

密度和追肥量对玉米产量的影响

高明波^{1,2}, 金 益¹, 刘红军¹, 姚 友², 张道园²

(1. 东北农业大学, 哈尔滨 150030; 2. 哈尔滨市农业科学院, 哈尔滨 150070)

摘要: 采用二次旋转回归组合设计, 以玉米品种东庆 1 号、本育 9 号、东农 250、东农 0304 和东农 252 为试验材料, 研究了它们在密度为 37 500~67 500 株·hm⁻², 追肥量为 75~225 kg·hm⁻² 范围内的产量变化规律。结果表明: 不同玉米品种适合其种植的密度和追肥量不同; 东庆 1 号和东农 252 密度和追肥量的变化对其产量的影响较大, 其他 3 个品种密度和追肥量的变化对其产量影响不大。确定了 5 个品种的密度和追肥量的最佳组合方案, 建立了 5 个品种密度和追肥量变化与产量关系的回归模型。

关键词: 玉米; 密度; 追肥量; 产量; 栽培模式

中图分类号: S513.062 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2008)06-0038-04

Effect of Density and Additional Fertilizer Amount on Maize Yield

GAO Ming-bo^{1,2}, JIN Yi¹, LIU Hong-jun¹, YAO You², ZHANG Dao-yuan²

(1. Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin 150030; 2. Harbin Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150070)

Abstract: Taking maize variety Dongqing No. 1 (DQ1), Benyu No. 9 (BY9), Dongnong 250 (DN250), Dongnong0304(DN0304)and Dongnong 252(DN252) as test materials, using the quadratic rotator regress combination design of two factors and five levels, the rule of yield change under planting density of 37 500~67 500 individual plant·hm⁻², fertilizer capacity of 75~225 kg·hm⁻² was studied. The results indicated that different maize variety needed different planting density and fertilizer capacity, by which the yield of DQ1 and DN252 were affected greatly, the best planting density and fertilizer combination scheme of those 5 maize varieties was proposed, and it also constituted the regress model of the relationship between maize yield and the change of planting density and additional fertilizer amount.

Key words: maize; density; additional fertilizer amount; production; cultivation model

玉米是我国重要的粮食和饲料作物以及工业原料。黑龙江省是我国玉米的主要产区, 年播种面积 267 万多 hm², 而第一、二积温带又是大面积种植玉米的集中地带。目前, 在黑龙江省第一、二积温带玉米生产普遍存在的问题是栽培密度和氮肥的施用不当。栽培密度不当主要表现密度过大或过小, 密度过大虽然增加了植株的数量, 但过密使品种失去了本身的特征、特性, 导致单株生产力下降严重, 致使群体产量降低; 密度过小虽然单株生产力增加, 但群体株数不够, 也不能够使产量得到明显提高。施氮

水平主要表现在追肥量过大或过小, 追肥量过大往往会造成不必要的浪费, 从而增加玉米的生产成本; 追肥量过小又会使玉米营养供应不良, 从而影响玉米的产量。

本试验以黑龙江省第一、二积温带种植的 5 个品种东庆 1 号、本育 9 号、东农 250、东农 0304 和东农 252 为材料, 利用二次旋转回归组合设计, 研究密度和追肥量的变化对 5 个玉米品种产量的影响, 以及 5 个品种的合理栽培技术, 从而为大面积玉米生产提供科学参考。

1 材料与方法

试验于 2005 年在东北农业大学实验实习基地进行, 所用地块土壤类型为黑土, 前茬作物为大豆, 秋翻地、秋起垄^[4]。

收稿日期: 2008-04-08
基金项目: 黑龙江省科技厅资助项目 (GB04B103-03)
第一作者简介: 高明波(1978-), 男, 黑龙江双城市人, 农艺师, 在读硕士, 从事玉米育种研究。
通讯作者: 金益, E-mail: jinyi54@163.com。

