

黔东南州稻田土壤硝态氮和铵态氮含量评价

黄莉, 王建伟*, 吴运泽, 夏文倩, 余莉, 付帅, 杨再婷 (凯里学院环境与生命科学学院, 贵州凯里 556011)

摘要 [目的] 研究黔东南州稻田土壤硝态氮和铵态氮的含量。[方法] 对从黔东南州采集的 146 份稻田土壤的硝态氮和铵态氮含量进行测定, 研究各县市硝态氮和铵态氮含量、分布及速效氮的分级情况, 对黔东南州稻田土壤肥力进行评价。[结果] 黔东南州各县市间稻田土壤硝态氮和铵态氮含量差异较大, 硝态氮平均含量最高的为镇远县, 最低的为岑巩县; 铵态氮平均含量最高的为三穗县, 最低的为麻江县。速效氮主要分为 3、4、5、6 等级, 黔东南州绝大部分稻田土壤速效氮处于 5、6 等级。[结论] 黔东南州 90% 以上稻田土壤速效氮含量偏低。

关键词 硝态氮; 铵态氮; 速效氮; 肥力; 稻田

中图分类号 S158.2; X825 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)05-0096-03

Evaluation of Soil Nitrate Nitrogen and Ammonium Nitrogen in Rice Fields of Qiandongnan Prefecture

HUANG Li, WANG Jian-wei*, WU Yun-ze et al (College of Environment and Life Science, Kaili University, Kaili, Guizhou 556011)

Abstract [Objective] To study soil nitrate nitrogen and ammonium nitrogen content in rice fields of Qiandongnan Prefecture. [Method] Nitrate nitrogen, ammonium nitrogen content of 146 soil samples collected from Qiandongnan Prefecture were measured, and the content of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, and the classification and distribution of available nitrogen were analyzed and compared among counties. [Result] The soil nitrate nitrogen, ammonium nitrogen content had obvious difference between the counties, the average concentration of nitrate nitrogen from Zhenyuan County was the highest, while that from Cengong County was the lowest; the average concentration of ammonium nitrogen from Sansui County was the highest, while that from Majiang County was the lowest. Available nitrogen distributed from 3 to 6 grades, mostly in the 5 and 6 grades in Qiandongnan Prefecture. [Conclusion] More than 90% rice field soil is deficient in soil available nitrogen.

Key words Nitrate nitrogen; Ammonium nitrogen; Available nitrogen; Soil fertility; Rice field

氮素是蛋白质的主要成分, 在植物生命中具有极其重要的地位, 其在蛋白质中平均含量达 18%^[1]。一般氮量占植物干重的 0.3%~5.0%, 是植物生长需求量最大的矿物质元素^[2-5]。作物体内的氮源主要来自于吸收土壤中的铵态氮和硝态氮, 因此测定土壤中的硝态氮、铵态氮的含量可作为土壤肥力研究的重要指标之一。近年来, 氮肥使用量不断增加, 全世界范围内每年氮素进入土壤 83 200 t 左右。我国在氮肥的应用上也处于较高水平, 加上农业管理措施不合理, 利用率仅为 20%~30%, 氮素损失严重, 成为我国重要的污染源^[6-8]。氮肥造成环境影响的根本原因在于人类对氮肥使用不规范。巨晓棠等^[9]以我国北部某地区土壤为对象, 研究土壤硝态氮积累与环境的关系, 结果表明, 该地区土壤硝态氮积累造成水体环境受威胁的原因是施肥不合理, 存在大量盲目施肥现象。

黔东南州农田较多, 水资源丰富, 是以种植水稻为主的自给自足的自治州。黔东南州农民施肥是以多年的种植经验, 观察土壤的颜色及与其他农户交流等进行判定, 缺乏科学准确的理论依据, 对土壤的认识不够深入、全面。为保护黔东南州农业生态系统, 迫切需要对施肥作出正确的指引。关于测定黔东南州土壤硝态氮和铵态氮含量研究土壤氮素水平鲜见报道。为科学施肥、提高作物产质量、减少对环境的污染, 笔者研究了黔东南州硝态氮和铵态氮的含量、分布和积累, 旨在为黔东南州农作物田间合理施肥、肥料规划、提

