

河北平原山前地区土壤氨挥发测定试验研究

张 胜, 张翠云, 孙振华

(中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北 正定 050803)

摘 要:利用野外现场采样及室内测试方法,研究了河北平原山前地区土壤的田间氮肥氨挥发规律。结果表明,该地区麦田、玉米田不同时期施碳铵化肥后 30 d,氨挥发量为 17.0%—75%。氨的挥发强度受多种因素影响,采用深施、混施方法可明显减少氨的挥发。

关键词:土壤氨挥发; 河北平原; 山前地区

中图分类号:X833 **文献标识码:**A **文章编号:**1000 – 0267(2002)06 – 0527 – 03

Determination of Volatilization of Ammonia from Soils at the Piedmont Area, Heibei Plain

ZHANG Sheng, ZHANG Cui-yun, SUN Zhen-hua

(Institute of Hydrogeology & Environmental Geology, CAGS, Zhengding, Hebei, 050803)

Abstract: Influence from increasing applied amount of chemical fertilizers on the environment is growing serious in development of agriculture production. We did a research on processes of cycling and transformation of nitrogen in soils with agriculture plants at the piedmont area in Hebei Plain to understand the utilization rate of nitrogen fertilizer by plant, loss amount of nitrogen fertilizer and the degree of pollution on the environment. The study approach and method were raised for reasonable utilization of nitrogen fertilizer, prevention of nitrogen fertilizer from the loss of ammonia volatilization, higher utilization rate of nitrogen fertilizers and protection of the agricultural environment.

Keywords: volatilization of ammonia from soils; the piedmont area; Hebei Plain

人们盲目过量使用氮肥不仅不能提高作物产量,而且还是引起环境污染的重要因素之一,如何提高氮肥利用率和减少氮肥损失的研究已受到人们的重视。对于氮肥利用率和氮肥损失量的研究近年已有许多文献报道,朱兆良总结了国内 728 个田间实验结果,得出我国水稻与麦类作物对氮肥利用率只有 28%—41%。中国农业科学院土壤肥料研究所的氮肥利用率研究结果为 30%—40%,也有氮肥当季利用率为 30%—35% 的报道。我国一般将氮肥利用率看作 30%^[1]。蔡贵信、朱兆良在我国四个地点的水稻田间试验结果表明,氨挥发占施入氮量的 9%—40%,相当于氮素总损失的 20%—71%^[2]。我们在研究氮循环的过程中对河北平原山前地区小麦和玉米田间施肥土壤氨挥发进行了测定实验研究,以了解作物对氮肥的利用率和氮肥损失量以及对环境污染的程度,为

合理利用氮肥、防止氮肥氨挥发损失、提高氮肥利用率、保护农业环境提出了研究途径和方法。

1 试验区概况

试验在河北正定中国地质科学院水文地质环境地质研究所野外环境地质综合试验基地进行,该基地位于太行山山前平原区,滹沱河冲洪积扇上。坐标位置为北纬 38°10′,东经 114°35′,海拔高度 68 m。隶属河北省正定县。

该基地为暖温带半湿润、半干旱季风气候,多年平均降水量为 500 mm 左右,年平均气温 14.0℃,全年日照时数多年平均为 2 500 h 左右,太阳总辐射 525 kJ·cm⁻² 左右。试验研究期间干旱少雨,1997 年降水总量为 278.8 mm,1998 年为 300.96 mm。

2 试验材料和方法

2.1 试验田土壤

理化特性为:土壤表层 0—25 cm,岩性为亚砂土,pH 为 8.3—9.2,有机质含量为 1.4—1.9%。

收稿日期: 2002 – 01 – 06

基金项目:国土资源部基础研究项目(9501110 – 02);环境地质开放实验室资助课题(K98014)

