

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

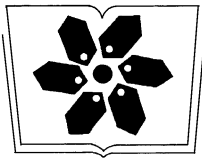
Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 15 期 Vol.31 No.15 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 15 期

2011 年 8 月 (半月刊)

目 次

地面节肢动物营养类群对土地覆被变化和管理扰动的响应·····	李锋瑞,刘继亮,化伟,等 (4169)
两种书虱微卫星富集文库的构建及比较·····	魏丹丹,袁明龙,王保军,等 (4182)
菲律宾蛤仔 EST-SSRs 标记开发及不同地理群体遗传多样性·····	闫喜武,虞志飞,秦艳杰,等 (4190)
菲律宾蛤仔大连群体不同世代的遗传多样性·····	虞志飞,闫喜武,杨霏,等 (4199)
玻璃温室与田间栽培小麦幼穗分化的比较·····	姜丽娜,赵艳岭,邵云,等 (4207)
施用有机肥环境下盐胁迫小麦幼苗长势和内源激素的变化·····	刘海英,崔长海,赵倩,等 (4215)
黄土高原半干旱区气候变化对春小麦生长发育的影响——以甘肃定西为例·····	姚玉璧,王润元,杨金虎,等 (4225)
不同耕作模式下稻田水中氮磷动态特征及减排潜力·····	冯国禄,杨仁斌 (4235)
大田环境下转 Bt 基因玉米对土壤酶活性的影响·····	颜世磊,赵蕾,孙红炜,等 (4244)
短期淹水培养对水稻土中地杆菌和厌氧粘细菌丰度的影响·····	朱超,Stefan Ratering,曲东,等 (4251)
气候变化背景下广东晚稻播期的适应性调整·····	王华,陈新光,胡飞,等 (4261)
长期封育对不同类型草地碳贮量及其固持速率的影响·····	何念鹏,韩兴国,于贵瑞 (4270)
黄土丘陵区两种主要退耕还林树种生态系统碳储量和固碳潜力·····	刘迎春,王秋凤,于贵瑞,等 (4277)
植物叶表面的润湿性及其生态学意义·····	石辉,王会霞,李秧秧 (4287)
长白山北坡主要森林群落凋落物现存量月动态·····	郑金萍,郭忠玲,徐程扬,等 (4299)
古尔班通古特沙漠及周缘 52 种植物种子的萌发特性与生态意义·····	刘会良,宋明方,段士民,等 (4308)
吉首蒲儿根的繁殖生态学特性及其濒危成因·····	邓涛,陈功锡,张代贵,等 (4318)
栖息地永久性破坏的比例对物种多度稳定值影响的迭代算法·····	时培建,戈峰,杨清培 (4327)
喷施多效唑提高麻疯树幼苗耐盐性的生理机制·····	毛轶清,郑青松,陈健妙,等 (4334)
阿尔山落叶松主要蛀干害虫的种群空间生态位·····	袁菲,骆有庆,石娟,等 (4342)
2009 年云南省白背飞虱早期迁入种群的虫源地范围与降落机制·····	沈慧梅,吕建平,周金玉,等 (4350)
中华稻蝗长沙种群的生活史及其卵滞育的进化意义·····	朱道弘,张超,谭荣鹤 (4365)
“518”油桃主要害虫与其捕食性天敌的关系·····	施晓丽,毕守东,耿继光,等 (4372)
青藏东缘若尔盖高寒草甸中小型土壤动物群落特征及季节变化·····	张洪芝,吴鹏飞,杨大星,等 (4385)
青海可鲁克湖水鸟季节动态及渔鸥活动区分析·····	张国钢,刘冬平,侯韵秋,等 (4398)
排放与森林碳汇作用下云南省碳净排放量估计·····	刘慧雅,王铮,马晓哲 (4405)
北京城市生态占水研究·····	柏樱岚,王如松,姚亮 (4415)
专论与综述	
植物水分传输过程中的调控机制研究进展·····	杨启良,张富仓,刘小刚,等 (4427)
环境介质中的抗生素及其微生物生态效应·····	俞慎,王敏,洪有为 (4437)
自然生态系统中的厌氧氨氧化·····	沈李东,郑平,胡宝兰 (4447)
研究简报	
山东半岛南部海湾底栖动物群落生态特征及其与水环境的关系·····	张莹,吕振波,徐宗法,等 (4455)
新疆乌伦古湖浮游甲壳动物的季节演替及与环境因子的关系·····	杨丽丽,周小玉,刘其根,等 (4468)
不同施肥与灌水量对槟榔土壤氮挥发的影响·····	卢丽兰,甘炳春,许明会,等 (4477)
学术信息与动态	
水土资源保持的科学政策:全球视野及其应用——第 66 届美国水土保持学会国际学术年会述评·····	卫伟 (4485)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 320 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 34 * 2011-08



封面图说: 塞罕坝地处内蒙古高原南缘向华北平原的过渡带,地势分为坝上、坝下两部分。解放初期,这里是“飞鸟无栖树,黄沙遮天日”的荒原沙丘,自 1962 年建立了机械化林场之后,塞罕坝人建起了 110 多万亩人工林,造就了中国最大的人工林林场。这是让人叹为观止的落叶松人工林海。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

卢丽兰, 甘炳春, 许明会, 周亚奎, 王旭东. 不同施肥与灌水量对槟榔土壤氨挥发的影响. 生态学报, 2011, 31(15): 4477-4484.

Lu L L, Gan B C, Xu M H, Zhou Y K, Wang X D. Effect of different fertilization and irrigation practices on soil ammonia volatilization of Arecanut (*Areca catechu* L.). Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(15): 4477-4484.

