

# 环渤海地区化肥投入变化及其适宜性分析

郭丽英<sup>1</sup>, 刘玉<sup>2</sup>

(1. 中国农业科学院 农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 农田化肥投入过量导致资源浪费和环境污染问题, 成为全球关注的焦点和热点。以环渤海地区为例, 利用 1989—2008 年统计年鉴相关数据资料, 分析了区域化肥投入的总量变化、区域变化和单位农作物播种面积变化的差异。通过建立农田化肥肥效指标, 评价了环渤海地区及其分省(市)的化肥施用效率, 研究提出了单位农作物播种面积的化肥施用适宜量, 为实现合理施用化肥、提高化肥施用效率和保护农田生态环境提供了参考依据。

关键词: 化肥投入; 化肥肥效; 施用适宜性; 环渤海地区

中图分类号: F323.22

文献标志码: A

文章编号: 1003-2363(2011)03-0149-03

## 0 引言

区域农业发展离不开合理、稳定的物质投入, 科学施肥是其中重要的组成部分。根据联合国粮农组织 (FAO) 的资料, 发展中国家施肥可提高粮食作物单产 35%~57%, 总产 30%~50%<sup>[1]</sup>。统计资料表明: 1990 年我国化肥施用量为 2 590.3 万 t, 氮肥量为 1 638.4 万 t, 2000 年化肥施用量为 4 146.4 万 t, 氮肥量为 2 161.5 万 t, 到 2008 年化肥年施用量增至 5 239.2 万 t, 氮肥量增至 2 302.9 万 t。张卫峰等 (2008) 运用 CBEM 模型预测表明, 我国 2010 年化肥需求总量达到 4 900~5 361 万 t, 氮肥量达到 3 072~3 186 万 t, 年均增长率在 1.2% 以上<sup>[2]</sup>。

随着化肥施用量的快速增长, 过量施肥带来了严重的硝酸盐污染问题<sup>[3]</sup>。张光辉等 (2009) 分析河北平原农田化肥施用量表明, 1995 年化肥使用量达到 220.7 万 t, 平均每公顷耕地施肥量为 338.62 kg, 2005 年化肥施用量增至 303.4 万 t, 平均每公顷耕地施肥量达 506.58 kg<sup>[4]</sup>, 远超过发达国家 225 kg/hm<sup>2</sup> 的安全上限和全国平均值。朱兆良 (2010) 通过对华北地区小麦施氮量研究表明, 在合理用量下, 氮肥的损失量约每公顷 25kg 进入环境, 而按照农民的施肥量, 氮肥的损失量为 71kg, 致使农田环境压力增大了 2.8 倍<sup>[5]</sup>。过量施肥不仅导致肥效降低, 而且严重污染了土壤、水、农村生活环境<sup>[6]</sup>。

环渤海地区包括北京、天津两个直辖市和辽宁、山东、河北三省, 是继我国珠三角、长三角之后正在发展壮

大的第三大经济区。区内的山东半岛、辽东半岛及东北部平原区, 是主要粮食生产基地。2008 年, 粮食作物播种面积占全国的 15.6%, 生产粮食占全国的 18.1%<sup>[7]</sup>, 成为我国主要的优质农田区和重要的商品粮基地<sup>[8-9]</sup>。因此, 深入分析该地区土壤氮肥投入状况及其施肥适宜性, 对于有效提高氮肥利用率、降低生产成本和保护农田生态环境, 具有重要的意义和价值。

## 1 环渤海地区化肥投入变化分析

### 1.1 化肥施用总量变化

1989—2008 年, 环渤海地区化肥施用量总体上呈现波动性增长趋势 (图 1), 化肥总用量由 456.11 万 t 增至 957.01 万 t, 增长了 109.8%。其变化分为 3 个阶段: ① 1989—1996 年, 为快速增长阶段, 化肥总用量增加 319.79 万 t, 年均增长 45.68 万 t; ② 1997—2003 年, 为缓慢增长阶段, 化肥总用量 64.3 万 t, 年均增长仅 10.72 万 t; ③ 2003 年以来进入化肥施用量快速增长阶段。整个阶段复合肥投入稳步增长, 氮肥投入稳定, 磷肥的变化不大。

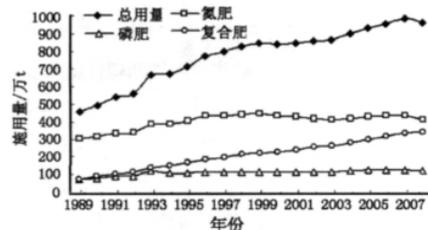


图 1 环渤海地区化肥用量变化

Fig. 1 Change of fertilization in the area around Bohai bay

### 1.2 化肥施用量分省变化

山东省化肥用量一直最大, 约占环渤海地区总用量的 50%; 河北省化肥用量次之, 其变化趋势与环渤海地区整体变化趋势基本一致; 辽宁省化肥施用量增长较缓

收稿日期: 2010-10-20; 修回日期: 2011-02-18

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向性项目 (KZCX2-EW-304); 国家自然科学基金重点项目 (40635029)

