

# 上海农用化学品使用历史演变及污染防治对策

钱晓雍<sup>1</sup>, 沈根祥<sup>1</sup>, 吴婷<sup>2</sup>, 郭春霞<sup>1</sup>

(1.上海市环境科学研究院,上海 200233; 2.复旦大学环境科学与工程系,上海 200433)

**摘 要:**以上海过去几十年农用化学品使用为研究对象,深入分析了上海化肥、农药和地膜等农用化学品的使用历史演变及其驱动因素。结果表明,上海化肥使用量和使用水平总体上不断提高,主要由作物产量驱动;农药使用量和使用水平在经历大量使用的阶段以后逐步趋于稳定,主要受耕地面积减少和病虫害发生的影响而变动较大;地膜使用量基本保持平稳,但使用水平不断降低,主要与地膜的高强度低厚度发展有关。文章同时针对上海农用化学品使用存在的问题和污染风险,提出了相应的污染防治对策。

**关键词:**上海; 农用化学品; 使用历史; 污染防治

中图分类号 X839.2 文献标志码 A doi:10.3969/j.issn.1003-6504.2010.12.044 文章编号 1003-6504(2010)12-0184-04

## Application History and Pollution Control Strategy of Agrochemicals in Shanghai

QIAN Xiao-yong<sup>1</sup>, SHEN Gen-xiang<sup>1</sup>, WU Ting<sup>2</sup>, GUO Chun-xia<sup>1</sup>

(1.Shanghai Academy of Environmental Science, Shanghai 200233, China;

2.Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** Taking agrochemical application in Shanghai in the past several decades as research object, the application history and driving factors of agrochemicals in Shanghai including chemical fertilizer, pesticide and mulching films were studied. Results indicated that the amount and level of chemical fertilizer application generally increased, which were driven primarily by crop yields. Amount and level of pesticides application were experienced a stage of big amount utilization and then gradually tended to stable, which were mainly influenced by reduction of arable lands and occurrence of pests and diseases. Amount of mulching films application was kept stable while the level was continuously decreased, which were related to tendency of high strength and low thickness mulching films. Some corresponding pollution control strategies were also proposed, aimed to resolve the problem and risks of agrochemical application in Shanghai.

**Key words:** Shanghai; agrochemicals; application history; pollution control

从 20 世纪 50~60 年代开始,化肥、农药、地膜等农用化学品在农业生产中逐步得到广泛应用,并开创了化学农业时代。与过去传统农业生产相比,化学农业不仅改进了生产方式,提高了生产效率,而且也极大地提升了农业产量。但是,由于长期和大量施用农用化学品,化学农业目前面临了农田土壤质量恶化、生产后劲不足、农产品品质及安全性降低和农业面源污染严重等一系列负面影响问题,不仅危害了人体健康和生态环境,而且也制约了农业生产的可持续发展<sup>[1]</sup>。

上海作为我国经济最发达的地区之一,“大城市、小郊区”的城乡布局 and 农产品市场的巨大需求,在过去很长一段时期内决定了上海农业生产的特点,即在不断减少的有限的耕地面积中高强度地使用农用化

学品以达到高产的目的。本文通过对上海地区过去几十年化肥、农药和地膜等农用化学品使用情况的调研,研究了化肥、农药和地膜等农用化学品使用的历史演变,并探讨了各类农用化学品使用的驱动因素,为上海地区农用化学品污染防治和高效生态农业的发展提供科学依据。

### 1 研究方法

#### 1.1 研究区域

上海市位于 N31°14', E121°29', 地处太平洋西岸,亚洲大陆东沿,长江三角洲前缘,东濒东海,南临杭州湾,西接江苏、浙江两省,北界长江入海口,长江与东海在此连接。2008 年末,上海市常住人口 1888.46 万人,其中户籍常住人口 1371.04 万人,全年完成农业

收稿日期 2009-07-09,修回 2009-09-24

基金项目:上海市环境保护局重点科研项目(沪环科 2009-05)

作者简介:钱晓雍(1981-),男,工程师,硕士研究生,主要从事农业环境保护研究工作(电话)021-64085119(电子信箱)qianxy@saes.sh.cn。

