

不同灌水量对阿拉尔垦区棉田土壤 硝态氮淋失量的影响

安巧霞, 孙三民

(塔里木大学, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要: 以阿拉尔垦区棉田为试验地点, 在棉花全生育期分别设 8 100、6 600、5 100、3 600 m^3/hm^2 4 个灌水水平, 5 次灌水, 测定棉田 0~100 cm 土壤 NO_3^- -N 含量变化和灌水后 105 cm 处渗漏水 NO_3^- -N 浓度。结果表明, 灌水对硝态氮淋失有明显的影响, 在 4~9 月整个种植周期内, 土壤浅层硝态氮浓度都呈下降趋势, 深层硝态氮浓度缓慢上升; 灌水量越大, 深层土壤硝态氮浓度越高。在种植期间渗漏水硝态氮浓度变化趋势为: NO_3^- -N 基本上呈现低一高一低的变化趋势, 且变化幅度较大; NO_3^- -N 淋失量为 2.18~21.23 kg/hm^2 , 与灌水量呈对数相关。

关键词: 硝态氮; 淋失; 灌水; 棉田, 阿拉尔垦区

中图分类号: S562; S153.6⁺¹ **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0154-04

氮素的淋失是指土壤中的氮素养分随水分向下移动至根系活动层以下, 从而不能被作物根系吸收造成的损失。淋失是化肥进入环境的主要途径之一, 受到进入土壤的水量、水流强度、土壤特性、轮作制度、施肥制度、化肥种类、化肥施用量和施用方法等因素的强烈影响^[1]。土壤 NO_3^- -N 的淋失与土壤水分含量有关, 灌水或降水量越多, NO_3^- -N 淋失就越多^[2~5]。

新疆处于干旱地区, 水分缺乏是限制该区农业发展的一个重要障碍因素。但在农业生产中, 大水漫灌现象普遍存在, 灌水情况实地调查表明, 棉田每年要灌水 6~7 次(包括冬灌和春灌), 单次灌水有时高达 2 000 m^3/hm^2 , 高定额灌水进一步加剧了水分的供需矛盾。而且在生产中存在施肥量盲目攀升的现象^[6,7], 棉花施肥量不断加大, 造成氮肥利用率下降。施肥量高同时大量灌水, 容易造成氮素向下淋移, 甚至淋移出根层, 对地下水造成污染。目前, 国内外的学者在灌水对 NO_3^- -N 在土壤和地下水中的迁移转化过程方面进行了较为广泛的研究, 取得了显著的成果^[8,9]。但就灌溉对新疆棉田土壤中硝态氮的累积和淋失情况的报道较少。所以本研究以新疆阿拉尔垦区为试验地点, 在施肥量处于较高水平的条件下, 对不同灌水量下棉田土壤 NO_3^- -N 含量变化及 NO_3^- -N 淋失作一探讨, 为今后新疆棉田的合理灌溉提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验场地位于新疆阿拉尔塔里木大学北 2 000 m 左右。阿拉尔位于新疆西南部, 地处天山中段南麓, 塔里木盆地北缘, 东经 $80^{\circ}30'$ ~ $81^{\circ}58'$, 北纬 $40^{\circ}22'$ ~ $40^{\circ}57'$ 。该地区年平均气温 10.8℃, 降雨量 40.1~98.8 mm, 日照 2 556~2 991 h, 无霜期 180~224 d, 属典型的暖温带大陆性干旱荒漠气候。

供试土壤为灌耕草甸土, 表层为轻质砂壤土, pH 为 7.9, 有机质 13.2 g/kg, 全氮 0.723 g/kg, 水解氮 48.7 mg/kg, 有效磷 12.4 mg/kg, 速效钾 156.0 mg/kg, 铵态氮 12.69 mg/kg。地下水位在 0.5~1.9 m, 田间持水量为 24.6%(占干土重)。0~60 cm 土壤平均容重为 1.40 g/cm^3 , 60~100 cm 土壤平均容重为 1.43 g/cm^3 。

1.2 试验设计

棉花全生育期设 5 次灌水, 4 个灌水水平, 分别表示为 W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 。设计方案和灌溉时间见表 1。