1.1 供试品种

试验品种为东庆 1 号、东农 252、东农 0304、东农 250、本育 9 号。

1.2 试验设计

试验采用二次旋转回归组合设计^[5-6], 密度与施氮量分别为 5 个处理(见表 1)。

表 1 二次旋转回归组合设计及处理方案									
试验因素	变化距离	因素设计水平							
		- 1. 414	- 1	0	1	1. 414			
密度									
/ 株° hm ⁻²	10 608 15	37 500	41 891. 7	52 500	63 108 15	67 500			
尿素									
/ kg ° hm ⁻²	53. 025	75	96 975	150	203. 205	225			

1.3 取样、测定项目和方法

收获时从小区中部随机取 4. 2 m² 进行性状调

查, 测定小区产量。

1.4 统计分析

数据处理采用 DPS v8. 01 版本统计软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 玉米品种产量及其回归模型

由试验设置和各处理产量构成因素结果(见表 2), 采用二次旋转回归方法分析, 得到不同品种密度和追肥量与玉米产量的回归方程(见表 3), 即: 在该 5 个模型中, X_1 代表密度, X_2 代表追肥量, 常数项反映氮肥、密度的用量都取零水平时产量的多少, X_1 , X_2 系数反映密度、氮肥各自的增产效应; X_1X_2 系数反映密度与施氮量之间的交互作用; X_1^2 , X_2^2 系数反映密度、氮肥的报酬递减效应。

品种回归方程(见表 3), 东农 250 的 X_1 系数小

试验设置				产量/ kg ° hm ⁻²			
处理	密度/ 株° hm ⁻²	施 N 量/ kg ° hm ⁻²	东农 250	东农 0304	东农 252	本育九	庆 1 号
1	63108. 15	203. 025	10928. 57	9071. 429	7057. 143	11571. 43	9042. 857
2	63108. 15	96. 975	9642. 857	8285. 714	8028. 571	9196. 429	10571. 43
3	41891. 7	203. 025	8771. 429	12428. 57	6985. 714	9600	8642. 857
4	41891. 7	96. 975	8242. 857	9528. 571	8771. 429	7428. 571	9628. 571
5	67500	150	8714. 286	8028. 571	8714. 286	10742. 86	8957. 143
6	37500	150	6542. 857	9985. 714	9171. 429	9017. 857	10400
7	52500	75	7800	7285. 714	8857. 143	7128. 571	10571. 43
8	52500	225	11142. 86	9600	8228. 571	9971. 428	7942. 857
9	52500	150	9642. 857	8685. 714	6085. 714	9028. 571	11728. 57
10	52500	150	8228. 571	8542. 857	7400	9357. 143	10357. 14
11	52500	150	8028. 571	8542. 857	10142. 86	8171. 429	10057. 14
12	52500	150	9057. 143	8228. 571	9142. 857	9942. 857	10285. 71
13	52500	150	8085. 714	9457. 143	7342. 857	8800	10514. 29
14	52500	150	9028. 571	8142. 857	6285. 714	8714. 286	10342. 86
15	52500	150	9342. 857	8928. 571	8114. 286	10142. 86	11928. 57
16	52500	150	8557. 143	9085. 714	6628. 571	9860. 714	10914. 29

于 X_2 系数, 说明追肥量的影响大于密度的影响; X_1^2 的系数为负值, 说明东农 250 的密度为报酬递减效应, 当密度增加到一定程度, 产量将不再增加, X_2^2 的系数为正值, 说明东农 250 追肥量为递增效应, 随着追肥量的增加, 产量继续增加。本育 9 号 X_1 系数小于 X_2 系数, 也说明本育 9 号受追肥量的影响大于密度的影响; X_1^2 的系数为正值, 说明本育 9 号的密度为递增效应, 随着密度的增加, 产量也继续增加, X_2^2 的系数为负值, 说明本育 9 号的追肥量为报酬递减效应, 随着追肥量的增加, 密度下降。东农 0304 和东农 252 的 X_1 系数均为负值, 说明东农 0304 和东

农 252 都是随着密度的继续增加, 产量下降, X_2 系数为正值, 说明东农 0304 和东农 252 随着追肥量的增加, 产量增加; 东农 0304 和东农 252 X_1^2 的系数, X_2^2 的系数均为正值, 说明东农 252 和东农 0304 的密度和追肥量都是报酬递增效应, 密度的增加, 产量也继续增加。东庆 1 号 X_1 系数大于零, 说明密度增加, 产量增加, X_2 系数小于零, 说明追肥量增加, 产量下降; X_1^2 的系数, X_2^2 的系数均为负值, 说明东庆 1 号密度和追肥量为报酬递减效应, 密度和追肥量增加, 产量降低。