升氮素管理水平、提高氮肥利用率、减少硝酸盐淋失、降低水体污染等提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 黔东南苗族侗族自治州位于贵州省东南部, 辖 16 个地级县市, 属中亚热带季风湿润气候区, 主要雨季为夏、秋季。该州农田较多, 水资源丰富, 年降雨量 1 000~1 500 mm, 以种植水稻为主, 是一个农业自给自足州^[10]。

1.2 试验仪器与试剂 管形土钻、60 目筛子、碾磨棒、白纸、塑料袋。多用调速振荡器、分光光度计、玻璃比色皿、移液管、烧杯、容量瓶、定性滤纸、电子天平、吹洗瓶、洗耳球等。NaCl 溶液(1 mol/L)、纳氏试剂、酒石酸钾钠溶液、H₂SO₄ 溶液(10%)、氯化钠浸提剂(1 mol/L)、硝态氮标准贮备液 $\rho(N) = 100 \text{ mg/L}$ 、硝态氮标准溶液 [$\rho(N) = 10 \text{ mg/L}$]。

1.3 试验方法 以黔东南州 16 个县为研究对象, 采用随机采样法, 在每个县随机采集(0~20 cm 土层)土壤样品 4~18 份, 每个样品取 3 个点的混合样。将采集的土样进行风干, 磨碎, 过筛, 保存, 用比色法测定硝态氮和铵态氮含量。

将采集的土样置于通风、干燥的环境 30~60 d 直至风干, 将风干土样碾磨, 用四分法取适量的土样继续碾磨, 并过筛成所需粉状土样。称取一定量的土样于塑料瓶中, 用浸提剂将土样中的硝态氮和铵态氮浸提出来, 在转速 180 r/min 下振荡 30 min, 以达到充分浸提的效果, 用定性滤纸过滤。吸取一定量的过滤液, 加 10% 硫酸进行酸化以去除 OH⁻、CO₃²⁻、HCO₃⁻ 和有机质等的干扰, 同时制作标准曲线。用紫外分光光度计分别在波长 210、275 nm 处测定溶液的吸光度^[11]。另外吸取一定量的过滤液, 加入酒石酸钾钠、纳氏试剂, 制作标准曲线, 再在 420 nm 波长处测定吸光度^[12]。铵态氮、硝态氮含量分别按标准曲线公式和浓度的稀释度计算。

基金项目 贵州省大学生创新创业训练项目(201510669013); 2015 年校级大学生创新创业训练计划项目。

作者简介 黄莉(1991—), 女, 贵州剑河人, 本科生, 专业: 资源环境科学。* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事植物营养与调控研究。

收稿日期 2016-12-30

2 结果与分析

2.1 土壤硝态氮和铵态氮含量的频率分布 对黔东南州各县市 146 个样品硝态氮测定结果见图 1, 铵态氮的测定结果见图 2。由图 1、2 可知, 土壤中硝态氮的频率分布比铵态氮的频率分布变化较大, 且含量相对较低。

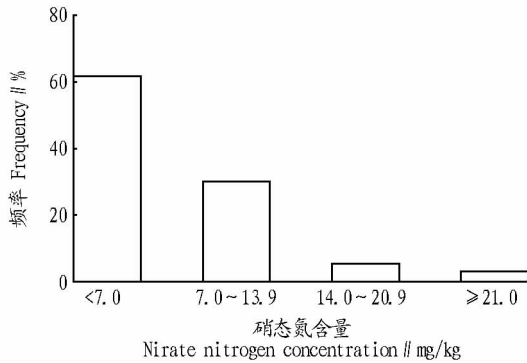


图 1 硝态氮含量频率分布

Fig. 1 Frequency distribution of nitrate nitrogen content

硝态氮含量 < 7.0 mg/kg 的样品数为 82, 占总数的 61.65%; 含量 7.0 ~ 13.9 mg/kg 的样品数为 40, 占总数的 30.08%; 含量 14.0 ~ 20.9 mg/kg 的样品数为 7, 占总数的 5.26%; 含量 ≥ 21.0 mg/kg 的样品数为 4, 占总数的 3.01%。

