

# 南方农产品产地主要环境问题成因与防治策略

黄彩红, 席北斗, 唐朱睿, 袁文超

(中国环境科学研究院, 北京 100012)

**摘要:** 随着我国经济的快速发展, 大量污染物进入农产品产地环境并逐渐超过其容量限制, 引发诸多环境问题, 污染事件层出不穷, 农产品产量下降、质量降低, 严重影响我国农业生产和农村经济的可持续发展。南方地区城镇化起步早、发展快, 初期经济发展均以牺牲环境为代价, 特别是土壤重金属污染问题突出, 同时南方地区广泛分布的酸雨污染则强化了问题的严重性。本文以长江沿岸的主要农产品产地为研究对象, 系统论述了水、土、气等多种环境要素的质量现状, 并基于自然因素与人类活动影响探讨了污染成因, 提出环境污染防治策略, 对于提升南方农产品产地环境污染治理的科学性, 保障农业可持续发展、农产品质量安全、生态环境安全和人民群众健康安全都具有重要意义。

**关键词:** 南方农产品产地; 环境污染; 防治策略

**中图分类号:** S-01; S19 **文献标识码:** A

## Causes and Control Strategies for Environmental Problems of Agricultural Producing Areas in Southern China

Huang Caihong, Xi Beidou, Tang Zhurui, Yuan Wenchao

(Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

**Abstract:** With the rapid development of Chinese economy, a large number of pollutants have entered the environment of agricultural producing areas and gradually exceeded its capacity limits, leading to substantial environmental problems and pollution incidents, as well as decline in output and quality of agricultural products, which has seriously impacts on the sustainable development of China's agricultural production and rural economy. Urbanization in Southern China started early and developed rapidly, initially at the expense of the environment. Consequently, the problem of heavy metal pollution of soil becomes prominent and is aggravated by the widespread acid rain pollution in Southern China. This paper focuses on main agricultural producing areas along the Yangtze River and systematically discusses quality conditions of various environmental elements such as water, soil, and air. In addition, it investigates the causes of pollution from the aspects of natural factors and influences of human activities, and ultimately provides prevention and control strategies for the pollution, which can be of great significance in promoting the scientific nature of environmental pollution control in the agricultural producing areas in Southern China, ensuring agricultural sustainable development, quality safety of agricultural products, and ecological environment safety, and guaranteeing people's health and safety.

**Keywords:** agricultural producing areas in Southern China; environmental pollution; prevention and control strategies

收稿日期: 2018-08-20; 修回日期: 2018-08-26

通讯作者: 席北斗, 中国环境科学研究院, 研究员, 研究方向为村镇环境综合整治、固废资源化与地下水污染防治;

E-mail: xibd@craes.org.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“中国农业资源环境若干战略问题研究”(2016-ZD-10)

本刊网址: www.enginsci.cn

## 一、前言

随着工业化、城市化、农业现代化进程的不断加快,大量污染物进入农产品产地环境并逐渐超过其容量限制,污染总体上呈不断加重趋势,严重影响了我国农业生产和农村经济的可持续发展。南方地区城镇化起步早、发展快,初期经济发展均以牺牲环境为代价,湖南的镉大米事件、海南的毒豇豆事件、贵州的锰矿山污染农田事件频发。此外,农产品产地环境污染问题导致的农产品质量下降已成为国际贸易壁垒。因而,开展农产品产地环境污染现状和成因分析,制定综合防治策略,对于提升南方农产品产地环境污染治理的科学性,保障农业可持续发展、农产品质量安全、生态环境安全和人民群众健康安全都具有重要意义。

## 二、南方农产品产地的环境现状

我国南方农产品产地主要分布于长江沿岸,产地环境涉及水土气等多因素、多介质交互作用,污染类型以重金属无机污染为主,从单一污染向复合污染转变,总体情况不容乐观,部分地区污染严重。土壤重金属 Cd 仍为主要环境问题,污染范围大,生态风险高,超标点位主要分布在四川盆地、洞庭湖平原、广西蔗糖产区。南方地区水网发达,农村畜禽养殖业对水体污染贡献大,农产品产地环境胁迫明显。

