

玉米新品种金凯5号在河西灌区生产函数的密肥模型及其优化

王托和¹, 李雁民¹, 陈其泰¹, 王长魁¹, 陈晓军^{1,2}

(1. 甘肃省张掖市农业科学研究院, 甘肃 张掖 734000; 2. 甘肃金源种业股份有限公司, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 通过利用二次通用旋转设计试验, 建立了玉米新品种金凯5号产量与种植密度及氮肥、磷肥施用量的数学模型关系, 并对数学模型寻优, 以期得出不同产量范围下的种植密度和氮肥、磷肥施用量。结果表明, 在河西灌区, 种植密度、施N量、施P₂O₅量3个因子对玉米新品种金凯5号产量影响以种植密度最大, 施N量次之, 施P₂O₅量最小, 其中种植密度和氮肥因子对产量的影响显著。通过模型寻优得出, 玉米新品种金凯5号在河西灌区种植密度为66 000株/hm², 施N 390.00 kg/hm²、P₂O₅ 73.05 kg/hm²时产量最高, 可达14 831.908 45 kg/hm²。表明玉米新品种金凯5号在河西灌区栽培时, 需要中等种植密度和中等氮肥水平。

关键词: 玉米; 新品种; 金凯5号; 生产函数; 密肥数学模型; 河西灌区

中图分类号: S513; S147.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)12-0007-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.12.002

玉米新品种金凯5号是甘肃金源种业股份有限公司以外引系“K12”为母本、自育系“J005”为父本选育而成的中晚熟玉米杂交种, 于2011年通过甘肃省审定定名(甘审玉2011005)^[1], 是我国一级标准的淀粉发酵工业用玉米和饲料玉米。其特征是成株株型半紧凑, 茎秆较粗, 耐旱, 抗病, 丰产、稳产性好, 适宜在≥10℃的积温在2 650℃以上的地区, 或积温稍低地区覆膜栽培。为了更好的发挥该品种的增产潜力及经济效益, 我们

采用二次通用旋转组合设计的方法, 于2015年在甘肃省张掖市农业科学研究院试验基地, 对金凯5号种植密度与氮、磷化肥配合施用的效果进行了研究, 以期寻求经济有效的施肥模型和最佳施肥量范围, 为指导生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地在张掖市农业科学研究院玉米研究所原始创新基地进行, 四周无建筑物, 地势平坦,

收稿日期: 2016-11-02

基金项目: 甘肃省科技重大专项计划项目“玉米新品种金凯5号种子生产及栽培技术集成研究与示范”(143NKDG023)。

作者简介: 王托和(1965—), 男, 甘肃庄浪人, 副研究员, 主要从事玉米新品种生产试验示范推广工作。联系电话: (0)13830612558。

- 状, 存在问题与对策[J]. 草业科学, 2004, 21(11): 17-21.
- [22] 田长叶, 郝瑞秀, 赵世锋, 等. 燕麦营养与医疗价值及其保健食品开发[J]. 张家口农专学报, 2003, 19(4): 9-12.
- [23] 李成雄, 王作柱. 筱麦的栽培与育种[M]. 太原: 山西人民出版社, 1984.
- [24] 唐风德, 瞿苗苗. 几种饲草型燕麦在辽西地区的生长及经济性状特征[J]. 辽宁大学学报: 自然科学版, 2014(3): 77-80.
- [25] 胡新中, 魏益民, 任长忠. 燕麦品质与加工[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [26] 龚海, 李成雄, 王雁丽. 燕麦品种资源品质分析[J]. 山东农业科学, 1999, 27(2): 16-19.
- [27] 李军. 4种燕麦在高寒易旱地区的比较试验[J]. 宁夏农林科技, 1995(1): 33-35.
- [28] 董彦红. 高寒地区的优质饲草—燕麦[J]. 草业与畜牧, 2010(6): 65-66.
- [29] 李春喜, 叶润蓉, 周玉碧, 等. 高寒牧区饲草作物生产性能及品质分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2014(6): 131-136.
- [30] 康健, 匡彦蓓, 盛捷. 10种作物秸秆的营养品质分析[J]. 草业科学, 2014(10): 145-150.
- [31] 柴继宽, 赵桂琴, 胡凯军, 等. 不同种植区生态环境对燕麦营养价值及干草产量的影响[J]. 草地学报, 2010(3): 121-125.
- [32] 高明文, 吕林有, 张彩枝, 等. 科尔沁沙地燕麦草引种实验研究[J]. 草原与草业, 2015(1): 58-60.

