

寒地水稻尿素不同施法氮素去向与利用效率的研究

韩晓增 孟 凯 刘鸿翔 刘文雄

(中国科学院黑龙江农业现代化研究所)

吴 英

(黑龙江省农科院土肥所)

摘要 通过连续两年的田间小区和大区对比试验,明确了寒地水稻尿素不同施法对氮素去向及利用效率的影响。研究结果表明:尿素的损失,主要通过水层中氮的挥发造成的。减少水层中氮(铵)的含量,是控制尿素损失的有效途径。尿素采用无水层施入,隔夜注水的施肥方法,效果最好,氮肥利用率可达 51.1%,在此基础上配合“以水带氮(尿素)”的追肥方法,氮肥利用率更高,可达 64.30%,产量达到 561.1 公斤/亩。

氮素是水稻三大营养元素中最活跃的一个,近年来,人们为了获得高产优质稻谷,不断增加化肥氮的用量。由于尿素含氮量高,易贮藏运输和市场供应量多等原因,使得尿素成为稻田主要氮肥品种。但是,由于施用方法不当。其利用效率很低^[1],又造成环境污染。为了探索不同施肥方法氮素去向、损失以及提高氮肥利用途径,我们在肇东和海伦进行了为期两年的试验,以期为生产上提供理论依据和实践模式。

关于稻田氮素的研究,在高温多雨的南方报道较多^[2,7],在低温少雨的东北北部少见报道。现将我们试验结果整理如下。

一、材料与方 法

1. 供试品种为合江 23,秧龄 30 天,叶龄 3.5,苗高 11.5 厘米,百粒干重 3.5 克,密度为 27×10 厘米,每穴 4 株。

2. 供试土壤肇东为草甸土,海伦为草甸黑土,其理化性状见表 1。

3. 供试氮肥为尿素,含氮 46%;磷肥为三料,10 公斤/亩,含五氧化二磷 47%;钾肥为硫酸钾,10 公斤/亩,含氧化钾 50%;锌肥为 7 水硫酸锌,1 公斤/亩,均作基肥一次性

注:本文是中国科学院重大项目——“资源、生态、环境网络研究”的一部分。

朱兆良研究员给予了指导,特此致谢。

表 1

试验区内土壤基本理化性质

地 点	名 称	全 量 养 分			速 效 ppm			有机质 (%)	pH	质 地	深度 cm
		N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	N	P ₂ O ₅	K ₂				
肇 东	草甸土	0.25	0.10	1.91	54.5	10.5	209.5	4.7	7.34	重壤土	0~20
海 伦	草甸黑土	0.23	0.19	2.25	41.5	52.3	225.0	5.4	7.80	重壤土	0~20

施入耙混。氮肥 70% 作基肥, 30% 作蘖肥。追肥时将土壤含水量控制在饱和含水量的 80% 以下, 田面上出现微裂, 将尿素撒施后小水漫流, 将尿素带入土壤深部, 减少水面含氮量,

即以水带氮^[3]。

4. 田间处理 9 个, 见表 2。每个处理设 6 次重复, 按随机区组排列设计: 小区面积为 30 平方米, 土壤中间埋农膜深 70 厘米防渗。

表 2

试 验 处 理

处 理	基 肥 施 法	基肥用量 公斤/亩	追肥 公斤/亩
1	无 肥 区	0	0
2	有水层撒施耙混	7	0
3	无水层撒施耙混注水	7	0
4	无水层撒施隔夜注水	7	0
5	深 施 15 厘米	7	0
6	有水层撒施耙混	7	有水层追 3
7	无水层撒施耙混	7	以水带氮 3
8	无水层撒施耙混隔夜注水	7	以水带氮 3
9	深 施 15 厘米	7	以水带氮 3

5. 土壤理化分析均按《土壤理化分析》^[4]规定方法。

6. 水体氮(NH₄-N、NH₃-N)用奈氏试剂显色, 721 分光光度计波长 430nm 处比色。

7. 氨挥发试验按陈荣业^[5]改进法, 改进部分为龙科 A 蒸馏, 硫酸标定。

二、结果与讨论

1. 基肥不同施用方法氮的去向与挥发
氮的挥发主要是通过水层而损失, 最大

限度减少水层中氮, 使尽可能多的铵氮进入土壤是节肥增产的基本原理。本试验各区水层深度相同, 施肥时同时控制水深 5 厘米。由于施用方法不同, 水中含氮量不同。由表 3 可以明显看出, 以深施水层含氮量最少, 这是因肥料氮上面有 15 厘米土层。氮经过 15 厘米土层进入水层前绝大部分被土壤化学吸附。无水层施肥隔夜灌水是根据尿素是酰胺态氮, 施入土壤后需转化成铵氮后, 才能被土壤化学吸附。否则酰胺氮仅被土壤物理吸附, 即使是全部施入土层, 立即灌水, 大部分酰胺态

