

中早熟水稻优良新品系吉 89—45 高产稳产规范化栽培技术初探

I. 主要农艺措施与产量的函数模型分析

张俊国 李 彻 张三元 石玉海 杨桂兰

(吉林省农科院水稻所,公主岭 136100)

摘 要 采用正交回归旋转组合设计,对吉 89—45 新品系栽培上四个主要可控因素进行了研究,结果表明:(1)吉 89—45 新品种确实早熟、高产,其平均产量效应为每公顷 8 640.25 公斤,若栽培技术得当,公顷产量最高可达 11 183.9 公斤。(2)主要栽培因素对吉 89—45 产量影响大小的顺序是:施氮量>插秧苗数>穗肥所占比例>插秧方式,尤其是施氮量,对吉 89—45 的产量起决定性作用。(3)预测吉 89—45 公顷产量在 9 000 公斤以上时,主要栽培因素,应采用的数量为,施氮量每公顷 215.6~230.6 公斤;穗肥比例 22.9%~26.0%;插秧方式 30×15.9cm~30×17.2cm。每穴插秧苗数 4.7~5.5 个。

关键词 水稻;吉 89—45;栽培因素;模型;产量

吉 89—45 是我所育成的优良中早熟水稻新品系,该品系高产、早熟、抗病,在省区域试验和生产试验中表现突出。为了探索该品系的产量潜力,明确主要栽培措施对产量的综合作用和主次关系。1992 年在所内对吉 89—45 进行了四因素二次正交回归旋转组合试验,探讨吉 89—45 高产的最佳农艺措施,并使栽培技术规范、数量化,为吉 89—45 在生产上高产、稳产并迅速推广应用提供科学依据。

1 试验设计

试验采用四因素二次回归正交旋转组合设计方法,各因素和水平线性编码见表 1。

表 1 因素水平无量纲线性编码

因 素	水平 间距	水平与线性编码($r=2.0000$)				
		-2	-1	0	1	2
X_1 : 施氮量 (kg/ha)	50	50	100	150	200	250
X_2 : 穗肥比例 (%)	10	0	10	20	30	40
X_3 : 插秧方式 (行距×株距)	100	300	400	500	600	700
		(30.00×10.00cm)	(30.00×13.33cm)	(30.00×16.67cm)	(30.00×20.00cm)	(30.00×23.33cm)
X_4 : 插秧苗数 (个/穴)	2	1	3	5	7	9

注:施氮量指纯氮(N)量,共分三次(5月30日,6月15日,7月15日)施入。

试验共 36 个处理组合(全实施),各栽培因素在各处理组合内的实施水平及产量结果见表 2。

表2 各栽培因素在各处理组合内的实施水平及小区最终产量

组合	X ₁ 施氮量 (kg/ha)	X ₂ 穗肥比例 (%)	X ₃ 插秧方式 (行距×株距 cm)	X ₄ 插秧苗数 (个/穴)	产量 (kg/ha)
1	200	30	30.00×20.00	7	9890
2	200	30	30.00×20.00	3	9760
3	200	30	30.00×13.33	7	10040
4	200	30	30.00×13.33	3	9740
5	200	10	30.00×20.00	7	9170
6	200	10	30.00×20.00	3	9500
7	200	10	30.00×13.33	7	9340
8	200	10	30.00×13.33	3	9200
9	150	30	30.00×20.00	7	7240
10	100	30	30.00×20.00	3	7390
11	100	30	30.00×13.33	7	8240
12	100	30	30.00×13.33	3	6710
13	100	10	30.00×20.00	7	7950
14	100	10	30.00×20.00	3	7050
15	100	10	30.00×13.33	7	7690
16	100	10	30.00×13.33	3	6940
17	250	20	30.00×16.67	5	9670
18	50	20	30.00×16.67	5	5990
19	150	40	30.00×16.67	5	8330
20	150	0	30.00×16.67	5	8000
21	150	20	30.00×23.33	5	8210
22	150	20	30.00×10.00	5	8560
23	150	20	30.00×16.67	9	8860
24	150	20	30.00×16.67	1	7300
25	150	20	30.00×16.67	5	8130
26	150	20	30.00×16.67	5	8670
27	150	20	30.00×16.67	5	8540
28	150	20	30.00×16.67	5	9330
29	150	20	30.00×16.67	5	8190
30	150	20	30.00×16.67	5	9270
31	150	20	30.00×16.67	5	8420
32	150	20	30.00×16.67	5	8090
33	150	20	30.00×16.67	5	9110
34	150	20	30.00×16.67	5	8650
35	150	20	30.00×16.67	5	4890
36	150	20	30.00×16.67	5	8690

