

甘谷县全膜覆土穴播小麦氮磷钾施肥模型研究

张喜平, 张耀辉, 宋建荣, 王 伟, 张二喜

(甘肃省天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741000)

摘要: 通过二次通用组合旋转设计试验, 建立了甘谷县旱塬地全膜覆土穴播小麦产量与氮磷钾肥的模型关系, 并对数学模型寻优, 以期得出不同产量范围下的施肥量。结果表明, 3个施肥因子对冬小麦产量影响以施氮量最大, 施磷量次之, 施钾量最小, 其中氮肥因子和磷肥因子对产量影响显著。通过模型寻优得出, 当施N 90 kg/hm²、P₂O₅ 22.5 kg/hm²、不施钾肥时, 小麦产量最高, 可达6 136.55 kg/hm²。即在甘谷县旱塬地进行冬小麦天选50号全膜覆土穴播栽培时, 需要中等氮肥、磷肥水平, 不施钾肥。

关键词: 全膜覆土穴播; 冬小麦; 氮磷钾施肥模型研究; 产量; 甘谷县

中图分类号: S512.1; S147.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)02-0021-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.02.008

Study on N P K Fertilization Model of Hole Sowing Wheat in Palstic Mulched Soil in Gangu County

ZHANG Xi-ping, ZHANG Yao-hui, SONG Jian-rong, WANG Wei, ZHANG Er-xi

(Tianshui Institute of Agricultural Science, Tianshui Gansu 741000, China)

Abstract: In order to get fertilization rate under different yield range, through the two general combined rotary experimental design, a model relationship of yield and NPK fertilizer of hole sowing in palstic mulched soil wheat of in Gangu county was established, and optimization of the mathematical model. The result shows that the effect of 3 fertilizer factors on winter wheat yield, with amount is the largest, phosphorus amount second place, the potassium amount is the least, which had a significant effect on nitrogen and phosphate fertilizer factor on yield significant factor. Through the model optimization is obtained, when the application of N 90 kg/hm², P₂O₅ 22.5 kg/hm², wheat yield is the highest, reaches 6 136.55 kg/hm². That is culture winter wheat Tianxuan 50 need medium nitrogen, phosphate fertilization levels, with no potassium fertilizer, when hole sowing in palstic mulched soil wheat of in dryland in Gangu county.

Key words: Hole sowing in palstic mulched soil; winter wheat; NPK fertilizer model research; Yield; Gangu county

甘谷县是旱作农业大县, 冬小麦为主要粮食作物, 常年播种面积稳定在 2.33 万 hm², 占粮食作物总面积的 45% 以上, 冬小麦产量直接关系到全县粮食生产安全^[1]。制约旱地冬小麦产量的主要因素是干旱少雨、水分利用率低和土壤肥力不足^[2]。覆盖栽培技术应用到大田作物上, 可显著提高自然降水和光能的利用率, 生产实践已证明地膜小麦具有显著的增产增收作用^[3-5]。自 1999 年甘谷县把全膜覆土穴播技术应用于冬小麦以来, 经过积极地探索研究, 形成了具有抗旱保墒、省力节本、抑制杂草、增产增效等特点的小麦全膜覆土穴播免耕连茬种植技术^[6]。但在半干旱地区覆膜情况下, 土壤肥力水平低下仍是限制冬小麦

产量的关键因素, 严重影响着地膜小麦的增产增收效果和进一步推广^[2]。全膜覆土穴播小麦生长中后期常发生早衰^[7-9], 由于早衰引起根系的吸收能力大幅下降, 使小麦生长中后期出现脱肥现象, 所以, 全膜覆土穴播小麦要达到预期的增产一定要协调好肥水关系, 平衡施肥, 研究全膜覆土穴播冬小麦水肥规律也显得更为必要和迫切。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2013 年秋季在天水市农业科学研究所甘谷试验站进行。当地海拔 1 350 m, 属旱塬地, 降水量 470 ~ 550 mm, 平均气温 10.6 ℃。供试土

收稿日期: 2014-12-10

基金项目: 甘肃省农业科技成果转化资金计划项目“抗锈高产强筋小麦天选50号示范与推广”(1305NCNE124)部分研究内容

作者简介: 张喜平(1974—), 女, 甘肃天水人, 助理农艺师, 主要从事小麦育种与栽培研究工作。E-mail: ts-zyh@163.com

通讯作者: 张耀辉(1975—), 男, 甘肃天水人, 副研究员, 主要从事小麦育种与栽培研究工作。联系电话: (0)13919641269。

E-mail: ts-zyh@163.com

壤为黄绵土, 耕层土壤含有机质 11.5 g/kg、碱解氮 49.31 mg/kg、有效磷 28.4 mg/kg、速效钾 136.4 mg/kg。前茬作物为冬小麦。

