

沙地农田肥水因子对春玉米产量形成的影响*

张铜会 崔建垣 赵哈林 赵学勇

(中国科学院旱区寒区环境与工程研究所 兰州 730000)

摘 要 采用二次回归通用旋转组合设计方法,对沙地春玉米水肥因子进行了试验研究。结果表明,试验条件下沙地农田土壤相对含水量保持在66.6%、施用尿素量 $59.4\text{g}/\text{m}^2$ 时可获得 $1.13\text{kg}/\text{m}^2$ 的最高产量,影响春玉米产量形成的关键因子是N肥施用量和土壤相对含水量。春玉米产量(Y)与土壤相对含水量(X_1)、N肥施用量(X_2)的关系为 $Y=4.1+0.54X_1+0.46X_2-0.23X_1X_2-0.24X_1^2-0.16X_2^2$

关键词 春玉米 水肥模型 科尔沁沙地

Effect of the factors of soil water and fertilizers on yield of spring corn in horqin sandy land. ZHANG Tong-Hui, CUI Jian-Yuan, ZHAO Ha-Lin, ZHAO Xue-Yong (Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, the Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000), *CJEA*, 2001, 9(1): 21~22

Abstract The relationship between the corn yield and the soil water content, the application amounts of nitrogen and phosphate were studied by the general regressive method of rotary combination design. The results showed that the amounts of nitrogen and the soil water content are the sensitive factors for increasing corn grain yield. If the soil water content, the amounts of N is 66.6%, $59.4\text{g}/\text{m}^2$ respectively, the highest corn yield will be $1.13\text{kg}/\text{m}^2$ under the experimental condition. The relationship between the corn yield(Y) and the soil water content (X_1) and amount of nitrogen(X_2) is as follows $Y=4.1+0.54X_1+0.46X_2-0.23X_1X_2-0.24X_1^2-0.16X_2^2$

Key words Spring corn, Mathematical model of water and fertilizer, Horqin sandy land

玉米是我国内蒙古自治区科尔沁沙地主要粮食栽培作物,其产量高低对当地经济的发展具有很重要作用。目前当地种植玉米对化肥的依赖程度越来越高,普遍认为高肥高水才能高产。为此,本项研究进行了不同施肥量和土壤含水量对春玉米产量形成影响的试验,为指导科学施肥、合理灌水提供理论依据。

1 研究区域与研究方法

试验在内蒙古自治区东部奈曼旗境内的中国科学院奈曼沙漠化研究试验站进行,该站北纬 $42^\circ55'$,东经 $120^\circ42'$,属温带大陆性季风气候,春季干旱多风,夏季炎热雨量集中,秋季凉爽短促,冬季漫长而寒冷,年均气温 6.3°C ,7月平均气温 23.6°C ,1月平均气温 -13.1°C , $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 3161.2°C ,年无霜期 $145\sim 151\text{d}$,年均降水量 365mm (约70%集中在6~8月份),年均蒸发量 1935.4mm 。土壤属风沙土,土壤有机质含量低,土壤肥力低下,其耕层土壤理化性状见表1。供试品种为春玉米“单育13”。试验采用二次回归通用旋转组合

表1 试验区土壤主要理化性状

Tab.1 The physical and chemical properties of soil in experiment region

土壤深度/cm Depths	pH值	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ organic matter	全N/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Total N	全P/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Total P	全K/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Total K	水解氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Alkaline hydrolysis N	速效磷/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Rapidly available P	速效钾/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Rapidly available K
0~20	8.3	4.8	0.37	0.21	26.0	26	10	95
20~40	8.4	4.4	0.03	0.19	26.0	20	9	95

设计^[3],各因素及其处理水平

见表2, X_1 为土壤相对于田间

持水量的含水量(%), X_2 为尿

素施用量(g/m^2)。共设13个

试验小区,每小区面积为 4m^2 ,

每小区地下周围有80cm深的防渗墙防止水分侧渗,各处理随机排列。耕作方法和田间管理同当地大田玉米管理,尿素的60%作底肥施入、40%作追肥在玉米喇叭口期施入,每隔10~15d测定1次土壤水分,水分消耗部分按量补灌。每10d测定1次春玉米高度、地下和地上部生物量、叶面积,随时记载作物物候变化。在作物关键生育期进行叶面水势、气孔阻力和蒸腾测定,

表2 试验因素及其编码值

Tab.2 Design level of test factors

因素 Factors	间距 Interval	编码 -1.414	-1	0	1	1.414
X_1	10	35.0	50.0	60.0	70.0	87.0
X_2	15	19.8	30.0	45.0	60.0	70.2

*“九五”中国科学院重大项目(KZ951-A1-301)、特别支持项目(KZ95T-04-01)和重点项目(KE-952-91-218)共同资助

收稿日期:2000-07-18 改回日期:2000-08-08

降水量以雨量筒观测,春玉米成熟后单打单收测定产量。数据处理采用二次回归通用旋转组合设计的统计分析法分析,并组建下列数学模型:

$$Y = b_0 + b_1 \sum_{i=1}^m X_i + b_{ij} \sum_{i \neq j} X_i X_j + b_{ii} \sum_{i=1}^m X_i^2$$

