

文章编号 :1003-8701(2013)05-0029-03

# 水稻杰优 8 号在不同施氮量、栽培密度条件下的 高产模型研究

邹兴全<sup>1</sup>, 卿明敬<sup>2</sup>, 张 甲<sup>1</sup>, 晏承兴<sup>1</sup>, 李承端<sup>3</sup>

(1. 重庆三峡农业科学院, 重庆 万州 404155 ; 2. 重庆金德种业有限公司, 重庆 渝北 401147 ;  
3. 重庆三峡农科所种子开发公司, 重庆 万州 404155)

**摘 要 :**以杂交水稻杰优 8 号为试验材料, 采用二元二次正交回归旋转组合设计, 研究施氮量、栽培密度两个主要栽培因素对杰优 8 号产量的影响, 建立了这两个因素与产量的数学模型:  $Y=10\ 820.56 + 114.16X_1 + 808.93X_2 - 1\ 204.14X_1^2 - 928.38X_2^2 - 182.29X_1X_2$ 。通过寻优, 确立了杰优 8 号的最佳施氮量为 270 kg/hm<sup>2</sup>, 最佳栽培密度为 145 万株 /hm<sup>2</sup>, 产量可达 11 290.56 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词 :**杰优 8 号 ; 杂交水稻 ; 施氮量 ; 栽培密度 ; 高产模型 ; 产量

中图分类号 :S511.05

文献标识码 :A

## Studies on High Yield Model of Rice ‘Jieyou 8’ in Different Nitrogen and Planting Density Conditions

ZOU Xing-quan<sup>1</sup>, QING Ming-jing<sup>2</sup>, ZHANG Jia<sup>1</sup>,  
YAN Cheng-xing<sup>1</sup>, LI Cheng-duan<sup>3</sup>

(1. *Three Gorges of Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Wanzhou 404155;*

2. *Chongqing Jinde Seed Industry Co. Ltd., Yubei 401147;*

3. *Chongqing Three Gorges Agricultural Seed Development Company, Wanzhou 404155, China)*

**Abstract:** With the hybrid rice ‘Jieyou 8’ as the tested material, and using two elements two orthogonal rotational regression combination design, the relationship between the yield and nitrogen application rate and planting density was studied. A mathematical model of two factors with yield was established:  $Y=10\ 820.56 + 114.16X_1 + 808.93X_2 - 1204.14X_1^2 - 928.38X_2^2 - 182.29X_1X_2$ . Through optimization, the optimum amount of nitrogen applying rate of ‘Jieyou 8’ was 270 kg/hm<sup>2</sup>, the best planting density was 145 strain/hm<sup>2</sup>. At this density and nitrogen conditions, high yield of 11 290.56 kg/hm<sup>2</sup> can be reached.

**Keywords:** ‘Jieyou 8’; Hybrid rice; Nitrogen applying rate; Planting density; High yield model; Yield

杰优 8 号是重庆金德种业有限公司采用自育不育系 J8A 与自育恢复系 J 恢 1 号组配育成的中粒型杂交水稻组合。2005 年参加重庆市杂交中稻区试, 在 2005~2006 年的区试中 2 年平均产量 8.60 t/hm<sup>2</sup>, 较对照 优 838 增产 6.79%, 其中 2006 年

平均产量 8.59 t/hm<sup>2</sup>, 比对照 优 838 增产 9.26%, 居参试品种第一位; 2006 年参加重庆市杂交中稻生产试验, 平均产量 8.48 t/hm<sup>2</sup>, 比对照 优 838 增产 4.12%。2007 年参加贵州省引种试验, 平均产量 9.03 t/hm<sup>2</sup>, 比对照金优桂 99 增产 9.40%, 增产突出。

2008 年大面积推广示范中, 在重庆市万州区、开县分别成片集中示范 3.33 hm<sup>2</sup> 和 2.67 hm<sup>2</sup>, 平均产量分别达到了 10.22 t/hm<sup>2</sup> 和 10.35 t/hm<sup>2</sup>, 最高产量达到了 11.39 t/hm<sup>2</sup>。充分体现了该组合

收稿日期 :2013-02-05

基金项目 :重庆市水稻育种创新项目(CSTC2007AA1012); 重庆市科技支撑项目(CQSS2011B016)

作者简介 :邹兴全(1958-), 男, 副研究员, 从事种植业技术与种子生产开发工作。

高产、抗病的特点。

为了加速杰优 8 号的推广应用,特进行杰优 8 号不同施氮量、栽培密度试验,研究其在不同施氮量、栽培密度条件下的高产栽培模型,以便为大面积推广提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料及地点