(本文责编: 陈伟)

灌溉、排水条件良好,耕层深厚、疏松,为典型的灌漠土,前茬为玉米。播前耕层(0~20 cm)土壤含有机质 29.00 g/kg、全氮 1.00 g/kg、全磷 2.29 g/kg、全钾 4.42 g/kg、速效氮 22.3 mg/kg、速效磷 24.0 mg/kg、速效钾 418.0 mg/kg,含盐量为 1.10 g/kg, pH 8.4。

1.2 供试材料

供试玉米品种为金凯 5 号,由甘肃金源种业股份有限公司提供。供试肥料尿素(N 46%),由甘肃刘家峡化工集团生产;重过磷酸钙(P₂O₅ 46%),由云南云天化国际化工股份有限公司生产;氯化钾(K₂O 60%),由青海格尔木钾肥厂生产。

1.3 试验方法

试验采用 3 因素 5 水平二次通用组合旋转设计^[2],共 20 个处理,根据设计原理,不设无肥处理,试验因子编码水平及施肥量见表 1。随机区组排列,3 次重复,小区面积 20 m² (4 m×5 m)。小区间筑 50 cm 地埂,8 行区,行长 5 m。试验地不施有机肥,按试验设计方案用电子天平称取供试肥料,4 月 15 日结合春耕施入全部磷肥和 1/3 氮肥做底肥,剩余 2/3 氮肥用作追肥,分别在拔节期和大喇叭口期结合灌水各追施 1/3。播前对土壤进行消毒后及时覆膜,4 月 29 日按行距 50 cm 人工点播,株距随试验设计的种植密度而定。5 月 13—15 日出苗,出苗后放苗定苗,及时防治田间杂草和害虫,全生育期灌水 4 次。于 10 月 3 日收获,收获时按小区单收计产。

表 1 试验因子各水平编码值

因子水平	种植密度(X ₁) /(株/hm ²)	施N量(X ₂) /(kg/hm ²)	施P ₂ O ₅ 量(X ₃) /(kg/hm ²)
-1.681 8	34 500	0	0
-1	47 265	158.10	73.05
0	66 000	390.00	180.00
1	84 735	621.90	286.95
1.681 8	97 500	780.00	360.00
Δ <i>i</i>	18 735	231.90	106.95

2 结果与分析

2.1 回归模型的建立

对试验结构矩阵的目标函数结果(表2)进行解析,获得一组三元二次回归方程 $Y=f_n(X_i)$,其中 $-2 \leq X_i \leq 2, i=1, 2, 3, \dots, n=a, b, c, d$ 。

