

临夏市冬小麦最佳经济施肥量研究

陈娟, 陈健

(临夏回族自治州农业节水与土壤肥料管理站, 甘肃 临夏 731100)

摘要: 在临夏市进行了冬小麦最佳经济施肥量研究, 建立了临夏市冬小麦肥料效应回归方程, 得出冬小麦的最佳经济产量为 5 239.65~7 869.90 kg/hm², 平均为 6 567.00 kg/hm², 氮、磷、钾最佳经济施肥量平均值依次为 N 155.40 kg/hm²、P₂O₅ 106.50 kg/hm²、K₂O 42.60 kg/hm², 最佳氮、磷、钾配比为 N : P₂O₅ : K₂O=1 : 0.69 : 0.27。经济效益最好的处理为 N₃P₂K₂ (N 213.75 kg/hm²、P₂O₅ 114.00 kg/hm²、K₂O 43.50 kg/hm²) 和 N₂P₂K₂ (N 142.50 kg/hm²、P₂O₅ 114.00 kg/hm²、K₂O 43.50 kg/hm²)。

关键词: 冬小麦; 肥料效应方程; 最佳施肥量; 临夏市

中图分类号: S512.1; S147.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)09-0034-03

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.09.013

测土配方施肥技术的核心是协调作物需肥与土壤供肥之间的矛盾, 实现各种养分平衡供应, 以减少肥料用量, 提高肥料利用效率, 增加作物产量^[1-2], 进而防止资源浪费和环境污染等问题^[3-4]。为了充分发挥肥料的增产效应, 减少不合理施肥造成的农业环境污染问题, 探索临夏市主要粮食作物—冬小麦的最佳优化施肥模式和施肥量, 我们从 2009 年开始在临夏市开展了测土配方施肥工作, 利用“3414”肥料效应试验方案, 对冬小麦施用氮、磷、钾肥的肥料效应进行了研究, 旨在确定冬小麦的最佳施肥量与施肥模型, 为临夏市冬小麦产量的进一步提高和节本增效提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

临夏市年平均气温为 6.7 ℃, 平均无霜期 152 d, ≥0 ℃ 的积温 3 007.1 ℃, ≥10 ℃ 的积温 2 330.2 ℃。年降水量 504.4 mm, 多集中在 7—9 月, 年蒸发量 1 343 mm, 年平均相对湿度为 66%。年日照时数 2 520 h。临夏市四季分明, 气候湿润, 属温带大陆性气候。5 个试验点土壤均为黑垆土, 其理化性质见表 1。

1.2 试验材料

供试氮肥为尿素(含 N 46%), 兰州石化公司生产; 颗粒磷肥为普通过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%), 云南安宁化肥有限公司生产; 钾肥为硫酸钾(含 K₂O

表 1 试验点土壤的基本理化性状

试验点	pH	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
单子庄村	8.2	14.9	85.0	10.8	151.0
马彦庄村	8.2	15.7	89.0	14.9	123.0
铜匠庄村①	8.2	16.1	81.3	11.3	148.0
铜匠庄村②	8.3	15.9	88.2	8.9	133.0
铜匠庄村③	8.3	16.3	91.4	10.8	191.0

45%) 山东丰钾肥有限公司生产。指示冬小麦品种选用当地主栽品种 92362。

1.3 试验设计

试验采用“3414”试验方案设计, 即氮、磷、钾为 3 个因素, 4 个水平, 0 水平为不施肥; “1”水平=“2”水平×0.5; “2”水平指当地最佳施肥量, 施 N 142.5 kg/hm²、P₂O₅ 114.0 kg/hm²、K₂O 43.5 kg/hm²; “3”水平=“2”水平×1.5(表 2)。共 14 个处理, 不设重复, 各小区随机排列, 小区面积为 20 m²(4 m×5 m), 小区间及试验区外各留有 40 cm 走道, 试验区外设不少于 2 m 宽保护行。按试验方案分小区称取氮、磷、钾肥, 磷、钾肥作为基肥一次性施入, 氮肥 80% 作基肥, 20% 作追肥于返青期施入。选择临夏市 2010—2011 年度测土配方施肥冬小麦“3414”试验 5 个试验点作为研究对象。试验播种方式和田间管理措施与大田栽培相同。播种量 375 kg/hm²。收获时按小区单收计产。

