

文章编号 :1003-8701(2010)01-0028-06

# 氮磷钾肥料用量对水稻产量与品质的影响

王成瑗<sup>1</sup>, 张文香<sup>1</sup>, 赵磊<sup>1</sup>, 赵秀哲<sup>1</sup>, 侯文平<sup>1</sup>, 高良文<sup>1</sup>, 王伯伦<sup>2</sup>

(1. 吉林省通化市农业科学院, 吉林 梅河口 135007; 2. 沈阳农业大学, 沈阳 110161)

**摘要:**通过田间塑料薄膜隔离的试验方式,研究了氮、磷、钾肥料用量对水稻产量与品质的影响。结果表明,各种肥料处理产量较高的用量为:氮肥 240 kg/hm<sup>2</sup>(经济施肥量为 160 kg/hm<sup>2</sup>);磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)150 kg/hm<sup>2</sup>;钾肥(K<sub>2</sub>O)120 kg/hm<sup>2</sup>。氮肥用量增加,可以显著提高产量、糙米率、长/宽比、胶稠度和蛋白质含量,降低垩白率、垩白度。磷肥用量增加,垩白率、垩白度明显降低,但是也会导致整精米率下降。钾肥用量增加虽然能使青米率下降,但是也会导致直链淀粉增加,从提高品质的角度看,各有利弊。氮肥是提高产量,改善品质的主要营养元素,提高产量和改善品质二者可以兼顾。

**关键词:**水稻;产量;稻米品质;氮、磷、钾肥料

中图分类号:S511.062

文献标识码:A

## Effects of Amount of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizer Application on Yield and Quantity of Rice

WANG Cheng-ai<sup>1</sup>, ZHANG Wen-xiang<sup>1</sup>, ZHAO lei<sup>1</sup>, ZHAO Xiu-zhe<sup>1</sup>,

HOU Wen-ping<sup>1</sup>, GAO Liang-wen<sup>1</sup>, WANG Bo-lun<sup>2</sup>

(1. *Tonghua Academy of Agricultural Sciences, Meihoukou 135007;*

2. *College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China*)

**Abstract:** The effects of amount of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer application on yield and quantity of rice were studied in the paper by the method of plot isolated by plastic. The results showed that the high yield were obtained in treatments which amounts of three fertilizers application were as follows: 240 kg/hm<sup>2</sup> of nitrogen (economical utilizing amount was 160 kg/hm<sup>2</sup>), 150 kg/hm<sup>2</sup> of phosphorus and 120 kg/hm<sup>2</sup> of potassium. If nitrogen fertilizer added, the yield, brown rice rate, length/width, gel consistency and protein increased and the chalky grain and chalkiness decreased. If phosphorus fertilizer added, the chalky grain and chalkiness decreased obviously, but the head rice rate decreased also. Although the green rice rate decreased when the potassium fertilizer added, whereas it caused the amylose content to increase. There were advantages and disadvantages from the point of view of quality. Nitrogen fertilizer was the important element to increase yield and improve quality. Increasing yield and improving quality may be achieved at the same time.

**Keywords:** Rice; Yield; Quality; Nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer

氮、磷、钾是水稻的主要营养元素,也是目前生产用量最大的3种肥料。有研究表明,氮肥可以提

高水稻群体的生物量,增加单位面积穗数、穗粒数、叶绿素含量,并能提高光合速率<sup>[1-7]</sup>,改善稻米品质,提高产量<sup>[8-10]</sup>。磷肥能促进氮肥的吸收,提高氮肥利用率,具有提高部分氨基酸含量等作用,并能增强苗期的抗逆性<sup>[11]</sup>。钾肥具有促进物质转移与运输,提高籽粒饱满度,抗倒伏、抗病性等作用<sup>[12-16]</sup>。为了掌握吉林省气候与土壤条件下,氮、磷、钾营养元

收稿日期:2009-10-17

基金项目:国家863项目(2201AA241015),辽宁省自然科学基金资助项目(99101002)

作者简介:王成瑗(1959-),男,研究员,博士,主要从事水稻育种与栽培研究。

素对水稻产量与品质的影响。本文通过不同氮、磷、钾肥料用量研究了3种营养元素对水稻产量和品质的影响,旨在为我国北方水稻高产施肥,水稻优质栽培提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与方法

