

# 氮磷供给对高寒地区水稻产量及干物质积累的影响

商全玉<sup>1</sup>, 杨秀峰<sup>1</sup>, 王万霞<sup>1</sup>, 程 萍<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300; 2. 黑龙江省呼玛县三卡乡农业综合服务中心, 黑龙江 呼玛 165102)

**摘要:**为给高寒地区水稻生产提供技术方案, 研究了氮磷肥不同水平对高寒地区水稻在产量及干物质积累方面的变化。结果表明: 氮肥在 N1(45 kg·hm<sup>-2</sup>)、N2(90 kg·hm<sup>-2</sup>) 和磷肥在 P1(45 kg·hm<sup>-2</sup>)、P2(90 kg·hm<sup>-2</sup>)、P3(135 kg·hm<sup>-2</sup>) 和 P4(180 kg·hm<sup>-2</sup>) 施用量下, 产量表现为 N2>N1 和 P4>P3>P2>P1, 并且每公顷穗数、株高和中后期分蘖数量与产量效应一样; 在氮肥定量下, 磷肥对每穗粒数影响先增加后下降。在 N1 水平下, 磷肥增加对结实率有促进作用, 干物质积累表现出 N<sub>2</sub>>N<sub>1</sub>>N0P0, 与产量趋势趋于一致。

**关键词:**氮磷肥; 高寒地区; 产量; 干物质积累

**中图分类号:**S511

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)09-0043-03

培育高产超高产水稻栽培品种及结合合理的施肥方式是实现水稻超高产的主要途径<sup>[1]</sup>。氮肥在生产中的投入成为水稻增产的有力措施之一。但是氮肥的大量投入, 降低了氮素利用率, 带来资源的浪费, 以及水体的富营养化等一系列问题<sup>[2]</sup>。与氮肥大量投入相比, 磷肥使用量则相对不足, 有些地区已经成为限制水稻产量提高的重要因素<sup>[3]</sup>。近年来, 由于粮食价格的提高, 农户种植水稻的积极性以及种植经济效益均有了明显地提高。但在水稻生产中盲目施用化肥现象较为普遍, 主要表现为片面夸大化肥的增产作用, 氮磷肥料用量过大, 比例不合理<sup>[4]</sup>; 只种不养, 不重视农田土壤培肥; 重视种肥而轻视基肥, 施肥深度有限, 肥料利用率低等<sup>[5]</sup>。

2012 年黑龙江省水稻种植面积达到 353 万 hm<sup>2</sup>, 比 2011 年增加约 8.7 万 hm<sup>2</sup>, 水稻种植面积约占全省粮食作物的 1/4。随着黑龙江省水稻“北扩”的实施, 黑龙江省北部高寒地区水稻种植面积急剧扩大。黑龙江省北部高纬高寒地区, 特别是黑河地区、大兴安岭地区和伊春的部分地区, 这里年有效积温少、气候寒冷、昼夜温差大。水稻施肥量与黑龙江省高积温区差异很大。现从氮磷肥不同供给水平出发, 探讨其对水稻产量及

其构成因素的影响, 旨在为推动高纬高寒地区水稻发展提供理论依据和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为黑河分院育成的粳型常规稻黑交 06-213(总叶数 10 片)。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2010 年在黑龙江省农业科学院黑河分院水稻试验田进行。试验田土壤为黑土, 前茬为水稻, 土壤肥力中等, 土壤基本理化性状为: 土壤有机质含量 3.91%、全氮 0.228%、全磷 0.154%、碱解氮 4.98 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷 16.6 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾 66.5 mg·kg<sup>-1</sup>、土壤 pH 为 7。试验设氮肥(纯氮)45、90 kg·hm<sup>-2</sup> 分别用 N1、N2 表示; 磷肥(折合成 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 设 45、90、135、180 kg·hm<sup>-2</sup> 分别用 P1、P2、P3 和 P4 表示; 各小区钾肥用量(折合成 K<sub>2</sub>O)30 kg·hm<sup>-2</sup>。以无肥处理为对照, 共 9 个处理, 分别为 N0P0(CK)、N1P1、N1P2、N1P3、N1P4、N2P1、N2P2、N2P3、N2P4, 3 次重复, 共 27 个小区, 各小区间分别作埂, 单排单灌, 小区长 6.8 m, 宽 1.5 m, 面积 10 m<sup>2</sup>。试验材料于 4 月 24 日播种, 庭院育苗 5 月 30 日移栽, 插秧密度为 26.4 cm×13.2 cm, 每穴 4~5 株, 当日移栽完毕。各处理氮肥施用, 其中总氮量的 50% 为基肥, 30% 为返青肥, 20% 为穗肥。磷肥全部作基肥一次施入, 钾肥 50% 作基肥, 50% 作返青肥。9 月 25 日收获; 灌水、除草、病虫害防治等栽培措施同一般生产田。

