

# 增施穗肥对水稻产量和氮肥利用率的影响

高 军<sup>1</sup>, 陈莫军<sup>2</sup>, 孟凡梅<sup>2</sup>, 严永峰<sup>2\*</sup>

(1. 吉林省前郭县红光国营农场, 吉林 松原 138100; 2. 吉林省农业科学院水稻研究所, 吉林 公主岭 136100)

**摘 要:**针对目前吉林省水稻生产实践中存在的氮肥施用过多、大头肥、氮肥利用率低等问题开展本试验研究。氮肥的基肥、蘖肥、穗肥比例设置了3:5:2和3:4:3的2个处理;另设置了不施氮肥的空白处理。结果表明,在总氮量150 kg/hm<sup>2</sup>水平下,增施10%穗氮肥可增加穗数、穗粒数、成熟度和千粒重,增产13%;同时对稻米含氮量和叶龄进展没有明显影响。因此,增施穗氮肥是一种增产增效的有效途径。

**关键词:**水稻;穗肥;产量;氮肥利用率

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1003-8701(2018)02-0001-04

## Effect of Increasing Panicle Fertilizer on Rice Yield and Nitrogen Use Efficiency

GAO Jun<sup>1</sup>, CHEN Mojun<sup>2</sup>, MENG Fanmei<sup>2</sup>, YAN Yongfeng<sup>2\*</sup>

(1. Hongguang State Farm, Qianguo County, Songyuan 138100; 2. Rice Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** This experiment was carried out in order to solve the problem of excessive application of nitrogen fertilizer, large base and tiller fertilizer and low use efficiency in rice production practice in Jilin Province. The experiment includes two treatments with different ratio of base, tiller and panicle nitrogen fertilizer (3:5:2 and 3:4:3), and the blank treatment without nitrogen fertilizer. The results showed that increasing of 10% panicle nitrogen fertilizer increased panicle number, spikelets number per panicle, maturity and 1000-grain weight, thus the yield be increased by 13% at the total nitrogen level of 150 kg/ha. Meanwhile, the nitrogen content of grain and leaf age was not affected. Therefore, the increase in panicle nitrogen fertilizer is an effective way to increase yield and production efficiency.

**Key words:** Rice; Panicle fertilizer; Yield; Nitrogen use efficiency

水稻是吉林省最主要的粮食作物,在粮食生产中占有重要地位,水稻的高产稳产对我省粮食安全起到非常重要的作用。在必需的营养元素中,水稻对氮的施用量和模式反应最为敏感<sup>[1]</sup>。据世界粮农组织统计,我国稻田氮肥吸收利用率明显低于世界平均水平,仅为30%~35%<sup>[2-3]</sup>。据调查,吉林省近几年的氮肥施用量持续维持高位,已经普遍达到181~225 kg/hm<sup>2</sup>的水平<sup>[4]</sup>。目前,我省水稻生产中普遍存在盲目增施氮肥、施“大头肥”

的现象,从而导致倒伏、病虫害多发、氮肥利用率下降、环境污染等诸多问题。因此,急需开发在保障高产的前提下减少氮肥用量的施肥技术。本研究探讨了在较低施氮水平下,通过合理调整氮肥运筹模式提高水稻产量、提升氮肥利用率的途径。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试品种

供试品种为吉粳88。该品种是当地主推的高产水稻品种,全生育期141 d,14片叶,5个伸长期节间。

### 1.2 试验设计

试验设计采取随机区组设计,氮肥施用总量为纯氮150 kg/hm<sup>2</sup>,设置2个处理和1个不施氮肥的空白对照(CK)(见表1),随机排列,3次重复。

收稿日期:2017-11-13

基金项目:吉林省产业技术创新战略联盟项目(20150309004NY);吉林省农业科学院创新工程项目(CXGC2017JQ015、CXGC2017ZY031)

作者简介:高 军(1970-),男,农艺师,从事水稻栽培技术研究。

通讯作者:严永峰,男,博士,副研究员,E-mail: yanyongfeng@126.com

小区长 10 m, 宽 2.5 m, 面积 25 m<sup>2</sup>。磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)和钾肥(K<sub>2</sub>O)总施用量均为 50 kg/hm<sup>2</sup>。磷肥作为底肥一次性施入, 钾肥基肥和穗肥各施用 50%。基肥在耙地前施用, 磷肥在 6 月 14 日施用, 穗肥在 7 月 5 日施用。

