

南方水田农用化学品投入水平及分析

——以湖北湖南农户调查为例

李 季¹, 靳乐山², 崔玉亭¹, 韩纯儒³

(1. 中国农业大学资源环境学院生态环境系, 北京 100094, E – mail: lij@hns. cjfh. ac. cn;

2. 中国农业大学人文学院, 北京 100094; 3. 中国农业大学农学系, 北京 100094)

摘 要: 利用农户调查及统计资料对南方水田地区农用化学品投入进行了实证分析, 主要揭示了农户过量施用化肥和农药的情形以及目前有关农用化学品数据收集及计算中存在的问题。建议完善和实施有关化学品使用的普查、监测制度体系及相关政策。

关键词: 水田; 化学投入

中图分类号: X839. 2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2001)05 – 0332 – 04

Farm-Chemical Input in Paddy Farmland in Southern China

——A case of survey on farmers in Hubei and Hunan

LI Ji¹, JIN Le-shan², CUI Yu-ting¹, HAN Chun-ru³

(1. Department of Ecological and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094 China,

E – mail: lij@hns. cjfh. ac. cn; 2. College of Humanities and Social Sciences; 3. Department of Agronomy)

Abstract: Farm-chemicals utilization in paddy farmland in Southern China is reviewed and evaluated in the present paper. It reveals over – use of chemical fertilizers and pesticides in the region by using both statistical and farmer survey data source. It has also been indicated that there exist the problems concerning the data collection and calculation on farm – chemical use in agriculture in China. Finally, it is suggested that the spatial census, monitoring and policy implication of farm-chemicals in be considered.

Keywords: paddy farmland; chemical input

中国农业经过近 30 多年的现代化建设, 其化学投入已达到相当高的水平。1995 年全国耕地平均化肥施用量为 $375\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 1998 年达到 $411\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 远高于发达国家设置的 $225\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的警戒线^[8], 农药的投入水平也超出了世界平均水平, 达到 $10\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。化肥、农药为主的化学品投入, 若施用过量, 既造成了浪费, 也造成了潜在的环境污染, 特别是对地下水的污染以及对人体健康的影响, 中国农业化学品普遍超量使用的状况已引起了众多人士的关注^[3, 6, 7]。

准确估算中国农业的化学品实际投入水平受到了种种因素的影响。耕地面积的折扣, 复种制度的实

施, 投入品结构、纯量以及农民的投入行为等等都直接影响着实际投入的多少, 仅仅依赖一些宏观的统计分析还很难给出正确的可信估价。

本文拟通过对两个实地多种资料的交叉分析, 探讨南方水田的农用化学品实际投入水平及其预期, 以为宏观决策提供一些实地依据。

1 资料说明及来源

统计资料中有关农用化学品的施用一直没有系统的针对不同作物的使用量记载, 所列出的仅仅是化肥施用的总量, N、P、K 各自的纯量, 没有针对单个作物如水稻的序列数据, 另外现有耕地数据不实以及作物复种制度的多样性也引致施用量需要进行校正的问题。

我国耕地面积以往一直以 $9\,497.1\text{ 万 hm}^2$ 计算, 后经详查后改为 $13\,333.3\text{ 万 hm}^2$, 这一变化使得作物产量和化肥使用量皆打了折扣。

收稿日期: 2000 – 11 – 17

基金项目: 中英合作项目《中国水稻生产的环境成本》的部分研究内容
作者简介: 李 季(1965—), 男, 中国农业大学资源环境学院生态环境系副教授, 农学博士。主要从事生态农业、持续农业方面的教学与研究工作。

从微观层次看,化学品的施用受到其种类、含量、施用方式、统计报告方式等的影响。不同时期产品的结构以及养分含量往往差异很大,农药更是如此,每个地方都有几十甚至上百的农药品种在使用,农户自己很难熟悉并记得各自的有效含量。小规模土地上的不经济及过量施用行为,以及基层干部上报数字的方式等也直接影响到这些投入数字的可靠性。

这种情形下,如何为决策者以及社会提供一套切实的农用化学品施用数据, 如何分析评价这些数据,进而应用在相关决策中,显得十分重要。

本文涉及到的资料主要来自湖北和湖南两个省,包括如下几方面:

- (1)全国及两省近 10 年水稻种植面积及产量;
- (2)两省近 10 年粮食耕地面积、播种面积、粮食总产量等;
- (3)湖北省潜江市 5 个村 250 个农户的问卷调查数据;
- (4)湖南省醴陵县 2 个村 100 个农户问卷调查数据。

2 结果与分析

2.1 投入趋势

化学投入的增加在中国主要开始于 70 年代初,迅速发展于八九十年代。从全国的化肥投入趋势看,总量及施用量还在增长,进入 90 年代后期有所稳定,而化肥效率一直呈递减趋势(见表 1、表 2)。

从调查省份的情形看,湖南省在 1986 年至 1995 年间,单位粮食播种面积的化肥施用量(商品)由 607 kg · hm⁻² 提高到了 812 kg · hm⁻², 化肥施用量仍呈上升趋势,化肥效率则从全省平均 5.67 kg · kg⁻¹ 降

表 1 中国化肥施用量变化
Table1 Change of applied amounts of chemical fertilizers in China

年份	化肥施用量(纯量)		年份	化肥施用量(纯量)	
	总量 /万 t	施用量 /kg · hm ⁻²		总量 /万 t	施用量 /kg · hm ⁻²
1982	1 513	153	1991	2 805	293
1983	1 660	169	1992	2 930	307
1984	1 740	178	1993	3 152	331
1985	1 776	183	1994	3 318	350
1986	1 931	201	1995	3 594	378
1987	1 999	208	1996	3 828	401
1988	2 142	224	1997	3 981	399
1989	2 357	246	1998	4 086	411
1990	2 590	271			

资料来源:农业部(1999),中国农业发展报告'99. 中国农业出版社,1999 年;中国农业年鉴(1997—1999);中国农业统计资料(1993—1998);全国农业统计提要(1991—1992)。

表 2 中国 40 年氮肥投入及生产效率变化
Table 2 Nitrogen – input and production efficiency
in the last 4 decades in China

年份	作物氮量 /kg · hm ⁻²	化肥氮用量 /kg · hm ⁻²	总氮用量 /kg · hm ⁻²	氮肥生产 效率/%	化肥生产 效率/%
1952—1958	42. 23	2. 05	23. 81	1. 77	20. 60
1959—1965	38. 59	6. 35	30. 06	1. 28	6. 08
1966—1969	51. 43	16. 62	46. 74	1. 10	3. 09
1970—1978	61. 94	34. 83	73. 07	0. 85	1. 78
1979—1989	92. 11	114. 41	156. 96	0. 59	0. 81
1990—1995	117. 27	180. 42	225. 49	0. 52	0. 65

资料来源:中国农业年鉴(1952—1995)。

低到了 4. 12 kg · kg⁻¹(表 3)。

而湖北省相对来说投入水平较高,单位粮食播种面积化肥的施用纯量由 1990 年的 201. 89 kg · hm⁻² 提高到了 1995 年的 308. 09 kg · hm⁻², 该值要比全国 1995 年扣除复种指数后的值(240 kg · hm⁻²)高出约 28%, 化肥效率则从 16. 66 kg · kg⁻¹ 降低到了 10. 79 kg · kg⁻¹(表 4)。

从现有统计资料可以看出,湖北和湖南两省化肥投入水平均高于全国,其中湖北的集约化水平相对还比湖南高。进入 90 年代以来,虽然整体上粮食生产出现徘徊或缓慢增长的趋势,但全国及湖南、湖北这两个省的粮田化肥施用量仍呈上升趋势。

2.2 化学品的实际投入

2.2.1 化肥施用水平比较

从化肥的单位施用量看(表 5),经校正后我国 1995 年单位作物播种面积的化肥施用量为 170. 9 kg · hm⁻², 高于同期世界平均水平,低于欧洲及日本一些工业发达国家,居中等水平。

从我们在湖北省作的统计资料比较看,经过面积校正后,1990 年单位耕地面积的化肥施用纯量潜江

表 3 湖南省化学肥料历年使用及肥料效应
Table 3 Amount and production efficiency
of chemical fertilizer used in Hunan Province

