

黔西北山区小麦产量与施肥量的关系研究

薛晓辉,陈 静,朱雪梅

(贵州工程应用技术学院 生态工程学院,毕节 贵州 551700)

摘要:为指导黔西北山区麦田的科学施肥,在毕节市海子街镇红堰村通过“3414”肥料效应试验,研究了小麦产量与施肥量的关系。结果表明:1)氮磷钾肥配施能够大幅度提高小麦产量,达到 $6\,193\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,比不施肥时提高 55.49%;2)增施氮肥能够显著提高小麦产量,增施磷和钾肥虽然能够提高小麦产量,但是增产效果不显著;3)小麦的最大产量施肥量为纯氮 $107.38\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 P_2O_5 $98.70\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 K_2O $85.11\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

关键词:黔西北山区;小麦产量;施肥量

中图分类号:S512.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)02-0029-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.02.0029

黔西北是一个典型的雨养农业山区,总耕地面积约 $39.45 \times 10^4\text{ hm}^2$,其中旱地占 80% 左右^[1],而中低产旱耕地有 $28.48 \times 10^4\text{ hm}^2$,占整个旱耕地面积的 94.50% 以上^[2]。小麦是毕节地区主要的粮食作物之一,常与玉米和烤烟等作物分带间套作。多年来,随着小麦品种的改良、化肥的施用,小麦产量虽有较大提高,但是单产仍然较低。2005-2006 年进行贵州省高海拔特殊生态区小麦生产试验,5 个试点均采用密植方式,小麦产量可达 $3\,237\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[3]。2007 年高产示范(分带种植)小麦产量可达 $4\,500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[4]。魏成熙等^[5]认为贵州毕节地区小麦单产低,其主要原因之一是施肥不当。施肥可以提高小麦的产量,单施有机肥或肥料配施可使冬小麦产量增产 75% 以上,其中氮磷配施、有机肥单施和磷有机肥配施处理增产在 90% 以上^[6]。郝明德等^[7]在黄土旱作区利用长期定位试验 18 a 的资料研究表明,氮磷肥配施条件下冬小麦产量比不施肥增加 127.8%,磷有机肥配施、氮有机肥配施和氮磷有机肥配施分别增产 118.9%、144.4% 和 169.3%,但单施磷肥无明显的增产作用。刘一^[8]在陇东黄土高原镇原上肖乡的肥料定位试验结果表明,各种肥料单施或配施对小麦产量影响顺序为: $\text{MNP} > \text{NP} > \text{MN} > \text{N} > \text{M} > \text{MP} > \text{P} > \text{CK}$ (不施肥)。张鹏等^[9]在陕西周至县利用 10 个“3414”试

验结果表明,氮肥增产率显著高于磷、钾肥,而磷、钾肥的增产率相近。可见施肥对小麦的产量有明显的影响。本研究以布设在贵州省毕节市海子街镇红堰村的“3414”肥料效应试验为依托,研究不同施肥对小麦产量的影响,为该地区麦田的科学施肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2010 年 10 月在贵州省毕节市海子街镇红堰村 ($\text{N}27^\circ 21.050'$, $\text{E}105^\circ 21.240'$,海拔 $1\,490\text{ m}$) 进行。研究区为低纬度高海拔的冷凉山区,坡耕地多、土层薄,自然降水大多随地表径流而流失,土壤保水能力弱^[10]。区内最高海拔 $2\,900\text{ m}$,最低海拔 457 m ,海拔高差 $2\,443\text{ m}$,年平均气温 13.2°C ,无霜期 260 d ,年日照时数 $1\,377\text{ h}$,日照率 31%^[1]。虽然年降雨量高达 $848.6 \sim 1\,394.4\text{ mm}$,70% 降水集中在 5-9 月^[4],区内主要的粮食作物有玉米、小麦和水稻等,试验田内土壤为黄壤,其基础肥力为:有机质 $34.04\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全氮为 $1.39\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮为 $149.69\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全磷为 $0.36\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 $11.80\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 材料

供试小麦品种为川农 10 号,肥料选用尿素(含 N 46%)、过磷酸钙(含 P_2O_5 12%)和氯化钾(含 K_2O 60%)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用“3414”肥料效应试验设计,共有 14 个处理,重复 3 次。小区共 42 个,面积为 $5\text{ m} \times 3\text{ m}$ 。试验设 3 个肥料因子,每个因子包括 4 个水平。以处理 1(对照)、2、4、8(N、P、K)

收稿日期:2014-10-21

基金项目:贵州省科学技术基金资助项目[黔科合 J 字(2011)2319];毕节学院校级重点资助项目(20102017);毕节学院高层次人才科学研究资助项目(G2012010)