小区长 9.5m, 宽 1.8m, 面积 17.1m², 6 行区。全试验 36 个小区为三个正交区组, 每个正交区组内的小区随机排列, 三个正交区组分别为 I: 1~8 号组合加 4 个 M₀ 组合 (25~36 号组合); II: 9~16 号组合加 4 个 M₀ 组合; III: 17~24 号组合加 4 个 M₀ 组合。采用塑料大棚盘育苗, 4 月 25 日播种, 每盘播催芽种子 75 克, 5 月 27 日插秧。本田未施磷肥 (上年公顷施用了磷酸二铵 250 公斤), 氮肥分三次 (底肥: 5 月 30 日; 分蘖肥: 6 月 15 日; 穗肥: 7 月 15 日) 施入, 其它除草, 水层管理等一般生产田。

收获前每小区按平均数取样 8 株调查株高、穗粒数、饱满粒率和千粒重等, 小区其余部分去除边行边株后收获 10m² 实测产量。

2 结果与分析

2.1 建立产量与栽培因素关系的函数模型

将小区 10m² 实测产量折算成公顷产量列于表 2。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函数关系:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^4 b_i X_i + \sum_{i < j} b_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^4 b_{ii} X_i^2 \pm \sigma$$

经计算机计算求解, 得到产量与各栽培因素的回归模型:

$$Y(\text{kg/ha}) = 8640.25 + 1032.90X_1 + 117.90X_2 - 27.08X_3 + 266.25X_4 \\ + 141.88X_1X_2 - 3.13X_1X_3 - 174.38X_1X_4 - 59.38X_2X_3 + 21.88X_2X_4 \\ - 135.63X_3X_4 - 140.98X_1^2 - 57.23X_2^2 - 2.23X_3^2 - 78.48X_4^2 \quad (1)$$

为了确定模型(1)的实际意义, 对其进行了失拟和回归显著性检验, 具体结果如下:

$$F_1 = MS_{失} / MS_{误} = 0.93 < F_{0.05}(10, 11) = 2.86$$

$$F_2 = MS_{回} / MS_{误} = 12.48 > F_{0.01}(14, 21) = 3.07$$

模型(1)经过上面的 F 检验, 表明了不仅该试验中栽培因素对产量的作用(F₂)达到极显著以上, 而且试验误差(F₁)明显小于允许的限值, 说明回归模型拟合良好, 复相关系数 R = 0.9448, 因此, 模型(1)是有效的。对各项回归系数的 T 测验结果表明, b₁、b₄、b₁₄、b₁₁ 达到了 α = 0.01 的极显著水平, b₂、b₁₂、b₃₄ 达到了 α = 0.10 的显著水平。

2.2 模型的优化

利用 PC-1500 计算机,在约束条件($-2 \leq X_i \leq 2, i=1, 2, \dots, 4$)下,对模型(1)求最优解,得出每公顷产量最大值为 11 183.9 公吨,这是吉 89-45 品系的最高产量潜力,此时各项栽培因素的决策数量为:

$$X_1 = 2 \text{ (施氮量:250 公斤/公顷)}$$

$$X_2 = 2 \text{ (穗肥比例:40\%)}$$

$$X_3 = -2 \text{ (插秧方式:30} \times \text{10cm)}$$

$$X_4 = 1.5 \text{ (插秧苗数:8 个/穴)}$$

上述最优解是吉 89-45 在高肥、穗肥比例大,密植,多插基本苗数的条件下可以达到的最高产量,但其频率太低,生产上不易出现,因此实际意义不大。为此,采用了频率分布的统计方法,对模型(1)在约束条件($-2 \leq X_i \leq 2, i=1, 2, \dots, 4$)下,各因素取步长为 1,组成 1024 (4^5 , 4 是因素数,5 是水平数)个方案,经频率分析,公顷产量 ≥ 8000 公斤的组合有 360 个,占全部方案的 35.2%,结果详见表 3。