作者简介: 郭丽英 (1971-), 女, 河南濮阳人, 副研究员, 博士/博士后, 主要从事农业区域发展与土地利用研究, (E-mail) guoly118@126.com。

慢,增长率低于全区平均水平,所占比重由 1989 年的 16.3% 降至 2008 年的 13.5%;天津化肥用量比较少,但一直处于快速增长阶段;北京市由于耕地快速非农化,耕地面积持续减少,化肥施用量自 1997 年达到最高水平的 19.7 万 t 后进入下降态势(图 2)。

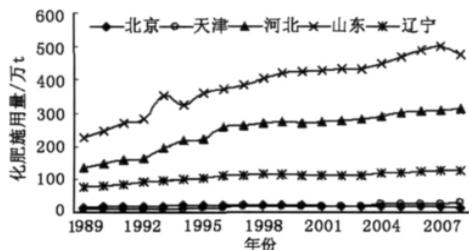


图 2 环渤海地区化肥用量分省市变化

Fig. 2 Provincial change of fertilization in the area around Bohai bay in China

### 1.3 单位农作物播种面积的化肥施用量变化

环渤海地区单位农作物播种面积的化肥施用量呈波动性上升趋势,由 1989 年的 187.54kg/hm<sup>2</sup> 提高到 2008 年的 395.59 kg/hm<sup>2</sup>,其变动趋势与区域化肥总量的变化趋势基本一致。其中氮肥、磷肥及复合肥的变化存在明显差异(图 3):氮肥在 1996 年之前增长较显著,由 1989 年的 124.75 kg/hm<sup>2</sup> 迅速提高到 1996 年的 176.71 kg/hm<sup>2</sup>,此后变化不大,甚至在某些年份略有下降;磷肥的变化趋势与氮肥基本一致,1996 年以后变化不显著;单位农作物播种面积的复合肥用量呈快速增长趋势,由 1989 年的 30.14kg/hm<sup>2</sup> 提高到 2008 年的 141.33 kg/hm<sup>2</sup>,20 年间增长了 3.69 倍。

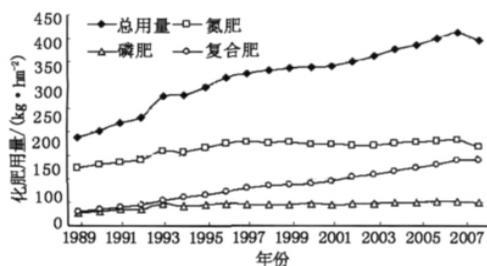


图 3 环渤海地区单位农作物播种面积化肥用量变化

Fig. 3 Change of fertilization of per unit crop area in the area around Bohai bay in China

## 2 农田化肥肥效及其适宜性分析

### 2.1 农田化肥肥效的变化

农田化肥肥效(kg/kg)是指单位播种面积上的产量与单位播种面积化肥用量的比值。在计算化肥的产量效应时,将不同作物的产量统一折算为一种作物(玉米)的产量,本研究采用了《农用地分等规程》中的折算系数

方法进行计算。该折算方法主要分为两个部分:对于小麦、玉米、水稻,按照折算系数折算为标准粮;对于棉花、花生等其它作物,按照小麦、玉米、水稻 3 种作物折算后的平均标准粮单产进行计算,其计算公式

$$P'_i = \frac{T_{i1} \times 1.25 + T_{i2} \times 1.63 + T_{i3}}{S_{i1} + S_{i2} + S_{i3}}$$

式中:  $P'_i$  指第  $i$  省(市)其他作物(除小麦、玉米、水稻外)的平均粮食单产;  $S_i, S_{i1}, S_{i2}, S_{i3}$  分别指第  $i$  省(市)的农作物、小麦、玉米、水稻的播种面积;  $T_{i1}, T_{i2}, T_{i3}$  分别指第  $i$  省(市)的小麦、玉米、水稻的产量。

1989—2008 年各省(市)化肥施用的粮食产出率变化趋势较为相似,总体上均呈现出波动性下降趋势。从分省域来看,天津、北京的化肥肥效波动性较大,标准差分别为 13.97 和 7.24,辽宁、山东和河北的化肥肥效则较为平稳(表 1)。

表 1 1989—2008 年化肥施用的粮食产出差

Tab. 1 Foodstuff output of fertilization of per unit crop area during 1989—2008

省(市)	平均值/ (kg·kg <sup>-1</sup> )	最高值/ (kg·kg <sup>-1</sup> )	最低值/ (kg·kg <sup>-1</sup> )	标准差
北京	20.47	33.38	12.15	7.24
天津	27.16	51.84	10.73	13.97
河北	21.79	32.07	17.64	4.72
辽宁	22.97	29.78	17.47	3.81
山东	20.66	27.61	16.64	3.52
合计	21.46	29.37	17.41	4.00