不同施肥与灌水量对槟榔土壤氨挥发的影响

卢丽兰^{1,2}, 甘炳春^{1,*}, 许明会¹, 周亚奎¹, 王旭东²

(1. 中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所海南分所(海南省南药资源保护与开发重点实验室), 海南 万宁 571533;

2. 西北农林科技大学资源环境学院, 杨凌 712100)

摘要: 利用通气法田间原位试验, 研究了不同施肥模式、灌水量对槟榔土壤氨挥发速率和挥发量的影响。结果表明: 槟榔恢复期和出花期追肥灌水后, 不同施肥处理均在第 3 天出现氨挥发速率峰值 ($0.50\text{--}3.42\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$), 而后迅速下降并进入低挥发阶段。出花期氨挥发速率峰值 ($1.50\text{--}4.42\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) 比恢复期氨挥发速率峰值明显高。灌水量小 ($300\text{ m}^3/\text{hm}^2$) 的氨挥发速率和总量比灌水量大 ($600\text{ m}^3/\text{hm}^2$) 的明显减小。在同一氮水平下, 有机质含量较低的氨挥发率较高。在同一有机质含量条件, 氨挥发率随着 N 肥含量增加而升高。与单施 N 肥处理相比, 有机肥与 N 肥配施可明显减少氨挥发速率和总量, 可减少氮损失。

关键词: 槟榔; 灌溉; 氮肥; 有机肥; 氨挥发

Effect of different fertilization and irrigation practices on soil ammonia volatilization of Arecanut (*Areca catechu* L.)

LU Lilan^{1,2}, GAN Bingchun^{1,*}, XU Minghui¹, ZHOU Yakui¹, WANG Xudong²

1 Hainan Branch Institute of Medicinal Plant (Hainan Provincial Key Laboratory of Resources Conservation and Development of Southern Medicine), Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Wanning 571533, China

2 College of Resources and Environmental Sciences, Northwest A & F University, Yangling 712100, China

Abstract: Arecanut (*Areca catechu* L.), which belongs to the family palmae, is one of the most important plantation crops in humid tropical areas. In recent years, demand for Arecanut has increased rapidly and the planted area of Hainan Province has multiplied. However, the average yield per unit area of Arecanut remains low. Appropriate fertilizer should be applied to Arecanut soil to improve its production. Arecanut was used the seed and peel as medicine, containing 0.3%–0.6% of alkaloid, gives priority to arecoline (0.1%–0.5%). Long-term clinical practice proves: Arecanut has an efficacy of attacking impaction, killing pests and running water, which was used as roborant, digestant, astringent, antimalarial, decongestant, antitussive and emmenagogue. It can be prepared into the pills for diuresis, curing diarrhea, abdominal distension pain, edema, lumbago and bronchus, and also a specific remedy for preventing and curing tapeworms, roundworms, fasciolopsiasis and maw worm of livestock. In situ experiments combined with venting were conducted to study the effects of different fertilization patterns and irrigation on ammonia volatilization from soil in two growth seasons of *Areca catechu* L. The results showed that the peak ammonia volatilization rate ($0.50\text{--}3.42\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) occurred in the third day after irrigation and fertilization at the recovering and flowering stages, then declined and entered a low volatilization phase. The peak ammonia volatilization rate ($1.50\text{--}4.42\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) at the flowering stages was significantly higher than that at the recovering stages, because the amounts of ammonia volatilization at low irrigation volumes ($300\text{ m}^3/\text{hm}^2$)

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题(2007BAI27B03); 海南省自然科学基金(310107)

收稿日期: 2010-07-10; **修订日期:** 2011-03-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ganbingchun@sohu.com

were less than those at high irrigation volumes ($600 \text{ m}^3/\text{hm}^2$). At the same level of nitrogen, the soil with a low organic matter content had higher ammonia volatilization, and when the soil organic matter content was the same, the ammonia volatilization rate increased with increasing N fertilizer levels. Compared with a single application of N fertilizer, the combination of organic manure and N fertilizer can significantly reduce the ammonia volatilization rate, thus reducing total nitrogen loss.

Key Words: *Areca catechu* L.; irrigation; nitrogen fertilizer; organic fertilizer; ammonia volatilization

槟榔(*Areca catechu* L.)属于多年生长棕榈科植物,随着长年对养分需求与消耗,必须对槟榔定时追加肥料,以满足植物多年生长与发育所需养分。但是,目前,对槟榔施肥与管理方式存在着盲目与粗放性,引起肥料浪费与生态环境等问题,也达不到促进槟榔生长与提高产量及品质的目的。氮素是植物生长所必需的营养元素之一,也是主要的养分限制因子。土壤中的氮素大多不能满足作物的需求,这就要靠施肥来予以补充和调节。但不科学合理地施用肥料,会导致作物产量、品质下降和生态环境问题^[1]。因此,必须准确地评价土壤的供氮能力以制定合理的施肥制度。而有机态氮是土壤氮素的主要成分,也是土壤矿质氮的源和汇^[2]。它不仅在维持氮素肥力方面有重要的意义,而且直接决定着土壤供氮能力。土壤有机氮的化学形态及其存在状况是影响土壤氮素有效性的主要因子。它在土壤肥力、氮素循环和环境保护中占有重要地位,长久以来一直受到研究者的极大关注^[3-7]。氨挥发是农田氮素损失的主要途径之一,不仅降低了氮肥利用率,增加了农业生产成本,还引起了一系列生态环境问题。如何有效减少氨挥发损失一直倍受人们关注^[8-11]。大量研究报道表明,施肥量、灌溉量不同,使得土壤氨挥发损失量的大小存在差异^[12-15]。Campbell 等^[16]的研究指出,施用有机肥能显著增加土壤氨基酸态氮含量。王岩等^[17]研究指出,土壤中残留的化肥氮主要转化为酸解未知态氮和氨基酸态氮,而有机肥料中的残留氮则主要转化氨态氮和氨基糖态氮。黄东迈等^[18]则报道无论在土壤中施入何种肥料氮,大部分首先转化为氨基酸态氮和酸解未知态氮。一般认为,有机肥施用对氨挥发有抑制作用^[19-20],也有研究认为有机质能增加 NH_4^+ 有效性,从而加强氨挥发^[21]。这些研究结果都表明有机肥对土壤氨挥发有着很大影响。在南方热带湿润气候,施肥对南方偏酸性土壤氨挥发影响未见有过研究。本文以田间试验研究对不同施肥模式(如肥料种类,数量及追肥时间)与灌水量对槟榔土壤氨挥发速率和总量影响。为提高氮肥利用率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2009 年 12 月份—2010 年 4 月份在海南省万宁市长丰镇主要槟榔试验种植区。该地区属热带湿润季风型气候,秋高温多雨、冬春暖和干旱。年降雨量为 2200—4000 mm,且多集中在 7、8、9 月份。2009 年 11 月份、2010 年 3、4 月份槟榔施肥试验期降雨分布如图 1 所示,这段时间降雨量较小,总降雨量为 160 mm 左右。在施肥后第 12 天降雨量为 70 mm,属于这段时期降雨量较大的,占整个试验期降水量约 43%,其它时间降雨量较小或几乎为 0。施肥期间温度在 20—28 °C,温差不大。供试土壤为砖红壤,有机质 18.2 g/kg;全氮 0.94 g/kg;碱解氮 68.2 mg/kg;全磷 0.34 g/kg;速效磷 12.4 mg/kg;全钾 10.0 g/kg;速效钾 150 mg/kg;pH 值 6.0—7.0。

