

控释掺混肥对花生生育期间剖面土壤铵态氮和硝态氮含量变化的影响

董元杰^{1,2}, 万勇善², 张 民¹, 刘凤珍²

(1. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东农业大学 农学院, 山东 泰安 271018)

摘要:以普通单质肥料为原料, 制备了N: P₂O₄: K₂O 比例分别为 14: 13: 15, 11: 14: 17 和 14: 14: 17 的 3 种控释掺混肥料, 于 2007 年在山东省泰安市徂徕镇进行田间试验, 研究了不同配方控释掺混肥料品种对花生生育期间剖面土壤铵态氮和硝态氮含量动态变化的影响。结果表明, 在花生不同生育期不同施肥处理剖面土壤中的铵态氮耕层含量最高, 随剖面深度的增加呈现出先降低后升高再降低的变化趋势, 硝态氮随剖面土壤深度的增加变化趋势与铵态氮相同, 但含量升高的土层随生育期的延长不断加深。与常规肥料相比施用控释掺混肥料能够在结荚期和饱果成熟期提高剖面相同土层土壤中铵态氮的含量, 降低硝态氮的含量, 减少对地下水产生污染的风险。能克服常规肥料苗期养分过多造成烧苗和生长后期养分供应不足的缺点, 不同配方的 3 种控释掺混肥的一次性施用显著优于一次性施用常规肥料。与普通肥料相比, 不同品种控释掺混肥处理提高肥效降低污染风险的效益顺序为: 控释掺混肥料 1> 控释掺混肥料 2> 控释掺混肥料 3。

关键词: 控释掺混肥料; 花生; 铵态氮; 硝态氮; 含量

中图分类号: S147.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2008)06-0203-05

Effect of Controlled Release Blend Bulk Fertilizers on the Soil Ammonium and Nitrate Nitrogen Content during the Growing Season of Peanut

DONG Yuan-jie^{1,2}, WAN Yong-shan², ZHANG Min¹, LIU Feng-zhen²

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China;

2. Agronomy College, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: In order to make controlled release blend bulk fertilizers for peanut, three controlled release blend bulk fertilizers, the ratio of N: P₂O₄: K₂O were 14: 13: 15, 11: 14: 17 and 14: 14: 17, were made of common straight fertilizers (urea, diammonium phosphate, potassium chloride and sulphate potassium). In 2007, a field experiment was conducted to study the effect of controlled release blend bulk fertilizers on the soil ammonium and nitrogen dynamics during the growing season of peanut at Culai town, Taian city, Shandong province. The result showed that soil ammonium content of 0-20 cm layer is highest. In the soil profile, the soil ammonium contents show the trend of decreasing, increasing and decreasing with the profile depth. And the nitrate nitrogen content of profile soil has the same change trend with soil ammonium, but the increasing layer of soil nitrate nitrogen is more and more deep during the peanut growing seasons. Comparing to single applying common fertilizers, the controlled release blend bulk fertilizers increased soil ammonium content of same profile layers of single applying common fertilizers treatment in podding stage and mature stage. And the controlled release blend bulk fertilizers can reduce the nitrate nitrogen content of same profile layers of CF treatment. It shows that the controlled release blend bulk fertilizers can reduce the soil nitrate nitrogen content and decrease the disaster of water being polluted. And it can overcome the shortcoming of single applying common fertilizers that nitrogen is too much in seeding stage and nitrogen is too small in others growing stage. Comparing to single applying common fertilizers, the controlled release blend bulk fertilizers increased nitrogen utilization and reduce groundwater pollution. In the three kinds controlled release blend

收稿日期: 2008-10-03

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD10B07); 山东农业大学金正大科研基金(38570)

作者简介: 董元杰(1977-), 男, 山东临邑人, 讲师, 博士, 主要从事土壤生态与植物营养方面的研究。

通讯作者: 万勇善(1960-), 男, 山东临沐人, 教授, 主要从事花生栽培生理和遗传育种研究。

bulk fertilizers, the sequence of effect is controlled release blend bulk fertilizers1> controlled release blend bulk fertilizers2> controlled release blend bulk fertilizers3.