总产值 280.7 亿元,其中种植业产值 135.73 亿元,全市面积 63.41 万  $\text{hm}^2$ ,耕地面积 20.60 万  $\text{hm}^2$ ,耕地平均复种指数为 190%,其中菜地平均复种指数达到 310%,而全国耕地平均复种指数为 126%。

## 1.2 数据来源

本研究中全国化肥、农药、地膜等农用化学品的数据资料来源于《中国农业统计资料汇编 1949—2004》<sup>[2]</sup>和《中国农村统计年鉴 1985—2008》<sup>[3]</sup>;上海化肥、农药、地膜等农用化学品的数据资料来源于《上海统计资料公报 1982》<sup>[4]</sup>和《上海统计年鉴 1983—2008》<sup>[5]</sup>,虽然建国以来上海市行政区划几经调整,包括 1958 年江苏省十个县划入上海市,但是历史统计数据均与当前的行政区划保持一致,具有可比性。

## 1.3 分析方法

利用 SPSS 11.5 统计分析软件,在综合分析上海几十年来化肥使用数据资料的基础上,对与化肥使用有关的因素进行相关性分析。

# 2 结果分析

## 2.1 上海化肥使用历史与分析

上海郊区引进和施用化肥始于 1906 年,而 1928 年上海、苏州等地已经开始氮、磷、钾三要素的肥效试验,解放前,上海郊区化肥施用水平很低,每公顷不足 7.5kg(均以折纯量计,折纯量为各类化肥中作物生长所必需的氮磷钾养分以  $\text{N}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  质量分数计算的纯量),且化肥品种单一,主要为硫酸铵,解放后,化肥施用量迅速增加,化肥品种也不断增加<sup>[6]</sup>。根据近六十年来各年份化肥使用总量和单位耕地面积使用水平变化情况(图 1),上海地区化肥使用量和水平总体上呈逐年上升趋势。其中,1950~1960 年化肥使用基本呈缓慢上升趋势,期间上海郊区开始试种双季稻,推动了粮食生产的发展,而 1960 年前后农业生产由于三年自然灾害的影响,化肥使用略有下降,但 1964 年以后,随着上海郊区农业税的降低和中央“以粮为纲”的要求,耕地复种指数稳步提高,除了 1974~1977 年由于台风、冰雹、大潮、暴雨等自然灾害影响农业生产而导致化肥施用略有下降以外,直至 1980 年,化肥使用长期处于迅速上升阶段,1980~1990 年化肥使用经历了一个先降后升的调整阶段,先是 20 世纪 80 年代初上海郊区开始调整粮田两熟制或三熟制的耕作模式,以促进农业劳动力的转移,从而导致化肥使用明显下降,然后随着 20 世纪 80 年代后期在“稳粮、调棉、促菜”方针的指引下,大力发展化肥投入强度高轮作次数多的旱地蔬菜,使得化肥使用重新上升,此后十几年,受到上海耕地面积的不断减少<sup>[7]</sup>、“三

个三分之一”(粮田、林地、菜地各 1/3 面积)种植方针的变迁、农产品价格的提高、化肥流通体制的市场化<sup>[8]</sup>以及环保三年行动计划化肥减量措施的实施等诸多因素的影响,化肥使用量虽然呈下降趋势,但是化肥使用水平仍然居高不下。与全国单位耕地化肥平均使用水平比较,上海地区化肥使用水平一直以来都远远高于全国平均水平,这与上海适合常年耕作的良好的农业生产条件和较高的农业生产水平以及高复种指数密切相关,为了达到高频次种植过程中的高产,化肥施用量必然大幅增加<sup>[9]</sup>。

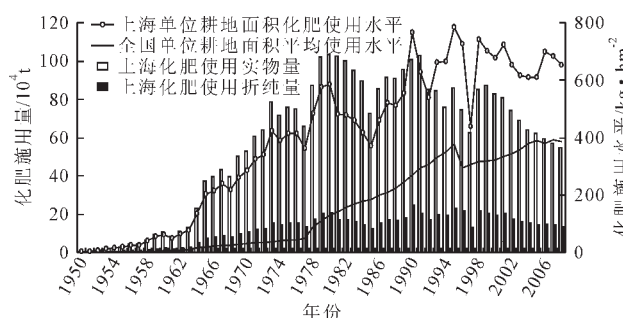


图1 上海化肥历年使用量与使用水平  
Fig.1 Amount and level of chemical fertilizer application in Shanghai

