

旱作玉米吨产栽培技术体系研究

李树田 朱连芝 李艳玲

(辽宁省北镇县农业技术推广中心, 北镇 121300)

摘要 本文在总结群众性创造“吨粮田”实践基础上, 采用五元二次通用旋转设计, 选择密度、农肥、氮肥、磷肥、钾肥等五项因素对旱作条件下春玉米吨产技术体系进行试验研究。通过电算分析提出了玉米吨产技术体系数学模型和优化方案, 为辽西半干旱地区旱作玉米实现吨产提供了理论依据和配套技术。

关键词 春玉米 栽培技术 旱作 数学模型 旋转设计

北镇地处辽西走廊间山东麓。属温带半湿润、季风大陆性气候。太阳年辐射 139.8 千卡/cm², 年日照 2871 小时, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3267 $^{\circ}\text{C}$, 无霜期 154 天。年平均降水量 615.8 mm, 主要分布在作物旺盛生长的 6、7、8 三个月, 平均为 423.5mm 占全年降水的 68.8%, 能基本满足旱田作物的需要。光热充足、雨热同步有利于农业生产, 是玉米生态适宜区。但降水量年际间变化极端, 年度内时段分布不均, 形成春秋易旱的局面。干旱频率大, 严重威胁农业生产。产量的高低在相当大的程度上受制于自然条件, 并决定于生产者能否从实际出发因地制宜地通过农艺措施对作物实行有效地控制。玉米需水量为 330~450mm。北镇水资源有限, 发展大面积旱田

灌溉的潜力不大, 必须充分利用自然降水, 实行旱作农业。

近几年北镇县委县政府采取领导、技术人员、群众三结合, 大搞科技承包将科学技术转化为现实生产力。特别是 1991 年“吨粮田”科技承包, 使玉米规范化栽培技术更趋完善, 全县涌现玉米“吨粮田”40 余块, 面积为 158.9 亩, 平均 1064.8 公斤/亩(见表 1), 为研究玉米吨产技术体系提供客观条件。在总结群众玉米吨产技术的基础上, 运用“五元二次通用旋转组合设计”、普通线性编码尺度; 采取二比空双株紧靠栽培方式, 进行吨产技术体系数学模型和优化方案研究, 为玉米大面积高产稳产低耗高效提供理论依据和配套技术。

表 1 旱作玉米吨产典型调查表 (北镇 1991、12)

年分	村 别	姓 名	地势 土质	面积 (亩)	品 种	种植形式	密 度 (株/亩)	施肥量(kg/亩)			单 产 (kg/亩)
								农肥	磷酸二铵	尿素	
1988	廖 屯	韩克强	平地中壤	8	沈单 7	二比空双紧	3600	4000	5	30	1046.5
1989	大三块	潘树枝	丘陵沙壤	1.2	沈单 7	双株紧靠	4800	5000	10	40	1087.5
1991	小 柳	张洪文	平地中壤	6	沈单 7	清 种	3700	3000	20	30	1020.0
1991	大 柳	伍玉山	平地中壤	10	沈单 7	双株紧靠	4500	6000		30	1136.0
1991	兴 胜	邱兴忱	平地中壤	30	掖单 13	米麦二比一间种	5000	3000	22.5	25	1110.0
1991	大 坊	杨素敏	平地沙壤	3.6	沈单 7	清种一、二、一留苗	3900	3000	14	40	1040.0
1991	望 光	刘兴本	平地中壤	10	铁单 8	二比空双紧	3700	3000	10	25	1008.0
1991	马 屯	赵占华	平地粘土	10	铁单 8	二比空双紧	3700		20	30	1033.0
1991	小孙庄	李体文	平地壤土	30	沈单 7	双株紧靠	3600	3000	23	20	1050.0
1991	双 胜	孟庆和	平地壤土	6.2	掖单 13	清种一、二、一留苗	5900	3000	25	40	1123.0

1 试验设计与方法

验用农肥和土壤测试分析结果列于表 2。

1.1 试验于 1992 年在北镇县中安镇杨家村进行, 试验田地势平坦、中壤土、肥力中等。试

* 本研究得到辽西半干旱地区玉米高产开发研究课题组资助和指导, 试验数据承蒙沈阳农大、北京农大电算中心帮助电算分析, 一并致谢。

表 2 试验地土壤及农肥化验结果表 (辽宁农科院 1992)

