

暗管控制排水棉田 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 运移转化试验

袁念念, 黄介生^{*}, 谢华, 黄志强

(武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 武汉 430072)

摘要: 为了研究控制排水条件下土壤剖面 NH_4^+ -N 和 NO_3^- -N 之间的转化运移规律, 2008、2009 年在荆州丫角排灌试验站棉花生育期内进行大田暗管控制排水对比试验: 2008 年全生育期内固定排水出口埋深、2009 年分生育阶段调整出口埋深。结果发现: 无论调整出口埋深与否, NO_3^- -N 含量在土壤垂直剖面上都随土层深度增加而减少。 NH_4^+ -N 含量 2008 年随土层深度增加无明显变化规律、2009 年在 20、40 cm 处较 60、80 cm 高。控制排水小区表层和 20 cm 土层 NO_3^- -N 含量较自由排水小区高; 同层土控制排水小区 NH_4^+ -N 含量比自由排水小区高。2008 年各处理 NO_3^- -N 含量高于 2009 年, NH_4^+ -N 含量低于 2009 年, NO_3^- -N 与 NH_4^+ -N 同层土平均含量之比大于 2009 年。分生育阶段调整排水出口埋深可减小田间地下水波动, 更能使田间氮素形态稳定、减少氮素流失。

关键词: 土壤, 排水, 运移, 出口埋深, NO_3^- -N 与 NH_4^+ -N 平均含量之比

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.03.003

中图分类号: S276.7²

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-03-0013-06

袁念念, 黄介生, 谢华, 等. 暗管控制排水棉田 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 运移转化试验[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 13-18.

Yuan Niannian, Huang Jiasheng, Xie Hua, et al. Experiment of the nitrogen transformation and transportation in controlled pipe-drainage cotton field[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(3): 13-18. (in Chinese with English abstract)

0 引言

农田施用氮肥造成氮素随土壤水渗漏淋失, 严重污染地下水及饮用水。饮用含高 NO_2^- -N 的水会引起“婴儿晏紫症”和癌症, NO_2^- -N 正是 NH_4^+ -N 和 NO_3^- -N 转化的一种中间产物。同时作为作物最易吸收的两种氮素存在形态, NH_4^+ -N 和 NO_3^- -N 在农田土壤中的转化运移成为农学研究者的重点研究内容。国内有大量关于各种条件下土壤氮素运移与转化规律的研究, 并已取得一系列成果。张蔚榛等^[2]认为地下水埋深越小, 土壤剖面上不同深度的 NO_3^- -N 含量越低。郭大应等^[3]研究表明, 灌溉条件下土壤 NO_3^- -N 运移与土壤湿度有良好的相关关系, NO_3^- -N 在土壤中的累积量与土壤湿度负相关。姜翠玲等^[4]认为土壤含水量的变化是影响溶液中有有机质和氮化合物迁移转化的主要因素。赵允格等^[5]、王东等^[6]、张树兰等^[7]、马兴华等^[8]研究认为施氮肥会改变土壤剖面 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 含量及运移转化。贾树龙等^[9]研究认为施肥时温度越低, 肥料氮固定率越高。宋海星等^[10]研究表明, NO_3^- -N 浓度受根系生长和灌水的影响, NH_4^+ -N 的迁移和分布不受根系发育状况及水分供应影响。

控制排水是一种有效的农田排水管理措施, 通过控制田间水位减少排水量和氮素流失量, 从而减少化肥流失量, 提高氮肥利用效率。控制排水条件下土壤氮素运移转化规律是控制排水效应的重要表现之一, 且目前国内研究较少。尹娟等^[11]对银南灌区控制排水稻田中 NH_4^+ -N、 NO_3^- -N 随土壤水下渗、运移规律进行了描述。本试验研究前期(2007)瞿思尧等^[12]、杨琳^[13]等认为土壤剖面 NO_3^- -N 含量在 80 cm 深度以内随着深度增大而增大、而 NH_4^+ -N 浓度并没有随着深度增大而呈现一定的趋势; 控制排水出口埋深越小, 对应小区中土壤剖面各层 NO_3^- -N 及 NH_4^+ -N 质量分数越高。

本文利用荆州丫角排灌试验站内 2008 年、2009 年棉田不同控制排水出口埋深条件下大田对比试验, 进一步验证了控制排水对棉田 NH_4^+ -N、 NO_3^- -N 的运移转化影响。

1 材料与方法

1.1 试验站情况简介

试验地点位于湖北四湖管理局荆州丫角排灌试验站。试验站位于四湖水系中区, 东经 112°31', 北纬 30°21', 海拔高程 29.4 m, 试验场地傍靠四湖总干渠。地势平坦, 土壤肥沃, 土质为中壤粘土, 耕作层氮、磷、钾含量分别为 2.5、1.5、15 mg/kg。多年平均气温 16.5℃, 多年平均降雨量 1 122.0 mm, 多年平均水面蒸发量为 977.4 mm, 多年平均日照时数为 1 552.0 h, 无霜期 280 d 左右, 试验区常年地下水埋深在 1 m 左右, 站址在平原湖区具有一定的代表性。试验田占地 3 800 m², 分成 5 个小区进行试验, 编号为 D、C、B、A、E, 其中 A、B、C 小区面积

