

基于“3414”模型研究宁夏盐池县玉米氮磷钾施肥效应

胡建军¹, 张月琴¹, 温学飞², 郭宝¹, 张宏¹, 赵秀玲¹

(1. 盐池县农牧局 技术推广服务中心, 宁夏 盐池 751500; 2. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 银川 750002)

摘 要: 2008 年在盐池县具有代表性的土壤类型上进行了玉米“3414”试验, 结果表明: 地力贡献率为 54.84%, 说明土壤属于中等肥力。N、P、K 对玉米产量影响大小顺序为 $N > P > K$, 增产效果居首位的为氮肥, 施用纯 N 240 kg/hm² 的增产效应达到 2 751.45 kg/hm²; P 肥的增产幅度次之, 施用纯 P 120 kg/hm² 的增产效应达到 1 023.45 kg/hm²; 施用纯 K 75 kg/hm² 的增产效应为 236.7 kg/hm²。在不同肥料的交互作用中, $N \times P$ 的交互作用对产量影响最大, $N \times P > N \times K > P \times K$ 。施氮(N)量为 360 kg/hm², 施磷量(P)为 107.81 kg/hm², 施钾量(K)为 4.30 kg/hm² 时, 玉米产量最高为 7 652.23 kg/hm²。玉米产量与 N、P、K 肥料效应回归模型为三元二次多项式回归模型, 经显著性检验达到极显著水平, 可以为玉米生产施肥提供借鉴。

关键词: 玉米; 肥料效应; 测土配方; 最佳施肥量

中图分类号: S513; S506.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0268-05

Study on the Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Corn Based on ‘3414’ Model in Yanchi County

HU Jian-jun¹, ZHANG Yue-qin¹, WEN Xue-fei², GUO Bao¹, ZHANG Hong¹, ZHAO Xiu-ling¹

(1. Center for Technology Extension and Service, Yanchi Agro-pastoral Bureau, Yanchi, Ningxia 751500, China;

2. Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: In this study, a ‘3414’ experiment of corn has been arranged on a representative soil type in Yanchi County. The results showed that the soil was middle fertility and the contribution of land capability reached 54.84%. The effect of NPK on corn yield was $N > P > K$. Nitrogen had the most significant effect on yield, and the yield increasing effect of pure nitrogen (240 kg/hm²) reached 2 751.45 kg/hm²; the yield increasing effect of pure phosphorus (120 kg/hm²) reached 1 023.45 kg/hm²; and the yield increasing effect of pure potassium (75 kg/hm²) reached 236.7 kg/hm². The most influential effect on corn yield was the interaction of N and P in the interaction among different fertilizers, and the order of significance of interaction effects was $N \times P > N \times K > P \times K$. When the corn yield reached 7 652.23 kg/hm², it needed pure N (360 kg/hm²), pure P (107.81 kg/hm²) and pure K (4.30 kg/hm²). Fertilization effect model of corn was a three variables power two polynomial regression model, which reached an extremely significant level and could provide suggestions for corn production.

Key words: corn; fertilizer effect; soil testing and fertilizer recommendation; optimum amount of fertilization

玉米是盐池县的主要农作物之一, 常年播种面积 8 467 hm², 占全年粮食播种面积的 9.52%。盐池县 2008 年被列为测土配方施肥项目启动县, 为了提高单产, 探索玉米高产措施, 按照农业部 2008 年《测土配方施肥项目的技术规范》以及宁夏农技推广总站《2008 年全区测土配方施肥田间试验方案》的有关规

定开展玉米“3414”测土配方试验研究。“3414”是指氮、磷、钾 3 个因素、4 个水平、14 个处理。“3414”方案设计吸收了回归最优设计处理少、效益高的优点, 又符合肥料试验和施肥决策的专业要求, 是目前国内外应用较为广泛的肥料效应田间试验方案。试验信息量大, 不仅可建立三元二次肥料效应方程, 而且还

