

施肥培肥措施对春玉米农田土壤氨挥发的影响^{*}

李红梅¹ 关春林² 周怀平² 杨治平² 解文艳²

(1. 山西省农业科学院农产品综合利用研究所 太原 030031;

2. 山西省农业科学院土壤肥料研究所 太原 030031)

摘要 采用通气法进行不同秸秆还田方式、施肥时期和方法对春玉米农田土壤氨挥发影响的研究。结果表明, 秸秆还田同秋季耕翻深施肥结合, 可以大幅度减少春玉米农田土壤氨挥发损失。试验测定期间, 春施肥各处理的田间土壤氨挥发总量较大且处理间有明显差异, 特别是秸秆直接还田春施肥处理(S3)氨挥发量最高, 达 30.36 kg/hm^2 , 较不施肥处理多挥发 26.91 kg/hm^2 , 田间氨挥发损失占到施 N 肥总量的 17.94% ; 秋施肥各处理的田间土壤氨挥发总量介于 $5.57 \sim 6.92 \text{ kg/hm}^2$ 间, 田间氨挥发损失仅占施 N 肥总量的 $0.28\% \sim 1.18\%$, 各处理间差异甚微, 氨挥发损失总量极低。春施肥同秋施肥处理间比较, 田间土壤氨挥发总量也存在明显差异, 以秸秆覆盖间(S2、A2)差异最小, 为 2.65 kg/hm^2 , 以秸秆直接还田间(S3、A3)差异最大, 为 25.58 kg/hm^2 , 氨挥发损失增加了 $1.77\% \sim 17.06\%$ 。

关键词 氨挥发 春玉米 施肥培肥措施 通气法

Effect of fertilization on soil ammonia volatilization in spring corn fields. LI Hong-Mei¹, GUAN Chun-Lin², ZHOU Huai-Ping², YANG Zhi-Ping², XIE Wen-Yan² (1. Institute of Farm Production Utilization, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China; 2. Institute of Soil and Fertilizer, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China), *CJEA*, 2007, 15(5): 76~79

Abstract Aeration method was used to study the influence of different modes of fertilization on soil NH_3 volatilization on corn farmlands. Results show that the combination of straw soil incorporation and deep autumn fertilization significantly decreases soil NH_3 volatilization. Cumulative total NH_3 volatilizations under different autumn fertilization treatments are between 5.37 kg/hm^2 and 6.92 kg/hm^2 , accounting for 0.28% to 1.18% of applied N through fertilization. However, no significant difference is observed among treatments. Cumulative total soil NH_3 volatilization in spring fertilization treatments is higher than that of autumn, and a significant difference is observed among spring treatments. Difference in NH_3 volatilization between spring and autumn treatments is obvious. The least difference (2.65 kg/hm^2) is found between spring and autumn straw mulching and the highest difference (25.58 kg/hm^2) is found between spring and autumn straw soil incorporation. About $1.77\% \sim 17.06\%$ higher NH_3 volatilization occurs in spring.

Key words Ammonia volatilization, Spring corn, Fertilization modes, Aeration method

(Received Dec. 29, 2005; revised March 14, 2006)

氨挥发是农田 N 素损失的一条重要途径, 不仅降低 N 肥利用率, 增加生产成本, 而且导致不良生态问题。我国北方干旱半干旱地区耕地多为石灰性土壤, 干旱的气候和土壤 pH 较高, 使北方旱地的氨挥发更加严重。如何减轻氨挥发损失多年来一直受到广泛关注^[1~6]。氨挥发损失受诸如土壤、气候和农业措施等因素的影响, 而采用合理的农业管理措施(施肥量、施肥时间、施肥方式和添加脲酶抑制剂)是减少 N 肥氨挥发损失的重要手段。深施肥是目前提出的减少氨挥发的各种方法中效果最显著且较稳定的一种。

1 年 1 作春玉米是我国北方半湿润偏旱区的主要种植制度, 玉米秸秆总量的一半以上被还田利用, 但在实施秸秆还田中, 忽视同化肥的配合, 造成秸秆等有机物腐解较慢而影响下茬播种质量, 幼苗生长较弱, 影响着秸秆还田技术的应用。深施肥作为一项减少氨挥发、提高旱地玉米 N 肥利用率的有效措施, 由于该区春旱频繁和缺乏深施肥机械等原因, 也未能得到广泛应用^[7]。秸秆还田和秋施肥的合理结合, 较好地解决了上述问题。