铵态氮含量 < 9.0 mg/kg 的样品数为 14, 占总数的 10.53%; 含量 9.0 ~ 17.9 mg/kg 的样品数为 44, 占总数的

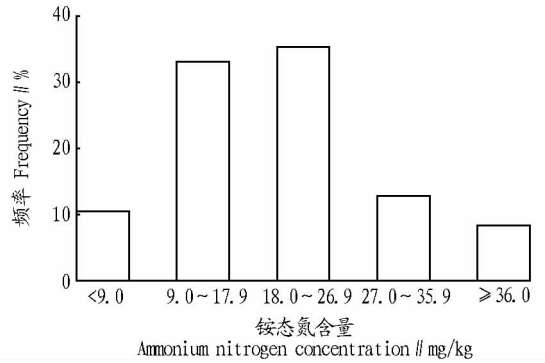


图 2 铵态氮含量频率分布

Fig. 2 Frequency distribution of ammonium nitrogen content

33.08%; 含量 18.0 ~ 26.9 mg/kg 的样品数为 47, 占总数的 35.34%; 含量 27.0 ~ 35.9 mg/kg 的样品数为 17, 占总数的 12.78%; 含量 ≥ 36.0 mg/kg 的样品数为 11, 占总数的 8.27%。

2.2 不同县市土壤硝态氮和铵态氮含量的差异 由表 1、2 可知, 各县市之间硝态氮、铵态氮含量的差异较大, 含量在县市内差异也较大, 但速效氮含量(速效氮 = 铵态氮 + 硝态氮)相差相对较小。硝态氮含量最高的是镇远县, 为 27.83 mg/kg, 最低的是岑巩县, 为 1.22 mg/kg; 铵态氮含量最高的是三穗县, 为 90.51 mg/kg, 含量最低的是麻江县, 为 0.65 mg/kg。

表 1 各县市硝态氮含量

Table 1 Nitrate nitrogen content of various counties and cities

县市 Counties and cities	样品数 Sample number	最大值 Maximum value//mg/kg	最小值 Minimum value//mg/kg	平均值 Average//mg/kg	标准偏差 Standard deviation
岑巩县 Cengong County	10	10.45	1.22	5.58	3.32
从江县 Congjiang County	5	24.56	10.06	14.16	5.89
丹寨县 Danzhai County	4	5.68	2.07	3.47	1.74
黄平县 Huangping County	13	10.58	1.30	3.60	2.62
剑河县 Jianhe County	6	16.23	4.17	10.98	5.26
锦屏县 Jinpin County	12	14.82	3.87	8.36	3.48
凯里市 Kaili City	2	4.51	3.67	4.09	0.59
雷山县 Leishan County	11	15.60	2.30	7.07	4.73
黎平县 Liping County	8	11.26	1.69	8.67	3.27
麻江县 Majiang County	18	14.10	1.77	5.14	3.28
榕江县 Rongjiang County	8	7.69	2.71	5.31	1.83
三穗县 Sansui County	15	22.95	1.62	8.58	5.32
施秉县 Shibing County	4	9.00	1.35	3.59	3.66
台江县 Taijiang County	9	12.23	1.99	6.20	3.02
天柱县 Tianzhu County	6	4.95	2.07	3.78	1.06
镇远县 Zhenyuan County	15	27.83	1.38	11.52	8.32

2.3 土壤硝态氮和铵态氮含量分级 据全国第二次土壤普查及有关标准, 土壤速效氮含量等级标准: 6 级 < 30 mg/kg, 5 级 30 ~ 59 mg/kg, 4 级 60 ~ 89 mg/kg, 3 级 90 ~ 119 mg/kg, 2 级 120 ~ 150 mg/kg, 1 级 > 150 mg/kg。根据国家土壤速效氮分级标准, 黔东南州各县市土样速效氮(速效氮 = 硝态氮 +

