

土壤盐渍化特性和施肥方法对氮肥氨挥发影响初步研究

张云舒,徐万里*,刘 骅

(新疆农业科学院土壤肥料研究所,新疆乌鲁木齐 830000)

摘 要: 采用“静态吸收法”研究了土壤盐渍化类型、程度和施肥方法对氮肥氨挥发损失特征的影响。结果表明:①盐渍化类型不同氨挥发损失特征不同,碱化土壤上氨挥发速率较高但持续时间较短;盐化土壤上氨挥发速率相对较低但氨挥发持续时间较长;②盐渍化土壤上氮肥氨挥发损失高于非盐渍化土壤,氨挥发量、挥发持续时间随着盐渍化程度的增加而增加;③施肥方法对盐渍化土壤上氮肥氨挥发损失有不同影响,在5个典型土壤上,氨挥发损失量均为表施>混施>深施;④在中度盐化土壤上,混施、深施的氨挥发量远高于其他土壤。说明在盐化程度较高的土壤上,仅仅通过改进施肥方法不能完全抑制氨挥发损失,需要通过其他措施,如降低土壤盐渍化程度来减少氨挥发损失。

关键词: 盐渍化;盐渍化类型和程度;施肥方法;氨挥发

中图分类号: S156.4⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)01-0013-04

Primary Study on the Effect of Salization Characteristics and Fertilization Methods to Ammonia Volatilization of Nitrogen Fertilizer in Soil

ZHANG Yun-shu, XU Wan-li* and LIU Hua

(Institute of Soil and Fertilizer, Xinjiang Academy of Agricultural Science, Urumqi 830091, China)

Abstract: Using “static absorbing method” to the soil salinification type, the methods and the degree and the fertilizer application conducted the preliminary study to the nitrogenous fertilizer ammonia volatility loss characteristic. The results showed that: ① Different salinification types with different ammonia volatility loss characteristics, the velocity of ammonia volatilization was high but the duration was to be short in alkaline soil; the velocity of ammonia volatilization was low relatively but the duration was long in salinized soils. ② The nitrogenous fertilizer ammonia volatility loss in salinization soil was higher than that in non-salinization, the quantity and the duration of ammonia volatilization was increased with increasing of salinization degree. ③ The fertilizer application methods had the different influence to the salinized soils, the quantity of ammonia volatility loss was surface application > mixed application > incorporation application on 5 typical soils. ④ The quantity of ammonia volatilization of mixed application and incorporation application in moderate salinized soils was higher than that in other soils. It was showed that only through the improvement of the fertilizer application method couldn't suppress the ammonia volatility lose completely in the high salinized soils, it needs other measures, for example, through decreasing the soil salinification degree to reduce the ammonia volatility loss.

Key words: Salinization; Salinization type and degree; Fertilization methods; Ammonia volatilization

盐渍土是干旱半干旱地区重要的土壤资源。随着耕地面积的急剧减少,盐渍土的开发利用日

收稿日期:2006-09-02 修回日期:2006-09-22

基金项目:国家自然科学基金(40361005)和新疆维吾尔自治区自然科学基金(200321112)资助。

作者简介:张云舒(1975-),女,新疆石河子人,助理研究员,主要从事土壤与作物施肥技术研究和应用工作。

* 通讯作者:徐万里(1971-),男,陕西宝鸡人,副研究员,主要从事农田氮素行为研究。E-mail: wlxu2005@163.com

益受到重视。同时,盐渍土也是一种特殊的生态系统,过量盐分的存在严重影响盐渍化土壤的物理、化学和生物学特征,从而影响土壤中养分的转化,特别是氮素的转化和损失^[1~3]。氨挥发是氮肥损失的重要途径^[4~6],盐渍化土壤上氮肥的氨挥发损失较非盐渍化土壤更为严重^[7,8]。氮肥施肥方法是影响氨挥发损失的重要农业措施。许多研究表明,深施是降低氮肥氨挥发损失最有效的措施之一^[9,10]。对不同盐渍化类型、不同盐渍化程度土壤上施肥方法对氮肥氨挥发损失影响研究报道较少。