收稿日期: 2010-04-29 修订日期: 2011-02-14

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题“灌区农田排水与再利用关键技术研究”资助(2006BAD11B06)

作者简介: 袁念念(1985-), 女, 博士研究生, 主要研究方向为节水灌溉理论与技术。武汉 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 430072。Email: yyynyfb@163.com。

*通信作者: 黄介生(1964-), 男, 湖北人, 教授, 主要从事水土资源高效利用、农村水环境管理和灌区用水研究。武汉 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 430072。Email: jshuanga@public.wh.hb.cn

为 1 000 m², D、E 小区面积为 400 m²。试验区外侧 E 小区东边为一条灌水渠, E 小区作为缓冲带, 减少灌水渠对试验区地下水水位的影响。相邻小区之间有深 1.2 m、宽 0.2 m 的硬化水泥田埂加防渗膜防止侧向渗流干扰。C、B、A 3 个小区各埋设 3 根暗管, D 小区埋设 1 根暗管, E 小区无暗管。暗管埋深 1 m, 根据试验设计, 通过出口处的控制装置(见图 1)将各小区排水出口提高或降低。2008 年各小区出口埋深在各个生育阶段保持不变, 分别为: A

小区排水出口埋深 0.3 m; B 小区排水出口埋深 0.5 m; C 小区排水出口埋深 0.8 m; D 小区自由暗管排水, 出口埋深为 1 m。2009 年根据棉花各生育阶段需水情况对出口埋深进行调整, 各控制处理排水出口埋深调整情况为: A 小区, 苗期 0.3 m、蕾期 0.4 m、花铃期 0.4 m、吐絮期 0.3 m; B 小区分别为 0.4、0.5、0.5、0.4 m; C 小区分别为 0.5、0.6、0.6、0.5 m。小区平面布置和土壤主要物理参数见图 2 和表 1。暗管间距如图 2 所示。

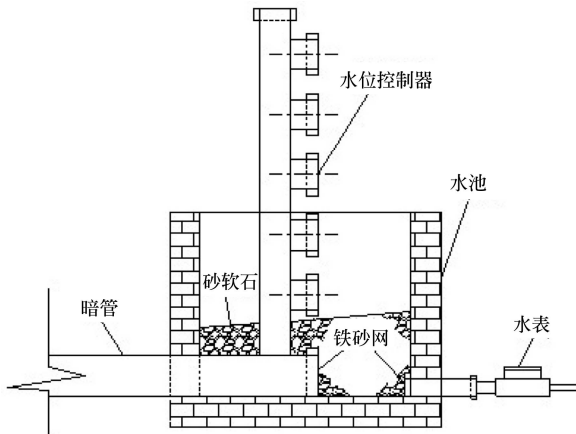


图 1 水位控制装置

Fig.1 Schematic of water table controlling device

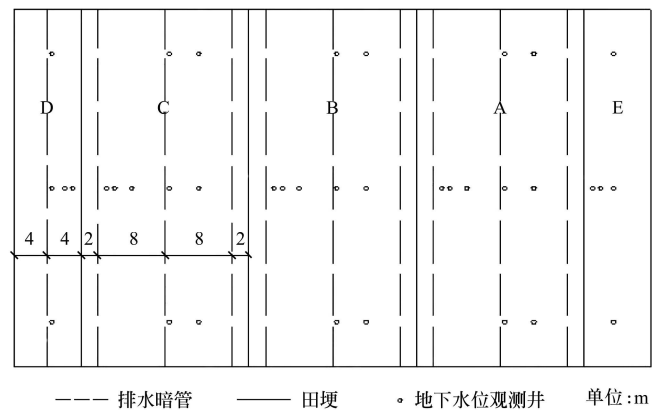


图 2 试验小区布置图

Fig.2 Schematic of experimental plots

表 1 小区土壤主要物理特征参数
Table 1 Primary soil properties of plots

A		B		C		D	
深度/cm	体积质量/(g·cm ⁻³)	深度/cm	体积质量/(g·cm ⁻³)	深度/cm	体积质量/(g·cm ⁻³)	深度/cm	体积质量/(g·cm ⁻³)
0~20	1.47	0~20	1.37	0~23	1.49	0~20	1.41
20~50	1.51	20~40	1.45	23~48	1.53	20~42	1.52
50~80	1.50	40~60	1.58	48~67	1.62	42~75	1.48

1.2 试验数据收集与方法

根据本研究的目的, 试验主要测定棉花生育期内田间土壤剖面 NO₃⁻-N 和 NH₄⁺-N 含量。选定 5 个深度的土层进行分析, 分别是: 表层、20、40、60、80 cm, 在每块试验田内沿“S”形取 5 点, 各层土壤氮素含量取 5 点平均值。NO₃⁻-N 含量测定采用紫外分光光度计法,