1.3 田间管理

试验共分 4 个小区, 每小区面积 25 m^2 , 4 个小区为东西方向一排, 南北方向种植。棉花品种为中棉(大陆棉)49 号, 每小区棉花种 3 个带幅, 株距为 11.5 cm, 每一带种 3 行, 2007 年 4 月 10 日播种, 9~10 月份收获。

收稿日期: 2008-11-20

作者简介: 安巧霞(1975-), 女, 甘肃秦安人, 讲师, 硕士, 主要从事农业污染方面的研究。E-mail: aqxsm@126.com。

表1 灌溉时间与灌水量(m^3/hm^2)

Table 1 The time of irrigation and the amount of irrigation water

灌水时间(月-日) Time of irrigation(m-d)	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄
03-10	1500	1200	900	600
06-10	1200	900	600	300
06-30	1800	1500	1200	900
07-15	1800	1500	1200	900
08-10	1800	1500	1200	900
总灌水定额 Total	8100	6600	5100	3600

灌水方式:采用沟灌方式,按灌溉试验要求,小区之间设立分隔区、打埂子,灌水量用水表控制。

施肥:所施用的氮肥及磷肥为尿素(含N 46.4%)和磷酸二铵(含N 18%,含 P_2O_5 46%),棉花播种时施N 357 kg/hm^2 ,施 P_2O_5 207 kg/hm^2 ,花铃期追N 138 kg/hm^2 。

1.4 采样方法及测定方法

1.4.1 采样方法

(1) 土样的采集

在每次灌完水4 d后采集土样,取样深度为100 cm,每20 cm为一层。

(2) 土壤渗漏液的获取^[10]

在每个小区北边棉田带垂直挖宽20 cm、长60 cm、深120 cm的坑(每层土分层放置,以便最后按原状回填),然后在120 cm处横向向南在棉田向上掏深20 cm的洞,大小能摆放高16.5 cm,直径为36.0 cm的瓷盆,收集渗漏液。盆上面设防坍塌措施。每个盆有2根150 mm的橡胶软管留在外面,一根插入盆底,一根在盆口,固定好为将来抽水和通气用(如图1)。土壤回填时尽可能按原样,最后只留做通气和抽水用的橡胶软管在外面,每次灌完水后4 d用高压喷雾器抽水。抽出每盆渗漏水,记录体积,并取样过滤后测定硝态氮浓度。

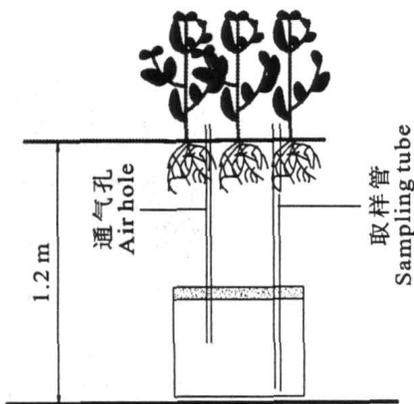


图1 土壤渗滤液收集示意图

Fig. 1 Diagram of soil leachate collection

1.4.2 测定方法 水样采集后,在现场过0.45 μm 的微孔滤膜后置入聚乙烯塑料瓶内,并加入一滴饱和的氯化汞,立即运回实验室。硝态氮(NO_3^--N)用紫外分光光度法测定。

土壤样品采集后,运回实验室,立即将样品充分混合,风干后磨碎,过直径为1 mm筛子,称取10 g土壤,加入40 mL 1 mol/L的KCl浸提,ZP-200震荡器震荡30 min,用定量滤纸过滤后在-40℃冰箱中保存,硝态氮(NO_3^--N)用紫外分光光度法。

1.5 数据处理及分析

硝态氮渗漏损失量 = 渗漏浓度 × 渗漏体积 / (3.14 × 0.18² × 100)