新疆是我国盐渍土分布面积最大、类型最全、范围最广的省区。据第二次土壤普查结果显示,新疆盐渍化耕地面积达 122.87 万 hm^2 ,占耕地总面积的 30.1%^[11]。新疆的经济水平、水资源条件的限制、耐盐作物品种的培育以及盐渍化荒地的开垦,使得大面积盐渍化耕地的长期存在成为

新疆农业生产的实际。因此研究不同类型盐渍化土壤上施肥方法对氮肥氨挥发损失影响,对于搞清新疆盐渍化土壤上氨挥发损失对氮肥利用率影响、更加合理的利用盐渍土资源和保护新疆生态环境具有重要意义。

“静态吸收法”即密闭室法是测定氨挥发的方法之一,它装置比较简单,条件易于控制,因此常被用来研究不同因素对氨挥发的影响^[12]。本文应用“静态吸收法”对于土壤盐渍化特性和施肥方法对氮肥氨挥发损失影响进行了研究。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

供试土壤分别采自玛纳斯县农科院试验站与玛纳斯县头官乡草滩村。土壤灰漠土,基础理化性状见表 1。

表 1 供试土壤基础理化性状

Table 1 Physical and chemical properties of the soils

土样编号 No. of soils	有机质 O. M. /(g/kg)	全氮 Total N /(g/kg)	pH (H_2O 1:5)	CaCO_3 /(g/kg)	总盐 Salts /(g/kg)	CEC /(cmol/kg)	碱化度 ESP /%	盐渍化程度评价 ^[13] Salinity levels evaluation
T1	21.59	1.670	8.78	104.3	0.73	18.9	6.11	轻度碱化土壤
T2	17.00	1.423	9.08	103.7	1.13	21.05	10.6	中度碱化土壤
T3	18.17	1.151	8.43	114.6	2.11	34.14	—	非盐渍化土壤
T4	9.98	0.575	8.21	113.8	6.39	21.42	—	轻度盐化土壤
T5	6.79	0.411	8.31	124.6	10.83	16.59	—	中度盐化土壤

1.2 试验处理

试验设 15 个处理,即 5 个土样,每个土样分表施、混施和深施 3 种氮肥施入方式,每处理 3 次重复。施用肥料为分析纯尿素,纯 N 施用量 300 mg/kg 土。3 种施肥方法的操作分别为表施、混施与深施。表施是先加入过 2 mm 筛孔 400 g 的土壤到直径为 12.3 cm 高为 15.5 cm 广口瓶中,加水 150 mL,等水下渗后,再加入 100 g 土壤与肥料混匀物;混施是将肥料与 500 g 土壤充分混匀后,先加入 400 g 土壤肥料混合物,加水 150 mL,等水完全下渗后,再加入 100 g 土壤与肥料混匀物;深施是先将 100 g 土壤与肥料充分混匀后加入到广口瓶中,加入 300 g 土壤,加水 150 mL,等水完全下渗后,再加入 100 g 土壤,施肥深度约为 5 cm。

1.3 氨挥发测定和计算

氨挥发测定采用“静态吸收法”^[14]。在广口瓶内土壤表面放置一个 25 mL 的小烧杯,内装 2% 硼酸和定氮混合指示剂的混合液,盖上广口瓶盖

后再用透明胶带密封瓶口,每隔 2 d 换取小烧杯,用标准酸滴定。按照公式 $\text{NH}_3\text{-N}(\text{mg/kg}) = MV \times 14 \times 2$ 计算氨挥发量,式中 M 为标准酸的摩尔浓度; V 为滴定时标准酸的体积(mL);14 为氮的摩尔质量;2 为换算为每 kg 土样挥发量换算系数。各测定时期测定量相加,可视为累积挥发量。

2 结果与分析

2.1 盐渍化类型对氨挥发的影响

盐渍化类型不同的土壤,氮肥氨挥发特征不同。5 个典型土壤上 3 种施肥方法氮肥氨挥发特征见图 1~图 3。深施条件下 T1~T4 氨挥发量一致,在图 3 上表现为重叠状态。在本试验条件下表施氮肥对盐渍化土壤上氨挥发的影响较为明显和完整,因此以表施氮肥为例分析。从图 1 可看出,盐渍化类型对氮肥氨挥发特征有明显不同影响,主要表现在 3 个方面,一是碱化土壤上氮肥氨挥发持续时间比盐化土壤短,碱化土壤 T1 和 T2 氨挥发持续时间为 8 d,而盐化土壤氨挥发持

