

施用硫酸铵对酸性紫色土硝化作用的影响^①

熊仕娟, 苏 静, 闫小娟, 蒋先军

西南大学 资源环境学院, 重庆 400716

摘要: 以重庆北碚区酸性紫色土为研究对象, 采用室内恒温(28 ± 1 °C)培养的方法, 研究了施用不同量的氮肥对紫色土硝化作用的影响. 结果表明, 在培养 0 到 14 d, CK, 100, 200 mg/kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理均促进了土壤的硝化作用, 净硝化率分别为 0.92, 1.15, 1.50 mg/(kg·d), 土壤 pH 值分别降低了 0.16, 0.35, 0.51 个单位, 施用的氮肥量越大, 土壤硝化作用越强, pH 下降越多. 培养 14 d 后, 各处理土壤 NH_4^+-N 和 NO_3^--N 含量的变化均趋于平缓, 硝化作用基本停止, CK, 100, 200 mg/kg 处理土壤净硝化率分别降至 0.220, -0.071, -0.187 mg/(kg·d), 土壤 pH 分别比初始土壤 pH 值降低了 1.69%, 4.70%, 5.83%, 施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 对酸性紫色土的酸化有明显促进作用.

关 键 词: 铵态氮肥; 酸性紫色土; 硝化作用; 土壤酸化

中图分类号: X171; S153

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2015)11-0131-06

紫色土一般指亚热带和热带气候条件下由紫色砂页岩发育而成的一种岩性土^[1], 广泛分布于我国南方地区^[2-3]. 近年来, 菜地和农用地中石灰性紫色土逐渐减少, 酸性紫色土逐渐增加, 特别是菜地紫色土, 其 pH 值下降较为明显^[1]. 大气酸沉降和不合理的农业措施是导致土壤酸化的主要因素^[4-5]. 重庆是受酸雨污染严重的地区, 但酸雨 pH 值在 4.0 以上时, 并不足以造成土壤的明显酸化^[6], 若只考虑酸雨对土壤的影响, 在短时间内重庆紫色土是很难被酸化的^[7]. 导致土壤酸化的不合理农业措施主要是氮肥施用, 其主要酸化机制是 NH_4^+ 的硝化. 当土壤中的 NH_4^+ 含量超过植被和微生物的需求, 硝化细菌群体数量会迅速增加, 硝化作用增强. 1 mol 的 NH_4^+ 硝化反应生成 NO_3^- 可产生 2 mol 的 H^+ ^[8], H^+ 的产生加速了土壤的酸化. 研究表明^[9-10], NH_4^+ 的硝化反应对土壤酸化的影响远高于酸沉降. 因此, 在研究土壤酸化时除了考虑酸沉降的作用, 还应着重考虑施肥的影响.

土壤硝化作用是铵盐在土壤微生物的作用下最终氧化为硝酸盐的过程^[11]. pH 是影响硝化作用的重要因素^[12]. 普遍研究表明^[12-15], 当 pH 在 5.6—8.0 范围时, 硝化作用与 pH 呈正相关, $\text{pH} < 5.6$ 或 $\text{pH} > 8.0$ 时硝化作用受到强烈抑制. 但有研究发现^[16], 在某些 $\text{pH} < 4.9$ 的农田和茶园土壤中仍存在较强的硝化作用, 并导致土壤 pH 值的进一步下降. 因此, 施用氮肥能否促进酸性土壤的硝化作用从而引起土壤的进一步酸化? 这个问题至今并没有完全回答. 本试验以重庆市北碚区酸性紫色土为供试土壤, 以 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 为供试氮肥, 研究了不同量的氮肥施用对酸性紫色土壤硝化作用的影响, 以为未来的研究工作提供科学依据.

① 收稿日期: 2013-10-29

基金项目: 国家自然科学基金(41271267).

作者简介: 熊仕娟(1990-), 女, 贵州都匀人, 硕士研究生, 主要植物营养与环境生态研究.

