

文章编号 :1003-8701(2006)02-0003-05

优质超级稻品种吉粳 88 高产栽培技术的研究

张俊国 ,张三元

(吉林省农业科学院水稻研究所 ,吉林 公主岭 136100)

摘 要 :采用正交回归旋转组合设计方法 ,对优质超级稻品种吉粳88栽培上5个主要可控因素进行了研究。结果表明 :①吉粳88高产稳产 ,平均产量效应9 101.4 kg/hm² ,若栽培技术得当 ,最高产量可达11 269.1kg/hm² ;②主要栽培措施对吉粳88产量作用大小的顺序为 :施氮量>插秧方式>施磷量>插秧苗数>施钾量 ,其中施氮量对产量起着决定性作用 ;③预测吉粳88产量达到10 000 kg/hm²以上时 ,主要栽培措施为 :施氮(N)量220.3~228.0 kg/hm²、施磷(P₂O₅)量102.0~111.5 kg/hm²、施钾(K₂O)量28.5~38.7 kg/hm²、插秧方式(行株距)30 cm×(13.6~14.8) cm、插秧苗数5.1~5.8苗/穴。

关键词 :水稻 ;吉粳 88 ;栽培 ;产量

中图分类号 :S511.044

文献标识码 :A

吉粳 88(超级稻 1 号、吉 01-124)是吉林省农业科学院水稻所新育成的超级稻品种。该品种株型理想 ,耐肥抗倒伏性极强 ,穗大粒多 ,不仅高产稳产 ,而且米质优良 ,在 12 项检测指标中除了粒长外全部达国家一级优质米标准 ,2005 年 1 月在吉林省第四届优质水稻品种鉴评会上被评为优质米品种。2004 年在省内外生产上表现优异 ,2005 年被国家列入超级稻重点推广品种。为了探明吉粳 88 的最高产量潜力以及主要栽培措施对产量的综合作用和主次关系 ,2004 年在水稻所进行了吉粳 88 五因素(1/2 实施)二次回归正交旋转组合试验 ,为使栽培技术规范化的数量化 ,充分发挥超级稻品种的高产潜力 ,在生产上迅速推广应用提供科学依据。

1 试验设计

试验采用五因素二次回归正交旋转组合设计方法 ,各栽培因素和水平线性编码见表 1。

表 1 栽培因素水平及线性编码

栽培因素	水平间距	水平与线性编码(r=2.000)				
		-2	-1	0	1	2
X ₁ :施氮量(kg/hm ²)	50	50	100	150	200	250
X ₂ :施磷量(kg/hm ²)	40	0	40	80	120	160
X ₃ :施钾量(kg/hm ²)	30	0	30	60	90	120
X ₄ :插秧方式(行距×株距)	100	300(30cm×10cm)	400(30cm×13.3cm)	500(30cm×16.7cm)	600(30cm×20cm)	700(30cm×23.3cm)
X ₅ :插秧苗数(苗/穴)	2	1	3	5	7	9

注:施氮量为纯氮(N)量,施磷量为有效磷(P₂O₅)量,施钾量为有效钾(K₂O)量。

试验共 36 个处理组合 ,各栽培因素在各处理组合内的实施水平及最后测产结果见表 2 ,试验地基础肥力、养分化验结果见表 3。

小区长9 m ,宽1.8 m ,面积16.2 m² ,6行区。全试验36个处理组合分成3个正交区组 ,每个区组内的小区随机排列。采用塑料大棚盘育苗方法 ,4月12日播种 ,每个试验小区播1盘 ,每盘播催芽种子75~80 g。5

收稿日期 :2005-10-15

作者简介 :张俊国(1954-),男,吉林省农安人,吉林省农科院水稻所研究员,硕士,主要从事水稻育种和栽培技术研究

月23日插秧,本田氮肥分3次施入(返青肥50% ,5月30日 ;分蘖肥30% ,6月15日 ;穗肥20% ,7月15日) ,磷肥全部作为底肥1次施入 ,钾肥分为底肥和孕穗期追肥两次施入 ,用量各占50% ,除草和灌水等田间管理与一般生产田相同。

