

# 黑龙江省春小麦氮磷肥深施效应研究<sup>\*</sup>

辛洪生<sup>1</sup>, 胡瑞轩<sup>1</sup>, 史永军<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省土肥管理站, 哈尔滨 150090; 2. 齐齐哈尔市土肥总站, 齐齐哈尔 161005)

**摘要:** 通过研究, 确定出在一定地力、一定产量水平上, 春小麦合理的肥料结构; 肥料投入结构; 深施化肥、表施化肥的不同肥料效应; 最高、经济施用量。从而为春小麦肥料施用方法及适宜范围, 缩小其在肥料投入产出关系上的差额, 维持土壤养分平衡, 建立不同肥力产区的施肥体系提供理论依据和生产模式。

**关键词:** 氮肥深施; 氮肥表施; 磷肥深施

**中图分类号:** S 512.106.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002—2767(2002)05—0009—03

## Studies on the Effect of N、P Deeply Dressing on Spring Wheat in Heilongjiang Province

XIN Hong-sheng<sup>1</sup>, HU Rui-xuan<sup>1</sup>, SHI Yong-jun<sup>2</sup>

(1. Soil and Fertilizer Management Station of Heilongjiang Province, Harbin 150090; 2. Qiqihar Soil and Fertilizer General Station, Qiqihar 161005, China)

**Abstract:** Through the experiment, we determinated the reasonable and input structure of fertilizer in spring wheat. Different effects of fertilizer dressed deeply or shallow and highest and economical amount of fertilizer under certain fertility of soil and yield level. This result can supply theoritical base and production model for dressing method of fertilizer and reasorable range, lessening the difference between input and output, main-taining the balance among factors in soil and establishing fertilizer dressing system of different yield area with different fretility of soil

**Key words:** N—dressed deeply; N—dressed shallow; P—dressed deeply.

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试验设计

试验采用三因素(N<sub>1</sub>、P、N<sub>2</sub>)五水平正交旋转设计方 案<sup>[1]</sup>, 共 23 个处理小区, 其编码值如下:

表 编码值			
—R	0	0	0
—1	4	4	3
0	10	10	10
1	16	16	12
R	20	20	15

#### 1.2 供试土壤

黑土。

#### 1.3 供试品种

新克旱 9 号。

### 2 结果与分 析

1994 年, 共获得 10 个试验点次的数 据。经过微 机对试验数据运行处理, 得其回归方 程为:

$$Y=131.57+4.70X_1+1.70X_2+4.65X_3+0.05X_1^2-0.05X_2^2-0.20X_3^2-0.16X_1X_2-0.08X_1X_3+0.25X_2X_3$$
(X<sub>1</sub>—氮肥深施; X<sub>2</sub>—磷肥深施; X<sub>3</sub>—氮肥表施)。

对回归方程进行 F 检验, 回归方程获得通过, 说明试验结果与实际情况拟合较好, 所得数据真实有效<sup>[1,2]</sup>。

回归方程通过 F—检验, 进一步对回归系数进行

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2002—04—24

第一作者简介: 辛洪生(1965—), 男, 黑龙江省望奎县人, 高级农艺师, 现从事平衡施肥及土壤改良技术研究。

检验,结果如下:

$$t_0 = 78.23; t_1 = 9.38 > t_{0.01}(13) = 3.01;$$

$$t_2 = 1.29 > t_{0.01} = 1.08;$$

$$t_3 = 6.74 > t_{0.01}(13) = 3.01;$$

$$t_{11} = 0.81; t_{12} = 1.94 > t_{0.10}(13) = 1.77;$$

$$t_{13} = 0.78; t_{23} = 2.34 > t_{0.05}(13) = 2.16;$$

$$t_{33} = 1.99 > t_{0.01}(13) = 1.77.$$

对回归系数检验可知:  $b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{23}, b_{33}$  均达到不同程度的显著水平。回归方程有效之后,对回归模型进行列项分析。

## 2.1 优化分析

模型对应的赫森矩阵为:

$$\begin{array}{ccc} \frac{\partial^2 Y}{\partial X_1^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial X_1 \partial X_2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial X_1 \partial X_3} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial X_2 \partial X_1} & \frac{\partial^2 Y}{\partial X_2^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial X_2 \partial X_3} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial X_3 \partial X_1} & \frac{\partial^2 Y}{\partial X_3 \partial X_2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial X_3^2} \end{array}$$

通过微机对程序运算,求其模型的最优解为:

$$F_{\min} = F(0 \quad 0 \quad 0) = 131.57$$

$$F_{\max} = F(20 \quad 19 \quad 15) = 259.21$$

其相应的编码值为:

$$F_{\min} = F(-1.68 \quad -1.68 \quad -1.68) = 131.57$$

$$F_{\max} = F(1.68 \quad 1.45 \quad 1.68) = 259.21$$

由此可见,大豆茬口春小麦施肥的最佳产量效应,在足量的氮肥深施、表施的条件下,深施磷肥在中高水平上<sup>[3,4]</sup>。

## 2.2 频数分布分析

将区间 $(-r, r) = (-1.682, 1.682)$ 分成三段,取步长为1.682,全部方案共有 $3^3 = 27$ 个,可求得高产区 $Y > 3525 \text{ kg/hm}^2$ ,低产区 $Y < 2700 \text{ kg/hm}^2$ 出现的方案个数。表明高产区大都分布在氮肥深施和表施足量的档次上。而氮肥深施比表施对产量的左右力度更大一些,其编码值为1.682水平时的频率为85.71%,表施为57.14%。深施氮肥的平均编码值达到1.44,表施为0.72,仅为深施的一半。磷肥深施其平均编码值呈稍负状态。低产区频数分布结果规律相同,且深施氮肥比表施氮肥反应的幅度更大一些。

