

模拟降雨条件下肥料氮素流失特征

周友新

(盐城工学院, 江苏 盐城 224051)

摘要: 为了解肥料中氮素流失特征, 设计不同水肥处理, 并对不同去向(径流、渗流和渗漏到泥沙)氮素进行了跟踪监测。结果表明: 渗流水中肥料氮素含量最高, 占总流失量的 36.55%~42.86%, 泥沙中肥料氮素含量占 30.77%~40.00%, 随径流水流失的肥料氮素量占 23.45%~26.59%; 径流、渗流水、泥沙中 NO_3^- -N 含量与施氮量密切相关, 施氮量越高, NO_3^- -N 浓度越高; 渗流中的肥料氮素含量及 NO_3^- -N 浓度均高于径流水, 表明施用氮肥对地下水环境构成较大威胁。

关键词: 氮素流失; 肥料; 水环境; 农田; 模拟降雨

中图分类号: S153.61 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)10-0063-03

Characteristics of Fertilizer Nitrogen Leaching under Artificial Rainfall Conditions

ZHOU You-xin

(Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224051, China)

Abstract: To understand the characteristics of fertilizer nitrogen(N) leaching under artificial rainfall conditions, different water-nitrogen treatments were designed to track N. The results showed that the fate of fertilizer N leaching could be divided into three parts: runoff, seepage and sediment brought by seepage, the fertilizer N content in the seepages was the highest, accounting for 36.55%~42.86% of the total fertilizer N leaching, and fertilizer N content in the sediment and the runoffs took up 30.77%~40.00% and 23.45%~26.59%, respectively. The NO_3^- -N concentration in the runoffs, seepages, and sediment was significantly positively related with the N application; the fertilizer N content and NO_3^- -N concentration in the seepages were notably higher than those in the runoffs, suggesting that the fertilizer nitrogen application would threaten the groundwater environment.

Key words: nitrogen leaching; fertilizer; water environment; farmland; artificial rainfall

农田氮素流失所带来的水环境问题已受到广泛关注^[1-2], 许多学者对与其相关的降雨径流、土壤特性、土地利用方式、施肥状况等进行了研究^[3-7], 尤其是定位、定点的氮素流失与渗漏监测, 已做过不少工作。农田氮素流失一般有 2 个来源, 即土壤本身存在的氮素和施入的外源肥料^[8], 目前, 将氮素流失按来源区分研究的报道还不多。鉴于此, 采用¹⁵N 同位素示踪技术, 研究不同模拟降雨量下肥料氮素的去向及

其在径流、渗流、渗漏泥沙中的分布特征, 旨在为合理施肥和农田水环境的保护提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料与试验地概况

作物选用烤烟品种 K326; 肥料采用¹⁵N 标记的 NH_4NO_3 , 其中¹⁵N 丰度为 10.28%。

试验于 2011 年在江苏省南京市江宁区横溪镇

收稿日期: 2013-03-27

基金项目: 江苏省新型环保重点实验室开放课题(AE201023)

作者简介: 周友新(1971-), 女, 江苏盐城人, 讲师, 硕士, 主要从事水环境处理方面的研究。E-mail: zyxq@ycit.cn

进行(31°43'N、118°46'E)。该地区年均降雨时间 117 d, 年降雨量 1 106.5 mm, 年平均温度 15.7℃, 平均湿度 81%, 最大风速 19.8 m/s, 无霜期 237 d。土壤类型为黄棕壤, 质地黏重, 有机质含量 14.209 g/kg, 全氮 1.303 g/kg, 碱解氮 129.9 mg/kg, 全磷 0.363 g/kg, 速效磷 27.2 mg/kg, pH 值 5.87, 0~60 cm 土层土壤容重 1.35 g/cm³, 0~60 cm 土层土壤田间持水量 28.0%, 地下水埋深 10 m, 试验地上方安装防雨棚, 以隔绝自然降水。

1.2 试验设计

试验共设 6 个处理(表 1), 3 次重复。每个处理 1 个小区, 小区面积为 2.4 m×1.5 m, 每小区栽烟 6 株。试验模拟主要烟区的 3 种降雨量, 即 600 mm、800 mm、1 000 mm, 灌溉水按照烤烟伸根期 30%、旺长期 40%、成熟期 30% 分配; 施氮量分为 2 个水平, 即 120 kg/hm² 和 150 kg/hm²。在每个小区的侧面开挖一个面积 40 cm×40 cm、深 60 cm 的储水池, 用来收集径流水; 小区正中央垂直插入一根直径 4 cm、长 1 m 的 PVC 管, 每次模拟降雨后用大针筒抽取渗流水以及被渗流水带走的泥沙样品。