插秧后 20 d 开始每小区定点调查苗高、分蘖数 ,每隔 6 d 调查 1 次 ,到 7 月 24 日为止。收获前每小区按平均数取样 8 株调查株高、穗粒数和千粒重等产量性状 ,小区其余部分去除边行、边株后收获 10 m² 实测产量。

表 2 栽培因素在各处理组合内的实施水平及产量和纯收益

处理组合	X ₁ :施氮量 (kg/hm ²)	X ₂ :施磷量 (kg/hm ²)	X ₃ :施钾量 (kg/hm ²)	X ₄ :插秧方式 (cm×cm)	X ₅ :插秧苗数 (株/穴)	产量: Y (kg/hm ²)	纯收益: Y _c (元/hm ²)
1	200	120	90	30×20	7	8 480	12 926.3
2	200	120	90	30×13.3	3	9 350	14 458.6
3	200	120	30	30×20	3	9 570	15 178.4
4	200	120	30	30×13.3	7	9 870	15 499.5
5	200	40	90	30×20	3	8 330	13 166.7
6	200	40	90	30×13.3	7	9 400	14 873.8
7	200	40	30	30×20	7	9 130	14 748.6
8	200	40	30	30×13.3	3	9 410	15 218.9
9	100	120	90	30×20	3	7 240	11 203.2
10	100	120	90	30×13.3	7	8 540	13 324.3
11	100	120	30	30×20	7	7 220	11 309.1
12	100	120	30	30×13.3	3	7 860	12 427.4
13	100	40	90	30×20	7	7 460	11 961.4
14	100	40	90	30×13.3	3	7 930	12 773.7
15	100	40	30	30×20	3	7 600	12 503.5
16	100	40	30	30×13.3	7	8 440	13 796.6
17	250	80	60	30×16.7	5	10 390	16 451.5
18	50	80	60	30×16.7	5	6 500	10 319.1
19	150	160	60	30×16.7	5	9 390	14 650.0
20	150	0	60	30×16.7	5	8 530	13 974.7
21	150	80	120	30×16.7	5	9 760	15 536.4
22	150	80	0	30×16.7	5	9 500	15 500.4
23	150	80	60	30×23.3	5	9 300	15 036.1
24	150	80	60	30×10	5	9 600	15 310.3
25	150	80	60	30×16.7	9	9 520	15 231.5
26	150	80	60	30×16.7	1	9 090	14 635.2
27	150	80	60	30×16.7	5	8 750	13 934.4
28	150	80	60	30×16.7	5	8 890	14 186.4
29	150	80	60	30×16.7	5	8 380	13 268.4
30	150	80	60	30×16.7	5	8 470	13 430.4
31	150	80	60	30×16.7	5	8 950	14 294.4
32	150	80	60	30×16.7	5	9 810	15 842.4
33	150	80	60	30×16.7	5	9 000	14 384.4
34	150	80	60	30×16.7	5	9 920	16 040.4
35	150	80	60	30×16.7	5	8 530	13 538.4
36	150	80	60	30×16.7	5	9 430	15 158.4

表 3 试验地基础肥力、养分化验结果

全 N(%)	全 P(%)	全 K(%)	有机质(%)	速效 N(mg/kg)	速效 P(mg/kg)	速效 K(mg/kg)	pH
0.178 3(0.15~0.35)	0.084 5(0.04~0.35)	2.657 6(1.73~2.49)	3.102 9(3.19~6.91)	179.19	25.96	215.68	6.09

注: 括号中数字为我国东北地区养分含量范围。

2 结果与分析

2.1 建立栽培因素与产量关系的函数模型

根据表 2 的产量数据 ,按旋转回归设计原理 ,确定栽培因子与产量呈函数关系 :

$$\hat{Y}=b_0+\sum_{i=1}^5b_iX_i+\sum_{i<j}b_{ij}X_iX_j+\sum_{i=1}^5b_{ii}X_i^2\pm\delta$$

