

黄土高原丘陵沟壑区不同土地利用模式 对土壤氮素淋溶的影响*

邹诚^{1,2}, 徐福利¹, 闫亚丹^{1,2}

(1. 中国科学院 教育部 水土保持与生态环境研究中心, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要:通过对黄土高原丘陵沟壑区不同土地利用模式土壤剖面 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、有机质和全氮分布的测定, 论述黄土高原丘陵沟壑区不同土地利用模式对土壤氮素淋溶的影响, 对当地农业发展提出建议。结果表明: 在 200 cm 内土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 最大值都出现在 200 cm 处, 其中日光温室最大为 20.36 mg/kg。土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 在 200 cm 内是较均匀的分布在 10~25 mg/kg。不同土地利用模式对土壤剖面土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、有机质和全氮分布没有影响。随着深度的变化对土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 分布也没有影响。土壤有机质和全氮在土壤剖面的分布是, 随着深度的增加而减少, 60 cm 以下有机质保持在 1.07~5.95 g/kg, 全氮保持在 0.12~0.35 g/kg。根据试验结果得出, 土壤氮素淋溶的主要成分是 $\text{NO}_3^- - \text{N}$, 土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶程度与降雨、灌溉、施肥量呈正比, 在坡地的淋溶较少。

关键词:黄土高原丘陵沟壑区; 氮素淋溶; $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶

中图分类号: F301.24; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)03-0114-03

Analysis of Soil Nitrogen Leaching Under Different Land Uses Patterns in the Loess Hilly and Gully Region

ZOU Cheng^{1,2}, XU Fu-li¹, YAN Ya-dan^{1,2}

(1. Research Center of Soil and Water Conservation & Environment, Chinese Academy of Sciences and Education Ministry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: According to soil profile of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, organic matter and total nitrogen under different land uses patterns, effects of soil nitrogen leaching under different land uses in the loess hilly and gully region were discussed in detail, and proposals were given for local agricultural development. The results showed that soil nitrate nitrogen maximum appeared on 200 cm. The maximum is that solar greenhouse's content is 20.36 mg/kg. Soil ammonium nitrogen content is 10~25 mg/kg. Effect of soil ammonium nitrogen, organic matter and total nitrogen under different land uses in the loess hilly and gully region were not obvious. With the depth of the changes soil ammonium nitrogen haven't changes. Soil organic matter and total nitrogen's distribution decreases with the increase in depth, but kept organic matter content at 1.07~5.95 g/kg and kept total nitrogen at 0.12~0.35 g/kg under 60 cm. The results showed that soil nitrogen leaching's main components is soil nitrate nitrogen, soil nitrate nitrogen leaching and rainfall, irrigation, fertilization amount was positive correlation, soil nitrate nitrogen leaching is less in slope land.

Key words: loess hilly and gully region; nitrogen leaching; nitrate nitrogen leaching

黄土高原是我国乃至世界上水土流失最严重的地区之一。严重的水土流失导致这一地区土壤贫瘠, 生态环境极度脆弱。为恢复这一地区的生态环境, 近

年来, 采取了退耕还林还草等措施, 增加投入土壤有机质的数量, 以调节土壤碳、氮循环过程^[1], 但是随着大量化肥进入农业, 加上不合理的农业管理措施,

* 收稿日期: 2008-12-16

基金项目: 国家科技支撑计划课题“丘陵沟壑区生态经济建设模式研究与示范”(2006BAD09B07)。

作者简介: 邹诚(1984-), 男, 陕西西安人, 在读硕士, 主要从事土壤环境效应方面研究。E-mail: xbdzxc_039@163.com

通信作者: 徐福利(1958-), 男, 陕西富平人, 研究员, 博士, 主要从事植物营养方面的研究工作。E-mail: xfl-163@163.com

导致氮素以 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 挥发、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶及反消化等途径损失,氮肥利用率降低。其中土壤中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失是氮素损失的重要途径之一^[2],而且也是导致地下水资源氮素污染的重要原因。然而,农田氮素淋失却是我国氮素循环研究中的薄弱环节^[2-3]。土壤碳、氮与土壤有机质含量相比更能反映不同措施对土壤肥力的影响^[4]。因此,一些研究者已就黄土高原地区不同植被^[5]及不同农作措施^[6-7]下土壤碳、氮的含量开展了一些研究^[1]。随着人们对环境问题的关注,施用有机肥可能带来的负面影响也逐渐引起人们的重视。有研究表明^[8-9],与施用矿质态氮相比,施用有机肥处理淋失的氮素量高^[10]。本研究通过对黄土高原丘陵沟壑区大田作物、日光温室蔬菜、拱棚蔬菜、经济作物、果树、草地用地土壤剖面 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、全氮和有机质含量分布的分析,得出黄土高原丘陵沟壑区不同土地利用模式对土壤碳氮淋溶状况,指导化肥和有机肥的合理施用,选出对土壤及地下水污染最少的耕作方式。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区选取陕西省延安市安塞县,该地区是典型的黄土高原丘陵沟壑区。地形复杂,梁峁连绵,沟壑纵横,海拔为 997 ~ 1 731 m^[11]。安塞县属暖温带半干旱气候区,年平均降水量 500 mm 左右,且分布不均匀,降雨集中。年平均蒸发量 1 000 mm,无霜期 160 ~ 180 d,年日照时数 2 352 ~ 2 573 h, 10 积温 2 866 ,年均气温 8.9 。土壤以黄绵土为主,约占总面积的 95 % 左右^[12]。安塞县地形支离破碎,植被覆盖度小,侵蚀模数达 12 000 t / (km² · a),坡度 > 25° 的坡耕地占农地面积的 34.43 %,坡度 > 15° 坡耕地占 71.93 %。据估算,全县坡耕地每年流失氮、磷、钾达 12.7 万 t;粮食生产低而不稳,平均产量 933.0 kg / hm²^[13]。