### 2.2 化肥施用适宜性分析

通过对 1989—2008 年环渤海地区单位农作物播种面积的化肥施用量与粮食单产变化分析表明,总体上粮食单产随着单位农作物播种面积的化肥施用量增加而提高,但不同时段的变化率有所不同。1993 年以前,粮食单产随化肥施用量的增加而快速提高;1993—1998 年粮食单产随着化肥施用量的增加仍然呈现增长趋势,但增长速度变缓;1998 年以来,单位面积的化肥施用量仍呈现快速增长趋势,粮食单产却没有多大变化,报酬递减的趋势明显。模拟分析表明<sup>[12]</sup>:在农业生产技术尚未取得巨大突破时,环渤海地区单位农作物播种面积的化肥适宜量为 275 ~ 330kg/hm<sup>2</sup>。

不同作物单位播种面积的适宜化肥施用量是有明显差异的,但由于在统计分析结果中并未细分到按照作物进行统计。因此,本研究中所获得的化肥适宜量实际上是区域所有作物的平均值水平。从区域差异来看,山东省单位农作物播种面积的化肥适宜量最高,为 330 ~ 373kg/hm<sup>2</sup>,这与化肥需求量大的经济作物所占比重较大的农业种植结构有关;北京市次之,单位农作物播种面积的化肥适宜量为 265 ~ 338kg/hm<sup>2</sup>;河北省以传统粮食作物种植为主,单位农作物播种面积的化肥适宜量为 253 ~ 296kg/hm<sup>2</sup>。

### 3 结论与讨论

环渤海地区是我国重要的经济区和农业基地区,化肥的过量施用及其造成的资源浪费和农田污染问题日益突出。1989—2008年化肥施用量呈现快速增长—缓慢增长—快速增长的波动变化趋势,化肥施用量增长了109.8%。在区域上,山东省化肥用量最大,约占环渤海地区总量的50%;单位农作物播种面积的化肥施用量变化与区域化肥总量变化的趋势基本一致;1989—2008年环渤海地区各省(市)的化肥施用总体上呈现出波动性下降趋势。从区域差异来看,天津、北京的化肥肥效波动性较大。

环渤海地区农田化肥施用已呈现出报酬递减的趋势。环渤海地区单位农作物播种面积的化肥适宜量为275~330kg/hm<sup>2</sup>。各省(市)因农业产业结构与农业生产方式不同,化肥施用的适宜量有所差异,其准确测算尚需考虑不同地区的土壤肥力、肥料效应、有机肥资源利用等因素,根据各种作物的推荐施肥量和种植结构,来确定区域和作物的化肥适宜施用量,作为提高化肥施用效率和保护农田生态环境的重要依据。

#### 参考文献:

- [1] PCC. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories [R]. Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2000.
- [2] 张卫峰, 马文奇, 王雁峰, 等. 基于 CBEM 模型的 2010 年农田化肥需求预测 [J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(3): 407-416.
- [3] 刘宏斌, 李志宏, 张云贵, 等. 北京平原农区地下水硝态氮污染状况及其影响因素研究 [J]. 土壤学报, 2006, 43(3): 405-413.
- [4] 张光辉, 刘中培, 连英立, 等. 河北平原地下水水质变化及农药化肥施用量变化影响 [J]. 南水北调与水利科技, 2009, 7(2): 50-54.
- [5] 朱兆良. 中国氮超标: 氮肥使用过量导致粮食减产 [J]. 瞭望东方周刊, 2010(10): 18-19.
- [6] 朱兆良. 中国土壤氮素研究 [J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 778-783.
- [7] 刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 粮食生产地域功能综合评价与优化调控探讨——以环渤海地区为例 [J]. 地理科学进展, 2010, 29(8): 920-926.
- [8] 郭丽英, 王道龙, 邱建军. 环渤海区域土地利用类型动态变化研究 [J]. 地域研究与开发, 2009, 28(3): 92-95.
- [9] Guo Liying, Wang Daolong, Qiu Jianjun, et al. Spatio-temporal Patterns of Land Use Change along the Bohai Rim in China during 1985-2005 [J]. Journal of Geographical Sciences, 2009, 19(2): 568-576.

## The Change of Fertilizer Input and Its Suitability in the Area around Bohai Bay in China

Guo Liying<sup>1</sup>, Liu Yu<sup>2</sup>

(1. Institute of Natural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China.)

**Abstract:** The excessive agricultural consumption of chemical fertilizer leads to serious resource waste and environmental pollution problems, and this has become a research focus at home and abroad. Taking the area around Bohai bay as the study area, the relevant data that come from statistical yearbooks from 1989 to 2008 was collected to analyze the change pattern of total fertilizer input, regional fertilizer input, and fertilizer input per unit crop sowing area. By establishing agricultural fertilizer efficiency indexes, we also appraise the fertilizer efficiency in the whole area as well as in all its provinces and municipalities, and present the optimum fertilization amount per unit crop sowing area. The results will help to provide reliable reference for realizing rational fertilization, improving fertilizer efficiency as well as protecting farmland ecological environment.

**Key words:** chemical fertilizer input; fertilizer efficiency; application suitability; the area around Bohai bay