

土壤中硝态氮含量的影响因素研究

黄绍敏, 皇甫湘荣, 宝德俊, 张鸿程, 孙克刚

(河南农业科学院土壤肥料研究所, 河南 郑州 450002)

摘要:采用田间试验及人工渗滤池试验方法,研究了土壤中硝态氮含量的影响因素。结果表明,影响大田土壤中硝态氮因素很多,程度不一,其中土壤类型决定着硝态氮基础含量,是内因,而施肥及施氮量是影响硝态氮含量最大的外界因素,其次是土壤湿度和氮肥品种,土壤温度对其影响不明显。

关键词:土壤; NO₃ – N; 影响因素

中图分类号:S131 **文献标识码:**A **文章编号:**1000 – 0267(2001)05 – 0351 – 04

Factors Affecting Content of Nitrate – Nitrogen in Soil

(Institute of Soil and Fertilizer Sciences, Henan Academy of Agricultural Sciences, Henan Zhenzhou 450002 China)

Abstract: An experiment in field and artificial penetration – filter pond test both were conducted to show factors affecting content of nitrate – nitrogen in soil in the present study. It has been discovered that there existed many factors affecting nitrate – nitrogen content in soil. Type of the soil studied played a determined role in influencing the nitrogen content, while fertilization and amount of the fertilizer applied were found to be a most external factor in affecting the content. In addition, humidity of soil and variety of fertilizers applied played a limited function, while temperature of soil had little effect on the content.

Keywords: soil; nitrogen – N; affecting factor

土壤剖面中 NO₃ – N 含量的变化及分布是作物吸收、施肥、土壤类型、降雨等环境条件影响下土壤中氮素转化、淋洗移动的综合表现。在大田试验中每一单因素的影响都是在其他条件一致的情况下的理想化结果,综合已做过的试验,系统地阐述影响硝态氮的因素,能更好地控制 NO₃ – N 在土壤移动和淋失,为合理施肥、保护农业环境提供依据。

1 试验材料与方法

1.1 试验设计

为了全面研究大田小麦 – 玉米轮作制度下土壤

硝态氮含量的影响因素,从 1993 年开始分别从土壤类型、潮土、质地、氮肥品种、施肥方式、施氮量及土壤水分和温度几个方面进行了研究。

试验 1:研究不同土类对硝态氮的影响。选择河南省的 3 大主要土类:郑州潮土、汝南县的砂姜黑土、长葛县的褐土,3 个试验点均是从 1981 年开始的长期定位试验,本试验选择长期不施肥处理作为比较,3 种土壤的理化状况见表 1。

试验 2:潮土不同质地试验。选择了潮土 3 种常见质地,砂土、壤土、粘土作为试验材料,施氮量为每季 150 kg · hm⁻²,利用坑栽试验,3 种质地潮土的理

表 1 3 种土壤的主要理化性状

Table1 Physical and chemical properties of the three soils studied

土类	亚类	质地	成土母质	养分含量/g · kg ⁻¹		速效养分含量/mg · kg ⁻¹			pH
				有机质	全氮	碱解氮	P	K	
砂姜黑土	普通砂姜黑土	重壤	河湖相沉积物	8.4	0.68	58.9	1.1	153	6.9
褐土	褐土	轻壤	洪积物	10.1	0.79	60.8	4.8	110	8.3
潮土	壤质潮土	轻壤	河流沉积物	5.4	0.42	97.7	1.5	105.3	8.5

收稿日期:2000 – 09 – 28

基金项目:农业部重点科研计划“高新技术与基础研究”(95 农(高科)17 – 03 – 02)

作者简介:黄绍敏(1967—),女,河南夏邑人,河南省农科院土壤肥料研究所硕士,研究方向为土壤肥力及土壤生态环境。

化性状见表 2。

试验 3:施肥及施氮量对硝态氮的影响。试验设计见[4、5]。

试验 4:氮肥品种对硝态氮影响。在渗滤池中试验,渗滤池长 2 m、宽 1 m、深 1.8 m,四周及底部进行

防漏处理,池子底部呈 V 形。池内土壤为回填土,取自潮土肥力监测基地^[4],分层取土,分层填土,并进行三季匀地种植试验。3 种氮肥分别是:尿素、硝铵和碳铵,纯氮量均是每季 225 kg · hm⁻², 磷钾肥(每季 P₂O₅112.5 kg · hm⁻²、K₂O 75 kg · hm⁻²)全部作基肥,先把肥料撒匀,然后深翻,耙平。