收稿日期: 2010-12-20

修回日期: 2011-02-24

资助项目: 农业部测土配方施肥补贴项目

作者简介: 胡建军(1969-), 男, 宁夏盐池县人, 高级农艺师, 主要从事生态农业研究与示范推广等工作。E-mail: zfd1118@sina.com

通信作者: 温学飞(1972-), 男, 宁夏盐池县人, 助理研究员, 学士, 主要从事干旱区农业研究。E-mail: wenxuefei1973@126.com

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

可建立二元二次或一元二次肥料效应方程。本试验以当地土壤肥力为依据, 通过田间试验, 研究盐池县玉米栽培的最佳施肥量、最佳施肥配比等, 同时达到提高肥料利用率、增加经济效益的目的, 为科学施肥提供依据^[1]。制定不同区域土壤类型的养分丰缺指标, 建立施肥指标体系, 并计算肥料的利用率。

1 材料与方法

1.1 试验材料

玉米品种选用长城 706。氮肥选用尿素, (含氮量 46%); 磷肥选用重钙(P₂O₅ 含量 46%); 钾肥选用硫酸钾(K₂SO₄ 50%)。

1.2 试验地概况

本试验点位于盐池县北部花马池镇柳杨堡村上土沟自然村, 属于盐池县井灌区集中区域, 为鄂尔多斯缓坡丘区, 约占全县总面积的 80%, 海拔 1 400~1 600 m, 地势开阔平缓, 地理位置为 37°40′ - 38°40′ N、106°45′ - 107°45′ E, 在地质构造上属鄂尔多斯台地, 土壤类型为灰钙土。中温带大陆性气候, 年平均降水量在 230~ 330 mm, 而最少量在 145 mm, 年际变化大, 干燥度 3. 1, 年蒸发量在 2 100 mm, 年平均气温 7. 6℃, ≥10℃积温 2 945℃, 无霜期 135 d。试验点共取土样 7 个, 取土深度 0- 20 cm, 全盐含量 0. 34 g/kg, 有机质含量 8. 4 g/kg, 全氮含量 0. 59 g/kg, 水解氮含量 41. 7 mg/kg, 有效磷含量 5. 6 mg/kg, 速效钾含量 141. 4 mg/kg。

1.3 试验设计

1.3.1 试验设置 试验设 3 个因素(氮、磷、钾)、4 个水平、14 个处理, 小区随机排列, 不设重复^[2]。小区面积 63 m² (14 m×4. 5 m), 试验地四周设置 2 m 的保护行。试验玉米种植规格及密度: 采用宽窄行拉线打孔灌沙种植。宽行 65 cm, 窄行 30 cm, 株距 27 cm, 播深 5 cm, 密度 8. 2 万株/hm²。

1.3.2 肥料设置 2008 年 4 月 18 日施肥, 氮肥 50% 作底肥施用, 拔节期追施 50%。磷、钾肥全作底肥施用。具体各小区施肥量见表 1。

1.3.3 栽培管理 5 月 8 日播种; 6 月 5 日中耕除草 1 次; 6 月 9 日定苗; 6 月 28 日追肥灌水, 7 月 6 日三水; 7 月 18 日四水。10 月 15 日收获。每次灌水量 900 m³/hm²。

2 结果与分析

2.1 不同处理对增收的影响

从 2008 年的当年肥料、玉米价格来计算不同处理的收入来看(表 2), 以处理 14 最高为 8 923. 95 元/hm²,

较不施肥增收 2 963. 92 元/hm²; 其次为处理 8 为 8 857. 35 元/hm², 较不施肥增收 2 897. 32 元/hm²; 最差处理 2 为 5 636. 78 元/hm², 较不施肥少收入 323. 25 元/hm²。其它依次为处理 6> 处理 11> 处理 9)> 处理 12> 处理 5> 处理 4> 处理 10> 处理 13> 处理 3> 处理 7> 处理 1, 均比不施肥处理有增收^[3]。