1.2 供试材料

供试作物为 10 年生的槟榔,生长状况良好;供试肥料为有机肥:为禽类粪便、稻草桔梗与泥土在 40—50 °C 堆腐成熟有机物料。有机质含量 40%,水份约 10%,C/N 比在 10—12,其它物质为泥土、其它腐解混合物料;尿素,含氮量 46%。

1.3 试验设计

本试验采用二元二次正交旋转组合设计(表 1),涉及 N 肥(尿素)和有机肥两因素。N 肥(尿素,含 N

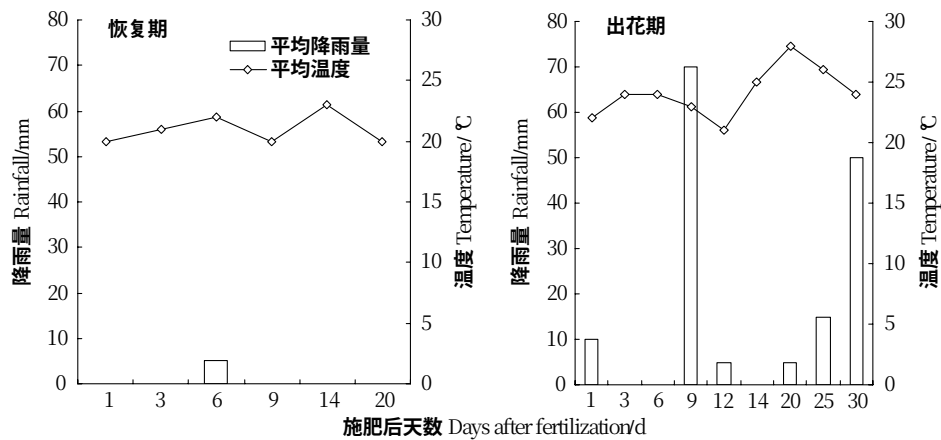


图1 恢复期和出花期施肥后氮挥发期间的温度和降雨量

Fig. 1 Temperature and rainfall during ammonia volatilization period after fertilization at recovering and flowering stages of *Areca catechu* L.

46%) 分别设 0 (F0)、50 (F1)、100 (F2)、150 (F3) 和 200 g/株 (F4); 有机肥分别为 0 (M0)、500 (M1)、1000 (M2)、1500 (M3) 和 2000 g/株 (M4) 5 个水平, F0M0 设为对照处理。共 14 个处理。每个处理重复 3 次。共 42 小区, 随机排列。每个小区面积 120 m² (20 m × 6 m), 种植密度为 1650 株/hm²。槟榔收果后 (2009 年 12 月 3 日), 施一次肥。槟榔出花初期 (2010 年 3 月 20 日), 再施一次肥。追肥采用穴施法, 在离跟 30—40 cm 处挖一长方凹槽 (20 cm × 30 cm), 施肥后盖土。每次施肥后灌水, 第 1 次施肥灌水量分别为 300 m³/hm²; 第 2 次灌水量为 600 m³/hm²。每次追肥灌水后, 采用密闭法测定田间土壤的氮挥发。

槟榔属于多年生长作物, 为了满足槟榔生长需求和补充槟榔果实收获后带走营养成分, 一般都在不同生育期追肥。为了减少槟榔种植成本, 1a 一般只追 2 次。选在槟榔收果完后和槟榔出花期追肥。这样一方面弥补槟榔果实带走的营养以满足槟榔恢复、生长、开花和结果所需养分; 一方面, 在这段时期海南雨水相对少, 且雨量不大, 肥料易于保留且有效供给槟榔养分, 使槟榔有效吸收营养, 也可提高肥料利用效率。

1.4 氮捕获装置

氮捕获装置由聚氯乙烯硬质塑料制成一面敞开的正方体捕获箱, 规格为 30 cm × 30 cm × 30 cm。从追肥当天开始, 将捕获箱扣置于地面, 箱内放 1 个装有 20 mL 2% 硼酸溶液的培养皿, 用铁丝支架架起, 使培养皿底部与地面保持 10 cm 左右的距离。在各小区的施肥和灌水区分别放置 1 个捕获装置, 次日或隔

日 9:00 时取样。取样时, 将培养皿中的回收液迅速倒入预先准备好的塑料瓶中密闭保存。用蒸馏水润洗培养皿, 将 20 mL 2% 的硼酸溶液加入培养皿中, 迅速用捕获箱盖住, 开始下一次氮吸收过程。第 1 周, 每 3 d 取 1 次样; 以后视测到的挥发氮数量多少, 每 1—6 d 取样 1 次, 以后取样间隔可延长到 1 周, 直至测定的氮挥发量与对照接近时为止, 遇降雨时测定顺延。氮挥发捕获装置回收率的测定试验在室内进行, 取洗净烘干的培养皿 6 个, 分别加入 0.1 mol/L 的硫酸铵溶液 10 mL, 并罩上捕获装置。将各装置稍微抬起, 向装溶液的培养

表 1 二元二次正交旋转组合设计方案

Table 1 Binary quadric orthogonal rotational combination design

处理号 Treatment	N 施肥量/(g/株) N fertilizer amounts	有机肥量/(g/株) Organic fertilizer amounts
F3M3	1 (150)	1 (1500)
F3M1	1 (150)	-1 (500)
F1M3	-1 (50)	1 (1500)
F1M1	-1 (50)	-1 (500)
F4M2	1.414 (200)	0 (1000)
F0M2	-1.414 (0)	0 (1000)
F2M4	0 (100)	1.414 (2000)
F2M0	0 (100)	-1.414 (0)
F2M2	0 (100)	0 (1000)
F2M2	0 (100)	0 (1000)
F2M2	0 (100)	0 (1000)
F2M2	0 (100)	0 (1000)
F2M2	0 (100)	0 (1000)
F0M0	-1.414 (0)	-1.414 (0)