表 3 品种回归方程

品 种	回归方程
东农 250	$Y=8794.952+170.835X_1+927.776X_2-316.558X_1^2+604.871X_2^2+409.387X_1X_2$
本育九	$Y=9161.538+213.391X_1+1130.098X_2+430.379X_1^2-223.029X_2^2+136.155X_1X_2$
东农 0304	$Y=8622.697-357.469X_1+810.285X_2+511.431X_1^2+131.840X_2^2-647.651X_1X_2$
东农 252	$Y=7675.599-25.588X_1+532.518X_2+915.283X_1^2+118.029X_2^2+336.572X_1X_2$
东庆 1 号	$Y=10826.643+514.302X_1-663.625X_2-643.833X_1^2-777.136X_2^2-263.948X_1X_2$

2.2 玉米品种产量方差分析

通过对玉米品种产量进行方差分析(见表 4),结果表明:东农 250、本育 9 号、东农 0304 的 $F_1>4.35$,可见这 3 个品种的未控效果不好,同时都是 $F_2<4.35$,说明此结果差异变化不显著,也说明东农 250、本育 9 号、东农 0304 这三个品种在密度 37 500~67 500 株·hm⁻²,追肥量 75~225 kg·hm⁻²范围内密度和追肥量的变化对产量的影响不大;而东农 252、东庆 1 号的 $F_1<4.35$,说明未控效果较好,同时 $F_2>4.35$,说明东庆 1 号和东农 252 这两个品种在密度 37 500~67 500 株·hm⁻²,追肥量在 75~225 kg·hm⁻²的范围内,密度和追肥量的变化对产量影响较大,差异显著。

表 4 品种方差分析

品种	变异来源	回归平方和	DF	MS	F 值
东农 250	回归		5	2303730.5487	$F_2=2.00430$
	失拟	9838556.2104	3	6397.1484	$F_1=13.86777^*$
	误差	1655394.7318	7	4510.4070	
	总变异	23012603.6856	15		
本育 9 号	回归	12535167.4592	5	2507033.4918	$F_2=2.25527$
	失拟	5987761.6956	3	1995920.5652	$F_1=2.72424$
	误差	5128556.3888	7	732650.9127	
	总变异	23651485.5436	15		
东农 0304	回归	10184143.3788	5	2036828.6758	$F_2=1.96882$
	失拟	8222463.0086	3	2740821.0029	$F_1=9.03729^*$
	误差	2122953.4740	7	303279.0677	
	总变异	20529559.8614	15		
东农 252	回归	9540370.4579	5	1908074.0916	$F_2=6.70472^*$
	失拟	839760.0790	3	279920.0263	$F_1=0.97674$
	误差	2006104.8257	7	286586.4037	
	总变异	12386235.3626	15		
东庆 1 号	回归	14065628.7406	5	2813125.7481	$F_2=7.36998^*$
	失拟	264814.6325	3	88271.5442	$F_1=0.17395$
	误差	3552190.4340	7	507455.7763	
	总变异	17882633.8071	15		

注: $F_{0.05(3,7)}=4.35$; *表示差异显著。

2.3 玉米密度和追肥量单因素影响效应

玉米密度变化对产量影响(见图 1)结果表明:东庆 1 号随密度的增加产量也增加,并且曲线斜率较大,产量增加速度较快;随着密度增加到一定程度,产量增加速度减慢,并且随着密度的继续增加,

产量下降。东农 250 的变化曲线和东庆 1 号的变化曲线相似,但是曲线斜率较小,随着密度的增加,产量也随着增加,但是增加速度缓慢,当达到最大值时下降的速度也相对比较缓慢。东农 252、东农 0304、本育 9 号这 3 个品种表现受密度的影响不大。