续时间为 20 d。二是碱化土壤上氮肥氨挥发速率比盐化土壤高,轻度碱化土壤 T1 上氨挥发速率为 0.375 mg/kg 土·d,中度碱化土壤 T2 为 0.383 mg/kg 土·d;而轻度盐化土壤 T4 为 0.106 mg/kg 土·d,而中度盐化土壤 T5 为 0.195 mg/kg 土·d。在混施条件下也可得出以上类似结论;三是挥发累积量,在表施条件下,碱化土壤 T1、T2 的氨挥发累积量(6.056 mg 两个土壤上氨挥发量相加,下类同)与盐化土壤 T4、T5 (6.022 mg)基本持平;从混施和深施条件下可明显看出,碱化土壤上氨挥发累积量远低于盐化土壤(混施 0.630 mg<2.243 mg;深施 0.085 mg<0.764 mg)。总体上看,碱化土壤上氮肥氨挥发量低于盐化土壤。

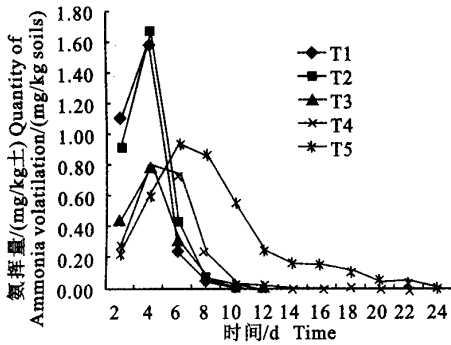


图 1 盐渍化土壤上氮肥表施氨挥发特征

Fig. 1 Characteristics of ammonia volatilization after surface applied urea in salinized soils

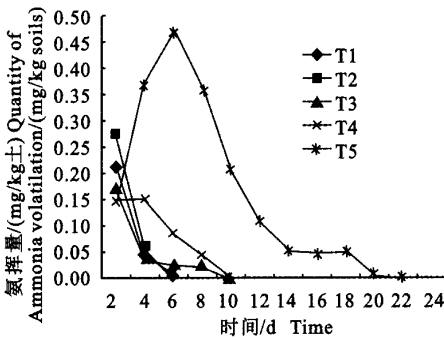


图 2 盐渍化土壤上氮肥混施氨挥发特征

Fig. 2 Characteristics of ammonia volatilization after mixed applied urea in salinized soils

2.2 盐渍化程度对氨挥发的影响

盐渍化程度对氮肥氨挥发的影响主要表现在两方面:一是盐渍化土壤上氮肥氨挥发远高于非盐渍化土壤,从图 1 到图 3 可看出,不管是碱化土壤还是盐化土壤,施肥方法是表施、混施还是深

施,与非盐渍化土壤相比较,其氨挥发量都等于大于非盐渍化土壤;二是随着盐渍化程度的增加,氨挥发量增加,在碱化土壤中,碱化程度不同的土壤氨挥发均到肥料施入后第 4 天就达到挥发高峰,氨挥发呈先升高后迅速降低的趋势,碱化程度越高氨挥发量越大,与报道土壤 pH 越高,氨挥发趋势越大相一致^[15~17]。盐化土壤上,盐渍化程度不同,氨挥发高峰出现的时间不同,轻度盐化土壤氨挥发高峰出现在施肥后的第 4 天,而中度盐化土壤氨挥发高峰出现在施肥后的第 6 天,氨挥发呈先升高后逐渐降低趋势,盐化程度越高氨挥发量越大。

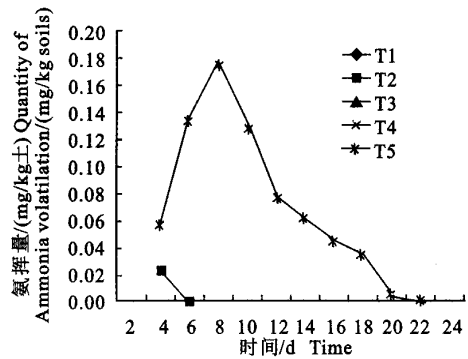


图 3 盐渍化土壤上氮肥深施氨挥发特征

Fig. 3 Characteristics of ammonia volatilization after incorporated applied urea in salinized soils