试验于2003~2004年在吉林省通化市农业科学院试验田进行,供试土壤为白浆性水稻土,土壤含全氮2.0 g/kg、全磷2.1 g/kg、全钾4.3 g/kg、速效氮124.51 mg/kg、速效磷20.00 mg/kg、速效钾113.10 mg/kg,有机质29.5 g/kg,pH值6.29。试验品种采用农大3号(中晚熟)。4月12日播种,采用抛秧盘育苗,小棚双幅塑料薄膜覆盖,抛秧盘每孔播3粒催芽种子,5月25日插秧,栽培密度

30 cm×20 cm(16.7穴/m<sup>2</sup>),每穴3苗,病、虫、草害防治及田间管理同生产田。9月25日收取样本,小区去掉两侧边行后收获测产。待样本风干后,室内考种,测定产量性状,3个月后按照中华人民共和国农业部标准NY147-88《米质测定方法》测定稻米品质,用DPS软件统计分析。

本田用小池子做成小区(4 m×3 m),小区面积12 m<sup>2</sup>(不包括池埂),每区10行,每行20穴。所有小池的埂子及水渠用塑料薄膜包覆,并埋入土中30 cm,防止水、肥横向渗漏。单排单灌,一次灌足封死进水口,水层下降到露出田面前再次灌水,所有处理同一时间灌溉等量水。试验设3次重复,重复内随机排列。

### 1.2 试验设计

试验设21个处理,1个无肥对照区。氮、磷、

表1 氮、磷、钾肥料试验设计

肥料种类	处理代号	N肥总量 (kg/hm <sup>2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/hm <sup>2</sup> )	K <sub>2</sub> O(kg/hm <sup>2</sup> )	基肥			蘖肥(N)(%)	补肥(N)(%)	穗肥(N)(%)
					N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O(%)			
氮肥	N01	0	75	90	0	100	100	0	0	0
	N02	40	75	90	30	100	100	20	25	25
	N03	80	75	90	30	100	100	20	25	25
	N04	120	75	90	30	100	100	20	25	25
	N05	160	75	90	30	100	100	20	25	25
	N06	200	75	90	30	100	100	20	25	25
	N07	240	75	90	30	100	100	20	25	25
磷肥	P01	120	0	90	30	0	100	20	25	25
	P02	120	25	90	30	100	100	20	25	25
	P03	120	50	90	30	100	100	20	25	25
	P04	120	75	90	30	100	100	20	25	25
	P05	120	100	90	30	100	100	20	25	25
	P06	120	125	90	30	100	100	20	25	25
	P07	120	150	90	30	100	100	20	25	25
钾肥	K01	120	75	0	30	100	0	20	25	25
	K02	120	75	30	30	100	100	20	25	25
	K03	120	75	60	30	100	100	20	25	25
	K04	120	75	90	30	100	100	20	25	25
	K05	120	75	120	30	100	100	20	25	25
	K06	120	75	150	30	100	100	20	25	25
	K07	120	75	180	30	100	100	20	25	25
对照	CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0

钾肥各设7个处理,肥料用量:氮肥(纯N)0~240 kg/hm<sup>2</sup>,40 kg/hm<sup>2</sup>为一个梯度;磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)0~150 kg/hm<sup>2</sup>,25 kg/hm<sup>2</sup>为一个梯度;钾肥(K<sub>2</sub>O)0~180 kg/hm<sup>2</sup>,30 kg/hm<sup>2</sup>为一个梯度。氮肥分期施用,使用方法基肥30%(耙地前施用)、蘖肥20%(6月5日)、补肥25%(6月20日)、穗肥25%(7月5日)。磷、钾肥全部作基肥(表1)。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮、磷、钾肥料用量对水稻产量的影响

#### 2.1.1 氮肥对产量的影响

在磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/hm<sup>2</sup>)、钾(K<sub>2</sub>O 90 kg/hm<sup>2</sup>)肥用量固定的条件下,产量随氮肥用量增加而提高(表

2) 2年试验处理间的产量差异均达到极显著水平(P<0.01)。2003年无肥区(CK)产量为3 469.16 kg/hm<sup>2</sup>,只施用磷、钾肥,不施用氮肥的处理(N01)产量为3 848.33 kg/hm<sup>2</sup>,比CK增产(即:磷、钾增产)10.93%。氮肥施用量40~240 kg/hm<sup>2</sup>(N02~N07),6个处理产量为5 339.72~10 148.61 kg/hm<sup>2</sup>,比CK增产53.92%~192.54%,比只施用磷、钾肥的处理(N01)增产(氮肥增产)38.75%~163.71%,每公斤氮肥增产稻谷26.25~41.35 kg(0.682%~1.075%)。