样 品	全 N(%)	全 P(%)	全 K(%)	速 N(mg/kg)	速 P(mg/kg)	速 K(mg/kg)	有机质(%)	pH
土 壤	0.0836	0.0418	2.01	162.2	15.04	161.8	1.126	7.12
农 肥	0.305	0.115	2.56	291.0	139.0	348.8	5.26	8.8

1.2 试验采用“五元二次通用旋转设计”,选择密度(X_1)、农肥(X_2)、氮肥(X_3)、磷肥(X_4)、钾肥(X_5)五项为决策变量。玉米产量(Y)为目标函数,1/2 实施($Mc=16$ 、 $Mr=10$ 、 $Mo=6$)32 个小区。小区面积 26.4m²(行距 55cm、6 行区、行长 8m)因素水平编码列于表 3。

表 3 试验因素水平编码表 (单位:亩)

因素名称	变化区间	编 码 (r=2)				
		-2	-1	0	1	2
X_1 种植密度	500 株	3000	3500	4000	4500	5000
X_2 施农肥量	1000kg	0	1000	2000	3000	4000
X_3 施氮素量	5kg	5	10	15	20	25
X_4 施磷素量	2.5kg	2.5	5	7.5	10	12.5
X_5 施钾素量	5kg	0	5	10	15	20

1.3 试验品种农大 60,二比空双株紧靠栽培方式把肥料施在播种行上。试验地秋机翻起垄,4 月 1 日犁开深沟,把全部农肥、磷肥、钾肥及 30%氮肥,按量条施沟内再犁合垄,镇压保墒;4 月 20 日犁开沟人工点种,精选后的种子一垅三四粒,粒间隔不超过 1cm。5 月 29 日铲地定苗;6 月 4 日和 7 月 3 日分别追施余下氮肥的 30%和 70%;7 月下旬至 8 月上旬防治棉铃虫,两铲三趟,最后一遍趟地培土;8 月 19 日生态调查;9 月 21 日按区收获;10 月 3 日考种脱粒计产。

1.4 试验当年的气候条件对玉米生产极其

不利。年降水量 467.9mm,为历年平均的 75.8%;6、7、8 三月降水量 306.3mm,为历年同期的 72.3%。从 8 月 6 日至 9 月 11 日长达 37 天无好雨,秋吊严重,不利于玉米授粉、灌浆。积温稍多、日照偏少、棉铃虫危害严重。1992 年气候条件不如平常年。

2 试验结果及分析

2.1 吨产技术体系数学模型

试验结果列于表 4。根据试验设计,确定多元二次回归模型为:

$$Y=b_0+\sum_{j=1}^mb_jx_j+\sum_{i<j}b_{ij}x_ix_j+\sum_{j=1}^mb_{jj}x_j^2 \quad (m=5)$$

利用最小二乘法原理,依据试验产量数据计算方程中各项参数估计值,建立回归效应方程。

$$Y=869.62+114.79X_1+15.73X_2+26.54X_3+61.82X_4-1.58X_5+42.54X_1X_2+2.95X_1X_3+14.29X_1X_4-15.76X_1X_5+5.95X_2X_3-6.56X_2X_4+3.39X_2X_5+57.43X_3X_4+14.78X_3X_5-32.19X_4X_5-45.36X_1^2-17.13X_2^2+25.98X_3^2+33.83X_4^2-6.83X_5^2$$

方差分析 F 检验结果达到极显著水平,拟合较好,理论产量与实际产量复相关系数 $R=0.9189364$,见表 4、5。

表 4 五因子 (1/2) 二次通用旋转设计试验结果

试验区号	处 理					三项生育调查结果			产量结果及分析(kg/亩)		
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	株高	穗长	叶面积系数	y	y'	y-y'
1	-1	-1	-1	-1	1	267	20.7	4.56	726.3	786.039	-59.73896
2	-1	-1	-1	1	-1	269	21.5	4.48	753.6	787.3224	-34.12238
3	-1	-1	1	-1	-1	259	18.0	4.69	585.5	620.4973	-34.99732
4	-1	-1	1	1	1	280	21.3	4.57	859.9	894.6807	-34.78064
5	-1	1	-1	-1	-1	277	19.5	4.83	636.1	670.4391	-34.33911
6	-1	1	-1	1	1	268	21.0	5.23	609.0	643.1225	-34.12244
7	-1	1	1	-1	1	268	20.6	5.17	679.2	714.1975	-34.9975