试验在重庆市万州区新田农场进行。试验田土壤为水稻土,前茬冬闲田。杰优 8 号试验用种由重庆金德种业有限公司提供。

### 1.2 试验设计及实施

在磷、钾肥用量相同 ( $P_2O_5$  150 kg/hm<sup>2</sup>、 $K_2O$

112.5 kg/hm<sup>2</sup>)条件下,采用二次回归正交旋转组合设计<sup>[1-2]</sup>,以产量为目标函数,以密度、施氮量为变量。设密度、施氮 5 个水平,每个水平对应的密度和施氮量见表 1。3 次重复,随机排列,小区面积 20 m<sup>2</sup>,小区间筑单埂,重复间筑双埂,重复 3 次;重复间走道 0.8 m,小区间走道 0.5 m,四周设保护行。氮肥使用尿素,分 3 次施,60%作底肥(栽秧前一天将水搅浑后施),30%作分蘖肥(栽后 10~15 d 撒施),10%作穗肥(在晒田复水后,拔节初期施用)。磷肥使用过磷酸钙(养分含量 12%),全部作底肥。钾肥使用氯化钾,按 60%作底肥,40%作穗肥施用。试验于 3 月 23 日播种,5 月 16 日移栽,除试验设计外,其余田间管理与大田相同<sup>[3]</sup>。

表 1 二次回归正交旋转组合设计及处理方案

试验因素	变化区间	因素设计水平				
		-1.414	-1	0	1	1.414
密度(万株/hm <sup>2</sup> )	15	115	130	145	160	175
尿素(kg/hm <sup>2</sup> )	75	120	195	270	345	420

### 1.3 数据统计分析

试验数据统计分析采用统计软件 DPS 进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 施氮量间的产量比较

从表 2 可以看出,当尿素用量为 270 kg/hm<sup>2</sup>时,其试验产量最高,尿素用量为 195 kg/hm<sup>2</sup>时

居第二。它们与其他尿素用量水平相比,产量差异达极显著。因此,根据肥料报酬递减律原理,结合试验结果可以得出:杰优 8 号的最高产量施氮量为 270 kg/hm<sup>2</sup>,经济施氮量为 195 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.2 栽培密度间的产量比较

从表 3 可以看出,以种植密度为 145 万株/hm<sup>2</sup>时的产量最高,种植密度为 160 万株/hm<sup>2</sup>时的产

表 2 不同施氮量间的产量差异

尿素用量(kg/hm <sup>2</sup> )	平均小区产量(kg)	F 测验结果	
270	21.64	a	A
345	20.46	a	A
195	20.11	b	B
420	19.56	c	BC
120	18.99	C	C

表 3 不同栽培密度间的产量差异

栽培密度(万株/hm <sup>2</sup> )	小区产量(kg)	F 测验结果	
145	21.63	a	A
160	21.00	b	B
175	20.42	c	C
130	19.46	d	D
115	18.24	e	E

注:表中同一列不同大小写字母分别表示差异达极显著和显著水平,下同。

量次之。它们极显著地高于其他种植密度水平。

### 2.3 施氮量与栽培密度间的互作效应

由表 4 可见,A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>3</sub>B<sub>4</sub> 处理组合产量较高,这两个组合间的差异不显著,但它们的互作效应与其它组合的产量相比均达到极显著差异水平。

表明杰优 8 号的施氮量与栽培密度的互作效应在大田施氮量 270 kg/hm<sup>2</sup>,栽培密度 145 万株/hm<sup>2</sup>时,其互作效应表现为最大的正效应。互作效果居第二的是大田施氮量 270 kg/hm<sup>2</sup>,栽培密度 160 万株/hm<sup>2</sup>。

表 4 施氮量(A)与密度(B)间的产量关系

B	A1 小区产量		A2 小区产量		A3 小区产量		A4 小区产量		A5 小区产量		kg
B <sub>3</sub>	20.60	a A	21.22	a A	22.58	a A	22.05	a A	21.70	a A	
B <sub>4</sub>	19.85	ab AB	21.10	a A	22.52	b B	21.33	b B	20.18	b B	
B <sub>5</sub>	19.26	b B	20.51	b BC	22.03	c C	20.74	c C	19.58	d D	
B <sub>2</sub>	18.24	c C	19.49	c B	21.31	d D	19.72	d D	18.56	c B	
B <sub>1</sub>	17.00	c C	18.22	c D	19.74	d D	18.45	e E	17.80	e E	

## 2.4 杰优 8 号高产数学模型的建立

对表 4 试验结果的产量数据 通过运用二次回归旋转方法进行运算分析后 得到杰优 8 号产量在施氮量与栽培密度 2 因素条件下的二次回归方程为： $Y=10\ 820.56+114.16X_1+808.93X_2-1\ 204.14X_1^2-928.38X_2^2-182.29X_1X_2$

在该模型中,常数项反映施氮量、栽培密度为 0 水平时的产量,  $X_1$  和  $X_2$  系数分别反映施氮量和栽培密度的线性增产效应,  $X_1X_2$  系数反映施氮量和栽培密度间的互作效应,  $X_1^2$  和  $X_2^2$  系数分别反映施氮量和栽培密度报酬递减效应。