$$Y=b_0+\sum_{i=1}^n b_i X_i+\sum_{i<j} b_{ij} X_i X_j+\sum b_{ij} X_i X_j$$

式中, Y 为理论估计值, X_{ij} 为决策因子的无

表 2 试验结构矩阵目标函数结果

试验处理 编号	种植密度 (X ₁)	施氮量 (X ₂)	施磷量 (X ₃)	籽粒产量 /(kg/hm ²)
1	1	1	1	13 080.28
2	1	1	-1	13 556.95
3	1	-1	1	12 736.03
4	1	-1	-1	13 317.53
5	-1	1	1	13 676.04
6	-1	1	-1	13 513.35
7	-1	-1	1	14 596.38
8	-1	-1	-1	14 299.45
9	-1.681 8	0	0	14 381.05
10	1.681 8	0	0	12 401.42
11	0	-1.681 8	0	14 217.73
12	0	1.681 8	0	12 875.44
13	0	0	-1.681 8	15 113.34
14	0	0	1.681 8	14 585.07
15	0	0	0	14 366.98
16	0	0	0	14 759.55
17	0	0	0	15 428.91
18	0	0	0	14 458.10
19	0	0	0	15 350.55
20	0	0	0	14 573.56

量纲编码值, b_{ij} 为偏回归系数^[3-5]。经失拟、显著性检验,回归方程 $Y=f_n(X_i)$ 失拟均在 $A=0.01$ 水平上不显著,相应回归模型均达到极显著水平,说明建立的回归模型与实际情况拟合较好,应用该回归模型进行控制和预测具有真实性。

2.2 产量回归分析

根据产量结果,采用统计软件 DPS 对各栽培因子与产量进行回归分析,得到籽粒产量(Y)与各因子之间的回归数学模型为:

$$Y=14\ 831.908\ 45-492.334\ 56X_1-247.510\ 60X_2-108.884\ 47X_3-564.799\ 42X_1^2-509.874\ 90X_2^2-49.333\ 59X_3^2+286.263\ 95X_1X_2-189.723\ 77X_1X_3-3.676\ 83X_2X_3$$

剔除 $P>0.01$ 水平的不显著项后,回归模型简化为:

$$Y=14\ 831.908\ 45-492.334\ 56X_1-247.510\ 60X_2-564.799\ 42X_1^2-509.87490X_2^2+286.26395X_1X_2$$

式中, Y 为理论产量; X_1 为种植密度; X_2 为施 N 量; X_3 为施 P₂O₅ 量。

2.3 单因素效应分析

根据原始数学模型,采用“降维法”固定一个因子的取值水平,对另一个因子的偏回归进行解析,

通过该因子与产量之间的关系，确定该因子的最佳水平^[2,6-8]。通过降维以后的单因素方程如下。

种植密度： $Y=148\ 31.908\ 45 - 492.334\ 56 X_1 - 564.799\ 42 X_1^2$

施 N 量： $Y=14\ 831.908\ 45 - 247.51060X_2 - 509.874\ 90X_2^2$

施 P₂O₅ 量： $Y=14\ 831.908\ 45 - 108.884\ 47 X_3 - 49.333\ 59X_3^2$

依上述不同数学模型，用变幅方差法求得幅值，可明确各因子的效应位次。产量回归模型中，效应依次为 $X_1=7.03>X_2=5.16>X_3=1.10$ ，即种植密度对玉米新品种金凯 5 号产量的影响最大，施氮量次之，施磷量最小。说明种植密度对产量的高低起着关键的作用，同时施氮量也有明显的影响。将各因素不同水平值分别代入上述方程，可绘制出产量随各因素变化的趋势图（图1），3 个因素的单因子效应均为抛物线。由图 1 可以看出，在试验条件下，随种植密度的增加，产量先增加后减小，产量变化范围较大；随氮肥量的增加，产量先增加后减小，产量变化范围也较大；随磷

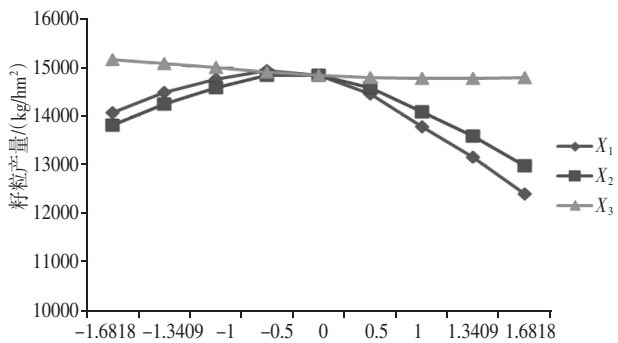


图 1 单因素对玉米新品种金凯 5 号产量的影响

肥量的增加产量逐渐减小，但变化较小。可见影响玉米新品种金凯 5 号产量提高的因素主要是种植密度和氮肥，也就是说种植密度和施氮肥对玉米新品种金凯 5 号产量的影响较大，施用磷肥对金凯 5 号的产量影响不大。