续表 4

试验区号	处 理					三项生育调查结果			产量结果及分析(kg/亩)		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	株高	穗长	叶面积系数	y	y'	y-y'
8	-1	1	1	1	-1	266	21.8	4.67	836.9	846.2808	-9.380738
9	1	-1	-1	-1	-1	263	21.7	5.94	890.1	871.1725	18.92749
10	1	-1	-1	1	1	278	19.1	5.86	869.8	850.6557	19.14429
11	1	-1	1	-1	1	268	20.3	6.18	844.6	826.3308	18.26917
12	1	-1	1	1	-1	278	20.2	6.23	1162.3	1118.414	43.88599
13	1	1	-1	-1	1	273	20.2	6.22	1008.0	989.0724	18.92761
14	1	1	-1	1	-1	284	22.8	6.32	1115.3	1070.756	44.54444
15	1	1	1	-1	-1	275	21.5	6.19	952.3	908.6309	43.66913
16	1	1	1	1	1	271	21.9	6.76	1208.1	1164.214	43.88587
17	-2	0	0	0	0	258	20.8	4.84	593.7	458.6115	135.0885
18	2	0	0	0	0	259	18.6	7.07	789.0	917.7782	-128.7782
19	0	-2	0	0	0	267	20.9	5.83	798.2	769.6447	28.5553
20	0	2	0	0	0	279	20.9	6.09	810.3	832.5448	-22.24475
21	0	0	-2	0	0	277	21.2	5.62	947.7	920.4616	27.23847
22	0	0	2	0	0	268	22.5	6.15	1005.7	1026.628	-20.92828
23	0	0	0	-2	0	280	22.3	6.95	910.3	881.3114	28.98853
24	0	0	0	2	0	270	21.5	6.46	1105.9	1128.578	-22.6781
25	0	0	0	0	-2	269	21.6	5.68	823.2	845.4449	-22.24494
26	0	0	0	0	2	280	19.4	5.79	867.7	839.1449	28.55512
27	0	0	0	0	0	266	20.6	6.07	756.0	869.6177	-113.6177
28	0	0	0	0	0	296	20.9	5.73	750.4	869.6177	-119.2177
29	0	0	0	0	0	280	18.6	5.96	797.6	869.6177	-72.0177
30	0	0	0	0	0	275	20.5	6.12	998.1	869.6177	128.4823
31	0	0	0	0	0	281	22.3	6.18	928.9	869.6177	59.28235
32	0	0	0	0	0	275	23.4	6.00	980.4	869.6177	110.7824

R=0.9189364

表 5 方 差 分 析

来 源	df	SS	MS	F	显著性
回 归 U	20	676211	33810.55	2.9849	* *
离回归 Q	11	124995	11326.82		
总 和 T	31	800806			
纯误差 E	5	64597	12919.4		
失 拟 L	6	59998.03	9999.67	0.774	

2.2 主效应分析

经过线性编码代换后,偏回归系数已经标准化,直接从其绝对值有大小可判明因子的重要程度(其符号表明因子效应作用的方向)。直接评定结果是:密度(X₁)>磷肥(X₄)>氮肥(X₃)>农肥(X₂)>钾肥(X₅)。

2.3 交互效应分析

本试验中有五个自变量,共有 10 种两两

之间交互的组合,经电算分析的结果列于表 6 至表 15。见图 1 至图 10。

2.3.1 密度与农肥、氮肥、磷肥、钾肥的交互作用。从表 6、7、8、9 和图象 1、2、3、4 可以看出:产量(Y)随着密度(X₁)增加而增加;随着农肥(X₂)的增加而平稳下降;随着氮肥(X₃)、磷肥(X₄)、钾肥(X₅)的增加而上升。两线均在“0”水平附近交叉,说明各因子在“0”水平附近时,即 X₁=4000、X₂=2000、X₃=15、X₄=7.5、X₅=10 左右时综合效果最好。

2.3.2 农肥与氮肥、磷肥、钾肥的交互作用。从表 10、11、12 和图象 5、6、7 可以看出:产量(Y)随着农肥(X₂)的增加而平稳下降;随着氮肥(X₃)、磷肥(X₄)、钾肥(X₅)的增加而增加。两线均在“0”水平附近交叉,说明各因子在“0”水平附近时综合效果最好。