### (一) 南方主要农产品产地大气环境质量

2015 年,我国南方主要农产品产地空气环境污染为  $PM_{2.5}$ , 重点城市  $PM_{2.5}$  年均浓度范围在  $43\sim 70 \mu g/m^3$  (超过国家二级标准 1.23~2 倍)。全国酸雨区面积约为  $7.29 \times 10^5 km^2$ , 占国土面积的 7.6%, 比 2010 年下降 5.1%; 其中, 较重酸雨区和重酸雨区面积占国土面积的比例分别为 1.2% 和 0.1%。酸雨污染是南方农产品产地大气环境主要问题, 酸雨类型

总体为硫酸型, 主要分布在长江以南—云贵高原以东地区, 包括浙江、上海、江西、福建的大部分地区、湖南中东部、重庆南部、江苏南部和广东中部 [1]。

### (二)、南方主要农产品产地水环境质量

2015 年, 南方水系 353 个国控断面中, I 类水质断面占 6.25%, II 类水质断面占 45.39%, III 类水质断面占 30.31%, IV 类水质断面占 9.3%, V 类水质断面占 4.22%, 劣 V 类水质断面占 4.53%。除去淮河流域, 南方水系污染相对较轻, 259 个国控断面中, I 类水质断面占 8.52%, II 类水质断面占 59.53%, III 类水质断面占 23.93%, IV 类水质断面占 4.59%, V 类水质断面占 0.74%, 劣 V 类水质断面占 2.69% (见表 1) [1]。

### (三)、南方主要农产品产地土壤环境质量

南方酸性土水稻种植区和典型工矿企业周边农区、污水灌区、大中城市郊区、高集约化蔬菜基地、地质元素高背景区等区域为土壤污染高风险地区 [2]。就南方区域农产品产地表层土壤相关数据分析得知, 南方农产品产地土壤重金属首要污染因子为 Cd, 高值区域集中在洞庭湖平原、珠江三角洲地区和成都平原, 低值区域分布在鄱阳湖平原、江汉平原。从 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、Zn、Ni 八种重金属综合指数中位数来看, 排名前十的城市包括株洲、杭州、湘潭、江门、新余、雅安、岳阳、重庆、乐山和珠海 (见表 2)。从重金属 Cd 单项指数的中位数来看, 株洲、湘潭、新余、江门、岳阳、杭州、雅安、黄石、乐山和长沙居于全国前列 (见表 3)。

## 三、南方农产品产地环境污染源解析

20 世纪 80 年代以来, 随着我国城市化进程的不断加快, 工业“三废”、农业自身污染等对农产品产地污染已由局部向整体蔓延, 并不断加剧, 农产品产地土壤重金属污染问题日益突出, 风险持续

表 1 2015 年南方地区地表水监测情况

地区	监测断面 / 个	水质 / %					
		I	II	III	IV	V	劣 V
全国	700	2.70	38.10	31.30	14.30	4.70	8.90
南方	259	8.52	59.53	23.93	4.59	0.74	2.69

增加, 已经成为全社会关注的焦点。强烈的人为活动以及高强度外源物质的输入扰乱了土壤系统原有的物质循环过程, 致使土壤化学性质改变和污染物增加。

### (一) 自然因素影响

#### 1. 土壤重金属背景值

成土母质是影响农产品产地土壤重金属含量的内在因素, 南方主要农产品产地土壤重金属背景值普遍高于全国平均值。广西壮族自治区 8 种重金属背景值均超过全国平均值, 特别是重金属 Cd 的背景值 (0.267 mg/kg) 已超过全国平均值 3.8 倍, 成为广西土壤重金属 Cd 点位超标率普遍偏高的重要原因之一。湖南省 Cd、Hg、Ni、Cr 背景值均高于全国平均值, 其中 Cd 背景值 (0.126 mg/kg) 为全国平均值的 1.8 倍, 江西省 Pb、Cd、Hg、As 背景值高于全国平均值, Cr 和 Ni 背景值低于全国平均值, Cd 背景值 (0.108 mg/kg) 为全国平均值的 1.8 倍。四川省 8 种重金属背景值均高于全国平均值, 超标倍数均不高于 2 倍 (见表 4)。