通信作者: 蒋先军, 教授, 博士生导师.

1 材料与方法

1.1 供试土样

供试土样为采自重庆市北碚区的表层(0~20 cm)酸性紫色土的多点混合样. 土样于室内自然风干, 挑去肉眼可见的有机质, 过 2 mm 筛备用. 采样时间为 2011 年 5 月. 供试土样的基本理化性质见表 1.

表 1 供试土壤基本理化性质

pH	有机质/ (g · kg ⁻¹)	全氮/ (g · kg ⁻¹)	阳离子交换量/ (cmol · kg ⁻¹)	交换性酸/ (cmol · kg ⁻¹)
5.32	38.6	1.66	13.7	6.27

1.2 培养试验

实验共设 3 个处理: ① 不加(NH₄)₂SO₄ (CK, 对照); ② 加 100 mg/kg (NH₄)₂SO₄; ③ 加 200 mg/kg (NH₄)₂SO₄. 分别称取 40 g 风干紫色土 64 份于培养皿中, 按 25% 的含水量添加纯水, 置于(28±1) °C 恒温培养箱中预培养 7 d. 预培养结束后, 即培养第 0 d 时, 分析土样 pH, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N; 随后, 将 (NH₄)₂SO₄ 固体配制成 4 mg/mL 的(NH₄)₂SO₄ 溶液, 分别向土壤中添加 0, 2, 4 mL 的(NH₄)₂SO₄ 溶液得到 CK, 100, 200 mg/kg 的(NH₄)₂SO₄ 处理, 置于(28±1) °C 恒温培养, 培养期间每天补充纯水以维持 25% 的土壤含水量. 于第 7, 14, 21, 28 d 取样, 4 个重复. 测定 pH, NH₄⁺-N 及 NO₃⁻-N.

1.3 测定方法

土样 pH 测定采用电位法 [$m(\text{土}):v(\text{水})=1:5$]^[17], NH₄⁺-N 测定采用 2 mol/LKCl 浸提—靛酚蓝比色法^[118], NO₃⁻-N 测定采用 2 mol/LKCl 浸提—紫外分光光度法^[19].

1.4 数据处理

净硝化率= $[W(\text{NO}_3^-\text{-N})_{\text{培养后}}-W(\text{NO}_3^-\text{-N})_{\text{培养前}}]/\text{培养时间}$ ^[20].
采用 SPSS 17.0 中单因素方差分析(One way ANOVA/Duncan)进行差异显著分析.

2 结 果

2.1 培养过程中土壤 NH₄⁺-N 的变化

预培养结束即培养 0 d 时, 所有土壤的 NH₄⁺-N 平均含量为 21.3 mg/kg(图 1), 添加(NH₄)₂SO₄ 培养 7 d 后, 100 和 200 mg/kg (NH₄)₂SO₄ 处理的土壤 NH₄⁺-N 含量分别显著增至 30.8 和 39.7 mg/kg($p<0.05$), 未添加(NH₄)₂SO₄ 的土壤 NH₄⁺-N 含量为 21.7 mg/kg, 无显著变化($p>0.05$). 培养 7 d 至培养结束, 所有处理土壤 NH₄⁺-N 含量均呈先下降后趋于平缓的变化趋势. 在整个培养过程中, 土壤 NH₄⁺-N 含量大小均表现为 CK<100<200 mg/kg, 且各处理之间差异显著($p<0.05$), 土壤中的 NH₄⁺-N 含量随着(NH₄)₂SO₄ 施用量的增加而增加.