表 1 氮肥(N)施用方法及用量 kg/hm<sup>2</sup>

处理	基肥	穗肥	总量
A	45	30	150
B	45	45	150
CK	0	0	0

### 1.3 试验地概况

试验于 2015 年在吉林省松原市前郭县红光农场五分场试验地进行。供试土壤类型为沙质黏土, 耕层土壤(0~15 cm)的 N 含量为 120 mg/kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量为 12 mg/kg、K<sub>2</sub>O 含量为 103 mg/kg、pH 值 7.5。

### 1.4 田间管理

大棚钵盘育苗, 4 月 8 日播种, 播种量 400 g/m<sup>2</sup>。5 月 28 日人工移栽(4.5 叶), 行穴距为 30 cm×16.5 cm, 每穴 3~5 株。灌溉及病虫害防治同一般生产田。

### 1.5 数据调查及分析

#### 1.5.1 生长动态

每小区定植 10 株, 返青后每 5 天调查分蘖和叶龄。有效分蘖率按以下公式计算:

$$\text{有效分蘖率}(\%) = \frac{\text{有效分蘖数量}}{\text{最高分蘖数量}} \times 100$$

#### 1.5.2 干物重

成熟期后每小区收获 5 株, 在 80℃ 下连续烘干 48 h, 称重 3 次至重量不再发生变化后测定各器官干物重。

#### 1.5.3 氮含量

利用凯氏定氮法测定茎叶、稻谷氮浓度。

氮的含量按以下公式计算:

$$\text{氮含量} = \text{氮浓度} \times \text{干物重}$$

氮肥利用率按以下公式计算:

$$\text{氮利用率}(\%) = \frac{\text{各处理地上部分吸氮量} - \text{空白区地上部分吸氮量}}{\text{施氮量}} \times 100$$

#### 1.5.4 产量与产量构成因素

成熟期每小区收获长势均匀的 5 m<sup>2</sup> 籽粒, 风干后测定产量; 取具有代表性植株 5 穴, 风干后进行室内考种, 调查每穴穗数、株高、每穗粒数、结实率、千粒重。

#### 1.5.5 数据分析

数据利用 DPS 7.05 软件和 Excel 2013 进行分析和制表。

## 2 结果与分析

### 2.1 生长动态

由图 1 可知, 所有处理均在 7 月 9 日到达分蘖高峰, 分蘖数在 7 月 30 日后不再变化。处理 A 的分蘖数在 7 月 9 日前一直高于处理 B, 但在 7 月 9 日的分蘖高峰期, 分蘖基本没有差异。7 月 9 日后, 处理 B 的分蘖数始终高于处理 A, 最终分蘖数比处理 A 多 1.1 个/穴, 因此, 处理 B 的有效分蘖率