表 3 吉 89-45 公顷产量 ≥ 8000 公斤的高产栽培技术方案

编 码 值	X_1 (施氮量)		X_2 (穗肥比例)		X_3 (插秧方式)		X_4 (插秧苗数)	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
-2	0	0	66	18.33	74	20.56	54	15.00
-1	13	3.61	71	19.22	72	20.00	70	19.44
0	98	27.22	76	21.11	70	19.44	74	20.56
1	124	34.44	74	20.56	71	19.72	78	21.67
2	125	34.72	73	20.28	73	20.28	84	23.33
加权平均数	1.0028		0.0472		-0.0083		0.1889	
S_x	0.0463		0.0645		0.0754		0.0699	
95%置信区间	0.9120~1.0935		-0.0792~0.1736		-0.1560~0.1394		0.0518~0.3260	
农艺措施	195.60~204.68 (kg/hn)		19.21~21.74 (%)		30.00×16.2cm~ 30.00×17.1cm		5.1~5.7 (个/穴)	

从表 3 可见,吉 89-45 要获得公顷产量 8000 公斤以上时,应采用的主要栽培措施为:施氮量每公顷 195.6~204.7 公斤;穗肥比例 19.21%~21.74%;插秧方式 30.00×16.15 cm~30.00×17.13cm;每穴插秧苗数 5.1~5.7 个。

若进一步提高产量,使公顷产量达到 9000 公斤以上,经频率分析,在全部 1024 个方案中有 206 个组合的产量达到这一标准,占全部方案的 20.1%,结果详见表 4。

表 4 吉 89-45 公顷产量 ≥ 9000 公斤的高产栽培技术方案

编 码 值	X_1 (施氮量)		X_2 (穗肥比例)		X_3 (插秧方式)		X_4 (插秧苗数)	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
-2	0	0	12	5.83	41	19.90	36	17.48
-1	0	0	40	19.42	42	20.87	42	20.39
0	12	5.83	50	24.27	42	20.39	44	21.36
1	87	42.23	52	25.24	41	19.90	44	21.36
2	107	51.94	52	25.24	39	18.93	40	19.42
加权平均数	1.4610		0.4466		-0.0291		0.0485	
S_x	0.0765		0.0779		0.0985		0.0949	
95%置信区间	1.3111~1.6109		0.2939~0.5993		-0.2222~0.1640		-0.1375~0.2345	
农艺措施	215.6~230.6 (kg/ha)		22.94~25.99 (%)		30.00×15.93cm~ 30.00×17.21cm		4.7~5.5 (个/穴)	

表 4 结果表明,吉 89-45 要获得公顷 9000 公斤以上的产量,施氮量和穗肥所占比例都明显增加,而插秧方式和每穴插秧苗数则和公顷产量 8000 公斤以上时相似。

若使产量再提高一步,每公顷产量达到 10000 公斤,在全部方案中有多少呢? 频率分析结果表明,仍有 68 个组合,占全部方案的 6.64%。说明了只要栽培技术得当,吉 89-45 获得公顷 10000 公斤的产量是完全可能的,具体栽培措施见表 5。

表 5 吉 89-45 公顷产量 ≥ 10000 公斤的高产栽培技术方案

编 码 值	X_1 (施氮量)		X_2 (穗肥比例)		X_3 (插秧方式)		X_4 (插秧苗数)	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
-2	0	0	0	0	17	25.00	12	17.65
-1	0	0	2	2.94	16	23.53	15	22.06
0	0	0	14	20.59	12	17.65	16	23.53
1	8	11.76	24	35.29	11	16.18	14	20.59
2	60	88.24	28	41.17	12	17.65	11	16.18
加权平均数	1.8823		1.1471		-0.2206		-0.0441	
S_x	0.1636		0.1158		0.1861		0.1650	
95%置信区间	1.5616~2.2030		0.9201~1.3470		-0.5854~0.1442		-0.3674~0.2192	
农艺措施	228.08~260.15 (kg/ha)		29.20~33.74 (%)		30.00×14.72cm~ 30.00×17.15cm		4.3~5.6 (个/穴)	