NH₄⁺-N 含量测定采用纳氏试剂比色法。含水率采用烘干法测定。降雨资料来自站内的气象站。

1.3 2008、2009 年棉花灌水及追肥

2008、2009 年棉花追肥情况见表 2。2009 年由于干旱, 9 月 11 日灌水 1 次。

表 2 2008、2009 年棉花追肥情况
Table 2 Additional fertilizer in 2008 and 2009

年份	日期	肥料	自由排水	kg·hm ⁻²			
				A	B	C	D
2008	6 月 29 日	复混肥(15%N-15%P-15%K)	250	250	250	250	250
	8 月 19 日	尿素(≥46.3%N)	-	-	250	250	250
2009	7 月 15 日	复和肥(≥14%N)	500	500	500	500	500
	8 月 19 日	尿素(≥46.3%N)	250	250	250	250	250

2 结果与分析

2.1 NH₄⁺-N 含量

2.1.1 2008 年 NH₄⁺-N 含量

2008 年各土层 NH₄⁺-N 含量见图 3。同层土相比, 自由排水小区 NH₄⁺-N 含量低于控制排水小区。B、C 小

区虽然追施尿素, 但除表层 NH₄⁺-N 含量较 D 小区高外, 20、40、80 cm 土层 NH₄⁺-N 含量与 D 小区相比无明显差异。氮肥表施情况下, NH₄⁺-N 在土壤垂直剖面上运移并不明显, 而含量随时间波动明显。

2.1.2 2009 年 NH₄⁺-N 含量

2009 年各土层 NH₄⁺-N 含量见图 4。从图中可以看出,

2009 年表层 NH_4^+ -N 含量较高, 20 cm 以下各土层 NH_4^+ -N 含量较 20 cm 土层小。各土层 NH_4^+ -N 含量波动较 2008 年小: 从 5 月初棉花移栽开始, 7 月 15 日施复合肥一次, 8 月 8 日达到峰值后逐渐减少, 11 月 23 日油菜栽种施底肥后 NH_4^+ -N 含量才开始有上升趋势。各时期 NH_4^+ -N 含量并没有由于干旱而有明显减少, 反而在施肥后因为不具备硝化反应的条件而大幅度升高。

9 月 11 日灌水后发现各小区除了表层 NH_4^+ -N 含量

减少, 其他各土层 NH_4^+ -N 含量均增加。这可能是由于长期干旱且气温较高, 表层铵肥挥发损失; 灌水后, 田间铵肥转化成 NH_4^+ -N。深层由于没有 NH_4^+ -N 转化来源且 NH_4^+ -N 本身迁移很慢而导致含量较其他土层低。同时各土层由于没有一定浓度的 NH_4^+ -N, 硝化作用很弱, 间接导致 NO_3^- -N 含量很低, 甚至检测不到, 灌水后短期内来不及回升。

