

文章编号:1673-9469(2011)02-0096-04

## 肥液浓度对膜孔灌氮素运移转化的影响

武海霞<sup>1</sup>, 费良军<sup>2</sup>, 程东娟<sup>1</sup>

(1. 河北工程大学 水电学院, 河北 邯郸 056021; 2. 西安理工大学 水资源所, 陕西 西安 710048)

**摘要:**为研究膜孔灌施条件下氮素运移转化分布规律, 利用研制的膜孔点源入渗装置, 在室内进行灌施条件下的氮素入渗试验, 测试不同尿素肥液浓度下膜孔累积入渗量及土壤中氮素含量。结果表明: 累积入渗量随灌施肥液浓度增大而增大; 尿素肥液浓度对土壤中铵态氮及硝态氮含量在剖面分布影响较小, 对其含量影响较大; 转化生成的土壤铵态氮、硝态氮含量及土壤硝态氮分布范围随灌施肥液浓度增大而增大。

**关键词:** 肥液浓度; 尿素; 膜孔灌; 氮素运移转化

中图分类号: S143.1

文献标识码: A

### Influences of solution concentration on nitrogen transportation and its transformation under film hole irrigation

WU Hai-xia<sup>1</sup>, FEI Liang-jun<sup>2</sup>, CHENG Dong-juan<sup>1</sup>

(1. College of Mechanical and Electric Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056021, China;  
2. Institute of Water Resources Research, Xi'an University of Technology, Shaanxi Xi'an 710048, China)

**Abstract:** The nitrogen infiltration experiment was carried out indoors with the self-made device of the film hole infiltration to observe the distribution rules on nitrogen transportation and transformation under film hole irrigation. The total infiltration volume of film hole and nitrogen distribution in soil under different urea solution concentration were studied. The results show that the total infiltration volume increases with urea solution concentration. The urea solution concentration has little effect on the ammonium and nitric nitrogen distribution in soil profile, while obvious effect on their amount. The amount and the distribution of nitric nitrogen increase with the urea solution concentration.

**Key words:** solution concentration; urea; film hole irrigation; nitrogen transportation and transformation

膜孔灌是在覆膜灌溉基础上发展起来的一种旱作地面灌溉新技术<sup>[1-2]</sup>, 与传统地面灌溉相比, 其灌溉水流在田面膜上流动, 通过作物孔渗入到作物根部土壤, 既具有地面灌的特点, 又具有滴灌局部灌的效果, 因此在我国干旱半干旱地区具有广阔的推广应用前景<sup>[3-5]</sup>。

关于膜孔灌方面的研究, 朱兴华<sup>[6]</sup>对容重、初始含水量、肥液浓度和膜孔直径对氮素运移和分布作了系统研究, 董玉云<sup>[7]</sup>对膜孔灌单点源自由入渗条件下的连续入渗和再分布 24h 的硝态氮的迁移和分布规律进行了研究。然而以上只是在短时间段内对硝态氮的迁移和分布规律进行了研

究, 没有涉及到长时间段的氮素迁移转化和分布规律。而且, 不同的溶质对入渗特性及氮素转化特性的影响不同, 施肥方式不同, 土壤水分运动与氮素运移转化特性也不同。本文通过灌施不同尿素溶液下膜孔点源入渗试验, 分析了不同尿素溶液浓度对膜孔入渗量及土壤尿素转化特性的影响, 以期对尿素灌施下农田氮素的高效利用奠定基础。

### 1 材料与方法

利用自行研制的膜孔点源入渗试验装置在室

内进行膜孔土壤尿素运移和转化试验。试验装置由土箱、膜孔装置和自动供水系统 3 部分组成。根据膜孔自由入渗试验湿润体的对称性, 采用 1/4 膜孔装置。为了便于土壤湿润峰的观测, 土箱利用 10mm 厚透明有机玻璃制成。为保证膜孔入渗为自由入渗, 通过预备试验确定试验土箱尺寸为 24cm × 24cm × 30cm; 膜孔装置采用 1/4 膜孔面积的方形水室, 位于土箱的边角处; 供水系统利用带有刻度截面积为 30.5cm<sup>2</sup> 的透明有机玻璃制作的马氏瓶进行自动供水 (图 1)。

