

玉门市绿洲平原生态区小麦测土配方施肥试验

彭 锋

(甘肃省玉门市农业技术推广中心, 甘肃 玉门 735211)

摘要: 通过“3414”完全设计方案, 建立了玉门市绿洲平原生态区小麦产量与氮磷钾肥的关系模型, 得出小麦最大施肥量为 N 322.5 kg/hm²、P₂O₅ 108.0 kg/hm²、K₂O 139.5 kg/hm², 此条件下小麦产量最高, 为 8 299.5 kg/hm²。最佳施肥量为 N 225.0 kg/hm²、P₂O₅ 157.5 kg/hm²、K₂O 43.5 kg/hm², 此条件下小麦产量 7 854.0 kg/hm²。3 个施肥因子与产量表现为正效应, 主次效应顺序是 N>P₂O₅>K₂O。

关键词: 小麦; “3414”; 测土配方施肥; 玉门市

中图分类号: S512.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)02-0033-03

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.02.010

测土配方施肥技术是以测试土壤养分含量和田间肥料试验为基础的肥料运筹技术^[1], 是用肥技术的一项革新和当前农业生产中科学施肥发展的方向, 也是农业部重点推广的一项科技入户富民工程^[2-4]。肥料效应田间试验是测土配方施肥的一个重要的基础环节, 是获得各种作物最佳施肥量、施肥比例、施肥时期、施肥方法的根本途径, 也是筛选、验证土壤养分测试方法、建立施肥指标体系的基本环节^[5]。针对玉门市小麦施肥现状, 玉门市农业技术推广中心于 2008—2010 年开展了春小麦“3414”田间肥效试验, 为全市开展小麦测土配方施肥技术提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在玉门市绿洲平原生态区的 4 个乡镇进行。试验地土壤类型主要为灌淤土, 海拔 1 450 m, 年均气温 6.9 ℃, 无霜期 135 d。耕层土壤含有有机质 15.4 g/kg、速效氮 72 mg/kg、速效磷 31.2 mg/kg、速效钾 105 mg/kg。

1.2 供试材料

供试小麦品种为酒春 3 号。供试 N 为尿素(含 N 46%), P₂O₅ 为普通过磷酸钙(含 P₂O₅ 16%), 钾肥为硫酸钾(含 K₂O 34%)。

1.3 试验方法

试验采用“3414”完全实施方案设计^[6-7], 氮、磷、钾为 3 个因素, 4 个施肥水平, 14 个处理, 不设重复。0 水平为空白处理, 不施肥; 2 水平为当地最佳施肥量的近似值; 1 水平为 2 水平 × 0.5; 3 水平为 2 水平 × 1.5(为过量施肥水平)。小区面积 21 m²(3 m × 7 m), 试验因子水平见表 1、表 2。小区单灌单排, 处理间筑宽 60 cm 的地埂, 走道 0.6

表 1 试验因子编码

| 水平 | 施肥量(kg/hm ²) | | |
|----|--------------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 120 | 69 | 41.25 |
| 2 | 240 | 138 | 82.50 |
| 3 | 360 | 207 | 123.75 |

收稿日期: 2015-08-25; 修订日期: 2015-12-11

作者简介: 彭 锋(1979—), 男, 甘肃玉门人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13399375870。E-mail: 249732573@qq.com

18.29%, 可作为搭配品种在当地相同栽培条件下予以推广。

参考文献:

- [1] 刘广才, 马 彦, 刘生学, 等. 旱地大豆全膜微垄沟播栽培技术规程[J]. 甘肃农业科技, 2014(7): 56-57.
- [2] 马海霞. 9 个大豆新品种在崆峒区旱地引种试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2015(7): 47-49.

- [3] 朱建明. 华亭县全膜双垄沟播玉米新品种引种试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2015(7): 67-69.
- [4] 刘亚亚, 张晓霞, 帅娜娜, 等. 庆阳市小粒大豆引种试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2015(4): 41-43.
- [5] 潘 岩, 陶彩虹, 白宏鹏, 等. 全膜双垄沟播大豆品种比较试验初报[J]. 农业科技与信息, 2013(6): 50-51.

