

甘肃省农田土壤地下淋溶氮磷流失系数测算初报

马彦¹, 杨虎德², 冯丹妮²

(1. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 对甘肃省8个农田土壤地下淋溶监测点淋溶水中氮磷含量进行了测定分析, 初步得出了甘肃省农田土壤地下淋溶氮、磷流失系数, 总氮流失系数为0.19%~153.3%, 总磷流失系数为0.0011%~0.32%。氮素在土壤中淋失量相对较大, 磷素淋失量相对较小。常规处理淋溶条件下, 总氮流失主要以硝态氮为主。

关键词: 甘肃省; 地下淋溶; 氮、磷流失系数

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)06-0037-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.06.010

Calculation of Underground Leaching Nitrogen and Phosphorus Loss Coefficient of Farmland Soil in Gansu Province

MA Yan¹, YANG Hude², FENG Danni²

(1. Gansu Academy of Agriculture Science, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agriculture Science, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Based on the analysis of nitrogen and phosphorus contents in leaching water of 8 underground leaching monitoring sites in Gansu Province, the nitrogen and phosphorus loss coefficients of underground leaching in Gansu Province were obtained. The total nitrogen loss coefficient was 0.19% ~ 153.3%. The total phosphorus loss coefficient is from 0.0011% ~ 0.32%. The amount of nitrogen leaching in the soil is relatively large, and the amount of phosphorus leaching is relatively small. Under the conventional treatment of leaching conditions, the total nitrogen loss is mainly nitrate nitrogen.

Key words: Gansu Province; Underground leaching; Nitrogen and phosphorus loss coefficient

目前, 农业面源污染已成为人们普遍关注的一个环境问题。据有关资料显示, 甘肃

收稿日期: 2019-04-08

基金项目: 甘肃省科技计划“甘肃省农田土壤 N、P 面源污染特征及防控技术研究”(1604FKCA125)部分内容。

作者简介: 马彦(1965—), 男, 甘肃静宁人, 副研究员, 主要从事农业面源污染研究工作。联系电话: (0)13893313919, Email: 289782884@qq.com。

通信作者: 杨虎德(1967—), 男, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事农业面源污染研究工作。联系电话: (0)13919085206, Email: 596259707@qq.com

- 响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(3): 492-497.
- [15] 周远和, 吴永升, 覃兰秋, 等. 玉米主要农艺形状与产量的相关及通径分析[J]. 广西农业科学, 2007, 38(4): 356-358.
- [16] 李波, 陈喜昌, 高云, 等. 青贮-生物产量与植株主要农艺性状相关的研究[J]. 玉米科学, 2005, 13(2): 76-78.
- [17] 石见发. 白银市青贮玉米新品种引种试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2015(7): 15-17.
- [18] 青贮玉米和粮饲兼用玉米新品种在天水市引种初报[J]. 甘肃农业科技, 2018(7): 35-39.

(本文责编: 陈伟)

省受各类面源污染的农田面积已超过 86.7 万 hm^2 ，每年因此造成的经济损失 2 600 多万元^[1]。据甘肃省第一次全国污染源普查结果(2010 年)，共调查 1 224 个种植业(镇)的 60 955 个代表性地块，以及 170 个规模化农场的 911 个代表性地块，经汇总计算，2007 年全省化肥施用总量(折纯)157.85 万 t，其中氮肥(折纯)98.50 万 t、磷肥(折纯)59.35 万 t；通过地表径流和地下淋溶流失总氮 2.05 万 t，总磷 0.14 万 t，分别占全省总氮和总磷排放量的 33.9%和 36.8%，化肥污染贡献十分突出。农业面源污染不仅造成有害物质在农作物中累积威胁城乡群众的身体健康，而且制约着农村经济发展，迫切需要防治氮磷面源污染的综合措施。我们主要借助第一次污染源普查在甘肃设立的 17 个一般监测点(2006—2008)，系统梳理总结监测点的监测结果，对淋溶流水中的氮磷含量进行分析，得出甘肃省主要种植模式的地下淋溶的氮磷流失系数，为治理种植业源污染提供参考。

1 材料与方法

1.1 监测地点

依据甘肃地形和气候特征，综合考虑土壤、作物种类与布局、种植制度、耕作方式、灌排方式，针对肥料、农药和农膜污染

的发生规律和主要影响因素，将甘肃划分为北方高原山地区和西北干旱半干旱平原区 2 个区域、8 个淋溶监测点，分布在甘肃省 6 个市的 8 个县(区)。监测点土壤基本性状见表 1。

1.2 监测点处理

地下淋溶设置 2 个处理，处理 1 为对照，不施任何肥料；处理 2 为常规处理，肥料的施用量、施用方法和施用时期完全遵照当地农民生产习惯(氮磷施肥量见表 1)。3 次重复，每个监测点共计 6 个小区。处理交替排列，小区宽度为 4 m，长度为 7.5 m，小区面积 30 m^2 ，试验区周边设 5 m 保护行，小区中间埋设淋溶装置。供试作物有小麦、苹果、玉米、棉花、露地蔬菜、大棚蔬菜、瓜类等。监测周期为 1 a，即 2008 年全年。