## 2.3 主元分析

程序运算得如下方程:

$$Y_1 = 0.76 X_1 + 0.64 X_2 - 0.1X_3$$

$$Y_2 = -0.56 X_1 + 0.57 X_2 - 0.60X_3$$

$$Y_3 = -0.33 X_1 + 0.52 X_2 - 0.79X_3$$

$$Y' = 209.77 + 9.12 Y_1 + 22.25 Y_2 + 7.89 Y_3 + 4.$$

$$13 Y_1^2 - 1.72 Y_2^2 - 6.42 Y_3^2$$

其因子贡献率为:

$$\Delta_1 = 1.36, \Delta_2 = 1.18, \Delta_3 = 2.13$$

在决策变量的3个因素中, $X_3$ 的贡献最大。

## 2.4 降维分析

2.4.1 效应分析 对原模型降维,固定其中两个因素,分别等于 $(-1.68, 0, 1.68)$ 某个水平,导出另一个因素变量的偏回归子模型,对单因素效应进行分析。

(1)氮肥深施效应( $X_1$ ):利用 $X_1$ 偏回归一元子模型,方程如下:

$$f(X_1) = 183.25 + 33.44 X_1 + 1.63 X_1^2$$

$$f(X_1) = 209.77 + 20.42 X_1 + 1.63 X_1^2$$

$$f(X_1) = 242.04 + 7.40 X_1 + 1.63 X_1^2$$

三个模型呈现无极值状态,预示因素氮肥深施对产量贡献的潜力巨大,而其本身没有达到最大增产率。

(2)氮肥表施效应( $X_3$ ):主模型降维后,其回归子模型为:

$$f(X_3) = 155.17 + 7.25 X_3 - 4.00 X_3^2$$

$$f(X_3) = 209.77 + 14.68 X_3 - 4.00 X_3^2$$

$$f(X_3) = 155.17 + 7.25 X_3 - 4.00 X_3^2$$

产量随自变量的增加而增加,到某一限度时产量随之下降。随着 $X_1, X_2$ 固定水平的上升,曲线斜率随之上升,说明氮肥深施( $X_1$ )、磷肥深施( $X_2$ )是决定小麦产量的关键因素。三个模型呈现有极值状态,说明氮肥表施量(种肥)有其极限值<sup>[3]</sup>。

(3)磷肥深施效应( $X_2$ ):对模型降维,得 $X_2$ 偏回归子模型为:

$$f(X_2) = 137.80 + 0.92 X_2 - 1.62 X_2^2$$

$$f(X_2) = 209.77 + 2.81 X_2 - 1.62 X_2^2$$

$$f(X_2) = 255.76 + 4.70 X_2 - 1.62 X_2^2$$

表明产量对自变量依附性小。 $X_1, X_3$ 固定水平的上升,曲线截距大幅上升,指示对 $X_1, X_3$ 产量的贡献巨大<sup>[1]</sup>。

2.4.2 双因素效应分析 利用降维法,对原模型降维,导出某两个因素变量的偏回归模型,并进行分析。

(1)氮肥深施( $X_1$ )和磷肥深施( $X_2$ )的互作效应及对产量的影响。主模型降维后,其偏回归模型为:

$$f(X_{12}) = 123.35 + 4.83 X_1 + 0.65 X_2 + 0.05 X_1^2 - 0.05 X_2^2 - 0.16 X_1 X_2$$

$$f(X_{12}) = 131.57 + 4.70 X_1 + 1.07 X_2 + 0.05 X_1^2 -$$

$$0.05 X_2^2 - 0.16 X_1 X_2$$
$$f(X_{1_2}) = 138.82 + 4.75 X_1 + 1.49 X_2 + 0.05 X_1^2 -$$
$$0.05 X_2^2 - 0.16 X_1 X_2$$

高产出现在肥量充足的条件下。在中等氮肥表施的条件下( $X_3 = 0$ ),小麦高产出现在氮肥深施量较高处,而与磷肥深施无关。

(2)氮肥深施( $X_1$ )和氮肥表施( $X_3$ )的互作效应及对产量的影响降维后的偏回归子模型为:

$$f(X_{1_3}) = 129.63 + 4.97 X_1 + 4.23 X_3 + 0.05 X_1^2 -$$
$$0.20 X_3^2 - 0.80 X_1 X_3$$
$$f(X_{1_3}) = 131.57 + 4.70 X_1 + 4.65 X_3 + 0.05 X_1^2 -$$
$$0.20 X_3^2 - 0.80 X_1 X_3$$
$$f(X_{1_3}) = 133.23 - 4.97 X_1 + 5.07 X_3 + 0.05 X_1^2 -$$
$$0.20 X_3^2 - 0.80 X_1 X_3$$