式中,硝态氮渗漏损失量单位为 kg/hm^2 ,浓度单位为 mg/L ,渗漏体积单位为 L ^[10]。

试验数据采用Excel统计工具包进行分析。

2 结果分析

2.1 不同灌水量对土壤硝氮含量分布的影响

几次灌溉中 NO_3^--N 在土壤剖面中的分布集中在0~60 cm土层内,40 cm处达到峰值(图2)。这与根系在此层密集分布有关,它能阻缓灌水或降水下渗速度,又能阻缓下层水向上蒸发的速度, NO_3^--N 运移与水分移动同步,因此 NO_3^--N 含量在此层的分布就比较集中。从图2还可以看出,在0~1 m深的土壤剖面中,土壤 NO_3^--N 含量分布呈现从低到高—高到低—再稍有升高的趋势,大致可分为3个区段。在A段(0~40 cm土层)内,土层中的 NO_3^--N 含量随深度增加而增加;在B段(40~80 cm土层)内,土层中 NO_3^--N 含量随着深度增大而减小;在C段(80~100 cm土层)内,土层中 NO_3^--N 含量随着深度增大又稍有增加。

从灌水次数间的比较分析得到,各层土壤 NO_3^--N 的含量呈现第1次灌水后较低,第二次灌水后土壤 NO_3^--N 含量突然增大,最后几次逐渐降低,这是因为播前施肥与第二次灌水前施肥的缘故。随着棉花对氮素的利用和灌水对 NO_3^--N 淋失,土壤 NO_3^--N 逐渐降低。从灌水量与土壤各层 NO_3^--N 含量的关系分析得出:在各次灌水中,大致可以分为两个区段,在A段(0~60 cm土层)内,土壤 NO_3^--N 含量随着灌水量的增加而减小。表现出随着灌水量的增加, NO_3^--N 有明显下移的迹象。在B段(60~100 cm土层)内,土壤 NO_3^--N 含量随灌水量的增加而增加,明显地反映出水的淋移作用。

2.2 不同灌水量对渗漏液硝氮浓度及渗漏量的影响

各次灌水中土壤硝态氮浓度随着灌水量的增大

而升高。对每次灌水来分析:第 1 次灌水中由于土壤硝态氮的持留量较低,各处理渗漏液中硝态氮的浓度都较低,处理间的差异不太显著(图 3)。第 2 次灌水后,由于土壤硝态氮含量突然增大,渗漏液中硝态氮的浓度也在增高。从 W₁ 处理到 W₃ 处理浓度分别为 10.4、8.3、4.9 mg/L, (W₄ 处理没有渗漏水),第 3 次灌水中各处理的渗漏液中硝态氮的浓度

值最高,分别为:14.3、11.8、8.1、3.4 mg/L;各处理间的差异也较大。第 4 次灌水中各处理的渗漏液中硝态氮的浓度有所降低,分别为 11.6、8.5、5.4、4.1 mg/L,平均为 7.4 mg/L。第 5 次灌水后,渗漏液中硝态氮的浓度再次降低,分别为:8.1、7.3、5.3、3.7 mg/L,平均为 6.1 mg/L。