2.2 培养过程中土壤 NO₃⁻-N 的变化

在培养前 14 d, 由于土壤中 NH₄⁺ 的硝化作用, CK, 100, 200 mg/kg 处理土壤 NO₃⁻-N 含量分别增加了 12.86, 16.06, 20.96 mg/kg(图 2), 此期间三者的净硝化率分别为 0.92, 1.15, 1.50 mg/(kg · d)(表 2), 施肥处理净硝化率显著高于对照处理($p<0.05$), 且施用的(NH₄)₂SO₄ 浓度越大, 净硝化率越高. 随后 3 个处理土壤净硝化率降至 0.219, -0.071, -0.187 mg/(kg · d), 硝化作用停止. 从整个培养过程看, 各处理土壤中 NO₃⁻-N 含量均呈增加趋势, 培养结束时 CK, 100, 200 mg/kg 处理土壤 NO₃⁻-N 含量分别上升至 30.3, 29.9, 32.7 mg/kg, NO₃⁻-N 含量无显著差异(>0.05). 说明(NH₄)₂SO₄ 的施用对 NO₃⁻-N 含量无显著影响.

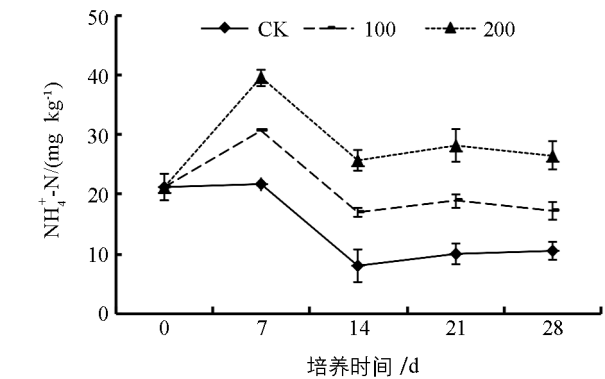


图 1 培养过程中土样铵态氮含量变化情况

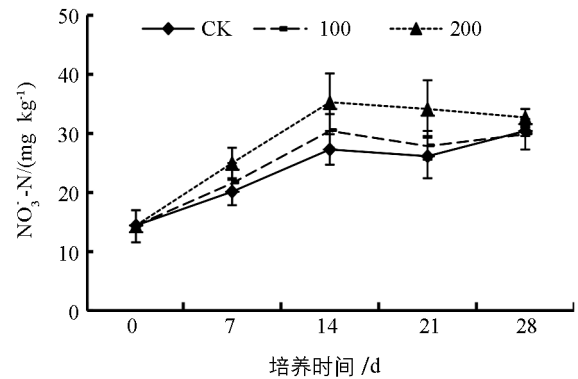


图 2 培养过程中土样硝态氮含量的变化

表 2 培养过程中土壤的净硝化率

mg/(kg·d)

硫酸铵处理/ (mg·kg ⁻¹)	培养时间段/d				
	0~7	7~14	0~14	14~28	0~28
CK	0.81±0.08c	1.10±0.03b	0.92±0.01b	0.22±0.01a	0.57±0.02a
100	1.02±0.01b	1.29±0.14ab	1.15±0.14ab	-0.07±0.03b	0.54±0.14a
200	1.53±0.00a	1.46±0.14a	1.50±0.13a	-0.19±0.14b	0.66±0.03a

注: 不同字母表示同一采样期各处理间差异达到 5% 显著水平。

2.3 培养过程中土壤 pH 值变化

施用不同浓度的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 对土壤 pH 均产生了不同程度的影响, 但各处理土壤 pH 值的变化趋势相似(图 3). 培养 0 d 时, 所有土壤 pH 值为 5.32, 随后由于土壤中 NH_4^+ 的硝化作用, 培养 14 d 时, CK, 100, 200 mg/kg 处理土壤的 pH 分别下降了 0.16, 0.35, 0.51 个单位, pH 变化显著 ($p < 0.05$), 随后各处理土壤 pH 均呈缓慢上升的变化趋势. 培养结束时, CK, 100, 200 mg/kg 处理土壤的 pH 值分别上升至 5.23, 5.07, 5.01, 分别比初始土壤 pH 值降低了 1.69%, 4.70%, 5.83%, 氮肥处理土壤 pH 值均显著高于对照处理 ($p < 0.05$). 在整个过程中, 土壤 pH 值始终表现为 $\text{CK} > 100 \text{ mg/kg} > 200 \text{ mg/kg}$, 且不同处理间 pH 值差异显著 ($p < 0.05$), 即施用的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度越高, 土壤 pH 值越低.

