

宁夏黄灌区稻秆还田对硝态氮流失量的影响

王永生, 黄 剑, 杨世琦*

(中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所; 农业部农业环境与气候变化重点开放实验室, 北京 100081)

摘 要:为控制稻田土壤硝态氮流失,对宁夏黄灌区稻田设置不同量秸秆还田处理:常规施肥不还田(CK)、常规施肥条件下稻秆分别半量(T_1)与全量(T_2)还田,采用树脂芯法测定了稻秆还田 10、20、30 cm 土层硝态氮淋失量。结果表明,稻秆还田可以有效减少 30 cm 处硝态氮淋失量,减少比例在 5.5% 左右。从生育期内来看,前期流失量大于后期,但在后期 120 cm 土层渗滤液中硝态氮含量在 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,对地下水污染没有威胁。稻秆还田条件下,前期土壤硝态氮含量较低,减少了硝态氮淋失的可能性,后期 N 素得到释放而促进了水稻的生殖生长,产量得到增加。因此,稻秆还田可以作为源头控制稻田硝态氮流失的较好措施加以推广。

关键词:硝态氮 淋失量 秸秆还田 树脂芯

中图分类号 S181 文献标志码 A 文章编号:1672-2043(2011)04-0697-07

The Influence of Rice Straw Returning on the Leaching Losses of the Nitrate Nitrogen in Ningxia Irrigation District, China

WANG Yong-sheng, HUANG Jian, YANG Shi-qi*

(Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences Key Laboratory of Agro-Environment and Climate Change, Ministry of Agricultural, Beijing 100081, China)

Abstract Ningxia Irrigation District is the representative irrigation farming region in the upper stream area of the Yellow River. The paddy-upland rotation is still the typical agricultural model in this irrigation district. The crude farming methods are used in the paddy planting, such as uncontrolled irrigation and excessive fertilization, therefore there is a high accumulation of the residual nitrate nitrogen in soil after the harvest. A filed experiment was conducted in paddy of Ningxia Yellow River Irrigation District with three treatments including normal fertilization(CK), half returning(T_1) and total returning(T_2), respectively, on the basis of the normal fertilization. The leaching losses of nitrate nitrogen in the depth of 10, 20, 30 cm was measured by the method of resin core. The result showed that the leaching losses of 30 cm were reduced effectively by straw returning, the decrease ratio of leaching losses was about 5.5%. The leaching losses of nitrate nitrogen was bigger in previous than later during the growth period. The concentration of the nitrate nitrogen in the 120 cm soil percolate was under $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ in the later period, there was no threat to the groundwater pollution. The results indicated that rice straw returning could reduces the content and the probability of the soil nitrate nitrogen leaching in earlier stage, promotes the vegetative growth of the paddy by releasing the nitrogen in the later stages, and increases the yield. Therefore, the rice straw returning should be popularized for the source control of the nitrate nitrogen loss from paddy field in Ningxia Irrigation District.

Keywords nitrate nitrogen; the leaching losses; straw returning; the resin core

农田土壤硝酸盐的淋洗已被认为是造成地下水硝酸盐污染的主要原因,近年来,在这方面的研究越来越多。目前对于稻田土壤硝态氮淋失的研究,在田

间自然状态下,主要通过对土壤渗滤液以及土壤中硝态氮含量的测定来对硝酸盐的积累与淋洗程度进行评价;室内主要通过模拟实验,利用基础数据构建相应模型,对农田的硝态氮淋失进行估算。田间方法虽然可以得到土壤溶液中硝态氮的浓度,但不能够准确得到渗滤量数据,对于准确评价硝态氮的渗漏损失具有一定的局限性;室内研究设定条件难以模拟自然状态下土壤实际情况,模型的适用范围有限,难以真实反应硝态氮的淋失情况。

收稿日期 2010-10-28

基金项目 国家水体污染与治理科技重大专项(2008ZX07212-004-01);
中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金;中国可持续农业技术研究发展计划二期

作者简介 王永生(1985—)男,山东潍坊人,硕士研究生。

E-mail: wyswqj@163.com

* 通讯作者 杨世琦 E-mail: shiqiyang@126.com

离子吸附树脂法在土壤氮素上的研究日渐增多,目前应用较多的是树脂袋、树脂芯以及树脂膜法^[1-5]。树脂芯法在近年来的研究中受到欢迎,它在田间原位培养的情况下,可以尽量保持管子内外湿度和温度的一致性,同时允许管内 N 素矿化产物随水移动,能减少因硝态氮和铵态氮的积累而造成的影响。树脂法测定硝态氮的水平与直接采集土壤或测定土壤渗漏水的结果基本一致^[6-8]。