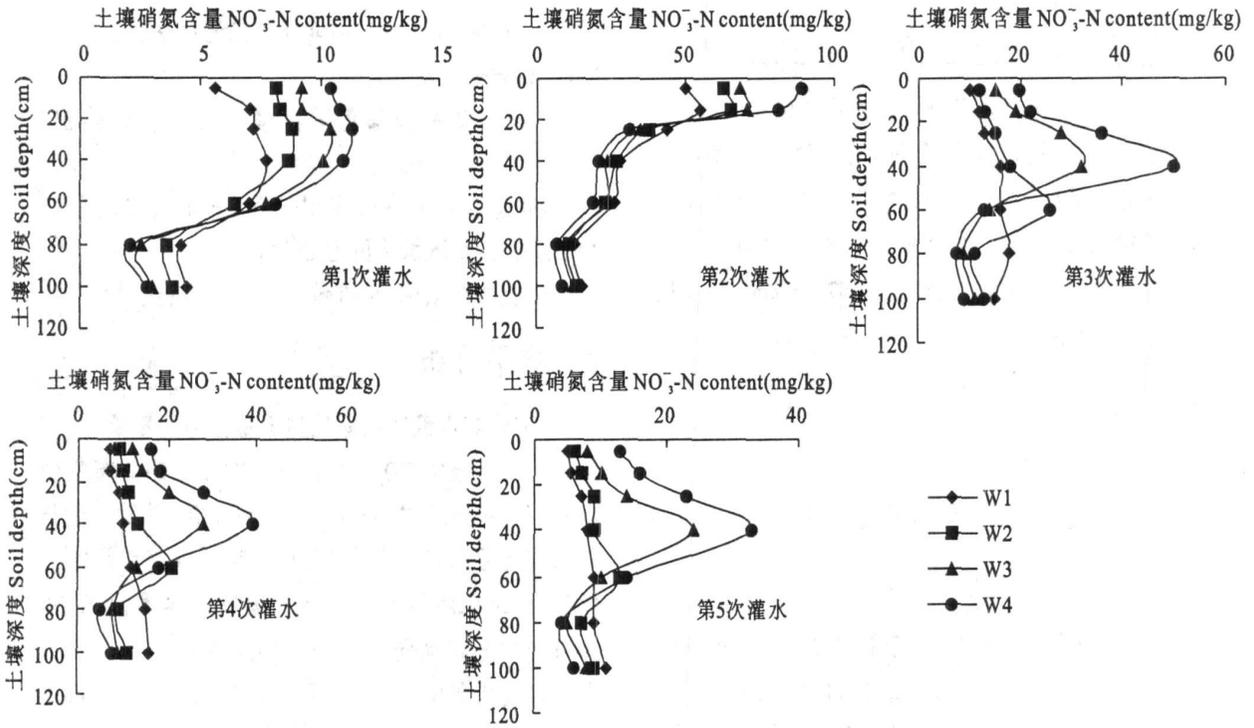


图 2 灌水后不同处理土壤硝态氮含量

Fig. 2 NO₃⁻-N concentration of soil with different treatments

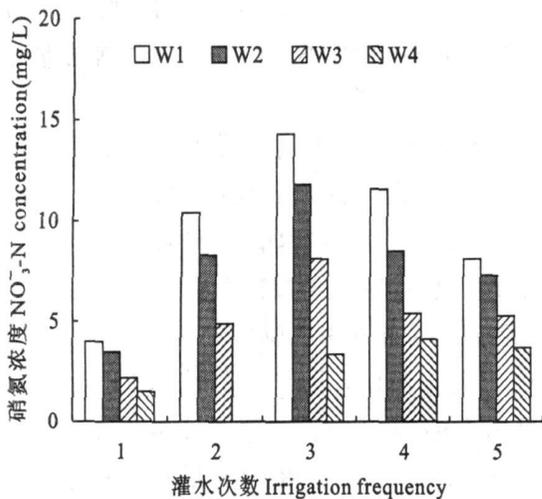


图 3 不同处理渗漏液硝态氮浓度

Fig. 3 NO₃⁻-N concentration of leachate with different treatments

内收集到的渗漏水换算成每公顷渗漏水。从图 4 可以看出,5 次灌水中,因灌水量不同产生的土壤硝态氮淋失量都是随着灌水量的增加而增加。从 5 次灌水来看,硝态氮淋失量以第 3 次最高,第 1 次最低。第 1 次灌水硝态氮淋失量分别为 1.57、1.20、0.54、和 0.15 kg/hm²,平均为 0.87 kg/hm²;第 3 次灌水硝态氮淋失量分别为 7.03、4.99、2.47、和 0.63 kg/hm²,平均为 3.78 kg/hm²。

土壤中高浓度硝态氮持留和过量灌溉是引起地下水浓度升高的主要原因^[11]。5 次灌水中,由于第 2 次灌水前施肥,土壤中 NO₃⁻-N 的含量最高,但第 2 次灌溉灌水量较小,硝态氮浓度和渗漏水相对较低;第 3 次灌溉在加大灌水量的条件下,表现出硝态氮浓度和渗漏水均以第 3 次灌水最高。说明灌水量大是硝态氮淋失的主要原因之一;在相同的灌水量下第 1 次灌水中硝态氮浓度和渗漏水最低,说明土壤硝态氮高含量是硝态氮淋失的另一个主要原因。