玉米追肥量变化对产量影响(见图 2)结果表明:本育 9 号、东农 250、东农 0304、东农 252、东庆 1 号都随着追肥量的增加产量也增加,但是本育 9 号、东农 250、东农 0304、东农 252 的曲线斜率较大,都是在较低肥料时产量增加明显,当追肥量增加到一定程度,产量增加不明显,而东庆 1 号斜率不大,增产不明显,并且随着追肥量继续增加,产量反而有下降的趋势。

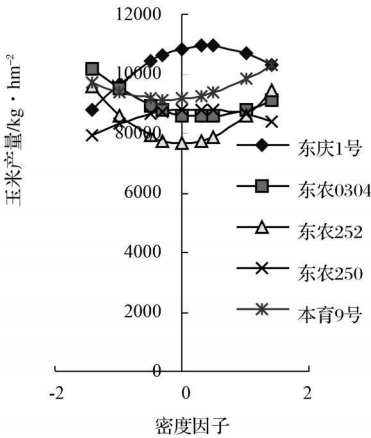


图 1 密度对玉米产量的影响

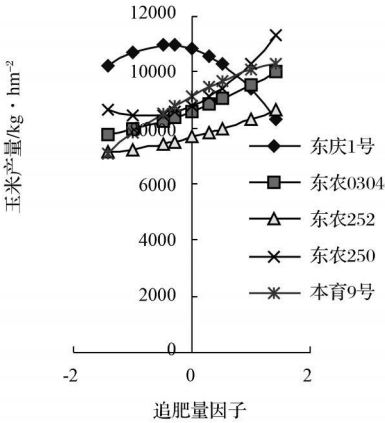


图 2 追肥量对玉米产量的影响

2.4 玉米密度和追肥量单因素边际效应影响

玉米密度边际效应对产量影响(见表 5)说明: 当密度(<-1)较低时, 东庆 1 号和东农 250 的边际效应值较大, 产量较高, 但随着密度的增加, 增产效

果不明显, 相反有随着密度的增加, 产量下降的趋势; 而东农 0304、东农 252 和本育 9 号在较低密度(<-1)时增产效果不明显, 而增加密度时, 产量增加效果明显。

表 5 玉米不同品种密度的边际效应

因素设计水平	东庆 1 号	东农 0304	东农 252	东农 250	本育 9 号
- 1. 414	2335. 062	- 1803. 8	- 2614. 01	1066. 061	- 1003. 77
- 1	1801. 968	- 1380. 33	- 1856. 15	803. 951	- 647. 403
0	514. 302	- 357. 469	- 25. 588	170. 835	213. 391
1	- 773. 364	665. 393	1804. 978	- 462. 281	1074. 185
1. 414	- 1306. 46	1088. 858	2562. 832	- 724. 391	1430. 554

玉米追肥量边际效应对产量影响(见表 6)说明: 东庆 1 号在较低肥料时增产效果明显, 而随着肥料的进一步施入, 增产效果下降; 本育 9 号受肥料影响不大, 东农 0304、东农 252、东农 250 三个品种在较低肥料(<-1)时, 增产效果不明显, 而增加追肥

量时, 产量增加效果明显。综合表 5 和表 6 可以看出, 东庆 1 号在较低密度和较低追肥量(<-1)时增产明显; 东农 250 不需要较高的密度, 需肥量相对来说较大; 东农 0304、东农 252、本育 9 号在高密度、高肥料时增产相对明显。

表 6 玉米不同品种追肥量边际效应

因素设计水平	东庆 1 号	东农 0304	东农 252	东农 250	本育 9 号
- 1. 414	1534. 116	437. 4613	198. 2229	- 782. 799	1761. 124
- 1	890. 647	546. 619	296. 1	- 281. 966	1576. 456
0	- 663. 625	810. 285	532. 518	927. 776	1130. 398
1	- 2217. 9	1073. 951	768. 936	2137. 518	684. 34
1. 414	- 2861. 37	1183. 109	866. 8131	2638. 351	499. 672

2.5 玉米品种播种密度和追肥量的最佳组合方案

玉米品种播种密度和追肥量优化组合方案(见表 7)可知, 本育 9 号、东农 250、东农 0304 的密度和追肥量最佳组合方案是密度 45 296. 83 ~ 597 03. 17 株 \cdot hm $^{-2}$, 追肥量 207. 214 ~ 220. 788 4 kg \cdot hm $^{-2}$;

