

吉林省中部地区几个主要玉米品种亩产 500—600公斤栽培模型的研究*

边少锋 何志 刘凯 孟祥兆

(吉林省农科院)

沙长富 邹玉芳 赵丽娟 范宝运

(榆树县农业站)

(梨树县农业站)

目前生产上使用的玉米品种较多,各品种的生物学特性不尽相同,对自然条件和栽培措施的反应差异较大。以往采用的栽培技术一般为通用栽培技术,对现有的品种不一定完全适合,不能发挥品种增产潜力,在栽培技术研究上以单项技术研究为主,对多因素综合作用的研究较少。我们选择吉林省中部地区主栽的丹玉13、吉单131、中单2三个品种为对象,根据这些品种的生物学特性,以对玉米产量影响较大的种植密度,二铵口肥,尿素口肥,硝铵追肥四个栽培因素为决策变量,采用二次正交旋转组合设计,研究各栽培因素对不同玉米品种产量的影响,明确不同地区不同品种各栽培因素的主次关系及其综合效应,建立品种高产栽培技术数学模型,为各地区制定当地的玉米品种高产栽培技术提供依据。

一、材料和方 法

1. 供试品种:

选择吉林省中部地区主栽的丹玉13、吉单131、中单2三个玉米品种。

2. 试验条件:

试验地点分别设在中南部的公主岭、梨树和中北部的榆树两个生态区。试验地为黑钙土,中等肥力。气象条件如表1。1987年为低温多雨年;1988年中南部高温干旱;1989年为严重干旱年。

3. 试验设计:

试验采用二次回归正交旋转组合设计,选择对玉米产量影响较大的种植密度,

表1 试验年份气象条件表

生态区	试验地点	品 种	年份	5—9月	
				积 温 (°C)	降 水 (mm)
中南部 (600kg区)	公主岭市	吉单131	1987	2908.9	570.0
			1988	3044.7	380.1
	梨 树 县	丹 玉 13	1989	2972.3	484.9
			常年	2950.0	450—550
中北部 (500kg区)	榆 树 县	吉单131	1987	2739.3	516.2
			1988	2877.7	691.6
	榆 树 县	中 单 2	1989	2836.8	265.6
			常年	2850.0	450—500

* 本文得到李维岳研究员的指导,在此表示感谢。

二铵口肥, 尿素口肥, 硝铵追肥四个因素为决策变量, 各因素水平与线性编码如表 2。试验设 36 个小区, 每小区 6 行, 10 米行长, 小区面积 42 平方米。全部小区分为 3 个区组, 随机排列。

表 2

因素水平与线性编码表

因 素	零水平	间 距	水平与线性编码 $r=2$					
			-2	-1	0	1	2	
X ₁ : 密 度 (万株/公顷)	丹 玉 13	4.3	0.5	3.3	3.8	4.3	4.8	5.3
	吉 单131	4.5	0.7	3.1	3.8	4.5	5.2	5.9
	中 单 2	4.5	0.7	3.1	3.8	4.5	5.2	5.9
X ₂ : 二铵口肥 (kg/亩)	10.8	5.4	0	5.4	10.8	16.2	21.6	
X ₃ : 尿素口肥 (kg/公顷)	50.0	25.0	0	25.0	50.0	75.0	100	
X ₄ : 硝铵追肥 (g/株)	10.0	5.0	0	5.0	10.0	15.0	20.0	

4. 田间管理与测产:

三铲三趟, 11—12 叶期按株定量追肥, 9 月末每小区收 10 平方米测产。

二、结果与分析

1. 产量数学模型:

将小区产量折算为亩产。试验结构矩阵及产量结果如表 3。用 PC—1500 计算机求得产量数学模型, F 测验均显著, 且与实际拟合较好, 将中心变换到原点, 得到以原因素表示的产量模型为:

表 3

试验结构矩阵及产量结果

小区号	因素水平组合				y: 折合单产 (kg/亩)				小区号	因素水平组合				y: 折合单产 (kg/亩)			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	丹玉 13	600公斤区	500公斤区	中单 2		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	丹玉 13	600公斤区	500公斤区	中单 2
1	-1	-1	-1	-1	452	417	441	337	19	0	-2	0	0	481	484	479	397
2	-1	-1	-1	1	476	493	484	365	20	0	2	0	0	581	526	515	456
3	-1	-1	1	-1	388	427	433	415	21	0	0	-2	0	562	540	542	362
4	-1	-1	1	1	576	517	496	432	22	0	0	2	0	497	548	498	528
5	-1	1	-1	-1	435	481	464	428	23	0	0	0	-2	444	413	398	471
6	-1	1	-1	1	556	547	495	391	24	0	0	0	2	581	573	499	515
7	-1	1	1	-1	542	457	450	441	25	0	0	0	0	533	518	467	454
8	-1	1	1	1	563	560	511	500	26	0	0	0	0	579	516	461	534
9	1	-1	-1	-1	545	374	510	391	27	0	0	0	0	535	905	529	441
10	1	-1	-1	1	593	570	560	441	28	0	0	0	0	576	540	528	482
11	1	-1	1	-1	532	509	485	412	29	0	0	0	0	551	530	515	487
12	1	-1	1	1	616	541	484	450	30	0	0	0	0	536	579	484	470
13	1	1	-1	-1	535	537	484	423	31	0	0	0	0	545	543	527	455
14	1	1	-1	1	619	552	479	448	32	0	0	0	0	602	571	471	472
15	1	1	1	-1	636	563	498	438	33	0	0	0	0	575	524	501	540
16	1	1	1	1	571	660	475	479	34	0	0	0	0	542	586	517	487
17	-2	0	0	0	441	451	384	438	35	0	0	0	0	621	596	520	481
18	2	0	0	0	595	546	485	501	36	0	0	0	0	606	554	529	462

丹玉13:

$$y = 595.7 + 40.3x_1 + 20.0x_2 + 3.5x_3 + 32.5x_4 - 8.1x_1x_2 - 5.4x_1x_3 - 12.7x_1x_4 + 7.6x_2x_3 - 11.4x_2x_4 - 3.1x_3x_4 - 10.4x_1^2 - 7.2x_2^2 - 7.6x_3^2 - 11.8x_4^2$$

吉单131 (600公斤区):

$$y = 585.0 + 24.9x_1 + 24.7x_2 + 11.6x_3 + 41.5x_4 + 7.9x_1x_2 + 13.6x_1x_3 + 0.3x_1x_4 - 1.1x_2x_3 - 7.1x_2x_4 - 1.9x_3x_4 - 13.9x_1^2 - 12.3x_2^2 - 2.5x_3^2 - 15x_4^2$$

吉单131 (500公斤区):

$$y = 523.3 + 16.7x_1 + 1.7x_2 - 7.2x_3 + 17.5x_4 - 10.6x_1x_2 - 6.1x_1x_3 - 11.1x_1x_4 + 6.8x_2x_3 - 5.7x_2x_4 - 1.2x_3x_4 - 15.8x_1^2 - 5.3x_2^2 + 5.6x_3^2 - 13.3x_4^2$$

中单2:

$$y = 510.7 + 12.5x_1 + 19.1x_2 + 28.1x_3 + 12.9x_4 - 7.3x_1x_2 - 11.9x_1x_3 + 5.4x_1x_4 - 0.4x_2x_3 - 2.8x_2x_4 + 5.6x_3x_4 - 8.0x_1^2 - 21.0x_2^2 - 14.2x_3^2 - 2.2x_4^2$$

2. 栽培因素主次关系分析:

根据产量模型的回归系数、t检验值大小,来分析各栽培因素对产量的影响。

丹玉13: 种植密度 > 硝铵追肥 > 二铵口肥 > 尿素口肥。

吉单131 (600公斤区): 硝铵追肥 > 种植密度 > 二铵口肥 > 尿素口肥。

吉单131 (500公斤区): 种植密度 > 硝铵追肥 > 尿素口肥 > 二铵口肥。

中单2: 尿素口肥 > 二铵口肥 > 种植密度 > 硝铵追肥。

3. 单因素效应分析:

将产量模型中的三个因素固定在零水平,每个品种得到一个由四个单因素产量回归方程组成的方程组:

丹玉13:

$$y_1 = 595.7 + 40.3x_1 - 10.4x_1^2$$

$$y_2 = 595.7 + 20.0x_2 - 7.2x_2^2 \quad (1)$$

$$y_3 = 595.7 + 3.5x_3 - 7.6x_3^2$$

$$y_4 = 595.7 + 32.5x_4 - 11.8x_4^2$$

吉单131 (500公斤区):

$$y_1 = 523.3 + 16.7x_1 - 15.8x_1^2$$

$$y_2 = 523.3 + 1.7x_2 - 5.3x_2^2 \quad (3)$$

$$y_3 = 523.3 - 7.2x_3 + 5.6x_3^2$$

$$y_4 = 523.3 + 17.5x_4 - 13.3x_4^2$$

吉单131 (600公斤区):

$$y_1 = 585.0 + 24.9x_1 - 13.9x_1^2$$

$$y_2 = 585.0 + 24.7x_2 - 12.3x_2^2 \quad (2)$$

$$y_3 = 585.0 + 11.6x_3 - 2.5x_3^2$$

$$y_4 = 585.0 + 41.5x_4 - 15.0x_4^2$$

中单2:

$$y_1 = 510.7 + 12.5x_1 - 8.0x_1^2$$

$$y_2 = 510.7 + 19.1x_2 - 21.0x_2^2 \quad (4)$$

$$y_3 = 510.7 + 28.1x_3 - 14.2x_3^2$$

$$y_4 = 510.7 + 12.9x_4 - 2.2x_4^2$$

将上述单因素产量回归方程在坐标上反映出来，得到各因素效应曲线如图 1， 2， 3， 4。

从图 1， 2， 3， 4 可以看出，各栽培因素的产量效应同 t 检验结果是一致的。

4. 二因素的交互作用

对产量模型中的二因素交互项进行 t 检验，四个产量模型共有 20 个交互项是较显著的。密度与二铵口肥，二铵口肥与硝铵追肥间的交互作用在所有品种中都较显著；尿素口肥与硝铵追肥在所有品种中都没表现出显著的交互作用；其它因素间的交互作用在部分品种中较显著。