1.2 供试材料

供试冬小麦品种为天选 50 号。供试氮肥为尿素(含N 46%)、磷肥为重过磷酸钙(含P₂O₅ 60%)、钾肥为硫酸钾(含K₂O 50%)。

1.3 试验设计

试验采用 3 因素 5 水平二次通用组合旋转设计, 因子编码水平及施肥量见表 1。试验随机区组排列, 重复 3 次, 小区面积 12.0 m² (2.4 m × 5.0 m), 小区之间留有 0.4 m × 5.0 m 的不施肥区域, 以防串行引起误差。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, 所有肥料于 10 月 20 日开沟一次性施入。10 月 21 日上午铺膜, 下午人工穴播机播种, 播种时用 40% 辛硫磷乳油按种子量的 0.2% 拌种防治地下害虫。试验采用全膜覆土穴播种植, 膜上覆盖 1 cm 左右细土。用小麦点播机手工点播, 每小区 15 行, 每行 37 穴, 每穴 6~7 粒种子。出苗后放苗定苗, 及时防治田间杂草和害虫, 成熟后各小区及时收获, 分别计产。

表 1 试验因素的各水平编码值

因子水平	施肥量(kg/hm ²)		
	N(X ₁)	P ₂ O ₅ (X ₂)	K ₂ O(X ₃)
-1.681 8	0	0	0
-1	36.45	9.15	6.15
0	90.00	22.50	15.00
1	143.55	35.85	23.85
1.681 8	180.00	45.00	30.00
Δ <i>i</i>	53.55	13.35	8.85

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, 分析获得一组三元二次回归方程 $Y = f_n(X_i)$, 其中 $-2 \leq X_i \leq 2$, $i=1, 2, 3, \dots, n=a, b, c, d$ 。

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

式中: Y 为理论估计值, X_{ij} 为决策因子的无量纲编码值, b_{ij} 为偏回归系数。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。

表 2 试验结构矩阵目标函数结果

处理	X ₁	X ₂	X ₃	籽粒产量(kg/hm ²)
1	1	1	1	5 411.83
2	1	1	-1	5 609.05
3	1	-1	1	5 269.40
4	1	-1	-1	5 509.99
5	-1	1	1	5 658.32
6	-1	1	-1	5 591.01
7	-1	-1	1	6 039.10
8	-1	-1	-1	5 916.25
9	-1.681 8	0	0	5 950.01
10	1.681 8	0	0	5 130.96
11	0	-1.681 8	0	5 882.44
12	0	1.681 8	0	5 327.08
13	0	0	-1.681 8	6 252.99
14	0	0	1.681 8	6 034.42
15	0	0	0	5 944.19
16	0	0	0	6 106.61
17	0	0	0	6 383.55
18	0	0	0	5 981.89
19	0	0	0	6 351.13
20	0	0	0	6 029.66

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:

$$Y = 6136.54925 - 203.69862X_1 - 102.40502X_2 - 45.04987X_3 - 233.68133X_1^2 - 210.95669X_2^2 - 20.41086X_3^2 + 118.43875X_1X_2 - 78.49625X_1X_3 - 1.52125X_2X_3$$

剔除 $P > 0.01$ 水平的不显著项后, 回归模型简化为:

$$Y = 6136.54925 - 203.69862X_1 - 102.40502X_2 - 233.68133X_1^2 - 210.95669X_2^2 + 118.43875X_1X_2$$

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。通过降维以后的单因素方程为:

$$\text{氮肥: } Y = 6136.54925 - 203.69862X_1 - 233.68133X_1^2$$

$$\text{磷肥: } Y = 6136.54925 - 102.40502X_2 - 210.95669X_2^2$$

$$\text{钾肥: } Y = 6136.54925 - 45.04987X_3 - 20.41086X_3^2$$

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： $X_1=7.03>X_2=5.16>X_3=1.10$ ，即施氮量对产量的影响最大，施磷量次之，施钾量最小。说明施氮量对产量的高低起着关键的作用，同时施磷肥也有明显的增产作用。