1.2 样品的采集和分析

2007 年 9 月 20 - 27 日和 10 月 21 - 25 日进行采样。在研究区的大田、日光温室、拱棚、经济作物、果树用地均匀选择样点,每种土地利用模式选取 7 个样点。再采集当地封育 10 a 以上的草地土壤横向对比。使用土钻采集 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80, 80 - 100, 100 - 120, 120 - 140, 140 - 160, 160 - 180, 180 - 200 cm 土样。进行风干,将风干土过 1.0, 0.25 mm 筛。

浸提 - 震荡 - 过滤 - 流动分析仪测定土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$,消煮 - 定氮仪 - 滴定测定土壤全氮,重铬酸钾外加热法测定土壤有机质^[14]。

2 结果与分析

2.1 不同土地利用模式下土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 垂直分布

由图 1 可以看出,在 200 cm 内土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 最大值都出现在 200 cm 处,说明由于降雨和灌溉的影响,土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 从表层淋溶,在 200 cm 处积累。日光温室的土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的含量是最高的,并且在深层的积累也是最多的,这是由于日光温室的大量施肥和经常灌溉,草地的淋溶程度是最低的。说明设施农业土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶严重,会污染当地地下水,而退耕还草会相应地缓和土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶。

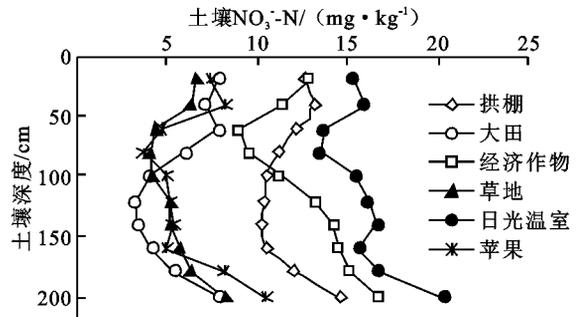


图 1 不同土地利用模式土壤剖面土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 分布

2.2 不同土地利用模式下土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 垂直分布

由图 2 可以看出,各种土地利用模式各个深度土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 在 200 cm 分布较均匀,10 ~ 25 mg / kg,其标准偏差为仅为 2.85 mg / kg。不同土地利用模式对土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 分布没有影响,随着深度的变化对土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 分布也没有影响。

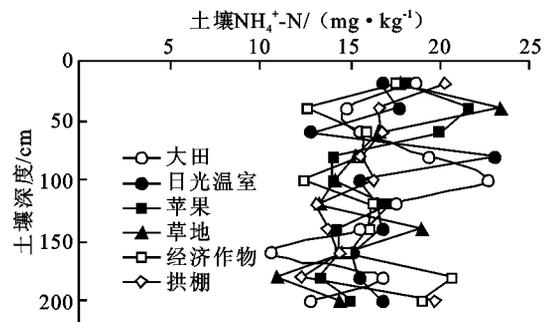


图 2 不同土地利用模式土壤剖面土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 分布

2.3 不同土地利用模式下有机质全氮垂直分布

由图 3, 4 可以看出,土壤有机质和全氮在土壤剖面的分布是,随着深度的增加而减少,从 60 cm 以下逐渐保持不变。日光温室的土壤有机质和全氮含量最高,这是由于大量施用有机肥和化肥,大田的土壤有机质和全氮含量最低,常年缺乏合理施肥的耕作造成的。

3 结论与讨论

各种土地利用模式氮的淋溶主要是由于 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 经过水分的垂直运移产生的,在 200 cm 内土壤

$\text{NO}_3^- - \text{N}$ 最大值都出现在 200 cm 处,土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 在 200 cm 内是较均匀的分布在 10~25 mg/kg。不同土地利用模式对土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、有机质和全氮分布没有影响,随着深度的变化对土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 分布也没有影响。土壤有机质和全氮在土壤剖面的分布是,随着深度的增加而减少,从 60 cm 以下逐渐保持不变。根据分析可以得出影响 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶的因素主要有以下三点:(1) $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶主要是由于降雨以及灌溉淋失引起的。日光温室和拱棚这些设施农业则主要是由于灌溉产生的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶,受降雨的影响较小。由于当地的耕作习惯,设施农业灌溉量大,所以日光温室和拱棚 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶严重。(2)化