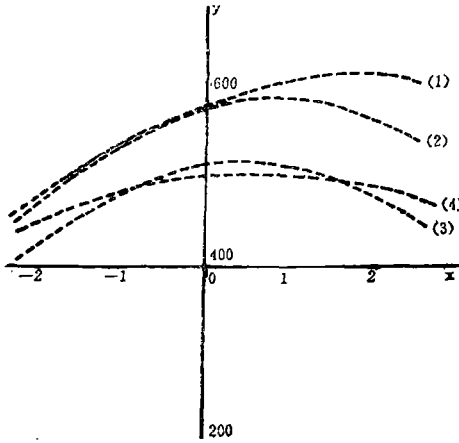


图 1 种植密度效应曲线

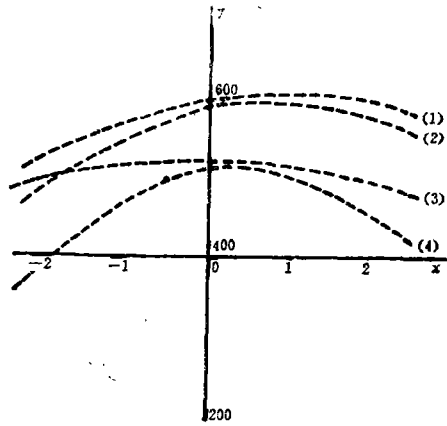


图 2 二铵口肥效应曲线

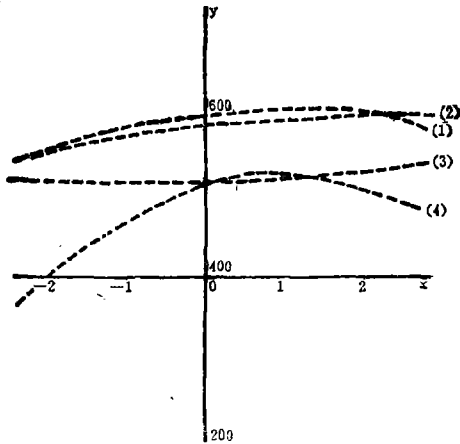


图 3 尿素口肥效应曲线

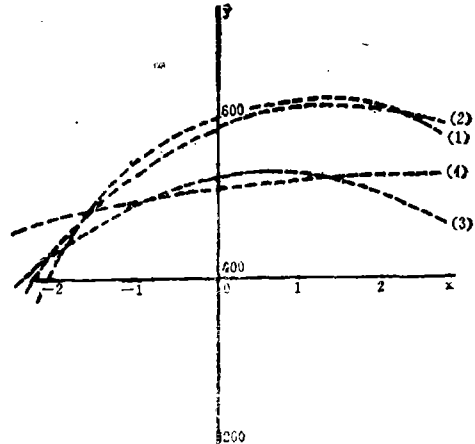


图 4 硝铵追肥效应曲线

5. 频率分析:

在生产上，目标产量要有较强的再现性。因此，我们对产量模型进行频率分析，寻求

实现目标产量，出现频率较高的栽培因素组合。

根据各品种在不同地区的产量水平，确定寻优下限：丹玉13为550公斤/亩，吉单131(600公斤区)为550公斤/亩，吉单131(500公斤区)为500公斤/亩，中单2为500公斤/亩。令步长为1，用计算机打出所有寻优下限以上的产量及栽培因素组合方案，然后进行频率分析，得出各品种综合栽培因素组合如表4。

表4 综合栽培因素组合

生态区	品种	因素			
		种植密度 (株/亩)	二铵口肥 (kg/亩)	尿素口肥 (kg/亩)	硝铵 追肥 (g/株)
中南部 (600kg区)	丹玉13	3120	12.6	3.5	13
	吉单131	3330	13.8	3.9	14
中北部 (500kg区)	吉单131	3180	0.9	2.7	12
	中单2	3020	12.9	4.9	12

6. 经济效益模型:

在生产中，既注重产量，更要考虑经济效益。为此我们建立了经济效益模型，寻求实现目标产量，经济效益最佳的栽培措施。

把表3的产量按国家订购玉米价格计算出产值，减去生产成本(化肥按平价计算)后得出纯收入。用计算机求得各品种的

经济效益模型(以原因素表示):

丹玉13:

$$y = 162.91 + 11.2x_1 + 2.3x_2 + 3.8x_3 + 3.6x_4 - 2.8x_1x_2 - 1.4x_1x_3 - 4.4x_1x_4 + 2.1x_2x_3 - 3.9x_2x_4 - 0.7x_3x_4 - 3.2x_1^2 - 2.2x_2^2 - 2.3x_3^2 - 3.6x_4^2$$

吉单131(600公斤区):

$$y = 164.4 + 5.4x_1 + 3.7x_2 + 2.5x_3 + 5.7x_4 + 2.2x_1x_2 + 3.9x_1x_3 - 1.3x_1x_4 - 0.6x_1x_3 - 2.5x_2x_4 - 0.9x_3x_4 - 4.4x_1^2 - 3.9x_2^2 - 8.4x_3^2 - 4.8x_4^2$$

吉单131(500公斤区):

$$y = 139.6 + 3.1x_1 - 3.2x_2 - 3.1x_3 - 1.5x_4 - 3.3x_1x_2 - 1.9x_1x_3 - 4.5x_1x_4 + 2.1x_2x_3 - 1.8x_2x_4 - 0.4x_3x_4 - 4.9x_1^2 - 1.6x_2^2 + 1.7x_3^2 - 3.8x_4^2$$

中单2:

$$y = 139.77 + 1.6x_1 + 2.1x_2 + 8.0x_3 - 3.1x_4 - 2.2x_1x_2 - 3.8x_1x_3 + 0.7x_1x_4 - 0.2x_2x_3 - 0.8x_2x_4 + 1.6x_3x_4 - 2.5x_1^2 - 6.5x_2^2 - 4.4x_3^2 - 6.5x_4^2$$