黄河上游宁夏灌区是我国灌溉农业的精华区,但当前仍然采用“大引大排”和过量施肥等粗放的农作方式,由此造成的面源污染对黄河水质构成了极大威胁。2007 年黄河宁夏段水质为 ~ 级,其中造成超标的污染物主要为 N^[9]。2009 年,宁夏黄灌区水稻秸秆资源量为 59.15 万 t,饲料用 32 万 t,草编用量接近 1 万 t^[10]。灌区农作物秸秆还田率在 10% 左右^[11],大量的秸秆被随意丢弃甚至直接焚烧,不仅浪费了资源,污染了环境,还对土壤生态系统造成了不利的影响。

近年来,秸秆还田等保护性耕作技术受到积极推广,在此方面的研究较多,但大多集中于秸秆还田对农田理化性质、水土流失及作物产量的影响等方面,而以秸秆还田为切入点研究稻田硝态氮淋失量的报道不多。本文将树脂芯法引入农田土壤尺度,在灌区稻田常规施肥基础上进行稻秆还田后,对 10、20、30 cm 土层处的硝态氮淋失量进行了原位吸附测定,避免了因估测渗漏量而引起的实验误差,较准确地反映了硝态氮的淋失。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

试验小区位于宁夏灵武农场,土壤类型为灌淤土。当地年均气温 8.9℃,无霜期 152 d,年蒸发量 1762.9 mm,多年平均降雨量 192.9 mm。年内水量分配不均,春季占 18.2%,夏季占 58%,秋季占 21%,冬季仅占 2.1%。种植方式以水稻-小麦轮作为主,农田退水主要以明排、侧渗为主,退水直接通过西大沟汇入黄河。2009 年试验小区种植水稻,由于 2010 年春季气候反常,春麦无法按时播种,所以在 5 月份种植水稻。

1.2 试验方法

改进的树脂芯法采用直径 76 mm、管壁厚度 0.82 mm 的不锈钢管(高度可以根据测定层次设定),配制将管子打入地下的钢盖以及用于提取的把手;利用 60 目尼龙网制作的 8 cm×8 cm 树脂袋(内装 15 g

氯型、强碱性阴离子树脂);两片直径为 74 mm 的铝塑板(铝塑板上打有 13 个直径为 3 mm 的小孔)。装置见图 1。

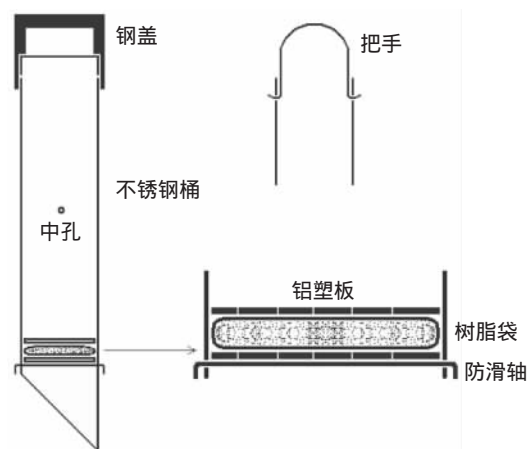


图 1 改进的树脂芯装置图

Figure 1 The improved device figure of the resin-core

管子下部制成楔面,方便将管子打入土体,钢盖可以保证管子在打入土壤过程中避免管口被锤击变形,树脂袋上下的两片铝塑板可以防止土壤对树脂袋的污染,铝塑板上的小孔可以保证土壤溶液通过,管子中间打孔,方便管子侧面土壤溶液进入管内,以尽量减少管内外差异,管子底部的防滑轴可以防止管子提取过程中树脂袋脱落到土体内。

1.3 实验方案及样品采集

田间小区面积为 300 m²,CK 为宁夏灌区常规施肥,每 667 m² 施肥量分别为 20 kg 纯 N,7 kg P₂O₅,4 kg K₂O,施肥品种分别对应为尿素、重过磷酸钙、氯化钾。T₁、T₂ 分别为在水稻收获后,对小区稻秆分别按半量和全量还田,设 3 个重复。在水稻收获过程中,利用久保田收割机自带切割装置切碎稻秆,切碎长度为 8~10 cm,养分含量为有机质 37.57%、全氮 0.68%。5 d 后旋耕翻压,同时施入 10% 的氮肥,加速秸秆分解。每个小区四周开沟,压 120 cm 塑料膜,土壤回填并用水泥起田埂,水泥埂高出田面 40 cm。2009 年水稻收获后 3 个处理的 0~30 cm 土壤基本理化性质为有机质 10.58 g·kg⁻¹,全氮 887 mg·kg⁻¹,速效氮 96.33 mg·kg⁻¹,密度 1.57 g·cm⁻³,比重 2.61。