(本文责编: 杨 杰)

表 2 施肥方案

| 处理 | 因子水平 | | | 施肥量(kg/hm ²) | | |
|--|------|-------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| N ₀ P ₀ K ₀ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N ₀ P ₂ K ₂ | 0 | 2 | 2 | 0 | 138.0 | 82.50 |
| N ₁ P ₂ K ₂ | 1 | 2 | 2 | 120.0 | 138.0 | 82.50 |
| N ₂ P ₀ K ₂ | 2 | 0 | 2 | 240.0 | 0 | 82.50 |
| N ₂ P ₁ K ₂ | 2 | 1 | 2 | 240.0 | 69.0 | 82.50 |
| N ₂ P ₂ K ₂ | 2 | 2 | 2 | 240.0 | 138.0 | 82.50 |
| N ₂ P ₃ K ₂ | 2 | 3 | 2 | 240.0 | 207.0 | 82.50 |
| N ₂ P ₂ K ₀ | 2 | 2 | 0 | 240.0 | 138.0 | 0 |
| N ₂ P ₂ K ₁ | 2 | 2 | 1 | 240.0 | 138.0 | 41.25 |
| N ₂ P ₂ K ₃ | 2 | 2 | 3 | 240.0 | 138.0 | 123.75 |
| N ₃ P ₂ K ₂ | 3 | 2 | 2 | 360.0 | 138.0 | 82.50 |
| N ₁ P ₁ K ₂ | 1 | 1 | 3 | 120.0 | 69.0 | 82.50 |
| N ₁ P ₂ K ₁ | 1 | 2 | 1 | 120.0 | 138.0 | 41.25 |
| N ₂ P ₁ K ₁ | 2 | 1 | 1 | 240.0 | 69.0 | 41.25 |

m, 周围种植保护行。试验地不施农家肥, 全部磷、钾肥作基肥结合整地一次性施入。30%氮肥作基肥, 50%于苗期结合灌水追施, 20%于拔节期结合灌水追施。3月10日人工开沟播种, 每小区种16行, 播种量825万粒/hm²。其余管理措施同大田。小麦成熟后分小区常规考种, 各小区单收计实产。

2 结果与分析

2.1 回归方程

对试验结果通过“3414”分析软件计算回归方程系数, 求得反映自变量 X₁、X₂、X₃ 与小麦产量 (Y) 之间的回归方程模型 (I): $Y=300.538 + 14.074 9X_1 - 0.6833X_1^2 + 12.642 3X_2 - 0.617 6X_2^2 + 12.140 3X_3 - 1.57X_3^2 + 0.468 7X_1X_2 + 1.287 7X_1X_3 - 1.495 3X_2X_3$ (R=0.996 7**)。式中 Y 为小麦产量, X₁ 为 N 用量、X₂ 为 P₂O₅ 用量、X₃ 为 K₂O 用量。经对方程进行显著性检验, $F=66.878 > F_{0.01}=14.659$, 达到极显著水平, 表明参试因子对目标函数有显著影响, 说明回归方程模型选择正确, 回归方程拟合程度高, 可以反映小麦籽粒产量与 N、P₂O₅、K₂O 之间的关系, 可利用其进行产量预报以及最佳施肥量的计算和推荐施肥。对回归方程进行优化解析, 按 N 4.04 元/kg、P₂O₅ 5.09 元/kg、K₂O 6.84 元/kg、小麦 1.84 元/kg 计算, 得出小麦最大施肥量为 N 322.5 kg/hm²、P₂O₅ 108.0 kg/hm²、K₂O 139.5 kg/hm², 此条件下小麦产量最高, 为 8 299.5

kg/hm²。最佳施肥量为 N 225.0 kg/hm²、P₂O₅ 157.5 kg/hm²、K₂O 43.5 kg/hm², 此条件下小麦产量 7 854.0 kg/hm²。