表 1 玉米“3414”试验各处理及施肥量 kg/hm²

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
处理 1 N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
处理 2 N ₀ P ₂ K ₂	0	120	75
处理 3 N ₁ P ₂ K ₂	120	120	75
处理 4 N ₂ P ₀ K ₂	240	0	75
处理 5 N ₂ P ₁ K ₂	240	60	75
处理 6 N ₂ P ₂ K ₂	240	120	75
处理 7 N ₂ P ₃ K ₂	240	180	75
处理 8 N ₂ P ₂ K ₀	240	120	0
处理 9 N ₂ P ₂ K ₁	240	120	37. 5
处理 10 N ₂ P ₂ K ₃	240	120	112. 5
处理 11 N ₃ P ₂ K ₂	360	120	75
处理 12 N ₁ P ₁ K ₂	120	60	75
处理 13 N ₁ P ₂ K ₁	120	120	37. 5
处理 14 N ₂ P ₁ K ₁	240	60	37. 5

2.2 缺肥对玉米产量的影响

处理 1、处理 2、处理 4、处理 6、处理 8 分别是无肥区、缺氮区、缺磷区、最佳施肥量区、缺钾区。地力贡献率= 无肥区产量/最佳施肥量区产量×100%^[4,6], 通过表 2 数据可算出该地块的地力贡献率为 54. 84%, 表明土壤属于中等肥力, 施肥增产效应明显。相对产量= 施肥产量/最佳施肥量区产量×100%^[4,6], 缺氮区、缺磷区、缺钾区相对产量分别为: 62. 02%、85. 87%、96. 73%, 说明种植玉米氮肥缺失比磷、钾肥缺失影响大一些。

2.3 N、P、K 肥的增产效应

对处理 6(全肥区) 的施肥量、产量分别与处理 2 (无 N 区)、处理 4(无 P 区)、处理 8(无 K 区) 进行比较, 分别得出氮、磷、钾肥在玉米上的增产效应(表 3)。表 3 结果显示, 增产效果居首位的为氮肥^[7], 施用纯 N 240 kg/hm² 的增产效应达到 2 751. 45 kg/hm², 增产率在 61. 23%; 磷肥的增产幅度次之, 施用纯 P₂O₅ 120 kg/hm² 的增产效应达到 1 023. 45 kg/hm², 增产率 16. 45%; 施用纯 K₂O 75 kg/hm² 的增产效应为 236. 7 kg/hm², 增产率 3. 38%。从单位养分的增产效果(表 3) 看^[8], 每 1 kg 氮(N) 素的增产效果最好, 为 11. 46 kg; 每 1 kg 磷(P₂O₅) 素的增产效果次之, 为 8. 53 kg; 每 1 kg 钾(K₂O) 素的增产效果最低, 为 3. 16 kg。

表 2 不同施肥处理玉米产量及施肥利润

处理 单位	产量/ (kg·hm ⁻²)	产值/ (元·hm ⁻²)	化肥成本/ (元·hm ⁻²)	收入/ (元·hm ⁻²)	较不施肥增收/ (元·hm ⁻²)
处理 1 N ₀ P ₀ K ₀	3973.35	5960.03	0	5960.03	0.00
处理 2 N ₀ P ₂ K ₂	4493.85	6740.78	1104	5636.78	- 323.25
处理 3 N ₁ P ₂ K ₂	6058.95	9088.43	1620	7468.43	1508.40
处理 4 N ₂ P ₀ K ₂	6222.15	9333.23	1512	7821.23	1861.20
处理 5 N ₂ P ₁ K ₂	6567.60	9851.40	1824	8027.40	2067.37
处理 6 N ₂ P ₂ K ₂	7245.60	10868.40	2136	8732.40	2772.37
处理 7 N ₂ P ₃ K ₂	5651.25	8476.88	2448	6028.88	68.85
处理 8 N ₂ P ₂ K ₀	7008.90	10513.35	1656	8857.35	2897.32
处理 9 N ₂ P ₂ K ₁	7001.55	10502.33	1896	8606.33	2646.30
处理 10 N ₂ P ₂ K ₃	6770.85	10156.28	2376	7780.28	1820.25
处理 11 N ₃ P ₂ K ₂	7588.80	11383.20	2652	8731.20	2771.17
处理 12 N ₁ P ₁ K ₂	6325.50	9488.25	1308	8180.25	2220.22
处理 13 N ₁ P ₂ K ₁	6063.45	9095.18	1380	7715.18	1755.15
处理 14 N ₂ P ₁ K ₁	7005.30	10507.95	1584	8923.95	2963.92