肥和有机肥的施肥量也会影响 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶,从图 1,3,4 可以看出,各种土地利用类型表层有机质和全氮含量及 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶情况呈正比。日光温室的化肥和有机肥施用量远远超过其他土地利用模式,所以其淋溶相当严重。(3) $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶状况也受到地形的影响。草地和苹果主要都分布在坡地,大田也经常以梯田的形势分布在坡地。一般降雨会从坡地形成径流流到坡底,入渗量较少, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶也较少。与王辉的研究结果^[3],降水条件下黄土坡地沿坡长土壤中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量呈近似波浪分布,但总体上,从坡底到坡顶呈减少趋势,坡底部位却有明显累积现象相似。

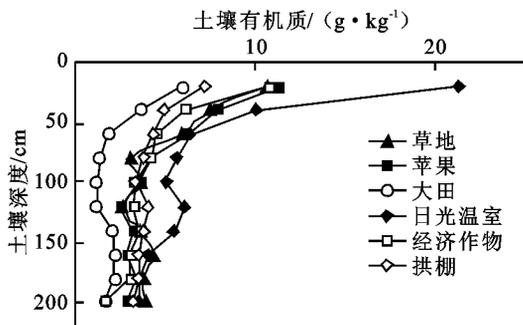


图 3 不同土地利用模式土壤剖面土壤有机质分布

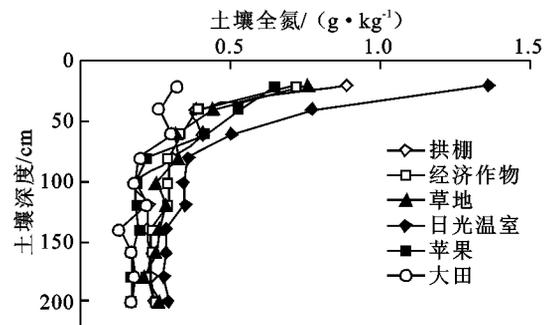


图 4 不同土地利用模式土壤剖面土壤全氮分布

根据影响 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋溶的因素可以调整耕作方式和各种土地利用模式在当地的结构,改善 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶状况,保护当地的地下水。首先,应该实行滴灌,这样相对于大水漫灌可大量减少入渗深度,减少 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶,也可节约当地水资源;其次,调整施肥结构,控制化肥和有机肥的用量,在保证产量的同时尽量减少施肥;最后,在农业分布结构方面,选择农业用地时,应该注意,将施肥量大、需水量大的选在坡地,将施肥量小、需灌溉量少的选在川道地。

参考文献:

[1] 汪文霞,周建斌,严德翼,等. 黄土区不同类型土壤微生物量碳、氮和可溶性有机碳、氮的含量及其关系[J]. 水土保持学报,2006,20(6):103-106.
 [2] 张国梁,章申. 农田氮素淋失研究进展[J]. 土壤,1998(6):291-297.
 [3] 王辉,王全九,邵明安. 降水条件下黄土坡地氮素淋溶特征的研究[J]. 水土保持学报,2005,19(5):61-64.
 [4] Hart P B S, August J A, West A W. Long-term consequences of top soil mining on select biological and physical characteristics of two New Zealand loessial soils under grazed pasture[J]. Land Degrad. Rehab., 1989,1:77-88.
 [5] 李世清,李生秀,张兴昌. 不同生态系统土壤微生物体氮的差异[J]. 水土保持学报,1999,13(1):69-73.

[6] 张成娥,梁银丽,贺秀斌. 地膜覆盖玉米对土壤微生物量的影响[J]. 生态学报,2002,22(4):505-512.
 [7] 张春霞,郝明德,魏孝荣,等. 不同农田生态系统土壤微生物生物量碳的变化研究[J]. 中国生态农业学报,2006,14(1):81-83.
 [8] Bergstrom L, Kirchmann H. Leaching of total nitrogen from nitrogen-15-labelled poultry manure and inorganic nitrogen fertilizer[J]. Environ. Qual., 1999,28(4):1283-1290.
 [9] Siemens J, Kaupenjohann M. Contribution of dissolved organic nitrogen to N leaching from four German agricultural soils[J]. Plant Nutr. Soil Sci., 2002,165(6):675-681.
 [10] 王红霞,周建斌,雷张玲,等. 有机肥中不同形态氮及可溶性有机碳在土壤中淋溶特性研究[J]. 农业环境科学学报,2008,27(4):1364-1370.
 [11] 白文娟,焦菊英,马祥华,等. 黄土丘陵沟壑区退耕地人工林的土壤环境效应[J]. 干旱区资源与环境,2005,19(7):135-141.
 [12] 高旺盛,董孝斌. 黄土高原丘陵沟壑区脆弱农业生态系统服务评价:以安塞县为例[J]. 自然资源学报,2003,18(2):182-188.
 [13] 胡明,马继东. 安塞县土地利用变化与经济的关系[J]. 水土保持研究,2008,15(1):182-185.
 [14] 鲍士旦. 土壤农化分析(3版)[M]. 北京:中国农业出版社,2000:30-34.