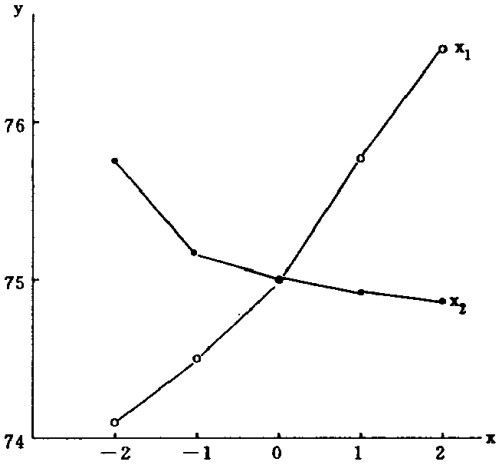


图1 密度农肥对产量作用

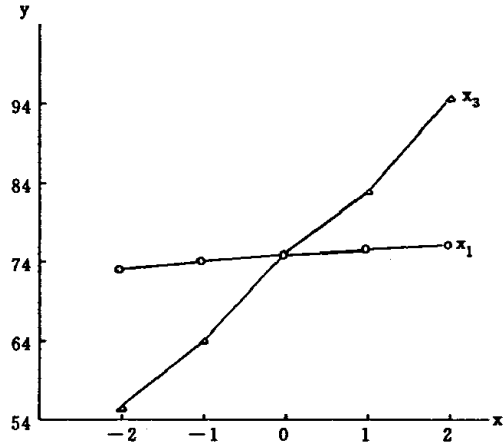


图2 密度氮肥对产量作用

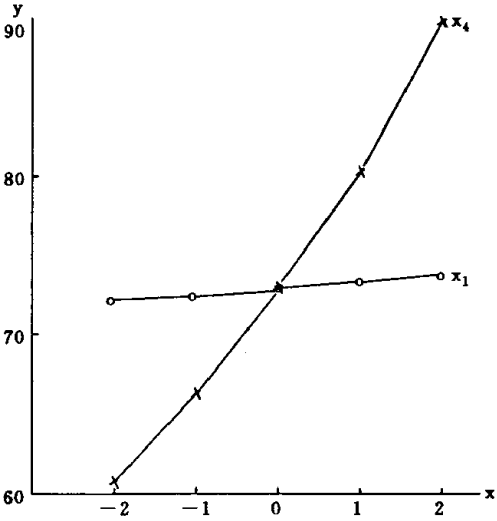


图3 密度磷肥对产量作用

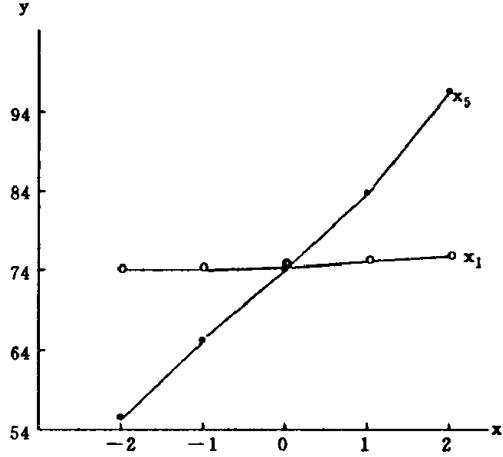


图4 密度钾肥对产量作用

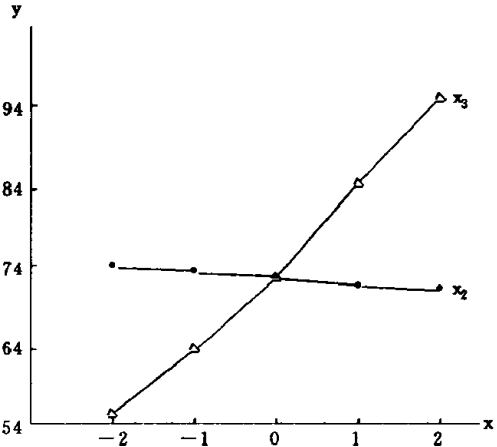


图5 农肥氮肥对产量作用

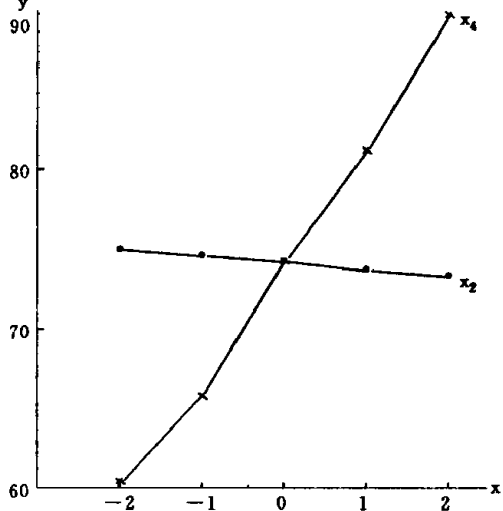


图6 农肥磷肥对产量作用

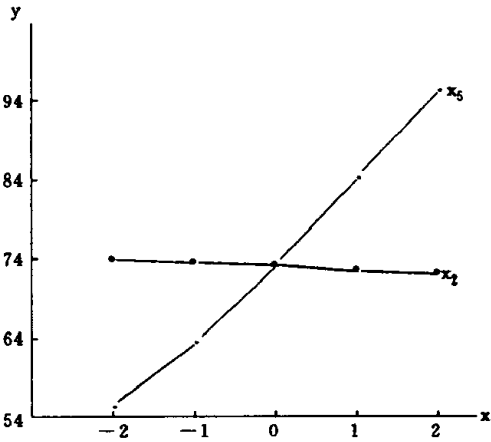


图7 农肥钾肥对产量作用

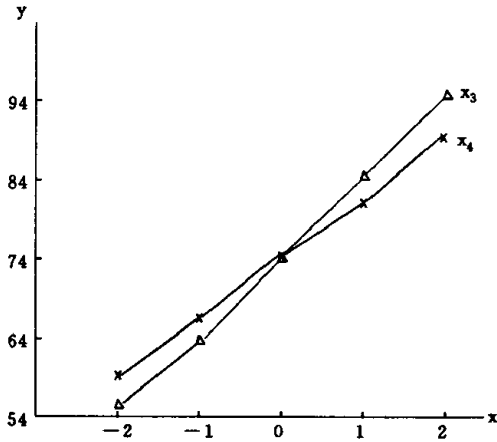


图8 氮肥磷肥对产量作用

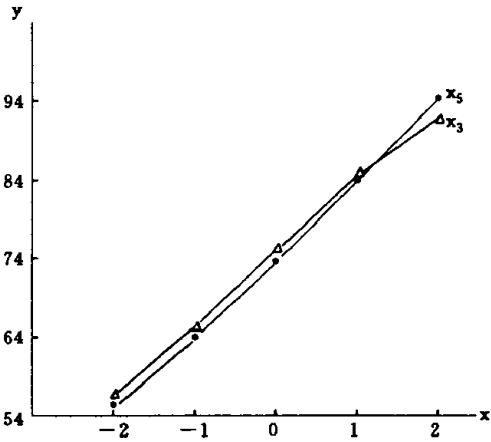


图9 氮肥钾肥对产量作用

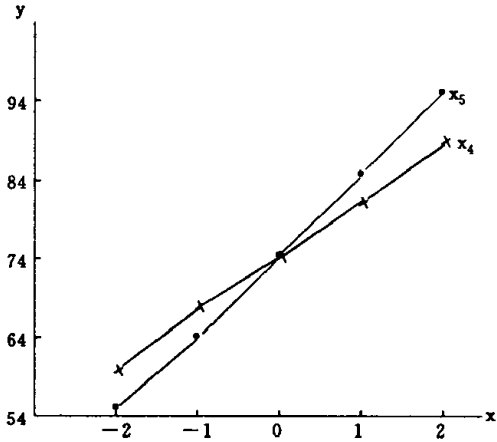


图10 磷肥钾肥对产量作用

表 6 密度 (X₁) 和 农 肥 (X₂) 对 产 量 (Y) 交 互 效 应 值

X ₁ \ X ₂		-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
		0	1000	2000	3000	4000			
-2	3000	70.803	72.317	73.959	75.730	77.630	74.088	2.701	0.036
-1	3500	73.151	73.703	74.383	75.192	76.130	74.512	1.184	0.016
0	4000	75.627	75.217	74.936	74.783	74.759	75.064	0.365	0.005
1	4500	78.233	76.860	75.617	74.503	73.517	75.746	1.868	0.025
2	5000	80.967	78.633	76.627	74.351	72.403	76.556	3.387	0.044
平 均 值		75.756	75.346	75.064	74.912	74.888			
标 准 差		4.019	2.499	0.984	0.559	2.070			
CV		0.053	0.033	0.013	0.007	0.028			

