

河南省小麦生产中相关投入的计量经济模型分析

薛丽丽,康娟

(河南农业大学经济与管理学院,河南郑州 450002)

摘要:此文采用计量经济多元回归模型对河南省(1978—2008年)小麦生产各投入要素进行回归分析,得出各投入要素与小麦产量的相关性及各要素之间的相关性,再根据河南省的省情,分析出化肥对小麦产量的影响极大。然而化肥投入过多对小麦生产也存在一定的负面效应,同时对生态环境影响很大,尤其是温室效应的加剧。随着小麦生产中化肥投入的不断增长,残留在土壤中的化肥和植物利用化肥后排到大气中的 N_2O 也越来越多,为了改善小麦生产环境,提出应合理施肥、在化肥施用过程中配合施用有机肥、以及按照合理的比例施肥等措施。针对此问题提出要合理施肥,化肥与有机肥配合使用及按比例施肥等措施。

关键词:化肥投入;相关性;多元回归

中图分类号:S-9

文献标志码:A

论文编号:2010-3118

Analysis of Wheat Production in Fertilizer Inputs Econometric Model in Henan Province

Xue Lili¹, Kang Juan

(Economics & Management College, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002)

Abstract: This article uses econometric multiple regression model of Henan Province (1978–2008) investment in wheat production elements of the regression analysis, the input factors associated with wheat yield and with the correlation between the various elements, according to Henan Province, to analyze the impact of fertilizer on wheat yield significantly. However, too much fertilizer on wheat production inputs there are some negative effects, while a great impact on the ecological environment, especially the intensification of the greenhouse effect. With fertilizer input in wheat production continues to increase, fertilizer residue in the soil and plants using fertilizer N_2O back into the atmosphere more and more, in order to improve wheat production is proposed to be rational fertilization, in the process of chemical fertilizer with the application of organic manure and fertilizer in accordance with a reasonable proportion of such measures.

Key words: fertilizer input; correlation; multiple regression

0 引言

河南省作为中国小麦的主要生产基地之一,自1978年到2009年,小麦产量也呈现出一年一个台阶的飞速发展,到2009年小麦的产量再一次突破了300亿kg。随着小麦产量的大幅度增长,小麦增产的因素如农业机械化、化肥投入、财政补贴等也是逐年递增。同样小麦生产所带来的问题也日益严重,特别是化肥投入带来的问题更为严重。化肥的大量投入带来了诸多问题,如土地的酸化程度日益严重、温室效应加剧、化肥利用率低等,成为了中国众多农业学者研究的课题。在国

内有很多学者对此进行了深入的研究,如中国农业大学资源与环境学院院长张福锁及其团队的研究发现,从1994年到现在近20年的时间内,中国主要农田的土壤发生了显著的酸化现象,其罪魁祸首恰恰是化肥的大量投入,为此张福锁团队提出要科学的拯救农田。国内有些北方学者从农户微观层面上研究分析了投入要素及其他影响因素在小麦生产中的作用,得出的结论与早期的学者研究分析所的化肥弹性系数有着较大的不同。为此,这些北方学者推断出这是过量和不合理使用化肥造成的。其他学者则通过对中国粮食单

基金项目:2010年度河南省政府决策研究课题:河南省小麦生产中要素投入集约水平研究(B083)。

第一作者简介:薛丽丽,女,1983年出生,河南省洛阳市,硕士,在读研究生,研究方向:农业经济管理。通讯地址:450002 河南省郑州市文化路95号河南农业大学经济与管理学院办公室,Email:beauty_lili@163.com。