1.2.2 测定项目与方法 每处理定点 15 穴, 从

收稿日期: 2012-07-12

基金项目: 黑龙江省农业科学院院级课题资助项目

第一作者简介: 商全玉(1982-), 男, 黑龙江省黑河市人, 硕士, 研究实习员, 从事水稻育种与栽培研究。E-mail: shanquanyu11@163.com。

通讯作者: 杨秀峰(1967-), 男, 黑龙江省黑河市人, 学士, 副研究员, 从事水稻资源创新和品种选育研究。

6 月 21 日分蘖始期开始调查,间隔 10 d 调查分蘖动态,至 8 月 1 日结束。

孕穗期分化期、抽穗期、成熟期分别取样测量干物质重,每小区每次 3 穴,将叶、鞘、茎、穗分开,于烘箱经 105℃ 杀青 30 min,80℃ 烘干至恒重称重。

在收获时去除边行,实际测量每小区产量,将小区产量折合成公顷产量。将收获稻株自然风干后测量经济产量和生物产量。另外每小区取 5 穴稻株,风干后进行室内考种,包括穗长、穗粒数、结实率和千粒重等。

2 结果与分析

2.1 氮磷供给对水稻产量及其构成因素的影响

从表 1 可以看出,肥料用量的增加,促进了产量的增加,产量在整体上表现出  $N2 > N1 >$

$N0P0$ ,而磷肥处理也表现出  $P4 > P3 > P2 > P1$  的趋势。在  $N2$  施肥量下,4 个磷肥处理产量都达到  $7\ 100\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  以上。

从产量构成因素可以看出,每公顷穗数与产量趋势一致,表现出  $N2 > N1 > N0P0$ ,而磷肥处理间也表现出  $P4 > P3 > P2 > P1$ 。可见,穗数增加是水稻产量增加的一个重要因素。各施肥处理每穗粒数都大于  $N0P0$ ,可见施肥对每穗粒数有提高效应。但在  $N1$  和  $N2$  两个氮肥用量内,随着磷肥用量的增加,每穗粒数都是先增加后下降,每穗粒数在  $P3$  上达到最高。结实率整体上  $N0P0 > N1 > N2$ ,可见结实率随着氮肥用量的增加而降低,在  $N1$  水平下,磷肥增加对结实率有促进作用,在  $N2$  水平下无规律可循,而籽粒千粒重则以  $N0P0$  为最低。

表 1 氮磷供给对水稻产量及其构成因素的影响

Table 1 Effect of different rates of nitrogen and phosphorus fertilizers on rice yield and its components

处理 Treatment	穗数/ $\times 10^6$ 穗 $\cdot\text{hm}^{-2}$ Panicles number	每穗粒数 Grains per spike	结实率/% Seed setting	千粒重/g 1000-kernel weight	实际产量/ $\times 10^3\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Actual yield
N0P0(CK)	2.26	109.9	89.9	25.0	5603
N1P1	2.33	128.6	82.8	26.4	6500
N1P2	2.37	124.1	83.0	25.8	6570
N1P3	2.51	130.3	85.5	26.3	6803
N1P4	2.61	115.8	85.6	26.6	6870
N2P1	2.68	124.5	82.0	26.0	7104
N2P2	2.71	126.4	81.9	26.5	7300
N2P3	2.76	132.4	82.7	26.1	7587
N2P4	3.21	118.9	81.0	26.0	8004

2.2 氮磷供给对水稻分蘖数量的影响

水稻的分蘖力是一个重要的农艺性状,分蘖力的强弱直接关系到有效穗数和最终产量的形成。从表 2 可以看出,从 6 月 21 日至 7 月 1 日,各施肥处理分蘖数  $N2 > N1 > N0P0$ ,可见施肥量提高对水稻的分蘖数有增加效应。从 7 月 11 日至 8 月 1 日,分蘖数  $N2 > N1 > N0P0$ ,而磷肥处理间也表现出  $P4 > P3 > P2 > P1$ 。可见氮肥和磷肥对水稻的分蘖同样有提高效应。各处理分蘖数都在 7 月 11 日最高,而在 6 月 21 日最低。

表 2 氮磷供给对水稻分蘖数量的影响

Table 2 Effect of different rates of nitrogen and phosphorus fertilizes on the number of rice tillering

处理 Treatment	分蘖时间/月-日 Date				
	06-21	07-01	07-11	07-21	08-01
N0P0(CK)	4.4	8.7	8.8	8.5	7.2
N1P1	6.0	9.1	9.4	9.1	8.5
N1P2	5.2	9.4	9.8	9.3	8.9
N1P3	7.2	9.3	10.3	10	9
N1P4	6.5	9.7	10.3	10.1	9.2
N2P1	7.3	11.3	11.5	10.7	9.5
N2P2	7.0	11.9	12.0	11.1	9.7
N2P3	7.9	11.5	12.6	11.4	9.8
N2P4	7.7	11.4	13.2	11.8	10.3