2004年处理间,CK区产量为3 652.65 kg/hm<sup>2</sup>,N01为4 737.80 kg/hm<sup>2</sup>,比CK增产(即:磷、钾增产)29.71%,N02~N07为5 267.39~10 134.99 kg/hm<sup>2</sup>,比CK增产44.21%~177.47%,比N01增

产(氮肥增产)11.18%~113.92%,每公斤氮肥增产稻谷 13.24~27.32 kg(0.279%~0.577%)。2 年试验表明 相同处理差异较小,趋势一致,在一定范围内(N: 0~240 kg/hm<sup>2</sup>)产量随着氮肥用量的增加而提高。

### 2.1.2 磷肥对产量的影响

在氮肥(N:120 kg/hm<sup>2</sup>)、钾肥(K<sub>2</sub>O:90 kg/hm<sup>2</sup>)用量固定的条件下,分别施用不同数量的磷肥(25~150 kg/hm<sup>2</sup>;P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)。2003 年产量为 8 098.06~8 316.39 kg/hm<sup>2</sup>,比 CK(无肥区)增产 133.43%~139.72%,P01 为 8 215.83 kg/hm<sup>2</sup>,比 CK 增产(即:氮、钾增产)136.82%,与无磷肥处理(P01)比较只有 P06、P07 增产 0.39%~1.22%,每公斤磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)增产稻谷 0.26~0.67 kg(0.003%~0.008%)。2004 年磷肥处理(P02~P07)产量为 8 380.06~8 696.78 kg/hm<sup>2</sup>,比 CK 增产 129.42%~138.10%,比 P01 增产(磷肥增产)0.40%~4.20%,每公斤磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)增产稻谷 0.48~0.57 kg(0.006%~

0.055%),磷肥的增产作用不如氮肥显著。

### 2.1.3 钾肥对产量的影响

在氮肥(N:120 kg/hm<sup>2</sup>)、磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:75 kg/hm<sup>2</sup>)用量固定的条件下,分别施用不同数量的钾肥(30~180 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O) 2003 年钾肥各处理的产量为 7 849.72~9 347.22 kg/hm<sup>2</sup>,比 CK 增产 126.27%~169.44%,K01 为 8 079.72 kg/hm<sup>2</sup>,比 CK 增产(即:氮、磷增产)132.90%,除 K03 外,其他处理比 K01 增产(钾肥增产)0.22%~15.69%,每公斤钾肥增产稻谷 0.02~10.56 kg(0.001%~0.131%)。2004 年钾肥各处理产量为 8 252.86~8 449.64 kg/hm<sup>2</sup>,比 CK(无肥区)增产 125.94%~131.33%,K01 为 8 315.16 kg/hm<sup>2</sup>,比 CK 增产(即:氮、磷增产)127.65%,与无钾肥处理(K01)比较除 K02、K06 外,增产 0.41%~1.62%,每公斤钾肥(K<sub>2</sub>O)增产稻谷 0.28~2.08 kg(0.003%~0.025%)。钾肥的增产幅度亦较小,与磷肥相近。

表 2 氮、磷、钾肥料处理的产量表现与差异显著性分析

氮肥处理			磷肥处理			钾肥处理		
处理代号	2003 年	2004 年	处理代号	2003 年	2004 年	处理代号	2003 年	2004 年
N01	3 848.33gG	4 737.80fF	P01	8 215.83abcAB	8 346.31cB	K01	8 079.72cC	8 315.16abA
N02	5 339.72fF	5 267.39eE	P02	8 098.05c B	8 460.54bB	K02	8 097.50cBC	8 252.85bA
N03	7 156.39eE	6 923.68dD	P03	8 166.95bcAB	8 380.06bcB	K03	7 849.72dD	8 439.77abA
N04	8 129.72dD	7 694.70cC	P04	8 206.94abcAB	8 382.66bcB	K04	8 081.39cBC	8 413.81abA
N05	9 449.17cC	9 096.57bB	P05	8 160.28bcAB	8 696.78aA	K05	9 347.22aA	8 348.91abA
N06	9 818.33bB	9 981.83aA	P06	8 247.78abAB	8 465.73bB	K06	8 098.33cBC	8 255.45bA
N07	10 148.61aA	10 135.00aA	P07	8 316.39aA	8 634.48aA	K07	8 294.45bB	8 449.64aA
CK	3 469.16hH	3 652.65gG	CK	3 469.16dC	3 652.65dC	CK	3 469.16eE	3 652.65cB