表 1 试验设计

处理	模拟降雨量/mm	施氮量/(kg/hm ²)
T1	600	120
T2	800	120
T3	1 000	120
T4	600	150
T5	800	150
T6	1 000	150

1.3 测定指标与方法

径流量(mm): 测定储水池中的水量。

渗流量(mm): 采用量程为 1 000 mL 的量筒测量, 并根据小区面积折算整个小区的渗流量。

土壤/泥沙/径流水/渗流水样品中肥料氮素含量(N_f , kg/hm²):

$$N_f = W_t \times n_s \times \frac{W_s \times n_s \times a_s}{W_f \times n_f \times a_f}$$

式中, N_f 是土壤/泥沙/径流水/渗流水中的肥料氮素含量(kg/hm²); W_t 是土壤/泥沙干物质质量(kg/hm²), 或径流水/渗流水的质量(kg/hm²); n_s 是样品中总氮含量(%); W_s 是土壤/泥沙样品的质量(kg/hm²), 或径流水/渗流水样品的质量(kg/hm²); a_s 是样品中¹⁵N 的原子百分超(%); W_f 是肥料的质量(kg/hm²); n_f 是肥料中总氮含量

(%); a_f 是肥料中¹⁵N 的原子百分超(%)[9-10]。

径流/渗流水样中 NO₃⁻-N 含量采用分光光度法测定。

2 结果与分析

2.1 模拟降雨量对渗流量与径流量的影响

由表 2 可知, 不同模拟降雨量处理的渗流量均小于径流量, 仅为径流量的 8.18%~10.08%, 这表明田间大部分的降雨会随地表径流进入河流干道。因此, 径流水污染的防治是农田水环境治理的重要内容。由表 2 还可发现, 随模拟降雨量的加大, 渗流量和径流量均随之增加, 其中 T6 处理渗流量和径流量最大, 分别达到 29.13 mm 和 289.01 mm。

表 2 模拟降雨量对渗流量与径流量的影响 mm

处理	渗流量	径流量
T1	16.29	199.12
T2	20.33	233.47
T3	28.35	284.66
T4	17.98	203.87
T5	22.14	245.52
T6	29.13	289.01

2.2 不同水肥条件下肥料氮素流失特征

由表 3 可知, 渗流水中肥料氮素含量最高, 占总流失量的 36.55%~42.86%; 泥沙中肥料氮素含量次之, 占 30.77%~40.00%; 随径流水流失的肥料氮素最少, 占总流失量的 23.45%~26.59%, 渗流量比径流量大很多, 这说明渗流水中肥料氮素的浓度要远大于径流水。不同施氮量处理氮素流失也有差异, 施氮量 150 kg/hm² 的 3 个处理肥料氮素各部分的流失量分别高于施氮量 120 kg/hm² 的 3 个处理, 随着模拟降雨量的增大, 流失量总体上也呈增大趋势, 其中流失量最大的处理为 T6, 总流失量达 1.73 kg/hm², 这可能由于 T6 处理的施氮量最高, 且模拟灌溉量最大, 导致随径流水、渗流水的流失氮素量也最大。一般情况下, 随径流水流失的氮素会造成地表水污染, 随渗流与泥沙流失的氮素会造成地下水的污染, 按照这个标准, 对总流失量进行重新划分, 结果表明, 可能造成地表水污染的肥料氮素流失量占 23.45%~26.59%, 可能造成地下水污染的肥料氮素流失量占 73.41%~76.55%。

表 3 不同处理肥料氮素的流失量

处理	肥料氮素含量						总流失量/ (kg/hm ²)
	径流/(kg/hm ²)	百分比/%	渗流/(kg/hm ²)	百分比/%	泥沙/(kg/hm ²)	百分比/%	
T1	0.24	26.37	0.39	42.86	0.28	30.77	0.91
T2	0.27	25.00	0.44	40.74	0.37	34.26	1.08
T3	0.31	25.20	0.50	40.65	0.42	34.15	1.23
T4	0.35	23.65	0.57	38.51	0.56	37.84	1.48
T5	0.34	23.45	0.53	36.55	0.58	40.00	1.45
T6	0.46	26.59	0.66	38.15	0.61	35.26	1.73