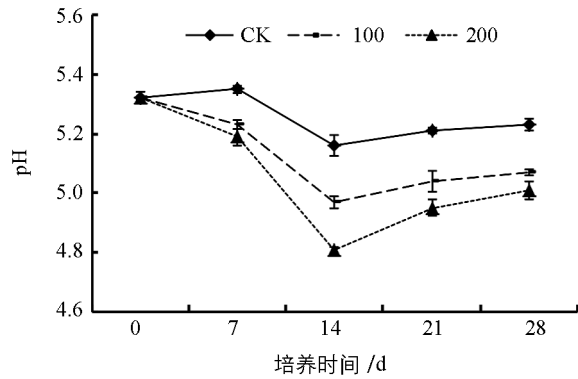


图 3 培养过程中土样 pH 含量变化

3 讨论

在低 pH 条件下, 硝化微生物的生长会受到严重限制^[21]. 过去的研究认为, 酸性条件下土壤中硝化能力普遍较弱甚至是不发生硝化作用. 本研究的供试酸性紫色土 pH 值为 5.32, 而在培养 0~14 d, CK, 100, 200 mg/kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理土壤净硝化率分别为 0.92, 1.15, 1.50 mg/(kg·d), 且土壤的 pH 值显著降低 ($p < 0.05$), 说明酸性土壤中存在硝化作用, 这与佟德利^[22]和丁洪^[23]的报道相符. 酸性土壤中发生硝化作用的可能原因是土壤中存在耐酸的硝化细菌^[24]. 本研究同时发现, 在整个培养过程中, 不同处理土壤 NH_4^+-N 和 NO_3^--N , pH 值的变化趋势基本相同, 其中, NH_4^+-N 和 NO_3^--N 均呈由小到大表现为 CK, 100, 200 mg/kg, 而 pH 值表现为由大到小的顺序: 为 CK, 100, 200 mg/kg, 且在培养前 14 d, 随着氮肥施用量的增加, 净硝化率亦明显增加, pH 的下降幅度也越大. 说明在培养前期, 增施 NH_4^+-N 肥增加了土壤中的硝化作用底物 (NH_4^+), 从而促进了土壤的硝化作用和酸化进程, 且 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的施用量越多, 促进效果越明显. 蔡祖聪等^[16]对农业利用的茶园、稻田和旱地土壤的研究结果也表明, 对于绝大部分农业利用的土

壤,其硝化速率受 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 供应的限制. 氮肥施用后的 1~2 周内是土壤硝化作用的关键期^[25], 本研究中, 土壤的硝化作用也主要发生于培养前 14 d, 硝化作用的发生使土壤中 NO_3^-N 含量不断增加, 经氮肥处理的土壤中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 含量呈先升高后降低的变化, 这是由于培养开始时添加的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 大于硝化作用消耗的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$, 随着净硝化率的升高(表 2), 硝化作用增强, 土壤中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 含量开始下降. 培养 14 d 后, 所有处理土壤中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 含量变化均不再显著(>0.05), 硝化作用停止, pH 值逐渐上升. 值得注意的是, 在酸性土壤条件下, 未添加 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的对照处理中仍存在硝化作用, 与佟德利等^[26-27] 和 Troelstra 等^[28] 的研究结果相一致, 这可能是由于紫色土中同时发生了异氧硝化过程, 而土壤中硝化作用底物 (NH_4^+) 主要来自预培养结束时土壤中残留的 NH_4^+ 和培养过程中有机氮矿化作用产生的部分 NH_4^+ .

