

长期施肥对不同类型土壤中作物产量及
 土壤剖面硝态氮累积的影响

孙克刚¹, 张学斌¹, 吴政卿², 龚惠英³, 汪立刚¹

(1. 河南省农业科学院土壤肥料研究所, 河南 郑州 450002;

2. 河南省农业科学院小麦所, 河南 郑州 450002; 3 河南省黄泛区农场, 河南 西华 466000)

摘要: 在潮土、褐土、砂姜黑土 3 种土壤上, 分别自 1980 和 1981 年选点布置了氮、磷、钾定位
 试验。在各个处理中分别从 0~ 20, 20~ 40, 40~ 60, 60~ 80, 80~ 100 cm 5 个剖面层次中垂直
 取土样, 然后进行室内分析。结果表明: 在不施肥处理、单施氮处理、氮磷配施处理、氮磷钾
 配施处理, NO₃ - N 累积量以砂姜黑土为最多, 潮土次之, 褐土最少。硝态氮在土壤中分布不
 仅与施氮量有关, 而且还与土壤类型有直接关系。不同土壤类型直接影响硝态氮在土壤剖面中
 的移动。

关键词: 长期施肥; 硝态氮累积; 硝态氮剖面分布

中图分类号: S153 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2001) 03- 0105- 05

长期不合理施用氮肥对环境的污染目前研究报道较多。但肥料施于土壤后的变化因土壤
 条件各异, 对环境的影响也存在较大差异。从长达 18 年的肥料定位试验中采取剖面土壤样
 品, 研究了不同土壤条件下长期施肥对作物产量和土壤剖面中 NO₃ - N 累积的影响, 以期
 为合理施肥和保护环境提供重要依据。

1 材料和方法

试验于 1980 年和 1981 年分别在长葛(褐土)、郑州(潮土) 和汝南(砂姜黑土) 进行。供试
 土壤耕层理化性状见表 1。

表 1 长期定位试验耕层基础土样的理化性状(1980~ 1981 年)

地点	土类	轮作方式	pH	有机质 (g/ kg)	全 N (g/ kg)	全 P (g/ kg)	全 K (g/ kg)	碱解 N (mg/ kg)	速效 P (mg/ kg)	速效 K (mg/ kg)
郑州	潮土	小麦—玉米	8. 8	12. 3	0. 72	1. 43	21. 2	83. 5	23. 7	127. 0
长葛	黄褐土	小麦—玉米	8. 3	10. 1	0. 79	1. 43	20. 9	60. 8	4. 8	110. 0
汝南	砂姜黑土	小麦—玉米	6. 9	8. 4	0. 68	0. 64	19. 0	58. 9	1. 1	153. 0