注:玉米 1.50 元/kg, N 为 4.30 元/kg, P₂O₅ 为 5.20 元/kg, K₂O 为 6.40 元/kg。

表 3 N、P、K 肥料在玉米上的增产效应

氮肥增产效应			磷肥增产效应			钾肥增产效应		
增产量/ (kg·hm ⁻²)	增产/ %	单位养分增产/ (kg·kg ⁻¹)	增产量/ (kg·hm ⁻²)	增产/ %	单位养分增产/ (kg·kg ⁻¹)	增产量/ (kg·hm ⁻²)	增产/ %	单位养分增产/ (kg·kg ⁻¹)
2751.75	61.23	11.46	1023.45	16.45	8.53	236.7	3.38	3.16

2.4 肥料效应模型的建立

考虑到多因素试验中各因素的效应存在差异,在参与试验的因子中,可能有些因子的效应并不显著^[9]。因此,可利用 DPS 软件“试验统计”试验优化分析“3414”试验设计统计分析,对玉米“3414”试验结果进行肥料效应回归模型模拟。最后得到产量与肥料之间的数学模型为^[10]:

$$y=3982.0228+9.7480X_1+22.5741X_2+11.4133X_3-0.0145X_1^2-0.1484X_2^2-0.0389X_3^2+0.0331X_1X_2-0.0026X_1X_3-0.0721X_2X_3$$
 (1)

式中: y ——单位面积玉米产量; X₁ ——纯 N 的施用量; X₂ ——纯 P₂O₅ 的施用量; X₃ ——纯 K₂O 的施用量,下同。

复相关系数 R= 0.9859, 决定系数 R²= 0.9721, F_(9,4)= 15.4685, 剩余标准差 SSE= 307.6380, p= 0.0090, 调整相关系数 Ra= 0.9535, 调整决定系数 Ra²= 0.9092, 差异显著。说明参加试验的 14 种处理在产量差异上极显著, N、P、K 不同用量的配合施用对玉米有显著的增产效果。

2.4.1 单因子效应分析 由主效应模式得出各因子不同水平下的产量情况。当某两个因子为零水平时,得到以单因子效应模型为:

$$y=3982.0228+9.7480X_1-0.0145X_1^2$$
 (2)
$$y=3982.0228+22.5741X_2-0.1484X_2^2$$
 (3)

$$y=3982.0228+11.4133X_3-0.0389X_3^2$$
 (4)

从回归方程可以看出,二次项系数均小于 0,抛物线向下符合生物学规律^[8]。从一次项系数看,产量的影响从大到小的顺序是 P> K> N; 从二次项看,其绝对值 P> K> N。氮、磷、钾肥用量均表现为:随着施肥量增加,玉米产量先增加随后又下降。N 肥施肥量为 326.83 kg/hm² 时产量最大为 5 530.88 kg/hm²; P 肥施肥量为 76.06 kg 时玉米产量最大为 4 840.49 kg; K 肥施肥量为 146.70 kg 时玉米产量最大为 4 819.19 kg。结合缺 N、P、K 的相对产量可以看出,氮肥是玉米生产的重点控制因子。