1.3 测定方法

1.3.1 淋溶水样的采集 如图 1 所示，每次灌水产生淋溶液后 24 h 后，用真空泵抽取玻璃瓶中的淋溶液，记载淋溶液体积。采样瓶为专门加工的塑料瓶，采样前用蒸馏水洗净，再用淋溶液润洗后采样、编号。采样量 2 瓶，每瓶水样不少于 500 mL，将水样存于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰柜中冷冻保存，同时冷冻若干瓶自来水，以便运输时保持温度。待水样冻实后，装入保温箱，一层淋溶水样，一层自来

表 1 各监测点土壤基本性状及施肥量

地块代码	土壤名称	土壤质地	地貌类型	肥力水平	利用类型	常规处理施肥量/(kg/hm^2)	
						N	P_2O_5
GSS09	其他硫酸盐灰钙土	砂土	平原	低	水田(耕地)	213.00	193.50
GSS10	其他泥砂质石膏棕漠土	砂壤	平原	中	水田(耕地)	210.90	276.30
GSS11	其他灌淤壤土	中壤	平原	中	水田(耕地)	365.70	120.60
GSS12	其他黄土质灰钙土	砂壤	平原	中	其它(园地)	154.50	165.60
GSS13	褐土	中壤	平原	中	果园(园地)	526.47	486.08
GSS15	褐土	中壤	平原	中	其它(园地)	1 199.48	445.43
GSS16	灌淤盐粘土	轻壤	平原	中	水田(耕地)	300.27	188.55
GSS17	其他荒漠固定风沙土	砂土	平原	中	水田(耕地)	109.50	103.50

水，运至兰州。测试淋溶水样中的总氮、硝态氮、铵态氮、可溶性总磷，测方法采用国家标准分析方法。

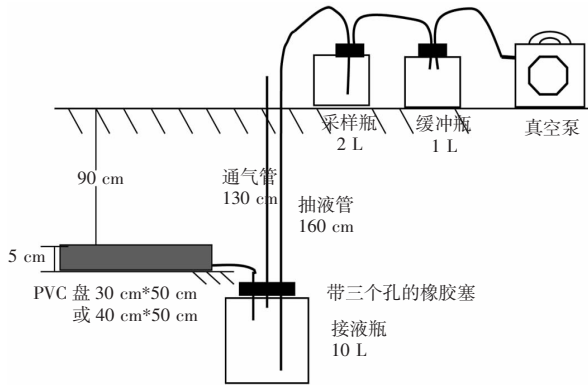


图1 田间原位淋溶样品采取装置

1.3.2 氮磷污染测算方法 各监测地块中，以地表径流(或地下淋溶)途径排放的氮、磷等于整个监测周期中各次径流水(或淋溶液)中污染物浓度与径流水(或淋溶水)体积乘积之和。计算公式如下：

$$P = \sum_{i=1}^n C_i \times V_i$$

式中：

P —污染物流失量；

C_i —第 i 次径流(或淋溶)水中氮、磷和农药平均浓度；

V_i —第 i 次径流(或淋溶)水的体积。

各监测地块肥料氮磷排放系数以流失率(%)表示，计算公式如下：

氮素流失率 % =

$$\frac{\text{常规处理氮素流失量} - \text{对照处理氮素流失量}}{\text{肥料施肥量}} \times 100$$

磷素流失率 % =

$$\frac{\text{常规处理磷素流失量} - \text{对照处理磷素流失量}}{\text{肥料施肥量}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 施肥对氮磷流失量的影响

