

# 齐齐哈尔地区春玉米水肥耦合效应及优化模型

王宇先<sup>1</sup>, 王俊强<sup>1</sup>, 潘文勇<sup>2</sup>, 刘玉涛<sup>1</sup>, 连永利<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院, 黑龙江齐齐哈尔 161041; 2. 黑龙江省杜尔伯特蒙古族自治县敖林西伯乡政府, 黑龙江杜蒙 166256)

**摘要:** 采用二元二次饱和D-最优试验设计方案(206), 通过抗旱棚进行盆栽试验, 在固定P、K肥料用量的前提下, 对另外N肥和水的耦合效应进行了研究。结果表明, N和水配合存在阈值反应, 通过对所建数学模型的计算机模拟, 提出了不同决策目标下的水肥优化方案。

**关键词:** 春玉米; 水肥耦合; 优化

中图分类号: S513      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2009)04-0061-02

## Effect of Water and Fertilizer Coupling on Spring Maize and Optimum Model in Qiqihar

WANG Yu-xian<sup>1</sup>, WANG Jun-qiang<sup>1</sup>, PAN Wen-yong<sup>2</sup>, LIU Yu-tao<sup>1</sup>, LIAN Yong-li<sup>1</sup>

(1. Qiqihar Sub-academy of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences; Qiqihar, Heilongjiang 161041; 2. Farming and Marine Products Station of Aolinxibo Countryside in Durbote Mongolia Nationality Autonomous County, Dumeng, Heilongjiang 166256)

**Abstract:** Duality quadratic saturating D-optimum design was carried out under pot experiment to study the interaction of N fertilizer and water coupling at a given level of P and K. The results showed that the threshold value existed in water-fertilizer interaction. The optimal scheme of water-fertilizer interaction under objectives was worked out by computer simulation on a mathematical model which was established based on the result of experiment.

**Key words:** spring maize; water and fertilizer couplings; optimum

水肥是影响春玉米生长发育的主要因素, 二者相互作用共同对作物产量产生影响, 在旱地农业如何通过水肥的协调和合理配合, 获得较高产量是旱区农业综合发展的关键技术<sup>[1]</sup>。因此, 研究旱区水肥之间的互作耦合作用及其对农业生产力提高的机制, 并提出不同类型旱地农业的水肥管理措施, 对促进旱地农业向高产、优质、高效的方向发展具有重要的意义。本文针对黑龙江省西部半干旱区, 以春玉米为研究对象, 分析其在N、水耦合条件下的产量效应, 在建立该类型地区春玉米产量数学模型的基础上, 寻求综合目标下的高产高效水肥优化方案, 提高水肥利用效率, 为实现该地区春玉米节水高产高效栽培提供科学依据及技术指导<sup>[2]</sup>。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验地点

试验于2008年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验地进行, 试验区地势平坦, 为风沙半干旱类型区, 土壤类型为风沙土, 土壤肥力状况中等。

表1 试验地土壤基础肥力

有机质 /%	碱解 N(N) /mg ° kg <sup>-1</sup>	速效 P(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) /mg ° kg <sup>-1</sup>	速效 K(K <sub>2</sub> O) /mg ° kg <sup>-1</sup>	pH
2.001	70.34	101.0	226.86	6.9

表2 氮、水耦合互作田间试验方案及各因素水平编码

试验号	X <sub>1</sub> (N)		X <sub>2</sub> (水)	
	编码值	施 N 量/ kg ° hm <sup>-2</sup>	编码值	灌水量/ t ° hm <sup>-2</sup>
N <sub>1</sub>	-1	20	-1	150
N <sub>2</sub>	1	200	-1	150
N <sub>3</sub>	-1	20	1	450
N <sub>4</sub>	-0.1315	98.165	-0.1315	280.28
N <sub>5</sub>	1	200	0.3944	359.16
N <sub>6</sub>	0.3944	145.496	1	450

收稿日期: 2009-01-15  
基金项目: 黑龙江省科技攻关项目(GA07B101A10)  
第一作者简介: 王宇先(1982-), 男, 黑龙江省鸡西市人, 在读硕士, 研究实习生, 从事旱作节水农业研究。E-mail: wyx13836209470@163.com.