东庆 1 号密度和追肥量的最佳组合方案是密度 54 961. 17 ~ 64 667. 95 株 \cdot hm $^{-2}$, 追肥量 94. 482 83 ~ 138. 652 7 kg \cdot hm $^{-2}$; 东农 252 密度和追肥量的最佳组合方案是密度 46 612. 28 ~ 58 387. 72 株 \cdot hm $^{-2}$, 追肥量 153. 234 5 ~ 195. 866 6 kg \cdot hm $^{-2}$ 。

表 7 品种优化组合频率

品种	因子	加权均数	标准误	95%的分布区间	实际值
东农 250	密度/ 株 \cdot hm $^{-2}$	0. 0000	0. 3460	- 0. 679... 0. 679	45296. ~ 59703. 17
	追肥量/ kg \cdot hm $^{-2}$	1. 2070	0. 0650	1. 079... 1. 335	207. 21 ~ 220. 7884
本育 9 号	密度/ 株 \cdot hm $^{-2}$	0. 0000	0. 3460	- 0. 679... 0. 679	45296. ~ 59703. 17
	追肥量/ kg \cdot hm $^{-2}$	1. 2070	0. 0650	1. 079... 1. 335	207. 21 ~ 220. 7884
东庆 1 号	密度/ 株 \cdot hm $^{-2}$	0. 6900	0. 2330	0. 232... 1. 147	54961. ~ 64667. 95
	追肥量/ kg \cdot hm $^{-2}$	- 0. 6310	0. 2130	- 1. 047... - 0. 214	94. 482 ~ 138. 6527
东农 252	密度/ 株 \cdot hm $^{-2}$	0. 0000	0. 2830	- 0. 555... 0. 555	46612. ~ 58387. 72
	追肥量/ kg \cdot hm $^{-2}$	0. 4020	0. 2360	- 0. 061... 0. 865	153. 23 ~ 195. 8666
东农 0304	密度/ 株 \cdot hm $^{-2}$	0. 0000	0. 3460	- 0. 679... 0. 679	45296. ~ 59703. 17
	追肥量/ kg \cdot hm $^{-2}$	1. 2070	0. 0650	1. 079... 1. 335	207. 21 ~ 220. 7884

3 讨论与结论

3.1 讨论

本研究表明, 不同玉米品种的密度和追肥量是不同的, 密度和追肥量多少对产量的影响较大。通过密度、追肥量与产量的 5 个回归方程中的 X_1 、 X_2 、 X_1^2 、 X_2^2 、 X_1X_2 系数可以看出, 没有任何一个方程 5 个系数都为正值的, 说明只要增加密度和追肥量, 产量就一定会提高的现象不会存在的, 密度和追肥量必须有一定的范围才能够有利于玉米产量的增加。通过 5 个回归方程可以看出有些品种随着密度

和追肥量的增加, 产量也随着增加, 但是增加到一定程度, 产量就不再增加了, 有的品种密度的影响小于追肥量的影响, 有的品种随着密度和追肥量的增加产量下降, 有的品种随着密度和追肥量的增加产量增加; 有的品种密度对产量的影响大于追肥量的影响; 有的品种随着密度和追肥量的增加呈报酬递减效应, 有的品种呈报酬递增效应。因此, 对于玉米育种者来说, 选育出新的品种要有相应配套的栽培方法, 对于农民来说, 不同品种要采取不同的栽培方式, 否则影响玉米的产量。本试验为一年一点试验,

中图分类号: S513

文献标识码: B

文章编号: 1002-2767(2008)06-0042-02

吉林省玉米的几项高产栽培技术

吴利兴, 于忠河, 包振顺

(吉林市农业科学院, 九站 132101)

吉林省是我国玉米生产的主产区和国家商品粮的核心基地, 常年种植面积 200 万 hm^2 左右, 占全国玉米面积的 10.4%^[1]。玉米栽培技术水平的高低直接影响到国民经济的发展。下面就七个方面介绍玉米的高产栽培技术。