皿中快速加入 0.1 mol/L 的 NaOH 溶液 5 mL,重新盖好,装置和桌面之间用凡氏林密封。24 h 后,依次将装置移开,立即向培养皿中加入 0.2 mol/L 的 H₂SO₄ 溶液 5 mL,中和剩余的 NaOH,终止溶液中氨的形成和氨挥发。用蒸馏滴定法测定试验开始前和结束后硫酸铵溶液中的氨含量,硼酸吸收的氨直接用 0.005 mol/L 的标准 H₂SO₄ 滴定。氨挥发捕获装置回收率以及大田试验氨挥发速率的计算均参照王朝晖等人^[22]的研究。

氨挥发(NH₃-N, kg·hm⁻²·d⁻¹)计算公式: $NH_3-N = [M / (A \times D)] \times 10^{-2}$, 式中, M 为通气法单个装置平均每次测的氨量(NH₃-N, mg); A 为捕获装置的截面积(m²); D 为每次连续捕获的时间,

1.5 分析方法和结果统计

用标准酸滴定计算氨气挥发量,各测定时期测定量相加,视为累积挥发量。测定结果用 Excel、DPS 分析软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 秋收后恢复期施肥灌水后槟榔土壤的氨挥发速率

每年 12 月份,槟榔秋收后,正是槟榔生长恢复期,也是槟榔养分恢复最好时期,此时,由于收获果实带走的与前期生长发育所消耗养分,槟榔土壤养分与植株营养养分明显减少,因此,通过追加肥料补充槟榔恢复生长养分。试验结果表明,施肥灌水(灌水量为 300 m³/hm²)后肥料迅速水解为铵态氮并发生氨挥发反应。图 2 显示,各个处理的氨挥发速率变化趋势相似,均在追肥灌输后第 3 天出现明显挥发峰值,介于 0.50—3.42 kg·hm⁻²·d⁻¹,且施肥灌溉处理的氨挥发速率大于对照(不施肥不灌水处理,F0M0),之后迅速下降并进入低挥发阶段。施肥后 8—10 d 氨挥发速率与对照无明显差异。恢复期追肥灌水后第 3 天,F3M1,F3M3 和 F4M2 的挥发速率最大,F2M0,F2M2 和 F2M4 次之,F1M1 和 F1M3 较低,F0M0 和 F0M2 的最低。在同一尿素水平下,不同有机肥水平处理氨挥发有所差异,其大小如下:F3M1>F3M3;F2M0>F2M2>F2M4;F1M1>F1M3。由此可见,同一 N 水平下,有机肥含量较低的处理区域氨挥发率较高。在同一有机肥含量水平下,氨挥发率随着 N 素水平增加而增加。过了 10 d 后,各处理基本上没有变化与它们之间无明显差异。

2.2 花期施肥后槟榔土壤的氨挥发速率

每年 3 月底到 4 月,正是槟榔出花期,这段时期,出开及果穗分化,根系生长活跃,这个时期吸收大于消耗,属于养分积累期,因此在这段时间追加肥料,为槟榔花期及提高出果率提供养分基础。花期追肥后,灌水量比恢复期的大 1 倍。由图 2 可见,出花期追肥灌水后各个处理的氨挥发速率变化趋势与恢复期追肥灌水后的相似,均在追肥灌输后第 3 天出现明显挥发峰值,之后迅速下降并进入低挥发阶段。且施肥灌溉处理的氨挥发速率也大于对照(不施肥不灌水处理,F0M0),不同含量的有机和 N 肥条件,氨挥发率变化规律也相似。但是,各个处理氨挥发速率峰值比恢复期追肥灌水后的大,介于 1.50—4.42 kg·hm⁻²·d⁻¹。这可能灌水量相对

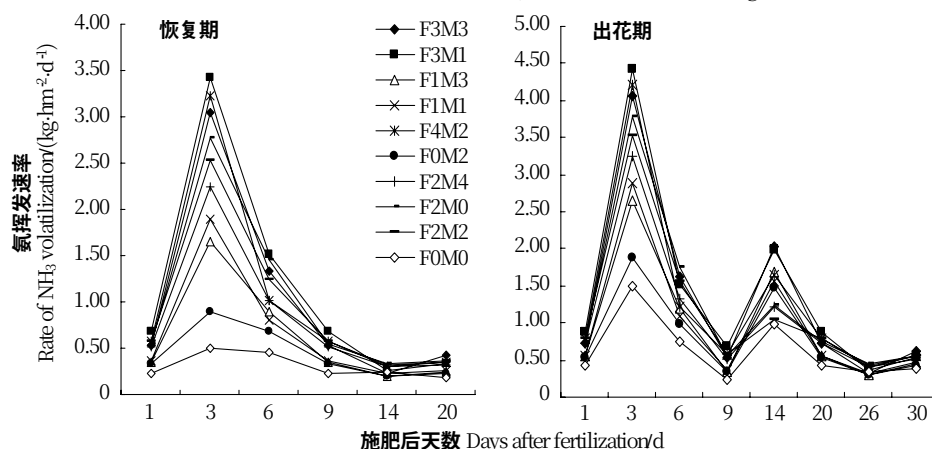


图 2 恢复期和出花期施肥后土壤氨挥发速率变化趋势

Fig. 2 Rate of soil NH₃ volatilization after fertilization at recovering and flowering stages of *Areca catechu* L.

于恢复期施肥后的灌水量的大,也可能因为,初花期,根系生长活跃,作物生长迅速,植株吸收养分快,使氮素硝化和氨化作用强烈。然而,在施肥第 14 天,各个处理氨挥发速率出现一个峰值。之后迅速下降。5 d 后,各处理氨挥发速率与对照无明显差异。这可能因为因为前期 N 肥在土壤积累,且施肥第 11—12 天出现较强的降雨,下雨后又出现高温晴天。地表水分大量蒸发,槟榔土壤未分解的 N 肥又开始随水分分解与挥发。