注: P: Olsen-P; K: NH₄OAc-K

收稿日期: 2000- 11- 03

基金项目: 中国——加拿大第Ⅲ期农学合作项目研究内容之一, 由加拿大钾磷研究所(PPIC) 北京办事处资助

作者简介: 孙克刚(1965-), 男, 农学硕士, 主要从事植物营养方面的研究工作。

长葛褐土试验设 9 个处理: ck (不施肥), M (有机肥年施 $3 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$), N_1 、 N_2 、 P_1 、 N_1P_1 、 N_2P_1 、 N_2P_2 、 N_2P_2K 。其中 N_1 为年施 N 120 kg/hm^2 , N_2 为年施 N 240 kg/hm^2 , P_1 为年施 P_2O_5 60 kg/hm^2 , P_2 为年施 P_2O_5 120 kg/hm^2 , 钾为年施 K_2O 120 kg/hm^2 。小区面积为 33.3 m^2 , 3 次重复。郑州潮土试验采用裂区设计。试验设 2 个主处理: (1) 不施有机肥, (2) 施有机肥; 4 个副处理: (1) ck (不施肥); (2) 施氮; (3) 施氮磷; (4) 施氮磷钾。共 8 个处理, 4 次重复, 小区面积 46.7 m^2 。1980~1993 年, 年施 N 240 kg/hm^2 , 小麦、玉米各半; P_2O_5 和 K_2O 各施 120 kg/hm^2 。1993 年后, N 为 300 kg/hm^2 , P_2O_5 150 kg/hm^2 , K_2O 用量不变。有机肥主要为堆肥和饼肥, 堆肥用量为 $30\,000 \text{ kg/hm}^2$ (含 N 1.49 g/kg , P_2O_5 3.14 g/kg , K_2O 3.61 g/kg); 饼肥 $1\,500 \sim 2\,250 \text{ kg/hm}^2$ (N 4.52 g/kg , P_2O_5 25.9 g/kg , K_2O 17.8 g/kg)。汝南砂姜黑土试验共设 9 个处理: ck、 N_1 、 N_2 、 P_1 、 N_1P_1 、 N_2P_1 、 N_2P_2 、 N_2P_2K 、 N_2P_2Zn 。小区面积 20 m^2 , 3 次重复, 顺序排列。氮肥前 3 年用硫酸铵, 后用尿素, N_1 、 N_2 前 10 年分别为 60 和 120 kg/hm^2 , 后分别改为 90 和 180 kg/hm^2 , 磷肥为三料磷肥, P_1 和 P_2 分别为 P_2O_5 60 和 120 kg/hm^2 ; 钾肥为 KCl, 合 K_2O 120 kg/hm^2 ; Zn 为硫酸锌 15 kg/hm^2 , 每 3 年施 1 次。上述 3 个试验点磷、钾、有机肥均在种小麦时一次底施。氮肥小麦上 $2/3$ 底施, $1/3$ 追施; 玉米分 2 次追施 (6 叶期和 11~12 叶期各半)。供试作物品种与田间管理同当地丰产田。每季作物分小区计产。土样汝南砂姜黑土采样时间为 1997 年 9 月 28 日, 郑州潮土采样时间为 1997 年 9 月 25 日, 长葛褐土采样时间为 1998 年 9 月 29 日。用土钻按 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm、80~100 cm, 分 5 层从土壤剖面中随机垂直取 8 个点, 取完后混合制样, 样品风干后过 1 mm 和 0.25 mm 筛备用。 $NO_3^- - N$ 用酚二磺酸比色法测定, 单位为 mg/kg。

2 结果与分析

2.1 不同施肥措施对作物产量的影响

由表 1 看出, 当不施肥和单一施用氮肥时, 3 种类型土壤中的小麦产量由高到低顺序为潮土、褐土、砂姜黑土; 玉米为砂姜黑土、潮土、褐土; 小麦+玉米年产量增产顺序为砂姜黑土、潮土、褐土。当氮磷配施和氮磷钾配施时, 小麦增产顺序为褐土、潮土、砂姜黑土; 玉米为砂姜黑土、褐土、潮土; 年产量增产顺序为褐土、砂姜黑土、潮土。褐土、潮土、砂姜黑土 3 种土壤小麦氮肥增产的效应分别为 112.0%, 111.2% 和 162.4%; 磷肥增产的效应分别为 79.0%, 37.1% 和 51.1%; 钾肥在 3 种土壤中增产效应分别为褐土不增产, 潮土增产 2.25%; 砂姜黑土增产 8.18%。玉米在 3 种土壤中氮肥增产的效应分别为 239.5%, 83.1% 和 60.6%; 磷肥增产的效应分别为 43.8%, 8.26% 和 1.78%; 钾肥增产的效应分别为 1.79%, 7.79% 和 4.27%。

2.2 不同处理对土体中 $NO_3^- - N$ 的累积的影响

2.2.1 不施肥对 0~100 cm 土体中 $NO_3^- - N$ 的累积分布的影响 由图 1 看出, 在 3 种土壤中 $NO_3^- - N$ 从耕层到底层均由高变低。而砂姜黑土中 $NO_3^- - N$ 在各层中累积量均大大高于潮土和褐土。褐土和潮土在各层相近, 褐土低于潮土。产生此现象主要是砂姜黑土对养分的

吸附能力较强所致。

表 1 不同土壤类型不同施肥处理对作物产量的影响 kg/ hm²

处 理	小麦		玉米		小麦+ 玉米	
	平均	增产(%)	平均	增产(%)	平均	增产(%)
ck 褐土	1 701.0	—	1 530.0	—	3 231.0	—
ck 潮土	1 843.5	—	2 925.0	—	4 768.5	—
ck 砂姜黑土	1 230.0	—	4 752.0	—	5 982.0	—
N ₂ 褐土	3 606.0	112.0	5 195.0	239.5	8 801.0	172.4
N 潮土	3 894.0	111.2	5 355.0	83.1	9 249.0	94.0
N ₂ 砂姜黑土	3 228.0	162.4	7 633.5	60.6	10 861.5	44.9
N ₂ P ₂ 褐土	6 456.0	279.5	7 470.0	388.2	13 926.0	331.0
NP 潮土	5 338.5	189.6	5 797.5	98.2	11 136.0	133.5
N ₂ P ₂ 砂姜黑土	4 876.5	296.5	7 767.0	63.4	12 643.5	52.7
N ₂ P ₂ K 褐土	6 435.0	278.3	7 604.0	397.0	14 039.0	334.5
NPK 潮土	5 458.5	196.1	6 249.0	113.6	11 707.5	145.5
N ₂ P ₂ K 砂姜黑土	5 275.5	328.9	8 098.5	70.4	13 374.0	55.3