施肥是作物优质高产的保证^[29], 而氮肥是当前农田土壤中氮素的主要来源^[30]. 农田土壤中氮输入的增加会伴随着土壤中 NH_4^+ 的硝化作用及 NO_3^- 的积累, 从而促进土壤的酸化, 其中, NH_4^+ 的硝化是导致土壤酸化的主要机制^[27-28]. 氮肥特别是 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 肥作为硝化作用底物的主要来源, 其对土壤硝化和酸化的影响已越来越受重视. Zhao 等^[31] 通过对亚热带地区砂岩发育的旱地酸性土壤进行研究得出结论, 施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4HCO_3 和 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 3 种氮肥均明显促进了土壤的硝化作用, 并进一步降低了土壤的 pH 值, 且施用的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 量越多, 硝化作用越强, 土壤 pH 值下降幅度越大. 栗方亮等^[32] 对初始 pH 4.5 的红壤施用不同量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 分别在 15, 25, 35 °C 条件下进行培养, 结果表明, 不同温度条件下施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 均使土壤的硝化速率下降, 且相同温度下, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 施用量越高, 硝化速率下降幅度越大. 佟德利等^[22] 对耕地红壤(pH 4.40)分别施用 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4HCO_3 3 种氮肥进行研究, 结果表明, 3 种氮肥均显著促进了红壤的硝化作用, 降低了土壤的 pH, 但 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 和 NH_4HCO_3 对土壤硝化作用的表现添加的量越多, 硝化作用越强, 而 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在添加量低于 N 150 mg/kg 时, 硝化作用随 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的添加量的增加而增强, 当 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 用量高于 N 150 mg/kg 时, 则反之. 贾俊仙等^[33] 对不同肥力的红壤性水稻土(pH<5.12)分别施用 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 进行研究, 结果表明, 施用 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 使土壤的硝化作用显著增强, 且硝化作用强度由大到小表现为: 高肥力土壤大于低肥力土壤, 360 mg/kg 施氮量大于 120 mg/kg 施氮量, 而施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的土壤其硝化作用均比对照低, 硝化作用强度表现相反: 高肥力土壤小于低肥力土壤, 360 mg/kg 施氮量小于 120 mg/kg 施氮量. Tong 等^[27] 通过对江西的茶园土壤(pH 4.53)和安徽的耕地土壤((pH 4.42)施用 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 进行研究, 结果表明, 在低 pH 条件下, 施用 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 均促进了 2 种土壤的硝化作用, 并使两种土壤的 pH 值分别较最高值降低了 1.25~1.84 和 0.95~1.69 个单位, 且 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的施用量越多, 土壤 pH 值越低, 而 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 由于增加了土壤中 AOB 细菌的数量而抑制了土壤的硝化作用, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的施用量越多, 硝化作用抑制越明显. 上述的研究对象均为红壤, 且不同种类氮肥对土壤硝化速率和酸化速率的影响明显不同, NH_4HCO_3 和 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的施用对酸性土壤的硝化作用和酸化作用均表现出促进效果, 而 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 对酸性土壤硝化作用和酸化作用的影响结果不尽相一致. 本研究中, 添加 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在前期也促进了酸性紫色土的硝化作用, 并显著降低了土壤的 pH 值, 后期随着硝化作用的完成, CK, 100, 200 mg/kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理土壤 pH 值分别回升至 5.23, 5.07, 5.01, 比初始土壤 pH 值分别降低了 1.69%, 4.70%, 5.83%, 100 和 200 mg/kg 处理土壤 pH 值显著低于对照处理. 因此, 施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 对酸性紫色土的酸化有明显促进作用. 目前, 关于 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 影响土壤硝化作用和酸化作用的研究尚存有争议, 由于 NH_4^+ 的硝化作用及强度受 pH、氮含量、有机质含量、微生物量及其活性等多种因子的影响^[11-12, 26], 因此不同的生态区域, 土壤硝化细菌活性和环境条件的不同, 土壤中硝化活性则会存在较大差异.

