

稻田氮肥施用技术的改进

张绍林 朱兆良 徐银华

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

在黄淮海平原的稻田上,采用“有水层混施”作基肥,“有水层撒施”作追肥(习惯法)时,氮肥的损失率高达63—71%。改用“犁沟条施”作基肥、“以水带氮”法作追肥时,损失降为28—41%;比习惯法减少30—35%。氮肥的增产效果由习惯法的4.1—7.3(kg稻谷/kg化肥N,下同),提高到5.0—13.3,净增0.9—6.0。随氮肥施用量的提高,改进法的增产效果趋于降低。

近些年来,我国化肥氮的年施用量已达1300万吨(纯N),其中主要是碳铵和尿素。但是,氮肥的氮素利用率很低,增产潜力远未得到充分的发挥。研究表明,稻田中碳铵的氮素利用率不足30%,尿素的氮素利用率也只在30—40%,氮素损失高达50%左右^[1]。减少氮素损失,提高氮肥增产效果的研究,是国内外共同关注的一个问题,并已进行了许多研究。改进施肥技术,是其中的重要内容。在已经提出的施用技术中,效果最高的是粒肥深施^[2,3]。但是,这项技术在推广应用中还存在着一些困难,主要是市场上没有粒肥供应,以及深施比较费工,为此需要研究和发展多种施用技术,以适应于不同生产条件。我们的研究表明^[4],在水稻基肥时,将习惯常用的有水层混施改为无水层混施可以降低氮肥的损失。在此基础上,我们又研究了“犁沟条施作基肥”的施用方法,并将这些基肥施用方法与中国水稻所提出的“以水带氮”(尿素)的追肥深施法^[5]相结合,组成了稻田中基肥和追肥配套施用技术,研究了这一技术在减少氮素损失,提高氮肥增产效果中的作用,并在河南封丘进行试验示范,现将所得结果报告如下。

一、试验方法

(一)氮肥施用方法和用量试验

试验在河南封丘县水驿村石灰性稻田土壤上进行,供试土壤为粘质潮土,pH8.61,有机质15.3g/kg,全N0.91g/kg,前茬小麦,试验处理见表1。

小区面积 6×5 平方米,重复4次,随机区组排列。1989年6月17日—18日施用基肥,7月5日追肥,各处理以5公斤 P_2O_5 /亩为底,6月19—20日移栽水稻,品种郑粳,株行距9厘米 $\times$ 21厘米。10月7日收获。

在小区试验附近,另设 ^{15}N 微区试验,观测氮肥的氮素去向。微区用内径37厘米、高50厘米的无底塑料筒构成,埋入土中40厘米,露出土面10厘米。处理与小区试验相同,重复3次。所用碳铵和尿素的 ^{15}N 丰度分别为5.9%和4.89%。6月19日施基肥后随即移栽水稻,每筒4穴,每穴5株。氮施用量、水稻品种皆同小区试验。7月6日追肥。10月6日,采取筒内植株(包括根)和0—15厘米,15—30厘米,30—45厘米的土样,供全氮及 ^{15}N 丰度测定用。 ^{15}N 丰度由我所质谱组测定。

(二)碳铵作基肥时施用方法试验

试验在河南封丘县周口村的石灰性稻田土壤上进行,供试土壤为砂壤土, pH8.61, 全N0.58g/kg, 前茬小麦。试验处理如下:

1. 对照: 不施氮肥;
2. 碳铵粉肥撒施于约 5 厘米深的田面水中, 与土耙混(简称碳铵有水层混施);
3. 碳铵粉肥撒施于无水层的田面, 与土耙混后随即上水(简称碳铵无水层混施);
4. 碳铵粉肥犁沟条施(深 15 厘米), 耙平后灌水(简称碳铵犁沟条施)。

小区面积 6×5.5 平方米。重复 6 次, 随机区组排列。1988 年 6 月 22 日按处理要求施用碳铵作基肥, 用量为 6 公斤 N/亩。各处理以 4 公斤 P_2O_5 /亩为底。施肥结束后随即移栽水稻, 品种中粳 6811, 株行距 13 厘米 $\times$ 17 厘米。试验期间不追肥。10 月 3 日收获。

(三)稻田基、追肥配套施用方法的示范试验

1. 大田示范试验。在河南封丘县周口村进行, 供试土壤的全 N 为 0.58g/kg。选择条件基本相同的相邻田块作为示范田和对比田, 示范田采用改进施肥法, 对比田则为当地习惯施肥法。示范试验处理如下:

- (1) 习惯施肥法: 基肥为碳铵粉肥有水层混施, 追肥为尿素有水层撒施;
- (2) 改进施肥法 1: 基肥为碳铵粉肥无水层混施, 追肥为“以水带氮”深施尿素法;
- (3) 改进施肥法 2: 基肥为碳铵粉肥犁沟条施, 追肥为“以水带氮”深施尿素法。

示范田和对照田的面积分别是 2.37、2.46 和 2.41 亩。基、追肥的氮肥用量分别为 6 公斤 N/亩和 4 公斤 N/亩, 总用量为 10 公斤 N/亩。示范田与对比田皆施过磷酸钙 (4 公斤 P_2O_5 /亩) 作底肥。88 年 6 月 24 日施用基肥, 7 月 22 日施用追肥。水稻品种和插秧规格与 88 年小区试验相同。10 月 5 日按示范田和对比田的面积单打单收计产。

2. 百亩示范试验。1989 年在河南封丘水驿村进行, 试验区土壤的全 N 含量为 0.91—0.96g/kg。改进施肥法的基、追肥氮肥总用量为 17 公斤 N/亩, 水稻品种中粳 6811 和郑粳, 栽插密度与大田相同。追肥 1—2 次, 追肥时间一般在水稻分蘖期及穗分化期进行。10 月 7—10 日收获计产。

表 1 试验处理

处理号	氮肥	施肥方法	用量 (N 公斤/亩)
1			0
2			4
2			8
4	基肥	习惯施肥法*	12
5	碳铵		16
9	追肥		4
7		改进施肥法**	8
8	尿素		12
9			16

* 习惯施肥法: 基肥为撒于田面水中后耙混, 追肥为撒于田面水中。

** 改进施肥法: 基肥为犁沟条施, 耙平后灌水, 追肥为“以水带氮”法。

二、结果和讨论

(一)施用方法和用量对氮肥去向的影响

^{15}N 微区试验结果示于表 2。在本次试验中习惯施肥法不同用量下的氮素损失高达 63—71%, 这与前报^[4]关于石灰性土壤上氮肥(碳铵和尿素)有水层混施作水稻基肥的损失程度十分相接, 而改进施肥法的各处理中, 其氮素损失则降为 28—41%, 比习惯施肥法的相应处理减少损失 30—35%, 氮素利用率提高 22—31% (绝对值), 两者之间的差异达到 5% 统计显著水准。

表 2

氮肥的不同施用方法和用量对 ^{15}N 标记氮肥的去向

(田间微区, 占施入 N%)

氮 肥	处 理	用 量 N 公斤/亩	水稻全株回收	0—15cm 残留	损 失
基 肥 碳 铵	习惯施肥法	4	25.2b	11.8	63.0a*
		8	17.4b	12.9	69.7a
		12	18.9b	12.3	68.8a
追 肥 尿 素	改进施肥法	16	17.0b	11.7	71.3a
		4	47.6a	24.2	28.2b
		8	47.2a	18.1	34.7b
		12	47.3a	12.8	39.9b
		16	47.6a	11.6	40.8b

* 同一列中英文字母相同的数据之间差异未达 5% 显著水准(新复全距测验下同)。

(二)改进施肥技术的氮素利用率和增产效果

1. 无水层混施或犁沟条施作基肥

在石灰性稻田土壤中, 目前习惯上采用碳铵或尿素有水层混施作基肥, 大量的氮肥仍然存留于田面水中, 氮肥的氮素损失严重^[6, 7]。前报表明^[4], 在田面无水层存在时撒施氮肥随即耙混, 可以在相当程度上降低施肥后存留于田面水中的氮, 减少损失 11—20%(绝对值)。此外, 还可采用其他施用方法, 如耕地时犁沟条施等。田间小区研究表明(表 3), 碳铵作基肥时, 采用有水层混施者, 其氮素利用率仅为 17%, 采用无水层混施或犁沟条施时其氮素利用率则分别达到 32—37%, 每公斤肥料氮素增产稻谷也从 5.8 公斤提高到 7.7—12.2 公斤, 净增加 1.9—6.2 公斤, 氮肥的增产效果提高了 33—160%。

2. 基、追肥施用的配套改进技术

(1) 小区试验结果。表 4 结果表明, 采用改进施肥法(碳铵犁沟条施作基肥, “以水氮增”法追施尿素)时, 在 4—12 公斤 N/亩的用量下, 每公斤化肥氮比习惯施肥法产稻谷 2.1—6 公

