

不同施肥模式对春玉米产量、品质与氮肥利用 及玉米地氮流失的影响^①

黄涛, 荣湘民, 刘强, 张玉平, 谢桂先, 彭建伟

(湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410128)

摘要: 为了寻找一种既能使作物高产、优质又环境友好的施肥模式, 在天然降雨条件下, 采用田间试验方法, 在洞庭湖地区研究了7种不同施肥模式对春玉米棒长、单株质量、百粒重、产量、粗蛋白含量、氮累积量、氮肥利用率及玉米地总氮、硝态氮、铵态氮随地表径流流失的影响。结果表明: 与不施肥对照相比, 20%的沼肥和30%的堆肥2种施肥模式可显著改善春玉米农艺性状, 分别使春玉米产量提高了69%和73%, 粗蛋白含量提高了42%和36%, 植株氮累积量增加了125%和117%, 氮肥利用率较高, 与施纯化肥处理相比, 还可减少玉米种植期间玉米地土壤总氮随地表径流的流失量, 减少幅度分别为25.1%和38.3%, 从而减少了玉米地土壤造成的农业面源污染。因此, 这两种施肥模式可以在洞庭湖地区的春玉米生产中加以推广应用。

关键词: 有机肥; 春玉米; 氮; 利用; 流失

中图分类号: S157.4+1

肥料是农田土壤养分的重要来源, 为了提高农作物的产量, 农民大量施用化学肥料, 特别是氮(N)肥, 一些地方的施N量高达3300 kg/hm²^[1], 远远超过了作物所需。多余的部分被不断的累积, 不仅造成土壤质量的恶化, 还通过径流、渗漏等多种途径进入河流、湖泊等地表水体和地下水, 对生态环境造成潜在的威胁^[2-4]。

现在, 过量或不合理的施肥对地表水和地下水的污染问题已逐渐被国内外学者所关注^[5-9]。由于N污染物随地表径流流失机理的复杂性, 以及作物生长发育与土壤条件的区域性, 虽然目前对农田径流N流失影响因素的研究已有报道, 但田间施肥对农田径流N污染负荷的控制研究还处于探索阶段^[10-12], 特别是不同肥料配方下农田地表径流N流失的定量研究还鲜见报道^[13]。因此, 本文通过田间小区试验, 研究了不同有机肥与不同有机无机肥配比对春玉米生长、N素累积和N肥利用率及土壤地表径流N素流失的影响, 以期寻找

一种既能使作物高产、优质又环境友好的施肥模式, 以解决农业面源污染问题。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 试验材料 供试春玉米品种为冀丰58(千金玉), 无机肥料为尿素, 含N 460 g/kg; 钙镁磷肥, 含P₂O₅ 12 g/kg; 氯化钾, 含K₂O 600 g/kg。供试猪粪, 沼渣沼液从农户家收集, 其中猪粪(未腐熟)含全N 12.52 g/kg, 全P 16.89 g/kg, 全K 11.68 g/kg, 沼渣沼液含全N 2.7 g/L, 全P 0.56 g/L, 全K 1.41 g/L。供试猪粪堆肥为自制, 含全N 21.24 g/kg, 全P 10.21 g/kg, 全K 7.47 g/kg。

1.1.2 试验方法 试验于2009年在湖南省岳阳市湘阴县白泥湖乡楠竹村进行, 土壤类型为紫潮泥菜园土, 土壤的基本农化性状如表1所示。

表1 供试土壤的基本理化性状

Table 1 Basic physical and chemical properties of tested soil

有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	速效 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	pH
22.14	1.30	0.84	23.34	128.52	27.31	132.83	5.96

①基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD87B11, 2008BADA7B07)、国际合作项目(2007DFA30850)、湖南省科技厅重点项目(2006NK2001)、一般项目(2008SK4051, 2007NK3093, 2007FJ4237)和湖南省教育厅重点项目(07A028)资助。

