

有机肥对土壤剖面硝态氮淋失影响的模拟研究*

郭胜利, 余存祖, 戴鸣钧

(中国科学院水土保持研究所, 陕西杨陵 712100)
(水利部)

摘要: 利用三种不同长度的土柱, 模拟研究了有机肥对土壤剖面中土壤硝态氮淋失的影响。结果表明, 有机肥对 KNO_3 氮肥中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失有一定抑制作用; 施加有机肥可提高土壤碱解态氮含量; 有机肥本身亦可产生 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失。

关键词: 有机肥; 硝态氮; 淋失; 模拟试验

中图分类号: S158.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2000)04-0123-04

Simulated Test of Effects of Organic Manure on Leaching of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ in Soil Profile

GUO Sheng-li, YU Cun-zu, DA Ming-jun

(Institute of Soil and Water Conservation CAS/MWR, Yangling Shaanxi 712100, PRC)

Abstract: The simulated test was conducted by means of three kinds of soil column of 60 cm, 100 cm and 150 cm length. The results were as follows: The organic manure could reduce leaching of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ from KNO_3 addition and increase the level of soil hydrolyable nitrogen. The organic manure itself could produce leaching of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ in soil column.

Key words: organic manure; $\text{NO}_3^- - \text{N}$; leaching; simulated test

$\text{NO}_3^- - \text{N}$ 是土壤转化、迁移过程中最活跃的氮素形态。 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失不仅会造成土体中氮素的损失, 影响其有效性, 而且还会恶化环境^[1,2], 影响人体健康; 氮肥的过量施用常被认为是地下水中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量增高的重要原因。随着农业投入的增加我国已成为世界上氮肥主要消费国之一^[3], 有机肥是我国农业生产的传统肥料。在我国, 化肥与有机肥配施仍是目前主要的施肥模式。为此, 深入探讨有机肥与不同氮肥配施时对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失及氮肥有效性的影响, 在理论和实践上均有重要意义。

1 材料与方法

1.1 供试土壤与有机肥

供试土壤为塿土母质层, 采自杨陵, 其基本性状为: pH 8.43, 有机质 46 g/kg, 碱解氮肥 42.34

mg/kg, 碳酸钙 152.3 g/kg, CEC 14.2 cmol/kg, 有机肥(猪粪)采自西北农大畜牧场, 其全氮含量为 21.7 g/kg。

1.2 试验设计

试验在黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室的土壤养分模拟厅进行, 应用土壤养分运移模拟装置见文献[4]。应用 70 cm, 110 cm, 160 cm 三种不同长度的圆柱管(直径 12 cm, PVC 材料), 分别装土至 60 cm, 100 cm, 150 cm 高, 每个长度的土柱设置 6 个处理: (1) CK, (2) 有机肥(O. M.), (3) KNO_3 , (4) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (5) O. M. + KNO_3 , (6) O. M. + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。土壤风干粉碎过 2 mm 筛后装入圆柱管成土柱, 土壤容重控制在 1.25 g/cm³ 左右。每个土柱 0~20 cm 土层作施肥处理, 有机肥用

* 收稿日期: 2000-10-08

本研究在黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室进行, 获中国科学院重点研究项目基金资助(批准号 Z102)。

量为施肥土层风干土重的 $1/50$ (大约 1 kg 土中 200 mg N), 氮肥(化学试剂) KNO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。根据陕西中部地区历史上最大年降雨量 850.2 mm 作为淋洗水量。按时定量给土柱加水(去离子水), 从 12 月 10 日开始, 每间隔 7 天加水一次, 每次加水 107 mm , 共加 8 次, 淋洗溶液经土柱下方漏斗流入接收瓶。第一次淋洗液弃置不测, 以后从加水之日起每周收集淋洗液一次进行测定。

为保证各个土柱水分的统一性, 在施肥前统一加水至田间持水量, 之后进行表层 $0 \sim 20 \text{ cm}$ 的施肥处理。方法是取出此层土壤, 将所施肥料溶解于水

中, 之后喷洒土壤使土肥均匀混合, 再装入土柱。

等淋洗完毕, 从土柱侧身取样孔按 10, 20, 40, 60, 80, 100, 140 cm 采集土样, 测定土柱中氮素的含量变化。

淋洗液中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 由离子选择电极法测定, 其它性状由常规法分析测定。