为了比较不同处理引起的硝态氮淋失,试验忽略硝态氮的空间变异,把每个小区在 0.10 m² 范围

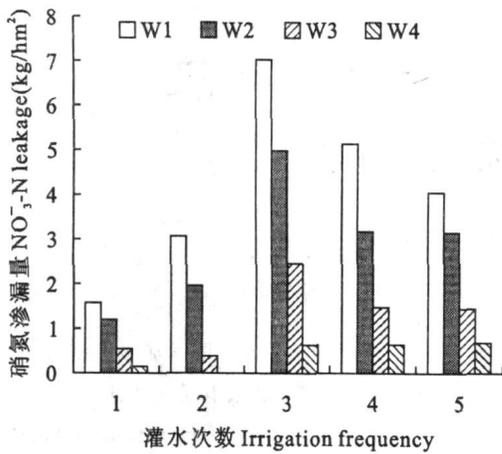


图4 不同处理硝态氮淋失量

Fig. 4 NO₃⁻-N loss with different treatments

为了进一步了解灌水量与NO₃⁻-N淋失量之间的关系,我们对每次灌水中NO₃⁻-N淋失量与灌水量关系进行了回归统计,得出如表2的回归方程。式中,y为NO₃⁻-N淋失量,x为灌水量。回归方程均为对数模式,说明NO₃⁻-N淋失量开始是随灌水量的增加而迅速增加,而灌水量达到一定水平时,再增加灌水量,NO₃⁻-N淋失量则趋于平缓的上升趋势。这一特点表明,NO₃⁻-N淋失量迅速上升阶段是以水的淋溶作用为主;NO₃⁻-N淋失量趋于平缓上升阶段是作物加大吸收了作用(包括对水分和养分吸收的双重作用)^[12]。

表2 硝态氮渗漏量随灌水量变化的拟合曲线

Table 2 The fitting curve for the change of NO₃⁻-N loss with the amount of irrigation water

灌水量次数 Irrigation frequency	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient
1	$y = 1.5965 \ln(x) - 10.15$	$r = 0.9832^*$
2	$y = 3.8692 \ln(x) - 24.364$	$r = 0.996^{**}$
3	$y = 9.2993 \ln(x) - 62.946$	$r = 0.990^*$
4	$y = 6.3973 \ln(x) - 43.293$	$r = 0.9640^*$
5	$y = 5.0531 \ln(x) - 33.916$	$r = 0.9799^*$

注: * 指差异达1%的显著水平, * 指差异达5%的显著水平。

Note: ** means significant difference at 1% level, while * means significant difference at 5% level.

3 结论

1) 在4~9月整个种植期内,土壤剖面硝态氮含量变化为:随着时间的推移,浅层的养分浓度都呈下降趋势,而深层养分的浓度缓慢上升,80~100 cm深度的养分含量都表现出增大的趋势,可见农田施肥对地下水环境的污染形成巨大的压力。

2) 在种植周期内,渗漏水硝态氮渗漏浓度的变化表现出的规律为:NO₃⁻-N基本上呈现低—高一低的变化趋势,且变化幅度较大,期间明显有一个浓度峰值,反映了其浓度受施肥、灌溉和植物吸收等因素的影响较大。NO₃⁻-N淋失量与灌水量成对数相关,NO₃⁻-N淋失量为2.18~21.23 kg/hm²。

参考文献:

- [1] 朱兆良,文启孝.中国土壤氮素[M].南京:江苏科学技术出版社,1992:212-249.
- [2] 吕殿青,杨学云,张航,等.陕西塬土中硝态氮运移特点及影响因素[J].植物营养与肥料学报,1996,2(4):289-296.
- [3] 陈子明,袁锋明,姚造华,等.北京潮土NO₃⁻-N在土壤中的移动特点及其淋失动态[J].植物营养与肥料学报,1995,1(2):71-79.
- [4] 王小彬,蔡典雄,张志田,等.稳态水流下肥料氮的运移[J].植物营养与肥料学报,1996,2(2):110-115.
- [5] 吕殿青, Ove Enteryd, 同延安,等.氮肥施用对环境污染的影响[J].植物营养与肥料学报,1998,4(1):8-15.
- [6] 闵友信,陈学智,朱继鸿,等.肥料投入攀升之风不应再长——再论地膜棉高产施肥原理[J].塔里木农垦大学学报,1997,9(1):10-15.
- [7] 马鄂超.棉花科学施肥与棉田培肥[J].新疆农垦科技,1997(增刊):84-87.
- [8] 康银红,马耀光,王巧焕.灌溉条件下包气带黄土中NO₃⁻-N的深部运移[J].干旱地区农业研究,2006,24(6):147-150.
- [9] Van Genuchten M T H, Parker J C. Boundary conditions for displacement experiments through short laboratory soil columns[J]. Soil Sci Soc Am J. 1984, 48:403-708.
- [10] 叶优良.灌溉对大麦/玉米带田土壤硝态氮累积和淋失的影响[J].农业工程学报,2004,20(5):105-109.
- [11] Jemison J M, Fox R H. Nitrate leaching from nitrogen-fertilized and manured corn measured with zero-tension pan lysimeter[J]. Journal of Environmental Quality, 1994, 23:337-343.
- [12] 吕殿青,杨学云,马林英.灌溉对土壤硝态氮淋吸效应影响的研究[J].植物营养与肥料学报,1999,5(4):307-315.