作者简介: 黄涛(1986—), 男, 湖南南县人, 硕士研究生, 研究方向为植物营养生态。E-mail: huangtao198698@126.com

实验共设 7 个处理, 分别为处理 CK: 不施肥; 处理 I: 施纯化肥; 处理 II: 化肥和猪粪配合施用 (其中化肥 N 占 80%, 有机肥 N 占 20%); 处理 III: 化肥和猪粪堆肥配合施用 (其中化肥 N 占 80%, 有机肥 N 占 20%); 处理 IV: 化肥和沼渣沼液配合施用 (其中化肥 N 占 80%, 有机肥 N 占 20%); 处理 V: 化肥和猪粪堆肥配合施用 (其中化肥 N 占 90%, 有机肥 N 占 10%); 处理 VI: 化肥和猪粪堆肥配合施用 (其中化肥 N 占 70%, 有机肥 N 占 30%)。试验小区面积为 $3.6 \text{ m} \times 5 \text{ m}$, 采用随机区组排列, 3 次重复, 并设有保护行。小区面积为 18 m^2 , 春玉米行距为 60 cm, 株距为 35 cm, 每小区定植 84 株。所有施肥处理 N 施用量相等, 兼顾 P、K 养分平衡, N 施用量为 $241.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$, P_2O_5 施用量为 $150 \text{ kg}/\text{hm}^2$, K_2O 施用量为 $150 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。各施肥处理中, 有机肥全作基肥, N 肥按总 N 量的 30% 作基肥, 30% 作苗肥, 40% 作穗肥 (大喇叭口期施); P 肥全作基肥施用; K 肥按总 K 量的 50% 作基肥, 50% 作穗肥 (大喇叭口期施)。春玉米于 2009 年 3 月 25 日播种, 4 月 15 日移栽, 5 月 1 日施苗肥, 6 月 7 日施穗肥, 7 月 19 日收获, 考种并测产。

1.2 径流样品采集

各试验小区周围都用 5 mm 厚的硬质 PVC 板封闭, 垂直下埋 30 cm, 地上 20 cm, 以防止各小区地表径流互相窜灌及侧渗。在试验地附近安装雨量计 1 架, 记录试验期间每天的降雨量。在小区与地表平行处留一个直径为 5 cm 的孔, 用直径为 5 cm, 长为 30 cm 的 PVC 管衔接, 管与孔周围用水泥封住, 防止径流水从缝隙处损失, 再用塑料软管套紧 PVC 管连接到径流水收集容器内 (25 L 的塑料壶), 在软管上用厚塑料膜扎成一个小雨伞形状, 以此来盖好软管和水壶接口处, 仅在取水样时打开, 以防止降雨时雨水和田间小动物跌入。每次降雨结束并产生径流后, 用 1 L 的量筒测量各塑料水壶中的径流水体积; 同时分别取每个水壶内 (经充分搅匀) 径流水样 500 ml 于干净的塑料纯净水瓶中, 再滴几滴氯仿放入冰箱中, 并立即送回实验室分析化验。取样结束后, 将水壶中的径流水和泥沙清理干净放好, 以供下次降雨用。

1.3 测定方法

地表径流水样中总 N 采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法测定, NO_3^- -N 采用紫外分光光度法测定, NH_4^+ -N 采用靛酚蓝比色法^[14]测定; 玉米植株籽粒 N 含量测定参照文献[15]方法。在玉米收获期随机挑选 5 株进行棒长和单株鲜质量的测定, 并对各小区的地上部分进行生物产量的测定。文中数据均为 6 或 9 次重

复的平均值。玉米植株 N 累积量及 N 肥利用率计算方法如下: 植株 N 累积量 (kg/hm^2) = 小区植株干物质产量 (kg/hm^2) \times 对应小区植株 N 含量 (%) $\times 100$; 氮肥利用率 (%) = (施肥处理小区玉米植株 N 累积量 - 不施肥处理小区玉米植株 N 累积量) / 施肥处理小区 N 肥施用量 $\times 100$ 。

