

夏玉米高产栽培技术模式研究

张修亭

耿忠立

牛克俭

(山东曲阜市农技站, 273100)

(济宁农业学校, 272100)

摘要 采取正交旋转回归设计,以种植密度、麦田套播期、施肥量(N, P_2O_5, K_2O)为试验因子,以公顷单产 12000kg 为目标函数。研究表明,在黄淮海内陆地区高产夏玉米种植密度,施肥量为限制因素。提出了夏玉米单产 12000kg 以上,以合理种植密度和施肥量为主要措施的配套栽培技术,经过三年试验验证达到了预期结果。

关键词 夏玉米 种植密度 播种期 施肥量 正交旋转回归设计

进入 80 年代以来,随着玉米生产的发展,开始了对夏玉米栽培技术模式化的研究^[1],提出了单产 6000~10500kg/ha 的优化栽培方案^{[1][2]},但在黄淮海内陆地区单产 12000kg 的配套栽培模式研究尚未见报道。本试验在研制其高产栽培模式的同时应用于生产,达到了预期目标,为黄淮海内陆地区夏玉米大面积向高产更高产方向发展提供了样板和配套技术。

1 材料和方法

供试品种:掖单 13。

麦田套种,1992~1994 年在曲阜市刘村、东林西两点三年六次重复进行试验。以种植密度、播种期、施肥量(N, P_2O_5, K_2O)三项措施为试验因子,每个因子设 5 个水平,见表 1。采取正交旋转回归设计,计算机优化方案列表 1-1。6 行区,行距 0.55m,小区面积 20m²,共 20 个小区,田间排列列表 1-2。试验选择土壤肥沃,水浇条件好的地块,土壤耕作层 20~25cm,属潮褐土,耕层质地轻壤,轮灌周期 3~5 天。前茬作物小麦单产 6375kg 以上。耕作层土壤营养含量有机质 1.2%,全 N 0.092%,全 P 0.10%,碱解 N 72mg/kg,速效纯 P 13.5mg/kg,速效 K 105mg/kg。土杂肥, P、K 肥作底肥或苗期补施, N 肥分三期施用,叶令指数 30%施追肥量的 30%(拔节肥),叶令指数 60%施追肥量的 60%(攻穗肥),叶令指数 90%施追肥量的 10%(攻粒

肥)。其它管理同大田。9 月 15~20 日收获,收中间 4 行称重,取其中一行折干、考种。

表 1 因子水平及编码

编 码	X_1 种植密度 (株/ha)	X_2 播种期 (日/月)	X_3 施肥量(kg/ha)		
			N	P_2O_5	K_2O
-1.682	67500	25/5	390	126	312
-1.000	75000	30/5	465	171	372
0.000	82500	4/6	540	216	432
1.000	90000	9/6	615	261	492
1.682	97500	14/6	690	306	552
变化间距	7500	5	75	45	60

表 1-1 小区编号结构矩阵

小区编号	X_1	X_2	X_3
1	1	1	1
2	1	1	-1
3	1	-1	1
4	1	-1	-1
5	-1	1	1
6	-1	1	-1
7	-1	-1	1
8	-1	-1	-1
9	1.682	0	0
10	-1.682	0	0
11	0	1.682	0
12	0	-1.682	0
13	0	0	1.682
14	0	0	-1.682
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

表 1-2 田间小区种植设计

一区	4	6	8	10	12
二区	2	3	5	1	7
三区	9	11	13	15	17
四区	19	16	20	14	18

2 结果与分析

2.1 产量结果

由表 2 可知小区平均产量最高为 17 小区,单产为 15251kg;最低为 13 小区,平均单产为 12827kg。各小区试验因子处理不同作用也不同。

表 2 小区产量统计 (kg)