而通过化肥使用量和与其有关的耕地面积、播种面积、粮食产量、种植业产值等因素的相关性分析表明(表 1),化肥施用量与耕地面积、播种面积、粮食产量呈显著的正相关,与种植业产值反而呈负相关。这说明化肥的使用主要受作物种植面积及其产量等因素的影响,为了达到作物产量的不断提高,在耕地面积持续减少和农业生产水平持续提高的情况下,还是需要通过增加单位面积农田化肥施用强度来达到高产的要求;另外,随着近年来上海郊区蔬菜瓜果等高附加值农产品种植的增加以及农产品价格的升高,虽然化肥投入量逐步减少,但种植业产值却不断攀升。

表 1 上海化肥使用驱动因素相关性分析

Table 1 Correlation analysis on driving factors of chemical fertilizer application in Shanghai

Pearson 相关性指数	化肥用量	耕地面积	播种面积	种植业产值	粮食产量
化肥用量	1.000				
耕地面积	0.855	1.000			
播种面积	0.864	0.907	1.000		
种植业产值	-0.649	-0.940	-0.928	1.000	
粮食产量	0.876	0.006	0.261	-0.742	1.000

注:显著性水平为 0.01,即  $P < 0.01$ 。

## 2.2 上海农药使用历史与分析

20 世纪 50~60 年代,上海郊区开始使用农药,品种有六六六、滴滴涕、有机汞、有机磷等,20 世纪 60 年代初,除草剂开始使用,20 世纪 70 年代则是有机氯农药六六六使用量最多的时期,1973 年上海郊区六六六用量达到 432t,为 20 世纪 70 年代最高用量,此后,随

着有机氯农药的禁用,杀虫剂和除草剂、菊酯类农药使用量不断上升,有机磷、有机氯农药使用量则大为减少<sup>[6]</sup>。根据近 60 年来各年份农药使用总量和单位耕地面积使用水平变化情况(图 2),上海地区农药使用量和使用水平总体上均呈先上升后下降并趋于稳定的趋势。其中,1950~1970 年农药使用处于快速上升时期,期间上海郊区作物病虫害发生并不严重;1970 年以后,随着耕地面积的不断减少,农药使用总体呈稳步下降趋势,但期间由于个别年份作物病虫害发生严重,因此农药使用量较高,如 1973 年三麦赤霉病、油菜菌核病和稻纵卷叶螟的普遍发生,1979 年青菜病毒病的大爆发,1982 年棉花枯萎病的蔓延,以及 1987 年、1990 年、1998 年稻飞虱的流行<sup>[6]</sup>;而进入 21 世纪以来,虽然农药使用量趋于稳定,但近年来高效低毒农药和生物农药在上海郊区的大力推广,由于其用量比普通化学农药要大,因此农药使用水平仍然处于较高水平。与全国耕地平均使用水平比较,上海地区农药使用水平长期以来一直高于全国平均水平,这主要与上海地区作物高复种指数有关,作物过于频繁的轮作或连作往往加重病虫害的发生,相应的农药使用量也成倍增加。