第一作者简介:薛晓辉(1980-),男,陕西省蒲城县人,博士,副教授,从事土壤化学与养分循环研究。E-mail: xuexh8028@sina.com。

构成两种肥料配施的条件,处理 2、3、6、11 构成氮肥梯度条件,处理 4、5、6、7 构成磷肥梯度条件,处理 9、6、10 构成钾肥梯度条件(见表 1),以研究施肥对小麦产量的影响。尿素、过磷酸钙和氯化钾全部用作底肥。播种量 $135\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,每区 10 行,行距 30 cm。每年 10 月底左右播种,翌年 6 月初收获。

表 1 “3414”肥料试验设计
Table 1 The design of “3414”fertilizer experiment

序号 No.	处理 Treatments	N/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^2$)	P ₂ O ₅ / ($\text{kg}\cdot\text{hm}^2$)	K ₂ O/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^2$)
1	N0P0K0	0	0	0
2	N0P2K2	0	60	70
3	N1P2K2	60	60	70
4	N2P0K2	120	0	70
5	N2P1K2	120	30	70
6	N2P2K2	120	60	70
7	N2P3K2	120	90	70
8	N2P2K0	120	60	0
9	N2P2K1	120	60	35
10	N2P2K3	120	60	105
11	N3P2K2	180	60	70
12	N1P1K2	60	30	70
13	N1P2K1	60	60	35
14	N2P1K1	120	30	35

1.3.2 测定项目及方法 小麦收获时以农学常规方法进行考种、测产。所有数据均在 Microsoft Office 办公软件中整理,并以 DPS7.05 数据统计软件和“3414”试验分析器 SG2.2 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 两种肥料配施对小麦产量的影响

不施肥处理小麦产量仅为 $3\,983\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,缺施氮肥,小麦产量下降,比对照下降21.16%(见图 1)。在有氮肥投入的情况下,小麦产量大幅度提高,以氮磷钾肥配施(N2P2K2 处理),小麦产量最高,达到 $6\,193\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,比对照增产 55.49%。氮磷肥配施(N2P2K0 处理),小麦产量达到 $5\,392\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,比不施肥时增产 35.38%;氮钾肥配施时(N2P0K2 处理),小麦产量达到 $5\,654\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,比不施肥时增产 41.95%。

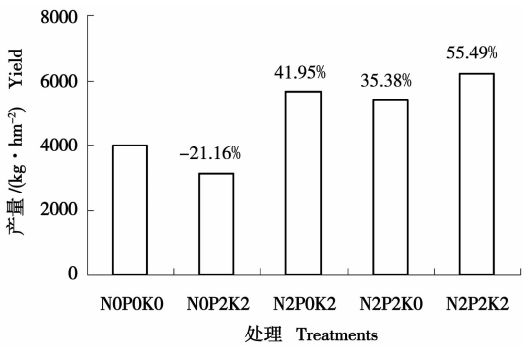


图 1 两种肥料配施对小麦产量的影响

Fig.1 Effect of two kinds of fertolizer on wheat yield

2.2 施用氮肥对小麦产量的影响

N0P2K2 处理小麦产量仅 $3\,140\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$ (见图 2);N1P2K2 产量比 N0P2K2 提高 61.97%,达到 $5\,086\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$;N2P2K2 小麦产量比 N0P2K2 提高 97.23%,达到 $6\,193\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$;N3P2K2 小麦产量比 N0P2K2 提高 89.94%,达到 $5\,964\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$ 。与不施氮肥相比,增加氮肥施用量可以显著提高小麦产量,但当施氮量达到 $180\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$ 纯氮时,产量反而略有下降。

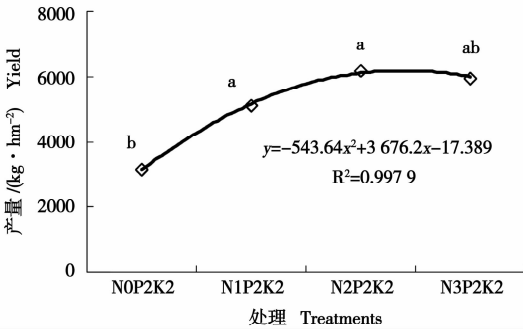


图 2 施氮量对小麦产量的影响

Fig.2 Effect of N fertilizer application rate on wheat yield

2.3 施用磷肥对小麦产量的影响

N2P0K2 小麦产量为 $5\,654\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$ (见图 3)。逐步增加施磷量时,小麦产量变化不大,N2P1K2 达到 $5\,581\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,比 N2P0K2 下降 1.29%。N2P2K2 产量最高,可达 $6\,193\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,比 N2P0K2 增产 9.53%。N2P3K2 小麦产量比 N2P2K2 时下降 $39\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$ 。虽然增施磷肥对小麦量有一定变化,但差异不显著。