^{*} 国家科技攻关项目(2001BA508B09)和国家高新技术研究(863)发展计划项目(2002AA2Z4311-07)资助

收稿日期: 2005-12-29 改回日期: 2006-03-14

本文的主要目的是利用通气法^[8],进行不同秸秆还田方式、不同施肥时期和方法对春玉米农田土壤氮挥发的影响研究,为我国北方农田减少氮挥发损失,提高N肥利用率提供理论依据。

1 试验材料与方法

试验在自1992年秋季起在山西省寿阳县宗艾村布设的春玉米不同施肥培肥长期定位试验地开展。

试验采用裂区设计,主区为春施肥(S)和秋施肥(A)。春施肥于2004年4月17日结合春播,穴施化肥,施肥深度4~7cm,秋施肥于2003年10月29日秋季结合深耕翻地,全耕层深施肥,化肥全部底施,春播时不再施肥。经多点取土样测定,秋施肥后N肥在耕层中的分布比率为:0~5cm 1.37%、5~10cm 3.13%、10~15cm 14.12%、15~20cm 39.46%、20~25cm 28.03%、25~30cm 13.89%。副区为秸秆不同还田方式处理,适宜施肥量,150kg/hm² N,84kg/hm² P₂O₅。秸秆覆盖还田,秸秆量6t/hm²,覆盖时间每年5月下旬,配施适宜施肥量;秸秆直接还田,秸秆量6t/hm²,配施适宜施肥量;秸秆过腹还田,牛粪(鲜)45t/hm²,配施适宜施肥量;另设一个春秋均不施肥的处理(CK)。组合为9个处理,即CK:不施肥;A1:秋施适宜施肥量;A2:秋施秸秆覆盖还田;A3:秋施秸秆直接还田;A4:秋施秸秆过腹还田;S1:春施适宜施肥量;S2:春施秸秆覆盖还田;S3:春施秸秆直接还田;S4:春施秸秆过腹还田。

供试N肥为进口尿素,含N量46%,P肥为过磷酸钙(太原),含P₂O₅ 14%。玉米秸秆(风干)有机碳含量40.8%,全N 9.80g/kg,全P 0.43g/kg,全K 24.8g/kg。牛粪(风干)有机质含量111.5g/kg,全N 4.07g/kg,全P(P₂O₅)1.31g/kg,全K(K₂O)23.7g/kg。供试玉米品种为“强盛31号”,种植密度5万株/hm²,行距60cm、株距34~37cm,玉米播期4月17日,播深4~7cm。

氨捕获装置由聚氯乙烯硬质塑料管制成^[7]。第一阶段测定于2003年10月29日秋施肥后的当天开始,最初1周每天取样1次,第2~3周视测得氨数量多少每2~3d取样1次,以后取样间隔延长到7d,至2003年12月5日土壤表层冻积时结束;第二阶段测定于2004年3月29日土壤表层未解冻前开始,最初每周1次,4月17日春施肥后每2d取样1次,5月中旬后每4~7d取样1次,至2004年6月11日土壤氨挥发速率较低时结束。在各小区放置5个氨捕获装置,次日上午9:00取样,取样时将通气装置下层的海绵取出,迅速按小区号分别装入盛有300mL 1.0mol/L KCl溶液的塑料瓶中,并将海绵完全浸于其中,密封待测。同时换上另一块刚浸过磷酸甘油的海绵。上层的海绵视其干湿情况3~7d更换1次,变动摆放位置后,将装置重新放好,开始下一次田间吸收。将盛有海绵的塑料瓶震荡1h后,浸提液中的铵态氮用蒸馏定氮法测定。

田间土壤氨挥发速率计算公式为:

$$\text{氨挥发率}(\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{d}) = M / (A \times D) \times 10^{-2} \quad (1)$$

式中, M 为通气法单个装置平均每次测得的氨量(mg); A 为捕获装置的横截面积(m²); D 为每次连续捕获的时间(d)。

2 结果与分析

2.1 冬前田间土壤的氨挥发

由图1可知,秋季深耕施肥耙耱后第5~6d,氨挥发速率达到最大值,之后氨挥发速率迅速降低,到11月底,田间气温较低,土壤表层开始冻结,各处理土壤氨挥发速率维持在0.01~0.02kg/hm²·d的极低水平。