## 2.2 氮、磷、钾肥料用量与产量的关系

通过图 1 可以看出,氮肥用量与产量呈抛物线型关系。氮肥用量小于 160 kg/hm<sup>2</sup>,产量随氮肥用量的增加而明显提高,施肥量超过 160 kg/hm<sup>2</sup>产量缓慢增加,通过图 1 推断出氮肥用量

超过 240 kg/hm<sup>2</sup>产量会下降。在本试验条件下适宜的氮肥用量为 160 kg/hm<sup>2</sup>,最高施肥量为 240 kg/hm<sup>2</sup>。通过田间观察可以看出,当施肥量达到 240 kg/hm<sup>2</sup>时,田间出现明显的倾斜,说明施肥量超过 240 kg/hm<sup>2</sup>可能会出现倒伏。

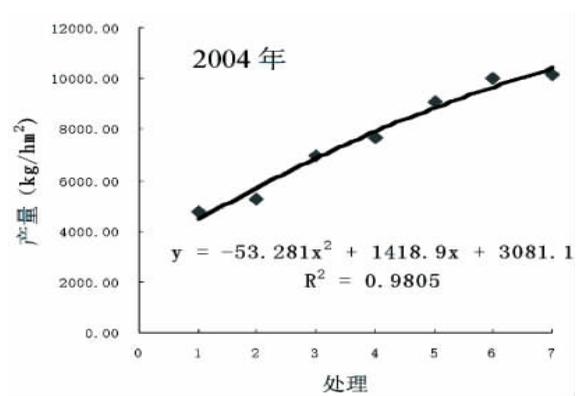
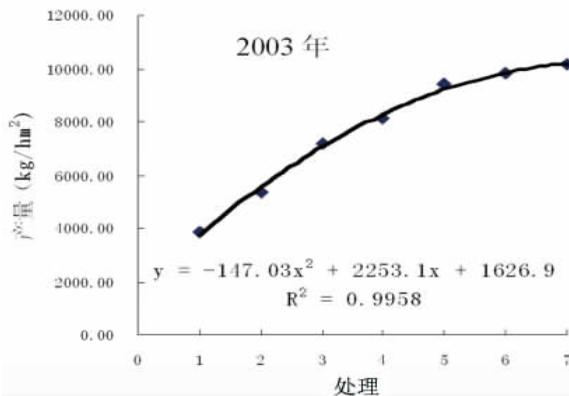


图 1 氮肥用量与水稻产量的关系

由图 2 可以看出,磷肥用量与产量的关系与氮肥相反,呈倒抛物线型,尤其 2003 年较为明显。磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)用量 25~100 kg/hm<sup>2</sup>产量差异较小,

而磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)用量达到 125~150 kg/hm<sup>2</sup>时产量明显提高。说明在本试验条件下,适当增加磷肥用量有利于提高产量。

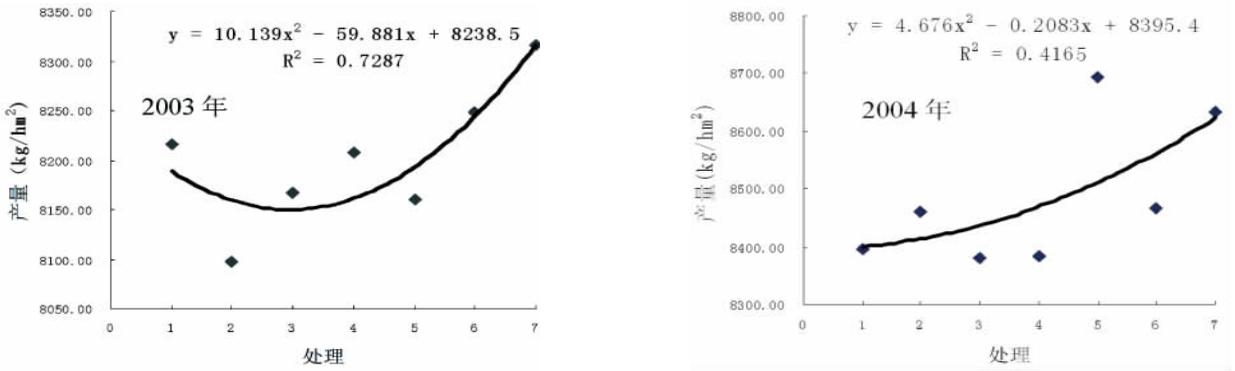


图 2 磷肥用量与水稻产量的关系

钾肥用量与产量的关系虽然不如氮肥明显，但是其趋势与氮肥相似，呈抛物线型。在(K<sub>2</sub>O) 30~120 kg/hm<sup>2</sup> 用量范围内，产量随钾肥用量增加而提高，虽然本试验没有设立超高限量，但是