表 3 基肥不同施用方法水中含氮(铵)量和挥发

处 理 号	1	2	3	4	5
水层含量(公斤/公顷)	0.90	33.50	26.71	10.24	5.69
挥发量(公斤/公顷)	0.43	16.13	11.22	8.56	2.81

氮迅速返还水层造成损失。所以无水层施肥隔夜灌水,水层中氮量仅次于深施。无水层撒施立即灌水水层含氮量高于隔夜灌水处理。当地农民有水层撒施法水中含氮量最高。

尿素氮转化为铵态氮,在田间条件下,约需6天左右,8天后再灌水(深5厘米),其水层含铵量接近无肥区(见图)。

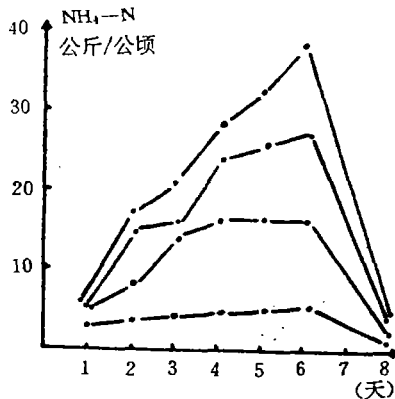


图 基肥不同施法水面铵态氮变化

氨的挥发是由氨分压和风速决定的。而氨分压大小则由水体中氨氮浓度和 pH 及温度所决定的^[6]。北方土壤水体 pH 较高,在施

肥条件下连续测定, pH 在 8.0~9.5 之间,个别达到 10 左右。在这样环境条件下,水层含氨(铵)量越高,挥发越强烈。从表 3 可以看出,有水层的习惯施法,氨挥发量最大,占施氮量的 15.36%,深施的最小,占施氮量的 2.68%。

2. 不同追肥方法对水层含氨(铵)量与挥发的影响

“以水带氮”的处理小区,田面水最高含铵(氨)量为 7.9 公斤/公顷,占追氮量的 17.56%,氨挥发为 4.78 公斤/公顷;而有水层习惯追肥处理小区氨(铵)的含量为 15.72 公斤/公顷,占追氮总量的 34.90%,氨挥发为 9.49 公斤/公顷,是“以水带氮”追肥方法的 2.0 倍。

3. 不同施用方法氮素去向估算与利用率

将秋季收获的不同处理小区稻谷、茎叶、根分别测定含氮量,减去无肥区水稻吸氮量,计算氮肥利用率列表 4。基肥施后待尿素氮转化为铵态氮再灌水,配合“以水带氮”追肥法,

表 4 不同处理的生物量及氮素利用率 单位:公斤/亩

项 处 目 理	1	2	3	4	5	6	7	8	9
稻 谷	290.0	347.8	400.00	438.9	426.7	384.5	472.2	561.1	504.5
根 量*	89.9	111.3	128.0	153.6	149.4	123.0	155.9	196.4	181.6
茎 叶	246.5	299.1	376.0	412.6	426.7	357.6	443.9	533.0	524.7
稻谷吸氮量	4.23	5.05	5.25	5.76	5.60	5.89	6.20	7.37	6.62
根 吸 氮 量	0.81	1.00	1.36	1.63	1.59	1.11	1.65	2.08	1.93
茎叶吸氮量	1.47	1.79	2.46	2.70	2.79	2.14	2.90	3.49	3.43
生物总吸氮量	6.51	7.84	9.07	10.09	9.98	9.14	10.75	12.94	11.08
生物施肥料量	0.00	1.33	2.56	3.58	3.47	2.63	4.24	6.43	5.74
施 氮 总 量	0.00	7.00	7.0	7.0	7.0	10.0	10.0	10.0	10.0
氮肥利用率(%)	0.00	19.0	36.6	51.1	49.6	26.3	42.4	64.3	54.7

*:用每小区5穴根、茎叶、籽比例换算,每穴取土体积为26×10×20厘米在地面上4厘米处剪取,用水冲洗获根量。

*:烘干重,风干重,60℃烘18小时至恒重。

氮肥利用效果最好,高达 64.3%,而习惯的基肥施法配合习惯追肥法,氮肥利用效率最低

为 26.3%。氮肥利用率提高了 1.44 倍。按许景刚用¹⁵N测定的氮肥残率对本试验进行氮

表 5

不同施用方法氮肥去向及利用率

单位:公斤/亩

处 理	1	2	3	4	5	6	7	8	9
施 氮 量	0.00	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	10.0	10.0	10.0
生物吸肥料氮	数 量	—	1.3	2.6	3.6	3.5	2.6	4.2	5.5
	占施入(%)	—	19.0	37.1	51.4	50.0	26.0	42.0	54.7
挥 发 氮	数 量	—	1.1	0.8	0.6	0.4	1.7	1.1	0.7
	占施入(%)	—	15.7	11.4	8.6	5.7	17.0	11.0	7.0
土壤残留	数 量	—	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	占施入(%)	—	24.3	24.3	24.3	24.3	16.9	16.9	16.9
反硝化损失	数 量	—	2.9	1.9	1.1	1.4	4.0	3.0	2.1
	占施入(%)	—	41.0	27.2	15.7	20.2	40.0	30.0	21.0