小区 编码	1992 年		1993 年		1994 年		平 均		位次
	刘 村	东林西	刘 村	东林西	刘 村	东林西	$\bar{x}$	折公顷单产	
1	28.7	29.0	29.4	29.2	29.3	29.1	29.12	14561	7
2	28.1	28.6	28.4	28.5	28.7	28.3	28.43	14216	9
3	28.1	28.7	28.9	28.8	28.3	28.5	28.55	14276	8
4	27.8	28.0	27.9	27.5	28.5	27.9	27.93	13966	10
5	26.8	26.5	26.7	27.1	26.9	26.9	26.82	13411	11
6	26.5	25.8	25.5	25.9	26.1	25.8	25.93	12966	14
7	25.8	26.5	26.9	26.3	26.2	26.1	26.30	13151	13
8	25.6	25.7	26.1	25.5	25.8	25.3	25.67	13336	16
9	24.5	24.9	25.1	24.5	24.7	24.1	26.63	13316	12
10	25.8	25.9	26.0	25.6	25.7	25.3	25.72	12861	15
11	25.0	25.1	26.0	25.7	25.6	25.5	25.48	12741	18
12	23.9	24.0	26.1	24.9	25.8	24.6	24.88	12441	19
13	24.9	25.7	26.2	25.9	25.6	25.6	25.65	12827	17
14	23.5	24.3	24.5	24.1	24.1	23.9	24.07	12036	20
15	29.9	31.1	29.7	30.9	29.4	30.8	30.32	15161	3
16	30.1	31.0	30.0	30.5	29.6	30.3	30.25	15125	4
17	29.8	31.1	31.1	30.8	29.7	30.5	30.50	15251	1
18	29.5	30.9	30.9	30.8	29.1	30.4	30.27	15136	6
19	29.7	31.2	30.2	30.5	29.5	30.3	30.23	15116	5
20	29.9	31.0	30.1	30.9	29.9	30.6	30.40	15201	2

2.2 产量方程的建立

利用山东省农业科技中心编制的旋转回

归程序,由计算机逐点计算并建立方程。各产量方程回归系数列于表 3。

表 3 各点回归系数统计

系 数	点 次	1992 年		1993		1994 年		$\bar{x}$
		刘 村	东林西	刘 村	东林西	刘 村	东林西	
b_1		14.40	19.88	19.22	18.04	19.75	18.72	26.59
b_2		11.24	6.98	14.31	9.55	4.65	9.33	6.93
b_3		9.23	12.16	16.63	17.13	10.04	15.02	13.48
b_{12}		-4.13	3.38	7.63	0.88	0.85	-1.38	1.38
b_{13}		1.63	-1.38	1.01	-0.12	-3.37	-2.13	-0.88
b_{23}		1.63	-1.63	1.63	-0.88	5.13	2.13	1.38
b_{11}		-26.55	-37.55	-34.27	-40.30	-27.97	-40.55	-25.15
b_{22}		-35.61	-48.34	-27.91	-37.03	-21.61	-35.92	-38.06
b_{33}		-38.88	-42.56	-36.97	-41.07	-32.59	-39.78	-42.11

由表 3 可见各点次试验因子与产量的关系。同时可以看出,各因子尽管作用不同,但产量方程一次项和二次项回归系数除个别试验点正负值有差异外,多数趋势近似,尤其一次项 b_1 在各试验点皆为正值,最大值 F 检验达到极显著水平。因此利用三年六次所建立的方程趋势一致,即用平均值建立方程: $y = 994.38 + 26.59x_1 + 6.93x_2 + 13.48x_3 + 1.38x_1x_2 - 0.88x_1x_3 + 1.38x_2x_3 - 25.15x_1^2 - 38.06x_2^2 - 42.11x_3^2$ 该函数方程可反映内陆地区麦套玉米单产 12000kg 以上种植密度、播种期、施肥量三因子与产量的关系。可作为玉米高产栽培促控措施的依据。

2.3 高产玉米三因子的主次关系

2.3.1 单因子效应。由产量方程一次项各因

子作用可见,三因子对产量的影响效应为: $x_1 > x_3 > x_2$ 。将产量方程因子分别固定在 -1.682、0、1.682 水平,各因子效应不同。当因子为 -1.682 水平时,三因子作用为 $x_1 > x_3 > x_2$;当因子为 0 水平时,三因子作用为 $x_1 > x_3 > x_2$;当因子为 1.682 水平时,三因子作用为 $x_1 > x_2 > x_3$ 。表明各因子所处水平不同,产量随因子水平的变化而变化。如果提高或降低其中任何一个因子水平,都会因比例关系失调而影响产量。在三因子作用中,以种植密度影响最大,次之为施肥量和播种期。