硝态氮)的分级情况见表 3。由表 3 可知, 黔东南州土样可分为 3、4、5、6 级, 其主要是分布在 5、6 级。

黔东南州速效氮含量等级百分比见图 3。由图 3 可知, 黔东南州速效氮含量等级主要为 5 和 6 级, 3 和 4 级所占比例较小。

表2 各县市铵态氮含量

Table 2 Ammonium nitrogen content of various counties and cities

县市 Counties and cities	样品数 Sample number	最大值 Maximum value//mg/kg	最小值 Minimum value//mg/kg	平均值 Average//mg/kg	标准偏差 Standard deviation
岑巩县 Cengong County	10	34.99	7.37	18.58	7.95
从江县 Congjiang County	5	34.76	16.43	24.57	7.44
丹寨县 Danzhai County	4	26.96	15.78	21.83	4.83
黄平县 Huangping County	13	41.94	5.39	20.94	9.50
剑河县 Jianhe County	6	31.70	13.50	23.22	7.63
锦屏县 Jinpin County	12	65.51	13.27	24.32	14.89
凯里市 Kaili City	2	27.50	14.26	20.88	9.36
雷山县 Leishan County	11	37.48	5.61	20.97	9.26
黎平县 Liping County	8	55.23	8.46	23.30	14.41
麻江县 Majiang County	18	39.40	0.65	15.90	10.41
榕江县 Rongjiang County	8	27.15	1.85	14.40	7.86
三穗县 Sansui County	15	90.51	14.91	31.38	18.56
施秉县 Shibing County	4	30.13	5.06	15.77	10.54
台江县 Taijiang County	9	29.83	12.94	19.18	5.03
天柱县 Tianzhu County	6	22.72	15.11	19.74	2.69
镇远县 Zhenyuan County	15	43.63	7.02	16.86	10.33

表3 黔东南州土壤分级情况

Table 3 Soil classification of Qiandongnan Prefecture

县市 Counties and Cities	百分比 Percentage//%			
	3级 Level 3	4级 Level 4	5级 Level 5	6级 Level 6
岑巩县 Cengong County	0	0	10	90
从江县 Congjiang County	0	0	80	20
丹寨县 Danzhai County	0	0	0	100
黄平县 Huangping County	0	0	31	69
剑河县 Jianhe County	0	0	67	33
锦屏县 Jinpin County	0	8	34	58
凯里市 Kaili City	0	0	0	100
雷山县 Leishan County	0	9	18	73
黎平县 Liping County	0	0	50	50
麻江县 Majiang County	0	0	11	89
榕江县 Rongjiang County	0	0		100
三穗县 Sansui County	7	0	60	33
施秉县 Shibing County	0	0	25	75
台江县 Taijiang County	0	0	22	78
天柱县 Tianzhu County	0	0	0	100
镇远县 Zhenyuan County	0	0	38	62

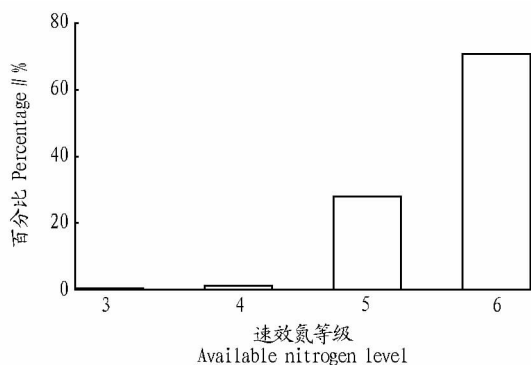


图3 黔东南州速效氮等级百分比

Fig. 3 Percentage of available nitrogen level in Qiandongnan prefecture

3 讨论

王明霞等^[13]研究硝态氮对不同品种生菜产量和品质的影响,结果表明,生菜硝酸盐含量与土壤硝态氮含量成正比;

生菜的蛋白质含量、氨基酸含量、生物产量与硝态氮含量呈抛物线关系。即氮素对作物生长有促进作用,但过量的氮素起反作用。该研究通过对黔东南州各个地区的研究,结果表明,土壤中速效氮含量影响作物的产质量,当速效氮3级时最适合作物生长。

古巧珍等^[14]通过大田长期定位试验,结果表明,长期施用氮肥,氮肥利用率很低,施氮方式显著影响土壤硝态氮累积和淋失;长期大量施用氮肥会导致氮素累积,可能会随水渗入地下或流入河流造成水体污染。同延安等^[15]在砂质土壤上进行试验,结果表明,灌溉量越大硝态氮残留越小;该研究采集0~20 cm土层进行测定,结果表明,硝态氮含量与土壤水分有关。通过随机抽样法对黔东南州各县市土壤硝态氮和铵态氮含量进行测定,结果表明,水稻对氮肥的需求量为80~120 kg/hm²。