表 7 密度 (X₁) 和 氮肥 (X₃) 对 产量 (Y) 交互 效应 值

X ₁ \ X ₃	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	5	10	15	20	25			
-2 3000	56.917	65.482	73.959	82.347	90.647	73.870	13.333	0.180
-1 3500	55.439	64.956	74.383	83.722	92.972	74.294	14.836	0.200
0 4000	54.091	64.558	74.936	85.225	95.426	74.847	16.339	0.218
1 4500	52.871	64.288	75.617	86.857	98.009	75.528	17.842	0.236
2 5000	51.780	64.148	76.427	88.618	100.720	76.339	19.345	0.253
平 均 值	54.220	64.686	75.064	85.354	95.555			
标 准 差	2.034	0.541	0.984	2.482	3.984			
CV	0.038	0.008	0.013	0.029	0.042			

表 8 密度 (X₁) 和 磷肥 (X₄) 对 产量 (Y) 交互 效应 值

X ₁ \ X ₄	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	2.5	5	7.5	10	12.5			
-2 3000	58.060	65.921	73.959	82.173	90.563	74.135	12.849	0.173
-1 3500	59.085	66.646	74.383	82.296	90.386	74.559	12.374	0.166
0 4000	60.239	67.499	74.936	82.548	90.337	75.112	11.899	0.158
1 4500	61.522	68.481	75.617	82.929	90.418	75.793	11.423	0.151
2 5000	62.933	69.592	76.427	83.439	90.627	76.604	10.948	0.143
平 均 值	60.368	67.628	75.064	82.677	90.466			
标 准 差	1.930	1.456	0.984	0.516	0.121			
CV	0.032	0.022	0.013	0.006	0.001			

表 9 密度 (X₁) 和 钾肥 (X₅) 对 产量 (Y) 交互 效应 值

X ₁ \ X ₅	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	0	5	10	15	20			
-2 3000	57.147	65.489	73.959	82.559	91.287	74.088	13.496	0.182
-1 3500	55.719	64.987	74.383	83.908	93.562	74.512	14.959	0.201
0 4000	54.421	64.614	74.936	85.386	95.966	75.064	16.423	0.219
1 4500	53.251	64.370	75.617	86.993	98.499	75.746	17.886	0.236
2 5000	52.210	64.254	76.427	88.729	101.160	76.556	19.350	0.253
平 均 值	54.550	64.743	75.064	85.515	96.095			
标 准 差	1.955	0.502	0.984	2.442	3.904			
CV	0.036	0.008	0.013	0.029	0.041			

表 10 农 肥 (X₂) 和 氮肥 (X₃) 对 产量 (Y) 交互 效应 值

X ₂ \ X ₃	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	5	10	15	20	25			
-2 0	53.580	64.648	75.627	86.518	97.320	75.539	17.290	0.229
-1 1000	53.771	64.538	75.217	85.807	96.309	75.128	16.815	0.224
0 2000	54.091	64.558	74.936	85.225	95.426	74.847	16.339	0.218
1 3000	54.539	64.705	74.783	84.772	94.672	74.694	15.864	0.212
2 4000	55.117	64.982	74.759	84.447	94.047	74.670	15.389	0.206
平 均 值	54.220	64.686	75.064	85.354	95.555			
标 准 差	0.620	0.178	0.365	0.827	1.299			
CV	0.011	0.003	0.005	0.010	0.014			

表 11 农肥 (X₂) 和 磷肥 (X₄) 对 产量 (Y) 交互效应值

X ₂ \ X ₄	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	2.5	5	7.5	10	12.5			
-2 0	64.733	70.092	75.627	81.339	87.227	75.804	8.893	0.117
-1 1000	62.422	68.731	75.217	81.879	88.718	75.393	10.396	0.138
0 2000	60.239	67.499	74.936	82.548	90.339	75.112	11.899	0.158
1 3000	58.185	66.396	74.783	83.346	92.086	74.959	13.401	0.179
2 4000	56.260	65.421	74.759	84.273	93.963	74.935	14.904	0.199
平 均 值	60.368	67.628	75.064	82.677	90.466			
标 准 差	3.351	1.850	0.365	1.167	2.666			
CV	0.056	0.027	0.005	0.014	0.029			