收稿日期: 2015-03-31

基金项目: 甘肃省测土配方施肥补贴项目

作者简介: 陈娟(1975—), 女, 甘肃临夏人, 助理农艺师, 主要从事农业节水与土壤肥料管理。联系电话: (0)18294001849。

表 2 冬小麦“3414”试验处理施肥方案

处理编号	处理	编码方案			肥料用量 (kg/hm ²)		
		N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	2	2	0	114.00	43.50
3	N ₁ P ₂ K ₂	1	2	2	71.25	114.00	43.50
4	N ₂ P ₀ K ₂	2	0	2	142.50	0	43.50
5	N ₂ P ₁ K ₂	2	1	2	142.50	57.00	43.50
6	N ₂ P ₂ K ₂	2	2	2	142.50	114.00	43.50
7	N ₂ P ₃ K ₂	2	3	2	142.50	171.00	43.50
8	N ₂ P ₂ K ₀	2	2	0	142.50	114.00	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	2	2	1	142.50	114.00	21.75
10	N ₂ P ₂ K ₃	2	2	3	142.50	114.00	65.25
11	N ₃ P ₂ K ₂	3	2	2	213.75	114.00	43.50
12	N ₁ P ₁ K ₂	1	1	2	71.25	57.00	43.50
13	N ₁ P ₂ K ₁	1	2	1	71.25	114.00	21.75
14	N ₂ P ₁ K ₁	2	1	1	142.50	57.00	21.75

2 结果与分析

2.1 不同处理对冬小麦产量的影响

由表 3 可见, 5 个试验点的平均产量以处理 11 最高, 其次是处理 6 和处理 7, 其余各处理从大到小依次为处理 9、处理 10、处理 5、处理 14、处理 12、处理 13、处理 8、处理 3、处理 4、处理 2、处理 1。从处理 2、处理 3、处理 6 和处理 11 的产量可以看出, 在磷钾肥水平一定的条件下, 随着氮肥的施用量逐渐增大, 冬小麦产量也在逐

渐增加, 但产量的增加幅度在逐渐下降。从处理 4、处理 5、处理 6 和处理 7 以及处理 8、处理 9 处理 6 和处理 10 可以看出, 随着磷肥和钾肥的施用量逐渐增大, 冬小麦的产量先增加后下降, 呈抛物线变化趋势。由此说明, 增施氮、磷、钾肥, 产量也随之增加, 但增加并不完全是直线的, 随着肥料的不断增加而产量的增加率却逐渐下降, 即氮、磷、钾肥都存在“报酬递减律”的现象。

处理 1、处理 2、处理 4、处理 8 和处理 6 分别为无肥区、缺氮区、缺磷区、缺钾区和氮磷钾配合区, 从表 3 可以看出, 增产效果最大的是处理 6, 其余各处理从大到小依次为处理 8、处理 4、处理 2, 说明氮、磷、钾肥配合的增产效应为 NPK > NP > NK > PK, 因此, 在农业生产中只有氮磷钾肥合理的配合施用才能发挥最大的增产效应。

2.2 冬小麦最佳经济施肥量分析

“3414”试验方案既吸收了回归最优设计处理少、效率高的优点, 又符合肥料试验和施肥决策的专业要求。它不仅作为一个完整的三因素试验用于建立三元二次肥料效应回归方程, 而且还可以作为三个二因素或三个单因素试验建立二元或一元肥料效应回归方程。对冬小麦氮、磷、钾施用量和产量进行三元二次方程回归分析, 回归方程的显著性检验 $F(F_{0.05}=6, F_{0.01}=15)$ 均达到显著或极显著水平(表4), 说明产量与氮、磷、钾的