2.3 不同施肥和灌水量下的氨挥发总量

不同灌水量水平下的土壤氨挥发总量如图 3 所示,氨挥发总量随着灌水量增加而增大。灌水量为 $600 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 区域的氨挥发总量最大,其次为灌水量为 $300 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的。无施肥灌水的区域氨挥发总量最小。灌水量为 $600 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 区域氨挥发总量比灌水量为 $300 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的增加约 23%。不同有机肥处理(M0、M1、M2、M3 和 M4)土壤氨挥发总量分别为 12.56、18.03、18.38、16.05 和 14.94 kg/hm^2 。F0、F1、F2、F3、F4 处理氨挥发总量分别为 13.42、20.65、20.03、18.36 和 17.35 kg/hm^2 。由此可见,不同施肥量处理的氨挥发量比未施肥处理(M0,F0)的高,但是,氨挥发总量未随着 N 或有机肥量增加而升高。由此可见,有机肥和 N 肥之间可能存在交互效应作用,因此,如果有有机肥和 N 肥配置合理,不同种肥配施方式能明显减少氨挥发损失。但是施肥时,灌水量和降水量过多时,N 肥容易分解与氧化,产生氨挥发,特别在高温的气候环境。

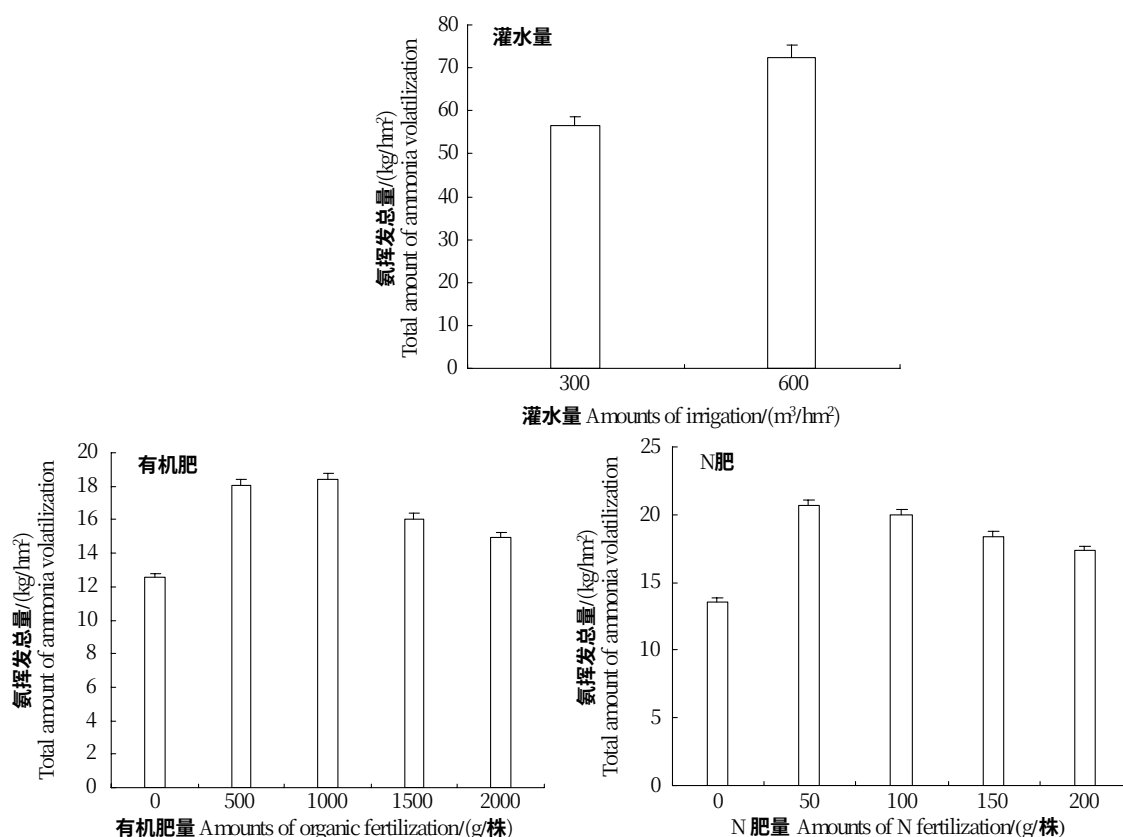


图 3 灌水量有机肥和 N 肥量对土壤氨挥发总量的影响

Fig. 3 Effects of irrigation, organic manure and N fertilizer amounts on total soil ammonia volatilization

3 讨论

土壤中氨挥发是氮素损失的主要途径之一,其损失量相当于氮素总损失 20%—71%^[23]。本研究结果表明,槟榔恢复期与出花期追肥灌水后氨挥发速率在第 2—3 天出现明显挥发峰值,而后迅速下降并进入低挥发阶段,这与华北、西北农田土壤氨挥发研究结果一致^[24],产生这种现象的原因可能是追肥灌水后土壤含水率较高,施入土壤中的尿素迅速水解,耕层土壤铵态氮含量高,为氨挥发过程提供了充足的物质条件,使氨挥发很快达到峰值。随着时间的延续,土壤含水率降低,土壤硝化过程加强,铵态氮很快被转化为硝态氮,使得氨

挥发速率逐渐降低。也可能是该时期气温较高,气候比较干旱,土壤的水分较快速地蒸发,地表水分含量较低。肥料氧化程度强度大大减弱,使土壤氮挥发速率大幅度降低。另一个原因,可能是槟榔正处于秋收后生长恢复状态,急需营养养分。因此,对养分吸收快,硝化作用强烈。使肥料 N 很快转化为硝态氮。过去研究也证实这点。譬如,施肥量、施肥种类、灌水量以及施肥灌水方式氮肥的施用方法及时间、植株生长状况及气候条件等也对氮挥发有影响^[25]。本试验研究结果显示有机肥和 N 肥混合追施下,在同一 N 水平下,有机肥比例大的处理氮挥发速率和总量都小于单一施用氮肥处理的,说明有机肥和氮肥配施能有效减少氮挥发损失。这与徐明岗等人和朱兆良等人研究结果相似,有机肥及有机肥配施显著降低了稻田表层水及其土壤无机氮含量和 pH^[26]。有机肥及有机肥配施氮挥发损失与等氮量的尿素相比也显著降低^[27]。可能由于有机质在分解过程中,产生大量有机酸和形成腐殖质,使土壤 pH 值下降并增大土壤的吸附能力,而使它具有显著的抑制氮挥发作用^[28]。段争虎等通过对不同土壤统计分析认为,在土壤特性当中,由于 CEC、粘粒含量、CaCO₃ 含量几乎人工无法改变,提高有机质是降低氮挥发唯一有效途径^[29]。