2.4 因素的交互作用分析

根据回归方程，就各因素对产量的交互作用进行分析得知， X_1X_2 对产量的交互作用达显著水平，其回归方程为：

$Y=14\ 831.908\ 45 - 492.334\ 56X_1 - 247.510\ 60X_2 - 564.799\ 42X_1^2 - 509.874\ 90X_2^2 + 286.263\ 95X_1X_2$

由此方程得到两因素互作条件下的金凯 5 号产量趋势图(图2)。从图 2 可以看出，当种植密度增加时，产量先增加后减少；当种植密度在 0 以下水平时，随着施氮肥量的增加，产量先增加后减少。施氮肥量在 -1 水平时产量最高。种植密度在 0 及 0 以上水平时，随着施氮肥量的增加，产量先增加后减少，施氮肥量在 0 水平时产量最高。

当施氮肥量增加时，产量先增加后减少；当施氮肥量在 0 水平以下时，随着种植密度的增加产量先增加后减少；种植密度在 -1 水平时产量最高。施氮肥量在 0 水平及 0 水平以上时，随着种植密度的增加，产量先增加后减少，种植密度在 0 水平时产量最高。

2.5 模型寻优

应用统计软件，对目标函数进行寻优得出玉米新品种金凯 5 号最高产量和各项栽培因子的最佳组合，即目标函数的最大值 Y_{max} 为 14 831.908 45 kg/hm² 时， X_1 、 X_2 、 X_3 的最佳水平组合为 0、0、-1，即种植密度 66 000 株 /hm²、施 N 390.00

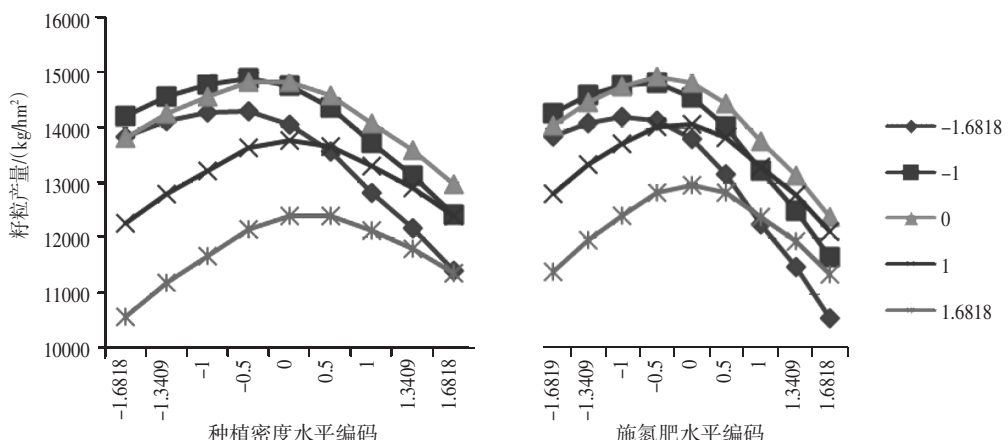


图 2 种植密度与施氮肥量互作对玉米新品种金凯 5 号产量的影响

2014年成都温江区早银桂异常开花特点及其气象成因

毛世杰¹, 荣 韧²

(1. 四川省成都市龙泉驿区气象局, 四川 成都 610100; 2. 四川省成都农业气象试验站, 四川 成都 611130)