年份	1986	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
单位播种面积使 用量/kg · hm ⁻² *	607	615	669	663	710	735	773	779	812
肥料效应 /kg · kg ⁻¹ **		5. 67	5. 19	4. 99	4. 67	4. 46	4. 31	4. 17	4. 12

注:*化肥施用为商品量;**粮食产量/肥料商品量投入。

表 4 湖北省化学肥料历年使用及肥料效应
Table 4 Amount and production efficiency
of chemical fertilizer used in Hubei Province

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995
单位播种面积使用量 /kg · hm ⁻² *	202	209	230	257	279	308
肥料效应/kg · kg ⁻¹ **	16. 66	14. 45	14. 70	12. 72	12. 10	10. 79

注:*化肥施用为纯量;**粮食产量/肥料纯量投入。

表 5 化肥的单位面积施用量表^[4]

Table 5 Amount of chemical fertilizers used

on farmland in per unit area

年份	地区和国家	按耕地面积计算
		/kg · hm ⁻²
1988—1989	全世界	98. 7
	亚洲	114. 8
	欧洲	229. 4
	美国	93. 6
	前苏联	117
	印度	65. 3
	日本	415. 1
	法国	311. 6
	荷兰	649. 7
	英国	345. 8
1995	中国(1)	378. 5
	中国(2)	269. 6
	中国(3)	170. 9

注：(1) 按 1995 年 9 497. 1 万 hm² 耕地计算；(2) 按全国详查结果 13 333. 3 万 hm² 计算；(3)按(2) × 157. 8% = 21 039. 9 万 hm² 计算。

市(290 kg · hm⁻²)及湖北省(335 kg · hm⁻²)皆高于全国(185 kg · hm⁻²),并接近同期的美国(320 kg · hm⁻²)和意大利(380 kg · hm⁻²)(表 6)。

潜江市 5 个村庄 250 个农户的调查结果则表明,单位耕地面积的化肥施用纯量(349 kg · hm⁻²)实际比潜江市统计资料还要高一些(表 7)。

表 6 不同层次化肥施用量比较

Table 6 Comparison of amount of chemical fertilizers

used at different levels

地区和国家	潜江 (1990)	湖北 (1990)	中国 (1990)	美国 (1991)	意大利 (1991)
化肥总量/kg · hm ⁻²	287. 35	334. 98	185. 47	320	380
N/kg · hm ⁻²	183. 68	205. 57	125. 42	152	220
P/kg · hm ⁻²	79. 30	69. 99	41. 26	75	80
K/kg · hm ⁻²	24. 37	16. 52	18. 74	96	80

表 7 湖北潜江 250 农户水稻生产调查结果

Table 7 Survey on rice production of 250 farmers at Qianjiang Hubei

调查村	袁桥	庄场	十屯	李家州	平均
化肥/kg · hm ⁻²	408. 41	323. 88	361. 05	331. 65	349. 01
样本数/个	41	87	50	49	227
农药/kg · hm ⁻²	8. 06	3. 43	5. 06	4. 35	4. 83
样本数/个	21	43	35	32	131

表 8 湖北农户调查(163 户)

Table 8 Survey on 163 farmers in Hubei Province

产量等级	农户数	播种面积 /hm ²	N		P		K		化肥 /kg · hm ⁻²	农药 /kg · hm ⁻²
			/kg · hm ⁻²	%	/kg · hm ⁻²	%	/kg · hm ⁻²	%		
750—650	43	0. 26	241. 78	54. 10	98. 53	21. 91	33. 56	5. 96	449. 88	11. 59
649—550	66	0. 30	239. 35	55. 03	95. 59	22. 07	20. 37	4. 19	432. 41	11. 82
550—449	43	0. 29	225. 19	56. 22	84. 95	21. 81	5. 20	1. 39	393. 39	15. 39
—449	9	0. 13	345. 47	57. 38	138. 62	22. 97	18. 52	1. 33	582. 95	19. 81

从我们在湖南醴陵进行的调查及统计数据看,1996 年全县单位耕地面积的化肥施用量为 518 kg · hm⁻²,单位播种面积施用量为 249 kg · hm⁻²;两个村 100 户的调查结果显示早稻的化肥施用量为 321 kg · hm⁻²,晚稻为 316 kg · hm⁻²,全年为 637 kg · hm⁻²,同样地农户调查结果还要略高于统计结果。