收稿日期:2010-11-02, **修回日期:**2010-12-04。

位面积产量和化肥使用量的分析中得出由于片面的追求高产出而盲目施用化肥造成了农产品品质下降,同时给土壤、地下水等粮食生产环境带来了严重污染。一些省市的学者在研究粮食增产潜力和化肥投入的关系中也证明了,化肥的使用量与粮食产量的密切关系,指出了要合理利用化肥,减少环境污染。一些南方学者也指出要粮食生产中化肥的过度使用,使得农业生产条件恶化,污染环境,降低农产品质量,影响居民身体健康等。在国内学者大量研究小麦生产中化肥投入的影响背景下,此文研究旨在填补河南省小麦生产中化肥投入、劳动力投入以及机械化投入等相关因素与小麦产量的关系的研究空白。

$$\text{小麦化肥施用折纯量} = \text{农作物施用化肥折纯量} \times \frac{\text{小麦播种面积}}{\text{农作物播种面积}}$$

此文所选的5个变量是在小麦各投入要素中与小麦产量相关性较高的变量。通过分析找出这5个变量中相关度高的变量,并分析相关投入的经济意义和生态影响,从而提出相应的建议。

1.1 理论分析

以1978年至2008年各年河南省小麦产量作为被解释变量,解释变量中包括农村劳动力、农用机械总动力、农田有效灌溉面积和小麦施用化肥折纯量。

$$\text{模型设定为: } y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4$$

其中: y :河南省小麦产量(万t); x_1 :河南省农村劳动力(万人); x_2 :河南省农用机械总动力(万kW); x_3 :河南省农田有效灌溉面积(千公顷); x_4 :河南省小麦施用化肥折纯量(万t)。(以下估计参数显著水平选为5%),显著水平 $\alpha=0.05$ 。

1.2 估计参数

假定模型中随机项满足基本假定,用OLS法估计参数,估计结果见表1。

表1 河南省小麦产量对相关投入的回归分析(1978—2008)

变量	系数	标准差	t检验值	概率
C	2520.515	383.9080	6.5654	0.0000
x_1	-0.0113	0.1266	-0.0895	0.9294
x_2	0.1331	0.0311	4.2807	0.0002
x_3	-0.5270	0.1047	-5.0316	0.0000
x_4	9.1439	1.9012	4.8097	0.0001
可决系数	0.9677	平均依赖风险		1879.504
调整的可决系数	0.9627	S.D.依赖风险		590.1705
S.E.回归	113.9706	赤池信息准则		12.4565
残差平方	337721.6	施瓦茨准则		12.6877
对数似然值	-188.0749	F检验值		194.6087
杜宾-沃森统计	1.9046	F检验值的概率		0.0000

1 变量的选择和模型的建立与修正

此文是以河南省历年(1978—2008)的小麦生产和化肥使用量的数据为依据,用计量经济方法中的多元线性回归模型主要分析小麦各投入要素中化肥投入与小麦生产相关性的变化趋势,从而进一步研究出小麦生产中化肥施用产生的生态污染对小麦产量的影响,以及解决其所到来的负面问题的方法。数据来源于河南省统计年鉴,由于河南省主要农作物是小麦,因此,小麦有效灌溉面积用农作物有效灌溉面积来替代。玉米是河南省的第二大农作物,玉米的每公顷施肥量几乎与小麦相当,因此,在推算小麦化肥施用折纯量时就考虑到使用小麦播种面积与农作物播种面积的比这一数值。

估计方程为:

$$y = 2520.52 - 0.01x_1 - 0.13x_2 - 0.53x_3 + 9.14x_4$$

变量的检验值: t : (6.57), (-0.09), (4.28), (-5.03), (4.81)

可决系数: $R^2=0.9677$

方程总体线性的显著性检验值: $F=194.61$

由于 x_1 未通过t检验,而且 x_1 前的符号经济意义也不合理,因此解释变量可能存在多重共线性。

1.3 多重共线性分析

首先,检验简单相关系数 x_1, x_2, x_3, x_4 的相关系数见表2。

表2 变量简单相关系数

	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1	0.9452	0.9314	0.9796
x_2	0.9452	1	0.9455	0.9562
x_3	0.9314	0.9455	1	0.9330
x_4	0.9796	0.9562	0.9330	1