在小区内垂直打入长度为 22、32、42 cm(楔面长 10 cm)的不锈钢管,管子上部与地面齐平,3 个管子为一排,相互间隔 2 m,每小区沿对角线设置 3 个重复。利用把手将不锈钢管从地下提出,用螺丝刀剔除管子底部 2 cm(楔面以上)厚的土壤后,依次放入事

先准备好的铝塑板-树脂袋-铝塑板-防滑轴,然后回填楔面土壤,小心地将不锈钢管插入原处进行培养。在管周围1 m内选取3点打取0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm土壤分层混匀后,装入自封袋。取样时,用新的树脂袋替换上一次管中放置的树脂袋。

土壤渗滤液采用PVC管储存和负压计提取。小区内打入长度为80、110、140、170 cm的PVC管,其地上部分30 cm。以80 cm的管子为例,在50~60 cm处打孔,用无纺布将开口处包紧,防止土壤将孔堵塞,底部20 cm(底部用塞子密封)用来收集土壤渗滤液,以此液体作为30 cm土层处的土壤渗滤液。以此方法,最后利用负压计分别抽取30、60、90、120 cm处的渗滤液。将渗滤液装入300 mL聚乙烯塑料瓶中,与树脂样品置于-4℃冰箱中冷藏。

1.4 样品分析与计算方法

树脂吸附硝态氮用 $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液浸提,土壤硝态氮用 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KCl}$ 溶液浸提。土壤渗滤液、浸提液硝态氮含量用流动分析仪测定。不同层次土壤硝态氮淋失量计算公式为:

$$\text{淋失量}(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}) = \frac{\text{树脂吸附硝态氮量}(\text{kg}) \times 10\,000}{\text{树脂管面积}(\text{m}^2)}$$

实验前对树脂吸附硝态氮的能力与吸附量分别进行了测定。经测定树脂的吸附能力为93%,每克干树脂能吸附0.8 mg硝态氮。采用Microsoft Excel 2003进行数据处理,采用SAS(8.0)进行方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

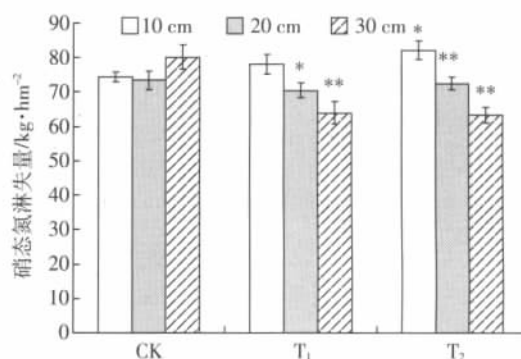
2.1 稻秆还田对硝态氮淋失和变化的影响

2.1.1 硝态氮淋失总量

水稻整个生育季不同土层硝态氮淋失总量如图2所示。CK中硝态氮的淋失总量为30 cm土层明显大于其他层,而 T_1 、 T_2 处理中,随着土层的加深,淋失总量逐渐降低。在处理间, T_1 、 T_2 在10 cm处淋失量大于CK,在20 cm处淋失总量差别不大,而在30 cm处,淋失量显著小于对照,这也说明,与常规施肥稻秆不还田相比,稻秆还田使更多的N素被保存在了30 cm土层内。

各层硝态氮淋失量所占生长季内施肥量的比例见表1。最高的淋失比例出现在 T_2 处理的10 cm处,最小出现在 T_2 处理的30 cm处。但从淋失比例的大小来看,均处于30%以下,淋失比例不高。与不还田相比较,稻秆还田使30 cm土层处的流失比例下降

5.5%左右。20 cm与30 cm处,由于秸秆的施入,虽然还原性增强,但硝态氮的淋失量仍然较大,占到了施肥量的21.13%~26.72%,主要原因可能在于,宁夏黄灌区试验区土壤类型为灌淤土,而且土壤中沙粒含量较多,尤其是在0~30 cm土层中,土壤孔隙度在35%左右,渗透性好。一些研究也发现宁夏灌区硝态氮淋失量较大;于涛等^[12]研究发现宁夏灌区的氮肥有20%~65%左右随地表和地下径流进入黄河,张爱平^[13]研究发现,在宁夏常规灌溉和施肥条件下,农田垂直退水中硝态氮的淋失量为 $61.80 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,而且淋失以硝态氮为主。



注:显著性差异只在处理间的同一层次进行比较,*代表差异显著,**代表差异极显著。

图2 不同土层硝态氮淋失总量

Figure 2 The leaching losses of the nitrate nitrogen in different soil layer

表1 各层土壤硝态氮淋失量占生长季氮肥施入量的比例

Table 1 The proportion of the nitrate nitrogen leaching losses on the nitrogen application rate of the growing season