表 12 农肥 (X₂) 和 钾肥 (X₅) 对 产量 (Y) 交互效应值

X ₂ \ X ₅	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	0	5	10	15	20			
-2 0	53.810	64.654	75.627	86.729	97.960	75.756	17.452	0.230
-1 1000	54.051	64.570	75.217	85.993	96.899	75.346	16.937	0.225
0 2000	54.421	64.614	74.936	85.386	95.966	75.064	16.423	0.219
1 3000	54.919	64.787	74.783	84.908	95.162	74.912	15.908	0.212
2 4000	55.547	65.089	74.759	84.559	94.487	74.888	15.393	0.206
平 均 值	54.550	64.743	75.064	85.515	96.095			
标 准 差	0.697	0.210	0.365	0.866	1.378			
CV	0.013	0.003	0.005	0.010	0.014			

表 13 氮肥 (X₃) 和 磷肥 (X₄) 对 产量 (Y) 交互效应值

X ₃ \ X ₄	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	2.5	5	7.5	10	12.5			
-2 5	35.547	44.731	54.091	63.627	73.340	54.267	14.940	0.275
-1 10	47.937	56.159	64.558	73.132	81.883	64.734	13.419	0.207
0 15	60.239	67.499	74.936	82.548	90.337	75.112	11.899	0.158
1 20	72.452	78.750	85.225	91.876	98.703	85.401	10.378	0.112
2 25	84.577	89.913	95.426	101.115	106.980	95.602	8.857	0.093
平 均 值	60.150	67.411	74.847	82.460	90.249			
标 准 差	19.381	17.860	16.339	14.818	13.298			
CV	0.322	0.265	0.218	0.180	0.147			

表 14 氮肥 (X₃) 和 钾肥 (X₅) 对 产量 (Y) 交互效应值

X ₃ \ X ₅	-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
	0	5	10	15	20			
-2 5	34.923	44.443	54.091	63.868	73.773	54.220	15.357	0.283
-1 10	44.716	54.573	64.558	74.671	84.914	64.686	15.890	0.246
0 15	54.421	64.614	74.936	85.386	95.966	75.064	16.423	0.219
1 20	64.036	74.566	85.225	96.013	106.929	85.354	16.955	0.199
2 25	73.564	84.430	95.426	106.550	117.803	95.555	17.488	0.183
平 均 值	54.332	64.525	74.847	85.298	95.877			
标 准 差	15.274	15.807	16.339	16.872	17.405			
CV	0.281	0.245	0.218	0.198	0.182			

表 15 磷肥 (X₄) 和 钾肥 (X₅) 对 产 量 (Y) 交 互 效 应 值

X ₄ \ X ₅		-2	-1	0	1	2	平均值	标准差	CV
		0	5	10	15	20			
-2	2.5	36.067	48.089	60.239	72.519	84.927	60.368	19.314	0.320
-1	5	45.156	56.263	67.499	78.864	90.358	67.628	17.868	0.264
0	7.5	54.421	64.614	74.936	85.386	95.966	75.064	16.423	0.219
1	10	63.862	73.141	82.548	92.085	101.750	82.677	14.977	0.181
2	12.5	73.480	81.844	90.337	98.959	107.710	90.446	13.531	0.150
平 均 值		54.597	64.790	75.112	85.563	96.142			
标 准 差		14.790	13.344	11.899	10.453	9.007			
CV		0.271	0.206	0.158	0.122	0.094			

2.3.3 氮肥与磷肥、钾肥和磷肥与钾肥的交互作用。看表 13、14、15 和图象 8、9、10，产量 (Y) 随着氮肥 (X₃)、磷肥 (X₄)、钾肥 (X₅) 的增加而增加。两线之交叉点也均在“0”水平附近，且两线的方向大体一致，说明三种化肥之间相互促进作用相一致。

2.4 优化方案的筛选

本试验吨产出现频率，电子计算机显示出现 835 次占 26.7% (见表 16)，说明在本试验条件下，措施合理吨产完全可以实现。各项因子的取值范围及对应值如表 17、18。

表 16 Y>1000kg 产量频率分布表 (835/3125)

因 素 \ 水 平	-2	-1	0	1	2
X ₁	14	77	173	281	284
X ₂	92	132	178	213	220
X ₃	175	103	110	179	268
X ₄	125	57	93	212	348
X ₅	188	181	175	154	137