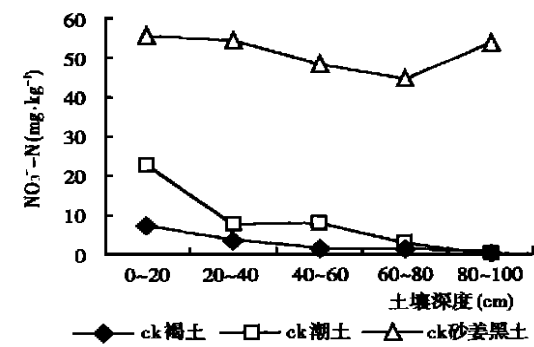


图 1 不施肥处理

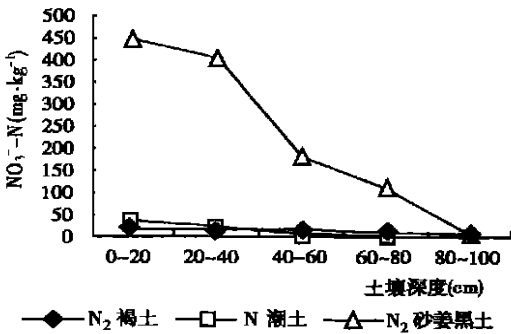


图 2 施氮处理

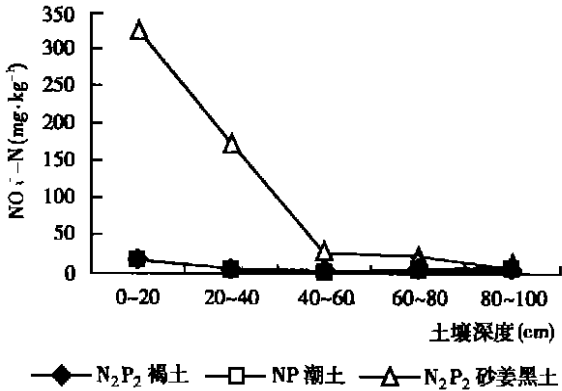


图 3 施氮磷处理

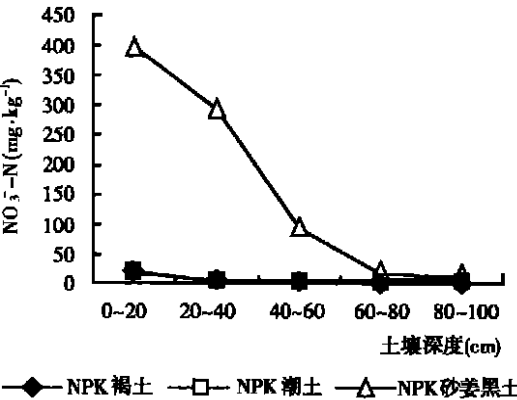


图 4 施氮磷钾处理

2.2.2 单一施用氮肥对 0~ 100 cm 土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积分布的影响 由图 2 看出, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在潮土和褐土各层分布相近, 褐土低于潮土。砂姜黑土在 80 cm 以上, 明显高于其他两种土壤。说明砂姜黑土中各种养分垂直淋溶是比较困难的。

2.2.3 氮磷配施和氮磷钾配施对 0~ 100 cm 土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积量分布的影响 由图 3、4 看出, 当 NP 或 NPK 配施时, 潮土、褐土两种土类 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在 0~ 100 cm 土体中累积分布各层均近, 含量也很小。砂姜黑土在 60 cm 以上土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量很高, 60 cm 以下 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量和潮土、褐土相近。主要原因同样是砂姜黑土对养分的吸附能力较强, 养分在土壤中移动较困难。