4 结论

(1)黔东南州土壤硝态氮和铵态氮含量差异均较大,硝态氮相对硝态氮差异较小,土壤速效氮可分为3、4、5、6级,绝大部分为5、6级,含量最高的为3级,最低的为6级,含量偏高的仅有个别地区,含量偏低的地区很普遍。

(2)速效氮含量普遍偏低,难以满足作物的生长需求,可适当施用氮肥,以促进作物生长和发育,但施肥量需根据土壤速效氮的等级和不同植物对速效氮的需求量等因素酌情施肥。

(3)不宜长期大量施用氮肥,否则会造成土壤结构发生变化,肥力下降,作物产量和质量降低,甚至污染环境等。

(4)土壤中铵态氮和硝态氮的残留量不大,旱田较少,铵态氮转化为硝态氮的量较少,硝态氮含量均较低。但由于黔东南州雨季集聚,降雨量大,对氮肥淋失、淋溶、移运等有一定影响。因此,在降雨量大的季节不适合大量施用氮肥,可选择适量的速效肥,对环境的影响相对较小。

(下转第169页)

表 4 全国土壤养分分级标准^[9]

Table 4 National classification of soil nutrient standards

养分等级 Nutrient level	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	全磷 Total phosphorus g/kg	全钾 Total potassium g/kg	水解氮 Hydrolyzable nitrogen mg/kg	速效磷 Rapidly available phosphorus mg/kg	速效钾 Rapidly available potassium mg/kg
1	> 40	> 2.00	> 2.0	> 30	> 150	> 40	> 200
2	30 ~ 40	1.50 ~ 2.00	1.5 ~ 2.0	20 ~ 30	120 ~ 150	20 ~ 40	150 ~ 200
3	20 ~ 30	1.00 ~ 1.50	1.0 ~ 1.5	15 ~ 20	90 ~ 120	10 ~ 20	100 ~ 150
4	10 ~ 20	0.75 ~ 1.00	0.7 ~ 1.0	10 ~ 15	60 ~ 90	5 ~ 10	50 ~ 100
5	6 ~ 10	0.50 ~ 0.75	0.4 ~ 0.7	5 ~ 10	30 ~ 60	3 ~ 5	30 ~ 50
6	< 6	< 0.50	< 0.4	< 5	< 30	< 3	< 30

处于缺乏状态。中坡土壤大部分养分指标含量较下坡有所降低,除土壤有机质平均含量(23.11 g/kg)达到中等水平外,其余养分指标含量均处于偏低状态。上坡与中坡相比,大部分养分指标含量下降了 1 个等级,总体处于偏低和极低水平。整体来看,不同坡位桉树人工林土壤养分含量大部分处于偏低水平,其中除有机质处于中等水平外,其余养分含量总体偏低,全氮、全磷和速效磷缺乏严重,这限制了桉树人工林的正常生长发育。

3 结论与讨论

不同立地条件下林地土壤肥力存在不同程度的差异,对林木的生长发育有不同的影响。该研究结果表明,不同坡位对桉树的生长产生了影响,随着坡位的降低,桉树林木生长和造林保存率均表现出上升趋势,这与丁贵杰等^[10]对马尾松的研究结果相一致。不同坡位土壤物理化学性质总体表现出下坡最优、中坡次之、上坡最差的趋势,在同一坡位,随着土层加深,土壤理化性质逐渐变差。整体来看,试验地土壤肥力总体较低,除土壤有机质含量处于中等水平外,其余养分指标大多处于偏低水平,特别是全氮、全磷和速效磷处于缺乏状态。唐孟美^[11]研究发现,广西桉树种植区土壤养分有机质处在中高水平,有效磷含量普遍较低,部分地方甚至处于极度缺乏状态,这与该研究结果相类似。有机质和全氮含量高,对桉树生长有利,而有效磷的缺乏,使得桉树生长养分失衡,这对桉树人工林的培育极为不利。因此,在实际生产经营活动中,桉树人工林要达到速生和丰产的目的,应选择土壤肥沃的地区和地段造林,在较好的立地条件下,

土壤有机质含量、含水量和肥力越高,桉树生长表现越好;反之,如果造林地立地条件较差,土壤贫瘠,则难以满足桉树正常生长发育所需条件。因此,今后在经营桉树人工林时,为实现速生丰产的目的,应对造林地进行立地控制,尽量选择山坡的中下部和立地条件较好的林地造林。对于山坡上部的造林地,要适当增加施肥量,要选择含氮量和含磷量较高的复合肥,经济条件较好的林业生产单位可配合微量元素进行施用^[11],以弥补立地条件差异导致的土壤肥力不足,从而充分利用土地资源,提高桉树人工林生产力。