处理/ Treatments	10 cm/Ten centimeters	20 cm/Twenty centimeters	30 cm/Thirty centimeters
CK	24.80%	24.47%	26.72%
T_1	26.04%	23.51%	21.31%
T_2	27.38%	24.16%	21.13%

2.1.2 水稻生育期内硝态氮淋失量研究

水稻5月3日插秧,插秧前施全部N肥的50%作基肥。由图3可以看出,5月30日与6月26日硝态氮流失量较大,这与前期施肥量(80%)较大,水稻吸收利用较少有关;此段时间内,CK中20 cm和30 cm土层的硝态氮淋失量大于稻秆还田处理。7月24日与8月25日两次流失量接近,但稻秆还田处理中,20 cm和30 cm土层的硝态氮淋失量大于对照。8月25日至9月10日处于烤田期,硝态氮流失量很小,各处理间差异不大。

总体来说,硝态氮的流失量为前期大于后期,其次,稻秆还田初期,由于微生物和水稻的争氮作用,避免了施入土壤中盈余的氮肥转化为硝态氮随水流失,在水稻需肥的中后期释放出来,促进水稻的生殖生长。一些研究^[14-15]发现,秸秆施入土壤中可以刺激土壤微生物的生命活动,影响土壤N素矿化和固持过程,对作物-土壤系统中N素行为,尤其是土壤硝态氮的迁移转化有很大的影响。

2.1.3 土壤渗滤水硝态氮变化情况

在每次取树脂样的同时,利用负压计从不同深度的PVC管中得到不同层次的土壤渗滤水。由于8月25日已是烤田期,PVC管中无土壤渗滤水,所以共采集4次渗滤水,硝态氮浓度变化趋势如图4所示。由土壤渗滤水的变化也可以看出,在5月30日和6月10日,土壤渗滤液中硝态氮含量明显高于其他时间,这与利用树脂吸附的硝态氮淋失量结果一致。其次,在5月30日,从硝态氮的峰值来看,对照出现在90 cm,而秸秆还田处理出现在60 cm,这也说明,稻秆还田延缓了硝态氮向深层淋失。6月26日之后,全量还田处理的硝态氮浓度在90、120 cm处出现了峰值,半量还田与对照处理各层渗滤水中硝态氮浓度变化不

大。从几次土壤渗滤水中硝态氮的含量来看,只有5月30日,硝态氮含量超出国家规定的限值 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,但超标的层次主要集中在60~90 cm,而在其他时间硝态氮含量超标的层次较少。这说明,在该试验的施肥和稻秆处理条件下,土壤渗滤液对地下水污染的威胁较小。但杨谢等^[16]研究认为,免耕结合秸秆覆盖使硝态氮在土壤中容易迁移下渗。

2.1.4 土壤硝态氮含量变化情况

5月30日土壤硝态氮含量明显高于其他时间,而且在4月19日和5月30日,CK处理土壤的硝态氮含量高于稻秆还田处理。这是因为稻秆还田初期,微生物活动剧烈,利用了施入土壤中的N,使较少的N转化为硝态氮,但随着水稻生长的需要,土壤中的N素被吸收利用,微生物固持的N开始慢慢释放,所以土壤中硝态氮的浓度开始上升。如图5中6月26日以后,稻秆还田处理中硝态氮含量大于CK。土壤中硝态氮的变化情况与渗滤液的变化情况基本一致,由此可以看出,稻秆还田对稻田硝态氮的影响为:前期土壤硝态氮含量低,减少了淋失的可能性,中后期随着稻秆矿化氮的增加,使土壤中硝态氮含量增加。该结果与一些旱地稻秆还田条件下,显著降低土壤硝态