然后,用 y 分别关于 x_1, x_2, x_3, x_4 作一元线性回归结果见表3。

由表3知,解释变量的重要程度依次为: x_4, x_2, x_1, x_3 。

将各解释变量按以上顺序分别引入基本回归模型中,并用OLS法估计,再将 x_1 引入模型,用 y 关于 x_4, x_1

表3 变量一元回归估计值

变量	x_1	x_2	x_3	x_4
参数估计值	0.66	0.21	0.77	9.26
t统计量	14.7	15.14	8.91	19.63
R^2	0.88	0.89	0.73	0.93

作回归并用OLS法估计时,得到的结果。

估计方程:

$$y=1080.58+10.6x_4-0.1x_1$$

变量的检验值: $t: (2.79), (4.46), (-0.58)$

可决系数: $R^2 = 0.9309$

可见,引入 x_1 后,拟合优度有所提高,但 x_1 回归参数的符号不对,所以应该把 x_1 从模型中删除。

按照上面的方法依次引入 x_4, x_2, x_3 , 经过检验均可保留。

删去不符合条件的解释变量 x_1 , 得到 y 关于 x_4, x_2, x_3 的方程:

$$y=2500.89+0.13x_2-0.53x_3+9.01x_4$$

变量的检验值: $t: (8.09), (4.36), (-5.25), (7.56)$

可决系数: $R^2 = 0.9677$

方程总体线性的检验值: $F = 269.37$

杜宾-沃茨检验值: $DW=1.9$

可见删去解释变量 x_1 之后,无论是 t 检验,还是 R^2 检验都有改善。

1.4 序列相关性分析

对上一步得到的回归方程:

$$y=2500.89+0.13x_2-0.53x_3+9.01x_4$$

作序列相关性分析。

采用 DW 检验法检验估计方程。

在 5% 显著水平下, $N=31, K=4$ (包含常数项), 查表得 $d_L=1.23, d_U=1.65$ 。由于 $d_U < DW=1.9 < 4-d_U=2.35$, 因此,估计方程不存在自相关。

1.5 异方差检验

采用怀特检验法对模型进行检验,见表 4。

在同方差条件下, $nR^2 \sim \chi^2(h)$, $h=3$ (解释变量的个数)也就是说,对于不同的样本点,随机干扰项的方差应当是常数。

从表 4 可以看出 $nR^2=31 \times 0.1527=4.7337$, 在显著水平 $\alpha=0.05$ 的情况下, $\chi^2(3)=7.81$, 由于 $nR^2 < \chi^2(3)=7.81$, 这时,对于不同的样本点,随机干扰项的方差不再是常数,而是互不相同的,故模型存在异方差。

采用加权最小二乘法(WLS),以 $\frac{1}{|e_i|}$ 为权数进行

WLS 估计,得估计结果,最终拟合的回归方程:

$$y=2493.33+0.14x_2-0.52x_3+8.73x_4$$

变量的检验值: $t: (27.89), (9.63), (-16.49), (20.36)$

可决系数: $R^2=0.99996$

和初始方程比较,无论是拟合优度还是各个参数的 t 值都有显著的改善。拟合效果可以由图 1 形象的看出。

2 结论与建议

2.1 相关分析

由以上分析可以得出相关系数大小顺序为:小麦化肥施用折纯量(x_4)>农用机械总动力(x_2)>农村劳动

表 4 采用怀特检验法对模型进行异方差检验结果

变量	系数	标准差	T 检验值	概率
C	-215459.2	413505.1	-0.5211	0.6071
x_2	24.4492	31.4058	0.7785	0.4439
x_3^2	-0.0027	0.0025	-1.1007	0.2819
x_3	130.4165	224.1715	0.5818	0.5661
x_3^2	-0.0197	0.0313	-0.6305	0.5343
x_4	-741.4954	892.5056	-0.8308	0.4143
x_3^2	4.7846	4.3292	1.1052	0.2800
可决系数	0.152747	F 检验值的概率		10897.60
调整的可决系数	-0.0591	S.D. 依赖风险		17759.14
S.E. 回归	18276.1	赤池信息准则		22.6603
残差平方	8.02E+09	施瓦茨准则		22.9841
对数似然值	-344.2340	F 检验值		0.7211
杜宾-沃森统计	2.9205	Prob(F-statistic)		0.6366