从表 3, 4, 5 可见,要使吉 89-45 获得高产,首先要多施氮肥(纯 N200~250 公斤/公顷),并且穗肥比例略高(20%~30%),插秧方式中等(30.00×15~17cm),每穴插秧苗数以 5 苗左右为宜。

2.3 单因素效应分析

模型(1)中的各因素(X_i)均经过了无量纲线性代换,偏回归系数已经标准化,因此,可以从其绝对值大小直接判断各因素对产量的作用程度。首先看一下 b_0 ,它表示了一个品种的平均产量水平,从模型(1)可以看到,吉 89-45 的 b_0 值为公顷 8640.25 公斤,各因素对产量影响大小的顺序为 X_1 (施氮量) $>X_4$ (插秧苗数) $>X_2$ (穗肥比例) $>X_3$ (插秧方式);尤其是 b_1 的值远大于其它偏回归系数。平方项绝对值大小的顺序和线性项相同。上述结果表明,对吉 89-45 产量影响最大的因素是氮肥施用量,其次是每穴插秧苗数,再次是穗肥比例,而插秧方式在本试验范围内对吉 89-45 产量影响不大。因此,要使吉 89-45 获得高产,首先要施足氮肥,其次要确定适宜的插秧苗数和穗肥比例。

为了明确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 3 个因素在 0 水平上,导出另一变量与产量的回归方程:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= 8640.25 + 1032.90X_1 - 140.98X_1^2 \\
 Y_2 &= 8640.25 + 117.90X_2 - 57.23X_2^2 \\
 Y_3 &= 8640.25 - 27.08X_3 - 2.23X_3^2 \\
 Y_4 &= 8640.25 + 266.25X_4 - 78.48X_4^2
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

从方程(2)可见,产量与 4 个栽培因素之间均呈二次曲线关系,说明不是无限提高或降低某一因素都可增产;每个因素都有其适宜的范围,单因素与产量的效应如图 1 所示。

图 1 表明,施氮量与产量呈明显的二次曲线关系,施氮量对产量的效应明显,随着施氮量的增加,产量几乎近直线上升,而且在 $X_1=2$ (本试验最高施氮量:250 公斤/公顷)时,产量

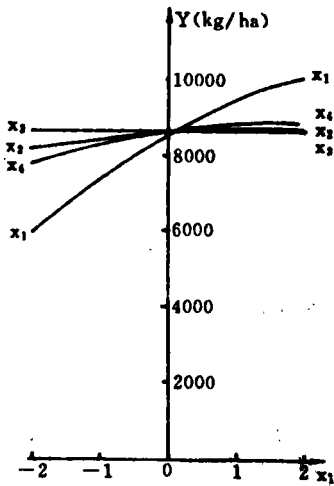


图 1 各栽培因素对产量的影响

仍未达到最高点,由此表明,吉 89-45 品系极其喜肥,施氮量少于公顷 100 公斤时,产量显著下降,要想获得公顷 8500 公斤以上的产量,公顷施氮量不应少于 150 公斤。从穗肥比例与产量关系的曲线来看,其最大值在 $X_2=1.03$ (穗肥比例:30.3%)处,说明穗肥施用量不能太少,以总氮量的 25%~30% 较为合适。插秧方式与产量关系的二次曲线几乎近于直线,说明行株距对吉 89-45 产量的影响不大,这与吉 89-45 品系穗子较大,千粒重较高有关。在保证产量的前提下,为了节省插秧用工和增强抗倒性能,行株距以中等(30×17cm)程度为宜。每穴插秧苗数与产量关系曲线的峰值为 $X_4=0.59$ (6.2 苗/穴),这是因为吉 89-45 分蘖力稍差,在盘育中苗条件下,每穴插秧苗数不能太少,否