2.4.2 双因子互作效应分析

(1) N、P 互作效应分析。

$$y=3982.0228+9.7480X_1+22.5741X_2-0.0145X_1^2-0.1484X_2^2+0.0331X_1X_2$$
 (5)

表 4 中数据说明,在低 N 量及高 N 量下,玉米产量随 P 肥增加逐渐增加后下降,在施肥量 90~ 120 kg/hm² 之间玉米产量最高;在同一施 P 水平下,施 N 对玉米产量影响相对较大,变异系数在 11.64~ 33.11。在低 P 和高 P 条件下,产量随 N 肥的增加先增加后减少,在施肥量 300~ 360 kg/hm² 之间产量最高;在同一施 N 水平下,施 P 对产量的影响相对稳定,变异系数(Cv)为变异系数在 9.91%~ 22.64%。说明氮肥与磷肥对玉米产量的影响存在一定的施肥

区间,合理配合后可以增加玉米产量,施氮和施磷互

(2) NK 互作效应分析。

作的最佳区域施用量为: 施 N 300~ 420 kg/ hm², 施 P

$y=3982.0228+9.7480X_1+11.4133X_3-0.0145X_1^2$

90~ 150 kg/ hm², 可获得 7 100 kg/ hm² 以上的产量。

$-0.0389X_3^2-0.0026X_1X_3$

(6)

表 4 NP 交互作用对玉米产量的影响

N 施肥水平	P 施肥水平								<i>C_v</i>	平均
	0	30	60	90	120	150	180	210		
0	3982.02	4525.69	4802.23	4811.65	4553.96	4029.14	3237.20	2178.14	22.64	4015.00
60	4514.70	5117.95	5454.07	5523.07	5324.96	4859.72	4127.36	3127.88	17.13	4756.21
120	4942.98	5605.81	6001.51	6130.09	5991.56	5585.90	4913.12	3973.22	13.67	5393.02
180	5266.86	5989.27	6444.55	6632.71	6553.76	6207.68	5594.48	4714.16	11.51	5925.43
240	5486.34	6268.33	6783.19	7030.93	7011.56	6725.06	6171.44	5350.70	10.33	6353.44
300	5601.42	6442.99	7017.43	7324.75	7364.96	7138.04	6644.00	5882.84	9.91	6677.05
360	5612.10	6513.25	7147.27	7514.17	7613.96	7446.62	7012.16	6310.58	10.13	6896.26
420	5518.38	6479.11	7172.71	7599.19	7758.56	7650.80	7275.92	6633.92	10.87	7011.07
<i>C_v</i>	11.64	12.44	13.66	15.35	17.64	20.83	25.55	33.11		
平均	5115.6	5867.8	6352.87	6570.82	6521.66	6205.37	5621.96	4771.43		

表 5 NK 交互作用对玉米产量的影响

N 施肥水平	K 施肥水平								<i>C_v</i>	平均
	0	18.75	37.5	56.25	75	92.75	112.5	131.25		
0	3982.02	4182.35	4355.32	4500.94	4619.21	4705.97	4773.69	4809.91	6.61	4491.18
60	4514.70	4712.10	4882.15	5024.84	5140.19	5224.18	5288.82	5322.11	5.78	5013.64
120	4942.98	5137.46	5304.58	5444.35	5556.77	5637.99	5699.55	5729.92	5.21	5431.70
180	5266.86	5458.41	5622.61	5759.45	5868.95	5947.40	6005.88	6033.32	4.80	5745.36
240	5486.34	5674.97	5836.24	5970.16	6076.73	6152.41	6207.81	6232.33	4.52	5954.62
300	5601.42	5787.12	5945.47	6076.46	6180.11	6253.02	6305.34	6326.93	4.33	6059.48
360	5612.10	5794.88	5950.30	6078.37	6179.09	6249.23	6298.47	6317.14	4.21	6059.95
420	5518.38	5698.23	5850.73	5975.87	6073.67	6141.04	6187.20	6202.94	4.17	5956.01
<i>C_v</i>	11.64	11.10	10.65	10.28	9.97	9.73	9.53	9.37		
平均	5115.60	5305.69	5468.43	5603.81	5711.84	5788.91	5845.85	5871.83		