乔峻等指出,不同的氮肥施用量将会造成不同的氮损失,因为只有一定比例的氮肥被当季或当年利用,即使损失的不变,当氮肥施用量提高,氮的损失量也会相应提高^[30]。本试验研究结果表明在同一有机肥含量条件,不同比例氮肥地区氮挥发率有差异,氮挥发率随着 N 素水平增加而增加。

从本研究结果看,出花期施肥后灌水量比恢复期的大 1 倍,第 3 天,氮挥发速率比恢复期的明显增大。在施肥灌水第 10 天左右,氮挥发速率出现一个小峰,这可能因为施肥第 11—12 天较强降雨所致。灌水量大的氮挥发总量比灌水量小的大。高鹏程和张一平在陕西黄绵土研究氮挥发与土壤水分散失的结果表明^[31],随着土壤湿度增加,土壤水汽携带作用使氮挥发量增加。而追肥的方式为模拟降雨以水带肥,尿素首先全部溶解在水中,土壤水分有利于尿素的转化,促进氨态氮的产生。同时,在太阳蒸发作用下,土壤水汽携带氮的能力增强。这是基肥和追肥氮挥发通量差异较大的主要原因。在南方干旱红壤也出现类似结果,如红壤旱地秋季种植冬萝卜,各处理氮肥用量是基肥大于追肥,而氮挥发量却是基肥远小于追肥^[32]。

如由此可推断,槟榔的施肥方式(追肥)也可能是导致其土壤氮挥发严重一个因素,同时,氮挥发量和损失率与土壤水分关系很大,也就是灌水量大的氮挥发损失较大。另一个原因,由于槟榔根系较短,保水性不强;种植地区气候长处高温多雨,土壤为偏酸性,这些因素也可能是导致 N 素很容易流失。不易保存和转化,一般以氮挥发形式损失。因此为了避免 N 肥流失,一方面,可以选择在少雨季节施肥,配合一定量灌水处理,一方面,应有有机肥和化肥配施,这样可以有效减少 N 肥氮挥发,也可促进两种肥料有效利用。

References:

- [1] Zhu Z L. Fertilizer management strategies for the harmonization of agriculture development with environment protection. *Bulletin of Chinese Academy Science*, 2003, 18(2): 89-93.
- [2] Peng L F, Hao M D, Lai L. Studies of long-term fertilization on soil organic N components I. The variation of soil organic N components of N fertilizer and its mixture. *Research of Soil and Water Conservation*, 2003, 10(1): 53-54.
- [3] Mulvaney R L, Khan S A, Hoefl R G, Brown H M. A soil organic nitrogen fraction that reduces the need for nitrogen fertilization. *Soil Science Society of America Journal*, 2001, 65(4): 1164-1172.
- [4] Li L X, Hao M D, Peng L F. Research on variety of soil organic nitrogen components in artificial herbage land on Loess Plateau. *Research of Soil and Water Conservation*, 2003, 10(1): 55-57, 84.
- [5] Fu D Y, Tian X P, Xue Q F, Han X R. Effects of long-term culture fertilization and tillage patterns on the speciation of organic nitrogen in Albic soil. *Journal of Agro-Environment Science*, 2005, 24(6): 1127-1131.
- [6] Ji J H, Zhang Y L, Huang Y, Yu N, Zhang Y L. Effect of different irrigation methods on forms and profile distribution of soil organic nitrogen in protected field. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2007, 21(6): 99-104.
- [7] Wang K P, Zhang R Z, Suo D R. Effects of long-term fertilization on the speciation organic nitrogen in irrigated desert soil. *Ecology and Environment*, 2008, 17(2): 699-703.
- [8] Wang X G, Hao M D, Chen L, Zhang S M. *In situ* study of ammonia volatilization from wheat cropland under long-term continuous fertilization. *Plant Nutrition and Fertilizing Science*, 2006, 12(1): 18-24.

- [9] Zhang S, Zhang C Y, Sun Z H. Determination of volatilization of ammonia from soils at the piedmont area, Heibei plain. *Agro-environmental Protection*, 2002, 21(6): 527-529.
- [10] Xu W L, Zhang Y S, Liu H. Preliminary study on the characteristics of ammonia volatilization from salinized soils in Xinjiang. *Ecology and Environment*, 2007, 16(1): 176-179.
- [11] Ling L, Li S Q, Li S X. Study on ammonia volatilization from calcareous soil. *Journal of Soil Water Conservation*, 1999, 5(6): 119-122.
- [12] Wang D J, Liu Q, Lin J H, Sun R J. Optimum nitrogen use and reduced nitrogen loss for production of rice and wheat in the Yangtze Delta region. *Environmental Geochemistry and Health*, 2004, 26(2): 221-227.
- [13] Riley W J, Ortiz-Monasterio I, Matson P A. Nitrogen leaching and soil nitrate, nitrite, and ammonium levels under irrigated wheat in Northern Mexico. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2001, 61(3): 223-236.
- [14] Liu X L, Li S Q. Nitrogen in soil and environment. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 1998, 16(4): 36-43.
- [15] Li S Q, Li S X. Leaching loss of nitrate from semiarid area agroecosystem. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2000, 11(2): 240-242.
- [16] Campbell C A, Zentner R P, Knipfel J E, Schnitzer M, Lafond G P. Thirty-year crop rotations and management practices effects on soil and amino nitrogen. *Soil Science Society of America Journal*, 1991, 55(3): 739-745.
- [17] Wang Y, Cai D T, Shi R H. Availability of fertilizer residual-N and its relationship with distribution of residual N fractions. *Acta Pedologica Sinica*, 1993, 30(1): 19-25.
- [18] Huang D M, Zhu P L. Transformation and distribution of organic nitrogen forms in soil. *Journal of Jiangsu Agricultural Science*, 1986, 2(2): 17-25.
- [19] Li J M, Xu M G, Qin D Z, Li D C, Baochuan J H, Bamu Y X. Effects of chemical fertilizers application combined with manure on ammonia volatilization and rice yield in red paddy soil. *Plant Nutrition and Fertilizing Science*, 2005, 11(1): 51-56.
- [20] Banerjee B, Pathak H, Aggarwal P K. Effects of dicyandiamide, farmyard manure and irrigation on crop yields and ammonia volatilization from an alluvial soil under a rice (*Oryza sativa* L.)-wheat (*Triticum aestivum* L.) cropping system. *Biology Fertility of Soils*, 2002, 36(3): 207-214.
- [21] Zhang Q L, Zhang M, Yang Y C, Lu J F. Volatilization of ammonium bicarbonate and urea in main soil of Shandong province. *Chinese Journal of Soil Science*, 2002, 33(1): 32-34.
- [22] Wang Z H, Liu X J, Ju X T, Zhang F S. Field *in situ* determination of ammonia volatilization from soil: Venting method. *Plant Nutrition and Fertilizing Science*, 2002, 8(2): 205-209.
- [23] Zhu Z L, Wen Q X. Soil Nitrogen in China. Nanjing: Jiangsu Science Press, 1992: 171-196, 213-249.
- [24] Dong W X, Hu C S, Zhang Y M. *In situ* determination of ammonia volatilization in field of North China. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(3): 46-48.
- [25] Zhu Z L. Paddy soil nitrogen transformation and rational application of nitrogen fertilizer. *Chemistry*, 1994, (9): 15-22.
- [26] Xu M G, Zou C M, Qin D Z, Bamu Y X. Transformation and utilization on nitrogen in paddy soil under combining application of chemical and organic fertilizer. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39(supplement): 147-156.
- [27] Zhu Z L. Nitrogen management in relation to food production and environment in China. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39(supplement): 3-11.
- [28] Reynolds C M, Wolf D C. Influence of urcase activity and soil properties on ammonia volatilization from urea. *Soil Science*, 1987, 143(6): 418-425.
- [29] Duan Z H, Zhou Y L, Wu S R. Influence of soil properties on ammonia volatilization study. *Chinese Journal of Soil Science*, 1990, (3): 131-134.
- [30] Qiao J, Li Y, Li W Y. The losing cause and efficiency use of nitrogen fertilizer. *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*, 2004, (5): 38-39.
- [31] Gao P C, Zhang Y P. Research on relationship between volatilization of ammonia and evaporation of soil water. *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry(Natural Science Edition)*, 2001, 29(6): 22-26.
- [32] Lu R K, Shi Z Y, Lai Q W. Study on nutrition degeneration of red soil (II): Transformation of urea and ammonium bicarbonate in red soil. *Chinese Journal of Soil Science*, 1995, 26(6): 241-243.