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)，三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，随氮肥量的增加，产量先增加后减小，产量变化范围较大；随磷肥量的增加，产量先增加后减小，产量变化范围也较大；随钾肥量的增加产量逐渐减小，但变化较小。可见影响产量提高的因素主要是氮肥和磷肥，也就是说施氮肥和磷肥对产量的影响较大，施用钾肥对产量的影响不大。

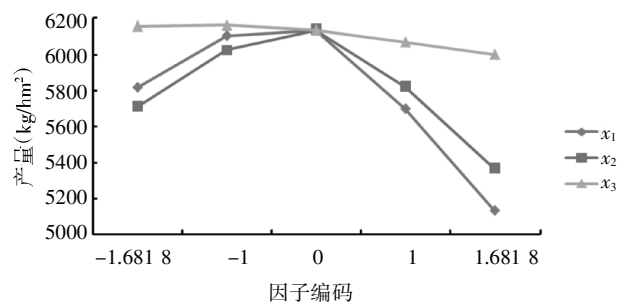


图 1 单因素对冬小麦产量的影响

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：

$$Y=6\ 136.549\ 25-203.698\ 62X_1-102.405\ 02X_2-233.681\ 33X_1^2-210.956\ 69X_2^2+118.438\ 75X_1X_2$$

由此方程得到两因素互作条件下的冬小麦产量趋势图(图2)。

从图 2 可以看出，当施氮肥量增加时，产量先增加后减少；当施氮肥量在 0 以下水平时，随着施磷肥量的增加，产量先增加后减少；施磷肥量在 -1 水平时产量最高；施氮肥量在 0 及 0 以上水平时，随着施磷肥量的增加，产量先增加后减少，施磷肥量在 0 水平时产量最高。

当施磷肥量增加时，产量先增加后减少；当施磷肥量在 0 水平以下时，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；施磷肥量在 0 水平及 0 水平以上时，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。

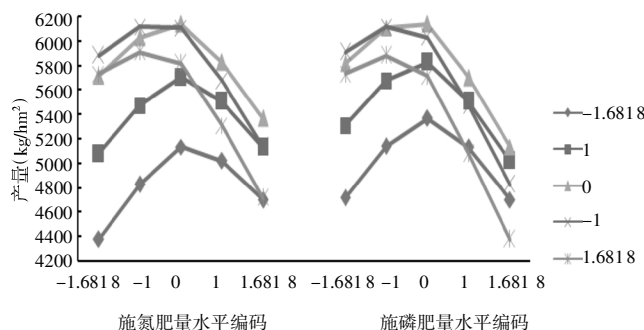


图 2 施氮肥量与施磷肥量互作对小麦产量的影响

2.5 模型寻优

应用统计软件，对目标函数进行寻优，得出的冬小麦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 6 136.55 kg/hm² 时， X_1 、 X_2 、 X_3 的最佳水平组合为 0、0、-1，即施 N 90 kg/hm²、P₂O₅ 22.5 kg/hm²，不施钾肥。

3 结论

冬小麦在甘谷县旱原地全膜覆土穴播栽培条件下，施肥因子对冬小麦产量影响以施氮量最大，施磷量次之，施钾量最小，其中氮肥因子和磷肥因子对产量影响显著。随着施氮量的增加，无论施磷量在什么水平，小麦产量均表现先增加后减少，但当施磷量在低水平时小麦产量较高。随着施磷量的增加，无论施氮量在什么水平，小麦产量也表现先增加后减少，但当施氮量在低水平时产量较高。通过模型寻优得出，当施 N 90 kg/hm²、P₂O₅ 22.5 kg/hm²，不施钾肥时，小麦产量最高，可达 6 136.55 kg/hm²。表明在甘谷旱原地进行冬小麦天选 50 号全膜覆土穴播栽培时，需要中等氮肥、磷肥水平，不施钾肥。

参考文献：

- [1] 张卫成. 甘谷县冬小麦全膜覆土穴播栽培技术要点[J]. 甘肃农业科技, 2012(4): 52-53.
- [2] 朱咏莉, 韩建刚, 李 岗, 等. 不同施肥条件下地膜小麦增产效应的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(3): 20-24.
- [3] 赵广才, 刘利华, 张 艳, 等. 肥料运筹对超高产小麦群体质量、根系分布、产量和品质的效应[J]. 华北农学报, 2002(4): 82-87.
- [4] 郝明杰, 谭丽萍, 纪平忠. 旱地春小麦 200 kg/667 m² 规范化栽培技术[J]. 内蒙古农业科技, 2010(6):