(英文摘要下转第167页)

- [15] 舒畅成,程 萱.施用钾肥对百合产量及经济效益的影响[J].中国土壤与肥料,2006,43(6):36-37.
- [16] Hsiao T C. Plant responses to water stress[J]. Annu Rev Plant Physiol, 1973, 24: 519-570.
- [17] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Plant Physiol, 1982, 33: 317-143.
- [18] Hubber D M. Interaction of potassium with plant disease in potassium in agriculture[M]. ASA CSSA Madison Wisconsin USA, 1985: 467-488.

Effect of potassium nutrition on photosynthesis and yield and economic benefit of edible lily

HUANG Wei, ZHANG Xiao-guang, LI Wen-jie, ZHANG Jun-hua

(Department of Horticulture, Hebei North University, Xuanhua, Hebei 075131, China)

Abstract: Study was made on the effect of potassium nutrition on yield and photosynthesis and economic benefit of edible lily. The result showed that net photosynthetic rate (P_n) and stomatal conductance (G_s) in leaves of edible lily increased notably and transpiration rate (T_r) and intercellular CO_2 concentration (C_i) in leaves of edible lily decreased with application of potassium fertilizer within the range of $0\sim 81\text{ kg/hm}^2$. The stem width and height were significantly increased. The anthesis was ahead of time. The edible lily bulb's yield and economic benefit were increased, too. Compared with CK, when the application rate of K_2O reached 81.0 kg/hm^2 , the net photosynthetic rate, fresh weight, dry weight, yield and economic benefit of edible lily increased by 19.3%, 14.2%, 25.0%, 14.2%, and 4 times respectively. And under this application rate, both the yield and net photosynthetic rate and economic benefit of edible lily were the highest. The optimum fertilizer potassium level was 81 kg/hm^2 in this study.

Keywords: potassium nutrition; edible lily; photosynthesis; yield; economic benefit

(上接第 157 页)

Effect of different irrigation amount on NO_3^- -N leaching in the soil of cotton field in Alaer irrigated area

AN Qiao-xia, SUN San-min

(Tarim University, Alaer, Xinjiang 843300, China)

Abstract: Taking the Alaer irrigated area as experiment site, we designed four irrigation treatments: 8 100, 6 600, 5 100 and 3 600 m^3/hm^2 , and measured the content variation of NO_3^- -N in $0\sim 100\text{ cm}$ soil and the leaching solution concentration variation of NO_3^- -N in 105 cm soil after 5 times of irrigation. The results showed that irrigation obviously affected NO_3^- -N loss. During the growing period from April to September, as time went by, NO_3^- -N concentration tended to go down in the upper layer of the edaphic section but increase gradually in the deeper layer; in deep soil, NO_3^- -N concentration tended to get higher when the amount of irrigation water was increased. The changing of NO_3^- -N concentration in the leakage loss was as the following: Basically the variation tendencies of NO_3^- -N concentrations were low-high-low and large varied amplitude; The amount of NO_3^- -N loss was logarithmically related to the amount of irrigation water, and the amount of NO_3^- -N loss was $2.18\sim 21.23\text{ kg/hm}^2$.

Keywords: NO_3^- -N; leaching loss; irrigation; cotton field; Alaer irrigated area