表 3 5 个试验点不同处理冬小麦的产量

试验点	处理编号													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
单子庄村	2 220.0	3 075.0	4 080.0	4 020.0	4 515.0	4 800.0	5 100.0	4 065.0	4 785.0	5 265.0	5 415.0	4 935.0	4 455.0	4 335.0
马彦庄村	3 120.0	4 335.0	5 550.0	5 340.0	5 835.0	6 465.0	6 300.0	6 000.0	6 675.0	6 210.0	6 750.0	5 100.0	5 670.0	5 850.0
铜匠庄村①	4 417.5	4 666.5	6 840.0	6 042.0	7 335.0	7 500.0	7 167.0	6 250.5	7 125.0	6 250.5	7 792.5	7 245.0	7 170.0	7 305.0
铜匠庄村②	3 124.5	3 667.5	4 875.0	5 167.5	6 375.0	6 834.0	6 583.5	5 667.0	6 292.5	6 583.5	6 459.0	6 042.0	5 917.5	6 126.0
铜匠庄村③	4 083.0	5 349.0	5 833.5	5 751.0	5 958.0	6 250.5	6 042.0	5 667.0	6 000.0	6 042.0	6 181.5	5 667.0	5 625.0	5 833.5
平均	3 393.0	4 218.0	5 436.0	5 263.5	6 003.0	6 370.5	6 238.5	5 530.5	6 175.5	6 070.5	6 519.0	5 797.5	5 767.5	5 890.5

表 4 5 个试验点不同处理冬小麦肥料效应方程和最佳施肥量

试验点	回归方程	F	最佳产量施肥量(kg/hm ²)			最佳经济产量(kg/hm ²)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
单子庄村	Y=152.47 + 1.25N - 0.8NN + 10.46P - 1PP + 65.62K - 5.39KK + 2.28NP + 1.16NK - 5.12PK	7.42	144.15	87.75	60.75	5 239.65
马彦庄村	Y=207.11 + 16.46N - 0.63NN + 20.73P - 0.86PP + 11K - 4.26KK - 0.12NP + 1.75NK - 1.06PK	32.43	158.25	124.20	39.30	6 787.80
铜匠庄村①	Y=297.65 + 8.93N - 1.5NN + 16.07P - 2.2PP + 95.02K - 22.87KK + 2.77NK + 2.33NP - 2.59PK	11.82	149.10	108.15	32.85	7 869.90
铜匠庄村②	Y=212.28 + 18.55N - 1.73NN + 14.4P - 1.58PP + 41.69K - 7.84KK + 1.8NP + 2.35NK - 2.38PK	6.93	163.35	121.50	42.45	6 811.35
铜匠庄村③	Y=272.2 + 10.81N - 31NN + 7.97P - 0.38PP + 26.41K - 3.17KK - 0.1NP - 0.53NK - 0.2PK	71.26	162.45	90.60	37.50	6 126.60
平均			155.40	106.50	42.60	6 567.00

表 5 不同处理对冬小麦经济效益的影响^①

处理编号	处理	平均产量 (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²)	化肥成本 (元/hm ²)	净产值 (元/hm ²)	比无肥区增值 (元/hm ²)
1	N ₀ P ₀ K ₀	3 393.0	8 482.50		8 482.50	
2	N ₀ P ₂ K ₂	4 218.0	10 545.00	804.00	9 741.00	1 260.00
3	N ₁ P ₂ K ₂	5 436.0	13 590.00	1 160.25	12 429.75	3 947.25
4	N ₂ P ₀ K ₂	5 263.5	13 158.75	1 060.50	12 098.25	3 615.75
5	N ₂ P ₁ K ₂	6 003.0	15 007.50	1 288.50	13 719.00	5 236.50
6	N ₂ P ₂ K ₂	6 370.5	15 926.25	1 516.50	14 409.75	5 927.25
7	N ₂ P ₃ K ₂	6 238.5	15 596.25	1 744.50	13 851.75	5 369.25
8	N ₂ P ₂ K ₀	5 530.5	13 826.25	1 168.50	12 657.75	4 175.25
9	N ₂ P ₂ K ₁	6 175.5	15 438.75	1 342.50	14 096.25	5 613.75
10	N ₂ P ₂ K ₃	6 070.5	15 176.25	1 690.50	13 485.75	5 003.25
11	N ₃ P ₂ K ₂	6 519.0	16 297.50	1 872.75	14 424.75	5 942.25
12	N ₁ P ₁ K ₂	5 527.5	13 818.75	932.25	12 886.50	4 404.00
13	N ₁ P ₂ K ₁	5 767.5	14 418.75	986.25	13 432.25	4 950.00
14	N ₂ P ₁ K ₁	5 890.5	14 726.25	1 114.50	13 611.75	5 129.25