作者简介:张 胜(1956—),男,副研究员,研究方向为微生物地球化学及环境地质等。

- 2.2 试剂
- 2.0% 硼酸溶液, 称取 20 g 分析纯硼酸于 1 000 mL 容量瓶中, 加蒸馏水定容; 混合指示剂, 称取 0.025 g 麝草兰、0.065 g 甲基红、0.4 g 溴麝草兰、0.25 g 酚酞共溶于 400 mL 无水乙醇中, 加入少量蒸馏水稀释后, 用 0.1 mol · L⁻¹ NaOH 溶液调至中性(呈黄绿色), 加蒸馏水至 1 L; 0.01 mol · L⁻¹ HCl 标准溶液。
- 2.3 试验方法
- 用直径 12.5 cm 结晶皿, 加入 2% 硼酸溶液 50 mL, 加入混合指示剂 6—7 滴, 此时硼酸吸收液呈浅紫红色, 将其放在试验田地表高约 5—7 cm 的铁丝架上, 用 3 L 大的圆筒形玻璃杯罩在地面上, 杯壁口周围用土密封压实, 防止氨的逸出。在施肥的试验田不同位置安放 3—5 个, 在不施肥的对照区不同位置同样安放 3—5 个。
- 2.4 测定与计算
- 将田间已经吸氨的硼酸溶液取回, 用 0.01mol · L⁻¹ HCl 标准溶液滴定, 使蓝色变为浅红色, 纪录滴定标准酸量, 计算出每个挥发氨的含量。根据试验要求, 把施肥区和不施肥区每次测定的结果按安放吸收装置的个数分别进行平均, 作为一次挥发量。再将试验期氨挥发的量进行计算, 计算方法为:
- 施肥区氨挥发量 = 施肥区氨挥发量 - 对照区氨挥发量
氨挥发(施肥区氨挥发量 / 施入化肥中氨的重量) × 100%

3 结果与分析

于 1997 年—1998 年根据当地作物施肥情况, 选择了不同季节时段, 进行了田间氮肥氨挥发的测定, 主要对麦田和玉米田进行了氮肥的 NH₃ 挥发损失实验, 其结果列于表 1 中。

氨挥发强度受控于气象因素(温度、湿度、风速

表 1 田间施肥氨挥发测定结果

Table 1 Determining volatilization of ammonia from applied fertilizers in farmland

测定时间		施肥后天数	作物种类	施肥日期、种类及方式	氨挥发总量
年	月/日				/%
1997	5/6	10	麦田	1997 年 4 月 26 日表施碳铵	41.59—41.78
	5/16	20			41.66—41.51
	5/26	30			41.74—40.88
	11/2	10		1997 年 10 月 23 日表施碳铵	13.29
	11/12	20			15.77
	11/22	30			17.0
1998	4/10	10	麦田	1998 年 3 月 31 日表施碳铵	16.43
	4/20	20			30.92
	4/30	30			16.0
	7/20	2	玉米田	1998 年 7 月 18 日表施碳铵	56.01
	7/28	10			60.49
	8/7	20			67.40
	8/17	30	麦田	1998 年 10 月 9 日种麦, 混施硝酸磷复合肥	75.43
	10/19	10			0.0
	10/29	20			0.0
	11/8	30			0.0
	11/18	40			2.88

等)及土壤质地、pH、含水量、施肥量和施肥方式。由表 1 可见, 施肥方式(表施、混施)和不同季节氨挥发强度有明显的差别。从总体上看, 实验场地氨挥发作用较强, 一是由于土壤表层 pH 值较高所致。研究表明, pH 值 7.2 是氨挥发的转折点。当 pH 值大于此值, 氨挥发损失随 pH 值之增高而加大^[3]。根据试验场地 1 m 以内浅层土壤 pH 值的测试结果可知, pH 值波动于 8.3—9.2 之间, 大多在 8.7—8.9 的数值段内。它构成了有利于氨挥发的碱性环境。二是季节、温度等

气象因素影响, 温度的高低对氨挥发的影响很大, 温度高氨挥发快, 数量大。三是施肥方法, 深施、混施氨挥发量小, 表施则氨挥发量就大。

如表 1 所示, 冬小麦播种表施碳铵 10 d 后(1997 年 11 月 2 日), 挥发损失为 13.2%, 30 d 为 17%; 翌年大体相同的时段, 采用混施方式, 施肥后 30 d 其挥发量仍为零。由此可见施肥方式对氨挥发具有明显之影响。氨挥发观测数据较好地反映出季节变化与氨挥发强度的关系。以表施碳铵月份中氨挥发之最高值比

较可见:11 月份为 17%;4 月份为 30.92%;5 月份为 41.78%;7 月份为 60.49%;8 月中旬为 75%,夏季施肥后 2 d(7 月 20 日)氨挥发即达 56%。日照、温度(气温、地温)对氨挥发的影响是显而易见的。实验表明,在北方夏季表施后氨挥发损失很大,须改进施肥方法并尽量避开夏季高温期施肥。