各经济效益模型都达到0.05以上显著水平，且与实际拟合较好。因此模型可用。求出

每个经济效益模型各因素一阶偏导数 $\frac{dy}{dx_j}$ ，令 $\frac{dy}{dx_j} = 0$ ，在不等式约束条件 $r <$

表5

经济效益最佳时栽培因子决策变量

变 量 品 种	X1	X2	X3	X4	目标产量 (kg/亩)	目标收益 (元/亩)	备 注
丹玉13	0.9060	0.3180	0.0669	0.5565	637	168.28	梨树一年
吉单131	0.7319	0.5299	0.2771	0.3307	625	168.99	公主岭二年
吉单131	0.5414	0.0579	1.0116	-0.5612	513	138.60	榆树二年
中单2	-1.0588	0.3266	1.3302	-0.1519	522	144.30	榆树一年干旱

$x_j < r$ ($r = 2, j = 1, 2, 3, 4$) 内求出模型最优解如表 5。将表 5 各栽培因子决策变量转化为实施数量如表 6。

表 6 各栽培因子实施量

变 量 品 种	X1: 种植密度 (株/亩)	X2: 二铵口肥 (kg/亩)	X3: 尿素口肥 (kg/亩)	X4: 硝铵追肥 (g/株)
丹玉 13	3168	12.5	3.4	12.78
吉单 131 (600公斤区)	3300	13.7	3.8	11.65
吉单131 (500公斤区)	3200	11.1	4.7	7.20
中单 2	2510	12.6	5.5	9.20

三、讨 论

1. 通过对产量模型的解析, 明确了各栽培因素对不同玉米品种及同一品种在不同生态区产量影响的主次关系。

丹玉13: 种植密度 > 硝铵追肥 > 二铵口肥 > 尿素口肥;

吉单131(600公斤区): 硝铵追肥 > 种植密度 > 二铵口肥 > 尿素口肥;

吉单131(500公斤区): 种植密度 > 硝铵追肥 > 尿素口肥 > 二铵口肥;

中单 2: 尿素口肥 > 二铵口肥 > 种植密度 > 硝铵追肥。

同一生态区不同品种间各因素主次关系不同, 主要是由品种特性决定的。如南部生态区种植密度与硝铵追肥的关系, 丹玉13与吉单131不同。这是因为丹玉13植株繁茂, 对密度要求比吉单131严格; 吉单131为氮肥反应敏感型, 丹玉13为较敏感型。

同一品种在不同生态区各因素主次关系不同, 其原因是气候条件和综合栽培技术水平不同。如吉单131品种, 由于南部生态区综合栽培技术水平较北部高, 对种植密度的要求不如北部生态区严格; 在口肥中二铵和尿素的主次关系不同, 是由于北部生态区生育期较南部短, 要求玉米早生快发, 因此, 尿素口肥的作用显得更重要。

2. 明确了丹玉13和吉单131两个品种在中南部地区亩产600公斤、吉单131和中单2两个品种在中北部地区亩产500公斤的品种高产栽培技术。

中南部亩产600公斤栽培技术: 丹玉13亩收3100株, 亩施口肥磷酸二铵12.5公斤、尿素3.4公斤, 每株追硝酸铵13克; 吉单131亩收3300株, 亩施口肥磷酸二铵13.7公斤、尿素3.8公斤, 每株追硝酸铵12克。

中北部亩产500公斤栽培技术: 吉单131亩收3200, 亩施口肥磷酸二铵11.1公斤、尿素4.7公斤, 每株追硝酸铵7克; 中单2亩收2510株, 亩施口肥磷酸二铵12.6公斤、尿素5.5公斤, 每株追硝酸铵9克。

各品种的最佳栽培因素组合, 因年际间气候条件不同而有所不同。种植密度对降水反应较敏感; 降水少的年份要稀一些, 如1989年中单2在5—9月降水265.6mm的条件下, 亩收2510株最适宜。尿素口肥的作用对春季土壤水分反应较敏感, 春旱年份(如1987年)施用量超过3.3公斤/亩即产生烧种现象, 对幼苗的发育亦有影响。因此春旱的1987年吉单131尿素口肥最佳施用量为2.5公斤/亩。

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] 刘福: 《电子计算机在农业上的应用》, 农村读物出版社, 1985。
- [3] 张巨洪等: 《BASIC语言程序库》, 清华大学出版社, 1983。