从图 3 可以看出，钾肥用量超过 180 kg/hm<sup>2</sup>，产量可能会出现下降的趋势。说明钾肥用量不宜超过 120 kg/hm<sup>2</sup>，过量施用钾肥不仅达不到增产的效果，而且会提高栽培成本。

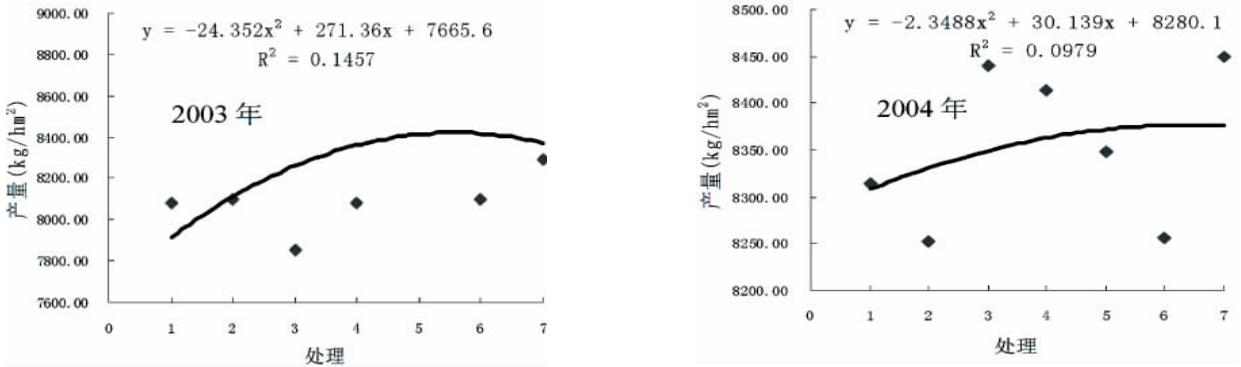


图 3 钾肥用量与水稻产量的关系

从整个试验的产量表现看，产量前三位的是 N07、N06、N05，氮肥用量(纯氮)分别为 240 kg/hm<sup>2</sup>；200 kg/hm<sup>2</sup> 和 160 kg/hm<sup>2</sup>，产量为 10 148.61~9 449.71 kg/hm<sup>2</sup>。钾肥处理产量最高的是 K05，钾肥(K<sub>2</sub>O) 用量 120 kg/hm<sup>2</sup>，产量为 9 347.22 kg/hm<sup>2</sup>。磷肥处理产量最高的是 P07，磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 用量 150 kg/hm<sup>2</sup>；产量为 8 316.39 kg/hm<sup>2</sup>。在本试验条件下，3 种肥料的最佳用量：氮肥(N)：160~240 kg/hm<sup>2</sup>；磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)：150 kg/hm<sup>2</sup>；钾肥(K<sub>2</sub>O)：120 kg/hm<sup>2</sup>。通过本试验可以看出，氮肥是决定产量的主要因素，磷、钾对产量的影响小于氮肥，只有与氮肥配合才能发挥其增产作用。

### 2.3 氮、磷、钾肥料用量对品质的影响

#### 2.3.1 氮肥对水稻品质的影响

通过表 3 可以看出，在磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> :75 kg/hm<sup>2</sup>)、钾(K<sub>2</sub>O :90 kg/hm<sup>2</sup>)用量固定的条件下，氮肥对糙米率、垩白率、垩白度、青米率、胶稠度、直链淀粉和蛋白质影响较大，对精米率、整精米率和长/宽比影响较小。氮肥施用量增加，糙米率、胶稠度、蛋白质含量增加，并且青米率也随之增多，而垩白率、垩白度和直链淀粉下降。主要是因为氮肥量增加，尤其是中、后期氮肥比例增加，具有防止叶片早衰、增强根系活力、维持功能叶片功能和提高光合能力等作用。同时可以使部分弱勢粒和高节位