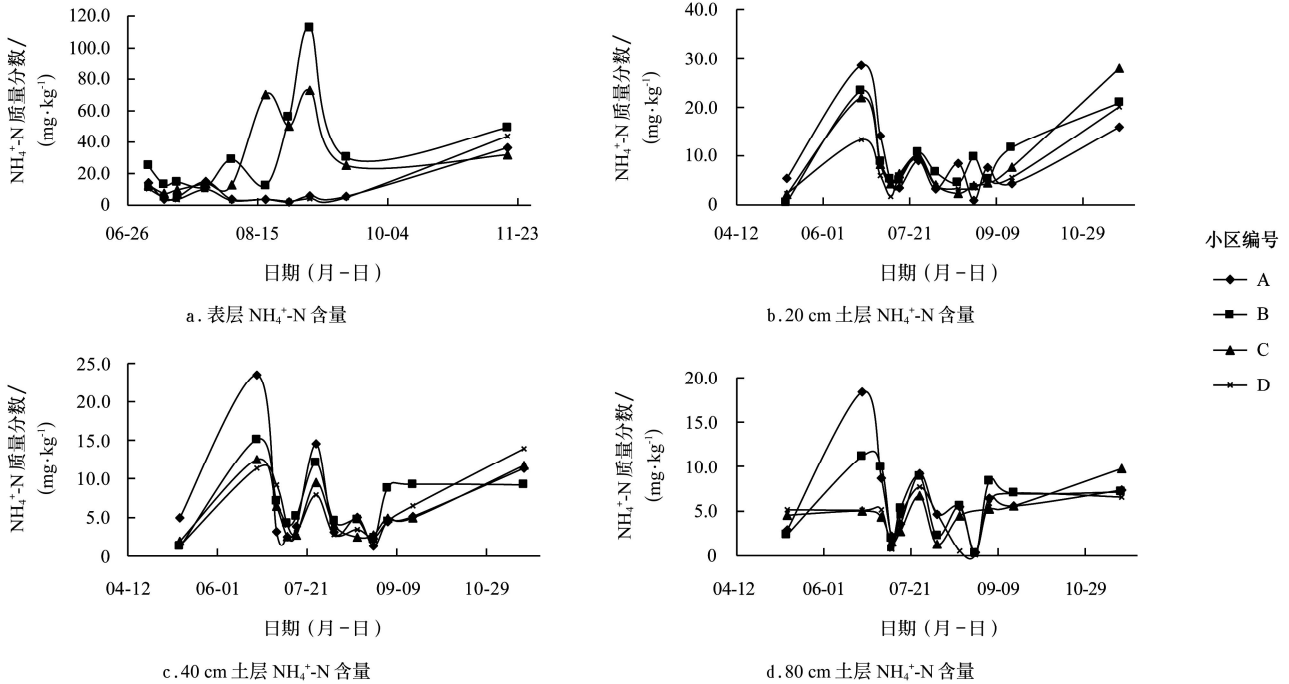


图 3 2008 年 5—11 月各小区土层铵氮剖面含量变化

Fig.3 Ammonia concentration variation from May to November in 2008 in soil profile of plots

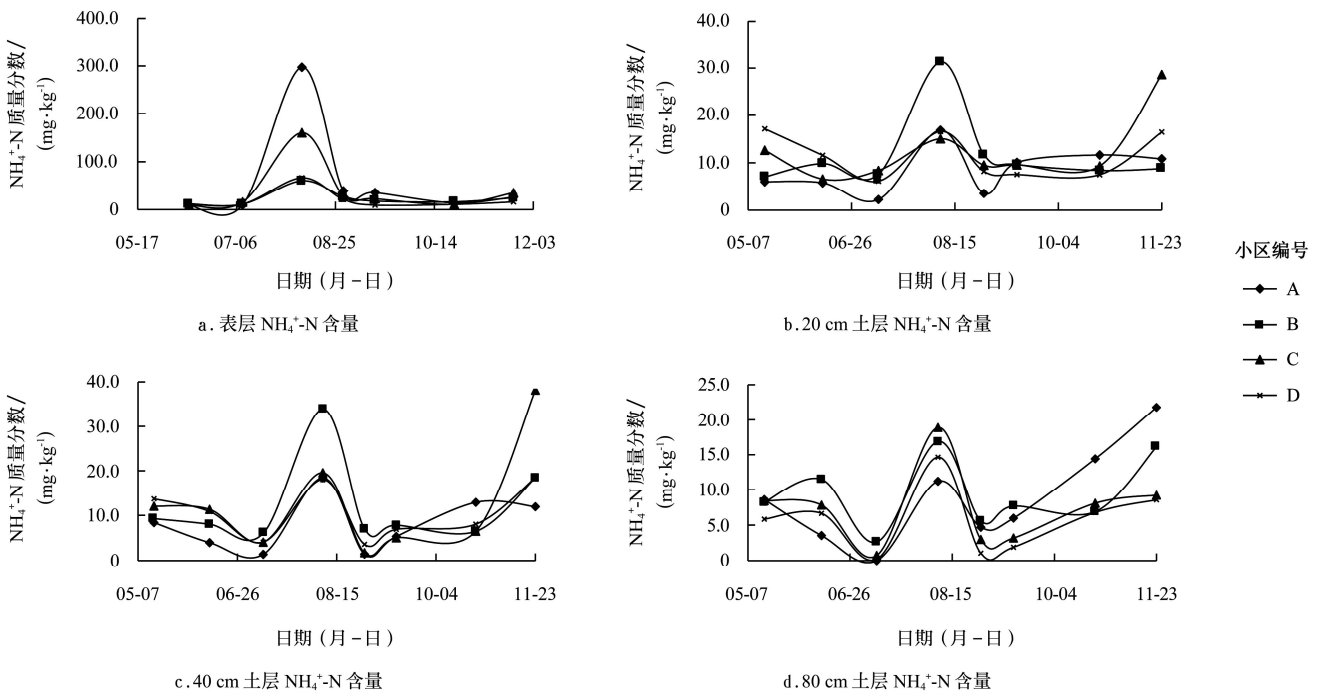


图 4 2009 年 5—11 月各小区土层剖面 NH_4^+ -N 含量变化

Fig.4 Ammonia nitrogen concentration variation from May to November in 2009 in soil profile of plots

2.2 NO₃⁻-N 含量

2.2.1 2008年 NO₃⁻-N 含量

2008年各土层 NO₃⁻-N 含量见图5。各小区土壤剖面 NO₃⁻-N 含量随土层深度增加而减少，80 cm 处减小到 1 mg/kg 以下。D 小区有几次测得表层 NO₃⁻-N 含量较 20 cm 土层低，这可能是由于 7 月 22 日、8 月 15 日有两次较大降雨，自由排水小区地表排水量大，田间水分垂直入渗作用强导致表层 NO₃⁻-N 流失和往下淋失严重。