① 冬小麦 2.5 元/kg, N 5 元/kg, P₂O₅ 4 元/kg, K₂O 8 元/kg。

施用量呈显著相关关系。根据肥料效应回归方程可以计算最佳经济产量和最佳经济施肥量, 计算结果表明, 临夏市冬小麦最佳经济产量为大 5 239.65 ~ 7 869.9 kg/hm², 平均为 6 567.00 kg/hm², 氮、磷、钾最佳经济施肥量依次为 N 144.15 ~ 163.35 kg/hm², 平均值为 155.40 kg/hm²; P₂O₅ 87.75 ~ 124.20 kg/hm², 平均值为 106.50 kg/hm²; K₂O 32.85 ~ 60.75 kg/hm², 平均值为 42.60 kg/hm²。最佳氮、磷、钾配比(N : P₂O₅ : K₂O)为 1 : 0.69 : 0.27。

2.3 不同处理的经济效益分析

表 5 可以看出, 所有施肥处理均比不施肥处理的经济效益好, 而所有施肥处理中, 处理 11 的经济效益最高, 其次为处理 6, 其余各处理的经济效益大小次序依次为处理 9、处理 7、处理 5、处理 14、处理 12、处理 10、处理 13、处理 8、处理 3、处理 4、处理 2、处理 1。处理 10 的 K₂O 施用量比处理 6 的增加了 21.75 kg/hm², 处理 7 的 P₂O₅ 施用量比处理 6 的增加了 57.00 kg/hm², 但处理 10 和处理 7 的经济效益却比处理 6 的经济效益都降低。虽然处理 11 的经济效益比处理 6 的经济效益高, 但随着施肥量的增加其经济效益却仅增加了 15 元/hm²。说明处理 6 的氮、磷、钾肥的施用量能获得最大的经济效益, 继续增加氮、磷、钾肥施用量, 产量难以显著提高, 却因肥料成本增加而使经济效益却降低, 因此, 经济效益最好的处理为 N₃P₂K₂ 和 N₂P₂K₂。

3 小结

试验结果表明, 氮、磷、钾肥配合施用的增

产效应为 NPK > NP > NK > PK, 生产中要注重氮、磷、钾肥的配合施用, 只有氮磷钾肥合理的配合施用才能发挥最大的增产效应^[5-6]。临夏市冬小麦最佳经济产量为 5 239.65 ~ 7 869.90 kg/hm², 平均为 6 567.00 kg/hm², 氮、磷、钾最佳经济施肥量为 N 为 144.15 ~ 163.35 kg/hm², 平均值为 155.40 kg/hm²; P₂O₅ 为 87.75 ~ 124.20 kg/hm², 平均值为 106.50 kg/hm²; K₂O 为 32.85 ~ 60.75 kg/hm², 平均值为 42.60 kg/hm², 最佳氮、磷、钾配比(N : P₂O₅ : K₂O)为 1 : 0.69 : 0.27。在所有“3414”试验处理中, 经济效益最好的处理为 N₃P₂K₂ (N 213.75 kg/hm²、P₂O₅ 114.00 kg/hm²、K₂O 43.50 kg/hm²) 和 N₂P₂K₂ (N 142.50 kg/hm²、P₂O₅ 114.00 kg/hm²、K₂O 43.50 kg/hm²)。

参考文献:

- [1] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 93-110.
- [2] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [3] 董博, 江晶, 张东伟, 等. 甘肃省测土配方施肥推荐系统的设计与应用[J]. 甘肃农业科技, 2014(10): 19-20.
- [4] 张立勤, 马忠明, 曹诗瑜, 等. 春小麦套作栽培适宜种植密度及施肥量研究[J]. 甘肃农业科技, 2008(12): 8-10.
- [5] 张家铜. NPK 调配对冬小麦-夏玉米生长发育及土壤养分时空分布的影响[D]. 保定: 河北农业大学, 2009.
- [6] 陈毓君, TRAN LELINH, 同延安, 等. 不同施肥水平对冬小麦群体动态和产量形成的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(4): 47-53.

(本文责编: 杨杰)