参考文献

- [1] 项东云. 新世纪广西桉树人工林可持续发展策略讨论[J]. 广西林业科学, 2002, 31(3): 114 - 121.
- [2] 姚瑞玲, 陈健波. 我国桉树引种及其种质资源保存现状与对策[J]. 广西林业科学, 2009, 38(2): 92 - 94.
- [3] 林业部科技司. 森林生态系统定位研究方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [4] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 103, 470 - 471, 505 - 507.
- [5] 陈祖松. 不同治理模式的红壤物理性质与渗透性能研究[J]. 福建林学院学报, 1997, 17(3): 197 - 201.
- [6] 史东梅, 吕刚, 蒋光毅, 等. 马尾松林地土壤物理性质变化及抗蚀性研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 35 - 39.
- [7] 张志云, 蔡学林, 黎祖尧, 等. 土壤物理性质与林木生长关系的研究[J]. 江西农业大学学报, 1991, 13(1): 28 - 32.
- [8] 臧国长, 马祥庆, 吴鹏飞, 等. 闽南不同桉树种植区土壤肥力比较[J]. 西南林业大学学报, 2013, 33(2): 6 - 9.
- [9] 全国土壤普查办公室. 全国第二次土壤普查暂行技术规程[S]. 北京: 农业出版社, 1979.
- [10] 丁贵杰, 周志春, 王章荣. 马尾松纸浆用材林培育与利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 12 - 13.
- [11] 唐孟美. 广西桉树人工林土壤养分现状与施肥研究[J]. 吉林农业, 2014(3): 68 - 69.
- [12] 赵竟英, 宝德俊, 张鸿程, 等. 潮土硝态氮移动规律及对环境的影响[J]. 农业环境保护, 1996, 15(4): 166 - 169.
- [13] 巨晓棠, 张福锁. 中国北方土壤硝态氮的累积及其对环境的影响[J]. 生态环境, 2003, 12(1): 24 - 28.
- [14] 田菊萍, 龙先菊, 黄艳, 等. 黔东南州近 21a 的降水气候特征分析[J]. 贵州气象, 2011, 35(1): 32 - 34.
- [15] 单中超, 许恕. 紫外法测定硝态氮中有关影响因素的探讨[J]. 辽宁城乡环境科技, 1998, 18(1): 54 - 56.
- [16] 杨清. 应用纳氏试剂测定土壤铵态氮中几个问题的商讨[J]. 土壤, 1981(2): 66 - 69.
- [17] 王明霞, 周志峰, 袁玲. 硝态氮对不同品种生菜产量和品质的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2007, 32(4): 43 - 46.
- [18] 古巧珍, 杨学云, 孙本华, 等. 旱地瘠土长期定位施肥土壤剖面硝态氮分布与累积研究[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 48 - 52.
- [19] 同延安, 石维, 吕殿青, 等. 陕西三种类型土壤剖面硝酸盐盐累积、分布与土壤质地的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(4): 435 - 441.
- [20] 段巍巍, 李慧玲, 肖凯, 等. 氮肥对玉米穗位叶光合作用及其生理生化特性的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(1): 26 - 29.
- [21] MORRIS C S, LIU T Y, INNOCENT N M. Fault determination using one dimensional wavelet analysis[J]. Journal of American science, 2010, 6(7): 177 - 182.
- [22] 陆景陵. 植物营养学: 上册[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 23 - 34.
- [23] 杜红霞. 作物水肥利用过程及调控试验研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- [24] 植物营养学与环境科学专家 张崇玉[J]. 贵州农业科学, 2009(2): 185.
- [25] 尹世洋, 吴文勇, 刘洪禄, 等. 再生水灌区地下水硝态氮空间变异性及污染成因分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 200 - 207.
- [26] 郑燕, 侯海军, 秦红灵, 等. 施氮对水稻土 N₂O 释放及反硝化功能基因(narG/nosZ)丰度的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(11): 3386 - 3393.

(上接第 98 页)

参考文献