试验 5: 土壤湿度是在测土壤硝态氮同时用烘干法测土壤水分,土温是测定时期的旬平均温度。

2 结果与分析

2.1 土壤类型对硝态氮含量的影响

土类不同其养分状况、成土母质、机械组成及酸碱度均不相同,这明显影响着土壤中硝态氮基础含量。从图 1 可看出,砂姜黑土中硝态氮含量明显高于褐土和潮土。这说明砂姜黑土的基础含量很高。从 3 种土壤的成土母质及理化性状(表 2)看,砂姜黑土质地粘重,pH 低,而褐土及潮土的质地轻,pH 高。这不能解释其中硝态氮含量高还有待进一步研究。

2.2 土壤质地对硝态氮含量的影响

从供试潮土 3 种常见质地 3 次的测定结果(见图 2)看,1997 年小麦和花生收获后紧砂土中硝态氮含量最高,分别是 16.8、6.2、4.5 mg · kg⁻¹, 其次是中粘,1997 年二次测定结果分别是 3.2 mg · kg⁻¹ 和 2.5 mg · kg⁻¹。质地不同主要是土壤中的机械组成即物理砂粒和物理粘粒所占比例不同,由表 2 可看出,这 3 种质地不同的潮土,中粘的物理性粘粒远远高于紧砂土,而紧砂的物理性砂粒远远高于中粘质土壤,潮

土中 NO₃ - N 与其物理组成有没有相关性,有待进一步研究。

2.3 施肥对土壤硝态氮含量的影响

施肥特别是施氮肥是土壤硝态氮含量最直接的影响因素。这在褐土和砂姜黑土及潮土上具有相同的结论^[1-3]。从图 3 可以看出,在河南常见的 5 种施肥处理中,施氮肥土壤中硝态氮含量最高,6 次测定结果分别是对照处理的 15、12.3、17.7、4.2、26.6 和 2.48 倍,是 NPK 处理的 8.6、18.8、8.4、5.0、16.6 和 23.5 倍;其次是 NK 处理,6 次测定结果分别是对照的 11.8、8.8、7.6、2.8、19.9 和 19.2 倍,是 NPK 处理的 6.7、13.5、3.6、3.3、12.5 和 18.3 倍;NPK 及 SNP 处理的硝态氮含量低,而且随测定时间的变化较小,个别时间如小麦收获后,硝态氮含量比对照还低。NP 处理仅次于 N、NK,在 5 个施肥处理中,土壤中硝态氮高低顺序是 N> NK> NP> NPK> SNPK。由此可

图 1 土壤类型对硝态氮含量的影响
Figure 1 Effect of type of soil on content of nitrate - N

图 2 土壤质地对硝态氮含量的影响
Figure 2 Effect of physical and chemical properties of soil on content of nitrate - N

图 3 施肥对潮土耕层硝态氮含量的影响
Figure 3 Effect of fertilization on content of nitrate - N in cultivation layer of Chao - soil

表 2 潮土不同质地土壤的理化性状 Table2 Physical and chemical properties of Chao - soil collected from various locations								
土壤	质地	物理性砂粒 / %			物理性粘粒 / %			
		0. 1—0. 05	0. 05—0. 01	总计	0. 01—0. 005	0. 005—0. 001	<0. 001	总计
紧砂土	67. 43	18. 68	5. 00	91. 11	1. 6	1. 0	6. 29	8. 89
中壤	7. 36	14. 9	44. 98	67. 24	5. 18	10. 11	17. 47	32. 76
中粘	2. 73	0. 55	22. 43	25. 71	14. 68	40. 05	19. 65	74. 38