从图中可以看出，B、C 小区表层 NO₃⁻-N 含量明显高于其他小区，这与 8 月 19 日这两个小区追施尿素有关。施肥前 4 d 一直有雨且持续到 8 月 19 日，尿素先转化成铵盐然后又通过硝化作用生成 NO₃⁻-N，之后 8 月 27 日、9 月 4 日、9 月 18 日表层所测 NO₃⁻-N 含量均很高。8 月 29 日有一场较大降雨，产生了地表、地下排水，随后 9 月 4 日 B、C 小区 20 cm 土层所测 NO₃⁻-N 含量较 D 小区高。各小区 40 cm 土层 NO₃⁻-N 含量很低，而 80 cm 土层含量上升到峰值，说明 NO₃⁻-N 雨后向下迁移。与 D 小区相比，B、C 小区 80 cm 土层 NO₃⁻-N 含量没有明显增高，

控制排水对阻止 NO₃⁻-N 下渗污染地下水有一定作用。

2.2.2 2009年 NO₃⁻-N 含量

2009年各小区各土层 NO₃⁻-N 含量随时间变化见图6。从图中可以看出各处理 80 cm 土层 NO₃⁻-N 含量很低，在 1 mg/kg 以下。B、C、D 小区 20、40 cm 土层 NO₃⁻-N 含量在 7 月 9 日达到峰值，而表层则在 8 月 8 日达到峰值。A 小区各土层 NO₃⁻-N 含量在 7 月 9 日为低谷值，7 月 23 日出现比初始值低的峰值。8 月 19 日各小区追施尿素后，表层、20 cm 土层 NO₃⁻-N 含量在 8 月 29 日达到峰值，40、80 cm 土层 NO₃⁻-N 含量很低；而 C、D 小区 40 cm 土层 NO₃⁻-N 含量有明显提高，自由排水和出口埋深较大的小区 NO₃⁻-N 易迁移到土壤深层。

灌水后 9 月 14 日观测发现各小区 20 cm 土层 NO₃⁻-N 含量减少，40 cm 土层含量很低，仅 1 mg/kg 左右，80 cm 土层 NO₃⁻-N 含量测得为 0。各小区各土层 NO₃⁻-N 含量均处于低谷。长期干旱条件下，硝化作用很弱，导致各土层 NO₃⁻-N 含量很低；灌水后产生地下排水，一部分 NO₃⁻-N 随排水流失。

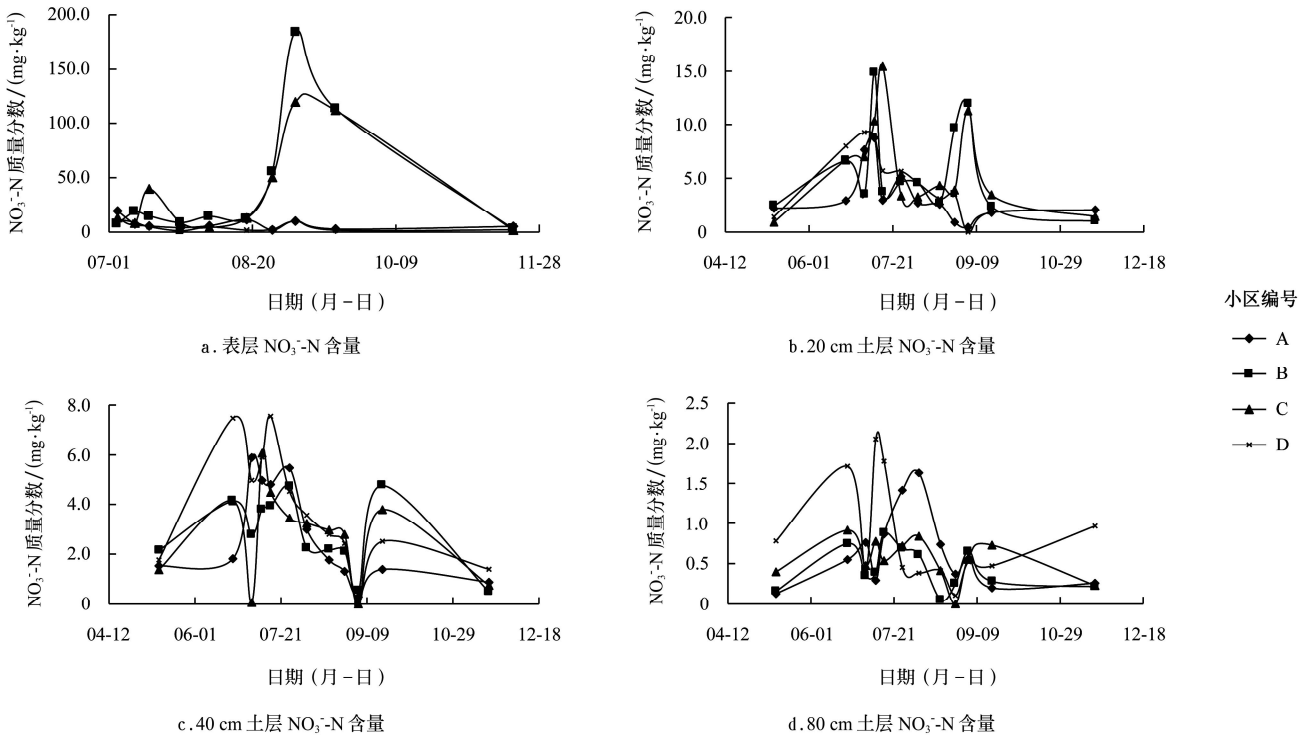
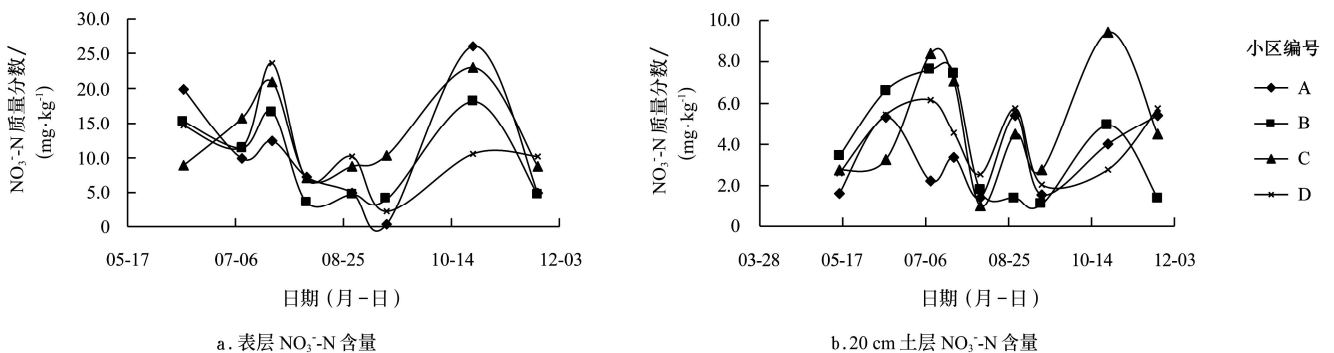