素去向计算^[1],列表 5,渗漏的氮肥量忽略不计,因为施基肥时,测其冻土为 1.1~1.6 米之间,季节性冻层使土壤水与地下水呈隔绝状态。在追肥时,由于底层土粘重渗漏很慢,测其渗漏水含氮量极微。用差减法确定反硝化损失量。从表 5 可以看出,肥料氮的损失主要是反硝损失,这和人研究的结果相近^[7],由此可见,施用方法得当,损失很小。

4. 不同施肥方法稻谷产量与化肥增产效果

试验结果表明,施肥区均比无肥区增产,增产幅度随着施肥量增加而增加,增产百分比因施肥方法不同差异较大,见表 6。在小区的基础上选择 4 亩以上的大块田检验,产量变化与小区吻合。

表 6

氮肥不同施用方法对稻谷产量的影响

项 目	稻 谷 (公斤/亩)	比 无 肥 区 增 产 (%)	比有水层施用 增 产 (%)	每公斤尿素 增 产 (%)	比有水层施每 公斤尿素增产 (%)
基 肥	1	290.0	—	—	—
	2	347.8	16.6	—	—
	3	400.0	37.9	15.0	3.4
	4	438.9	51.3	26.2	6.0
	5	426.7	47.1	22.7	5.2
基 肥 加 追 肥	6	384.5	32.6	—	—
	7	472.2	62.8	22.8	4.0
	8	561.1	93.5	45.9	8.1
	9	504.5	74.0	31.2	5.5

5. 不同处理小区差异显著性测验

对小区产量用最小显著极差法测验,施肥均比无肥区增产,差异达极显著相关水平。基肥和追肥习惯有水层法均比改进法产量低,差异达极显著水平。处理 6 与处理 3 比差

异不显著,说明有水层施肥习惯法与无水层施肥的改进法比,10 公斤氮增产水平与 7 公斤氮相近。处理 6 与处理 4、处理 5 相比差异显著,表明了习惯有水层撒施 10 公斤氮所获产量小于深施和无水层施肥隔夜灌水的 7 公斤

氮所获产量。

公斤/亩,建议生产上推广应用。

三、结 论

1. 尿素在水田不同施用方法对氮肥利用效率,氮挥发损失率,反硝化损失率,土壤残留率影响较大,其变幅为 19~64%、7~15%、10~41%、17~24.3%。

2. 尿素作基肥以无水层施用隔夜灌水效果最好,氮肥利用率可达 51.1%;在此基础上配合“以水带氮”的追肥法,尿素利用效率更高,可达到 64.30%。

3. 降低稻田水面含氮量是增产节氮的重要途径,生产上应尽力将肥料施入土中,减少通过水面氮挥发和硝化反硝化损失。

4. 在九个处理中,基肥尿素以无水层施入隔夜灌水产量最高,为 438.9 公斤/亩。在此基础上配合“以水带氮”其产量达到 561.1

参 考 文 献

- [1] 许景刚等:黑龙江主要类型水稻土供氮特性的初步研究,黑龙江农业科学,1989.1
- [2] 朱兆良:我国土壤供氮和化肥氮去向研究进展,土壤,1985.1
- [3] 陈荣业:稻田以水带肥(尿素)深施技术研究,中国水稻科学,1987.3
- [4] 南京土壤所:土壤理化分析,上海科学技术出版社,1978
- [5] 陈荣业:尿素施入稻田后氮挥发损失的估测,中国水稻科学,1986.1
- [6] S. K. De Dafa 等: 1987 Effect of water Depth on Nitrogen use Efficiency and Nitrogen¹⁵ Balance in Lowland Rice. Agronomy Journal 1987. 79. 210-216
- [7] 朱兆良:水田中碳铵和尿素的氮损失的研究,土壤,1985.5

我国北部高寒地区 谷子新品种的试验与推广利用

李景春 王绍滨 张太民

(黑龙江省农科院作物育种所谷子研究室)

摘要 我国北部高寒地区气候冷凉,无霜期短,作物种植单一,由于缺乏合理的轮作体系,造成地力逐年减退,产量不高。为了发展高寒地区的农业生产,当前急需增添超早熟的各种农作物新品种。为了把谷子向高纬度地区推进,我所与有关部门密切协作,在高寒地区对超早熟谷子新品种龙谷 26 进行了联合试验和开发工作,经过三年多点试验和大面积示范栽培,证明龙谷 26 品种具有超早熟、耐寒的特点,适于在高寒地区栽培。龙谷 26 在高寒地区种植面积已达 2.83 万亩,该品种的试种成功,已经把我国谷子栽培北限由北纬 50°推进到北纬 53°29',向北延伸 385 公里,为发展高寒地区的农业生产增加了一个新作物,对改变当地的粮食结构也将起到积极作用,龙谷 26 在高寒地区具有广泛的发展前景。