由表 3 还可以看出,不同处理肥料氮素流失总量差异并不大,为了深入了解肥料氮素的去向,同时测定了烤烟植株吸收的肥料氮素量和残留在土壤中的肥料氮素量,烤烟植株体内的肥料氮素量为 52.28~62.12 kg/hm²,残留在土壤中的肥料氮素为 66.47~86.02 kg/hm²,这说明各处理之间肥料氮素去向的差异主要体现在植株吸收与土壤残留方面,径流水、渗流水、泥沙中的肥料氮素量仅占总肥料氮素量的很小部分。

2.3 不同水肥条件下径流水、渗流水、泥沙中NO₃⁻-N分布特征

由表 4 可知,泥沙中 NO₃⁻-N 含量与施氮量关系很密切,施氮量越高,泥沙中 NO₃⁻-N 含量越高,但同一施氮量条件下,模拟降雨量与泥沙中 NO₃⁻-N 含量的关系并不明显,这可能与各处理模拟降雨量差别不大有关,其中 T5 处理泥沙中 NO₃⁻-N 含量最高,达 34.85 mg/kg,T2 最小,仅为 27.38 mg/kg;各处理渗流水中 NO₃⁻-N 含量远大于径流水,该差距可能由模拟降雨条件下径流量大于渗流量造成的,渗流水中 NO₃⁻-N 含量最大的处理为 T5,达 2.01 mg/L,径流水中 NO₃⁻-N 浓度最大的处理为 T4,达 0.68 mg/L。

表 4 径流水、渗流水、泥沙中 NO₃⁻-N 含量

处理	NO ₃ ⁻ -N 含量		
	泥沙/(mg/kg)	渗流/(mg/L)	径流/(mg/L)
T1	28.56	1.88	0.62
T2	27.38	1.79	0.56
T3	29.84	1.83	0.53
T4	32.08	1.98	0.68
T5	34.85	2.01	0.62
T6	33.63	1.92	0.66

3 结论与讨论

1) 模拟降雨条件下,径流量远大于渗流量。

2) 渗流水中肥料氮素含量最高,占总流失量的 36.55%~42.86%;泥沙中肥料氮素含量次之,占

30.77%~40.00%;随径流水流失的肥料氮素量最少,占总流失量的 23.45%~26.59%。

3) 径流水、渗流水、泥沙中 NO₃⁻-N 含量与施氮量密切相关,施氮量越高,NO₃⁻-N 含量越高。

4) 施用氮肥更多地对地下水环境造成威胁。

本试验存在一定的局限性,如模拟降雨方面,采用的是控制灌溉时间与流量的方法,水分分布不如自然降雨条件下均匀,今后的试验中,应着重在试验设施方面进行改进。

参考文献:

[1] 罗文兵,洪林.农田地表径流氮素流失特性分析[J].灌溉排水学报,2011,30(4):53-56.

[2] 李英俊,王克勤,宋维峰,等.自然降雨条件下农田地表径流氮素流失特征研究[J].水土保持研究,2010,17(4):19-23.

[3] 陈治平,郭枫,袁静,等.稻田氮素流失及控制措施研究进展[J].水利科技与经济,2008,14(2):138-140.

[4] 俞巧钢,叶静,马军伟,等.不同施氮水平下油菜地土壤氮素径流流失特征研究[J].水土保持学报,2011,25(3):22-25,30.

[5] 李志芳.有机农业土壤氮素流失与防止措施[J].农业环境保护,2002,21(1):90-92.

[6] 唐佐芯,王建文,王克勤.不同施肥水平下植草对坡地径流氮素流失的调控作用[J].水土保持学报,2012,26(1):12-16.

[7] 张秀玮,李光宗,董元杰,等.不同氮肥对侵蚀坡面土壤氮素流失的影响[J].水土保持学报,2012,26(2):45-48.

[8] 苏帆,付利波,陈华,等.应用¹⁵N 研究烤烟对饼肥氮素的吸收利用规律[J].中国生态农业学报,2008,16(2):335-339.

[9] 付利波,苏帆,洪丽芳,等.应用¹⁵N 研究烤烟对秸秆 N 素的吸收利用[J].西南农业学报,2007,20(4):752-757.

[10] 许汝冰,谢志坚,李进平,等.烤烟产量、产值及氮肥利用率(¹⁵N)与海拔高度和移栽期的关系研究[J].江西农业大学学报,2011,33(3):425-431.