表 3 氮肥用量对稻米品质的影响

处理	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)	长粒比	垩白率 (%)	垩白度 (%)	青米率 (%)	胶稠度 (mm)	直链淀粉含量 (%)	蛋白质含量 (%)
N01	83.13eE	76.67aA	72.41aA	1.73aA	36.25aA	0.58aA	4.87bB	63.50bcA	18.87aA	7.07cdBCD
N02	83.39deDE	76.88aA	72.76aA	1.72aA	33.33aAB	0.46abAB	5.07bB	62.67cA	17.90abA	6.83deCD
N03	83.75cdCD	76.32aA	69.45aA	1.77aA	26.08abABC	0.37bcABC	5.60bB	66.00abcA	17.57abA	6.77eD
N04	84.10bcBC	76.09aA	70.00aA	1.75aA	23.00abABC	0.22cdBCD	11.80aAB	74.00aA	18.10abA	6.83deCD
N05	84.48bAB	75.92aA	71.11aA	1.76aA	23.08abABC	0.24cdBCD	12.07aAB	73.67abA	17.37bA	7.13bcABC
N06	84.67aA	77.06aA	73.01aA	1.78aA	16.75bBC	0.16dCD	11.67aAB	70.17abcA	17.57abA	7.33abAB
N07	84.62aAB	76.25aA	71.57aA	1.77aA	14.17cC	0.11dD	14.13aA	74.50aA	17.73aA	7.43aA

分蘖籽粒的充实度提高。在适宜的范围内,增施氮肥用量可以明显的提高稻米品质。

### 2.3.2 磷肥对水稻品质的影响

在氮(N :120 kg/hm<sup>2</sup>)、钾(K<sub>2</sub>O :90 kg/hm<sup>2</sup>)用量固定的条件下,磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)增加,糙米率、垩白率、垩白度和直链淀粉含量存在着显著差异(P<0.05),其它品质性状差异均未达到显著水平

(P>0.05)。糙米率最高的处理为 P03 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> :50 kg/hm<sup>2</sup>),最低的处理 P05(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> :100 kg/hm<sup>2</sup>)。垩白率与垩白度基本上是随磷肥用量增加而下降。直链淀粉含量与整精米率与之相反,随磷肥用量增加而有增高的趋势,整精米率呈下降的趋势,但是在统计上未达到显著水平。从垩白率、垩白度和胶稠度角度看,增加磷肥用量有利于提高品质,其他

表4 磷肥用量对稻米品质的影响

处理	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)	长 / 宽 比	垩白率 (%)	垩白度 (%)	青米率 (%)	胶稠度 (mm)	直链淀粉 (%)	蛋白质 (%)
P01	84.21aAB	76.97aA	72.07aA	1.73aA	29.75aA	0.41aA	6.13aA	71.33aA	18.27abA	6.83aA
P02	84.18aBAB	76.69aA	71.08aA	1.75aA	28.75 abA	0.40 abA	9.80aA	73.00aA	18.03bA	6.87aA
P03	84.32aA	76.76aA	71.03aA	1.79aA	28.08 abA	0.39abA	10.67aA	65.67aA	18.47abA	6.83aA
P04	84.19aAB	76.44aA	70.25aA	1.75aA	25.53 abA	0.39 abA	8.53aA	68.50aA	18.20abA	6.83aA
P05	83.92bB	77.24aA	71.13aA	1.76aA	25.00 abA	0.33 abA	9.47aA	65.00aA	19.27aA	6.80aA
P06	84.11abAB	76.62aA	70.15aA	1.75aA	23.75 aA	0.23bA	10.60aA	75.00aA	18.40abA	6.83aA
P07	84.24aAB	76.51aA	69.10aA	1.75aA	24.50 abA	0.29 abA	9.33aA	74.33aA	18.47abA	6.83aA

品质性状没有明显的变化。

### 2.3.3 钾肥对水稻品质的影响

在氮(N :120 kg/hm<sup>2</sup>)、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) :75 kg/hm<sup>2</sup>)用量相同的条件下,钾肥对品质性状的影响不如氮肥明显。通过表5可以看出,垩白率和胶稠度差异

显著(P<0.05)。垩白率最低的处理为 K02,最高处理 K07,随钾肥用量增加有增大的趋势。而胶稠度最低是 K04(K<sub>2</sub>O :90 kg/hm<sup>2</sup>),最高是 K07,胶稠度有随钾肥用量增加而变长的趋势。其它性状无显著差异。统计分析表明钾肥用量增加,直链淀粉含