1.2 试验设计

采用二元二次饱和 D-最优设计,通过抗旱棚盆栽试验。N 肥按试验设计设 6 个处理 每个处理 3 次重复,品种为嫩单 10 号,5 月 13 日坐水播种,苗期灌水量按设计要求。

表 3 氮、水耦合试验“206”结构矩阵及其产量结果

序号	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1 \circ X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$y$	$\hat{y}$
1	1	-1	-1	1	1	1	440	440
2	1	1	-1	-1	1	1	585	585
3	1	-1	1	-1	1	1	545	545
4	1	-0.1315	-0.1315	0.0173	0.0173	0.173	1160	1160
5	1	1	0.3944	0.3944	1	0.1556	1105	1105
6	1	0.3944	1	0.3944	0.1556	1	1075	1075

由表 3 可以看出,实际值  $y$  与预测值  $\hat{y}$  吻合得很好,说明各回归方程符合实际情况,能客观反映氮肥、水配合与春玉米产量之间的关系,得出  $N(X_1)$ 、水( $X_2$ ) 交互与玉米产量间数学模型表达式为:

$$Y = 1203.7071 + 143.5619X_1 + 123.5619X_2 - 308.7578X_1^2 - 258.8874X_2^2 + 71.0619X_1 \circ X_2$$

因试验设计各因素已经过量纲化处理,偏回归系数已经标准化,故回归方程各项系数绝对值大小可直接反映 X 对 Y 因素的影响程度<sup>[3]</sup>。方程的一次项的回归系数可以看出,氮肥与水对玉米产量影响强度的顺序是:氮肥的主效应大于水的主效应,表示在保证 K 肥、P 肥用量的一定基础上,增施单位面积水平的氮肥

2 试验结果与统计分析

通过试验测定的产量参数,通过 DPS 数据处理系统进行分析,将各处理的编码值分别代入各回归方程即可求出各个编码值所对应的预测值,其理论产量与实际产量之间的复相关系数  $R^2=0.99$ ,拟合度很高。

的增产量大于增加单位面积的灌水量的增产量。氮肥和灌水的二次项系数均为负,表示产量随灌水量和施氮的增加为报酬递减函数,即当施氮量和灌水量超过临界值时会导致减产。

对回归方程进行降维分析,得到单因素对产量 Y 的一元二次 X 模型:

施氮量:  $Y_1 = 1203.7071 + 143.5619 X_1 + 308.7578X_1^2$  (1)

灌水量:  $Y_2 = 1203.7071 + 123.5619X_2 - 258.8874X_2^2$  (2)

将不同水平值代入此模型,便可得到不同的产量预测值(见表 4)。

表 4 氮肥与水单因子效应及单因子边际效应值

X	-1	-0.5	0	0.5	1	变幅
$Y_1$	751.3874	1 039.316 3	1 203.707 1	1 192.449 0	1 038.511 2	—
$Y_2$	821.2578	1 064.168 3	1 203.707 1	1 195.967 6	1 068.381 5	—
$dy/dx_1$	-473.953 7	-185.779 7	143.561 9	472.903 5	761.077 4	717.809 4
$dy/dx_2$	641.336 7	399.708 4	123.561 9	-152.584 7	-394.213 0	617.809 3

由表 4、图 1 可看出,在本试验条件下,在-1~0 区间随着氮肥施用量、灌水量的增加,春玉米产量呈上升趋势,但在 0~1 区间则相反。

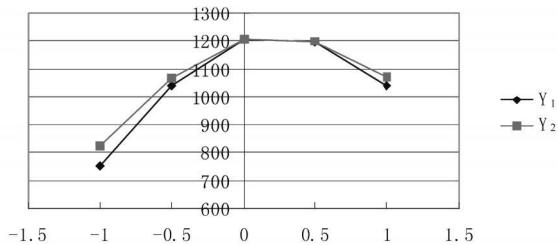


图 1 氮肥与水配合的春玉米产量效应

边际产量可直接反映出因素的最适投入量和单位投入量变化对产量增减速率的影响。边际效应方程可通过对回归子模型求一阶偏导,并令  $dy/dx=0$  求得:

$dy/dx_1 = 143.5619 + 617.5156X_1$  (3)

$dy/dx_2 = 123.5619 - 517.7748X_2$  (4)

表 5 产量最高时氮、水组合的用量水平

最高指标时各个因素组合		N	水	
Y/kg <sup>°</sup> hm <sup>-2</sup>	X <sub>1</sub>	施 N 量/kg <sup>°</sup> hm <sup>-2</sup>	X <sub>2</sub>	灌水量/t <sup>°</sup> hm <sup>-2</sup>
12400	0.2641	133.8	0.2749	341.2

将不同水平值代入方程,便可求得各因素不同水平的边际效应值(见表 4),解边际效应方程可得两因素最佳投入量和最高值(见表 5)。当氮肥施用量为 133.8  $kg \circ hm^{-2}$ ,灌水量为 341.2  $t \circ hm^{-2}$  时,可获得最高产量为 12 400  $kg \circ hm^{-2}$ 。从表 4 还可以看出,在-1~1 区间,两因素单位投入产出量氮肥呈上升趋势,灌水量呈下降趋势,根据边际效应值的变幅,两因素对产量的影响氮肥>灌水。