则将会导致明显减产,一般以 5~6 苗为好。

2.4 因素间的交互作用

对模型(1)中因素两两交互作用显著项 $X_{1,2}$ 、 $X_{1,4}$ 、 $X_{3,4}$ 进行分析,固定其它三个因素于 0 水平,得到如下子模型:

$$Y_{1,2} = 8640.25 + 1032.90X_1 + 117.90X_2 + 141.88X_1X_2 - 140.98X_1^2 - 57.23X_2^2$$

$$Y_{1,4} = 8640.25 + 1032.90X_1 + 266.25X_4 - 174.38X_1X_4 - 140.98X_1^2 - 78.48X_4^2$$

$$Y_{3,4} = 8640.25 - 27.08X_3 + 266.25X_4 - 135.63X_3X_4 - 2.23X_3^2 - 78.48X_4^2$$

根据上述子模型可求得不同水平的产量效应,因素间的交互作用如图 2~图 4 所示。

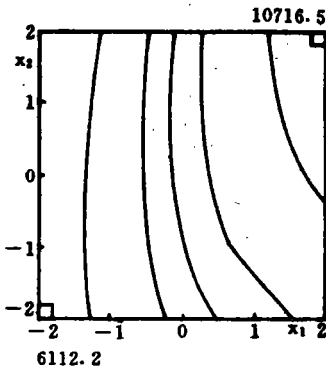


图 2 施氮量与穗肥比例的交互作用

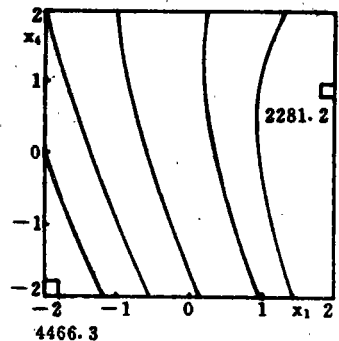


图 3 施氮量与插秧苗数的交互作用

从图 2 可见,随着施氮量增加($-2 \leq X_1 \leq 2$),穗肥比例提高($-2 \leq X_2 \leq 2$),产量增加,施氮量越多穗肥比例越大,产量就越高。图 3 结果表明,施氮量越高($-2 \leq X_1 \leq 2$),每穴插秧苗数越多($-2 \leq X_4 \leq 2$),产量越高。从图 4 可见,随着插秧方式(行株距)变大,每穴插秧苗数减少($-2 \leq X_4 \leq 0$),产量下降,但当每穴插秧苗数多于 5 苗($X_4 > 0$)时,随着每穴插秧苗数

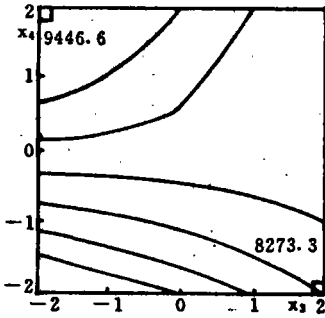


图4 插秧方式与插秧苗数的交互作用

的顺序为施氮量>插秧苗数>穗肥比例>插秧方式,尤其是施氮量,对吉89-45的产量起决定性作用。

3.3 预测吉89-45公顷产量在9000公斤以上时,主要栽培因素应采用的数量为:施氮量每公顷215.6~230.6公斤;穗肥比例22.9%~26.0%;插秧方式30.0×15.9~17.2cm,每穴插秧苗数4.7~5.5个。

通过本试验研究,明确了吉89-45的高产性能和最佳栽培技术,这对吉89-45在生产上推广种植无疑会起到较大的推动作用。

参 考 文 献

- 1 丁希泉. 农业应用回归设计, 吉林科学技术出版社. 1986
- 2 吴志强等. 杂交水稻的高产栽培技术体系研究. 1. 杂交早稻高产栽培的数学模型分析. 福建农学院学报. 1989, 18(1):19-24
- 3 孙西石等. 玉米主要农艺措施产量函数模型的研究. 吉林农业大学学报. 1987, 9(4):11-18
- 4 张俊国等. 优良水稻品种吉梗63号高产栽培技术体系的研究——综合农艺措施与产量的函数模型分析. 吉林农业科学. 1991, 4:35-42

STUDIES ON CULTIVATION TECHNOLOGY FOR A NEW RICE CULTIVAR JI89-45.