表5 钾肥用量对稻米品质的影响

处理	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)	长 / 宽 比	垩白率 (%)	垩白度 (%)	青米率 (%)	胶稠度 (mm)	直链淀粉 (%)	蛋白质 (%)
K01	84.03aA	76.70aA	71.27aA	1.74aA	27.42abA	0.34aA	9.93aA	72.50abA	18.00aA	6.87aA
K02	84.20aA	76.28aA	70.73aA	1.76aA	20.00bA	0.23aA	10.47aA	71.33abcA	17.60aA	6.87aA
K03	84.02aA	76.68aA	70.63aA	1.95aA	28.92abA	0.35aA	9.40aA	68.17bcA	18.07aA	6.77aA
K04	84.22aA	76.69aA	71.22aA	1.74aA	26.67abA	0.30aA	9.27aA	64.17cA	18.40aA	6.83aA
K05	83.96aA	76.45aA	71.42aA	1.74aA	25.75abA	0.38aA	8.47aA	73.00abA	18.53aA	6.83aA
K06	84.04aA	76.45aA	70.87aA	1.77aA	28.92abA	0.34aA	9.67aA	72.33abA	18.87aA	6.83aA
K07	84.11aA	76.64aA	70.93aA	1.71aA	31.67aA	0.36aA	7.20aA	78.00aA	18.73aA	6.77aA

量上升(r=0.893 8\*\*),青米率(r= - 0.768 8\*)下降。

## 2.4 氮、磷、钾肥料用量与产量及品质性状间的关系

表6 氮、磷、钾肥料用量与产量及品质性状间的相关分析

品质性状	氮肥	磷肥	钾肥
产量	0.971 1**	0.657 8	0.334 3
糙米率	0.975 0**	- 0.275 1	- 0.110 9
精米率	- 0.237 2	- 0.288 9	- 0.033 1
整精米率	- 0.020 2	- 0.869 4*	0.013 0
长 / 宽 比	0.797 4*	0.127 7	- 0.268 8
垩白率	- 0.980 7**	- 0.950 3**	0.579 3
垩白度	- 0.968 5**	- 0.863 2*	0.480 2
青米率	0.924 53**	0.497 3	- 0.768 8*
胶稠度	0.838 5*	0.233 8	0.418 7
直链淀粉	- 0.659 7	0.415 6	0.893 8**
蛋白质	0.725 0*	- 0.417 0	- 0.599 6

由表6可以看出,氮肥用量与产量、糙米率、长 / 宽比、胶稠度、蛋白质含量呈显著和极显著的正相关,垩白率、垩白度和直链淀粉呈负相关,说明增加氮肥用量不仅可以提高水稻产量,而且还可以提高糙米率、长 / 宽比、胶稠度、蛋白质含量,降低垩白率、垩白度和直链淀粉含量,在适当的范围内

提高氮肥用量有利于提高产量和改善稻米品质。

磷肥用量与整精米率、垩白率、垩白度呈显著和极显著的负相关,与产量的相关系数虽然没有达到显著水平,但是相关系数数值较高(r=0.657 8),说明增加磷肥用量也有提高水稻产量的作用。从降低垩白率和垩白度的角度看,增施磷肥有利于提高品质。

钾肥与直链淀粉含量呈极显著的正相关,与青米率呈显著的负相关,钾肥对水稻产量与品质的影响明显小于氮肥和磷肥,从降低青米率角度有利于提高品质,而从直链淀粉增加的角度则不利于提高稻米品质,说明钾肥只有与适量的氮、磷配合才能发挥作用。

### 2.5 产量、品质性状间的关系

通过表7可以看出,在不同的肥料环境条件下,产量增加糙米率、胶稠度、蛋白质含量提高,垩白率、垩白度降低,说明提高产量与改善品质不会发生矛盾,并可以同步进行。从品质性状间的关系

看出,提高糙米率会使青米率增加,垩白率、垩白度降低;提高精米率可以提高整精米率;提高整精

米率可以提高蛋白质含量,降低青米率;垩白率增加会导致垩白度和直链淀粉含量增加,青米率下

表 7 产量、品质性状间的相关分析

品质性状	产量	糙米率	精米率	整精米率	长/宽比	垩白率	垩白度	青米率	胶稠度	蛋白质
精米率	0.920 1**	-0.156 3								
整精米率	-0.210 9	-0.256 7	0.490 3*							
长/宽比	-0.166 9	0.229 2	-0.071 0	-0.195 9						
垩白率	0.150 8	-0.804 9**	0.290 4	0.234 7	-0.158 5					
垩白度	-0.773 9**	-0.872 8**	0.299 8	0.244 3	-0.219 7	0.920 9**				
青米率	-0.786 5**	0.816 1**	-0.418 1	-0.457 5*	0.339 0	-0.790 3**	-0.852 7**			
胶稠度	0.763 5**	0.392 6	-0.284 7	-0.410 3	-0.132 7	-0.271 6	-0.359 5	0.353 2		
蛋白质	0.613 8**	0.059 4	-0.099 4	0.559 8**	-0.107 6	-0.249 0	-0.160 4	0.003 3	-0.128 4	
直链淀粉	-0.285 1	-0.280 8	0.415 2	-0.073 0	-0.139 8	0.423 1*	0.378 5	-0.273 2	0.018 2	-0.413 9