Key words: Controlled release blend bulk fertilizers; Peanut; Ammonium; Citrate nitrogen; Content

提高单位面积土地产量粮食单产是目前解决中国粮食问题行之有效的手段之一,因此,越来越多的肥料,尤其是氮素被投入到农田生态系统中,以保证充足的作物养分供给。现在我国是世界上施用氮肥最多的国家,而我国氮肥的利用率一般只有 30% 左右,氮素损失约占 30% ~ 50%^[1-3]。其中,土壤硝态氮的淋洗是重要的损失途径,一直受到广泛关注。硝态氮在土壤中很少被土壤颗粒所吸持,主要以溶质的形式存在于土壤溶液中,从而成为评价地下水水质好坏的重要指标之一。硝态氮的淋洗造成了地表水、地下水的污染以及土壤质量的下降等,给人畜健康带来了直接或潜在的威胁。因此,它在土壤中的行为,成为土壤学和环境科学研究的热点之一^[4-7]。

近年来,有很多关于硝酸盐土壤剖面分布规律的研究报道,但是,在大田试验条件下关于控释肥的施用对氨态氮和硝态氮在土壤剖面中的分布及累积的影响报道较少^[8-10]。本研究针对目前普通化肥肥效不高,资源浪费且对环境造成污染等重大问题,以提高肥料利用率,减少化肥用量,提高农产品品质,减少施肥对环境的污染为研究重点,利用农业大学与山东金正大肥料公司联合研制的花生专用控释掺混肥,以相关肥料产品为对照,在大田试验条件下研究了一次性施用控释肥料对土壤剖面中硝态氮和氨态氮的分布及累积的影响。并筛选适宜的控释掺混肥种类,为减少氮素损失,提高氮肥利用率,维护生态系统的平衡和稳定提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验点概况

大田试验设在山东省泰安市徂徕镇邓家庄。选用大花生品种海花一号,于 2007 年 4 月至 2007 年 9 月实施大田试验。该地区位于鲁中山区的山间平原区,土层深厚,属温带大陆性季风气候。年平均温度 12.8℃,年降雨量 800 mm。供试土壤为普通棕壤,土壤 pH 为 6.5、有机质 10.9 g/kg、碱解氮 131.60 mg/kg、速效磷 121.91 mg/kg、速效钾 146.20 mg/kg。

1.2 试验设计

供试的控释掺混肥是山东农业大学与山东金正大生态工程股份有限公司合作生产的花生专用控释掺混肥共有 3 个品种,花生专用控释掺混肥 1

(N: P₂O₄: K₂O= 14: 13: 15 控释氮占 67%,控释磷占 36%,控释钾占 24%)、花生专用控释掺混肥 2 (N: P₂O₄: K₂O= 11: 14: 17 控释氮占 50%,控释磷占 37%,控释钾占 25%) 和花生专用控释掺混肥 3 (N: P₂O₄: K₂O= 14: 14: 17 控释氮占 39%,控释磷占 37%,控释钾占 25%)。常规施肥用的普通复合肥为未包膜山东金正大生态工程股份有限公司生产的花生专用肥(N: P₂O₄: K₂O= 14: 13: 15,不含控释肥料),其中控释肥料的控释期均为 120 d。

试验小区面积为 3 m × 10 m= 30 m²。供试花生品种为海花一号,4 月 20 日施肥后播种后覆膜,株行距 20 cm × 60 cm,每穴 2 株。试验设 6 个处理:处理 1(CK):对照不施肥;处理 2(CF):常规肥料花生专用肥 3 kg/小区;处理 3(CRF1):控释掺混肥 1, 900 kg/hm²;处理 4(CRF2):控释掺混肥 2, 900 kg/hm²;处理 5(CRF3):控释掺混肥 1, 720 kg/hm²;处理 6(CRF4):控释掺混肥 3, 900 kg/hm²。各处理重复 3 次,随机区组排列,全生育期不再施肥。

1.3 测定项目

于 2007 年在花生不同生育期取各试验处理 0~ 20, 20~ 40, 40~ 60, 60~ 80, 80~ 100 cm 剖面土壤,用 2 mol/L 氯化钾提取,铵态氮采用靛酚蓝比色法测定,硝态氮用紫外分光光度法测定。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理苗期剖面土壤铵态氮和硝态氮的空间分布特征