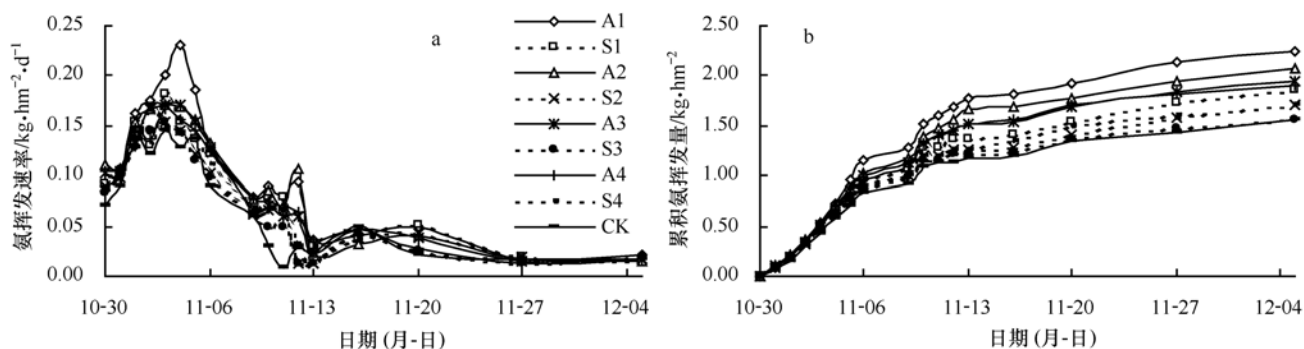


图1 不同处理冬前土壤氨挥发速率(a)及累积氨挥发量(b)

Fig.1 The influence of different treatments on soil NH₃ volatilization rate (a) and accumulated NH₃ volatilization in early winter

秋施肥各处理氨挥发量分别为 A1 处理 $2.39\text{kg}/\text{hm}^2$ 、A2 处理 $2.18\text{kg}/\text{hm}^2$ 、A3 处理 $2.06\text{kg}/\text{hm}^2$ 、A4 处理 $2.02\text{kg}/\text{hm}^2$ ，处理间氨挥发量相差不大，与不施肥处理比较氨挥发量只增加 $0.36\sim 0.73\text{kg}/\text{hm}^2$ ，占总施 N 肥量的 $0.24\%\sim 0.49\%$ 。秋施肥后，冬前土壤氨挥发损失量极低。

2.2 春末夏初田间土壤的氨挥发

由图 2 可知，2004 年 3 月下旬~4 月上中旬土壤表层开始解冻期间，土壤氨挥发速率较低，春施肥和秋施肥各处理间无明显差异，为 $0.036\sim 0.046\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$ ；从 2004 年 4 月中下旬开始，秋施肥各处理土壤氨挥发速率随着田间气温的逐渐升高而缓慢增大，到 5 月 9 日后基本维持在较低水平；2004 年 4 月 17 日春玉米播种，春施肥后第 4d 开始，各处理土壤氨挥发速率明显高于秋施肥各处理，同时春施肥各处理间土壤氨挥发速率最大值出现的时间和数值表现出较大的差异，S1 处理土壤氨挥发速率在春施肥的第 14d 和第 25d 分别达到最大 $0.589\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$ 和 $0.592\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$ ；S2 处理土壤氨挥发速率在春施肥的第 19d 达到最大 $0.927\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$ ；S3 处理土壤氨挥发速率在春施肥的第 6d 就达到最大 $3.034\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{d}$ ；S4 处理在春施肥后 30~45d 期间，氨挥发速率突然增大，可能同有机肥进一步腐熟后氨挥发有关；4 月 27 日和 5 月 4 日各处理土壤氨挥发速率较低，可能同上述 2 日平均气温突然降低到 5°C 以下有关。