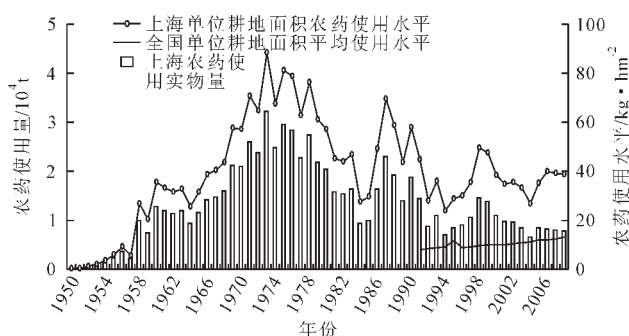


图2 上海农药历年使用量与使用水平  
Fig.2 Amount and level of pesticide application in Shanghai

### 2.3 上海农膜使用历史与分析

上海在 1978 年从日本引进地膜覆盖技术,将塑料薄膜覆盖用于农业生产,尤其是在蔬菜栽培上大量使用,仅 1983~1989 年,全市共使用地膜就达 7325t<sup>[6]</sup>。根据近十年来各年份地膜使用总量和单位覆盖面积使用水平变化情况(图 3),上海地区地膜使用量基本稳定在 0.7~0.8 万 t,而单位覆盖面积地膜使用水平则由 1998 年的 480kg/hm<sup>2</sup> 逐步减少到 2008 年的 220kg/hm<sup>2</sup> 左右,虽然从使用量上看增加不多且使用水平持续逐步下降,但是随着农用地膜厚度的降低和强度的增大,农用地膜的覆盖面积却从 1998 年的 1.6 万 hm<sup>2</sup> 增加到了 2005 年的 3.2 万 hm<sup>2</sup>,增长了近一倍,地膜残留危害范围也进一步扩大<sup>[10]</sup>。与全国地膜平均使用水平比较,上海农用地膜用量一直处于全国平均水平的 3~5

倍,这主要是由于上海地区蔬菜作物轮作次数较高,尤其是温室大棚蔬菜轮作最高可达每年 5~6 茬,而蔬菜种植对地膜的需求最大,从而导致上海地区单位覆盖面积地膜使用水平远高于全国平均水平。

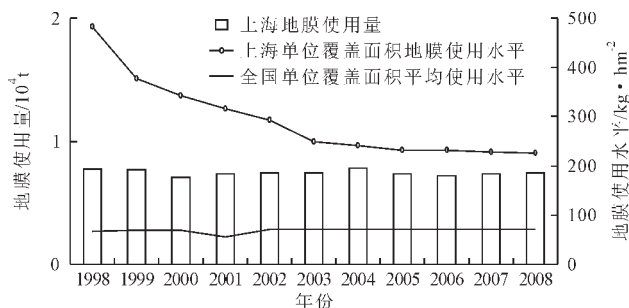


图3 上海地膜历年使用量与使用水平  
Fig.3 Amount and level of mulching films application in Shanghai

### 3 农用化学品污染防治对策

根据农用化学品使用历史演变分析,作为国际大都市的上海,应转变注重高产和高农用化学品投入的农业生产观念和方式,逐步向注重质量和环境友好的高效生态农业发展,积极推进高产、高效益与可持续发展的集约化经营与生态化生产有机耦合的现代农业。根据上海“大城市、小郊区”的特点和目前农用化学品使用过程中存在的突出问题和污染风险,分别针对化肥、农药和地膜的使用提出以下污染防治对策。

(1)推广养分平衡施肥技术。养分平衡施肥技术与“测土配方施肥”相类似,核心是要在农田系统土壤养分供给、农作物养分吸收和外源养分输入三者间维持相互平衡,同时还考虑土壤养分的固定和流失。在肥料投入水平定量时,需以目标农作物历年产量作为参考,结合土壤类型、质地、养分含量的测定结果,并根据目标农作物的种类、需肥规律和栽培管理条件等最终确定肥料施用的品种、数量和比例。因此,养分平衡施肥技术是基于作物必需养分在农田生态系统中的转化和循环过程,是保证作物产量和品质、减少肥料过度流失和生态环境污染的理想方法,适合在经济发达的上海地区推广应用。

(2)推广生物农药。针对有机合成的化学农药的种种弊端,生物农药以其对生态环境无污染、对人畜健康无安全隐患和对病虫害不产生抗药性等优点,成为最重要的化学农药替代技术。虽然生物农药的使用有可能在一定程度上增加农药的总用量,但能有效降低农产品农药残留和农药流失污染风险。目前在上海郊区已经在部分地区逐步推广应用生物农药,并取得了良好的效果,在此基础上,应进一步增加生物农药使用种类、扩大生物农药应用范围,逐步替代现有化

学农药,为农产品安全和生态农业发展提供保障。

(3)推广可生物降解薄膜。可生物降解薄膜的出现从源头上解决了农田土壤的塑料薄膜污染问题,以可生物降解薄膜替代塑料薄膜进行地膜覆盖栽培,不仅可以继续发挥地膜的保水、保墒、抑制杂草的功能,而且在种植结束后不需要回收,仅需简单翻耕入土,即可在短期内被土壤微生物降解殆尽,不会影响后茬作物的生长。虽然目前可生物降解薄膜的生产成本较高,大范围推广应用有一定难度,可先开展示范试点再逐步推广,其后随着可生物降解薄膜生产技术的不断改进和大规模投产,在其成本逐步降低的情况下,可生物降解薄膜的应用将成为地膜覆盖的主流。