由图 1, 2 可知,在花生苗期不同施肥处理的各土层剖面土壤中氮素的形态以铵态氮为主,硝态氮含量只占很小比例,这可能是由于在苗期肥料施入时间较短,且温度较低铵态氮向硝态氮的转化量不大所致。同时由图 1, 2 可见 0~ 40 cm 深度的土壤铵态氮和硝态氮含量显著高于其他层次,这是由于在苗期正处于北方的春季,降雨量偏少淋洗较少所致。各施肥处理土壤中铵态氮和硝态氮含量均高于不施肥处理,表明施用肥料能显著增加土壤中养分的含量。

由图 1 不同施肥处理剖面土壤中铵态氮的含量分布特征可见,在花生苗期各施肥处理剖面土壤中的铵态氮自上而下均表现出先减小再增加再变小的变化趋势,表明土壤铵态氮在剖面 60~ 80 cm 处有

累积现象。各施肥处理中以 CF 处理在深度为 0~20 cm 处土壤中铵态氮的含量最高达到 181.87 mg/kg, 平均是其他施肥处理表层养分含量的 3.21~4.81 倍, 这是由常规肥料养分施入土壤后即迅速释放和控释肥料养分释放缓慢的特点决定的, 此时各控释掺混肥施肥处理各层的铵态氮含量均低于 CF 处理。各控释掺混肥处理中, 表层铵态氮含量由高到低的顺序是: CRF4> CRF2> CRF1> CRF3, 表明相同施氮水平条件下增大控释氮的含量和降低肥料施用量可降低苗期耕层中土壤铵态氮的含量, 防止烧苗。

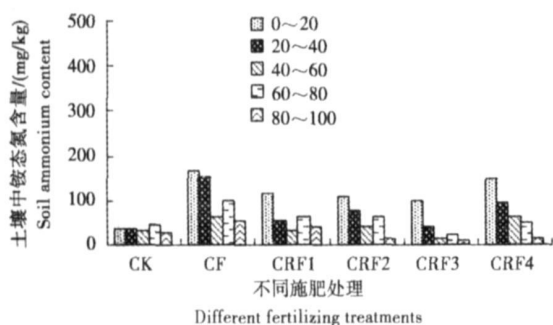


图 1 花生苗期剖面土壤铵态氮的含量分布特征

Fig. 1 Spatial characters of soil ammonium content during the seedling stage of peanut

由图 2 不同施肥处理剖面土壤中硝态氮的含量分布特征可见, 在花生苗期各施肥处理剖面土壤中的硝态氮自上而下均表现出先减小再增加再变小的变化趋势, 其随土层的加深与铵态氮表现出相同的变化趋势, 且不同施肥处理中耕层硝态氮含量以 CF 施肥处理最高达到 38.63 mg/kg, 这可能与在相同的硝化条件下养分总数越高, 被硝化细菌还原的铵态氮量越大。各控释掺混肥处理中, 耕层土壤硝态氮的含量由高到低的顺序是: CRF4> CRF2> CRF1> CRF3。

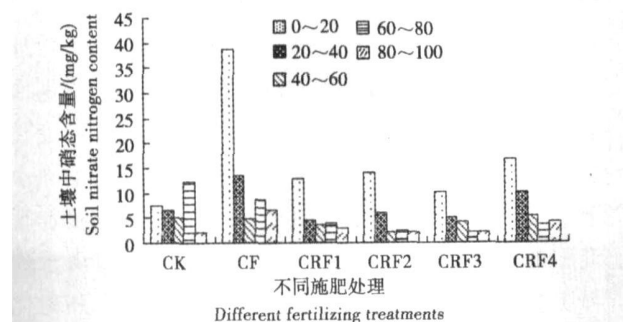


图 2 花生苗期剖面土壤硝态氮的含量分布特征

Fig. 2 Spatial characters of soil nitrate nitrogen during the seedling stage of peanut

以上结果表明相同施氮水平条件下增大控释氮的含量和降低肥料施用量可降低苗期耕层中土壤硝态氮的含量, 降低淋洗量防止地下水污染。

2.2 不同施肥处理花针期土壤铵态氮和硝态氮的空间分布特征

由图 3 可见, 在花生花针期不同施肥处理的各土层剖面土壤中氮素的形态仍以铵态氮形态为主, 硝态氮含量所占比例很小, 在剖面中的含量分布特征与苗期相同。与苗期相比(图 1)可见, 相同施肥处理的相同土层当中, 土壤铵态氮的含量均有不同程度的降低, 其中以 0~40 cm 的土层中土壤铵态氮的含量降低幅度最大, 其中以 CF 施肥处理养分含量降低最为显著, 但此时其耕层养分含量仍旧显著高于其他施肥处理, 但其铵态氮含量只有苗期土壤中铵态氮养分含量的 10.58%, 这是由于作物的吸收和铵的挥发及硝态氮的淋洗所造成的, 而控释掺混肥中的控释成分还没有大量释放, 使得控释掺混肥处理的耕层铵态氮含量低于 CF 施肥处理。但由于花针期是花生的需肥关键期, 虽然该期对养分的需求比较迫切, 但需求量不大, 从观察花生的生长指标来看控释肥释放的氮素养分能够满足作物的吸收。