2 结果与分析

模型组建。依据试验结果(见表3),应用二次回归通用旋转组合设计的统计分析法建立春玉米籽实产量(Y)与土壤含水量(X_1)和尿素施用量(X_2)关系的统计回归模型方程:

$$Y = 4.1 + 0.54X_1 + 0.46X_2 - 0.23X_1X_2 - 0.24X_1^2 - 0.16X_2^2 \quad (1)$$

该回归方程经失拟性检验($F = 1.47 < F_{0.05} = 5.05$, 差异不显著)和相关显著性检验($F = 31.47 > F_{0.01} = 10.45$, 相关性极显著),证明此回归式能很好地反映各个因素对春玉米产量形成的影响。

表3 2因素二次回归通用旋转组合设计结构矩阵与结果

Tab. 3 The structure of design level and the yield of test

试验号 Test number	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	X_1^2	X_2^2	小区玉米产量/kg Corn yield of plot	计算值/kg Calculation value
1	1	-1	-1	1	1	1	2.5	2.47
2	1	-1	1	-1	1	1	3.8	3.84
3	1	1	-1	-1	1	1	4.2	4.01
4	1	1	1	1	1	1	4.6	4.48
5	1	-1.414	0	0	2	0	2.9	2.86
6	1	1.414	0	0	2	0	4.2	4.39
7	1	0	-1.414	0	0	2	3.0	3.12
8	1	0	1.414	0	0	2	4.4	4.43
9	1	0	0	0	0	0	4.0	4.10
10	1	0	0	0	0	0	3.9	4.10
11	1	0	0	0	0	0	4.2	4.10
12	1	0	0	0	0	0	4.3	4.10
13	1	0	0	0	0	0	4.1	4.10

获得最高产量优化方案。对方程(1)每个因素 X_1 、 X_2 取一阶偏导数并令其等于零,可得下列方程组:

$$\begin{cases} 0.48X_1 + 0.23X_2 = 0.54 \\ 0.23X_1 + 0.32X_2 = 0.46 \end{cases} \quad (2)$$

解此方程组得 $X_1 = 0.66$, $X_2 = 0.96$ 。将此水平值换算为土壤含水量和施肥量,得到土壤相对含水量为 66.6%、施尿素量 $59.4\text{g}/\text{m}^2$ 时可获得最高产量 $1.13\text{kg}/\text{m}^2$ 。

单个因素对春玉米产量的影响。对方程(1)采用降维分析法可得到单个因素与春玉米产量的回归子方程:

$$Y_1 = 4.1 + 0.54X_1 - 0.24X_1^2 \quad (3)$$

$$Y_2 = 4.1 + 0.46X_2 - 0.16X_2^2 \quad (4)$$

按以上回归子方程作图1可知这2个方程都是开口向下的抛物线,明显表现出 X_1 和 X_2 值的变化对春玉米产量形成的影响基本一致,说明适量灌溉和施肥是获得春玉米高产的关键。

3 小结

沙地春玉米产量与土壤水分条件和尿素施用量的关系遵从一元二次回归模型的变化规律(见式(1)),即土壤含水量和施肥量水平较低时随着它们的增加,而春玉米籽实产量增加,但增速随土壤含水量和施肥量的加大而递减,当土壤含水量和施肥量达到一定水平时,产量达最大值,此后再增加土壤含水量和施肥量,春玉米产量则呈现递减趋势,奈曼旗沙地农田春玉米生产的水肥管理最优方案是土壤相对含水量为 66.6%、尿素施用量为 $59.4\text{kg}/\text{hm}^2$ 。合理灌溉和适量施肥是获取春玉米高产的保证。

参考文献

- 朱震达,陈广庭. 中国沙质荒漠化. 北京:科学出版社,1994
- 刘新民,赵哈林. 科尔沁沙地生态环境综合整治研究. 兰州:甘肃科学技术出版社,1993
- 张铜会. 沙地不同施肥量对玉米产量形成的影响. 中国沙漠,1998,19(1):124~126

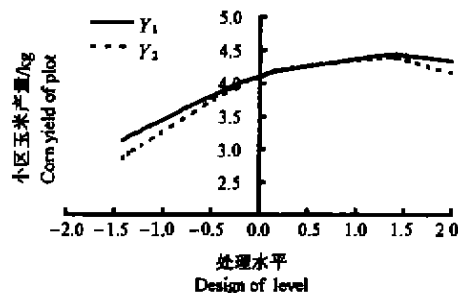


图1 土壤含水量(X_1)与施尿素量(X_2)对春玉米产量的影响

Fig. 1 Effect of water(X_1) and nitrogen(X_2) on corn yield