经计算机计算 ,得到产量与各栽培因素的回归模型 :

$$Y(\text{kg/hm}^2)=9\,101.4+788.8X_1+93.8X_2-81.3X_3-261.3X_4+92.1X_5+91.9X_1X_2-148.1X_1X_3+39.4X_1X_4-56.9X_1X_5+$$

$$28.1X_2X_3-21.9X_2X_4-60.6X_2X_5-109.4X_3X_4+44.4X_3X_5-128.1X_4X_5-261.7X_1^2-132.9X_2^2+34.6X_3^2-10.4X_4^2-46.7X_5^2$$

(1)

为了确定上述模型的实际意义 ,需对模型(1)进行失拟和回归显著性检验 ,检验结果如下 :

$$F_1=MS \text{ 失}/MS \text{ 误}=1.89<F_{0.05}(6,9)=3.7$$

$$F_2=MS \text{ 回}/MS \text{ 剩}=2.65>F_{0.05}(20,15)=2.33$$

检验结果表明 ,不仅试验中栽培因素对产量的作用(F_2)达到了 $\alpha =0.05$ 的显著水平 ,而且试验误差的 F 测验值(F_1)明显小于允许的限值 ,说明回归模型拟合良好 ,模型与实际情况相吻合 ,复相关系数 $R=0.882\ 7$,因此 ,上述模型有效。对各项回归系数的 t 测验结果表明 b_{11} 、 b_{45} 、 b_{11} 达到了 $\alpha =0.01$ 的极显著水平 , b_{22} 达到了 $\alpha =0.20$ 、 b_{13} 达到了 $\alpha =0.40$ 、 b_{45} 达到了 $\alpha =0.50$ 的显著水平。

2.2 模型的优化

利用计算机 ,在约束条件($-2\leq X_i\leq 2\ i=1,2,\dots,5$)下对模型(1)求最优解 ,得出每公顷最高产量为 11 269.1 kg ,这是吉粳88的最高产量潜力 ,但由于频率太低 ,生产上不易出现 ,因此实际意义不大。为此 ,采用频率分布的统计方法 ,对模型(1)在约束条件下($-2\leq X_i\leq 2\ i=1,2,\dots,5$) ,各因素取步长为1 ,组成3 125 个方案 ,经频率分析 ,公顷产量 $\geq 9\ 000$ kg的组合有1 130个 ,占全部处理组合的 36.2% ,结果详见表 4。

表 4 吉粳 88 公顷产量 $\geq 9\ 000$ kg 的高产栽培技术方案

编码值	X ₁ (施氮量)		X ₂ (施磷量)		X ₃ (施钾量)		X ₄ (插秧方式)		X ₅ (插秧苗数)	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
-2	2	0.2	102	9.0	313	27.7	329	29.1	177	15.7
-1	30	2.7	217	19.2	258	22.8	291	25.8	218	19.3
0	240	21.2	283	25.0	211	18.7	236	20.9	247	21.9
1	436	38.6	287	25.4	180	15.9	155	13.7	248	21.9
2	422	37.3	241	21.3	168	14.9	119	10.5	240	21.2
加权平均数	1.102 7		0.308 0		-0.325 7		-0.492 0		0.138 1	
S _x	0.024 9		0.037 2		0.041 9		0.039 2		0.040 7	
95%置信区间	1.053 9~1.153 4		0.235 0~0.380 9		-0.407 8~0.243 5		-0.569 0~-0.415 1		0.058 3~0.217 8	
农艺措施	202.7~207.6(kg/hm ²)		89.4~95.2(kg/hm ²)		47.8~52.7(kg/hm ²)		30cm×(14.8~15.3) cm		5.1~5.4(个/穴)	

表4结果表明 ,要使超级稻吉粳88公顷产量达到9 000 kg 以上 ,在栽培措施上施氮(N)量每公顷应达到 202.7~207.6 kg、施磷(P₂O₅)量应达到89.4~95.2 kg、施钾(K₂O)量应达到47.8~52.7 kg、插秧方式30cm×(14.8~15.3) cm、每穴插5.1~5.4株苗。

若要进一步提高产量 ,使公顷产量达到 10 000 kg 以上 ,经频率分析 ,在全部组合中仍有 269 个 ,占全部组合的 8.6% ,说明只要栽培技术得当 ,超级稻吉粳 88 完全可以获得公顷 10 000 kg 以上的高产。结果详见表 5。