表 5 中数据说明: 在低 N 量及高 N 量下, 玉米产量随 K 肥增加逐渐增加; 在同一施 K 水平下, 施 N 对产量的影响相对稳定, 其变异系数变化为 9.37%~ 11.64%。在低 K 和高 K 条件下, 产量随 N 肥的增加先增加后减少; 在同一施 N 水平下, 施 K 对玉米产量的影响变化不大, 变异系数为 4.17%~ 6.61%。

从表 5 中可以看出施 N 和施 K 互作玉米产量低于 7 100 kg/ hm², 也反映出 NK 交互作用低于 NP 交互作用。

(3) PK 互作效应分析。

$y=3982.0228+22.5741X_2+11.4133X_3-0.1484X_2^2$

$-0.0389X_3^2-0.0721X_2X_3$

(7)

表 6 PK 交互作用对玉米产量的影响

P 施肥水平	K 施肥水平								<i>C_v</i>	平均
	0	18.75	37.5	56.25	75	92.75	112.5	131.25		
0	3982.02	4182.35	4355.32	4500.94	4619.21	4705.97	4773.69	4809.91	6.61	4491.18
30	4525.69	4685.45	4817.87	4922.93	5000.65	5049.01	5074.02	5069.67	4.12	4893.16
60	4514.70	4712.10	4882.15	5024.84	5140.19	5224.18	5288.82	5062.32	5.30	4981.16
90	4942.98	5137.46	5304.58	5444.35	5556.77	5637.99	5699.55	4787.85	6.26	5313.94
120	5266.86	5458.41	5622.61	5759.45	5868.95	5947.40	6005.88	4246.26	10.38	5521.98
150	5486.34	5674.97	5836.24	5970.16	6076.73	6152.41	6207.81	3437.55	16.22	5605.28
180	5601.42	5787.12	5945.47	6076.46	6180.11	6253.02	6305.34	2361.72	23.65	5563.83
210	5612.10	5794.88	5950.30	6078.37	6179.09	6249.23	6298.47	1018.77	33.06	5397.65
<i>C_v</i>	12.08	11.61	11.23	10.94	10.72	10.57	10.46	38.43		
平均	4991.51	5179.09	5339.32	5472.19	5577.71	5652.40	5706.70	3849.26		

表 6 中数据说明,在低 P 量及高 P 量下,玉米产量随 K 肥增加先增加后下降,在施肥量 75~112.5 kg/hm² 之间玉米产量达到 6 000 kg/hm² 以上。在同一施 K 水平下,施 P 对玉米产量的影响相对较大,其变异系数变化为 4.12%~33.06%。在低 K 和高 K 条件下,产量随 P 肥的增加先增加后减少;在施肥量 180 kg/hm² 玉米产量达到 6 180 kg/hm² 以上。在同一施 P 水平下,施 K 对玉米产量的影响的变异系数为 10.46%~38.43%。P、K 合理配合后可以增加玉米产量,施 P 和施 K 互作的最佳区域施用量为:施 P 150~210 kg/hm²,施 K 75~112.5 kg/hm²,可获得 6 070 kg/hm² 以上的产量。

2.4.3 最高产量的施肥量与效益最大施肥量 根据肥料效应模型,采用数学求导的方法计算出玉米氮、磷、钾肥的最高产量施肥量和最佳施肥量^[11]。结果表明:玉米最高产量 7 652.23 kg/hm² 时,施氮(N)量为 360 kg/hm²,施磷量(P)为 107.81 kg/hm²,施钾量(K)为 4.30 kg/hm²。玉米产值最大 9 302.20 元/hm² 时,施氮(N)量为 356.02 kg/hm²,施磷量(P)为 104.09 kg/hm²,施钾量(K)为 0 kg/hm²。