2.3.2 交互作用。所建方程三因子三个交互作用中,均达到极显著水平。其作用程度是 $x_2x_3 > x_1x_3 > x_1x_2$ 。分析结果列入表 4、表 5、表 6。

表 4 X_1-X_2

$X_2 \backslash X_1$	-1.682	-1.000	0.0	1.000	1.682	V	S
-1.682	582.14	640.04	691.29	692.24	667.12	654.56	45.77
-1.000	646.18	704.62	756.75	758.54	733.97	720.01	46.68
0.0	686.18	745.48	798.97	802.16	778.45	762.25	48.14
1.000	650.06	710.23	765.06	769.65	746.80	728.36	49.64
1.682	588.46	649.17	704.90	710.32	688.01	668.17	50.58
V	630.60	689.91	743.40	746.58	722.87	S=	44.26

表 5 X_1-X_3

$X_3 \backslash X_1$	-1.682	-1.000	0.000	1.000	1.682	V	S
-1.682	632.81	688.51	736.26	733.71	706.40	699.54	42.24
-1.000	700.30	756.55	805.16	803.47	776.70	768.44	43.09
0.000	745.81	802.91	852.90	852.59	826.68	816.18	44.48
1.000	715.18	773.15	824.52	825.58	800.53	787.79	45.89
1.682	657.04	715.55	767.78	769.70	745.20	731.05	46.80
V	690.23	745.34	797.32	797.01	771.10	S=	45.31

表 6 X_2-X_3

$X_3 \backslash X_2$	-1.682	-1.000	0.0	1.000	1.682	V	S
-1.682	600.15	664.19	704.19	668.07	606.47	648.61	44.26
-1.000	677.81	742.39	783.25	748.00	686.94	727.68	44.34
0.0	732.91	798.36	840.60	806.71	746.52	785.02	44.54
1.000	703.80	770.10	813.72	781.21	721.88	758.14	44.81
1.682	642.46	709.31	753.79	722.14	663.36	698.21	45.02
V	671.43	736.37	779.11	745.23	685.03	S=	51.93

2.3.3 边际效应。将三因子水平分别控制在0、1.682、-1.682水平时,三因子边际效应作用分别为: $x_1 > x_3 > x_2$, $x_3 > x_2 > x_1$, $x_3 > x_1$ 。其效应结果列于表7、表8、表9。

表7 0水平因子边际效应

	-1.682	1.000	0.0	1.000	1.682
X_1	111.2	76.9	26.6	-23.7	-58.0
X_2	135.0	83.1	6.9	-69.7	-121.1
X_3	155.1	97.7	13.5	-70.7	-128.2

表8 1.682水平因子边际效应

	-1.682	-1.000	0.0	1.000	1.682
X_1	112.2	77.9	27.6	-22.7	-57.0
X_2	140.5	88.6	12.4	-63.7	-115.6
X_3	156.1	98.7	14.5	-69.7	-127.2

表9 -1.682水平因子边际效应

	-1.682	-1.000	0.0	1.000	1.682
X_1	110.2	75.9	25.6	-24.7	-59
X_2	129.5	77.6	1.4	-74.7	-126.6
X_3	154.1	96.7	12.5	-71.7	-129.2

3 优化方案应用结果

在列区进行优化方案试验的目的,采取0水平设计于类似区域分别在刘村、东林西、李庄、店子四点三年十二项次进行应用效应验证,结果见表10,所有设计应用单产都在12000kg以上,验证了优化方案的可行性。1992~1994年,在曲阜市范围夏玉米高产区示范应用,按全市平均玉米产量水平统计结果列于表11,带动了大面积夏玉米连年丰产。