2.2 各因子对产量的独立效应

从数学模型看出, 一次项系数各因子作用由大到小依次为 X₁(N)、X₂(P₂O₅)、X₃(K₂O), 用降维求优法将任意 2 因子分别固定在零水平进行单因子寻优, 得出各因子与小麦产量 (Y) 的数学模型为: $Y_1=300.538 + 14.0749X_1 - 0.6833X_1^2$

$$Y_2=300.538 + 12.6423X_2 - 0.6176X_2^2$$

$$Y_3=300.538 + 12.1403X_3 - 1.57X_3^2$$

用函数变幅法求得各因子的函数变幅值, 即各因子在不同自变量水平下的产量。分别求出 X_i 在 0、1、2、3 施肥水平下的产量。用产量变幅法, 先求出 X_i 的极大值, 然后分别求出 X_i 在 0 和极大值的产量, 比较产量大小, 决定主次因素。通过表 3 可以看出, 产量由大到小依次为 Y₁、Y₂、Y₃, 说明 3 个决策变量对产量影响的主次关系依次为 N(X₁)、P₂O₅(X₂)、K₂O(X₃)。

为探讨产量随各因子水平值变化而增减的变率, 进行边际产量分析, 先求得产量随各因子水平值变化而增减的变率, 即一阶偏导数:

$$dy_1/dx_1 = -b_1/2b_2$$

$$dy_2/dx_2 = -b_3/2b_4$$

$$dy_3/dx_3 = -b_5/2b_6$$

得出各因子独立效应的最优值为 X₁ 154.5 kg/hm²、X₂ 153.5 kg/hm²、X₃ 58.0 kg/hm², 各因子对产量的独立效应由大到小依次为 X₁、X₂、X₃。可看出, 边际产量随施肥量的增加而递减, 随着边际产量递减, 总产量按一定的渐减率增加, 至边际产量等于零时, 总产量达到最高点, 此时的施 N 量为 154.5 kg/hm²、P₂O₅ 为 153.5 kg/hm²、K₂O 为 58.0 kg/hm²。当施 N 大于 154.5 kg/hm²、P₂O₅ 大于 153.5 kg/hm²、K₂O 大于 58.0 kg/hm² 时, 边际产量变为负值, 总产量随施肥量的增加而减少。

表 3 各因子对产量的独立效应

| 因子 | 施肥水平 | | | | kg/hm ² | |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | X | 产量 |
| N(X ₁) | 4 508.1 | 5 541.1 | 5 262.1 | 3 671.2 | 154.5 | 5 595.3 |
| P ₂ O ₅ (X ₂) | 4 508.1 | 5 184.4 | 5 468.6 | 5 409.2 | 153.5 | 5 478.5 |
| K ₂ O(X ₃) | 4 508.1 | 4 830.8 | 4 797.3 | 4 752.9 | 58.0 | 4 860.1 |

2.3 各因子对产量的交互效应

在目标函数中固定 1~2 个因子在零水平, 分别得到两因子产量的相互效应模型:

$$Y_{x_1, x_2} = 300.538 + 14.074 9X_1 - 0.683 3X_1^2 + 12.642 3X_2 - 0.6176X_2^2 + 0.468 7X_1X_2;$$

$$Y_{x_1, x_3} = 300.538 + 14.074 9X_1 - 0.683 3 X_1^2 + 12.140 3X_3 - 1.57X_3^2 + 1.2877X_1X_3;$$

$$Y_{x_2, x_3} = 300.538 + 12.642 3X_2 - 0.617 6 X_2^2 + 12.140 3X_3 - 1.57X_3^2 - 1.4953X_2X_3;$$

当变量取不同值时, 由模型可得出两个因子互作与产量的效应关系。

2.3.1 N 与 P₂O₅ 对产量的交互效应 从表 4 可以看出, 当 N 与 P₂O₅ 同时增加时, 起初产量随之也增加, 表现为正效应, 但当增加到一定程度时, 产量随着施肥量的增加而降低, 表现为负效应。其中 N 为 2 水平, P₂O₅ 为 3 水平时, 产量达到最高, 为 7 667.2 kg/hm², 说明 N 为 2 水平、P₂O₅ 为 3 水平时交互作用值最大。

表 4 N 与 P₂O₅ 交互对产量的影响 kg/hm²

| P ₂ O ₅ 施肥水平 | N 施肥水平 | | | |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 4 508.1 | 5 541.1 | 5 262.1 | 3 671.2 |
| 1 | 5 184.4 | 6 476.1 | 6 455.9 | 5 123.7 |
| 2 | 5 468.6 | 7 019.1 | 7 257.6 | 6 184.1 |
| 3 | 5 409.2 | 7 170.0 | 7 667.2 | 6 852.4 |