将未施肥裸地、麦地土壤中生化作用氨挥发的实测结果,选择 5 月份氨挥发的数据列于表 2。

表 2 未施肥裸地、麦地土壤生化作用氨挥发统计表
Table 2 Statistical results of ammonia volatilization produced from biochemical processes in bare land of non-applied fertilizer and wheat land

土地类别	挥发量/ $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$		
	1997 年 5 月上旬	5 月中旬	5 月下旬
裸地	6.30	7.94	14.19
麦地	4.83	5.11	18.98

表 2 显示,由于土壤中微生物作用随温度升高而增大,使氨化作用得到强化,以致氨的日挥发量从 5 月上旬至下旬增加 1—4 倍。表 2 的数据还反映出裸地和作物区随温度增高在微生物作用力度上的差别。

(上接第 526 页)

3 结果与讨论

(1)在刚进行堆肥实验时,废弃物内部有机质含量很高,反应剧烈,产生了大量的氨气与氧化亚氮。在随后的时间内,因为底物浓度减低,氨气与氧化亚氮排放较少,出现反复。随着实验的进行,氨气与氧化亚氮的不断挥发是造成堆肥氮素损失的原因之一。

(2)从图可以看出,氨气与氧化亚氮的变化曲线几乎相似,相互之间隐含着某种必然联系。但其定量关系与影响因子有待进一步研究。

(3)有机质的 C/N 比是影响氧化亚氮排放的重要方面。C/N 比影响微生物分解有机质,如 C/N 比大于(25—30):1,有机质分解慢,微生物活性弱,氧化亚氮排放受到抑制;如 C/N 比小于(25—30):1,微生物活性强,促进氧化亚氮排放。

(4)动物废弃物内部干湿交替,能促进氧化亚氮的排放。含水量大时,易处于嫌气环境,反硝化作用会有所增强。

(5)在有氧条件下,硝化作用是产生 NO 与 N₂O 的主要来源。在氧气含量比较高的状况下,并不利于

4 结论

通过对田间氨挥发的测试研究,在河北平原山前地区,麦田、玉米田不同时期表施化肥后 30 d,氨挥发量波动于 17.0%—75%。以夏季为甚。氨挥发强度受控于气象因素(温度、湿度、风速等),以及土壤质地、pH、含水量及施肥量和施肥方式。深施混施对减少氨的挥发损失有明显的效果,另外避开夏季高温暑期施铵肥也是减少氨的挥发损失方法之一。

参考文献:

[1] 李世娟,李建民. 氮肥损失研究进展[J]. 农业环境保护,2001,20(5):377—379.
[2] 蔡贵信,朱兆良. 稻田中化肥氮的气态损失[J]. 土壤学报,1995,32(增刊):128—135.
[3] 朱兆良. 土壤中氮素的转化和移动的研究近况[J]. 土壤学进展,1979,2:1—16.

致谢:课题研究是在任福弘研究员、孙继朝研究员主持下完成的,参加课题的人员还有贾秀梅、叶思源,作者表示诚挚的感谢!

氧化亚氮的产生,这可能与影响反硝化作用有关。但关于区分硝化过程和反硝化过程产生的 N₂O 的方法并不很明确。

参考文献:

[1] Wigley T M L and Raper S C B. Interpretation of high projections for global-mean warming[J]. *Science*, 2001, 293: 451—454.
[2] Myles R Allen, et al. Quantifying the uncertainty in forecasts of anthropogenic climate change[J]. *Nature*, 2000, 407: 617—620.
[3] 林而达,李玉娥. 全球气候变化和温室气体清单编制方法[M]. 北京:气象出版社,1998.
[4] 王木林,程红兵,李兴生,等. 中国部分清洁地区大气中 N₂O 的浓度[J]. 气象学报,1997,55(3):363—369.
[5] 王庚辰. 陆地生态系统温室气体排放(吸收)测量方法简评[J]. 气候与环境研究,1997,(3):333—338.
[6] Li C S. Modeling trace gas emissions from agricultural ecosystems[J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2000, 58: 259—276.
[7] 郭李萍,林而达,李少杰. 大气氮化物的源汇及气候与环境效应[J]. 农业环境保护,1999,18(5):193—199.
[8] 田森林,宁平,汪琼. 环境中氮化物迁移转化过程研究进展[J]. 环境科学动态,1999,(1):25—27.
[9] 熊顺贵. 基础土壤学[M]. 北京:中国农业科技出版社,1996.
[10] 吴银宝,等. 猪粪堆肥臭气产生与调控的研究[J]. 农业工程学报,2001,17(5):82—87.