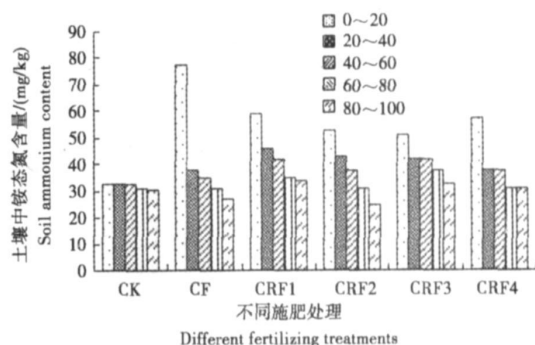


图 3 花生花针期剖面土壤铵态氮的含量分布特征

Fig. 3 Spatial characters of soil nitrate nitrogen content during the flowering stage of peanut

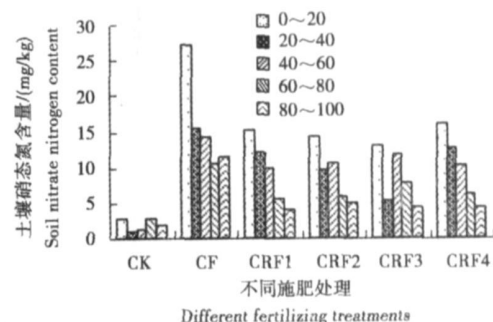


图 4 花生花针期剖面土壤硝态氮的含量分布特征

Fig. 4 Spatial characters of soil nitrate nitrogen content during the flowering stage of peanut

由图 4 不同施肥处理剖面土壤硝态氮的含量可见, 与苗期相比, 只是在 0~40 cm 的土层范围内, 各施肥处理土壤的硝态氮的含量有所下降, 但与铵态氮相比下降的幅度要小的多, 此时 CF 施肥处理的表层 0~20 cm 土壤的硝态氮养分含量为苗期含量

的 70.33%, 含量下降这是由于此生育期降水较多和作物利用量偏大造成的。

同时由图 3、4 中可见, 在整个剖面土壤中铵态氮的含量随土层的加深含量降低, 而剖面土壤中的硝态氮自上而下含量变化仍保持苗期先降低再增加再降低的变化趋势。在剖面中 40~100 cm 的土壤深度范围内与苗期相比相同土层中土壤硝态氮显著增加, 且在 40~60 cm 的土层中硝态氮出现了明显的累积现象。

就不同施肥处理来看, 各施肥处理中 20 cm 以下的相同土层铵态氮的含量 $CF > CRF1 > CRF4 > CRF2 > CRF3 > CK$; 在 60 cm 以下的深土层中, 各施肥处理相同土层土壤中硝态氮的含量由高到底的顺序为: $CF > CRF4 > CRF2 > CRF1 > CRF3 > CK$, 与铵态氮趋势不同, 表明在相同施肥环境条件下, 增加施肥量能增大相应土壤中铵态氮和硝态氮的含量, 增大控释掺混肥中控释氮的比例能, 能提高肥料的利用率降低硝态氮对向地下水产淋洗的风险性, 说明控释掺混肥的肥效和环境效益显著高于常规施肥。

2.3 不同施肥处理花生结荚期土壤铵态氮和硝态氮的空间分布特征

由图 5 可见, 在花生的结荚期各施肥处理剖面土壤中的氮素形态以铵态氮为主, 这一时期是花生的肥料最大效率期对肥料需求迫切且需求量大, 而此时控释肥料大量释放供给作物的需要且降雨较多淋洗比较严重, 常规肥料的供应量则略显不足。