表 5 吉粳 88 公顷产量 $\geq 10\ 000$ kg 高产栽培技术方案

编码值	X ₁ (施氮量)		X ₂ (施磷量)		X ₃ (施钾量)		X ₄ (插秧方式)		X ₅ (插秧苗数)	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
-2	0	0	1	0.4	134	49.8	122	45.4	40	14.9
-1	2	0.7	36	13.4	60	22.3	48	17.8	45	16.7
0	16	5.9	78	29.0	18	6.7	36	13.4	58	21.6
1	101	37.5	90	33.4	23	8.6	32	11.9	65	24.2
2	150	55.8	64	23.8	34	12.6	31	11.5	61	22.7
加权平均数	1.483 3		0.669 1		-0.881 0		-0.736 1		0.230 5	
S _x	0.039 7		0.060 7		0.087 1		0.087 1		0.083 3	
95%置信区间	1.405 5~1.561 0		0.550 1~0.788 2		-1.051 8~0.710 3		-0.906 8~-0.565 4		0.067 3~0.393 7	
农艺措施	220.3~228.0(kg/hm ²)		102.0~111.5(kg/hm ²)		28.5~38.7(kg/hm ²)		30cm×(13.6~14.8)cm		5.1~5.8(个/穴)	

从表 5 可见 ,要使超级稻吉粳 88 获得公顷产量 10 000 kg 以上 ,在栽培措施上施氮(N)量、施磷(P₂O₅)量明显增加 ,施钾(K₂O)量有所下降 ,插秧方式趋向密植(株距变小) ,每穴插秧苗数变化不大。

2.3 各栽培因素对产量效应分析

各栽培因素对产量的影响程度 ,可用因素对产量的净决定系数衡量(表 6)。

表 6 各因素对产量的净决定系数

因素	施氮量		施磷量		施钾量		插秧方式		插秧苗数	
回归项	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	X_4	X_4^2	X_5	X_5^2
r^2	0.554 4	0.061 0	0.007 8	0.015 7	0.005 9	0.001 1	0.060 8	0.000 1	0.007 6	0.001 9
合计	0.615 4		0.023 5		0.007 0		0.060 9		0.009 5	

注: r^2 为净决定系数, $r^2 = b' \cdot 2 \times \frac{R^2}{\sum b' \cdot 2}$ b' 为标准回归系数, R 为复相关系数。

从表 6 可知,在本试验条件下,综合农艺措施中各栽培因素对产量的影响顺序为:施氮量>插秧方式>施磷量>插秧苗数>施钾量。其中施氮量对吉粳 88 产量的影响最大,起着决定性作用。而施钾量和每穴插秧苗数对产量的影响要小得多。因此,要使吉粳 88 获得高产,首先要施足氮肥,其次适当密植,再适量增施磷肥。模型(1)中的 b_0 值表示品种的平均产量水平,吉粳 88 的 b_0 值达到了公顷 9 101.4 kg,说明该品种的丰产性非常好,是名副其实的超高产品种。

为了分析各栽培因素对产量的单一效应,对模型(1)采用“降维法”,即固定其中 4 个因素在 0 水平,导出另一变量与产量的回归方程:

$$Y_1 = 9\ 101.4 + 788.8X_1 - 261.7X_1^2$$

$$Y_2 = 9\ 101.4 + 93.8X_2 - 132.9X_2^2$$

$$Y_3 = 9\ 101.4 - 81.3X_3 + 34.6X_3^2$$

$$Y_4 = 9\ 101.4 - 261.3X_4 - 10.4X_4^2$$

$$Y_5 = 9\ 101.4 + 92.1X_5 - 46.7X_5^2 \quad (2)$$

从模型(2)可见,产量与 5 个栽培因素之间均呈二次曲线关系,各因素与产量的效应如图 1 所示。

从图 1 可见,施氮量对产量的效应特别明显,在 -2~0 水平(施氮量 50~150 kg/hm²)范围内随着施氮量的增加,产量几乎直线上升,曲线的峰点即产量最高点在 $X_1 = 1.51$ (施氮量为 225.5 kg/hm²),说明超级稻吉粳 88 特别喜肥,要想获得高产,施氮量不应少于 225 kg/hm²。除了施氮量,对产量影响较大的还有插秧方式和施磷量。插秧方式在整个试验范围内,随着株距加大,产量明显下降,因此,对于吉粳 88 品种,应适当密植,行株距以 30 cm×(13.5~15.0) cm 为宜。关于施磷量,曲线的峰点在 $X_2 = 0.35$ (施磷量 94 kg/hm²) 处,因此,施磷量以 100 kg/hm² 左右为宜。插秧苗数和施钾量对产量的影响较小。