由图2、图3可知，各监测点氮磷流失量与对照相比，常规施肥后，总氮、总磷的流失量均有增加。常规施肥总氮流失范围在

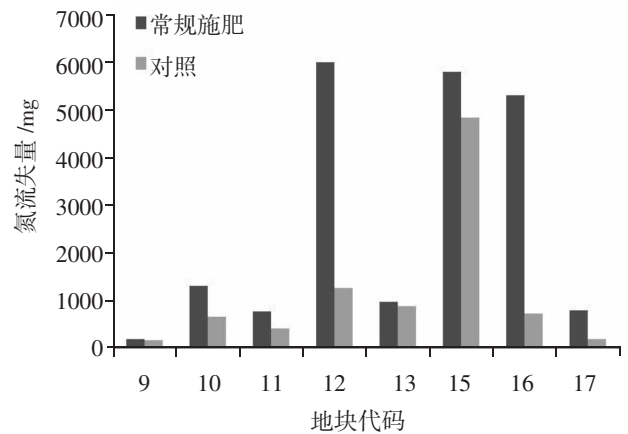


图2 不同监测点不同处理淋溶水中氮流失量

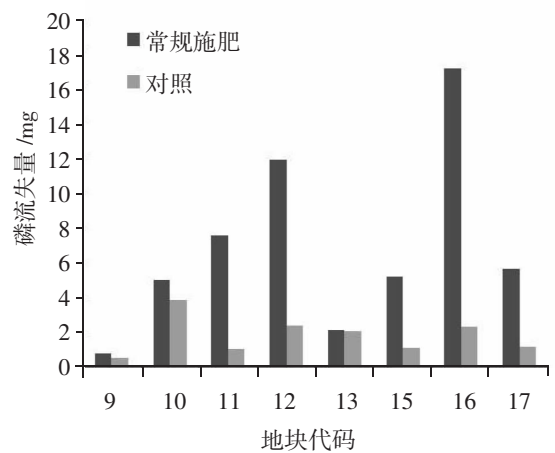


图3 不同监测点不同处理淋溶水中磷流失量

表2 不同监测点不同形态氮流失量

形态	不同监测点流失量/mg							
	9	10	11	12	13	15	16	17
总氮	172.20	1 294.94	771.48	5 994.28	972.80	5 801.20	5 291.83	789.70
硝态氮	34.10	158.13	504.87	225.98	617.60	1752.13	780.17	168.19
铵态氮	2.07	14.56	15.35	285.58	2.24	10.28	23.24	1.09

172.20 ~ 5 994.28 mg, 对照总氮流失范围在 164.30 ~ 4 832.69 mg, 常规施肥总氮平均流失量比对照增加 1 499.77 mg, 最大流失量发生在 12 号监测点。常规施肥磷流失范围在 0.775 ~ 17.200 mg, 对照总磷流失量范围在 0.507 ~ 3.816 mg, 常规施肥总磷平均流失量比对照增加 5.120 mg, 最大流失量发生在 16 号监测点。表明施肥后增加了淋溶水中氮磷流失量, 氮素在土壤中的流失量较大, 而磷素在土壤中的流失量相对较小, 原因是磷素在土壤中固定作用很强, 不易被淋溶损失^[2], 磷素主要通地表径流途径流失^[3]。

2.2 不同监测点氮磷流失形态分析

由表 2 监测统计的数据可知, 不同监测点氮素的流失, 硝态氮大于铵态氮。因 NO_3^- -N 带负电荷, 不易被土壤吸附, 故大量 NO_3^- -N 在降雨或灌溉条件下被淋洗向下迁移。由于 NH_4^+ -N 带正电荷, 易被土壤吸附, 故大量 NH_4^+ -N 保留在土壤中, 只有当土壤中的 NH_4^+ -N 达到饱和时, 在水流作用下 NH_4^+ -N 被淋出土体^[4]。不同监测点总磷的淋溶流失较小, 主要是可溶性总磷。农田磷的流失形态主要以无机磷为主, 流失形式主要以颗粒态为主^[5]。

2.3 不同监测点氮磷流失系数测算分析

由表 3 的测算结果可以看出, 总氮的流失系数大于总磷流失系数, 总氮的流失

表 3 不同监测点氮磷流失系数

地块代码	总氮流失系数 /%	总磷流失系数 /%
9	0.19	0.006 9
10	15.12	0.021 0
11	5.01	0.270 0
12	153.30	0.290 0
13	0.90	0.001 1
15	4.04	0.046 0
16	36.92	0.320 0
17	28.00	0.210 0

系数在 0.19% ~ 153.30% 之间, 流失系数最大的为 12 号监测点; 总磷的流失系数范围在 0.001 1% ~ 0.320 0% 之间, 流失系数最大的为 16 号监测点。

3 小结与讨论

分析表明, 在农田土壤中施用氮肥和磷肥后, 显著增加了淋溶水中氮磷流失量。氮素在土壤中淋失量相对较大, 磷素淋失量相对较小。常规处理淋溶条件下, 总氮流失主要以硝态氮为主。总氮的流失系数在 0.19% ~ 153.30% 之间, 总磷的流失系数范围在 0.001 1% ~ 0.320 0% 之间。

农田氮磷流失系数的获得可为甘肃省深化农田面源氮磷污染防治提供重要基础资料。但甘肃省地理条件复杂, 氮磷流失系数要结合第二次全国污染源普查数据进一步修正, 以便准确掌握农田地下淋溶方式的氮磷排放特点与规律, 科学客观评价肥料氮磷排放贡献, 改变不合理的生产方式, 减少农业生产过程中的环境污染^[6]。

参考文献:

- [1] 张 奇. 甘肃省循环农业经济发展情况与展望[J]. 农村财政与财务, 2011(4): 15-17.
- [2] 何增耀, 叶兆杰, 吴方正. 农业环境科学概论[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 291-295.
- [3] 晏维金. 模拟降雨条件下沉积物对磷的富集机理[J]. 环境科学学报, 2000, 20(3): 332-337.
- [4] 闫 瑞, 闫胜军, 赵富才, 等. 农业非点源氮污染研究进展分析[J]. 环境保护科学, 2014, 10(4): 49-55.
- [5] 胡万里, 付 斌, 段宗颜, 等. 低纬高原湖泊农业面源污染防治研究进展[J]. 中国农学通报, 2009, 25(8): 250-255.
- [6] 任天志, 刘宏宾, 范先鹏, 等. 全国农田面源污染排放系数手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015: 1-7.

(本文责编: 陈 珩)