参考文献:

- [1] 朱兆良. 合理使用化肥充分利用有机肥发展环境友好的施肥体系. *中国科学院院刊*, 2003, 18(2): 89-93.
- [2] 彭令发, 郝明德, 来璐. 长期施肥对土壤有机氮影响研究: I 氮肥及其配施下土壤有机氮组分变化. *水土保持研究*, 2003, 10(1): 53-54.
- [4] 李丽霞, 郝明德, 彭令发. 黄土区人工牧草地有机氮组分变化研究. *水土保持研究*, 2003, 10(1): 55-57, 84.
- [5] 富东英, 田秀平, 薛菁芳, 韩晓日. 长期施肥与耕作对白浆土有机态氮组分的影响. *农业环境科学学报*, 2005, 24(6): 1127-1131.

- [6] 姬景红, 张玉龙, 黄毅, 虞娜, 张玉玲. 灌溉方法对保护地土壤有机氮组分及剖面分布的影响. 水土保持学报, 2007, 21(6): 99-104.
- [7] 王克鹏, 张仁陟, 索东让. 长期施肥对河西灌漠土有机氮组分的影响. 生态环境, 2008, 17(2): 699-703.
- [8] 王旭刚, 郝明德, 陈磊, 张少民. 长期施肥条件下小麦农田氨挥发损失的原位研究. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(1): 18-24.
- [9] 张胜, 张翠云, 孙振华. 河北平原山前地区土壤氨挥发测定试验研究. 农业环境保护, 2002, 21(6): 527-529.
- [10] 徐万里, 张云舒, 刘骅. 新疆盐渍化土壤氮肥氨挥发损失特征初步研究. 生态环境, 2007, 16(1): 176-179.
- [11] 凌莉, 李世清, 李生秀. 石灰性土壤氨挥发损失的研究. 土壤侵蚀与水土保持报, 1999, 5(6): 119-122.
- [14] 刘小兰, 李世清. 土壤中的氮素与环境. 干旱地区农业研究, 1998, 16(4): 36-43.
- [15] 李世清, 李生秀. 半干旱地区农田生态系统中硝态氮的淋失. 应用生态学报, 2000, 11(2): 240-242.
- [17] 王岩, 蔡大同, 史瑞和. 肥料残留氮的有效性及其与形态分布的关系. 土壤学报, 1993, 30(1): 19-25.
- [18] 黄东迈, 朱培立. 有机氮各化学组分在土壤中的转化与分配. 江苏农业学报, 1986, 2(2): 17-25.
- [19] 李菊梅, 徐明岗, 秦道珠, 李冬初, 宝川靖和, 八木一行. 有机肥无机肥配施对稻田氨挥发和水稻产量的影响. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(1): 51-56.
- [21] 张庆利, 张民, 杨越超, 路继峰. 碳酸氢铵和尿素在山东省主要土壤类型上的氨挥发特性研究. 土壤通报, 2002, 33(1): 32-34.
- [22] 王朝晖, 刘学军, 巨晓棠, 张福锁. 田间土壤氨挥发的原位测定——通气法. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(2): 205-209.
- [23] 朱兆良, 文启孝. 中国土壤氮素. 南京: 江苏科技出版社, 1992: 171-196, 213-249.
- [24] 董文旭, 胡春胜, 张玉铭. 华北农田土壤氨挥发原位测定研究. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 46-48.
- [25] 朱兆良. 稻田土壤中氮素的转化与氮肥的合理施用. 化学通报, 1994, (9): 15-22.
- [26] 徐明岗, 邹长明, 秦道珠, 八木一行. 有机无机肥配合施用下的稻田氮素转化与利用. 土壤学报, 2002, 39(增刊): 147-156.
- [27] 朱兆良. 氮素管理与粮食生产和环境. 土壤学报, 2002, 39(增刊): 3-11.
- [29] 段争虎, 周玉麟, 吴守仁. 土壤特性对氨挥发影响的研究. 土壤通报, 1990, (3): 131-134.
- [30] 乔峻, 李勇, 李文耀. 氮肥损失成因及有效利用. 内蒙古农业科技, 2004, (5): 38-39.
- [31] 高鹏程, 张一平. 氨挥发与土壤水分散失关系的研究. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(6): 22-26.
- [32] 鲁如坤, 时正元, 赖庆旺. 红壤养分退化研究(II)——尿素和碳铵在红壤中的转化. 土壤通报, 1995, 26(6): 241-243.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31 ,No.15 August ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Trophic group responses of ground arthropods to land-cover change and management disturbance	LI Fengrui, LIU Jiliang, HUA Wei, et al (4169)
Construction and comparative analysis of enriched microsatellite library from <i>Liposcelis bostrychophila</i> and <i>L. entomophila</i> genome	WEI Dandan, YUAN Minglong, WANG Baojun, et al (4182)
Development of EST-SSRs markers and analysis of genetic diversities among different geographical populations of Manila clam <i>Ruditapes philippinarum</i>	YAN Xiwu, YU Zhifei, QIN Yanjie, et al (4190)
Genetic diversity of different generations of the Dalian population of Manila clam <i>Ruditapes philippinarum</i> through selective breeding	YU Zhifei, YAN Xiwu, YANG Fei, et al (4199)
Comparative study of spike differentiation in wheat in the glasshouse and field	JIANG Lina, ZHAO Yanling, SHAO Yun, et al (4207)
Effects of organic fertilizer on growth and endogenous hormone contents of wheat seedlings under salt stress	LIU Haiying, CUI Changhai, ZHAO Qian, et al (4215)
Impacts of climatic change on spring wheat growth in a semi-arid region of the Loess Plateau: a case study in Dingxi, Gansu Province	YAO Yubi, WANG Runyuan, YANG Jinhu, et al (4225)
Dynamic changes in nitrogen and phosphorus concentrations and emission-reduction potentials in paddy field water under different tillage models	FENG Guolu, YANG Renbin (4235)
Effects of planting and straw returning of transgenic Bt maize on soil enzyme activities under field condition	YAN Shilei, ZHAO Lei, SUN Hongwei, et al (4244)
Effects of short-term flooding on <i>Geobacteraceae</i> spp. and <i>Anaeromyxobacter</i> spp. abundance in paddy soil	ZHU Chao, Stefan Ratering, QU Dong, et al (4251)