1.4 数据处理

采用 SPSS13.0 和 Microsoft Excel 软件对数据进行处理, 处理间差异显著性分析采用 LSD 检验法。

2 结果与分析

2.1 不同有机肥对春玉米农艺性状的影响

由表 2 可知, 与不施肥处理 (CK) 相比, 其他施肥处理的春玉米棒长均有增加趋势, 提高幅度为 19.19% ~ 33.45%; 与施纯化肥处理 (I) 相比, 其他施用有机肥处理的春玉米棒长除处理 V 外均有增加趋势, 提高幅度为 0.3% ~ 7.31%。方差分析表明, 处理 II、III、IV、VI 和处理 CK 之间的棒长有显著差异, 而处理 I ~ VI 之间均没有显著差异。

表 2 不同有机肥对春玉米农艺性状的影响

Table 2 Effects of different organic fertilizers on agronomic properties of spring maize

处理	农艺性状		
	棒长 (cm)	单株质量 (g)	百粒重 (g)
CK (不施肥)	16.8 Ab	558.1 Bb	26.7 Bb
I (纯化肥)	20.9 Aab	803.3 Aa	28.6 ABab
II (20%猪粪)	22.5 Aa	775.6 Aa	28.8 ABab
III (20%堆肥)	21.0 Aa	778.1 Aa	29.0 ABab
IV (20%沼肥)	21.3 Aa	795.1 Aa	31.1 Aa
V (10%堆肥)	20.1 Aab	791.1 Aa	29.1 ABab
VI (30%堆肥)	21.6 Aa	776.4 Aa	30.7 ABa

注: 表中同列不同小写字母表示数据在 $p < 0.05$ 水平差异显著, 不同大写字母表示在 $p < 0.01$ 水平差异显著, 下同。

与不施肥处理 (CK) 相比, 其他施肥处理的春玉米单株质量均有增加趋势, 提高幅度为 38.96% ~ 43.87%; 与施纯化肥处理 (I) 相比, 其他施用有机肥处理的春玉米单株质量均有减少趋势, 降低幅度为 1.01% ~ 3.44%。方差分析表明, 各施肥处理的单株质量和不施肥处理之间的差异都达到了极显著水平, 而各有机肥处理和纯化肥处理之间的差异不显著。

与不施肥处理 (CK) 相比, 其他施肥处理的春玉米百粒重均有所增加, 提高幅度为 7.19% ~ 16.48%; 与施纯化肥处理 (I) 相比, 其他施用有机肥处理的春

玉米百粒重均有增加趋势，提高幅度为 0.56% ~ 8.67%。方差分析表明，处理 IV 与 CK 之间的差异达极显著水平，但与其他处理之间的差异不显著，处理 VI 与 CK 之间的差异达显著水平，与其他处理之间的差异也不显著；I、II、III、V、CK 处理之间的差异不显著。其中以处理 IV 的玉米籽粒百粒重最大，处理 VI 次之。

2.2 不同有机肥对春玉米产量和粗蛋白质含量的影响

由表 3 可知，与不施肥处理 (CK) 相比，所有施肥处理均能显著增加春玉米的产量，产量增加了 1 740.4 ~ 2 843.7 kg/m²，增产幅度为 48.03% ~ 78.49%；与施纯化肥处理 (I) 相比，其他施用有机肥处理的春玉米产量都有所降低，下降幅度为 3.07% ~ 17.06%。但方差分析结果表明，所有施肥处理之间玉米产量差异不显著。

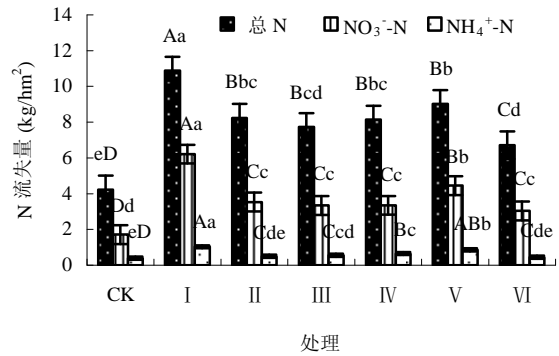
表 3 不同有机肥对春玉米产量和蛋白质含量的影响

Table 3 Effects of different organic fertilizers on yield and protein content of spring maize