2.3 盐渍化土壤上不同施肥方法对氨挥发的影响

国内外大量研究资料表明,施肥方法影响氮肥氨挥发损失的大小;氮肥在深施情况下氨挥发损失可显著减少或消除^[9,10],从图 4 分析也可得出类似结论。在 3 种施肥方式下,无论是碱化土壤、盐化土壤还是非盐渍化土壤,表施氮肥氨挥发损失最大,其次为混施,深施氮肥氨挥发量最低。以轻度碱化土壤为例表施氮肥氨挥发 8 d 累计损失为 2.996 mg/kg 土,混施氮肥氨挥发损失为 0.276 mg/kg 土,而深施氮肥氨挥发累计损失仅为 0.043 mg/kg 土。方差分析显示,本试验中氮肥 3 种施用方式对氨挥发的影响达到差异极显著水平。从图 3 和图 4 可看出,在深施条件下,T1 号样到 T4 号土样氨挥发量一样的,都是在第 2 天硼酸未变色,第 4 天变色后再未监测出,说明 T1 到 T4 号土样挥发的氨是土壤本身氨挥发,深施情况下氮肥氨挥发已基本被消除。不同施肥方式下,氨挥发特征不同。表施方式下,氮肥氨挥发以

先上升后下降特征为主;在混施方式下,氮肥氨挥发除中度盐化土壤 T5 外以下降为主。

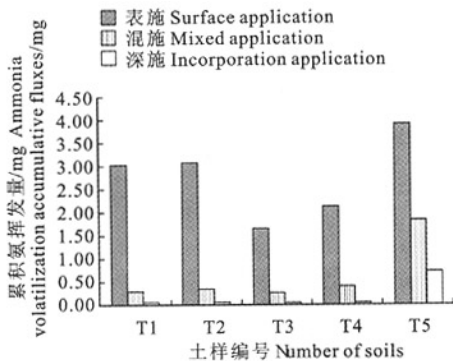


图 4 典型土样上不同施肥方法氨挥发累积量

Fig. 4 Ammonia volatilization accumulative fluxes of the typical soil under different fertilization methods

从图 4 可看出,在中度盐化土壤 T5 上,氮肥混施氨挥发量远高于其他 4 个土壤;在氮肥深施情况下,T1 到 T4 氮肥氨挥发已被基本消除,而 T5 的氨挥发还高于 T1 到 T4 混施条件下氨挥发。说明在盐化程度较高的土壤上,仅仅通过改进施肥方法不能完全抑制氨挥发损失,需要通过其它措施,如降低土壤盐渍化程度、改变肥料特性如包膜等方式来减少氨挥发损失。盐化土壤上氮肥氨挥发损失的控制措施需要进一步研究。

3 小结

3.1 盐渍化类型不同的土壤,氮肥氨挥发持续的时间、氨挥发速率和挥发量不同。与盐化土壤相比较,碱化土壤氨挥发持续时间较短,氨挥发速率极高;表施情况下碱化土壤与盐化土壤氨挥发量基本持平,但在混施和深施条件下,碱化土壤氨挥发远低于盐化土壤。

3.2 无论是碱化土壤还是盐化土壤,其上氮肥氨挥发都远高于非盐渍化土壤;而且随着盐渍化程度的增加,氨挥发持续时间延长,挥发量随之增加。

3.3 氮肥施用方式对氨挥发的影响达到差异极显著水平。在碱化土壤、盐化土壤和非盐渍化土壤上,氨挥发量均为表施大于混施,混施大于深施。深施氮肥能明显降低氨挥发损失。

3.4 在中度盐化土壤上,氮肥混施、深施的氨挥发量远高于其他土壤。说明在盐化程度较高的土壤上,仅仅通过改进施肥方法不能完全抑制氨挥发

损失,需要通过其他措施,如降低土壤盐渍化程度来减少氨挥发损失。

参考文献:

- [1] Mcclung G, Frankenberger W T. soil nitrogen transformations as affected by salinity[J]. Soil science, 1985, 139(5): 405~411.
- [2] Westerman R L, Tucker T C. Effect of salts and salts plus nitrogen-15-labeled ammonium chloride on of soil nitrogen, nitrification, and immobilization[J]. Soil. Sci. soc. Amer. Proc, 1974, 38: 602~605.
- [3] Praveen-Kumar, Aggarwal R K. Interdependence of ammonia volatilization and nitrification in arid soils[J]. Nutrient cycling in agroecosystems, 1998, 51: 201~207.
- [4] 朱兆良, 文启孝. 中国土壤氮素[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1992. 171~185.
- [5] 张玉铭, 胡春胜, 张佳宝, 等. 太行山前平原农田生态系统氮素循环与平衡研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(1): 5~11.
- [6] Rao D LN, Lalita Batra. Ammonia volatilization from applied nitrogen in alkali soils[J]. Plant and soil, 1983, 70(2): 219~228.
- [7] Vlek P LG, Stumpe J M. Effects of solution chemistry and environmental conditions on ammonia volatilization losses from aqueous systems[J]. J. Soil Sci., 1978, 42: 416~421.
- [8] 白灯莎, 买买提艾力, 杨茂秋, 冯 固. 长效涂层尿素与普通尿素氨挥发速率比较[J]. 新疆农业科学, 1997. 264~266.
- [9] 赵振达, 张金盛. 提高氮肥利用率的研究: 第 2 报 铵态氮肥在石灰性土壤上氨的挥发损失[J]. 土壤通报, 1981(1): 16~19.
- [10] 曹 兵, 李新慧, 张 琳, 等. 冬小麦不同基肥施用方式对土壤氨挥发的影响[J]. 华北农学报, 2001, 16(2): 83~86.
- [11] 崔文采. 新疆土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1996. 497~530.
- [12] 李志宏, 庞欣, 张福锁, 等. 氨挥发的测定方法[J]. 华北农学报, 1998, 13: 108~112.
- [13] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993. 333~343.
- [14] 凌 莉, 李世清, 李生秀. 石灰性土壤上氮肥氨挥发损失的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(6): 119~122.
- [15] Fenn L B, Hossner L R. Ammonia volatilization from ammonium or ammonium-forming nitrogen fertilizers [J]. Adv. Soil Sci., 1985, 1: 124~164.
- [16] 段争虎, 周玉麟, 吴守仁. 土壤特性对氨挥发影响的研究[J]. 土壤通报, 1990(3): 131~139.
- [17] He Z L, Alva A K, Calvert D V, et al. Ammonia volatilization from different nitrogen fertilizers and effects of temperature and soil pH[J]. Soil Sci., 1999, 164. 750~751.

作者: 张云舒, 徐万里, 刘骅, ZHANG Yun-shu, XU Wan-li, LIU Hua
作者单位: 新疆农业科学院土壤肥料研究所, 新疆乌鲁木齐, 830000
刊名: 西北农业学报 ISTIC PKU
英文刊名: ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA
年, 卷(期): 2007, 16(1)
被引用次数: 5次

参考文献(17条)

1. Mcclung G;Frankenberger W T [soil nitrogen transforma tions as affected by salinity](#)[外文期刊] 1985(05)
2. Westerman R L;Tucker T C [Effect of salts and salts plus nitrogen-15-labeled ammonium chloride on of soil nitrogen,nitrification,and immobilization](#)[外文期刊] 1974
3. Praveen-Kumar;Aggarwal R K [Interdependence of ammonia volatilization and nitrification in arid soils](#)[外文期刊] 1998
4. 朱兆良;文启孝 [中国土壤氮素](#) 1992
5. 张玉铭;胡春胜;张佳宝 [太行山前平原农田生态系统氮素循环与平衡研究](#)[期刊论文]-[植物营养与肥科学报](#) 2006(01)
6. Rao D LN;Lalita Batra [Ammonia volatilization from applied nitrogen in alkali soils](#) 1983(02)
7. Vlek P LG;Stumpe J M [Effects of solution chemisty and environmental conditions on ammonia volatilization losses from aqueous systems](#) 1978
8. 白灯莎 [买买提艾力](#) 1997
9. 赵振达;张金盛 [提高氮肥利用率的研究:第2报铵态氮肥在石灰性土壤上氨的挥发损失](#) 1981(01)
10. 曹兵;李新慧;张琳 [冬小麦不同基肥施用方式对土壤氨挥发的影响](#)[期刊论文]-[华北农学报](#) 2001(02)
11. 崔文采 [新疆土壤](#) 1996
12. 李志宏;庞欣;张福锁 [氨挥发的测定方法](#) 1998
13. 王遵亲;祝寿泉;俞仁培 [中国盐渍土](#) 1993
14. 凌莉;李世清;李生秀 [石灰性土壤上氮肥氨挥发损失的研究](#) 1999(06)
15. Fenn L B;Hossner L R [Ammonia volatilization from ammonium or ammonium-forming nitrogen fertilizers](#) 1985
16. 段争虎;周玉麟;吴守仁 [土壤特性对氨挥发影响的研究](#) 1990(03)
17. He Z L;Alva A K;Calvert D V [Ammonia volatilization from different nitrogen fertilizers and effects of temperature and soil pH](#) 1999