2.3.2 N 与 K₂O 对产量的交互效应 从表 5 可以看出, 小麦产量随 N、K₂O 量的增加呈现增加后减小的趋势, 当施 N 为 240.0 kg/hm²、K₂O 为 123.75 kg/hm² 时其效应产量最高, 为 7 711.4 kg/hm²。当施 N、K₂O 量向更高水平过渡时, 产量减小, 表现为负效应, 说明 N 为 2 水平、K₂O 为 3 水平时交互作用值最大, 效应产量最高。

表 5 N 与 K₂O 交互对产量的影响 kg/hm²

| K ₂ O 施肥水平 | N 施肥水平 | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 4 508.1 | 5 541.1 | 5 262.1 | 3 671.2 |
| 1 | 4 830.8 | 6 288.7 | 6 434.7 | 5 268.8 |
| 2 | 4 797.3 | 6 680.2 | 7 251.1 | 6 510.1 |
| 3 | 4 752.9 | 6 715.5 | 7 711.4 | 7 395.3 |

2.3.3 P₂O₅ 与 K₂O 对产量的交互效应 从表 6 可

以看出, 小麦产量随 P₂O₅、K₂O 量的增加呈先增加后减少趋势, 当 P₂O₅ 为 138.0 kg/hm²、不施 K₂O 时, 其效应产量最高, 为 5 468.2 kg/hm²。当 P₂O₅、K₂O 量继续增加时, 产量反而降低, 表现为负效应, 说明 P₂O₅ 为 2 水平、K₂O 为 0 水平时交互作用值最大, 效应产量最高。

表 6 P₂O₅ 与 K₂O 交互对产量的影响 kg/hm²

| K ₂ O 施肥水平 | P ₂ O ₅ 施肥水平 | | | |
|-----------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 4 508.1 | 5 184.4 | 5 468.6 | 5 409.2 |
| 1 | 4 830.8 | 5 223.3 | 5 223.8 | 4 832.3 |
| 2 | 4 797.3 | 4 906.1 | 4 622.9 | 3 947.6 |
| 3 | 4 752.9 | 4 232.7 | 3 665.7 | 2 706.7 |

3 小结

1) 通过“3414”分析软件计算回归方程系数, 建立了自变量 N、P₂O₅、K₂O 与小麦产量(Y)之间的回归方程: $Y = 300.538 + 14.074 9X_1 - 0.683 3X_1^2 + 12.642 3X_2 - 0.617 6X_2^2 + 12.140 3X_3 - 1.57X_3^2 + 0.4687X_1X_2 + 1.287 7X_1X_3 - 1.495 3X_2X_3$ (R=0.996 7**)。得出玉门市绿洲平原生态区小麦最大施肥量为 N 322.5 kg/hm²、P₂O₅ 108.0 kg/hm²、K₂O 139.5 kg/hm², 此条件下小麦产量最高, 为 8 299.5 kg/hm²。最佳施肥量为 N 225.0 kg/hm²、P₂O₅ 157.5 kg/hm²、K₂O 43.5 kg/hm², 此条件下小麦产量 7 854.0 kg/hm²。
2) 在玉门市绿洲平原生态区, 小麦各参试因子与产量表现为正效应, 主次效应顺序是 N > P₂O₅ > K₂O。

参考文献:

- [1] 农业部小麦专家指导组. 小麦高产创建示范技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 324.
- [2] 杨 斌, 郭伟伟. 测土配方施肥技术在棉花上的应用[J]. 中国棉花, 2007, 34(12): 28.
- [3] 刘 艳, 安景文, 华利民. 浅议测土配方施肥现状与展望[J]. 杂粮作物, 2007, 27(6): 426-427.
- [4] 盛建东, 李 荣. 基于 GIS 的区域土壤养分管理与作物推荐施肥信息系统研究[J]. 土壤, 2002, 34(2): 77-81.
- [5] 高祥照, 马常宝, 杜 森, 等. 测土配方施肥技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [6] 魏接旺, 王转军. 成县冬小麦“3414”优化施肥试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2013(5): 43-44.
- [7] 王积彪. 高台县玉米配方施肥效应研究[J]. 甘肃农业科技, 2012(3): 36-38.

(本文责编: 陈 伟)