图5 2008年5—11月各小区土层剖面 NO₃⁻-N 含量变化
Fig.5 Nitrate nitrogen concentration variation from May to November in 2008 in soil profile of plots



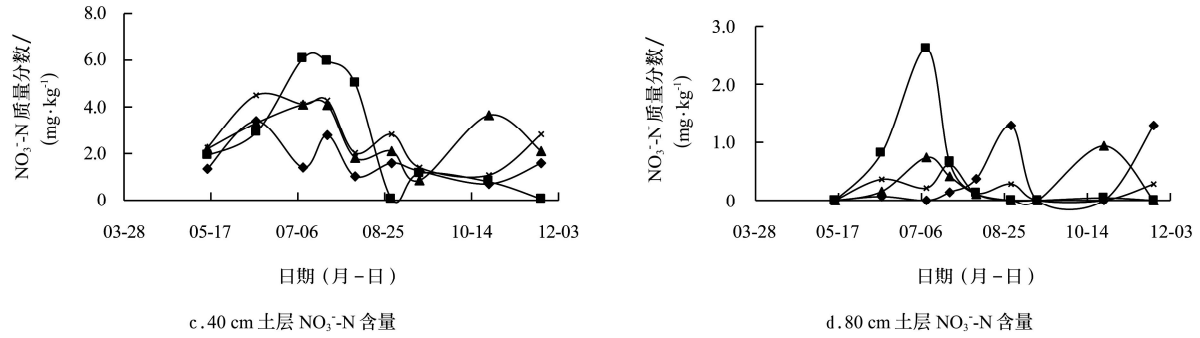


图6 2009年5—11月各小区土层剖面 NO₃⁻-N 含量

Fig.6 Nitrate nitrogen concentration variation from May to November in 2009 in soil profile of plots

2.3 NH₄⁺-N 与 NO₃⁻-N 含量之比

由于2008、2009年降雨及施肥差异较大，本文采用 NO₃⁻-N 和 NH₄⁺-N 平均含量比值法对2年试验结果进行比较。表3为2008、2009年棉花生育期间各小区同一土层 NO₃⁻-N 和 NH₄⁺-N 平均含量之比 F 值。NH₄⁺-N 通过硝化作用转化成 NO₃⁻-N，NO₃⁻-N 通过反硝化作用在嫌气条件下还原成游离的 NO、N₂O、N₂ 等气体逸入大气损失。由于 NO₃⁻-N 带负电，较 NH₄⁺-N 更易流失，NH₄⁺-N 转化成 NO₃⁻-N 比例越高氮素流失越多。F 越小，土壤中 NH₄⁺-N 含量相对越高。从表3可以看出：