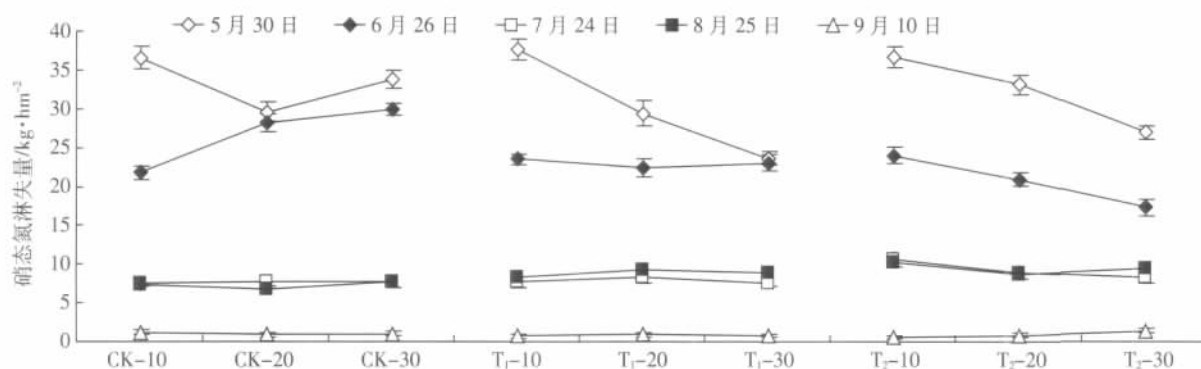


图3 水稻生育季内不同时期硝态氮的淋失量

Figure 3 The nitrate nitrogen leaching losses of the different period during the growing season

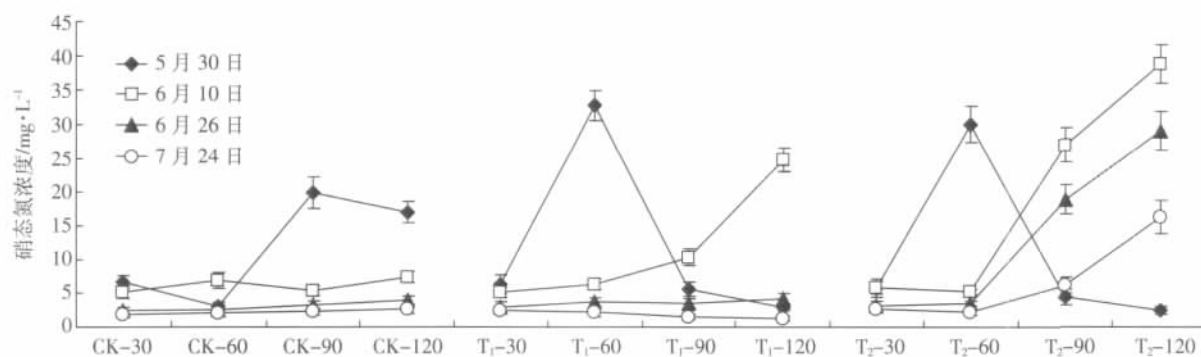


图4 土壤渗滤水硝态氮变化情况

Figure 4 The change of the nitrate nitrogen in the soil percolates

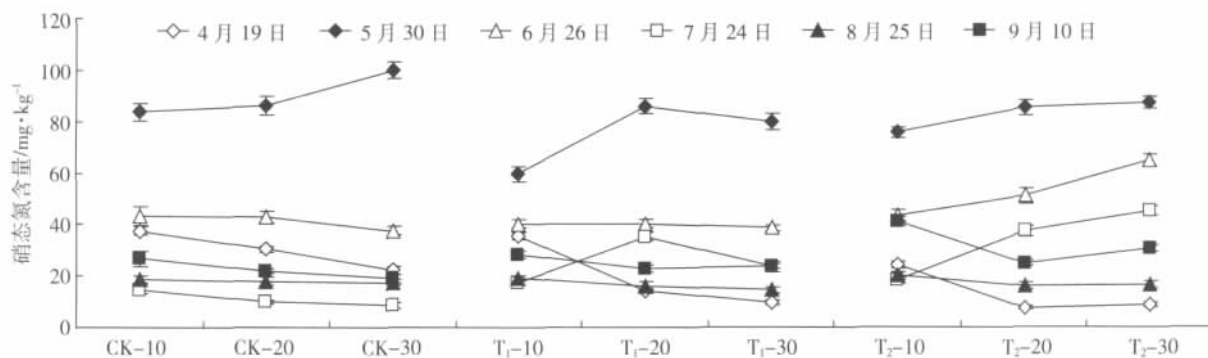


图5 土壤硝态氮变化情况

Figure 5 The change of the content of the soil nitrate nitrogen

氮含量的结果不一致^[17-18]。

2.2 稻秆还田对土壤物理性质及产量的影响

2.2.1 稻秆还田对土壤孔隙度的影响

从土壤孔隙度的变化情况(图6)来看,稻秆还田提高了0~15 cm土层的孔隙度,且0~10 cm的提升幅度较大。这与稻秆还田的深度在10 cm左右有关,由于稻秆添加到土壤中,激发了微生物的活动,使0~10 cm土壤的孔隙度增加。15~30 cm土壤孔隙度略有下降,这与稻秆还田时,由于田间稻秆的存在使土壤耕作不彻底,以及土壤容重的变化有关。

