

松嫩平原化肥投入对粮食增产潜力的分析^{*}

邓华玲 姚晓敏 尹海冬 徐中儒

(东北农业大学数学教研室)

1 国内外化肥使用及粮食生产现状

化肥投入对作物产量有着至关重要的影响。目前世界各主要产粮国粮食产量的增加都与化肥的使用有着密切的关系,但各国对化肥的施用量却差异很大,增施化肥虽然可以增加产量,但有一个最佳限度。日本和德国对化肥的使用量居世界之首,约 400kg/hm²,其粮食单产可达到 5 000kg/hm²;英国、埃及、法国、保加利亚都是中等化肥施用国,粮食单产在 4 000kg/hm²左右;其它一些主要产粮国属于低化肥施用国,如澳大利亚、加拿大、阿根廷等,化肥施用不足 50kg/hm²,粮食单产在 1 000~ 2 000kg/hm²;美国的化肥使用量比较低,仅为 93kg/hm²,但粮食单产达到 4 000kg/hm²左右。我国属于中等化肥施用国,平均约为 230kg/hm²,平均单产在 3 500kg/hm²左右。

2 松嫩平原自然条件及粮食生产状况

松嫩平原地处东北平原北部,黑龙江省中南部,吉林省北部,内蒙古自治区东北部,主要由松花江、嫩江冲积而成,海拔 110~ 300m,包括黑龙江省 36 个市县和吉林省 18 个市县,共计 54 个市县,土地面积 23.76 万 km²,现有耕地 963 万 hm²,占黑龙江、吉林两省总耕地面积的 57.6%,是东北地区重要的粮食生产基地之一。近年来粮食总产年可达 254 亿 kg。化肥的施用量也在逐年增加,1994 年达到平均施肥量 187.5kg/hm²,对粮食产量的增加起到了非常重要的作用。虽然氮、磷、钾肥的比例仍需调整,由于松嫩平原的土壤有机质含量较高,对作物需要的磷、钾等元素的补偿能力强,故增施化肥对粮食增产潜力仍然很大。以 1994 年的标准计算,松嫩平原化肥总投入为 153 万标吨(折纯量以下同)左右,按 813 万 hm²的播种面积计算,施用化肥 187.5kg/hm²,这一指标与全国比较来说仍属偏低投入水平,按松嫩平原粮食增产的最佳效益计,最佳施肥量为 315.0kg/hm²。

3 模型应用及计算结果

粮食产量与诸多因素有关,本文利用了课题建立的松嫩平原主要粮食作物(小麦、玉米、大豆、水稻)与积温、降水、土壤有机质、氮、磷、钾肥及有机肥投入量的二次模型^[1],即小麦、大豆、水稻和玉米生产模型

小麦生产模型: $y = 2246.5 + 307.81x_1 + 222.84x_2 + 104.71x_3 + 81.31x_4 + 3504x_5 + 66.30x_6 - 4.69x_1x_2 - 4.41x_1x_3 + 50.20x_1x_4 + 4.59x_1x_5 - 30.80x_1x_6 - 38.30x_2x_3 - 16.97x_2x_4 + 0.14x_2x_5 - 27.28x_2x_6 + 21.00x_3x_4 + 15.98x_3x_5 + 1.97x_3x_6 + 26.44x_4x_5 - 1.27x_4x_6 - 13.41x_5x_6 - 91.58x_1^2 - 60.17x_2^2 - 9.36x_3^2 - 28.86x_4^2 + 6.39x_5^2 + 10.20x_6^2$ (x_1 —降水、 x_2 —土壤有机质、 x_3 —氮肥、 x_4 —磷肥、 x_5 —钾肥、 x_6 —有机肥)

大豆生产模型: $y = 2380.38 + 80.24x_1 + 68.45x_2 + 36.73x_3 + 80.19x_4 + 14.85x_5 + 50.94x_6$

^{*} 收稿日期 1999-03-04
该研究是“八五”攻关项目“松嫩—三江平原农业发展潜力、障碍及对策研究”的部分内容。
©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