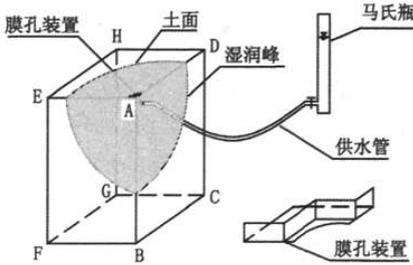


图1膜孔自由入渗试验装置示意图

Fig.1 Equipment of film hole free infiltration

将处理好的土样按照预定的土壤容重分层 (5cm 厚) 装入试验土箱, 试验土壤的初始含水率为 9.17%、土壤容重为 1.30g/cm<sup>3</sup>, 土壤硝态氮含量的本底值为 8.4mg/kg, 膜孔直径为 6cm。试验设 4 个水平, 清水与肥液浓度分别为 600mg/L、4g/L 和 8g/L 的膜孔自由入渗试验。在入渗过程中观测入渗量, 在供水停止后 7d 和 12d 时取土, 测定土壤含水量, 硝态氮和铵态氮含量。土壤含水量采用烘干法测定。硝态氮和铵态氮含量采用美国 HACH 公司 DR/4000 型紫外分光光度计进行测定。由程东娟<sup>[8]</sup> 在膜孔灌施条件下硝态氮迁移分布规律研究分析中可知, 灌施尿素结束后第 7d 和第 12d 时

的土壤铵态氮含量和土壤硝态氮含量能表征尿素转化的土壤铵态氮和土壤硝态氮分布特点。所以, 本文以监测尿素转化后第 7d 和第 12d 时的土壤铵态氮和土壤硝态氮含量来研究不同施肥条件下的尿素转化特性。

试验所用土壤为粉壤土, 其粒径级配组成及基本理化性状分别见表 1、表 2。

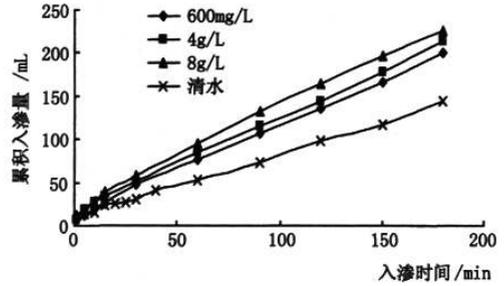


图 2 尿素肥液浓度对膜孔入渗量的影响

Fig.2 Effect of different urea solution concentration on infiltration volume

## 2 结果分析

### 2.1 肥液浓度对膜孔入渗量的影响

图 2 为不同浓度的尿素肥液灌施膜孔自由入渗量曲线。可以看出, 相同的入渗时间, 灌施肥液浓度越大, 入渗量越大, 且随着入渗时间的延长, 肥液浓度对入渗量的影响越大。大量的研究证明, 土壤水力传导度随着土壤溶液浓度的降低或土壤溶液钠吸附比(SAR)的增加而减小。土壤溶液浓度越高, 土壤粘粒组成的扩散双电层厚度越小, 吸引力起主导作用, 粘粒聚合而形成凝聚状态, 改善了土壤孔隙状况。实验结果中灌施溶液表现为增渗作用是因为粘粒絮凝改善了土壤孔隙状况而使土壤水力传导度增大所致。

表 1 供试土壤的颗粒级配组成表

Tab.1 Gradation composition of the test soil

粒径/mm	< 1.0	< 0.50	< 0.250	< 0.10	< 0.05	< 0.025	< 0.01	< 0.005	< 0.002	< 0.001
含量/%	99.6	99.2	98.87	98.6	89.15	56.58	28.02	11.34	2.88	0.9

表 2 供试土壤的基本理化参数表

Tab.2 Physical and chemical properties of test soil

有机质 /(g·kg <sup>-1</sup> )	全氮 /(g·kg <sup>-1</sup> )	硝态氮 /(mg·kg <sup>-1</sup> )	铵态氮 /(mg·kg <sup>-1</sup> )	pH	田间持水量 /(%)	平均容重 /(g·cm <sup>-3</sup> )
11.08	0.79	4.9	1.7	8.0	23.5	1.30

### 2.2 肥液浓度对土壤铵态氮含量的影响

图3表示灌施尿素肥液浓度为600mg/L、4g/L、8g/L的膜孔入渗湿润体膜孔中心垂直剖面第7d时土壤铵态氮含量的分布图。可以看出,灌施尿素肥液第7d时,3种肥液浓度对土壤铵态氮含量在剖面的分布影响较小,其规律基本相似,以膜孔中心为最高,随着距膜孔中心距离的增大而减小。但是3种肥液浓度对土壤铵态氮含量影响较大,尿素肥液浓度为600mg/L、4g/L、8g/L的土壤铵态氮含量在膜孔中心分别为174.6mg/kg、309.24mg/kg和801.18mg/kg,对于相同位置,灌施尿素肥液浓度越大,土壤铵态氮含量越大。这是因为尿素施用方式相同,尿素在土壤中分布规律相同,所以转化生成的土壤铵态氮分布规律也相同,但肥液浓度越大,土壤中尿素含量越高,转化生成的土壤铵态氮含量越高。