### 2.3 氮磷供给对干物质积累及植株高度的影响

从表 3 可以看出,在幼穗分化期、抽穗期和成熟期干物质积累都无一例外地表现出  $N_2 > N_1 > N_0P_0$ 。这与产量趋势趋于一致,可见生物产量的增加是最终产量提高的基础。植株高度上  $N_0P_0$  处理株高最低(88.1 cm),  $N_2P_4$  处理株高最高,为 102.1 cm。株高整体上表现出  $N_2 > N_1 > N_0P_0$ 。可见,氮肥和磷肥同样在植株高度中起决定作用。植株高度的增加,能改善群体上部叶片的空间配置,构建出合理的群体受光姿态,促进水稻高产的形成。

表 3 氮磷供给对干物质积累性状及植株高度的影响

Table 3 Effect of different rates of nitrogen and phosphorus fertilizers on dry matter accumulation and plant height

处理 Treatment	干物质积累/g·穴 <sup>-1</sup> Dry matter accumulation			株高/cm Plant height
	幼穗分化期 Panicle	抽穗期 Heading	成熟期 Maturity	
	initiation stage	stage	stage	
$N_0P_0(CK)$	8.9	24.0	29.3	88.1
$N_1P_1$	11.3	30.4	42.1	95.9
$N_1P_2$	11.6	29.4	41.9	96.7
$N_1P_3$	11.2	31.1	43.1	97.3
$N_1P_4$	11.6	30.9	44.2	98.1
$N_2P_1$	14.9	34.4	45.5	99.2
$N_2P_2$	15.4	34.0	44.6	100.1
$N_2P_3$	14.9	36.1	46.0	101.0
$N_2P_4$	15.0	34.8	46.1	102.1

## Effects of Nitrogen and Phosphate Supply on Yield and Substance Accumulation of Rice in Alpine Region

SHANG Quan-yu<sup>1</sup>, YANG Xiu-feng<sup>1</sup>, WANG Wan-xia<sup>1</sup>, CHENG Ping<sup>2</sup>

(1. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, Heilongjiang 164300; 2. Sanka Township Agriculture Comprehensive Service Center of Huma Country, Huma, Heilongjiang 165102)

**Abstract:** In order to provide technology scheme of rice production in alpine region, this paper studies the change of rice in yield and substance accumulation by the experiment in different levels of nitrogen and phosphate fertilizer supply. The results showed as following: the application rate of fertilizer under the conditions that  $N_1(45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2})$ ,  $N_2(90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2})$  and  $P_1(45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2})$ ,  $P_2(90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2})$ ,  $P_3(135 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2})$  and  $P_4(180 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2})$ , the yield showed:  $N_2 > N_1$  and  $P_4 > P_3 > P_2 > P_1$ , and the panicle number per hectare, height of plant and tillering number in the middle and late period is the same as yield response. In the certain quantitative of nitrogen, the effects of phosphate fertilizer on grain number per panicle firstly increased then decreased. In the  $N_1$  concentration, increasing phosphate fertilizer has promotion impact to seed setting rate. The dry matter accumulation result showed that  $N_2 > N_1 > N_0P_0$ , which was the same as the trend of yield.

**Key words:** nitrogen and phosphorus; alpine region; yield; substance accumulation

### 3 结论

试验结果表明,除氮肥施用对水稻有增加产量效应外,磷肥同样具有此效应。穗数增加是水稻产量增加的一个重要因素。每公顷穗数与产量趋势一致,表现出  $N_2 > N_1 > N_0P_0$ ,而磷肥处理间也表现出  $P_4 > P_3 > P_2 > P_1$ 。在  $N_1$  和  $N_2$  两个氮肥用量内,随着磷肥用量的增加,每穗粒数都是先增加后下降,每穗粒数在  $P_3$  上达到最高。在  $N_1$  水平上,磷肥增加对结实率有促进作用。有研究认为,水稻的经济系数相对比较稳定,再增加的余地较小,因此扩大生物产量是提高产量的主要途径。该研究也验证了这一点,干物质积累表现出  $N_2 > N_1 > N_0P_0$ ,这与产量趋势趋于一致。

### 参考文献:

- [1] 殷春渊,魏海燕,张庆,等.不同氮肥水平下中熟籼稻和粳稻产量、氮素吸收利用差异及相互关系[J].作物学报,2009,35(2):348-355.
- [2] 魏海燕,张洪程,张胜飞,等.不同氮利用效率水稻基因型的根系形态与生理指标的研究[J].作物学报,2008,34(3):429-436.
- [3] 张玉屏,曹卫星,朱德峰,等.红壤稻田钾肥施用量对超级稻生长及产量的影响[J].中国水稻科学,2009,23(6):633-638.
- [4] 李熙英,吕龙石,李桂花,等.氮磷钾不同施肥量对水稻产量构成因素的影响[J].延边大学农学报,1997,19(3):157-160.
- [5] 慕永红,孙海燕.不同施肥比例对水稻产量与品质的影响[J].黑龙江农业科学,2000(3):18-19.