知,单施氮肥及氮钾配施是土壤中硝态氮含量过高并造成积累和向下淋洗的主要原因,而氮磷钾配施及秸秆还田能大大降低土壤硝态氮含量。

2.4 施氮量对土壤硝态氮含量的影响

无论是单施氮肥、氮磷、氮磷钾配施,土壤中 NO₃ - N 含量均是随着施氮量的增加而增加。这种结论在砂姜黑土^[1]、褐土^[2]、潮土^[4]上是一致的,且随着氮肥用量的增加,土壤硝态氮淋洗到下层的量也在增

加^[5]。这从图 5 中便可清楚看出,施氮 375 kg · hm⁻² 时,0—20 cm 土层中 NO₃ - N 含量明显高于 225 kg · hm⁻², 20—40 cm 土层 NO₃ - N 在施氮量大于 225 kg · hm⁻² 时才明显增加;当施氮量小于 225 kg · hm⁻² 时,土壤硝态氮含量少而且稳定。

2.5 氮肥品种对硝态氮含量的影响

在夏玉米 - 小麦轮作周期中,底施等氮量 (225 kg · hm⁻²) 的尿素、硝铵、碳铵后,夏玉米生长期 0—

图 4 耕层土壤含水量与硝态氮含量的关系
Figure4 Relationship between humidity and content of nitrate - N in cultivation layer of soil

图 5 土温与硝态氮含量的关系
Figure 5 Relationship between temperature and contents of nitrate - N in soils

表 3 不同品种氮肥在玉米 - 小麦轮作中土壤 NO₃ - N 的含量及分布 (mg · kg⁻¹)
Table 3 Contents and distribution of nitrate - N in the soil applied with different nitrogen - fertilizers under rotation of wheat - maize system

氮肥品种	层次 /cm	夏玉米							占 0—60 cm /%	冬小麦					占 0—60cm /%
		5 d	13 d	20 d	29 d	53 d	106 d	累计值		7 d	120 d	172 d	196 d	224 d	累计值
尿素	0—20	7.0	3.3	19.9	11.4	0	0	33.6	36	49.5	17.5	0.2	3.3	1.6	72.9
	20—40	2.8	23.7	12.5	5.8	0	1.0	44.8	48	4.6	10.5	0.5	2.6	3.9	22.1
	40—60	3.0	6.7	5.3	0	0	0	15.0	16.1	4.6	11.2	0.4	2.5	11.6	25.7
硝铵	0—20	29.3	10.2	37.4	21.7	0	1.0	100.1	28.6	8.3	18.5	0.4	3.0	2.8	33.0
	20—40	80.9	24.7	63.8	26.5	0	0	195.9	54.9	4.8	6.8	2.6	2.6	4.8	21.6
	40—60	7.8	5.2	35.7	12.4	0	0	61.1	17.1	13.1	20.4	0.7	3.1	2.8	40.1
碳铵	0—20	9.2	7.1	16.6	46.7	0	0	79.6	70.5	37.3	16.2	1.5	14.4	2.1	71.5
	20—40	6.8	8.4	3.1	3.0	0	0	21.3	18.9	6.2	8.2	3.2	3.3	2.2	23.1
	40—60	7.4	1.8	1.0	5.8	0	0	12.0	10.6	3.5	7.0	0.6	1.2	1.7	14.0

20 cm 土层 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 且 6 次累计值: 硝铵 > 碳铵 > 尿素; 20—40 cm 土层, 硝铵 > 尿素 > 碳铵; 40—60 cm 土层 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 含量高低顺序与 20—40 cm 相同。0—60 cm 土层 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 累计值大小顺序为硝铵 > 碳铵 > 尿素。从表 3 可看出, 施硝铵后土壤中 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 含量高, 向下移动快, 三层土壤中含量均较高; 施碳铵后 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 主要积累在上层土壤, 0—20 cm 中 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 累计值占 0—60 cm 的 70.5%, $\text{NO}_3 - \text{N}$ 向下层移动较少; 施尿素后土壤 20—40 cm 土层积累较多, 其次是 0—20 cm 土层。小麦生长期(224 d)中各层土壤 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 累计值: 0—20 cm 土层是尿素 > 碳铵 > 硝铵, 40—60 cm 土层硝铵 > 尿素 > 碳铵。从各层含量比例可看出, 尿素和碳铵处理后 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 主要分布在 0—40 cm 中, 施硝铵后土壤中硝态氮易向下移动, 下层土壤含量较高。