图4表示灌施尿素肥液浓度分别为600mg/L、4g/L、8g/L第12d时湿润体膜孔中心垂直剖面土壤

铵态氮含量的分布图。可以看出,灌施尿素后第12d时,肥液浓度对土壤剖面铵态氮含量的分布影响较小。与第7d相比,3种肥液浓度的土壤铵态氮含量有所减小,在膜孔中心处,肥液为600mg/L的土壤铵态氮含量由174.6mg/kg减小到104.4mg/kg,肥液为4g/L的土壤铵态氮含量由309.24mg/kg减小到228.42mg/kg,肥液为8g/L的土壤铵态氮含量由801.18mg/kg减小到456.84mg/kg。可见,转化第12d时,土壤中铵态氮转化量下降。

### 2.3 肥液浓度对土壤硝态氮含量的影响

图5为灌施尿素肥液浓度为600mg/L、4g/L、8g/L的膜孔入渗转化7d时湿润体膜孔中心垂直剖面的土壤硝态氮含量分布图。可以看出,灌施尿素肥液第7d时,除在湿润体边缘外,3种尿素肥液浓度的湿润体内土壤硝态氮含量明显小于土壤本底值,表明灌施尿素肥液后第7d时,土壤中尿素转化以生成铵态氮为主,硝化作用很弱。

图6为灌施尿素肥液浓度为600mg/L、4g/L、

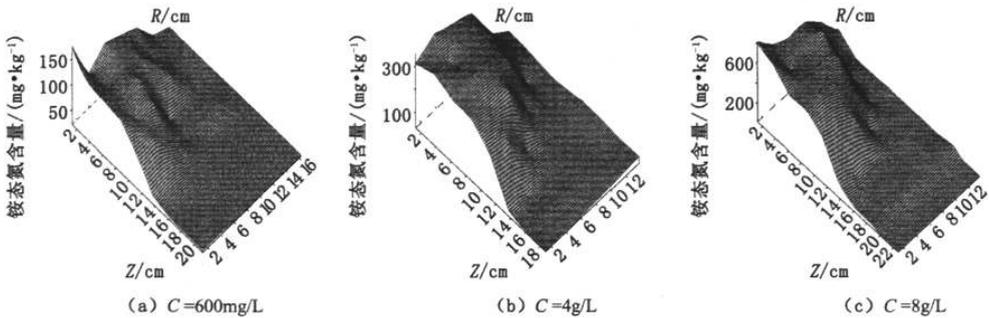


图3 灌施不同浓度尿素肥液第7d土壤铵态氮含量的分布图

Fig.3 NH<sub>4</sub>-N distribution in soil profile after infiltration with different urea solution for 7 days

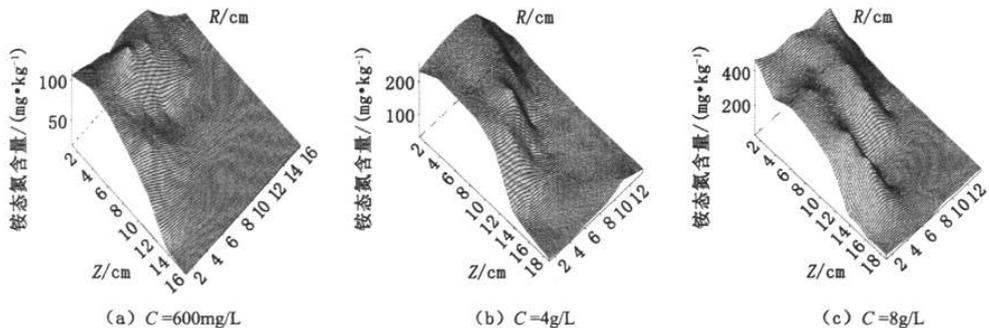


图4 灌施不同浓度尿素肥液第12d土壤铵态氮含量分布图

Fig.4 NH<sub>4</sub>-N distribution in soil profile after infiltration with different urea solution for 12 days