3 结论与讨论

在齐齐哈尔地区,抗旱棚盆栽试验 N、水互作效应影响中,在保证 K 肥、P 肥用量的一定基础上,氮肥与

# 大庆地区湿地现状及生态建设

张国发<sup>1</sup>, 崔玉波<sup>2</sup>, 史典义<sup>1</sup>, 徐长君<sup>1</sup>

(1. 大庆师范学院生命科学系, 黑龙江大庆 163712; 2. 大庆师范学院教务处, 黑龙江大庆 163712)

**摘要:** 湿地在大庆地区经济发展和生态建设中起着重要作用。在阐述大庆地区湿地现状及存在问题的基础上, 从加大湿地保护的法律法规建设和政策执行度、控制湿地污染, 治理污染湿地、引入清洁水源, 保障湿地生态用水、增设湿地保护区和综合治理示范区、建立可持续发展的湿地管理体制、加强湿地的研究工作、加强湿地保护宣传教育和提高公众环保意识七个方面提出了大庆地区湿地的生态建设对策。

**关键词:** 大庆; 湿地; 现状; 生态问题; 生态建设

中图分类号: P941. 78      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2009)04-0063-04

## Present Situation and Ecological Construction of Wetlands in Daqing Area

ZHANG Guo-fa<sup>1</sup>, CUI Yu-bo<sup>2</sup>, SHI Dian-yi<sup>1</sup>, XU Chang-jun<sup>1</sup>

(1. Life Science Department of Daqing Normal College, Daqing, Heilongjiang 163712; 2. Teaching Affairs Office of Daqing Normal College, Daqing, Heilongjiang 163712)

**Abstract:** Wetlands play an important role in economic development and ecological construction in Daqing area. The existing situation and problems of wetlands in Daqing area were elucidated, meanwhile, ecological construction tactics were proposed from seven aspects.

**Key words:** Daqing; wetlands; existing situation; ecological problems; ecological construction

“湿地”是指天然或人工的、永久性或暂时性的沼泽地、泥炭地或水域地带、蓄有静止或流动的淡水、半咸水或咸水水体, 包括低潮时水深低过 6 m 的水域。湿地生态系统具有维持生态平衡、保持生物多样性、蓄洪防旱、降解污染、补充地下水、调节气候、防止自然灾害等多种功能, 是单位面积服务价值最高的生态系统。

与森林、海洋并称为全球三大生态系统。

### 1 大庆地区湿地现状

大庆市位于黑龙江省西部, 辖萨尔图、龙凤、让胡路、红岗、大同 5 区和肇源、肇州、林甸、杜尔伯特蒙古族自治县 4 县, 总面积 21 219 km<sup>2</sup>。该地区水系不发育, 属于安达闭流区, 低平原的大部分地区为嫩江、松花江、乌裕尔河、双阳河和明水县、青岗县坡地来水的洪泛区, 由于地形复杂, 降水形成的径流被地面储存, 形成了许多封闭的洼地, 积水而形成泡沼。大庆地区湿地总面积 64. 13 万 hm<sup>2</sup>, 总蓄水能力 9 亿 m<sup>3</sup>左右<sup>[1]</sup>,

重要的指导意义<sup>[4]</sup>。但因其要求对试验的精准度要求很高且不能进行误差估计, 因此要设定若干重复。

### 参考文献:

[1] 司振江. 黑龙江省西部半干旱区节水抗旱技术模式研究[D]. 长春: 吉林大学硕士学位论文, 2006.  
[2] 王宇先, 刘玉涛. 黑龙江省西部地区不同施肥量对春玉米水分利用率的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2008(6): 56-57.  
[3] 腾云, 郭玉芬, 张忠学, 等. 东北半干旱区大豆水肥耦合模式试验研究[J]. 东北农业大学学报, 2005(5): 639-644.  
[4] 张忠学, 曾赛星. 东北半干旱抗旱灌溉区节水农业理论与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.

收稿日期: 2009-03-01  
基金项目: 大庆师范学院自然科学基金(YZQ001)  
第一作者简介: 张国发(1977-), 男, 黑龙江大庆人, 博士, 讲师, 主要从事植物生理生态研究. E-mail: zhgfnau@yahoo.com.cn.

水对玉米产量影响强度的顺序是: 氮肥的主效应大于水的主效应, 即增施单位面积水平的氮肥所增加的春玉米产量大于增加单位面积的灌水量所增加的春玉米产量, 氮肥的用量为 133. 8 kg·hm<sup>-2</sup>, 灌水量为 341. 2 t·hm<sup>-2</sup>时可得到春玉米最高产量 12 400 kg·hm<sup>-2</sup>。

二元二次饱和 D—最优设计, 是一种较为先进的设计方法, 通过试验设计, 利用 DPS 数据处理系统对结果进行分析, 能较为精确地建立数学模型, 得出玉米产量与各因素间数学模型表达式, 同时解析各因素对产量的影响效应, 并建立其回归方程, 提出优化农艺组合方案, 根据土壤水分的含量及养分含量来确立最佳施肥量, 具有