4 结 论

在培养 0 到 14 d, CK, 100, 200 mg/kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理净硝化率分别为 0.92, 1.15, 1.50 mg/(kg·d), 土壤 pH 值分别降低了 0.16, 0.35, 0.51 个单位, 酸性紫色土中存在硝化作用, 且施用的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的量越

多, 硝化作用越强, 施用铵态氮肥对酸性紫色土的硝化有促进作用. 在培养实验后期, 硝化作用基本停止, CK, 100, 200 mg/kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理土壤 pH 值分别比初始土壤 pH 值降低了 1.69%, 4.70%, 5.83%, 施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 对酸性紫色土的酸化有明显促进作用.

参考文献:

- [1] 张凤荣. 土壤地理学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 240.
- [2] 何丙辉, 郭甜, 姚军, 等. 紫色土坡耕地不同施肥水平下泥沙中氮、磷流失特征 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2012, 34(7): 1—8.
- [3] 熊靖, 张旦麒, 石孝均, 等. 长期不同施肥与秸秆管理对紫色土水稻田 CH_4 排放的影响 [J]. 西南师范大学学报, 2013, 38(8): 98—102.
- [4] 徐仁扣, D. R. COVENTRY. 某些农业措施对土壤酸化的影响 [J]. 农业环境保护, 2002, 21(5): 385—388.
- [5] INKLEY D, DRISCOLL C T, ALLEN H L. Acidic Deposition and Forest Soils [M]. New York: Prienger-Verlag, 1989: 83.
- [6] 李士杏. 重庆市紫色土酸化现状及机理研究[D]. 重庆: 西南农业大学, 2003.
- [7] 郑有斌, 赵大为. 酸沉降对重庆农业生态的影响 [J]. 重庆环境科学, 1991, 13(5): 55—59.
- [8] 杨忠芳, 余涛, 唐金荣, 等. 湖南洞庭湖地区土壤酸化特征及机理研究 [J]. 地学前缘, 2006, 13(1): 105—112.
- [9] 郭太龙, 迟道才, 王全九, 等. 入渗水矿化度对土壤水盐运移影响的试验研究 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊): 84—87.
- [10] BARAK P, JOBE B O, KRUEGER A R, et al. Effects of Long-Term Soil Acidification Due to Nitrogen Fertilizer Inputs in Wisconsin [J]. Plant and Soil, 1997, 197(1): 61—69.
- [11] 曹良元, 张磊, 蒋先军, 等. 土壤硝化作用在团聚体中的分布以及耕作的影响 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(5): 141—147.
- [12] 李良谟, 潘映华, 周秀如, 等. 太湖地区主要类型土壤的硝化作用及其影响因素 [J]. 土壤, 1987, 32(4): 194—197.
- [13] 杨云, 黄耀, 姜纪峰. 土壤理化特性对冬季菜地 N_2O 排放的影响 [J]. 农村生态环境, 2005, 21(2): 7—12.
- [14] KATYAL J C, CARTER M F, VLEK P L G. Nitrification activity in submerged soils and its relation to denitrification loss [J]. Biol Fertil Soils, 1988, 7(1): 16—22.
- [15] SAHRAWAT K L. Nitrification in some tropical soils [J]. Plant and Soil, 1982, 65(2): 281—286.
- [16] 蔡祖聪, 赵维. 土地利用方式对湿润亚热带土壤硝化作用的影响 [J]. 土壤学报, 2009, 46(5): 795—801.
- [17] 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: 12—13.
- [18] 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: 159—160.
- [19] 宋歌, 孙波, 教剑英. 测定土壤硝态氮的紫外分光光度法与其他方法的比较 [J]. 土壤学报, 2007, 44(22): 288—293.
- [20] 傅民杰, 王传宽, 王颖, 等. 四种温带森林土壤氮矿化与硝化时空格局 [J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3747—3758.
- [21] 李辉信, 胡锋, 刘满强, 等. 红壤氮素的矿化和硝化作用特征 [J]. 土壤, 2000, 32(4): 194—197.
- [22] 僮德利, 徐仁扣. 三种氮肥对红壤硝化作用及酸化过程影响的研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(4): 853—859.
- [23] 丁洪, 王跃思, 项虹艳, 等. 福建省几种主要红壤性水稻土的硝化与反硝化活性 [J]. 农业环境科学学报, 2002, 22(6): 715—719.
- [24] CHRISTENSEN S, SIMKINS S, TIEDJE J M. Spatial Variation in Denitrification: Dependency of Activity Centers on the Soil Environment [J]. Soil Science Society of America Journal, 1990, 54(6): 1608—1613.
- [25] TONG D L, XU R K. Effects of urea and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on nitrification and acidification of Ultisols from Southern China [J]. J Environ Sci (China). 2012, 24(4): 682—689.
- [26] 佟德利, 徐仁扣, 顾天夏. 施用尿素和硫酸铵对红壤硝化和酸化作用的影响 [J]. 生态与农村环境学报, 2012, 28(4): 404—409.
- [27] TONG D L, XU R K. . Effects of urea and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on nitrification and acidification of Ultisols from Southern China [J]. J Environ Sci (China). 2012, 24(4): 682—689.
- [28] TROELSTRA S R, WAGENAAR R, DE BOER W. Nitrification in Dutch Heathland Soils [J]. Plant and Soil, 1990,