本文读者也读过(10条)

1. 张耀良, 曹建东, 王冬翼, ZHANG Yao-liang, CAO Jian-dong, WANG Dong-yi [治理设施土壤盐渍化的一种有效模式](#) [期刊论文]-[上海农业学报](#)2008, 24(4)
2. 魏学慧 [蔬菜茬口的科学安排和土壤盐渍化的防治](#)[期刊论文]-[吉林蔬菜](#)2009(5)
3. 杨克磊, 宋蓉 [土壤盐渍化风险评价](#)[期刊论文]-[科学与财富](#)2010(7)
4. [氮肥施用方式对玉米产量和肥效的影响](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#)2005, 21(11)
5. 吴俊红, 孙学增 [如何防止温室蔬菜土壤盐渍化](#)[期刊论文]-[河北农业科技](#)2007(5)

6. [杨翠玲](#), [程小丹](#), [王成阁](#), [李爱民](#) [温室蔬菜土壤盐渍化防治技术](#)[期刊论文]-[现代农村科技](#)2009(10)
7. [武俊俊](#) [怎样防治保护地土壤盐渍化](#)[期刊论文]-[山西农业](#)2001(8)
8. [张士功](#), [邱建军](#), [张华](#), [Zhang Shigong](#), [Qiu JianJun](#), [Zhang Hua](#) [我国盐渍土资源及其综合治理](#)[期刊论文]-[中国农业资源与区划](#)2000, 21(1)
9. [詹华明](#), [徐锡华](#), [刘小龙](#), [ZHAN Hua-Ming](#), [XU Xi-Hua](#), [LIU Xiao-long](#) [天津市静海县土壤盐渍化现状及防治对策](#)[期刊论文]-[地质调查与研究](#)2010, 33(3)
10. [丁国强](#) [设施蔬菜土壤盐渍化的成因及防治](#)[期刊论文]-[长江蔬菜](#)2005(1)

引证文献(5条)

1. [王娟娟](#), [张文辉](#), [刘新成](#) [NaCl胁迫对3种不同处理四翅滨藜种子萌发的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2010(1)
2. [苏海英](#), [徐万里](#), [蒋平安](#), [葛春辉](#), [朱敏](#), [吕婷婷](#) [盐渍化土壤上不同类型氮肥氮挥发损失特征研究](#)[期刊论文]-[新疆农业科学](#) 2008(2)
3. [梁飞](#), [田长彦](#) [土壤盐渍化对尿素与磷酸脲氮挥发的影响](#)[期刊论文]-[生态学报](#) 2011(14)
4. [李银坤](#), [武雪萍](#), [梅旭荣](#), [段敏杰](#), [武其甫](#), [吴会军](#), [王小彬](#), [蔡典雄](#) [常规灌溉条件下施氮对温室土壤氮挥发的影响](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2011(7)
5. [梁飞](#), [田长彦](#) [土壤盐渍化对尿素与磷酸脲氮挥发的影响](#)[期刊论文]-[生态学报](#) 2011(14)

引用本文格式: [张云舒](#), [徐万里](#), [刘骅](#), [ZHANG Yun-shu](#), [XU Wan-li](#), [LIU Hua](#) [土壤盐渍化特性和施肥方法对氮肥氮挥发影响初步研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(1)