

套种玉米高产施肥指标的研究与生产实践

许志斌 程晋龙 杨国虎

(宁夏农林科学院农作物研究所, 永宁王太堡 750105)

摘要 通过研究确立了套种玉米施肥与产量的二元二次回归模型, 模型经方差分析 F 值达极显著水平。进一步分析, 该研究的三个主效因子对量的影响大小程度是氮 > 磷 > 钾, 其相关程度为 0.93。经过模拟寻优, 玉米单产 9000 ~ 9750 kg/hm² 的 N、P、K 施量的优化组合是: 玉米施氮 360 kg/hm², 施 P₂O₅ 69.8 kg/hm², 施 K₂O 62.7 kg/hm²。该施肥指标通过大面积生产示范验证, 玉米平均产量在 9405 ~ 9600 kg/hm², 比常规栽培田玉米产量 7411.5 kg/hm², 增产 1993.5 ~ 2188.5 kg/hm², 增产 26.9% ~ 29.5%。增产效果显著。生产示范产量接近目标产量, 说明该方程可以为大田预测, 研究所得的施肥指标可以作为小麦套种玉米高产施肥的依据。

关键词 玉米 套作 施肥指标 套种玉米 高产施肥指标

宁夏灌区光热资源丰富, 具有得天独厚的黄河资源, 灌排通畅, 自然条件较好。全年无霜期 150 天左右, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为 3200 ~ 3400 $^{\circ}\text{C}$ 。热量的突出矛盾是作物种植两季不足, 一季有余。因此, 作为宁夏三大粮食作物之一的玉米, 随着农业生产条件的不断改善, 栽培方式由过去的单作发展到目前的大面积小麦套种。玉米套种之后由于两作共生期较长 (75 天左右), 两作之间争光、争热、争肥的矛盾较为突出。玉米对氮、磷、钾肥的需用量都发生了很大的变化, 为了探讨套种玉米适宜的高产需肥指标, 我们对其进行了研究, 并进行了大面积生产验证, 以便为宁夏引黄灌溉地区玉米高产施肥提供依据。

1 试验设计与方法

试验采用三因素五水平二次回归通用旋转组合设计, 以氮 (x_1) 磷 (x_2) 钾 (x_3) 为决策因子, 因子设计水平及编码见表 1。

试验地前茬水稻。土壤基础为 (0 ~ 20 cm) 全氮 0.0749%、全磷 0.216%、速效氮 26 mg/kg、速效磷 21 mg/kg、速效钾 108 mg/kg、有机质 1.42%。

玉米带状形式套种, 其中小麦带宽 130 cm, 于 3 月 5 日播种 12 行春小麦, 玉米留带宽 100 cm, 4 月 10 日种植三行春玉米。玉米设计密度 67500 株/hm², 玉米品种宁单 7 号。

表 1 玉米 N、P、K 试验因子设计水平及编码

变量名称	X_i	变化间距	变 量 水 平				
			-1.682	-1	0	1	1.682
玉米施 N	X_1	11.9	0	8.1	20	31.9	40.0
玉米施 P ₂ O ₅	X_2	6	0	4.0	10	16.0	20.1
玉米施 K ₂ O	X_3	3	0	2.0	5	8.0	10.0

玉米磷肥、钾肥全部作基肥一次施入,氮肥总用量的 15%作基肥,15%作苗肥,45%作穗肥,15%作粒肥。

2 结果与分析

将玉米小区产量折合成亩产(表 2),输入计算机中进行运算,得出了玉米产量(Y)与各因子之间的二元二次回归模型:

$$\hat{Y} = 634.7 + 53.3x_1 + 15.3x_2 + 3.67x_3 - 1.39x_1x_2 - 1.14x_1x_3 - 1.17x_2x_3 - 50.68x_1^2 - 14.59x_2^2 + 13.2x_3^2$$

模型经方差分析 F 值(6.77) > F_{0.01}(4.99),达极显著水平。失拟性检验, F 值(2.4) < F_{0.05}(5.05),差异未达到显著水平。说明其回归方程与实际情况拟合较好,可以为大田预测,其相关程度为 0.93。

表 2 N、P、K 施量结构矩阵与产量结果(1992)