+ 41.88_{X7} - 15.08_{X1 X2}+ 20.92_{X1 X3}+ 3.00_{X1 X4}- 9.62_{X1 X5}- 5.11_{X1 X6}- 1.63_{X1 X7}- 7.51_{X2 X3}- 13.68_{X2 X4}- 0.15_{X2 X5}+ 7.84_{X2 X6}- 7.65_{X2 X7}- 13.69_{X3 X4}+ 3.41_{X3 X5}- 1.74_{X3 X6}- 33.22_{X3 X7}+ 8.68_{X4 X5}- 0.61_{X4 X6}- 0.80_{X4 X7}- 1.87_{X5 X6}- 4.48_{X5 X7}+ 5.82_{X6 X7}- 18.41_{X1²}- 174.22_{X2²}- 19.06_{X3²}- 9.22_{X4²}12.03_{X5²}- 5.57_{X6²}- 17.18_{X7²}(_{X1}- 积温、_{X2}- 降水、_{X3}- 土壤有机质、_{X4}- 氮肥、_{X5}- 磷肥、_{X6}- 钾肥、_{X7}- 有机肥)

水稻生产模型: $y = 6540.48 + 691.59x_1 + 650.34x_2 + 312.15x_3 + 51.32x_4 + 72.50x_5 + 182.02x_6 + 539.29x_1x_2 - 81.33x_1x_3 - 86.59x_1x_4 - 90.56x_1x_5 - 28.84x_1x_6 - 89.59x_2x_3 - 146.85x_2x_4 - 12.28x_2x_5 - 5.01x_2x_6 - 16.07x_3x_4 + 68.61x_3x_5 + 45.04x_3x_6 + 0.94x_4x_5 + 5.41x_4x_6 + 177.56x_5x_6 + 21.80x_1^2 + 29.11x_2^2 - 158.01x_3^2 - 126.79x_4^2 + 8.79x_5^2 - 38.21x_6^2$ (_{X1}- 积温、_{X2}- 土壤有机质、_{X3}- 氮肥、_{X4}- 磷肥、_{X5}- 钾肥、_{X6}- 有机肥)

玉米生产模型: $y = 7541.11 + 1738.44x_1 + 1074.86x_2 - 543.91x_3 + 966.49x_4 - 855.51x_5 - 675.83x_6 - 701.39x_7 + 1296.46x_1x_2 - 1056.77x_1x_3 + 1047.88x_1x_4 - 1075.13x_1x_5 - 1046.02x_1x_6 - 1026.48x_1x_7 - 1126.40x_2x_3 + 1084.23x_2x_4 - 1068.88x_2x_5 - 1081.87x_2x_6 - 1135.54x_2x_7 + 1128.85x_3x_4 + 984.32x_3x_5 + 1083.62x_3x_6 + 1106.26x_3x_7 - 1220.30x_4x_5 - 1217.70x_4x_6 - 1081.87x_4x_7 + 1141.76x_5x_6 + 1086.71x_5x_7 + 1071.48x_6x_7 + 102.01x_1^2 - 446.43x_2^2 + 109.04x_3^2 + 102.01x_4^2 + 104.82x_5^2 + 151.69x_6^2 + 83.26x_7^2$ (_{X1}- 积温、_{X2}- 降水、_{X3}- 土壤有机质、_{X4}- 氮肥、_{X5}- 磷肥、_{X6}- 钾肥、_{X7}- 有机肥)

该模型可以计算不同气候条件及各种投入情况下作物的产量。本文主要研究化肥与产量之间的关系,即在其它因素保持 1994年气象条件及投入不变的情况下,对增加施肥量及所产生的效益进行了测算^[2],其结果见表 1 从表中 1 可以看到,当施化肥在 300kg/hm² 以下时,增施化肥的增产效益明显;在施肥量为 315kg/hm² 左右时单产可达到最大,如继续增施化肥,则增产效益不明显。

表 1 增施化肥效益

化肥增加 (%)	总投入纯量 (万吨)	施肥量 (kg/hm ²)	总产 (亿 kg)	单产 (kg/hm ²)	效益(粮食/化肥) (kg/hm ² .kg)
0	153.0	187.5	254.0	3123.0	5.20
10	168.3	207.0	258.4	3180.0	2.92
30	198.9	244.5	266.9	3282.0	2.72
45	221.9	271.5	271.6	3340.0	2.05
60	244.8	300.0	275.0	3381.0	1.42
75	267.8	315.0	277.0	3305.0	0.84
90	290.7	357.0	277.6	3412.0	0.26