可见,小麦高产出现在足量的深施氮肥( $X_1$ )处。随着磷肥深施量的增加,其高产区域稳定不变。

(3)磷肥深施( $X_2$ )和氮肥表施( $X_3$ )的互作效应及对产量的影响降维后的偏回归子模型为:

$$f(X_{2_3}) = 123.81 + 1.34 X_2 + 4.78 X_3 - 0.05 X_2^2 -$$
$$0.20 X_3^2 + 0.25 X_2 X_3$$
$$f(X_{2_3}) = 131.57 + 1.07 X_2 + 4.56 X_3 - 0.05 X_2^2 -$$
$$0.20 X_3^2 + 0.25 X_2 X_3$$
$$f(X_{2_3}) = 139.61 + 0.80 X_2 + 4.52 X_3 - 0.05 X_2^2 -$$
$$0.20 X_3^2 + 0.25 X_2 X_3$$

小麦高产分布在高肥区,在不深施氮肥或少深施氮肥的情况下,氮肥表施而不是磷肥深施左右着小麦的产量。随着深施氮肥量的增加,其高产区域逐渐扩大。

2.5 边际效应分析

对模型求偏导数,得方程:

$$dY/dX_1 = 4.70 + 0.09 X_1 - 0.16 X_2 - 0.08 X_3$$
$$dY/dX_2 = 1.07 - 0.16 X_1 - 0.09 X_2 + 0.25 X_3$$
$$dY/dX_3 = 4.65 - 0.08 X_1 + 0.25 X_2 - 0.40 X_3$$

将三个方程的  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  都固定在同一水平 0 上,可得:

$$dY/dX_1 = 4.70; dY/dX_2 = 1.07; dY/dX_3 = 4.65.$$

同样,将  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  分别固定在 1.682, 1, 0, -1, -1.682, 可分析出各决策变量对产量影响的波动状况及效应值。氮肥深施( $X_1$ )、磷肥深施( $X_2$ )和氮肥表施( $X_3$ )均为增产效应。当各变量均在 0 水平时,其一个编码值的增产效应为:氮肥深施为 4.70 kg。深施氮肥最大,表施氮肥次之,深施磷肥为三。随着编码值的增加,0 水平为深施氮肥效应超过表施氮肥效应的临界水平。就因素而言,随着编码值的增加,氮肥深施( $X_1$ )、氮肥表施( $X_3$ )其增产效应呈递减态势。氮肥表施( $X_3$ )递减幅度最大,全差值为 0.76,氮肥深施( $X_1$ )值为 0.50,且绝对值超过氮肥表施。说明在氮肥用量大的条件下,边际效应值由表施氮肥向深施氮肥转移。

3 讨论

3.1 本研究结果对于我省小麦生产结合秋整地进行秋施肥具有现实意义。

3.2 氮肥深施和氮肥表施互作效应高,其水平的选择对小麦产量的分布起决定性的作用。

3.3 氮肥深施具有较高的利用效果。

3.4 氮肥深施具有巨大的增产潜力。

参考文献:

[ 1 ] 李仁岗. 肥料效应函数[ M ]. 北京: 农业出版社, 1984.  
[ 2 ] 陈丰民, 吴尔奇, 丁东 等. 配方施肥指南[ M ]. 北京: 学术期刊出版社, 1989.  
[ 3 ] 北京农业大学. 肥料手册[ M ]. 北京: 农业出版社, 1979.  
[ 4 ] 山东农学院. 作物栽培学[ M ]. 北京: 农业出版社, 1980.

(上接第 20 页)

1991, (1): 59-65.  
[ 15 ] 孙先良. 我国肥料工业发展前景[ J ]. 氮肥设计, 1993 31(4): 23-27.  
[ 16 ] 于经元, 白书培, 康化芳. 缓释肥料概况(下)[ J ]. 肥料工业 1999 (6): 3-5.  
[ 17 ] 刘伯元, 张寿稳, 董胜. 沸石肥料—一种可以减少肥料流失的肥料[ J ]. 磷肥与复肥, 1996, (6): 54-56  
[ 18 ] 李秉毅译. 粒状包膜肥料[ J ]. 肥料工业译丛, 1990, (4): 46-48.

[ 19 ] 刘广余, 李吉进. 沸石在复混肥中的作用与应用[ J ]. 华北农学报, 1998 13(2): 93-97.  
[ 20 ] 张开坚. 改产大颗粒尿素技术方案与选择[ J ]. 肥料设计, 1998, 36(4): 13-15.  
[ 21 ] 成若林. 利用沸石载体减少氮肥在土壤中损耗的研究[ J ]. 草业科学, 1998, 15 (1): 70~封3.  
[ 22 ] 张剑锋译. 聚乙烯包膜尿素[ J ]. 化肥工业译丛, 1990, (3): 5-8.