### 2.4.1 对杰优 8 号产量数学模型的解析

在回归方程中,一次项回归系数的大小反映了各因素对产量影响的大小,密度的回归系数  $808.93 >$  施氮量的回归系数  $114.16$ ,表明密度对产量的影响大于氮肥施用量。密度、施氮量的二次项回归系数均为负值,表明这 2 个因子对产量影响的效应曲线均为一条开口向下的抛物线,即产量会随着密度、施氮量的不断增加,出现先增后减(∧图形)的过程,并且存在一个合理的栽培密度和氮肥施用量范围,此时的产量可达较为理想的水平。若超过这个范围(过大或过小)其产量都会下降<sup>[3-4]</sup>。氮肥施用量和栽培密度交互项系数为正值,表明在一定的范围内,提高某一因素的同时,适当提高另一因素的水平,会对其增加起到叠加作用。

### 2.4.2 对密度、施氮量两个主变量的分析

为了进一步分析密度、施氮量对产量的影响,采用除维法将二次回归方程中的一个因素设为 0,可得另一个因素与产量相关性的数学模型:

$$Y_1=10\ 820.56+114.16X_1-1\ 204.14X_1^2$$

$$Y_2=10\ 820.56+808.93X_2-928.38X_2^2$$

对以上 2 个数学模型解析如下:在试验因素设计范围内,将各因素水平编码值分别代入方程  $Y_1$  和  $Y_2$  中,可以得 5 个水平编码值下的 5 个参数,分别用 5 个参数值可绘制成 2 因子对杰优 8 号产量的函数曲线图(图 1)。

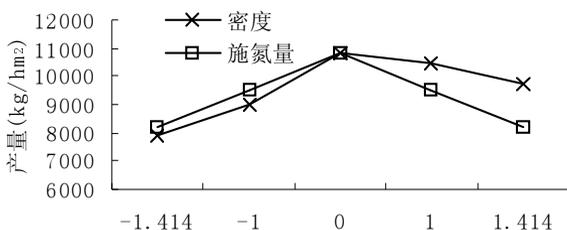


图 1 密度、施氮量对产量的影响

从图 1 可以看出,在密度、施氮量 2 个因素中,当编码水平为  $-1.414$  和  $-1$  时,随着密度、施

氮量的不断增加,产量也明显提高,当编码水平值为 0 时,其产量达到理想高产;当编码水平值  $> 0$  时,产量下降,其中,施氮量在编码水平值  $> 0$  以后的产量下降量大于密度,即施氮量的降幅大于密度的降幅。由此可以同样得出:杰优 8 号的高产栽培措施中,其密度、施氮量均有一个合理的范围,超过这个范围(过大或过小)其产量都会下降,特别是氮肥的超量施用不但不会增产,反而会造成杰优 8 号产量的巨减。

## 3 结论与讨论

### 3.1 施氮量和密度对杰优 8 号产量的影响

试验结果表明,施氮量和密度均对杰优 8 号的产量有着显著的影响,且在不同的取值范围内,二者对产量的影响也不同。当编码水平为  $(-1.414, 0)$  区间时,密度效应大于氮肥效应;要实现高产,其主控栽培措施是要确保栽足基本苗;当编码水平为  $(0, 1.414)$  区间时,氮肥负效应大于密度负效应,说明杰优 8 号在氮肥用到一定量时,再增施氮肥不但不会增产,反而会造成杰优 8 号产量的巨减。既增加生产成本,还会造成环境污染。总之,杰优 8 号高产栽培的要点是“保苗控氮”,即栽足基本苗是前提,适量施用氮肥,控制超量使用氮肥是其要点。试验的产量结果与所建立的数学模型有较好的吻合度。因此,运用杰优 8 号产量数学模型  $(Y=10\ 820.56+114.16X_1+808.93X_2-1\ 204.14X_1^2-928.38X_2^2-182.29X_1X_2)$ ,指导生产可以实现高产。

### 3.2 施氮量和密度的最佳组合

试验结果表明,实现杰优 8 号高产的最佳施氮量和栽培密度组合为:尿素用量  $270\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ,栽培密度  $145$  万株  $/\text{hm}^2$ 。在此施氮量和栽培密度组合条件下,可达到  $11\ 290.56\ \text{kg}/\text{hm}^2$  的较高理想产量。采用二因素五水平回归旋转设计,在相关因素的试验上有一定代表性。但是,在杂交水稻的栽培中,除密度和施氮量外,还有许多其他影响产量的因素本研究还未涉及(如气候、土壤、播期、病虫害防治等)。因此,还有待作进一步研究。

参考文献:

- [1] 唐启义,冯光明.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002:159-163.
- [2] 艾复清,李攻珍.密度和施氮量对油菜产量构成因素影响的旋转回归分析[J].中国农学通报,2005,21(3):1123-1126.
- [3] 邹兴全.不同施肥对杂交水稻“为天 9 号”产量和米质的影响[J].安徽农业科学,2012,40(1):90-92.
- [4] 陈广丰.夏玉米高产综合配套栽培技术[J].天津农业科学,2008,14(6):32-34.