处理	产量和品质	
	产量 (kg/hm ²)	粗蛋白 (g/kg)
CK (不施肥)	3 623.2 Bb	62.5 Bc
I (纯化肥)	6 466.8 Aa	73.7 ABbc
II (20%猪粪)	5 632.4 Aa	85.0 Aa
III (20%堆肥)	5 499.9 Aa	81.5 Aab
IV (20%沼肥)	6 134.8 Aa	88.8 Aa
V (10%堆肥)	5 363.6 Aa	84.5 Aab
VI (30%堆肥)	6 267.9 Aa	85.3 Aa

与不施肥处理 (CK) 相比，纯化肥处理虽然能提高玉米籽粒蛋白质含量，但差异不显著，所有施有机肥处理均能显著提高春玉米的粗蛋白质含量，提高幅度为 17.88% ~ 42.04%；与施纯化肥处理 (I) 相比，所有有机肥处理都增加了春玉米的粗蛋白质含量，提高幅度为 10.50% ~ 20.50%。方差分析结果表明，处理 II (20% 猪粪)、处理 IV (20% 沼肥)、处理 VI (30% 堆肥) 和施纯化肥处理 (I) 之间的差异都达到了显著水平，这说明这 3 种有机肥处理均能显著提高春玉米籽粒的粗蛋白质含量。其中，处理 V (10% 堆肥) 的产量较处理 I (纯化肥) 处理低 17.05%，而处理 VI (30% 堆肥)、处理 IV (20% 沼肥) 的产量基本与处理 I (纯化肥) 持平，可能是因为处理 V 的有机堆肥施得太少，没有起到活化土壤养分和提高作物吸收效率的作用，同时有机肥是作为基肥施用到土壤中去，在基肥施用后的径流事件中，处理 V 的土壤保肥性和缓冲性没有

处理 IV 和处理 VI 强，这就导致了处理 V 的 N 素流失量比处理 IV 和处理 VI 高 (图 1)。



(图中不同小写字母表示在 p<0.05 水平差异显著，大写字母表示在 p<0.01 水平差异显著)

图 1 不同有机肥对玉米地总 N、NO₃⁻-N 和 NH₄⁺-N 流失量的影响
Fig.1 Effects of different organic fertilizers on loss amount of total-N, nitrate-N and ammonia-N from corn field

2.3 不同有机肥对春玉米氮素累积及氮肥利用率的影响

由表 4 可知，与不施肥处理 (CK) 相比，所有施肥处理均能明显增加春玉米地上部 N 累积量，N 素累积量增加了 76.98 ~ 100.9 kg/hm²，提高幅度为 98.98% ~ 129.86%；与施纯化肥处理 I 相比，所有施用有机肥处理的春玉米地上部 N 累积量都有所降低，下降幅度为 2.43% ~ 13.39%。方差分析结果表明：所有施肥处理的地上部 N 累积量和不施肥处理之间的差异都达到了极显著水平，而所有施肥处理之间的差异不显著。不同有机肥施肥模式下，春玉米的 N 肥利用率波动范围为 31.88% ~ 40.09%，且与纯化肥处理相比均表现出降低现象，下降幅度为 1.69% ~ 9.9%，这可能是由于有机肥肥效慢，当季作物难以全部利用的缘故。而处理 I (纯化肥) 为什么在 N 素流失量最大的情况下，N 肥利用率最高呢？因为 N 肥利用率是用差减法算出来

表 4 不同有机肥对春玉米 N 素累积及 N 肥利用率的影响

Table 4 Effects of different organic fertilizers on nitrogen accumulation and nitrogen fertilizer utilization of spring maize