1) 除了2008年B、C小区表层 F 值大于1以外，其他 F 值均小于1。无论调整出口埋深与否，各小区各土层中 NH₄⁺-N 含量都高于 NO₃⁻-N。

2) A、B、C 小区 F 值从表层到 80 cm 土层逐渐减小，可能是由于一方面各小区土壤含水率随土层深度增加而

增大，较高的土壤含水率抑制了硝化作用；另一方面 NO₃⁻-N 主要累积在 20、40 cm 土层，无降雨时向下运移较少。D 小区除表层外 F 值随土层深度增加而减少。

3) 除表层外，C、D 小区各土层 F 值较 A、B 小区大，说明自由排水和控制排水出口埋深较大的小区 NO₃⁻-N 相对含量较高，更易流失。

4) 同一土层 F 值，2009 年较 2008 年小。一方面与 2 年地下水位不同有关。2008 年棉花生育期间各小区地下水位埋深波动明显，土壤含水率增加有利于硝化作用进行；2009 年各小区地下水位埋深在整个生育期内波动较小，不利于硝化作用进行。另一方面与 2009 年施肥后雨少有重要关系。降雨少导致土壤含水率长期较低，不利于硝化作用进行，表施铵肥不能及时转化成硝酸盐。因此，NH₄⁺-N 含量偏高而 NO₃⁻-N 含量偏低，即 F 值偏小。

表3 2008、2009年各小区同一土层 NO₃⁻-N 与 NH₄⁺-N 平均含量之比 F

Table 3 Ratio of nitrate and ammonia nitrogen average content in the same soil layer of plots in 2008 and 2009

小区	2008年					2009年				
	表层	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	表层	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
A	0.78	0.39	0.39	0.14	0.08	0.06	0.36	0.19	0.11	0.04
B	1.23	0.62	0.43	0.12	0.07	0.09	0.27	0.21	0.11	0.04
C	1.21	0.62	0.50	0.43	0.11	0.11	0.38	0.21	0.11	0.03
D	0.55	0.71	0.62	0.32	0.17	0.21	0.38	0.28	0.13	0.04

3 结论

本文通过棉田出口埋深全生育期固定与分生育阶段调节对照试验，得出结论：无论调节出口埋深与否，田间 NO₃⁻-N 含量在土壤垂直剖面上随土层深度增加而减少；2008 年由于地下水位波动较大等原因导致 NH₄⁺-N 含量随土层深度增加无明显变化规律，2009 年地下水位稳定，NH₄⁺-N 含量随深度增加有减小趋势。控制排水小区表层和 20 cm 土层 NO₃⁻-N 含量较自由排水小区高；同层土控制排水小区 NH₄⁺-N 含量比自由排水小区高。2008 年各处理 NO₃⁻-N 含量高于 2009 年，NH₄⁺-N 含量低于 2009 年，NO₃⁻-N 与 NH₄⁺-N 同层土平均含量之比大于 2009 年。根据不同生育阶段调整控制出口埋深，可减小田间地下水位波动，使氮素以稳定形态存在，减少 NO₃⁻-N

流失。

[参考文献]

[1] 范晓晖, 朱兆良. 旱地土壤中的硝化与反硝化作用[J]. 土壤通报, 2002, 33(5): 385—391.
Fan Xiaohui, Zhu Zhaoliang. Nitrification and denitrification in upland soils[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2002, 33(5): 385—391. (in Chinese with English abstract)

[2] 张蔚榛, 张瑜芳, 沈荣开. 排水条件下化肥流失的研究——现状与展望[J]. 水科学进展, 1997, 8(2): 197—204.
Zhang Weizhen, Zhang Yufang, Shen Rongkai. Study of losses of fertilizer in drained agricultural lands: Present status and prospect[J]. Advances in Water Science, 1997, 8(2): 197—204. (in Chinese with English abstract)

[3] 郭大应, 熊清瑞, 谢成春等. 灌溉土壤硝态氮运移与土壤湿度的关系[J]. 灌溉排水, 2001, 20(2): 66—72.