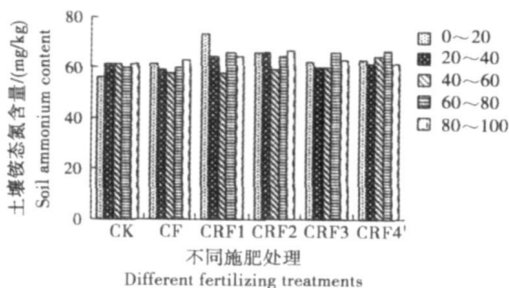


图 5 花生结荚期剖面土壤铵态氮的含量分布特征

Fig. 5 Spatial characters of soil nitrate nitrogen content during the podding stage of peanut

各处理剖面土壤中铵态氮的含量随土层深度的增加表现出降低-升高-降低的变化趋一致, 势基本, 与苗期和花针期这主要是由于随着花生根的伸长对 20~60 cm 深度土壤中的铵态氮养分利用率增加造成的。不同施肥处理相同土层中铵态氮含量由高到低的顺序是: $CRF1 > CRF2 > CRF4 > CRF3 > CF > CK$, 这是由于速效肥料养分释放迅速, 到了花生生长的中期养分供应不足和控释肥料养分释放缓

慢, 养分供应量仍旧比较充足所造成的, 此外由图 5 也可以看出相同控释掺混肥增大用量和增大控释氮的比例, 能使花生在生育中期仍能得到充足的土壤养分。

由图 6 不同施肥处理剖面土壤硝态氮的含量可见, 随着剖面深度的增加, 在结荚期剖面土壤硝态氮的含量表现出减少增加再减少的变化趋势, 与花针期相比, 在 0~40 cm 的土层范围内, 各施肥处理土壤的硝态氮的含量继续下降, 而在 40~100 cm 的土层中硝态氮的含量持续增加, 且在 60~80 cm 的土层中硝态氮累积的趋势增强, 表明与花针期相比硝态氮进一步向剖面更深的土层中淋洗。

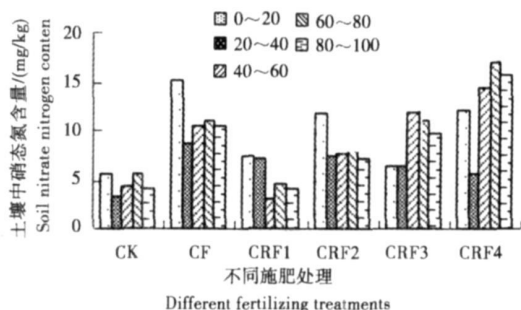


图 6 花生结荚期剖面土壤硝态氮的含量分布特征

Fig. 6 Spatial characters of soil nitrate nitrogen content during the podding stage of peanut

就不同施肥处理来看, 各施肥处理相同土层土壤中硝态氮的含量由高到底的顺序为: $CF > CRF4 > CRF2 > CRF1 > CRF3 > CK$, 表明在相同施肥环境条件下, 增加施肥量能增大相应土壤中硝态氮的含量, 增大控释掺混肥中控释氮的比例能, 能提高肥料的利用率降低硝态氮对向地下水产淋洗的风险性, 说明控释掺混肥的肥效和环境效益显著高于常规施肥。

2.4 不同施肥处理花生饱果成熟期土壤铵态氮和硝态氮的空间分布特征

由图 7 可见, 在花生饱果成熟期不同施肥处理剖面土壤铵态氮的含量随着剖面深度的增加, 剖面土壤铵态氮的含量仍表现出降低增加再降低的变化趋势, 与结荚期相比相同施肥处理相同层次剖面土壤中 CF 处理的铵态氮含量进一步降低而各控释掺混肥处理的土壤养分仍维持较高水平, 这是由于控释肥的控释特性及花生的吸收、土壤氮挥发和硝化造成的, 但降低幅度的顺序为: $CF > CRF4 > CRF3 > CRF2 > CRF1$, 表明在花生需肥量最大形成产量的时期控释掺混肥表现出养分释放缓慢后效长的优势, 对花生产量的增加及品质的改善具有良好的调节作用。

由图 8 可见, 剖面土壤中的硝态氮含量表现出

与花生其他生育期相同的变化趋势, 自剖面表土到底层土壤先减少再增加, 但与其他时期不同在 80~100 cm 深度累积现象最为显著, 各控释掺混肥的 80~100 cm 的硝态氮累计量的高低顺序为 CRF4>CRF2>CRF1>CRF3, 表明控释掺混肥 1 的效果最好, 在降低用量的情况下能明显减少硝态氮的累积, 但也能明显降低耕层土壤养分。