2.4 各项栽培措施的最佳经济效益分析

在探讨各栽培因素获得最佳生产效益的同时,还应该分析其经济效益。为此,将产量折合成公顷产值并扣除成本(不包括工时、水费、化学防病除草等费用),可得到公顷纯收益 Y_c (表 2)。其中所产稻谷按 1.80 元/kg 计算,栽培措施中施氮量折合成尿素,尿素按 2.0 元/kg 计算,施磷量折合成磷酸二铵,磷酸二铵按 2.40 元/kg 计算,施钾量折合成硫酸钾,硫酸钾按 1.80 元/kg 计算,插秧方式按插秧用工成本计算,在株距为 16.67 cm 情况下,成本按 400.00 元/hm² 计算,株距每增加或减少 3.33 cm,插秧成本也相应增减 40.00 元;插秧苗数则按处理折合成每公顷用种量,稻种按 4.00 元/kg 计算。然后按旋转回归设计原理,以各项栽培因素为自变量(X_i),以每公顷纯收益 Y_c 为因变量,求得每公顷纯收益模型如下:

$$Y_c(\text{元/hm}^2) = 14\ 566.3 + 1\ 209.9X_1 - 56.9X_2 - 246.8X_3 - 413.5X_4 + 112.6X_5 + 176.6X_1X_2 - 277.9X_1X_3 + 82.1X_1X_4 - 91.1X_1X_5 + 61.9X_2X_3 - 50.6X_2X_4 - 120.4X_2X_5 - 185.6X_3X_4 + 91.1X_3X_5 - 232.6X_4X_5 - 472.2X_1^2 - 240.5X_2^2 + 61.0X_3^2 - 25.3X_4^2 - 85.2X_5^2 \quad (3)$$

对公顷纯收益模型(3)采用频数法寻优,求得每公顷纯收益大于 16 000 元的农艺措施组合,施氮量为 215.8~224.9 kg、施磷(P_2O_5)量为 83.8~95.0 kg、施钾(K_2O)量为 14.6~24.5 kg,插秧方式 30 cm×(14.9~16.3) cm、每穴插秧苗数 4.5~4.7 个。这个方案与前述公顷产量大于 10 000 kg 的高产栽培方案接近,只

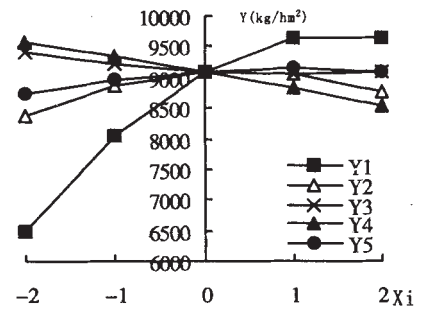


图 1 各栽培因素与产量的效应曲线

是施磷、钾量有所下降,插秧株距略加大。

3 结语与讨论

试验结果表明,吉粳88丰产性突出,在中上肥力土壤上,平均产量效应为 $9\,101.4\text{ kg/hm}^2$,最高产量可达 $11\,269.1\text{ kg/hm}^2$,是名副其实的高产品种。

主要栽培措施对吉粳88产量影响大小的顺序为:施氮量>插秧方式>施磷量>插秧苗数>施钾量,其中施氮量对吉粳88的产量起着决定性作用,施钾量对产量的影响不大。原因是试验地土壤中全N、全P的含量偏低,而全K的含量偏高(表3)。