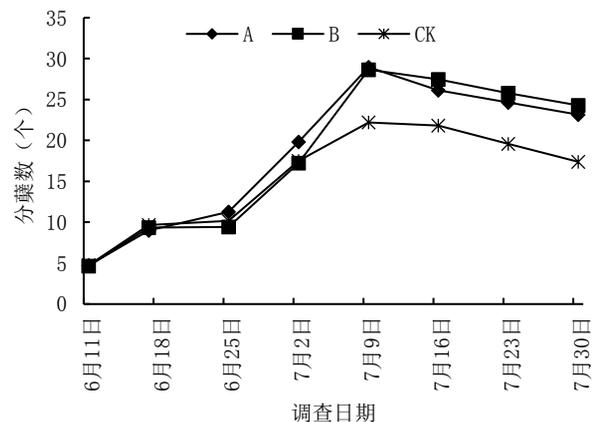


图 1 不同处理对分蘖进展的影响

比处理 A 高 4.7%。CK 的分蘖数最少。

处理 A 和 B 的叶龄进展基本一致, 但 CK 的最终叶龄少 1 片叶(图 2)。这说明调整磷穗肥比例

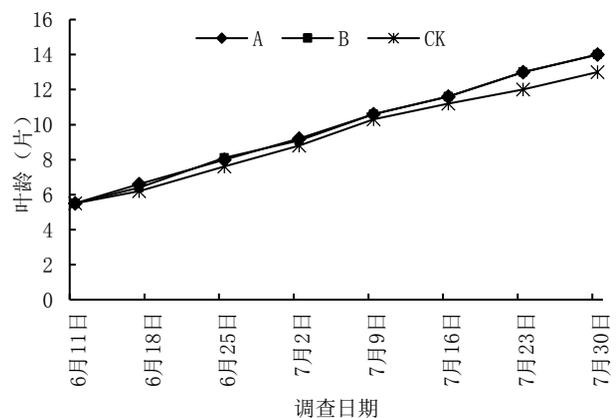


图 2 不同处理对叶龄进展的影响

并没有影响叶龄的进展。

### 2.2 产量及产量构成因素

由表 2 可知, 处理 B 的产量最高, CK 最低。处理 B 和 A 相比, 处理 B 的株高增加 1.8 cm, 穗数多 1.1 个/穴, 穗粒数增加 10.7 粒/穗, 结实率高 1.1%,

千粒重增加 0.2 g,所有产量构成因素均高于处理 A,因此产量增加 1 195.2 kg/hm<sup>2</sup>,比处理 A 增产 13.0%。

### 2.3 氮吸收

CK 各器官中的氮浓度和氮吸收量最低(表

3),处理 A、B 间的氮浓度无显著差异,但处理 B 氮的吸收量显著高于处理 A。这个结果主要是由于处理 B 地上部(茎叶+稻谷)的生物量更大导致的。由于处理 B 吸收了更多的氮,导致氮肥利用率也显著高于处理 A,提高 2.14%。

表 2 各处理水稻产量及产量构成因素

处理	株高(cm)	穗数(个/穴)	穗粒数(粒/穗)	结实率(%)	千粒重(g)	产量(kg/hm <sup>2</sup> )
A	95.6 b	23.2 b	122.6 b	91.5 c	22.5 a	9 205.3 b
B	97.4 a	24.3 a	133.3 a	92.6 b	22.7 a	10 400.5 a
CK	90.0 c	17.4c	103.9 c	93.1 a	22.8 a	6 834.0 c

表 3 各处理氮吸收

处理	秸秆		稻谷		地上部	利用率(%)
	浓度(%)	吸收量(kg/hm <sup>2</sup> )	浓度(%)	吸收量(kg/hm <sup>2</sup> )	吸收量(kg/hm <sup>2</sup> )	
A	0.48 a	36.70 b	1.18 a	82.04 b	118.73 b	35.90 b
B	0.47 a	37.65 a	1.19 a	84.24 a	121.89 a	38.04 a
CK	0.36 b	19.65 c	0.90 b	45.17c	64.82 c	-

## 3 讨 论

本试验的施氮总量比大部分吉林省生产田减少了 16%~55%<sup>[4]</sup>,但仍然获得较高的产量(表 2)。关于减少农民习惯施氮量而不影响产量的报道很多<sup>[5-7]</sup>,可见,通过优化施氮模式完全可以在不影响产量的前提下,大幅减少施氮量。

穗数和穗粒数是产量构成中两个非常重要的因素。郭万胜等<sup>[8]</sup>指出,穗肥在全部氮肥中的分配比例由 20% 增加至 50% 时最高分蘖数始终呈增加趋势,穗肥比例在 30% 时成穗最多。李殿平<sup>[9]</sup>的研究表明,在中等和偏高施氮水平下,穗肥比例提高至 40% 获得了最高的穗数和成穗率。在本试验中,处理 B 比 A 减少了总肥量的 10% 的分蘖肥,增加了总肥量的 10% 的穗肥,但并没有减少最高分蘖数,且有效分蘖数增加了 1.1 个/穴,进而将有效分蘖率提升了 4.7%(图 1)。众多研究表明<sup>[2,8-14]</sup>,增施穗肥能够有效增加穗粒数。本试验中,适当增加穗肥在增加穗数的同时,显著地提升了穗粒数、结实率和千粒重,从而取得了 13.0% 的增产效果(表 2)。这一结果同众多前人研究类似<sup>[8-10]</sup>,说明增施穗肥是一项有效的增产技术。