2.2.2 稻秆还田对水稻产量的影响

从表2可以看出,稻秆还田降低了水稻的谷草比,提高了水稻产量。与半量还田相比,全量还田更能降低水稻的谷草比,并提高水稻产量。其原因在于,稻

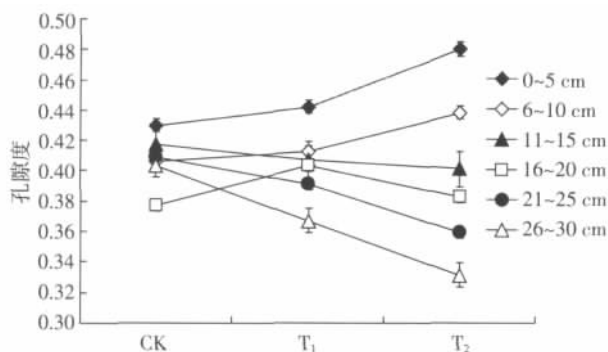


图6 土壤孔隙度变化情况

Figure 6 The change of the soil porosity

表2 稻秆还田对水稻产量的影响

Table 2 The influence of straw returning on the paddy yield

处理	谷草比	产量	增产率
Treatments	Ratio of grain to straw	Yield/kg	Rate of growth/%
CK	1.62	425.52	
T ₁	1.60	461.47	7.79
T ₂	1.57	498.03	14.56

秆还田初期,微生物与水稻幼苗发生争氮作用,其次秸秆腐解的前期会产生一些对水稻生长不利的物质,影响水稻的营养生长^[19],秸秆还田后期养分释放,调整了土壤与化肥养分的释放强度和速率,使水稻各阶段得到更均衡的矿质营养^[20],尤其是抽穗期对养分的吸收和积累,提高了养分的运用效率^[21]。

3 讨论

在本试验的设计下,稻秆还田使更多的氮素被保存在水稻根系吸收范围内,在作物生长需肥量较大的中后期释放出来,在一定程度上降低了土壤硝态氮的含量,也减少了土壤渗滤液中硝态氮的含量,对地下水污染的威胁较小。但由于稻秆还田的时间是在2009年的初冬,施入了10%的氮肥,并为保墒进行了冬灌,对于该段时间内硝态氮的淋失情况以及对地下水污染的威胁程度不明确。

本研究中施入的稻秆的C/N为32.04,相对较高,促进了微生物的生长与繁殖,增强了土壤微生物的固氮作用,从而减弱了水稻在苗期对N营养物质吸收能力较弱而引起的氨挥发、硝化-反硝化,淋失等N损失途径。而在后期,秸秆固定的养分逐渐被释放出来,促进了水稻的生殖生长,有一定的增产能力。

一些研究也发现,秸秆还田确实可以减少硝态氮的淋失,但都停留在表面上的动态变化研究^[22]以及秸秆还田后氮素释放率^[23],有针对性的机理研究鲜有报道。对于还田稻秆腐解过程中,是否会产生硝态氮,对土壤中硝态氮含量的影响情况有待通过进一步研究证实。

4 结论

在宁夏黄灌区稻田常规施肥基础上,对稻秆分半量和全量还田,能有效减少30 cm土层处的硝态氮淋

失量,但半量和全量还田对 30 cm 处的硝态氮淋失量的减少差异不明显。秸秆还田能将更多的氮素固持在水稻根系范围内,促进水稻的生殖生长,增产效果明显。因此,在宁夏黄灌区施行稻秆还田,不仅可以从源头对硝态氮的淋失进行有效的控制,而且增产作用明显,应当加以推广。

参考文献:

- [1] 张奇春,王光火.应用离子交换树脂球研究温度对水稻土养分释放动态的影响[J].中国水稻科学,2003,17(4):365-368.
ZHANG Qi-chun, WANG Guang-huo. Research effect of temperature on nutrient release of paddy soil by using ion-exchange resin capsules [J]. *Chinese Journal of Rice Science*, 2003, 17(4): 365-368.
- [2] 李清荣,王正银,李泽碧,等.离子交换树脂膜测定肥料养分在土壤中的变化[J].农业工程学报,2007,23(2):71-76.
LI Qing-rong, WANG Zheng-yin, LI Ze-bi, et al. Assessment of changes of fertilizer nutrient in soil by ion-exchange resin membrane method[J]. *Transactions of the CSAE*, 2007, 23(2): 71-76.
- [3] 刘杏认,董云社,齐玉春.温带典型草地土壤净氮矿化作用研究[J].环境科学,2007,28(3):633-639.
LIU Xing-ren, DONG Yun-she, QI Yu-chun. Soil net nitrogen mineralization in the typical temperate grassland [J]. *Environmental Science*, 2007, 28(3): 633-639.
- [4] Mo J M, Brown S, Peng S L, et al. Nitrogen-availability in disturbed, re-habilitated and mature forests of tropical China[J]. *Forest Ecological Manage*, 2003, 17(5): 573-583.
- [5] 陈伏生,曾德慧,范志平,等.沙地不同树种人工林土壤氮素矿化过程及其有效性研究[J].生态学报,2006,26(2):341-348.
CHEN Fu-sheng, ZENG De-hui, FAN Zhi-ping, et al. Comparative nitrogen mineralization and its availability in certain woody plantations in Keerqin sand lands, China[J]. *Acta Ecological Sinica*, 2006, 26(2): 341-348.
- [6] 方运霆,莫江明,周国逸,等.南亚热带森林土壤有效氮含量及其对模拟氮沉降增加的初期效应[J].生态学报,2004,24(11):2353-2359.
FANG Yun-ting, MO Jiang-ming, ZHOU Guo-yi, et al. The short-term responses of soil available nitrogen of Dingshanhu forests to simulated N disposition in subtropical China[J]. *Acta Ecological Sinica*, 2004, 24(11): 2353-2359.
- [7] 方运霆,莫江明,江远清,等.鼎山湖森林渗透水酸度和无机氮含量对模拟氮沉降增加的早期效应[J].热带亚热带植物学报,2005,13(2):123-129.
FANG Yun-ting, MO Jiang-ming, JIANG Yuan-qing, et al. Acidity and inorganic nitrogen concentrations in soil solution in short-term response to N addition in subtropical forests[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2005, 13(2): 123-129.
- [8] Schoenau J J, Huang Z Z. Ion exchange resin strips as plant root simulators//Proceedings of the 1993 Soil and Crop Workshop[R]. University of Saskatchewan, Saskatoon, S K. 1999:392-400.
- [9] 张爱平,杨世琦,张庆忠.宁夏灌区农田退水污染形成原因及防治对策[J].中国生态农业学报,2008,16(4):1037-1042.
ZHANG Ai-ping, YANG Shi-qi, ZHANG Qing-zhong, et al. Influence factor and counter measures of irrigation return flow pollution in Ningxia Yellow River Water Irrigation District[J]. *Chinese Journal of Eco-Agricultural*, 2008, 16(4): 1037-1042.
- [10] 马京军.宁夏农作物秸秆资源现状评价[J].宁夏农林科技,2010,1:41-42.
MA Jing-jun. The present valuation of crops straw resources in Ningxia District[J]. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, 2010, 1: 41-42.
- [11] 杨刚,唐志海,石海霞.宁夏秸秆资源综合利用现状及发展对策分析[J].农业环境与发展,2010(2):34-37.
YANG Gang, TANG Zhi-hai, SHI Hai-xia. The analysis of the comprehensive utilization and development strategy of the crops straw in Ningxia District [J]. *Agro-Environment and Development*, 2010(2): 34-37.
- [12] 于涛,陈静生.农业发展对黄河水质和氮污染的影响:以宁夏为例[J].干旱区资源与环境,2004,18(5):1-7.
YU Tao, CHEN Jing-sheng. Impacts of the agricultural development on the water quality and nitrogen pollution of the Yellow River: A case of Ningxia Irrigation Area[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2004, 18(5): 1-7.
- [13] 张爱平.宁夏黄灌区稻田退水氮磷污染特征研究[D].北京:中国农业科学院博士论文,2009.
ZHANG Ai-ping. Study on the characteristics of nitrogen and phosphorus pollution in the return flow of rice paddy in Ningxia Irrigation Region[D]. Beijing:Ph. D of the Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2009.
- [14] 马永良,宇振荣,江永红,等.曲周试区玉米秸秆不同还田方式对土壤氮素影响的探讨[J].土壤,2003,35(1):62-65.
MA Yong-liang, YU Zhen-rong, JIANG Yong-hong, et al. Effect of patterns of using corn stalks as manure on soil[J]. *Soils*, 2003, 35(1): 62-65.
- [15] 霍竹,付晋锋,王璞.秸秆还田和氮肥施用对夏玉米氮肥利用率的影响[J].土壤,2005,37(2):202-204.
HUO Zhu, FU Jin-feng, WANG Pu. Effects of application of N-fertilizer and crop residues as manure on summer maize N recover rate[J]. *Soils*, 2005, 37(2): 202-204.
- [16] 杨谢,赵变京,王昌全.保护性耕作下麦稻轮作水稻田土壤的氮素动态变化[J].中国水土保持科学,2008,6:59-62.
YANG Xie, ZHAO Xie-jing, WANG Chang-quan. Research on leakage of nitrogen in the rotation field of rice and wheat under the conservation tillage[J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2008, 6: 59-62.
- [17] 赵鹏,陈阜.秸秆还田配施氮肥对夏玉米氮利用及土壤硝态氮的影响[J].河南农业大学学报,2009,43(1):14-18.
ZHAO Peng, CHEN Fu. Effects of straw mulching and nitrogen fertilizer application on nitrogen use in summer maize and soil nitrate content [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2009, 43(1): 14-18.
- [18] 赵鹏,陈阜.豫北秸秆还田配施氮肥对冬小麦氮利用及土壤硝态氮的短期效应[J].中国农业大学学报,2008,13(4):19-23.