3 小结

(1) 地力贡献率为 54.84%,说明土壤属于中等肥力,施肥增产效应明显。缺氮区、缺磷区、缺钾区相对产量分别为:62.02%、85.87%、96.73%,该地块种植玉米其产量受氮、磷、钾肥缺失影响明显,氮肥缺失影响比磷、钾肥大一些。增产效果居首位的为氮肥,施用纯 N 240 kg/hm² 的增产效应达到 2 751.45 kg/hm²,增产率在 61.23%;磷肥的增产幅度次之,施用纯 P 120 kg/hm² 的增产效应达到 1 023.45 kg/hm²,增产率 16.45%;施用纯 K 75 kg/hm² 的增产效应为 236.7 kg/hm²,增产率 3.38%。氮肥是影响盐池县玉米的主要因素,可看出对产量影响大小顺序为:N>P>K。在不同肥料的交互作用中,N×P 的交互作用对产量影响最大,N×P>N×K>P×K,P×K 的交互效应较小。

(2) 玉米肥料效应回归模型全部为 N、P、K 三元二次多项式回归模型,经显著性检验达到极显著水平,说明肥料效应回归模型具有实际应用价值,可以

用于盐池县玉米施肥量的预测。玉米最高产量 7 652.23 kg/hm² 时,施氮(N)量为 360 kg/hm²,施磷量(P)为 107.81 kg/hm²,施钾量(K)为 4.30 kg/hm²。玉米产量效益最大产量为 9 302.20 kg/hm² 时,施氮(N)量为 356.02 kg/hm²,施磷量(P)为 104.09 kg/hm²,施钾量(K)为 0 kg/hm²。

(3) 测土配方施肥是测定土壤养分含量后确定产量进行施肥,具有一定的科学依据^[12]。试验表明,各处理随着化肥的投入使用,产量逐渐增加,盐池县的土壤 N 相当缺乏,在 P、K 施用的情况下,产量的限制因子转为氮素。对盐池县玉米施肥具有一定的参考和推广应用价值。

参考文献:

- [1] 王峰,王顺霞,王占军,等.不同施肥水平与组合对玉米生产性能的影响研究[J].干旱区资源与环境,2005,19(4):167-169.
- [2] 张淑秀.宁夏中部干旱区马铃薯土壤养分丰缺试验报告[J].农业科技与信息,2009(23):34.
- [3] 杨斌,黄建开.册亨县玉米“3414”测土配方施肥田间肥效试验[J].现代农业科技,2010(15):71.
- [4] 陈金英.甘薯 3414 肥料效应田间试验[J].安徽农学通报,2010,16(15):142-143.
- [5] 卓旭升.基于“3414”试验模型的沿海砂质土壤马铃薯氮、磷、钾效应研究[J].江西农业学报,2010,22(7):84-86.
- [6] 巴哈尔·吾守尔,吐尔逊乃·马木提.玉米“3414”试验总结[J].新疆农业科技,2010(4):52-53.
- [7] 朱能宏,万永全,何艳琼,等.泸西县玉米测土配方施肥“3414”试验初报[J].云南农业科技,2009(增刊):51-52.
- [8] 阿吉·买买提.喀什市玉米“3414”肥效试验总结[J].新疆农业科技,2010(4):48.
- [9] 高惠璇.应用多元统计分析[M].北京:北京大学出版社,2005:105-118.
- [10] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002:78-90.
- [11] 王峰,温学飞,马明,等.宁南扬黄灌区最优混合施肥对苜蓿鲜草产量的影响[J].干旱区资源与环境,2006,24(5):50-54.
- [12] 高时凤.油菜“3414”肥效试验分析研究[J].安徽农学通报,2010,16(15):137-139.