2 试验结果与讨论

2.1 淋洗液中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的浓度变化

由图 1 可知, 不同处理淋洗液中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度的变化, 随时间延长 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的浓度呈由高到低的

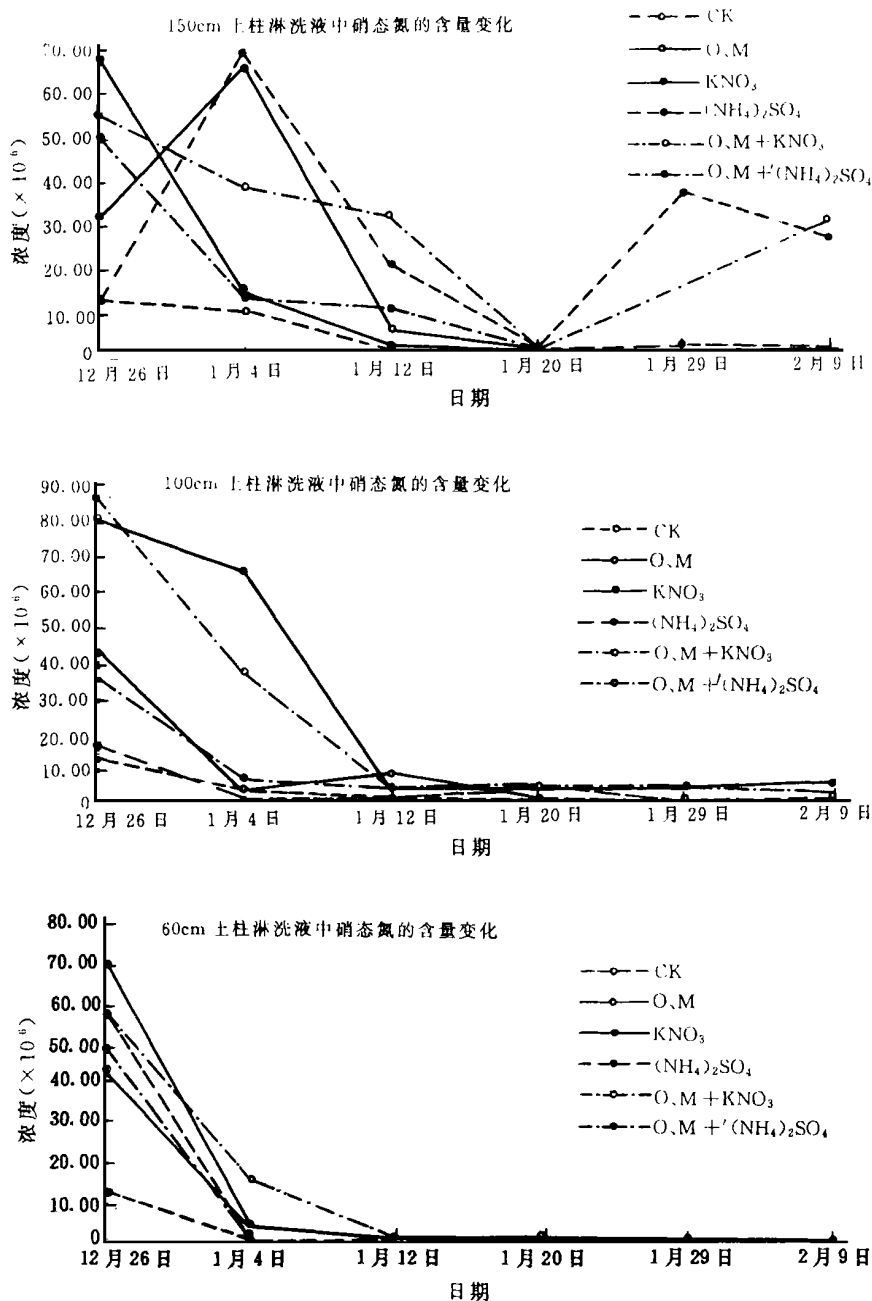


图 1 不同土柱淋洗液中硝态氮随时间的含量变化

趋势, 在 1 月 12 日之前即第一次加水后 32 天时间里(150 cm 土柱在 1 月 20 日之前), 不同施肥处理间 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度差异较显著; 之后各处理间浓度变化趋向接近。表明了不同处理淋洗液中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的浓度变化, 施肥处理均高于对照, 说明有机肥和其它化肥处理一样可产生 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失。在 12 月 26 日到 1 月 12 日之间, 不同施肥处理间 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度差异较显著, 在 12 月 26 日收集的淋洗液中, 凡施