2.6 土壤湿度对硝态氮含量的影响

硝态氮肥施入土壤后可直接解离出 NO_3^- , 而铵态氮肥解离的 NH_4^+ 经硝化作用后才转化成 $\text{NO}_3 - \text{N}$, 硝化细菌是好气性微生物控制着硝化作用的速率, 其活性受土壤中氧分压的强烈影响, 后者又受到土壤含水量的控制^[6]。从图 4 可说明大田试验土壤含水量与硝态氮含量的关系, 从 4 个施氮水平上均能看出, 土壤中硝态氮含量与含水量有相反的趋势, 含水量高时 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 含量低, 含水量低时硝态氮含量高, 在高施氮量时 (N_{375}), 这种差异更明显。从图 5—3、5—4 可看出, 1997 年 5 月 28 日与 1998 年 5 月 26 日二次测定结果相比, 1997 年 5 月 28 日土壤含水量只有 7.5%, 而 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 为 $7.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 1998 年 5 月 26 日含水量为 18.7% 时, $\text{NO}_3 - \text{N}$ 为 $2.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, N_{375} 处理更明显。

2.7 土壤温度与土壤 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 含量的关系

从图 5—1 和图 5—2 可以看出, 与上述几种外界环境因素相比, 温度对硝态氮有影响但不明显, 从

0—20 cm 土层中两年的测定结果看, 1997 年 5 月 28 日以前土壤较干旱, 含水量的影响掩盖了温度的影响; 1998 年 3 月—9 月, 土壤含水量变化较小, 在这种情况下施高氮量土壤中硝态氮变化趋势与湿度一致。如果在室内其他条件一致情况下, 严格控制土壤温度, 才能得到确切的结论。

3 结论与讨论

3.1 在大田开放的土壤环境中, 多种环境因子或多或少影响土壤中硝态氮的含量。土壤类型决定硝态氮的基础含量, 是影响硝态氮的内因。在所测定的 3 种土壤中, 砂姜黑土硝态氮含量明显高于褐土和潮土。

3.2 影响硝态氮含量的外界因素如施肥、施氮量、氮肥品种、土壤湿度和温度中, 施肥是最直接最明显的因素, 其中氮肥最显著, 施氮量越高, 硝态氮含量也越高。在保证作物吸收氮素的前提下, 降低氮肥用量, 增施有机肥及秸秆还田, 既能高产又能减少硝态氮在土壤中的积累和向下淋失。土壤温度是通过影响硝化作用而影响硝态氮含量, 土壤含水量低时, 硝态氮含量高。土壤温度对硝态氮的影响不明显。

参考文献:

- [1] 孙克刚, 李锦辉, 姚 健, 等. 不同施肥处理对作物产量及土壤 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 积累的长期定位试验[J]. 土壤肥料, 1999, (5): 18—22.
- [2] 孙克刚, 张桂兰, 姚 健, 等. 砂姜黑土长期施肥对作物产量及土壤剖面 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 累积的影响[J]. 土壤通报, 1999, 30(6): 262—264.
- [3] 黄绍敏, 宝德俊, 皇甫湘荣. 施氮对潮土土壤及地下水硝态氮含量的影响[J]. 农业环境保护, 2000, 19(4): 228—230.
- [4] 黄绍敏, 张鸿程, 宝德俊, 等. 施肥对土壤硝态氮含量的影响及合理施肥研究[J]. 土壤与环境, 2000, 9(4).
- [5] 宝德俊, 张鸿程, 皇甫湘荣, 等. 潮土施氮后硝态氮在土壤中的垂直分布及其对夏玉米利用氮素的影响[J]. 华北农学报, 1995, 10(增): 163—168.
- [6] 鲁如坤. 土壤—植株营养学原理和施肥[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998. 121—123.