2.4 施用钾肥对小麦农艺性状的影响

N2P2K0 处理小麦产量为 $5\,392\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$ (见图 4)。增施钾肥的 N2P2K1、N2P2K2 和 N2P2K3 小麦产量分别达到 $6\,742$ 、 $6\,193$ 和 $7\,141\text{ kg}\cdot\text{hm}^2$,与不施钾肥时相比,提高了

14.86%~32.45%,但是这种差异仍未达到显著水平。

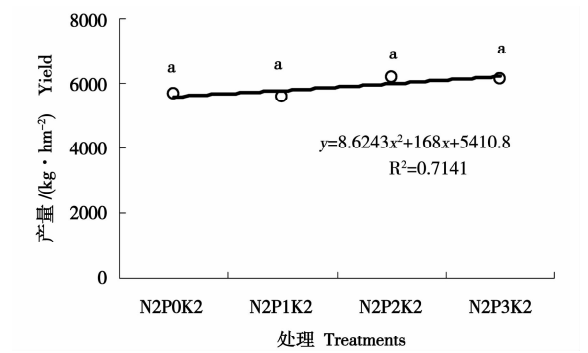


图3 施磷量对小麦产量的影响
Fig. 3 Effect of P fertilizer application rate on wheat yield

2.5 小麦产量与最大施肥量

对试验数据进行三元二次综合效应方程分析(见表2),可得肥料效应方程Y(产量)=3 975.845 5+23.361 3N-0.172 2N²+105.145 5P-0.138 8P²-93.088 3K+0.072 4K²-0.617 3NP+

0.875 9NK-0.134 6PK。方程回归系数为0.965 5,达到显著水平,回归方程检验F值为6.119 7,达到显著水平,表明方程可用。经小麦产量与施肥量的分析表明,最大施肥量为纯N 107.38 kg·hm⁻²、P₂O₅ 98.70 kg·hm⁻²、K₂O 85.11 kg·hm⁻²,此时产量为6 457.89 kg·hm⁻²。

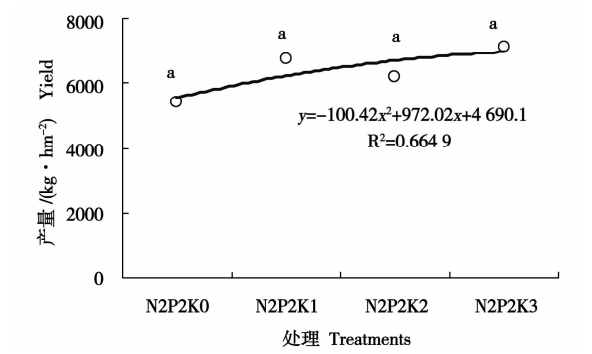


图4 施钾量对小麦产量的影响
Fig. 4 Effect of K fertilizer application rate on wheat yield

表2 “3414”肥料试验的三元二次方程分析

Table 2 Ternary quadratic equation analysis on “3414” fertilizer experiment					
回归项 Regression items	b	N	N ²	P	P ²
系数值 Coefficients	3975.8455	23.3613	-0.1722	105.1455	-0.1388
回归项 Regression items	K	K ²	NP	NK	PK
系数值 Coefficients	-93.0883	0.0724	-0.6173	0.8759	-0.1346
回归统计 Regression statistics	R ²	R	R _{0.05}		
	0.9323	0.9655	0.9186		
方差分析 Analysis of variance	df	SS	MS	F	F _{0.05}
回归分析 Regression analysis	9	13624784.64	1813864.96	6.1179	6
残差 Residuals	4	1185930.58	296482.64		
总计 Total	13	175110715.22			

3 结论与讨论

在黔西北山区麦田,氮磷钾肥配合施用能够提高小麦的产量,达到6 193 kg·hm⁻²,与不施肥处理相比,增产55.49%,增产效果最明显。这与何应国等^[11]在织金县绮陌乡墨峰村的试验结果类似。在有磷肥和钾肥投入的前提下,增施氮肥小麦产量显著增加,但是当施氮量超过一定程度,小麦产量有所下降,这与毛国军等^[12]的结论相似,其同样认为氮肥的施用要适宜。在同等氮肥和钾肥条件下增施磷肥或同等氮肥磷肥条件下增施钾肥,产量虽有一定程度的增加,但是未达到显著水平。而魏成熙^[13]在毕节地区黔西县大关镇