处理	地上部 N 累积量 (kg/hm ²)	N 肥利用率 (%)
CK (不施肥)	77.77 Bb	-
I (纯化肥)	178.67 Aa	41.78 Aa
II (20%猪粪)	174.32 Aa	39.98 Aa
III (20%堆肥)	154.75 Aa	31.88 Aa
IV (20%沼肥)	174.58 Aa	40.09 Aa
V (10%堆肥)	154.93 Aa	31.95 Aa
VI (30%堆肥)	168.52 Aa	37.58 Aa

的,并没有用同位素跟踪测定,所以作物体内的N素并不是全部来源于施用的化肥,还有一部分来源于有机肥。而为什么处理VI(30%堆肥)的N肥利用率要高于处理V(10%堆肥)和处理III(20%堆肥)呢?这可能一是因为有机肥少,没有起到活化土壤养分,加速养分吸收的影响,二是化肥多,容易造成淋失。方差分析结果表明:所有有机肥处理和纯化肥处理之间的差异不显著,即有机肥的施用并没有显著地降低N肥利用率。

2.4 不同有机肥对玉米地总氮、硝态氮和铵态氮流失的影响

2.4.1 玉米地降雨量分布及径流样品采集情况

2009年4月16日(春玉米移栽)至2009年7月20日(收获)共有12场降雨。我国气象部门规定的降雨强度标准:按12h计,小雨 ≤ 5 mm,中雨5~14.9 mm,大雨15~29.9 mm,暴雨 ≥ 30 mm。按照这一标准,在整个玉米生长期,属于暴雨的有3次,属于大雨的有6次,一般情况下旱地小雨和中雨下很难产生径流。再排除2次虽然降雨量超过15 mm,但由于长期干旱或由于天气炎热,土壤含水率低等原因,没有产生径流。所以,在整个玉米生长期共收集地表径流7次。

2.4.2 玉米地总N和 NO_3^- -N及 NH_4^+ -N随地表径流流失情况 对春玉米生长期地表径流的监测结果表明:不同施肥模式下,玉米地通过地表径流流失的总N量为4.23~10.88 kg/hm^2 ,据报道^[16]武汉东湖地区和安徽巢湖流域旱地N素向水体迁移的年负荷量分别为1.2~30.5 kg/hm^2 ,相比下本地区旱地N素向水体迁移量居于中等水平。王少平等^[17]利用模拟试验、GIS技术和非点源污染模型相结合的方法,研究苏州河流域旱地N排放年负荷约为19.48 kg/hm^2 。不同施肥模式下,玉米地通过地表径流流失的总N总量表现为: $\text{I} > \text{V} > \text{II} > \text{IV} > \text{III} > \text{VI} > \text{CK}$,这可能是因为化肥大多是水溶性或弱酸溶化物,极易被地表水淋失,而施用有机肥能提高土壤的保肥性和缓冲性,减少了N素的流失量。与施用纯化肥处理I相比,其他施肥模式可减少总N流失量1.86~6.64 kg/hm^2 ,减少幅度在17.09%~61.09%。方差分析表明,处理VI(30%堆肥)减少春玉米地地表径流总N流失量的效果最好,它与其他施肥处理之间的差异均达到了极显著水平,其次是处理III(20%堆肥),它与纯化肥处理之间的差异达到了极显著水平,同时,又显著优于处理II(20%猪粪)、处理IV(20%沼肥)、处理V(10%堆肥)。由此可见,处理VI(30%堆肥)、处理III(20%堆肥)是减少玉米地地表径流流失的有