表 17 Y>1000kg 产量各因素取值范围

因素	平均值	标准差	取 值 范 围	间 隔
X ₁	0.89	0.036	+0.8024—+0.9617	3.533384E-02
X ₂	0.40	0.046	+0.3130—+0.4942	0.0452832
X ₃	0.31	0.053	+0.2084—+0.4191	5.267923E-02
X ₄	0.72	0.050	+0.6211—+0.8184	4.932127E-02
X ₅	-0.15	0.048	-0.2498—-0.0591	4.767654E-02

表 18 各因素具体取值范围

因 素	单 位	取 值
X ₁ 种植密度	株/亩	4410.2—4480.8
X ₂ 施农肥量	kg/亩	2313.0—2492.4
X ₃ 施氮肥量	kg/亩	16.0—17.1
X ₄ 施磷肥量	kg/亩	9.1—9.5
X ₅ 施钾肥量	kg/亩	8.8—9.7

3 小结与讨论

3.1 本文效应方程是根据“五元二次通用旋转设计”试验数据制成的，拟合良好，达到 0.01 极显著水平。客观的反映了辽西半干旱地区，中等地力、旱作条件下，密度、农肥、氮肥、磷肥、钾肥合理组装完全可以实现一季玉米产吨粮 (即 15t/ha)。对指导辽西旱作玉米生产有实际意义。

3.2 密度、农肥、氮肥、磷肥、钾肥五项措施均对玉米产量有影响，但主次作用不尽相同，按计算机显示偏回归系数比较是：密度 (114.79) > 磷肥 (61.82) > 氮肥 (26.54) > 农肥 (15.73) > 钾肥 (-1.58)。密度是玉米吨产的关键性措施。然而密度与玉米群体结构和布局密切相关。

3.3 叶面积指数合理范围，过去一般认为玉米的合理叶面积指数最大不超过 4。本试验用农大 60 二比空双株紧靠方式，>950kg/亩小区叶面积指数平均 6.26；>1000kg/亩小区叶面积指数为 6.35，其中 1200kg/亩的达到 6.76 (见表 4) 和山东李登海用紧凑型玉米创造高产叶面积指数达到 6 以上的实践一致。可以认为玉米吨产的合理叶面积指数要在 6 以上。

3.4 二比空双株紧靠的栽培方式较好的解决了密植与通风透光的矛盾。为了达到相当的密度，采取二比空双株紧靠是最为有效的。这一点已被多年的生产实践所证实。

3.5 农肥在本试验中的作用 (下转第 47 页)

(上接第 39 页)

居第四位,表明“没有万斤粪难打千斤粮”之说已失去现实意义,目前种植业生产中比较效益,粮食生产尤其是玉米生产效益是比较低的。在保护地蔬菜和麦菜复种大面积开发的情况下,已经没有什么粪肥给大田作物了。本试验表现出产量随着农肥的增加而下降。无农肥区和最高农肥区的产量只相差 2.2%,而且实践中不施农肥获得玉米吨产的情况也不稀罕。进一步证明北京农大王树安教授的“以无机促有机”论断的正确性。

3.6 氮、磷、钾合理搭配以肥保密。试验表明对化肥的需求量也有一定限度,不是越多越好。在本试验约束条件下,N 不宜超过 17.1 kg, P_2O_5 不宜超过 9.5kg, K_2O 不宜超过 9.7 kg,其最佳配比为 1 : 0.56 : 0.55。氮、磷、钾之间相互促进作用相同,并与密度方向大体一致。在氮、磷、钾科学搭配达到一定水平实现“以肥保密”促进“以密保产”。

3.7 辽西半干旱地区旱作条件下,玉米增产潜力可以达到 1200kg (18t/ha)。考虑到“增产增收”达到“高效益”。玉米吨产 (15t/ha) 的最佳农艺方案是:

“农大 60 (或沈单 7 号、掖单 13)——二比空双株紧靠——4500 株 (67500 株/ha)——农肥 2500kg (37500kg/ha)—— $N16kg$ (240kg/ha)—— $P_2O_5 9kg$ (135kg/ha)—— $K_2O 8kg$ (120kg/ha)”。

本试验只从农艺措施的角度研究分析了密度、农肥、氮肥、磷肥、钾肥对玉米产量的影响及其相互关系。然而实现旱作玉米吨粮田,还需要其他方面的措施相配合,譬如,加强农田建设增强农业后劲、植物保护和生物激素的应用等。

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,1986,123—130
- [2] 李树田,玉米双株紧靠栽培技术研究,《高等农业教育》,1989,增刊,106—113