KNO_3 处理(单施 KNO_3 处理、有机肥与之配施处理)在不同高度的土柱中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的浓度均较高。例如在 100 cm 土柱中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的浓度高达 80 mg/kg 以上, 相应其它处理均低于 50 mg/kg, 说明 KNO_3 处理中的氮淋失, 潜在性较大; 在施 KNO_3 处理中以单施 KNO_3 处理中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的浓度最高, 与有机肥配施处理稍低于 KNO_3 单施处理。

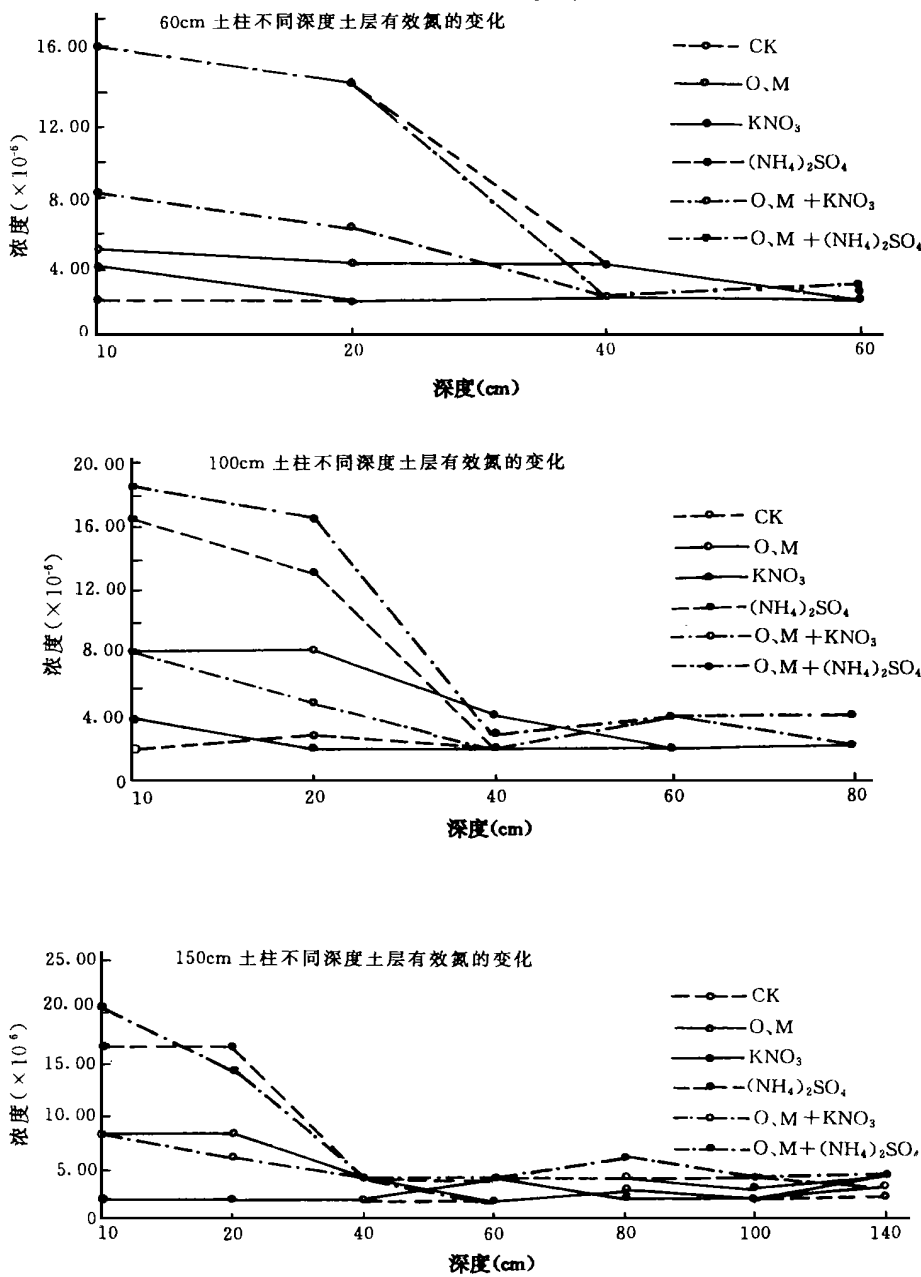


图 2 不同土层中有效氮的含量变化

1 月 4 日以后(第二次淋洗液), 淋洗液中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度逐趋降低, 尤其单施处理降低幅度最大, 而配施处理的降低幅度则较之平缓, 表明增施有