- Guo Daying, Xiong Qingrui, Xie Chengchun, et al. Relationship between nitrate transportation and soil moisture in irrigated land[J]. *Irrigation and Drainage*, 2001, 20(2):66-72. (in Chinese with English abstract)
- [4] 姜翠玲, 夏自强, 崔广柏. 土壤含水量与氮化合物迁移转化的相关性分析[J]. *河海大学学报: 自然科学版*, 2003, 31(3): 241-245.
- Jiang Cuiling, Xia Ziqiang, Cui Guangbai. Correlation between soil moisture and transport and transformation of nitrogen compounds[J]. *Journal of Hohai University: Natural Sciences*, 2003, 31(3): 241-245.
- [5] 赵允格, 邵明安. 不同施肥条件下农田硝态氮迁移的试验研究[J]. *农业工程学报*, 2002, 18(4): 37-40.
- Zhao Yunge, Shao Ming'an. Experimental study on nitrate transport for different fertilizations methods[J]. *Transactions of the CSAE*, 2002, 18(4):37-40. (in Chinese with English abstract)
- [6] 王东, 于振文, 于文明, 等. 施氮水平对高产麦田土壤硝态氮时空变化及氨挥发的影响[J]. *应用生态学报*, 2006, 17(9): 1593-1598.
- Wang Dong, Yu Zhenwen, Yu Wenming, et al. Effects of nitrogen application level on soil nitrate accumulation and ammonia volatilization in high-yielding wheat field[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(9): 1593-1598.
- [7] 张树兰, 同延安, 梁东丽, 等. 氮肥用量及施用时间对土壤中硝态氮移动的影响[J]. *土壤学报*, 2004, 4(2): 270-277.
- Zhang Shulan, Tong Yan'an, Liang Dongli, et al. Nitrate-N movement in the soil profiles as influenced by rate and timing of nitrogen application[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2004, 41(2): 270-277.
- [8] 马兴华, 于振文, 梁晓芳, 等. 施氮量和底施追施比例对土壤硝态氮和铵态氮含量时空变化的影响[J]. *应用生态学报*, 2006, 17(4): 630-634.
- Ma Xinghua, Yu Zhenwen, Liang Xiaofang, et al. Effects of nitrogen application rate and its basal-/top-dressing ratio on spatio-temporal variations of soil NO_3^- -N and NH_4^+ -N contents[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(4): 630-634. (in Chinese with English abstract)
- [9] 贾树龙, 唐玉霞, 孟春香等. 土壤铵态氮固定的调控措施及其效果[J]. *河北农业科学*, 2002, 6(2): 12-17.
- Jia Shulong, Tang Yuxia, Meng Chunxiang, et al. Regulations on ammonium fixation in soil and their effects[J]. *Journal of Hebei Agricultural Science*, 2002, 6(2): 12-17. (in Chinese with English abstract)
- [10] 宋海星, 李生秀. 根系的吸收作用及土壤水分对硝态氮、铵态氮分布的影响[J]. *中国农业科学*, 2005, 38(1): 96-101.
- Song Haixing, Li Shengxiu. Effects of root uptake function and soil water on NO_3^- -N and NH_4^+ -N distribution[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2005, 38(1): 96-101. (in Chinese with English abstract)
- [11] 尹娟, 费良军, 勉韶平. 宁夏银南灌区稻田控制排水条件下氮素淋失的研究[J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2006, 34(1): 108-112. (in Chinese with English abstract)
- Yin Juan, Fei Liangjun, Mian Shaoping. Experiment on the nitrogen leaching in the drainage condition of rice field in Ningxia Yinnan irrigation region[J]. *Jour of North west Sci-Tech Univ of Agri And For: Nat Sci Ed*, 2006, 34(1): 108-112. (in Chinese with English abstract)
- [12] 瞿思尧, 黄介生, 杨琳, 等. 旱地控制排水条件下氮素运移试验研究[J]. *中国农村水利水电*, 2009(1): 48-51.
- Qu Siyao, Huang Jiesheng, Yang Lin, et al. Experimental research on nitrogen transport and transformation of controlled drainage on dry lands[J]. *China Rural Water and Hydropower*, 2009(1): 48-51. (in Chinese with English abstract)
- [13] 杨琳, 黄介生, 李大文, 等. 控制排水条件下土壤氮素的运移[J]. *长江流域资源与环境*, 2009, 18(11): 1063-1066.
- Yang Lin, Huang Jiesheng, Li Dawen, et al. Experimental study on nitrogen transport and transformation of controlled drainage[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2009, 18(11): 1063-1066. (in Chinese with English abstract)

Experiment of the nitrogen transformation and transportation in controlled pipe-drainage cotton field

Yuan Niannian, Huang Jiesheng^{*}, Xie Hua, Huang Zhiqiang

(State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Hubei 430072, China)

Abstract: A filed contrastive experiment project was set up at Drainage and Irrigation Experimental Station, Jingzhou Yajiao to study how controlled pipe-drainage influence the N transformation and transportation. The depth of outlet was fixed through the whole growth period in 2008 and adjusted according to different stages in 2009. The results showed that nitrate concentration in the vertical soil profile decreased with the depth increase. Ammonia concentration had no obvious variation with depth in 2008 and was higher in 20, 40 cm layers than that in 60, 80 cm layers. Nitrate concentration was higher in surface and 20 cm layers in controlled treatments. Ammonia concentration was higher in the same layers in controlled treatments than that in conditional treatment. The ratio between nitrate and ammonia concentration was larger in 2008 than that in 2009. Adjusting the depth of the drainage outlet according to the growth stages could keep the nitrogen content more stable than fixing the depth in the whole growth period, and reduce nitrogen losses.

Key words: soils, drainage, transportation, outlet depth, ratio between nitrate and ammonia concentration