力(x_1)>农田有效灌溉面积(x_3), 在小麦生产的 4 个主要影响因素中,除农村劳动力(x_1)与小麦产量呈负相关(-0.01),与农田有效灌溉面积(x_3)负相关(-0.53)外,其余 3 个因素与小麦产量(y)均存在显著或极显著的正相关关系。影响因素间都具有很高的正相关,其中

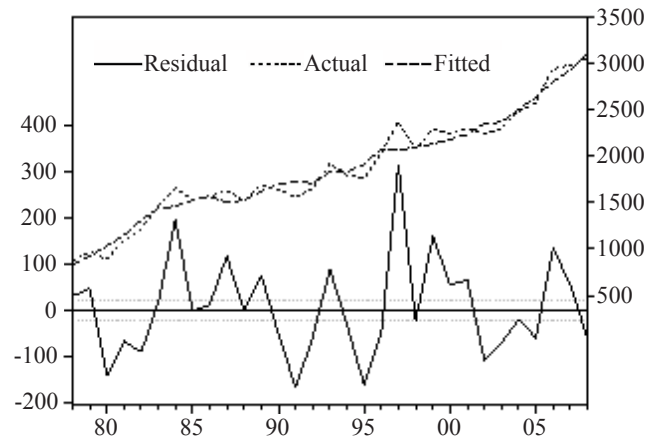


图 1 模型拟合效果图

农村劳动力(x_1)与小麦施用化肥折纯量(x_4)之间存在极显著正相关。从相关分析看,在河南省小麦生产过程中,增加小麦产量不容忽视的首要因素是化肥的投入,其次应该主要考虑的是农用机械总动力和农田有效灌溉面积 2 个要素。

通过模型分析,有效灌溉面积的增加与小麦产量的增加成反比,这与通常的情况相反。通常情况下,随着灌溉面积的增加,小麦的产量也应该是增加的。之所以这里回归出的小麦产量反而减少,是因为,从几十年河南省小麦的发展过程中,可以看出总的灌溉面积的增加幅度并不是很大,而且小麦灌溉面积从一段较长的时间来看,可以说灌溉总面积总体是不变的。在灌溉面积的不变的前提下,小麦产量的增长就需要化

肥的大量投入来拉动,这样灌溉面积在模型中体现出小麦产量的相关性不断地减小,这只能说明河南省有效灌溉面积相对稳定,在灌溉上主要靠灌溉技术、机械等来提高小麦的产量。农村劳动力是由于河南省剩余劳动力充足,近些年来外出务工人员大量增加,真正从事农村劳动的劳动力反而减少,因此模型估计的它与小麦产量呈负相关关系。

2.2 模型的经济意义

经过上文分析(得出的最终拟合方程及参数值)可以看出,河南省小麦产量的变化几乎完全可以由农用机械总动力,农田有效灌溉面积,小麦施用化肥折纯量的数值来解释。而且化肥近30年来的投入对小麦产量贡献很大,但是随着化肥投入不断的加大,也对小麦生产和生态环境造成了一定的负面影响。

2.3 化肥的大量投入对小麦生产的影响

河南省小麦化肥使用量增长速度快,呈逐年递增的趋势。1952年河南省小麦化肥施用折纯量为0.03万t,到2008年达到223.16万t,比1952年增长了7438.7倍,年平均增长130.5倍。与世界平均水平相比,中国化肥用量偏高。施用化肥能够提高土壤肥力,改善土壤性状,创造最佳的小麦生长营养环境,从最终的拟合回归方程中也得出在近30年来,小麦施用折纯量每增加1万t,小麦产量增加了8.73万t,这说明化肥的投入提高了小麦的质量。