机肥对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失有一定抑制作用。 KNO_3 处理中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 极易大量淋失。随着淋洗水量增加, 土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋出土柱, 大约在 1 月 12 日以

后(150 cm 土柱在1月20日以后)各处理间浓度变化趋向接近。施 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的处理也产生一定量 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失。而 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失显著低于相应的 KNO_3 处理,但浓度变化趋势与相应的 KNO_3 处理基本相同,说明 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 可能有一定量转化为 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 而淋失。但在此基础上配施有机肥时, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度变化在不同高度的土柱上不同,有机肥在抑制 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 肥料中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失方面的作用尚不明显且缺乏一定的规律性,其中原因尚需进一步研究。

土柱高度不同对同一处理的变化过程存在影响。在60 cm高度的土柱上,处理间 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度差异表现在1月4日迅速降低,此后浓度差异趋向接近;在100 cm土柱上,则在1月12日以后迅速降低;例在150 cm土柱上,则延迟至1月20日(图1)。此现象表明随着土层深度的增加,将有助于降低 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失速度。但尚需看到随着土层深度的增加试验的干扰因素增强。例在150 cm土柱上,以有机肥和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的处理, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度在1月4日、1月29日、2月9日均出现较大的跳跃变化,原因待进一步探讨。

2.2 有机肥对土壤碱解态氮的影响

淋洗完成后取样测定的结果表明(图2),在0~40 cm层次各施肥处理的土壤中,碱解态氮含量变化差异显著;40 cm以下土层中碱解态氮含量变化

接近;不同施肥处理中碱解态氮含量均大于对照; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 施肥处理的碱解态氮含量显著高于相应的 KNO_3 施肥处理;不同处理碱解态氮含量大小依次为: $\text{O. M.} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 > \text{O. M.} > \text{O. M.} + \text{KNO}_3$ 、 $\text{KNO}_3 > \text{CK}$ 。在各施肥处理中,土壤中碱解态氮的含量以 KNO_3 处理最低;在单施 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 KNO_3 基础上分别增施有机肥淋洗后,土壤碱解态氮含量均有一定程度的增加;尤其在单施 KNO_3 基础上施有机肥,效果显著。凡有机肥配施处理的土壤中,碱解态氮含量均高于单施化肥处理,可见有机肥除了有一定的抑制 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失作用外,其本身含有的其它形态的氮素有助于提高土壤碱解态氮的含量。土壤中碱解态氮的主要构成为:氨态氮、硝态氮以及其它有效态氮素的来源,硝态氮易于淋失,致使土壤有效态氮的含量大大降低,在各施肥处理中呈现最低。 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 带正电荷,易被土壤胶体吸附,在施 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 处理中保持了较高的有效态含量。有机肥中除含有硝态氮外,还含有其它形态氮素,在淋洗条件下,有机肥对土壤的碱解态氮的贡献主要来源于其内部的其它形态的氮素。

与淋洗液中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量变化相比,不同深度的土层对土壤含量变化影响不大。

总之,由上述可知,有机肥对 KNO_3 氮肥中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失有一定抑制作用;施加有机肥后对土壤有效态氮有一定程度的增加;有机肥本身亦可产生 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失。

参考文献

- 1 A schmann S. C. , M. S. McIntosh J. S. Angle, and R. L. Hill Agriculture[J]. Ecosystems and Environment 1992 (38): 249~ 263
- 2 Bergstrom. Nitrate Leaching and Drainage from Annual and Perennial Crops in Tile-drained Plots and Lysimeters[J]. Journal Environment Quality. 1978(16): 11~ 18
- 3 朱兆良,农田生态系统中化肥氮的去向和氮素管理[C].见:中国土壤氮素,南京:江苏科技出版社,213~ 266
- 4 余存祖,张建丰.土壤剖面营养元素运移的模拟研究及其装置[J].水土保持研究,2000;7(4)