的冬小麦肥料试验表明,在一定的范围内,施用磷肥有增产作用。也有学者认为钾素对毕节市小麦增产有着重要作用。陈正刚等^[14]在织金县珠藏镇新庄村的试验结果表明,在氮、磷、钾三要素中对小麦产量影响最大的是钾,不施钾的处理减产811 kg·hm⁻²,减幅22.0%。这有可能是受试验田土壤的磷、钾素的丰缺程度影响。在本研究中,氮、磷和钾的施用量对小麦产量的影响,可用产量Y=3 975.845 5+23.361 3N-0.172 2N²+105.145 5P-0.138 8P²-93.088 3K+0.072 4K²-0.617 3NP+0.875 9NK-0.134 6PK来表示,通过计算其最大产量施肥量为纯氮107.38 kg·hm⁻²、P₂O₅ 98.70 kg·hm⁻²、K₂O

85.11 kg·hm⁻²,此时产量为 6 457.89 kg·hm⁻²。

参考文献:

- [1] 王嵩,聂晓文,蒋燕,等.黔西北山区小麦高产配套栽培技术[J].耕作与栽培,2004(1): 55-56.
- [2] 谢定敏,郑元红,潘国元,等.毕节地区中低产旱耕地地力状况与改良治理途径[J].贵州农业科学,2009,37(1): 73-76.
- [3] 唐映军,赵彬,夏燕,等.小麦新品种毕麦 18 的选育[J].河南农业科学,2009,13(4):63-64.
- [4] 唐映军,赵彬,夏燕,等.黔西北山区小麦育种目标及策略商榷[J].中国农学通报,2010,26(14):158-161.
- [5] 魏成熙,毕志忠,李维贤,等.毕节地区小麦平衡施肥技术研究[J].1999(S):44-47.
- [6] 李芳林,郝明德,杨晓,等.黄土旱塬施肥对土壤水分和冬小麦产量的影响[J].麦类作物学报,2010,30(1): 154-157.
- [7] 郝明德,来璐,王改玲,等.黄土高原塬区旱地长期施肥对小麦产量的影响[J].应用生态学报,2003,14(11): 1893-1896.
- [8] 刘一.施肥对黄土高原旱地冬小麦产量及土壤肥力的影响[J].水土保持研究,2003,10(1): 40-42.
- [9] 张鹏,刘瑞,王天泰,等.周至县冬小麦氮磷钾肥肥效及适宜用量[J].西北农业学报,2010(8):121-125.
- [10] 谭廷甫,郑元红.毕节地区旱作节水农业探讨[J].贵州农业科学,2004,32(6):87-88.
- [11] 何应国,彭瑶,何友彬.高海拔地区小麦肥料试验初报[J].现代农业科技,2007(6):79,81.
- [12] 毛国军 魏黄.大方县小麦平衡施肥技术研究[J].耕作与栽培,1999(S1):41-43.
- [13] 魏成熙.喀斯特山区冬小麦施肥量与产量的关系[J].干旱地区农业研究,2006,24(3):60-63,77.
- [14] 陈正刚,朱青,王文华,等.贵州高海拔地区氮磷钾平衡施肥对小麦产量的影响[J].贵州农业科学,2006,34(4): 39-41.

Research on the Relationship Between Wheat Yield and Fertilization Rate in Northwest of Guizhou Mountain Area

XUE Xiao-hui, CHEN Jing, ZHU Xue-mei

(College of Ecological Engineering, Guizhou University of Engineering Science, Bijie, Guizhou 551700)

Abstract: In order to guide scientific fertilization in wheat field in the northwest of Guizhou Mountain, the relationship of fertilization rate and wheat yield were studied, based on “3414” fertilizer experiment at Hongyan village in Haizijie town of Bijie city. The results showed that wheat yield was improved after application of N, P and K fertilizers, and it reached 6 193 kg·hm⁻² and increased 55.49% compared with unfertilized treatment; wheat yield improved significantly with increasing N fertilizer rates. Though the increasing of P and K fertilizer application rate could increase wheat yield, but the increasing was not significant; the maximum fertilizer amounts of wheat yield were N 107.38 kg·hm⁻², P₂O₅ 98.70 kg·hm⁻² and K₂O 85.11 kg·hm⁻².

Keywords: northwest of Guizhou; wheat yield; fertilizer application rate

致 读 者

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊现被《中国学术期刊网
络出版总库》及 CNKI 等系列数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。
如作者不同意文章被收录,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《黑龙江农业科学》编辑部