Adaptive adjustments of the sowing date of late season rice under climate change in Guangdong Province	WANG Hua, CHEN Xinguang, HU Fei, et al (4261)
Carbon and nitrogen sequestration rate in long-term fenced grasslands in Inner Mongolia, China	HE Nianpeng, HAN Xingguo, YU Guirui (4270)
Ecosystems carbon storage and carbon sequestration potential of two main tree species for the Grain for Green Project on China's hilly Loess Plateau	LIU Yingchun, WANG Qiufeng, YU Guirui, et al (4277)
Wettability on plant leaf surfaces and its ecological significance	SHI Hui, WANG Huixia, LI Yangyang (4287)
Seasonal dynamics of litter accumulation in major forest communities on the northern slope of Changbai Mountain, Northeast China	ZHENG Jinping, GUO Zhongling, XU Chengyang, et al (4299)
A comparative study of seed germination traits of 52 species from Gurbantunggut Desert and its peripheral zone	LIU Huiliang, SONG Mingfang, DUAN Shimin, et al (4308)
The reproductive ecological characteristics of <i>Sinosenecio jishouensis</i> (Compositae) and its endangerment mechanisms	DENG Tao, CHEN Gongxi, ZHANG Daigui, et al (4318)
Iterative algorithm for analyzing the influence of the proportion of permanently destroyed sites on the equilibrium abundances of species	SHI Peijian, GE Feng, YANG Qingpei (4327)
Physiological mechanism of foliage spraying paclobutrazol on increasing salt tolerance of <i>Jatropha curcas</i> seedlings	MAO Yiqing, ZHENG Qingsong, CHEN Jianmiao, et al (4334)
Spatial ecological niche of main insect borers in larch of Aershan	YUAN Fei, LUO Youqing, SHI Juan, et al (4342)
Source areas and landing mechanism of early immigration of white-backed planthoppers <i>Sogatella furcifera</i> (Horváth) in Yunnan, 2009	SHEN Huimei, LÜ Jianping, ZHOU Jinyu, et al (4350)
Life history and the evolutionary significance of egg diapause in Changsha population of the rice grasshopper, <i>Oxya chinensis</i> (Orthoptera: Catantopidae)	ZHU Daohong, ZHANG Chao, TAN Ronghe (4365)
Relationships between main insect pests and their predatory natural enemies in "518" nectarine orchard	SHI Xiaoli, BI Shoudong, GENG Jiguang, et al (4372)
Dynamics of soil meso- and microfauna communities in Zoigê alpine meadows on the eastern edge of Qinghai-Tibet Plateau, China	ZHANG Hongzhi, WU Pengfei, YANG Daxing, et al (4385)
Seasonal changes in waterbirds population and movements of Great Black-headed Gull <i>Larus ichthyaetus</i> at Keluke Lake of Qinghai, China	ZHANG Guogang, LIU Dongping, HOU Yunqiu, et al (4398)
Predictions of net carbon emissions based on the emissions and forest carbon sinks in Yunnan Province	LIU Huiya, WANG Zheng, MA Xiaozhe (4405)
Ecological water depletion by human use in Beijing City	BAI Yinglan, WANG Rusong, YAO Liang (4415)
Review and Monograph	
Research progress on regulation mechanism for the process of water transport in plants	YANG Qiliang, ZHANG Fucang, LIU Xiaogang, et al (4427)
Antibiotics in environmental matrices and their effects on microbial ecosystems	YU Shen, WANG Min, HONG Youwei (4437)
Anaerobic ammonium oxidation in natural ecosystems	SHEN Lidong, ZHENG Ping, HU Baolan (4447)
Scientific Note	
Ecological characteristics of macrobenthic communities and their relation to water environmental factors in four bays of southern Shandong Peninsula	ZHANG Ying, LÜ Zhenbo, XU Zongfa, et al (4455)
Seasonal succession of crustacean zooplankton in relation to the major environmental factors in Lake Ulungur, Xinjiang	YANG Lili, ZHOU Xiaoyu, LIU Qigen, et al (4468)
Effect of different fertilization and irrigation practices on soil ammonia volatilization of Arecanut (<i>Areca catechu</i> L.)	LU Lilan, GAN Bingchun, XU Minghui, et al (4477)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 15 期 (2011 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 15 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元