当然现有的调查还很局限,也不能代表实际的全貌。但从过去 10 年中由于基层上报数据的散乱以及销售网络的个体经营和跨区域经营,使得化肥使用的统计数字总体上仍低于实际数字,导致统计数字偏低的情形。

2. 2. 2 农药施用水平比较

中国农药水平的施用量比化肥还难以估计,统计手册中仅提供了农药的施用总量,近几年有杀虫剂、除草剂及杀菌剂分出,但一直没有纯量使用量。

据我们了解,潜江市周围农药门市中就有 150 余种农药在销售,如此多的农药品种,以及众多地方小农药厂的复配、混配使得农药品种统计很难进行。

我们在潜江的统计资料表明,1995 年单位作物播种面积上的农药施用纯量为 6. 75 kg · hm⁻²,高于全省水平(3. 3 kg · hm⁻²)。对 131 个农户的调查表明平均施用量为 4. 83 kg · hm⁻²左右(表 7),这一投入水平略低于统计资料,但已高于美国(3. 5 kg · hm⁻²),并低于意大利(13 kg · hm⁻²)。

湖南醴陵县 1996 年统计资料中的单位耕地面积上的农药商品施用量为 38 kg · hm⁻²,若按 40% 有效成分折算约为 15 kg · hm⁻²;但 100 个农户的调查显示农药(折纯)使用量为 10. 17 kg · hm⁻²。其中早稻为 4. 27 kg · hm⁻²,晚稻为 5. 45 kg · hm⁻²,调查结果略微低于统计结果。

2. 3 农用化学品投入行为

2. 3. 1 投入与产出的关系

我们对湖北与湖南两地调查农户的水稻投入与产出关系作了分析,发现化肥的投入量在两地并没有随产量增加出现相应增加的趋势,产量低的农户施用肥料量不一定低,农药的情形也一样(表 8、表 9)。

表 9 湖南农户调查(95 户)
Table 9 Survey on 95 farmers in Hunan Province

作物及产量等级	农户数	化肥			农药 /kg·hm ⁻²
		N/%	P/%	K/%	
早稻 8 001—	9	44.03	17.00	38.96	5.11
	7 001—8 000	27	52.75	17.22	30.04
	6 001—7 000	37	54.04	20.12	25.83
	5 001—6 000	16	48.03	16.65	35.32
	—5 000	6	59.38	14.11	26.51
晚稻 8 001—	9	41.39	11.42	33.10	5.98
	7 001—8 000	27	41.43	14.80	28.08
	6 001—7 000	37	43.41	15.16	24.74
	5 001—6 000	16	44.60	12.84	26.99
	—5 000	6	45.72	13.13	23.83

不同肥料成分 N、P、K 的比例在这些不同产量等级的农户间也没有出现相关性,基本没有规律可循。

这些说明,一方面农户在施肥上更趋于一种习惯性施肥,而不是科学的理性化的施肥,另一方面当肥料在作物产量的增长过程中已不再是制约因素,以及作物特别是粮食生产效益越来越低的情形下,很显然农户在投入上更趋“粗心”和“随意”,这在我们的实际访谈中也可以了解到。

2.3.2 小规模土地上的过量施用行为

农户调查中普遍揭示了其在小规模土地上的过量施用行为,这种行为的内部驱动比较复杂。一是在家庭收入越来越多地依赖于经济作物及非农收入情形下,农户在大田作物上更愿少花功夫,采用一些不费力的技术,化肥、农药就是这样的技术。二是小片土地下农户的不经济行为比较普遍,即土地的存在或继承身份价值已高于其现时经济价值,农户也不去细算劳力、资金的投入与报酬,只要获得口粮即可,因此投入自不惜资金。三是现有的化学品包装仍偏大,肥料一般 40—50 kg 一袋,农药多半是 0.5 kg 装,一些有效含量高的包装小一些。这种情形下,农户宁愿一年内施完,而不愿留到下一年度去。因此实际生产中农药施用量往往高于推荐量。在湖南省的案例调查中,一般农药要高出推荐量 2—5 倍。如平均来看,井冈霉素和甲胺磷皆高出推荐量的 50% 左右,而最高的则达 4—5 倍(表 10)。