临夏县高寒阴湿区小麦测土配方施肥肥效试验

邓小雁

(甘肃省临夏县农业技术推广中心, 甘肃 临夏 731800)

摘要: 在临夏县高寒阴湿区进行了小麦“3414”田间肥效试验, 结果表明, 氮、磷、钾推荐最佳施量分别为 90.6、54.3、21.3 kg/hm²; 纯收益以氮、磷、钾施量分别为 82.50、63.0、24.0 kg/hm² 时最高, 为 10 692 元/hm²。产投比以氮、磷、钾施量分别为 41.25、31.5、24 kg/hm² 时最高, 为 17.8。

关键词: 小麦; “3414”肥料效应; 效益分析; 临夏县

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)02-0024-03

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.02.009

临夏县位于陇中黄土高原西部, 临夏回族自治州的中心地带, 境内海拔 1 735 ~ 4 636 m, 年降水量为 630 mm 左右, 年平均气温 6.1 °C, 无霜期 150 d 左右, ≥ 0 °C 积温 3 011.8 °C, ≥ 10 °C 积温 2 328.5 °C, 年平均日照时数 2 323.5 h, 是一个以种植业为主的农业大县, 小麦是临夏县的主要种植作物之一^[1]。近年来, 不合理施肥使化肥的利用率下降, 施肥效益降低, 甚至对生态环境带来潜在的危害^[2-3]。配方施肥是一项先进的施肥技术, 其中肥料效应函数法是最重要的方法之一, 该方法以数学的方法定量研究施肥与产量, 土壤有效养分测定值与施肥量及与作物养分吸收量等多方面的相关和回归关系^[4]。肥料效应“3414”田间试验是获得农作物最佳施肥量、施肥比例、施肥时期、施肥方法的根本途径, 也是筛选和验证土壤养分测试方法, 建立施肥指标体系的基本环节^[5]。我们于 2010—2012 年在临夏县典型的高寒阴湿区刁祁乡尕沟村开展了小麦“3414”肥效试验, 以期确定小麦合理施肥种类、数量和最佳施肥量, 为在全县的小麦生产中推广测土配方施肥

技术打下基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试氮肥为尿素(含 N 46%), 中国石油天然气集团公司兰州石化分公司生产; 供试磷肥为普通通过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%), 甘肃白银磷肥厂生产; 供试钾肥为硫酸钾(含 K₂O 48%), 青海省西宁市化工厂生产。指示小麦品系为 92362。

1.2 试验地概况

试验设在临夏县刁祁乡尕沟村。东经 103.01', 北纬 35.25', 海拔 2 350 ~ 2 479 m, 年均降水量 823 mm, 年均气温 4.9 °C, 无霜期 140 d 左右, 属高寒湿润区。试验地主要土壤类型为山地中层大黑土, 经测定(用碱解氮扩散法测定土壤水解性氮, 用半微量开氏法测定全氮, 用碳酸氢钠提取-钼锑抗比色法测定有效磷, 用 pH 7 醋酸铵-原子吸收法测定速效钾, 用电位法测定 pH, 用油浴加热重铬酸钾容量法测定有机质^[6]), 耕层土壤含有机质 27.8 g/kg、全氮 1.778 g/kg、水解氮 122.0 mg/kg、有效磷 28.7 mg/kg、速效钾 171 mg/kg, pH 8.1。

收稿日期: 2014-11-25

作者简介: 邓小雁(1979—), 女, 甘肃临夏人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13309300725。E-mail: dxy7948@163.com

118-119.

- [5] 陈玉华, 张岁岐, 田海燕, 等. 地膜覆盖及施用有机肥对地温及冬小麦水分利用的影响[J]. 水土保持通报, 2010, 30(3): 59-63.
- [6] 张卫成. 甘谷县地膜穴播小麦栽培技术推广历程及技术创新[J]. 现代农业科技, 2012(3): 157.
- [7] 杨俊伟. 静宁县全膜覆土穴播小麦免耕复种油菜栽培

技术[J]. 甘肃农业科技, 2013(7): 62-63.

- [8] 何世新, 李贵喜. 灵台县全膜覆土穴播冬小麦品比试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2013(11): 29-31.
- [9] 张江南. 静宁县冬小麦全膜覆土穴播播期试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(8): 51-52.

(本文责编: 郑立龙)