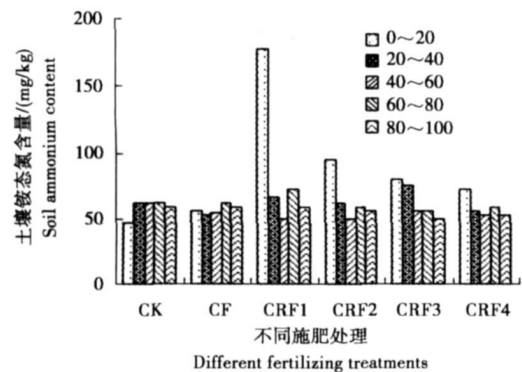


图 7 花生结荚期剖面土壤铵态氮的含量分布特征

Fig. 7 Spatial characters of soil nitrate nitrogen content during the podding stage of peanut

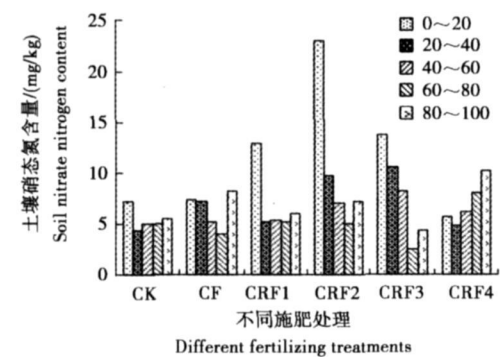


图 8 花生结荚期剖面土壤硝态氮的含量分布特征

Fig. 8 Spatial characters of soil nitrate nitrogen content during the podding stage of peanut

3 结论

在花生不同生育期不同施肥处理剖面土壤中的铵态氮耕层含量最高, 随剖面深度的增加呈现出降低-升高-降低的变化趋势, 硝态氮随剖面土壤深度的增加变化趋势与氨态氮相同, 但含量升高的土层随生育期的延长不断加深。

与常规肥料相比施用控释掺混肥料能够在除苗期以外的 3 个生育期提高剖面土壤中相同土层中氨态氮的含量, 降低硝态氮的含量, 减少对地下水产生污染的风险。能克服常规肥料苗期养分过多容易造成烧苗和生长后期养分供应不足的缺点, 不同配方的 3 种控释掺混肥的一次性施用显著优于一次性施用常规肥料。

与普通肥料相比, 不同品种控释掺混肥品种提高肥效降低污染风险的效益顺序为: 表明控释掺混肥 1> 表明控释掺混肥 2> 表明控释掺混肥 3。相同氮肥用量条件下增大控释氮的比例可以提高肥效降低地下水污染的风险, 同样相同控释氮比例下减少肥料的用量同样可以降低对地下水产生污染的风险, 但也能明显降低耕层土壤养分。

参考文献:

[1] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 219- 223.

[2] 苏胜齐, 王正银. 缓释复合肥与覆膜旱作对水稻氮素营养的效应研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 45- 49.

[3] 邢光熹, 曹亚澄, 施书莲, 等. 太湖地区水体氮的污染源和反硝化[J]. 中国科学(B 辑), 2001, 31(2): 130- 137.

[4] 王德建, 林静慧, 孙瑞娟, 等. 太湖地区稻麦高产的氮肥适宜用量及其对地下水的影响[J]. 土壤学报, 2003, 40(3): 426- 432.

[5] 冯绍元, 张瑜芳, 沈荣开. 非饱和土壤中氮素转化与运移实验及其数值模拟[J]. 水利学报, 1996(8): 8- 15.

[6] 吕 耀. 农业生态系统中氮素造成的非点源污染[J]. 农业环境保护, 1998, 17(1): 35- 39.

[7] 朱建国. 硝态氮污染危害与研究进展[J]. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 62- 69.

[8] 张国梁, 章 申. 农田氮素淋失研究进展[J]. 土壤, 1998, 30(6): 291- 297.

[9] 邓建才, 陈效民, 蒋 新, 等. 典型地区饱和土壤中硝态氮垂直运移及拟合[J]. 环境科学, 2005, 26(2): 200- 205.

[10] 郑圣先, 刘德林. 控释氮肥在淹水稻田土壤上的去向及利用率[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(2): 137- 142.