根据实际情况,化肥的投入应逐步接近最佳状态,如按 2010年松嫩平原化肥施用量达到 300.0kg/hm²,则年平均递增 4%。由此推算,到 2000年松嫩平原平均施化肥 225.0kg/hm²,需增加投入化肥 30.6万吨,化肥增产 8.92亿 kg;到 2005松嫩平原平均施化肥 262.5kg/hm²,需增加投入化肥 61.2万吨,化肥增产 16.22亿 kg;到 2010年松嫩平原平均施化肥 300.0kg/hm²,需增加投入化肥 91.8万吨,化肥增产 21.00亿 kg 松嫩平原化肥需求量和粮食产量的关系如表 2

表 2 2000年和 2005年及 2010年化肥及产量预测结果

年份	施肥量 (kg /h m ²)	松嫩平原需增加 化肥量 (万吨)	粮食增量 /化肥施用量 (kg /h m ² · kg)	总增产 (亿 kg)
2000	225. 0	30. 6	2. 92	8. 92
2005	62. 5	61. 2	2. 39	16. 22
2010	300. 0	91. 8	1. 76	21. 00

增加粮食单产除增施化肥外,提高化肥的利用率也是粮食增产的有效措施之一。推广科学施肥,采用新型肥料可大大提高化肥的利用率,如长效碳酸氢铵与普通碳铵相比,其氮素利用率提高 10% ,可节约大量的化肥。为使有限资源取得更大的增产效益,对化肥的合理分配和使用可使效益提高。例如:同量的化肥在不同作物、不同积温带、不同地区施用其增产效益各有差异,利用模型测算,如果把增加投入的化肥平均分配到各市县、集中分配在第一、二积温带和向高产作物水稻、玉米分配,以到 2000年增加投入 30. 6万标吨计,不同分配方案的化肥增产效益如表 3

表 3 不同分配方案的化肥增产效益分析

方案	粮食总产 (亿 kg)	粮食增产 (亿 kg)	化肥效益 (kg /h m ²)	化肥分配指标
方案I	262. 92	8. 92	2. 92	增加投入的化肥平均分配到各市县
方案II	268. 70	14. 70	4. 82	增加投入的化肥集中分配在第一、二积温带
方案III	277. 30	23. 30	7. 54	增加投入的化肥向高产作物水稻、玉米分配

影响作物产量的因素很多,除化肥外还有水分、土壤、种子、农田管理及水土保持等方面的问题。增施有机肥是培肥土壤、提高地力最有效的措施。科学施肥的一个重要方面就是有机肥和无机肥配合使用,这样不仅可缓解化肥氮、磷、钾比例失调的矛盾而且可以提高化肥的利用率,从有关部门的统计来看,目前作物秸秆的肥效利用率偏低,只有少量用于养畜,过腹还田,少量用于直接还田,相当部分被焚烧掉了。与国外相比,美国的化肥使用量低,但产量高主要是由于重视提高地力,大量秸秆粉碎后还田,从而使美国粮食产量与高化肥施用国的产量接近。我国化肥使用是美国的 2. 5倍左右,粮食单产却只有美国的 4/5,可见在松嫩平原增施化肥的同时要大力推广科学施肥,增施有机肥,走有机肥与无机肥相结合的道路。

4 结论

4. 1 在现有的技术条件下,松嫩平原的最佳施肥量为 315. 0kg /h m²(折纯量)。
4. 2 在本地区增加施肥量对粮食增产作用明显。采用科学的施肥技术、提高化肥的利用率具有较大的增产潜力。
4. 3 应增加有机肥投入,走有机肥、无机肥相结合的路子。

参 考 文 献

1 徐中儒.农业试验最优回归设计.黑龙江出版社,1988. 26~ 46, 216~ 248

2 郭铁城等.饱和试验设计软件包. 1993