区号	x ₁	x ₂	x ₃	实产 (kg/亩)	区号	x ₁	x ₂	x ₃	实产 (kg/亩)
1	-1	-1	-1	496.3	11	0	-1.682	0	533.4
2	-1	-1	1	551.9	12	0	1.682	0	602.9
3	-1	1	-1	570.5	13	0	0	-1.682	667.9
4	-1	1	1	579.7	14	0	0	1.682	626.1
5	1	-1	-1	649.3	15	0	0	0	649.3
6	1	-1	1	658.6	16	0	0	0	644.7
7	1	1	-1	626.1	17	0	0	0	663.2
8	1	1	1	672.5	18	0	0	0	640.0
9	-1.682	0	0	371.0	19	0	0	0	640.0
10	1.682	0	0	561.2	20	0	0	0	579.7

对各因子进行 t 测验,3 个主效因子只有 x₁(施氮)t 值(5.2) > t_{0.01}(3.2) 达到极显著水平。交互相 x₁x₂ 达显著水平。

由于试验因子经无量纲编码代换后,其偏回归系数已经标准化,可以直接根据其绝对值大小判明各因子的重要性。由此,从二次回归模型可得出,该试验三项因子主效应对产量的影响大小程度是 x₁ > x₂ > x₃。即 N > P > K。

经过进一步模拟寻优,在 -1.682 ≤ x ≤ 1.682 的约束区间,玉米单产 9000 ~ 9750kg/hm² 的 N、P、K 施量的优化组合是:玉米施氮 360 kg/hm²,施 P₂O₅69.8 kg/hm²,施 K₂O 62.7 kg/hm²。

3 示范验证

由于宁夏引黄灌区土壤含钾较丰富,试

验中钾对玉米产量影响的差异不显著,因此,在示范中我们只考虑氮磷两因素。根据研究结果制定了套种玉米施氮 345kg/hm²,施 P₂O₅ 69kg/hm² 的施肥方案,在宁夏引黄灌区进行大面积生产验证。

1993 年在青铜峡、吴忠、永宁三市县示范 1.02 万 hm²,玉米平均单产 9280.5kg/hm²,较常规栽培田玉米平均单产 6433.5kg/hm²,增产 2847kg/hm²,增产 44.3%。1994 年扩大示范面积,在宁夏灌区 10 个市县示范推广 1.92 万 hm² 小麦套种玉米,玉米平均单产 9327kg/hm² (其中小麦平均单产 5416.5kg/hm²)。比常规栽培田玉米平均产量 7411.5kg,增产 1915.5kg/hm²,增产 25.8%。

从各市县玉米施肥量与产量的调查结果(表 3)来看,在施氮 345kg/hm² 左右,施 P₂O₅69kg/hm² 左右时,玉米平均产量在 9405

~9600kg/hm²,接近目标产量 9000~9750kg/hm²。而施肥量未达到预定施肥指标时,产量均低于目标产量。如中宁县玉米施磷和施氮都未达到预定施肥指标,产量只达到了

8563.5kg/hm²。因此,从以上示范结果可看出,研究所得的施肥指标是符合生产实际的,它可以为大面积小麦套种玉米高产提供施肥依据。

表3 大面积示范玉米施肥量与产量结果(1994) (kg/hm²)

市 县 名 称	示范面积 hm ²	施 P ₂ O ₅ 量	施氮量	玉米产量
青铜峡市	3186.6	69.0	348.0	9444.0
中宁县	1140.0	55.5	277.5	8563.5
中卫县	2713.3	69.0	342.0	9606.0
吴忠市	2673.3	69.0	356.3	9418.5
银川郊区	246.7	69.0	345.0	9546.0

4 施肥技术要点

4.1 播种时施磷酸二铵或三料过磷酸钙 150kg/hm²。但一定要注意施肥方法,保证肥料与种子严格分离开,以免种子遇氮素化肥失去发芽力或者遇浓度过高的磷肥,出现烧芽,影响出苗。

4.2 氮肥主要作追肥。5月下旬追苗肥,追尿素 187.5kg/hm²,6月20日前后重追穗肥,施尿素 450kg/hm²,在7月20日前后玉米抽雄

期追粒肥,追尿素 187.5kg/hm²。全生育期玉米追总氮量 345kg/hm²。

参 考 文 献

- 1 丁希泉编者. 农业应用回归设计. 吉林科学出版社, 1986, 101—176
- 2 许志斌等. 运用通用旋转组合设计研究“吨粮田”综合农艺措施. 生物数学学报, 1992, 7(4): 130—132
- 3 许志斌等. 银南灌区吨粮田栽培技术研究. 宁夏农林科技, 1995, (2): 1—3