1 选用优良品种及相关技术

1.1 因地制宜合理选用优良品种

1.1.1 根据有效活动积温选择品种 5~9 月 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的有效活动积温在 3 000 $^\circ\text{C}$ 左右, 以中晚熟品种为主, 搭配晚熟品种; 有效积温在 2 850 $^\circ\text{C}$ 左右的, 以中熟品种为主, 搭配中晚熟品种; 积温再少的, 东部山区、半山区以中早熟为主, 搭配中熟品种; 更少的地区要以早熟品种为主, 搭配中早熟品种。

1.1.2 根据肥水条件确定品种 水肥条件好、栽培水平高的地方, 选用耐密型品种、喜肥品种、丰产潜力大的品种。中等肥水条件的选择中度喜肥的品种。中下、下等肥水条件的地块, 选择抗病性、抗倒性强, 稳产的品种。

1.1.3 根据企业订单选择品种 根据周边企业的加工特点及市场需求, 进行品种选择; 根据企业订单有计划地选择品种。

1.1.4 根据布点试验结果选择品种 通过 2~3 a 不同品种的试验, 筛选出在当地产量突出、综合抗性好的品种进行下一年的大面积种植。

1.2 种子的播前处理

1.2.1 晒种 在播种前的 7~8 d, 晴天, 将种子翻晒 2~3 d。促进酶的活性, 提高发芽势和发芽率。

1.2.2 用种衣剂拌种 用种衣剂拌种, 可以减轻病害及防治地下害虫(蛴螬、地老虎、金针虫、蝼蛄), 种衣剂的种类很多, 根据品种的特性拌不同的种衣剂。

1.2.3 用硫酸锌拌种 缺锌的地块, 可以用硫酸锌拌种, 1 000 g 种子拌 4 g 硫酸锌。

1.3 品种搭配种植

1.3.1 不同生育期的品种搭配种植 以当地主推品种的生育期为基准, 搭配种植生育期略短或略长的品种。即: 肥地、平地种生育期长的, 薄地、洼地、岗地种生育期短的。搭配比例是: 主推品种占 50%, 比主推品种早熟的占 30%, 比主推品种晚熟的占 20%。

1.3.2 喜肥、喜水的品种与耐瘠抗旱的品种搭配种植 喜肥水的品种, 种在好地上; 耐瘠抗旱的品种,

可能受地点和环境的影响, 使密度和追肥量对玉米产量影响的研究还不够准确, 还有待于进一步研究和探讨。

3.2 结论

不同玉米品种对肥量和密度要求不一样。密度在 37 500~67 500 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$, 追肥量在 75~225 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 范围内东庆 1 号和东农 252 受密度和追肥量影响较大, 东农 250、本育 9 号, 东农 0304 受密度和追肥量的影响不大。

本育 9 号、东农 250、东农 0304 的密度和追肥量的最佳组合方案是密度 45 296.83~59 703.17 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$, 追肥量 207.214~220.788 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 东庆 1 号密度和追肥量的最佳组合方案是密度 54 961.17~64 667.95 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$, 追肥量 94.482 83~138.652 7 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 东农 252 密度和追肥量的最佳组合方案是密度 46 612.28~58 387.72 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$, 追肥量 153.234 5~195.866 6 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

hm^{-2} , 追肥量 153.234 5~195.866 6 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

参考文献:

[1] 赵致, 张荣达, 吴盛黎, 等. 紧凑型玉米高产栽培理论与技术研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(5): 537-543.

[2] 刘文成. 玉米免耕法栽培技术研究[J]. 河南农业科学, 1999, (5): 9-10.

[3] 凌启鸿. 作物群体质量[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 154-19.

[4] 于天江, 张林, 谷思玉, 等. 种植密度和施氮水平对东青 1 号青贮玉米生物产量及农艺性状的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(11): 161-166.

[5] 唐启义, 冯光明. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 159-163.

[6] 金益. 二次回归正交组合设计[M]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2003: 71-81.

[7] 佟屏亚, 程延年. 玉米密度与产量因素关系的研究[J]. 北京农业科学, 1995, 13(1): 23-25.