2.2.4 相同施肥措施对不同土壤 0~ 100 cm 土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积的影响 由图 5 看出: 在不施肥处理、单一施用氮肥处理、氮磷和氮磷钾配施处理时, 0~ 100 cm 土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积量均以砂姜黑土为最高, 并且明显高于其他两个土类, 而 4 个处理中又以单一施用氮肥处理高于其他 3 个处理。其他 3 个处理除砂姜黑土外, 潮土、褐土两土类相近。

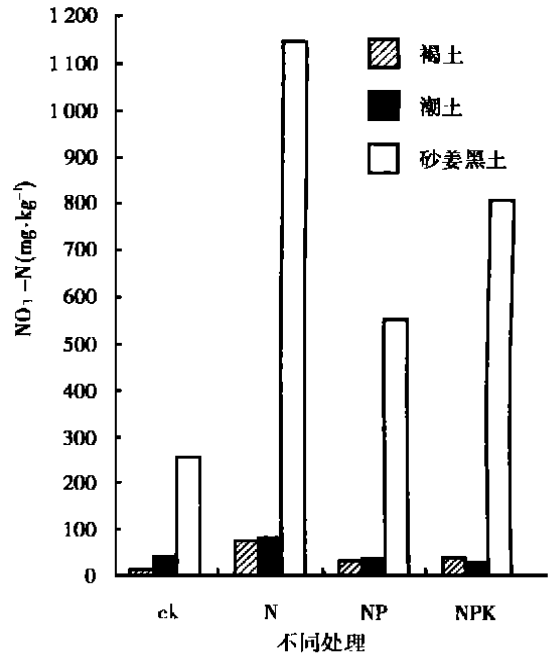


图 5 0~ 100 cm 土体深度不同处理 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积量

3 讨论

造成土壤中硝态氮累积的主要原因是氮肥施用过量及单一施用氮肥。硝态氮在土壤中分布不仅与施氮量有关, 而且还与土壤类型有直接关系。不同土壤类型直接影响硝态氮在土壤剖面中的移动。

不论哪种土壤均氮磷配施及氮磷钾配施能大大提高作物产量。小麦增产顺序为褐土、潮土、砂姜黑土; 玉米增产顺序为砂姜黑土、褐土、潮土。单一施用氮肥是导致土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积的重要原因, 但土壤类型不同, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积存在较大差异。土壤类型由高至低顺序为砂姜黑土、潮土、褐土。氮磷配施和氮磷钾配施可以有效降低土体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 残留量。但因土壤类型不同, 降低程度也不同, 其中潮土、褐土大大降低。

参考文献:

- [1] 蒋仁成, 历志华, 李德民. 有机肥和无机肥在提高黄潮土肥力中的作用研究[J]. 土壤学报, 1990, 27 (3): 35-40.

- [2] 金维续. 有机肥料研究四十年[J]. 土壤肥料, 1989, (5): 35–40.
- [3] 刘杏兰, 高宗, 刘存寿, 等. 有机肥–无机肥配施的增产效应及对土壤肥力影响的定位研究[J]. 土壤学报, 1996, 33(2): 139–147.
- [4] 杨学云, 张树兰, 刘杰兰. 有机–无机肥配施增产效应及土壤剖面 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积定位研究[J]. 西北农业学报, 1998, 7(2): 63–66.
- [5] 宝得俊, 张鸿程, 皇甫享荣. 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(增刊): 163–168.
- [6] 陈子明, 袁锋明, 姚选华. 氮肥施用对土体中氮素移动利用及其对产量的影响[J]. 土壤肥料, 1995, (4): 36–42.

Effect of Long-term and Different Measures of Fertilizer Applications on Crop Yield and Accumulation of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ in the Profile of Three Major Soils

SUN Ke-gang¹, ZHANG Xue-bin¹, WU Zheng-qing²,
GONG Hui-ying³, WANG Li-gang¹

(1. Soil and Fertilizer Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou Henan 450002, China;

2. Wheat Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou Henan 450002, China;

3. Huangfan Region Farm of Henan, Xihua 466000, China)

Abstract: The effects of different measures of fertilizer application on crop yield and accumulation of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ in the profile of three major soils were studied according to the result of a 18-years located experiment. The results showed that the mixed application of N and P or N, P and K would be an efficient way for raising crop yield and had accumulation of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ in the profile of three major soils.

Key words: Fertilizer application; Accumulation of $\text{NO}_3^- - \text{N}$; Crop yield; Different soil