降;垩白度增加,青米率下降。

### 3 结果与讨论

通过本试验可以看出,氮肥用量增加,可以显著提高产量、糙米率、长/宽比、胶稠度和蛋白质含量,降低垩白率、垩白度。说明氮肥是提高产量,改善品质的主要营养元素。磷肥用量增加,垩白率、垩白度明显降低,但是也会导致整精米率下降;钾肥用量增加虽然能使青米率下降,但是也会导致直链淀粉增加,从提高品质的角度看,各有利弊,提高产量与品质的效果远不如氮肥。从整体上看,无论是氮、磷配合;氮、钾配合还是磷、钾配合,其产量均不如氮、磷、钾 3 种营养元素配合产量高,而从产量与品质性状的关系看,提高产量与改善品质可以同步进行。所以在不同的土壤类型和肥力条件下,通过试验来寻找合理的氮、磷、钾配比,以氮肥为主来提高产量,改善稻米品质是可行的。本试验说明提高产量和改善品质二者并不矛盾,可以兼顾。

氮、磷、钾肥料是水稻生产上常用并且用量较大的 3 种肥料,不同的肥料对水稻生长发育、产量及品质有着不同的影响。尤其开垦年限较长或长期施用单一肥料的田块,单一元素缺乏或使用量较少的元素对产量和品质的影响会更为显著。本试验是在多年来氮、磷、钾合理配比的土壤条件下进行,土壤中磷、钾的基础肥力也许与长期只注重氮肥的田块、老稻田、泥炭田存在差异。故此对上述田块和其他特殊环境下的磷、钾效应有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 柳金来,宋继娟,李福林,等.氮肥使用量对水田土壤肥力和水稻植株养分含量及产量的影响[J].农业与技术,2000,20(4):8-12.
- [2] 叶永印,张时龙.氮肥使用技术对水稻产量及构成因素的影响[J].安徽农业科学,2002,30(3):366-368.
- [3] 王成瓊.水稻早熟品种氮肥施用时期与比例的研究初报[J].吉林农业科学,1988,23(2):15-19.
- [4] 王成瓊,张文香.水稻早熟品种氮肥施用时期与比例的研究.第 II 报 各生育时期的氮肥用量对产量构成因素的影响[J].吉林农业科学,1990,25(4):44-48.
- [5] 王成瓊,张文香.水稻早熟品种氮肥施用时期与比例的研究.第 I 报 不同施肥条件下主茎及各级分蘖的产量性状与单穴粒重的关系[J].吉林农业科学,1992,27(2):57-61.
- [6] 王成瓊.水稻三早栽培高产施肥技术的研究[J].土壤肥料,1992,27(2):17-21.
- [7] 杨建昌,何杰生.氮肥运筹与耕法对水稻籽粒增重过程的影响[J].江苏农学院学报,1992,13(2):23-29.
- [8] 刘立军,王志琴,桑大志,等.氮肥运筹对水稻产量及稻米品质的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2002,23(3):46-50.
- [9] 金正勋,秋太权.氮肥对稻米垩白及蒸煮食味品质特性的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(1):31-35.
- [10] 韩春雷,侯守贵,刘宪平,等.栽培技术对稻米品质的作用及数量关系的影响[J].辽宁农业科学,1997,(1):18-21.
- [11] 宋光泉,陈清泉.精米中氮磷钾钠的含量与品质特性的关系[J].湖南农业科学,1989(3):21-23.
- [12] 熊明彪,宋光煜,毛炳衡,等.定位施钾对紫色土水稻、小麦产量品质的影响[J].四川农业大学学报,2000,18(4):359-362.
- [13] 陈杭芳,何积秀.钾肥对水稻生长的影响[J].浙江化工,2001,32(3):46.
- [14] 罗安程,杨肖娥.氮、钾供应水平与水稻生育后期对不同形态氮吸收的关系[J].中国农业科学,1998,31(3):62-65.
- [15] 张学斌,汪立刚,王继印,等.河南省不同稻区施用钾肥的效果研究[J].耕作与栽培,2002(1):56-57.
- [16] 戴平安,刘向华,易国英,等.氮磷钾及有机肥不同配施对水稻品质和产量效应的研究[J].作物研究,1999(3):26-30.