I. ANALYSIS OF FUNCTIONAL MODEL FOR MAIN CULTIVATION MEASURES AND YIELD

ZHANG junguo et al.

(Rice Institute, Jilin Academy of Agri. sci., Gongzhuling 136100)

ABSTRACT

Adopting the orthogonal gyrating-regression design, 4 main elements for cultivation of the new line Ji89-45 were studied. The result showed: (1) the new line Ji89-45 was early-maturing, high yield, the average yield was 8640.25kg/ha, and the highest yield was 11183.9kg/ha. (2) The effect of the main cultural elements on Ji89-45 was in the order: The amount of applied fertilizer(N) was the most important element (下转第52页)

增加,行株距变大($-2 \leq X_2 \leq 1$),产量反而有所增加。

上述因素间的交互作用分析表明,对吉89-45新品系来说,要想获得高产,必须施足氮肥,而且穗肥比例也要相应提高,同时每穴插秧苗以中等偏多为宜。

3 结 论

3.1 吉89-45是一个早熟、高产的优良水稻新品系,其平均产量效应为8640.25公斤/公顷,公顷产量最高可达11183.9公斤。

3.2 主要栽培措施对吉89-45产量影响大小

preparation of *Beauveria bassiana* against the Asian Corn Borer, (ACB), *Ostrinia furnacalis*, in the corn stalk piles in the area of 1000 ha corn of Town Suburn of Dongfeng County. Not only did the application diminish the overwintered larva density in Spring, but prevented the field corn plants from damage of ACB. Such a large-scale application of industrial test product showed that it can reduce the percentage of damaged corn plants, bored holes on corn plant and remaining mature-aged larvae in Autumn by 67.24%, 77.61% and 83.17%, respectively.

Key word: *Beauveria bassiana*, Industrial test preparation, *Ostrinia furnacalis*.

(上接第 30 页)

affecting on the yield, followed by transplanted seedlings, proportion of booting fertilizer, way of transplanting seedlings. (3) It is calculated that: when the yield of Ji89-45 is 9000kg/ha per hectare, main elements for cultivation should be the followings: the amount of applied fertilizer (N), 215.6—230.6kg per hectare; the proportion of booting fertilizer: 22.9—26.0%; the way of transplanting seedlings: 30×15.9cm~30×17.2cm, and with 4.7~5.5 seedlings per hill.

Key words: Ji89-45, Cultural elements, Model, Yield.

1995 年《中国生物防治》(原《生物防治通报》)

征 订 启 事

《中国生物防治》(原《生物防治通报》)是中国农科院生物防治研究所主办的国家级学术性期刊。

主要内容: 以虫治虫, 以菌治虫, 以菌治菌, 以菌或虫治草, 天敌资源的保护利用, 农用抗生素, 微生物农药, 昆虫信息素, 生物技术工程应用等无公害新技术, 用来防治农、林、牧、贮粮、卫生方面的害虫、病菌、杂草、鼠害, 以减少化防造成的污染和残毒, 维持生态平衡。

主要栏目: 学术论文、专题综述、基础知识与实验技术、研究简报、国外生防、书刊评介等。

读者对象: 全国农、林、牧、贮粮、卫生各级管理干部、科技人员、院校师生、基层推广骨干、农民技术员。

本刊经国家科委批准, 国内外公开发行。国内代号 2—507, 国外代号 Q812。季中月 8 日出版, 16 开本, 每期 48 页, 每册定价 2.00 元, 全年 4 期 8.00 元。全国各地邮局均可订售, 没有印数限制, 请到当地邮局办理预订手续。

编辑部地址: 北京西郊白石桥路 30 号 邮政编码: 100081

电 话: 8314433 转 2642 或 2442