要使吉粳88获得 $10\,000\text{ kg/hm}^2$ 以上的高产,主要栽培措施应为:施氮(N)量 $220.3\sim 228.0\text{ kg/hm}^2$ 、施磷(P_2O_5)量 $102.0\sim 111.5\text{ kg/hm}^2$ 、施钾(K_2O)量 $28.5\sim 38.7\text{ kg/hm}^2$ 、插秧方式 $30.0\text{ cm}\times(13.6\sim 14.8)\text{ cm}$ 、每穴插秧苗数 $5.1\sim 5.8$ 个。

对各栽培因素与产量的单一效应分析结果表明,施氮量 225 kg/hm^2 、施磷量 95 kg/hm^2 、插秧方式 $30.0\text{ cm}\times(13.5\sim 15.0)\text{ cm}$ 能获得高产。

对各项栽培措施最佳经济效益的分析结果表明,在不考虑育苗、化学除草和用工等成本的条件下,每公顷获得 $16\,000$ 元以上收益的农艺措施为施氮(N)量 $215.8\sim 224.9\text{ kg/hm}^2$ 、施磷(P_2O_5)量 $83.8\sim 95.0\text{ kg/hm}^2$ 、施钾(K_2O)量 $14.6\sim 24.5\text{ kg/hm}^2$ 、插秧方式 $30.0\text{ cm}\times(14.9\sim 16.3)\text{ cm}$ 、插秧苗数 $4.5\sim 4.7$ 个/穴。

水稻的产量是由多个产量性状组成的复杂系统,并非单一提高或减少某一产量性状就能增产。栽培技术也是一个复杂的系统,增加或减少某一措施未必都有增产作用。因此,必须根据品种特性、各项栽培措施选择最优组合,才能促使产量构成因素间协调发展,最终获得高产。本试验通过对吉粳88高产栽培技术的研究,明确了要使超级稻吉粳88获得高产,首先要施足氮肥,其次适当密植,再适量增施磷肥,良种配合良法,就能充分发挥超级稻品种的高产潜力,达到增产增收的目的。

参考文献:

- [1] 丁希泉. 农业应用回归设计[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1986.
- [2] 孙西石,等. 玉米主要农艺措施产量函数模型的研究[J]. 吉林农业大学学报,1987,9(4):11-18.
- [3] 张俊国,等. 中早熟水稻优良新品种吉89-45高产稳产规范化栽培技术初探[J]. 吉林农业科学,1994,(3):25-30.
- [4] 张俊国. 优质高产水稻新品种吉粳66综合农艺措施与产量的数学模型分析[J]. 吉林农业科学,2001,(3):26-31.
- [5] 赵国臣,等. 水稻超产二号优质品种栽培技术试验研究[J]. 吉林农业科学,2003,28(2):15-18.
- [6] 张俊国,等. 综合农艺措施对吉粳66产量构成因素的影响[J]. 吉林农业科学,2002,27(3):16-20.

The Study of Cultural Technology for High Yield of ' Jijing 88 ', a High Quality Super Rice Variety

ZHANG Jun-guo, ZHANG San-yuan

(Rice Research Institute, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Adopting the orthogonal-tyrating-regress design, 5 factors in the culture of high quality super rice variety ' Jijing 88 ' were studied. The results showed that: (1) ' Jijing 88 ' could produce high and steady crop, the average yield was $9\,101.4\text{ kg/hm}^2$. If it was properly cultivated, the highest yield of $11\,269.1\text{ kg/hm}^2$ can be reached. (2) The order of effect of cultural factors on the yield of ' Jijing 88 ' was: Nitrogen application>the way of rice seedling transplant>Phosphorus application>number of rice seedling transplanted>Potassium application. Among these factors, Nitrogen application is the most important to yield. (3) If the yield of ' Jijing 88 ' reaches over $10\,000\text{ kg/hm}^2$, it must be cultivated in such ways as follows: $220\sim 228.0\text{ kg/hm}^2$ of Nitrogen, $102.0\sim 111.5\text{ kg/hm}^2$ of Phosphorus and $28.5\sim 38.7\text{ kg/hm}^2$ of Potassium applied, rice seedling transplanted at density of $30\times 13.6\sim 14.8\text{ cm}$, $5.1\sim 5.8$ seedlings per hold.

Key words: Rice; Jijing 88; Cultivation; Yield