效施肥模式。

不同施肥模式下,流失的 NO_3^- -N为1.71~6.21 kg/hm^2 ,占总N流失总量的40.39%~57.10%,流失的 NH_4^+ -N为0.39~1.03 kg/hm^2 ,占总N流失总量的9.21%~9.47%。由此可见,在玉米地地表径流流失过程中, NO_3^- -N的流失量要远远多于 NH_4^+ -N的流失量,这一规律具有普遍性,王鹏等^[18]研究环太湖丘陵地区农田N素随地表径流输出特征时也发现了这一规律。可能主要由于土壤带负电荷,对 NO_3^- -N吸附很少,故 NO_3^- -N易遭雨水淋洗流失。而土壤颗粒和土壤胶体对 NH_4^+ -N有很强的吸附作用,所以其流失量较小。朱兆良认为 NH_4^+ -N的迁移机制是扩散,而 NO_3^- -N的迁移机制主要是质流^[19],另外,在土壤表层通气性良好的条件下,活跃的土壤微生物也可以将 NH_4^+ 离子转化为 NO_3^- 离子,从而使径流水中的 NO_3^- -N浓度升高。

3 结论

(1)各有机肥处理在对春玉米棒长、单株质量、百粒重等农艺性状方面没什么显著性的影响。同纯化肥处理I相比,除在单株质量方面略有降低外,在棒长和百粒重方面都还有所增加,这其中又以处理IV(20%沼肥)最为突出。在产量方面,同纯化肥处理相比,虽然都有所下降,但不显著,这其中又以处理IV(20%沼肥)和处理VI(30%堆肥)的最不显著。在粗蛋白含量方面,同纯化肥处理相比,处理II(20%猪粪)、IV(20%沼肥)、VI(30%堆肥)能显著提高粗蛋白的含量。在N素累积量及N肥利用率方面,同纯化肥处理相比,各有机肥处理都有所降低,但不明显,这其中又以处理IV(20%沼肥)降低得最少。

(2)目前,关于不同有机肥的施肥模式对旱地N素随地表径流流失的影响报道较少,较多的研究主要是利用一些田间控制技术,如合理的基肥比例及追肥次数,适当的种植密度,合理的施肥方式,合理的土地利用方式等来达到减少N素随地表径流流失的量^[20]。本研究表明,对减少旱地地表径流总N流失总量的效果中,施用有机肥的处理明显优于纯化肥处理,这其中又以处理VI(30%堆肥)效果最明显,处理IV(20%沼肥)次之。这主要是由于有机肥分解缓慢,而化学肥料施入土壤后,分解释放速度较快,导致纯化肥处理的N素流失总量较有机肥处理的高。

(3)所有有机肥处理玉米地上部N素累积量与N素利用率略低于纯化肥处理,且差异不显著,但总N、 NO_3^- -N、 NH_4^+ -N径流损失量均极显著低于纯化肥处理,其中以处理VI(30%堆肥)、处理III(20%堆肥)、

处理IV (20% 沼肥) 效果较好。

(4) 综合考虑不同处理对春玉米的产量、品质、N肥利用及玉米地N素流失等的影响结果, 以处理VI (30% 堆肥) 和处理IV (20% 沼肥) 的效果为好。在本试验中, 20% 的沼肥和 30% 的堆肥 2 种施肥模式不仅使春玉米长势良好、产量较高、品质优良, 还能明显减少春玉米种植期间玉米地土壤总N、 NO_3^- -N、 NH_4^+ -N随地表径流的流失量, 从而减少了玉米地土壤N素对水体造成的农业面源污染。因此, 这两种施肥模式可以在春玉米生产中加以推广应用。

参考文献:

- [1] 谢建昌. 世界肥料使用的现状与前景. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(4): 321-330
- [2] 黄东风, 王果, 李卫华, 邱孝煊. 不同施肥模式对蔬菜生长、氮肥利用及采地氮流失的影响. 应用生态学报, 2009, 20(3): 631-638
- [3] 段亮, 段增强, 常江. 地表管理与施肥方式对太湖流域旱地氮素流失的影响. 农业环境科学学报, 2007, 26(3): 813-818
- [4] 高超, 朱继业, 朱建国, 宝川靖和, 王登峰, 周娟娟, 高翔, 窦贻俭. 不同土地利用方式下的地表径流磷输出及其季节性分布特征. 环境科学学报, 2005, 25(11): 1543-1549
- [5] 贾继元, 吴建军, 张苗. 肥料结构对红壤氮素淋失的影响及防治措施. 农机化研究, 2005(1): 56-58
- [6] 宋玉芳, 任丽萍, 许华夏. 不同施肥条件下旱地养分淋溶规律实验研究. 生态学杂志, 2001, 20(6): 20-24
- [7] 庄舜尧, 孙秀廷. 肥料氮在蔬菜地中的去向及平衡. 土壤, 1997, 29(2): 80-83
- [8] Daniel TC, Sharpeley AN, Lemunyon JL. Agricultural phosphorous and eutrophication: A symposium overview. Journal of Environmental Quality, 1998, 27: 251-257
- [9] Spalding RF, Walts DG, Schepers JS. Controlling nitrate leaching in irrigated agriculture. Journal of Environmental Quality, 2001, 30: 1184-1194
- [10] 王新军, 廖文华, 刘建玲. 菜地土壤磷素淋失及其影响因素. 华北农学报, 2006, 21(4): 67-70
- [11] 王荣萍, 余炜敏, 黄建国, 袁玲, 李淑仪. 田间条件下氮的矿化及硝态氮淋溶研究. 水土保持学报, 2006, 20(1): 80-82
- [12] 俞巧钢, 陈英旭, 张秋玲, 李华, 梁新强, 田平. DMPP 对菜地土壤氮素淋失的影响研究. 水土保持学报, 2006, 20(4): 40-43
- [13] 潘根兴, 褚清河, 张英, 李恋卿, 黄筱敏, 王吉方, 景学义. 太湖地区高产水稻土经济极点施肥: 一种农田 N、P 养分负荷的田间控制技术. 环境科学, 2003, 24(3): 91-95
- [14] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002
- [15] 鲍士旦主编. 土壤农化分析. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [16] 彭近新, 陈慧君. 水质富营养化与防治. 北京: 中国环境出版社, 1988: 50-56
- [17] 王少平, 俞立中, 许世远, 程声通. 苏州河非点源污染负荷研究. 环境科学研究, 2002, 15(6): 20-23
- [18] 王鹏, 高超, 姚琪, 韩龙喜, 申霞. 环太湖丘陵地区农田氮素随地表径流输出特征. 农村生态环境, 2005, 21(2): 46-49
- [19] 朱兆良, 文启孝. 中国土壤氮素. 江苏: 江苏科学技术出版社, 1992: 267-287
- [20] 段永惠, 张乃明, 张玉娟. 施肥对农田氮磷污染物径流输出的影响研究. 土壤, 2005, 37(1): 48-51

Effects of Different Organic Fertilization Modes on Yield, Quality, Fertilizer Nitrogen Utilization of Spring Maize and Nitrogen Loss from Field

HUANG Tao, RONG Xiang-ming, LIU Qiang, ZHANG Yu-ping, XIE Gui-xian, PENG Jian-wei

(College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: To find environment-friendly fertilization modes which can increase crop yield and quality, a field experiment with spring maize was conducted to study the effects of 7 different fertilization modes on the cob's length, yield, nitrogen accumulation, fertilizer nitrogen utilization of corn and the loss of TN, NH_4^+ -N, NO_3^- -N from corn field under natural rainfall condition in Dongting Lake region. The results showed that: The two kinds of fertilization modes, namely, 20% of the Biogas and 30% of pig-manure compost, improved agronomic properties of spring maize, increased yield by 69% and 73%, increased protein content by 42% and 36%, increased nitrogen accumulation by 125% and 117% respectively compared with no fertilization; decreased the surface runoff of TN by 25.1% and 38.3% respectively compared with the chemical fertilization mode. Thus these two modes could promote utilization rate of the nitrogen fertilizer and reduce the risk of agricultural non-point pollution, and should be widely used in spring maize production in Dongting Lake region.

Key words: Organic fertilizer, Spring maize, Nitrogen, Utilization, Loss