但是,化肥用量并不是越多越好,一般情况下,小麦对化肥的平均利用率,氮肥为19%~47%,磷肥为14%~33%,钾肥32%~54%,大约是发达国家小麦化肥利用率的50%左右。这样不仅浪费了化肥资源,增加了小麦生产成本,还对生态环境造成了污染和破坏。一般来讲,化肥施用量越高,流失到生态环境中的数量也就越大,对环境的污染程度也就越高。以氮肥为例,由于施用量过高、而利用率过低造成的损失非常严重。据河南省小麦氮肥去向的研究数据,利用率在9%~67%之间,流失量占使用量的40%左右。大量施用化肥,用地不养地,造成土壤肥力的普遍下降。据调查,由于长年施用化肥,华北平原土壤有机质已降到1%左右,全氮含量不到0.1%,在东北三江平原,多年来重用轻养,使土壤有机质的含量从10%~11.5%下降到3%~5%^[6]。

化肥,尤其是氮肥的投入对环境影响很大,加上中国小麦生产对氮肥利用率不高,氮肥挥发到大气中生成 N_2O 的几率就更高。 N_2O 是大气的痕量气体成分之一,过去100年时间里, N_2O 对温室效应的贡献为8%,它的增温潜势值是 CO_2 的298倍。由于温室效应的加

剧,联合国估计到2050年,全球小麦产量要减少40%,水稻减产20%。小麦是冷凉作物,其发育和生长习性决定了它适合于在较为冷凉气候条件下种植生长。一旦温度发生了改变,有时哪怕是微小的改变也会对生长中的小麦发生较为严重的影响。小麦生长环境温度的提高,也会使病虫害的危害加重,使放置病虫害的成本增加,农药对于环境的污染增加。

2.4 小麦增产与化肥施用的减少

针对温室效应和环境污染的日益严重,在至少不减少小麦产量的情况下,减少化肥投入量上,全球开始进行一项持续的农业运动,这一运动的主题就是:低投入、重有机,将化肥施用量稳定在较低的水平,保证生态环境和食品的安全。提倡农民投入尽量少的化肥,与小麦增产相关的化肥用量、配比相结合的高效施肥技术的应用,不破坏环境或者尽量少的破坏环境的施肥制度。

2.4.1 确定小麦化肥最适施用量 按照小麦的需肥规律和供肥能力,坚持按土壤需肥种类、需肥数量及质量进行合理配比施肥的原则,以达到小麦的最佳施肥量。小麦目前施肥最多的是氮肥,而氮肥中60%的是尿素,上文中提到河南省小麦氮肥利用率很低,那么如果能够提高尿素的利用率,就能够解决氮肥施用不当而造成的资源、能源浪费以及环境等问题。因此在氮肥科技方面应当大力发展控释技术在尿素工业中的应用。尿素控释可以大大减少施肥量,并提高肥料的利用率(在保障同等有效养分投入的前提下,节约大概30%的化肥投入),这样河南省可以节约制造尿素的原煤、电力、并减少尿素施用后可能带来的环境问题。

2.4.2 有机肥与化肥配合施用 片面施用化肥会造成土壤板结,土壤盐碱化、酸化,农作物病虫害加重,农产品质量下降,严重的农田甚至会造成产量的大幅下降。为此应当增施有机肥,这样可以改良土壤团粒结构,改善土壤通气状况,减少土壤中厌氧细菌的繁殖,从而减轻土壤病虫害的发生。另外,增施有机肥还能够给土壤提供钙、镁、锌、铁、硫等各种营养元素,这样可以比正常施肥情况下得到更高的产量、更优质的农作物品质。在施用有机肥的时候要把有机肥当作基肥与化肥一起施用,每亩用量要在100 kg以上,否则效果不明显。