127(2): 179—192.

- [29] 杜 君, 秦鱼生. 长期施肥下紫色土小麦肥料利用率及增产效应 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(5): 88—94.
- [30] 唐 颖, 黄慰情, 黄耀华, 等. 不同耕作模式下稻田生态系统对田面水中无机态氮的消纳 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2011, 36(6): 62—68.
- [31] ZHAO W, CAI Z C, XU Z H. Does Ammonium-Based N Addition Influence Nitrification and Acidification in Humid Subtropical Soils of China? [J]. Plant and Soil, 2007, 297(1—2): 213—221.
- [32] 栗方亮, 李忠佩, 刘 明, 等. 硫酸铵施用量和温度对红壤稻田土硝化作用及微生物特性的影响 [J]. 生态与农村环境学报, 2012, 28(4): 410—415.
- [33] 贾俊仙, 李忠佩, 刘 明, 等. 施用氮肥对不同肥力红壤性水稻土硝化作用的影响 [J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(4): 329—333.

Effects of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on Nitrification of Acidic Purple Soils

XIONG Shi-juan, SU Jing, YAN Xiao-juan, JIANG Xian-jun

School of Resources and Environmental Science, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: An acidic purple soil collected from Beibei District of Chongqing was incubated at constant temperature (28 ± 1 °C) to study the effects of different rates of ammonium sulfate (0, 100 and 200 mg/kg) on nitrification. During incubation of 0—14 d, nitrification increased in all the 3 ammonium sulfate treatments, the net nitrification rate being 0.920, 1.15 and 1.50 mg/(kg · d), respectively, and pH dropping by 0.16, 0.35 and 0.51 pH units, thus indicating that higher rate of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ led to a greater nitrification and greater decrease in soil pH in the first stage of incubation. However, net nitrification rate deceased to 0.220, -0.071 0 and -0.187 mg/(kg · d), and soil pH increased to 5.23, 5.07 and 5.01 for the treatments of ammonium sulfate by 0, 100 and 200 mg/kg after 14 days. In conclusion, soil acidification was accelerated significantly with ammonium sulfate addition.

Key words: ammonium-based fertilizer; acidic purple soil; nitrification; soil acidification

责任编辑 陈绍兰