#### 4 结论

(1)上海化肥使用量和使用水平总体上呈逐年上升趋势,且化肥的使用主要受作物种植面积及其产量等因素的影响,为了达到作物产量的不断提高,在耕地面积持续减少和农业生产水平持续提高的情况下,还是需要通过增加单位面积农田化肥施用强度来达到持续高产的要求。

(2)上海农药使用量和使用水平总体上均呈先上升后下降并趋于稳定的趋势,主要与耕地面积的减少以及各年份病虫害发生情况有关。

(3)上海地膜使用量基本稳定,但地膜使用水平不断降低且覆盖面积不断扩大,这与高强度低厚度塑料薄膜大面积推广应用密切相关。

#### 【参考文献】

- [1] 张中一,施正香,周清.农用化学品对生态环境和人类健康的影响及其对策[J].中国农业大学学报,2003,18(2):73-77.  
Zhang Zhong-yi, Shi Zheng-xiang, Zhou Qing. Impacts of agrochemical on environment and human health and relevant strategies[J]. Journal of China Agricultural University, 2003, 18(2): 73-77.(in Chinese)
- [2] 中华人民共和国国家统计局.中国农业统计资料汇编(1949-2004)[M].北京:中国统计出版社,2006.  
National Bureau of Statistics of China. Compilation of Agricultural Statistics of China(1949-2004)[M]. Beijing: China Statistics Press, 2006.(in Chinese)
- [3] 中华人民共和国国家统计局.中国农村统计年鉴(1985-2008)[M].北京:中国统计出版社,1986-2009.  
National Bureau of Statistics of China. China Rural Statistical Yearbook(1985-2008)[M]. Beijing: China Statistics Press, 1986-2009.(in Chinese)
- [4] 上海市统计局.上海统计资料公报(1982)[M].上海:上海人民出版社,1983.  
Shanghai Municipal Statistics Bureau. Statistical Communique of Shanghai (1982) [M]. Shanghai: Shanghai People's Press, 1983.(in Chinese)
- [5] 上海市统计局.上海统计年鉴(1983-2008)[M].北京:中国统计出版社,1984-2009.  
Shanghai Municipal Statistics Bureau. Statistical Yearbook of Shanghai(1983-2008)[M]. Beijing: China Statistics Press, 1984-2009.(in Chinese)
- [6] 上海地方志办公室.上海农业志[M].上海:上海社会科学院出版社,1996.  
Shanghai Chorography Office. Shanghai Agricultural Chorography[M]. Shanghai: Shanghai Academy of Social Sciences Press, 1996.(in Chinese)
- [7] 孟飞,鲍文东,单宝艳.上海耕地动态变化与驱动机制研究[J].山东建筑大学学报,2007,22(5):403-407.  
Meng Fei, Bao Wen-dong, Shan Bao-yan. Research on dynamic changes and driving forces of Shanghai cultivated land [J]. Journal of Shandong Jianzhu University, 2007, 22(5): 403-407.(in Chinese)
- [8] 王利,孙爱文,马文奇,等.我国化肥流通政策的历史演变与发展态势[J].磷肥与复肥,2008,23(2):6-11.  
Wang Li, Sun Ai-wen, Ma Wen-qi, et al. Historical evolution and development trend of fertilizer circulation policies in China[J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 2008, 23(2): 6-11.(in Chinese)
- [9] 曾希柏,陈同斌,胡清秀,等.中国粮食生产潜力和化肥增产效率的区域分异[J].地理学报,2002,57(5):539-546.  
Zeng Xi-bo, Chen Tong-bin, Hu Qing-xiu, et al. Grain productivity and its potential as related to fertilizer consumption among different counties of China[J]. Acta Geographica Sinica, 2002, 57(5): 539-546.(in Chinese)
- [10] 杜晓明,徐刚,许端平,等.中国北方典型地区农用地膜污染现状调查及其防治对策[J].农业工程学报,2005,21(增刊):225-227.  
Du Xiao-ming, Xu Gang, Xu Duan-ping, et al. Mulch film residue contamination in typical areas of North China and countermeasures[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(s): 225-227.(in Chinese)