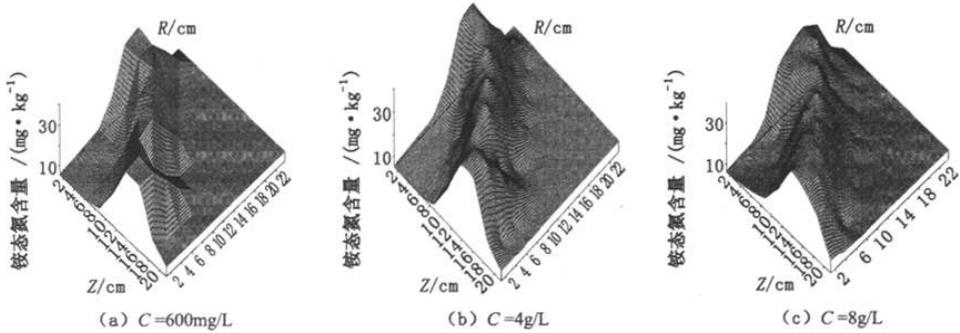


图5 灌施不同浓度尿素肥液第7d土壤硝态氮含量分布图

Fig. 5 NO<sub>3</sub>-N distribution in soil profile after infiltration with different urea solution for 7 days

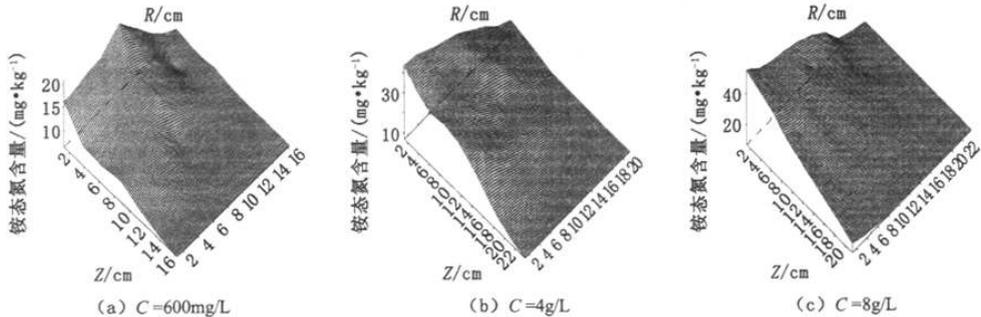


图6 灌施不同浓度尿素肥液第12d土壤硝态氮含量分布图

Fig. 6 NO<sub>3</sub>-N distribution in soil profile after infiltration with different urea solution for 12 days

8g/L 转化第 12d 湿润体膜孔中心垂直剖面的土壤硝态氮含量分布图。可以看出,灌施尿素肥液后第 12d,3 种尿素肥液浓度的湿润范围内土壤硝态氮含量明显大于土壤本底值,表明灌施尿素肥液后 12d 的硝化作用较强。灌施肥液浓度越大,相同位置转化生成的硝态氮含量越大,硝态氮含量分布范围越大,这是因为灌施尿素肥液浓度越大,增渗作用越强,相同入渗时间湿润范围越大,土壤中尿素含量越高,所以转化生成的硝态氮含量越高,分布范围越大。

### 3 结论

1) 在同一入渗时间下,灌施肥液浓度越大,入渗量越大;且随着入渗时间的延长,肥液浓度对入渗量的影响越大。

2) 不同肥液浓度对灌施尿素土壤铵态氮含量在剖面的分布影响较小,其分布规律基本相似,表现为以膜孔中心为最高,随着距膜孔中心距离的增大而减小。

3) 灌施尿素肥液浓度越大,相同位置转化生

成的土壤硝态氮含量越大,土壤硝态氮分布范围也越广。

### 参考文献:

- [1] 徐首先,魏玉强,聂新山,等.膜孔灌理论及实用技术初步研究[J].水土保持研究,1996,3(3):23-29.
- [2] 徐首先,吴珊玲.膜孔灌的基本原理初探[J].中国农村水利水电,1997(1):9-10.
- [3] 吴军虎,费良军,王文焰.膜孔灌溉单孔入渗特性研究[J].水科学进展,2001,12(3):307-311.
- [4] 费良军,贾丽华.膜孔灌肥液入渗氮素运移特性研究进展[J].沈阳农业大学学报,2007,38(4):451-456.
- [5] 董玉云,费良军.膜孔灌充分供水点源入渗研究进展[J].干旱地区农业研究,2005,23(6):200-203.
- [6] 朱兴华.施肥条件下膜孔自由入渗水、氮运移特性试验研究[D].西安:西安理工大学,2006.
- [7] 董玉云,费良军,穆红文.肥液浓度对单膜孔 NO<sub>3</sub>-N 入渗运移特性影响的室内试验研究[J].农业工程学报,2006,22(5):204-206.
- [8] 程东娟,费良军,雷雁斌,等.膜孔灌施条件下硝态氮迁移分布规律研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(1):237-240. (责任编辑 马立)