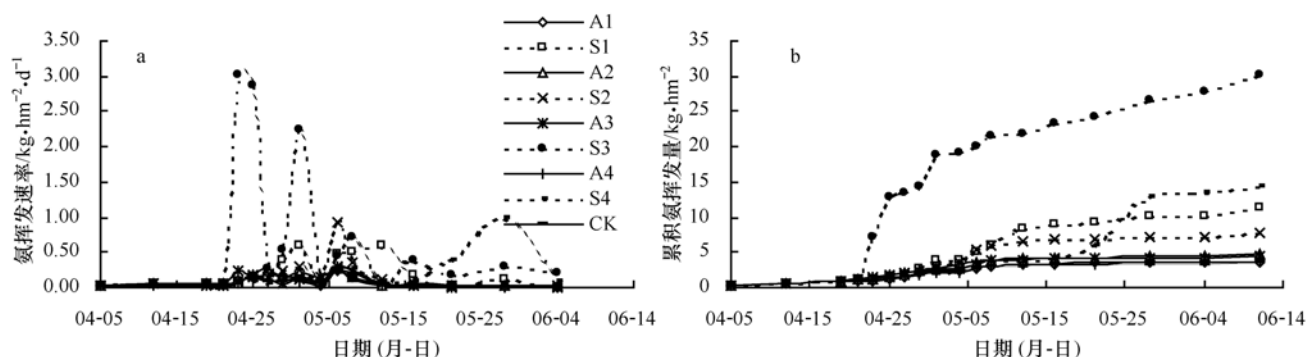


图 2 春末夏初不同处理土壤氨挥发速率(a)及累积氨挥发量(b)

Fig.2 The influence of different treatments on soil NH_3 volatilization rate (a) and accumulated NH_3 volatilization(b) in late spring

秋施肥各处理间氨挥发量差异不大。秋施肥各处理与不施肥处理比较，氨挥发量相差 $0.06\sim 1.26\text{kg}/\text{hm}^2$ ，占施 N 量的 $0.04\%\sim 0.84\%$ ；春施肥各处理氨挥发量明显高于秋施肥各处理，且处理间差异十分明显，S3 处理氨挥发量最高，达 $30.36\text{kg}/\text{hm}^2$ ，其次是 S4 处理为 $14.39\text{kg}/\text{hm}^2$ ，S1 处理为 $11.22\text{kg}/\text{hm}^2$ ，S2 处理最低，为 $7.75\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

2.3 试验期间田间土壤氨挥发

试验测定期间，不施肥处理田间土壤氨挥发总量最低，为 $5.15\text{kg}/\text{hm}^2$ 。春施肥各处理间田间土壤氨挥发总量有明显差异，较不施肥处理多挥发 $4.43\sim 26.91\text{kg}/\text{hm}^2$ ，田间氨挥发损失占到施 N 肥总量的 $2.95\%\sim 17.94\%$ 。而秋施肥各处理间田间土壤氨挥发总量仅有微小差异，较不施肥处理多挥发 $0.42\sim 1.77\text{kg}/\text{hm}^2$ ，田间氨挥发损失仅占施 N 肥总量的 $0.28\%\sim 1.18\%$ 。春施肥同秋施肥相对应处理间比较，田间土壤氨挥发总量也存在明显差异，以秸秆覆盖间差异最小，为 $2.65\text{kg}/\text{hm}^2$ ，以秸秆直接还田间差异最大，为 $25.58\text{kg}/\text{hm}^2$ ，氨挥发损失增加 $1.77\%\sim 17.06\%$ (表 1)。

表 1 不同处理冬前、春夏两时段土壤氨挥发损失状况

Tab.1 Changes of soil NH_3 volatilization loss of different treatments

测定时期 Period	氨挥发损失/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Ammonia volatilization loss								
	A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	CK
2003-10-29~12-05	2.39	2.18	2.06	2.02	1.98	1.83	1.70	1.83	1.66
2004-03-29~06-11	3.68	4.75	4.42	3.55	11.22	7.75	30.36	14.39	3.49
合 计	6.07	6.93	6.48	5.57	13.20	9.58	32.06	16.22	5.15

3 小结与讨论

1992 年以来 12 年的连续定位试验证明：结合秋季深耕翻地时，进行秸秆还田深施肥后耙耱，第 2 年春季直接机械播种或畜力耩播，可减少土壤表层的翻动，减轻土壤水分的过度散失，保持春播时有较好的土壤墒情，有利于作物种子的萌发和幼苗生长，增加玉米籽粒产量，提高肥料利用率^[9]。同春施肥各处理比