表10 0水平大田验证结果统计

年 度	地 点	面积(ha)	穗/ha	粒/穗	g/千粒	理 论(kg/ha)	实 收(kg/ha)
1992年	刘 村	0.19	85425	571.5	330	16110.0	13698
	东林西	0.23	79905	572.1	330	15085.5	13587
	李 庄	0.17	81405	556.6	330	14952.0	13308
	店 子	0.17	85680	510.8	330	1444.0	13287
1993年	刘 村	0.19	84255	585.0	340	15082.5	13592.4
	东林西	0.23	79875	581.0	340	14200.7	13402.8
	李 庄	0.17	76935	597.0	340	14054.7	12890.4
	店 子	0.17	87420	491.1	340	13137.2	12770.6
1994年	刘 村	0.19	82500	537.7	340	13574.3	13396.5
	东林西	0.23	73455	581.0	340	13059.2	12894.8
	李 庄	0.17	73320	567.0	340	12721.2	12145.7
	店 子	0.17	96600	430.2	340	12716.6	12108.8
合计平均		2.28	82231.5	548.4	336.7	15183.0	13120.8

表11 曲阜市大田夏玉米生产情况

前三年平均	1992年	1993年	1994年
万公顷 单产	万公顷 单产	万公顷 单产	万公顷 单产
2.0 6090	2.08 7755	2.06 7860	2.16 8265

注:前三年指1989~1991年。

4 小结与讨论

4.1 多点次试验结果所建立的产量方程: $y = 994.38 + 26.59x_1 + 6.93x_2 + 13.48x_3 +$

$1.38x_1x_2 - 0.88x_1x_3 + 1.38x_2x_3 - 25.15x_1^2 - 38.06x_2^2 - 42.11x_3^2$ 反映了黄淮海内陆地区高产夏玉米种植密度、播种期、施肥量三因子与产量的关系。可作为高产玉米区制定栽培技术措施的依据。

4.2 高产田夏玉米各因子在不同水平下作用不同,各因子在0水平条件下,种植密度作用最大,其次为施肥量。

4.3 试验因子效应表明,在高产玉米生产条

件下,三因子必须协调,单独增加或减少一个因子水平都达不到丰产丰收的目的。

4.4 试验表明,黄淮海内陆地区夏玉米单产12000kg以上的农艺措施指标为(在选用掖单13号良种前提下),种植密度82500±3750株/ha;麦田套种播种期为5月30日至6月4日;施肥量N540±37.5kg/ha, P₂O₅216±18kg/ha, K₂O432±30kg/ha。在肥料运筹上,P、K肥以作底肥或麦后补施为好,N肥按叶龄指数分期运筹(叶龄指数

30%施拔节肥占30%,叶龄指数60%施攻穗肥占60%,叶龄指数90%施攻粒肥占10%)增产效果显著。

参 考 文 献

- [1]胡昌浩主编,《山东玉米科技进展》,1994,北京农业大学出版社
- [2]牛玉贞等,《沂蒙山区夏玉米栽培优化方案探讨》,《山东农业科学》,1988,(3)
- [3]牛玉贞等,《夏玉米高产规范化栽培技术研究》,山东省玉米科学研究所,1992,9

1994年世界主要玉米生产国玉米面积和产量

项 目	面 积		单 产		总 产	
	(千公顷)	(万 亩)	(公斤/公顷)	(公斤/亩)	(千 吨)	(万 吨)
世 界	132682	199032	4303	287	570871	57087
美 国	29278	43917	8685	579	254274	25427
中 国	21161	31742	4931	329	104350	10435
巴 西	13725	20588	2341	156	32136	3214
墨 西 哥	7000	10500	2371	158	16600	1660
印 度	6000	9000	1750	117	10500	1050
前 苏 联	2972	4458	3300	220	9788	979
南 非	3904	5856	3308	221	12914	1291
南斯拉夫	2166	3249	5335	356	11557	1156
印 尼	3167	4750	2194	146	6949	695
菲 律 宾	3136	4704	1722	115	5400	540
罗马尼亚	2995	4493	3276	218	9812	981
阿 根 廷	2422	5133	4310	287	10439	1044
法 国	1682	2442	7670	511	12901	1290
匈 牙 利	1264	1896	3877	258	4900	490
泰 国	1200	1800	3167	211	3800	380
加 拿 大	933	1399	6833	456	6372	637
意 大 利	911	1366	8712	581	7939	794

资料来源:《联合国粮农组织生产月报》,1995年1、2月合刊。前苏联和南斯拉夫取1990年资料
(佟屏亚 供稿)