2.4.3 氮、磷、钾三种主要肥料配合施用 小麦生产过程中所需的各种元素缺一不可,而且这些元素在不同的生理过程中起着不同的作用,并互相不可代替,特别是氮、钾、磷以及一些微量肥料等。为了使小麦更好的生长,必须根据其对各种化肥所需的比例配合施用。试

验证明,小麦是根据土质的不同按不同的比例施肥,大约每亩底肥施尿素 10~15 kg 或碳铵 25~40 kg,磷酸钙约 45~70 kg,氯化钾约 10~15 kg 之间。根据目标产量,酌情减少化肥施用量。一般情况下,磷、钾化肥全部用作基肥;氮肥在高产地块,用总量的 60%作基肥,40%作追肥;中、低产地块,用总量的 50%作基肥,10%作种肥,40%作追肥;在速效磷含量小于 10 mg/kg 的低产缺磷地块,用磷肥总量的 20%做种肥,80%作基肥;在沙性土壤上,用钾肥总量的 50%作基肥,其余与氮肥配合作追肥使用。

3 讨论

此文运用计量经济二元线性回归模型对河南省小麦相关投入进行分析,得出化肥投入与小麦的相关性最大,这与以往学者研究出的结论一致。河南省作为粮食生产,尤其是小麦生产第一大省,化肥投入量也是相当惊人。化肥是河南省小麦产量增加的主要因素,同时还是环境污染,尤其是温室气体的重要来源。通过模型来研究如何控制化肥的投入,小麦增产与降低环境污染的关系,进一步为粮食安全做准备。通过模型研究从大的方面提出了河南省小麦以后增产的少许意见,弥补了河南省小麦化肥投入研究的空白,但是由于河南小麦生产局部状况的不同和记录的困难,造成无法做到进一步的详细分析,无法从微观角度分析出各地区化肥投入是否合理的缺憾,为此希望在以后的几年内有学者能够从微观方面分析河南省小麦各生产要素,尤其是化肥投入的合理性,来填补河南小麦生产研究的空白,完善小麦安全生产的空白。

参考文献

- [1] 崔玉亭.化肥与农业生态环境保护[M].北京:化学工业出版社,2001.
- [2] 国家统计局河南调查总队.河南统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2009.
- [3] 孔祥智,庞晓鹏.北方地区小麦生产的投入要素及影响因素实证分析[J].中国农村观察,2004,4:2-7.
- [4] 屈宝香.农业中的化肥使用与环境影响[J].环境保护,1994,8:41-44.
- [5] 吴玉鸣.中国粮食生产主要影响因素的多因素动态关联分析[J].农业经济问题,1998,1:38-41.
- [6] 李庆远,朱兆良,于天仁.中国农业持续发展中的肥料问题[M].南昌:江西科学技术出版社,1998.
- [7] 杨晋娟,瓦哈甫·哈力克,史帝文.新疆化肥投入量与粮食增产潜力的研究[J].新疆农业科学,2008,45(2):302-306.
- [8] 彭有轩,刘保军.一项值得长期注意的大政策——关于适当控制施用化肥的增长量[J].中国农业综合开发,2009,4:4-9.
- [9] 曾靖,常春华,王雅鹏.基于粮食安全的我国化肥投入研究[J].农业经济问题,2010,5:66-70.
- [10] 王瑞华.气候变暖对冬小麦生产影响与对策[J].农业科技通讯,2008,6:113-115.
- [11] 彭华.王维思河南省典型农业区域土壤中多环芳烃污染状况研究[J].中国环境监测,2009,2:61-62,68.
- [12] 吴兰云,徐茂林.优化施肥对小麦产量和品质的效应[J].土壤,2003,35(2):152-155.
- [13] 张卫峰,马文奇,王雁峰.中国农户小麦施肥水平和效应的评价[J].土壤通报,2008,39(5):1049-1055.
- [14] 中华人民共和国农业部.低碳农业——应对气候变化农业行动[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [15] 刘德辉,陶永祥.土壤、农业与全球气候变化[J].火山地质与矿产,2000,21(4):190-195.