表 3 水稻基肥不同施用方法碳铵的氮素利用率和增产效果

处 理	稻谷产量 公斤/亩	增 产		氮素 利用率 %
		公斤/ 公斤施入 N	%	
对照	210b	—	—	—
有 水 层 混 施	245bc	5.8	16.7	17.1
无 水 层 混 施	283a	12.2	34.8	32.4
犁沟条施	256b	7.7	21.9	36.5

表 4

不同施肥法和用量下氮肥的氮素利用率和增产效果

处 理 号	施肥方法	用 量 公斤/亩	稻田产量 N 公斤/亩	增 产		氮素利用率 (%)
				公斤/公斤施入 N	%	
1	习惯施 肥法	0	276f	—	—	—
2		4	305c	7.3	10.5	8.5c
3		8	332d	7.0	20.2	14.1c
4		12	370b	7.8	34.1	23.5ab
5		16	341cd	4.1	23.6	14.0c
6	改进施 肥法	4	329d	13.3	19.2	26.3a
7		8	360bc	10.5	30.4	27.4a
8		12	395a	9.9	43.1	31.6a
9		16	356bc	5.0	28.9	17.1bc

表 5 改进施肥法与习惯施肥法的产量比较
(大田示范试验)

施用方法	基肥	追肥	稻谷产量 (公斤/亩)	增产 (%)
习惯法:有水层混施+有水层撒施			294	—
改进法1:无水层混施+“以水带氮”			346	17.9
改进法2:犁沟条施+“以水带氮”			317	7.8

斤。在施氮量较低时,改进施肥法的效果大于在施氮量高时的效果。此外,还计算了两种施肥方法下氮肥的适宜用量。此时,我们以每公斤氮增产稻谷 5 公斤作为界限值,计算表明,两种施肥方法的适宜施氮量都是12 公斤 N/亩。但是,此时改进施肥法的增产效果比习惯施肥法高 9 %。

表 6 改进施肥法在百亩示范试验中的水稻产量

施用方法	N 公斤/亩			产量公斤/亩			经济效益*元/亩		
	用 量	省 量	省量%	产 量	增 产	增产%	省 肥	增 产	合 计
习惯法	17	—	—	355	—	—	—	—	—
改进法	12	5	19.4	410	55	15.5	9.12	33.0	42.12

* 节约的 N 量折每公斤碳铵 0.31 元,每公斤稻谷 0.6 元计算。

(2) 大田试验示范结果。在河南封丘周口村和水驿村示范试验得到的结果列于表5、表6。从表 5 可见,在等氮量下(10公斤 N/亩),两种改进施肥法比习惯施肥法每亩多增产23公斤和52公斤稻谷,增产7.8%和17.9%。百亩示范试验表明(表 6),采用改进施肥法时氮肥用量虽然减为12公斤N/亩,比习惯施肥法少施 5 公斤N/亩(节肥率29.4%,节省化肥成本9.12元),稻谷产量却增加55公斤(价值33元),省肥增产合计每亩增加纯收益42.12元。

综上所述,改进施肥法与习惯施肥法相比,氮肥损失少、利用率高、增产效果好,经济效益十分明显,具有良好的推广应用前景。

参 考 文 献

- [1]朱兆良,我国土壤供氮和化肥氮素去向研究的进展。土壤,17(1):2—9,1985。
- [2]陈荣业、朱兆良,氮肥去向的研究。I稻田土壤中氮肥的去向。土壤学报,19(2):122—130,1982。
- [3]史陶钧、陈万才、曹志洪,碳酸氢铵粒肥深施的经济效益。土壤,16(5):180—182,1984。
- [4]朱兆良、张绍林、陈德立、蔡贵信徐银华、J.R Simpson, J.R.Freney, A.V.Jackson, 黄淮海地区石灰性稻田土壤上不同混施方法下氮肥的去向和增产效果。土壤,20(3):121—125,1988。
- [5]陈荣业、张建才、郭望模、陈苇,稻田以水带氮肥(尿素)深施技术研究。中国水稻科学,1(3):184—191,1987。
- [6]朱兆良、J.R.Simpson、张绍林、蔡贵信、陈立德、J.R.Freney, A.V.Jackson, 石灰性稻田土壤上化肥氮损失的研究。土壤学报,26(4):337—343,1989。
- [7]蔡贵信、朱兆良、朱宗武,,水稻田中碳铵和尿素的氮素损失的研究。土壤,17(5):225—229,1985。