较,本试验秋季深施肥各处理的土壤氮挥发损失甚微,甚至远低于韩晓增、李贵桐等报道的数值^[3,4]。造成这一结果的原因,除与测定方法、施N量等因素有关外,可能同深施肥时间已临近冬季,土壤表层一直封冻至翌年的3月底,期间施入土壤深层的N肥一部分被土壤吸附,一部分转化为硝态氮,土壤解冻后到达土壤表层的氮大幅度减少;春施肥由于施肥浅并且相对集中,N肥被土壤吸附和转化的时间和空间均不充裕,大量的氮到达了土壤表层而被挥发损失。本试验结果从减少氮挥发损失的角度,说明秸秆还田秋施肥技术能提高玉米N肥利用率的原因。

秸秆还田春施肥各处理的土壤氮挥发损失量均高于秸秆还田秋施肥各处理,特别是秸秆直接还田春施肥处理土壤氮挥发损失量达 $32.06\text{kg}/\text{hm}^2$,较秸秆直接还田秋施肥处理增加 $25.58\text{kg}/\text{hm}^2$,可能是由于秸秆直接还田的耕翻质量较差、土壤表层间隙增大等原因所致。本试验结果说明,实施玉米秸秆还田的农田更应同秋季耕翻深施肥结合,以减少土壤氮挥发损失,降低肥料投入,提高N肥利用率,保护生态环境。

参 考 文 献

- 1 曹 兵,李新慧,张 琳,等.冬小麦不同基肥施用方式对土壤氮挥发的影响.华北农学报,2001,16(2):83~86
- 2 巨晓棠,刘学军,邹国元,等.冬小麦夏玉米轮作体系中氮素的损失途径分析.中国农业科学,2002,35(12):1493~1499
- 3 韩晓增,王守宇,宋春雨,等.黑土区水田化肥氮去向的研究.应用生态学报,2003,14(11):1859~1862
- 4 李贵桐,李保国,陈德立.大面积冬小麦夏玉米农田土壤的氮挥发.华北农学报,2002,17(1):76~81
- 5 李兆君,马国瑞,王申贵,等.腐殖酸长效尿素在土壤中转化及其对玉米增产的效应研究.中国生态农业学报,2005,13(4):121~123
- 6 凌 莉,李世清,李生秀.石灰性土壤氮挥发的研究.土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(6):119~122
- 7 王朝辉,刘学军,巨晓棠,等.北方冬小麦夏玉米轮作体系土壤氮挥发的原位测定.生态学报,2002,22(3):359~365
- 8 王朝辉,刘学军,巨晓棠,等.田间土壤氮挥发的原位测定——通气法.植物营养与肥料学报,2002,8(2):205~209
- 9 周怀平,杨治平,关春林,等.旱地玉米秸秆还田秋施肥生态效应研究.中国生态农业学报,2005,13(1):125~127

欢迎订阅 2008《作物杂志》

《作物杂志》是中国作物学会和中国农业科学院作物科学研究所主办的农作物实用性技术类期刊,1985年创刊。本刊信息量大、时效性强;发行量大、影响面广。曾荣获第三届/第四届/第五届全国优秀农业科技期刊奖、中国科协优秀科技期刊奖。连续入选全国中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)和中国农业核心期刊,2005年进入国家精品期刊库。

办刊宗旨:为农业生产服务。刊登具有创新性、实用性强的有关农作物的文章;快速报道农业新技术、新成果;关注三农问题;积极配合国家农业政策,发表具有导向作用的宏观指导性的文章。

读者对象:种植业专业户、农业经营人员、农业技术推广工作者,蔬菜、林果基地、农业示范园区、农场、农垦系统有关人员,各级农业领导、农业院校师生及广大农民朋友。

本刊为双月刊,大16开本,110页。定价6元/册,全年36元,全国各地邮局均可订阅。漏订者请寄款至编辑部,地址:北京中关村南大街12号中国农科院作物所内;收款人:作物杂志编辑部;邮编:100081;电子信箱:zwzz@chinajournal.net.cn 或 zwzz304@mail.caas.net.cn;电话:(010)68918790。