摘要: 根据桂花开花的生物生态学特性和前人的研究, 基于温江区1971—2014年气象观测资料和成都农业气象试验站2004—2014年早银桂开花期物候观测资料, 从气象条件的角度对2014年温江区早银桂异常开花特点进行了分析。

关键词: 早银桂; 开花期; 异常特点; 气象成因

中图分类号: S685.13 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-1463(2016)12-0010-03

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.12.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2016.12.003)

温度是影响桂花生长发育的主导因子, 湿度也极为重要, 光照对花芽分化及开花有较大影响。黄莹等^[1]认为, 温度是桂花生长发育的重要因子, 桂花开花时间的长短, 与当年的气温和湿度有着密切的关系, 秋季降温早花期就提前, 降温晚花

期则推迟。降温通常与降雨相关。降雨后气温随之下落, 空气相对湿度增大, 这样的小气候条件极有利于促成桂花的花蕾开放; 润湿天气使花期适当提前、前后茬开花的间隔时间短些; 晴旱少雨天气使花期适当推后, 前后茬开花的间隔时间

收稿日期: 2016-10-10

基金项目: 四川省技术监督管理局和四川省气象局 2010 年气象地方标准制订项目(2010-2)。

作者简介: 毛世杰(1984—), 男, 四川成都人, 助理工程师, 从事气象观测、预报、服务工作。E-mail: 30032324@qq.com。

通信作者: 荣 韧(1962—), 女, 山东莱芜人, 高级工程师, 从事农业气象观测、服务、试验及研究工作。E-mail: 18light19@sina.com。

kg/hm²、P₂O₅ 73.05 kg/hm²。

3 小结与讨论

在河西灌区, 种植密度、施 N 量、施 P₂O₅ 量 3 个因子对玉米新品种金凯 5 号产量影响以种植密度最大, 施 N 量次之, 施 P₂O₅ 量最小, 其中种植密度和氮肥因子对产量影响显著。随着种植密度的增加, 无论施氮量在什么水平, 金凯 5 号产量均表现先增加后减少, 当施氮量在低水平时产量较高。随着施氮量的增加, 无论种植密度在什么水平, 金凯 5 号产量也表现先增加后减少, 当种植密度在低水平时产量较高。通过模型寻优得出, 当种植密度 66 000/hm²、施 N 390.00 kg/hm²、P₂O₅ 73.05 kg/hm² 时金凯 5 号产量最高, 可达 14 831.908 45 kg/hm²。表明在河西地区灌漠土上种植玉米新品种金凯 5 号, 需要中等种植密度和中等氮肥水平。

参考文献:

[1] 吴国善, 黄有成, 张立荣, 等. 玉米新品种金凯 5 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2012(8): 5-6.

[2] 张喜平, 张耀辉, 宋建荣, 等. 甘谷县全膜覆土穴播小麦氮磷钾施肥模型研究[J]. 甘肃农业科技, 2015(2): 21-24.

[3] 余 佳. 春玉米施肥优化的数学模型分析[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(10): 5895-5897.

[4] 陈荣江, 娄国强, 孙用明, 等. 农业生产函数的密肥数学模型及其优化[J]. 河南职业技术学院学报, 1997, 25(3): 32-37.

[5] 张学新. SAS 变换回归与二次回归通用旋转组合设计[J]. 贵州师范学院学报, 2012, 28(12): 16-19.

[6] 冯盛焯, 王光禄, 王怀恩, 等. 几个栽培因子对冬小麦产量的影响及高产模型的建立[J]. 山东农业科学, 2012, 44(7): 50-52.

[7] 高国强, 尚自焯. 宁夏中部雨养农田宁亚 10 号胡麻高产优质栽培模型研究[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(2): 131-136.

[8] 冯盛焯. 密度、秸秆还田与施肥方式对聊麦 19 产量的影响及高产模型的建立[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.

(本文责编: 郑立龙)