- ZHAO Peng, CHEN Fu. Short-term influences of straw and nitrogen cooperation on nitrogen use and soil nitrate content in North Henan[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2008, 13(4) :19-23.
- [19] 陈新红, 叶玉秀, 许仁亮, 等. 小麦秸秆还田对水稻产量和品质的影响[J]. 作物杂志, 2009(1) :54-57.
- CHEN Xin-hong, YE Yu-xiu, XU Ren-liang, et al. Effect of wheat straw residues amount on grain yield and quality rice[J]. *Crops*, 2009, (1) :54-57.
- [20] 王 静, 郭熙盛, 王允青, 等. 保护性耕作与平衡施肥对巢湖流域稻田氮素径流损失及水稻产量的影响研究[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(6) :1164-1171.
- WANG Jing, GUO Xi-sheng, WANG Yun-qing, et al. Effects of conservation tillage and balanced fertilization on nitrogen loss from paddy field and rice yields in Chaohu Region[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2010, 29(6) :1164-1171.
- [21] 徐国伟, 吴长付, 刘 辉, 等. 秸秆还田与氮肥管理对水稻养分吸收的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7) :191-195.
- XU Guo-wei, WU Chang-fu, LIU Hui, et al. Effect of straw residue returned and nitrogen management on nutrient absorption of rice[J]. *Transactions of the CEA*, 2007, 23(7) :191-195.
- [22] 李凤博, 牛永志, 刘金根, 等. 秸秆填埋对水稻土表层水三氮动态的影响[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(3) :513-517.
- LI Feng-bo, NIU Yong-zhi, LIU Jin-gen, et al. Effect of straw return with landfill on nitrogen dynamics in surface water of paddy soil :An outdoor pot experiment[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2009, 28(3) :513-517.
- [23] 戴志刚, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 不同作物还田秸秆的养分释放特征实验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6) :272-276.
- DAI Zhi-gang, LU Jian-wei, LI Xiao-kun, et al. Nutrient release characteristics of different crop straws manure[J]. *Transactions of the CEA*, 2010, 26(6) :272-276.

第四届全国农业环境科学学术研讨会 征文通知

各有关单位和专家：

第四届全国农业环境科学学术研讨会拟于 2011 年 7 月中下旬在内蒙古呼和浩特市召开。大会将对我国近年来农业环境科学领域的最新研究成果进行交流, 本次会议仍采取大会主题报告与专题研讨相结合的形式, 届时将邀请有关院士、知名专家作特邀报告。现将会议有关征文事宜通知如下：

一、会议主办单位

中国农业生态环境保护协会, 农业部环境保护科研监测所, 农业部产地环境与农产品安全重点开放实验室

二、会议承办单位

内蒙古农业大学

三、会议主题

“十一五”农业环境研究回顾与展望

四、论文征集范围

(1) 污染生态研究 (2) 土壤污染与修复研究 (3) 农业面源污染与治理方面研究 (4) 农业温室气体减排潜力与技术评估等研究 (5) 农药环境行为及快速测定技术的研究及应用 (6) 农业废弃物处理及资源化利用研究 (7) 农业环境风险评价与预警体系等研究 (8) 生态农业、生物多样性保护及转基因环境安全等方面研究 (9) 其他有关农业环境科学领域内的新理论、新技术及新方法研究等。

五、论文要求

(1) 论文应是未公开发表或未在全国性学术会议上交流过的学术论文 (2) 论文请用 Word 格式录入, 论文格式请按《农业环境科学学报》征稿简则的要求撰写 (3) 截稿日期 2011 年 6 月 20 日 (4) 投稿邮箱 E-mail: caep@vip.163.com (来稿请务必注明“学术会议论文”)。审阅合格的论文编入《第四届全国农业环境科学学术研讨会论文集》, 入选 CNKI《中国重要会议论文全文数据库》。研讨会上评选的优秀会议论文将集中刊登在《农业环境科学学报》2011 年第 11 期, 并对优秀论文颁发证书及奖金。

六、联系方式

通讯地址 300191 天津市南开区复康路 31 号 《农业环境科学学报》编辑部

联系人 李无双(13702119778) 潘淑君(13920028209)

电话 022-23674336 022-23006209(传真)

电邮: caep@vip.163.com

网址 www.aes.org.cn