表 10 湖南农药施用中实际量与推荐量的比例
Table 10 Ratio of practical and recommended dosages
for pesticides used in Hunan Province

农药	三唑磷	捕虱灵	井冈霉素	甲胺磷
平均	0.994 3	0.601 3	1.408 9	1.536
最低	0	0	0	0.5
最高	4.17	1.33	4.62	4.17

2.4 前景分析

南方水田未来水稻生产中的化学品投入取决于如下几方面政策及技术因素:(1)世界粮食供需状况。特别是当加入 WTO 后,中国水稻生产将更多地依赖于世界谷物市场,水稻投入品的数量也将随其市场波动而波动^[2]。(2)农用化学品的价格。中国的农用化学工业长期得到政府的财政支持,并保持了较高的销售价格,未来国家对农用化工企业的政策趋向以及本身的价格变化也会影响到化学品的投入。(3)肥料新品种及施肥技术的突破。如复合肥、缓释肥、液体肥等的引进和开发,可以提高肥料利用率,降低化学品向环境的损失。

但总体上,考虑到粮食生产的长期低效益,农户非农经济的扩展以及肥料效应的“缓降”,中国水稻生产的化学品投入将维持目前较高的水平,并有一定程度的上升^[1]。

3 结论与建议

通过对两个省有关化学品投入的分析,可以看出:

(1) 化肥投入仍呈上升趋势,但化肥效率已开始急剧下降,化肥这一投入要素已不再成为粮食生产的主要制约因素。

(2) 从化肥投入水平看,我国单位耕地面积的化肥投入已接近世界前列,两个调查地点的化肥投入水平比统计数据都要高,分别达到 360 kg·hm⁻² 和 320 kg·hm⁻²,反映了超量投入的情形。

(3) 农药的投入水平同样较高,为 4—7 kg·hm⁻²,已接近美国施用水平,若长期下去,必然导致严重的水污染和健康问题。

(4) 化学品投入的过量及部分滥用与农户的投入行为关系密切,小规模土地上的不经济行为现象很普遍,而且这种趋势仍将继续下去。

根据上述研究结果,建议:

(1) 有必要对主要作物及地面、地下水进行大范围的化学品投入普查,确定区域水平上的投入量及其危害程度,以便正确地指导宏观决策。

(2) 根据化学品的危害程度分区域制订相应的税收政策,可对小型化肥、农药厂征收环境税,或对化学品销售征收附加税,以鼓励企业生产高效的化学品,并影响农户的投入行为。

(3) 建立无污染农业示范区,引进先进技术及品种,生产优质农产品,同时逐步建立无污染农产品生

产及加工的质量控制体系。

Session of the International Rice Commission, Rome, 5 – 9th September 1994. FAO, Rome.

参考文献：

[1]黄景梁．中国化肥现状与发展[J]．化肥工业,1994, 1:3 – 6.

[2]黄季Ω,罗斯高．中国水稻的生产潜力、消费与贸易[J]．中国农村经济,1996, 4:21 – 27.

[3]Huang J and Rozelle S. Environmental Stress and Grain Yields in China [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1995, **77** (4).

[4]李庆逵,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. 23.

[5] Pingali P L and Rosegrant M W. Confronting the environmental consequences of the green revolution,1996; In *Proceedings of the 18th*

[6]Smil V. Environmental Problems in China: Estimates of Economic Costs. East – West Center Special Report No 5. 1996; East – West Center, Hawaii.

[7]Smil V. China Shoulders the Cost of Environmental Change [J]. *Environment*, 1997, **39** (6).

[8]程 序,曾晓光,王尔大．可持续农业导论[M]．北京:中国农业出版社,1997. 30 – 32.

[9]中国农业统计年鉴．北京:农业出版社,1987—1995.

[10] 湖南统计年鉴．长沙:湖南统计出版社,1987—1995.

[11] 湖北统计年鉴．武汉:湖北统计出版社,1990—1995.