增施穗肥的一个重要顾虑是担心稻谷含氮量增加,从而降低稻米食味品质。本试验中,增施总肥量的 10% 穗肥仅仅提高了 0.01% 的稻谷氮含

量,且差异不显著,可以说对稻谷含氮量的影响并不明显(表 3)。胡群等<sup>[11]</sup>指出,当穗肥的施氮比例由 0 提升至 60% 时,稻米蛋白质含量呈增加趋势,但比例为 20% 和 40% 处理的蛋白质含量差异仅为 0.33%,且差异不显著。因此,对于一般生产田而言,适当增加穗肥比例有助于提高产量,且对食味品质影响很小。

农民对增施穗肥的另一个顾虑是担心延迟出穗。但事实上,施用穗肥时,水稻已经开始进行幼穗分化,进入生殖生长,因此,施用穗肥对出穗期基本没有影响<sup>[12-13]</sup>。本试验中,在同等施肥量前提下,增施穗肥并没有影响水稻的叶龄进展(图 2),说明增施穗肥对出穗期没有明显的影响。

我国氮肥利用率一直处于一个较低的水平。很多研究表明,提升穗氮肥比例是提升氮肥利用率的有效途径<sup>[2,10]</sup>。范立慧等<sup>[14]</sup>研究表明,穗氮肥比例在 30%~50% 时氮肥利用率最高。本试验的结果同前人基本一致,增施穗肥可显著提升氮肥利用率(表 3)。

综上,适当提高穗肥在氮肥总量中的占比,可以在降低氮肥施用量的条件下提高水稻的产量和氮肥利用率,同时,对米质和出穗期的影响很小,可作为一种增产增效的施肥方法加以深入研究探讨。

### 参考文献:

[1] 侯云鹏,韩立国,孔丽丽,等.不同施氮水平下水稻的养分

- 吸收、转运及土壤氮素平衡[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(4): 836-845.
- [ 2 ] 剧成欣, 张 耗, 王志琴, 等. 水稻高产和氮肥高效利用研究进展[J]. 中国稻米, 2013, 19(1): 16-21.
- [ 3 ] 刘立军, 杨立年, 孙小淋, 等. 水稻实地氮肥管理的氮肥利用效率及其生理原因[J]. 作物学报, 2009, 35(9): 1672-1690.
- [ 4 ] 沈 娟, 高 强. 吉林省水稻氮肥现状的调查分析[J]. 吉林农业科学, 2011, 36(2): 40-43, 59.
- [ 5 ] 易 琼, 张秀芝, 何 萍, 等. 氮肥减施对稻-麦轮作体系作物氮素吸收、利用和土壤氮素平衡的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(5): 1069-1077.
- [ 6 ] 张秀芝, 易 琼, 朱 平, 等. 氮肥运筹对水稻农学效应和氮素利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(4): 782-788.
- [ 7 ] 张洪程, 马 群, 杨 雄, 等. 水稻品种氮肥群体最高生产力及其增长规律[J]. 作物学报, 2012, 38(1): 86-98.
- [ 8 ] 郭万胜, 韩国路, 冯 明, 等. 氮肥运筹对钵苗机插水稻产量及其群体质量影响试验研究[J]. 北方水稻, 2014, 44(5): 39-40.
- [ 9 ] 李殿平. 水稻生产氮肥运筹对产量及其构成因素的影响[J]. 北方水稻, 2015, 45(2): 23-24, 34.
- [ 10 ] 王 蒙, 赵兰坡, 王立春, 等. 氮素运筹对吉林超高产水稻的产量及氮效率的研究[J]. 吉林农业科学, 2012, 37(6): 25-28, 31.
- [ 11 ] 胡 群, 夏 敏, 张洪程, 等. 氮肥运筹对钵苗机插优质食味水稻产量及品质的影响[J]. 作物学报, 2017, 43(3): 420-431.
- [ 12 ] 王士强, 陈淑洁, 赵海红, 等. 氮肥运筹对寒地水稻生长和产量的影响[J]. 中国稻米, 2015, 21(3): 68-71.
- [ 13 ] 于德海, 钱永德. 水稻高产栽培氮肥运筹试验总结[J]. 黑龙江科技信息, 2014(26): 274-275.
- [ 14 ] 范立慧, 徐珊珊, 侯朋福, 等. 不同地力下基肥运筹比例对水稻产量及氮肥吸收利用的影响[J]. 中国农业科学, 2016, 49(10): 1872-1884.

(责任编辑:王 昱)