表 2 南方主要农产品产地重金属评价中位数列表

城市	综合指数
株洲	2.09
杭州	1.87
湘潭	1.31
江门	1.09
新余	1.05
雅安	0.94
岳阳	0.94
重庆	0.80
乐山	0.80
珠海	0.73

#### 2. 土壤重金属形态

评价土壤重金属污染不仅要考虑其含量, 更有必要研究其在土壤中的化学形态和生物有效性。弓晓峰等 [3] 采用 Tessier 法研究鄱阳湖湿地土壤重金属的化学形态, 结果表明, 鄱阳湖湿地土壤中 Cu、Pb、Zn、Cd 主要是有机态和残渣态, 分别占总量的 92.88%、89.88%、91.15% 和 30.8%。但胡宁静等 [4] 通过对贵溪冶炼厂周边农田的调查分析, 贵溪市污灌水田土壤中 Cu 以有机态为主, Zn、Pb 主要是残渣态, Cd 的水溶态占 86.06%; Cu、Zn、Cd、Pb 元素的水溶态和离子交换态相对正常土壤高出许多, 土壤中的可利用态和潜在可利用态的比例较大, 且  $Cd > Cu > Zn > Pb$ 。因此将土壤重金属的总量降低、有效态和生物效应相结合, 是土壤环境质量评价的重要发展方向。

### (二) 人类活动影响

#### 1. 涉重工矿企业

我国农产品产地土壤重金属重度污染区基本都集中在矿区周边, 如广东大宝山矿区、广西刁江流

表 3 南方主要农产品产地重金属 Cd 单项指数评价中位数列表

城市	Cd 单项指数
株洲	2.89
湘潭	1.78
新余	1.46
江门	1.41
岳阳	1.30
杭州	1.24
雅安	1.11
黄石	1.06
乐山	1.02
长沙	0.93

表 4 研究区土壤重金属参考背景值

区域	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Ni	Cr
四川	31.1	30.9	86.5	0.079	0.061	10.4	32.6	79.0
湖南	27.3	29.7	94.4	0.126	0.116	15.7	31.9	71.4
湖北	30.7	26.7	83.6	0.172	0.080	12.3	37.3	86.0
江西	20.8	32.1	69.4	0.108	0.084	14.9	18.9	45.9
安徽	20.4	26.6	62.0	0.097	0.033	9.0	29.8	66.5
广西	27.8	24.0	75.6	0.267	0.150	20.5	26.6	82.1
平均值	20.0	23.6	67.7	0.070	0.040	9.2	23.4	53.9

注: 平均值为全国背景值的平均值。

域、广西环江流域、湖南湘江流域、湖南湘西、湖北大冶、江西德兴、云南个旧、浙江富阳、四川攀枝花等。对矿区周边土壤和农田的调查监测结果显示,广东大宝山矿区大部分区域土壤中Cu、Zn、Pb、Cr等重金属含量高于国家三级标准,广西刁江沿岸农田受到了严重的As、Pb、Cd、Zn的复合污染,湖南湘西花垣矿区土壤中Pb、Zn、Cd含量均超过污染警戒值。

### 2. 农业生产生活

2010年发布的《第一次全国污染源普查公报》数据显示,农业面源排放的化学需氧量(COD)、总氮、总磷分别占这三类污染物排放总量的43.7%、57.2%和67.4%[5]。农业源污染中比较突出的是畜禽养殖业污染问题,畜禽养殖业的COD、总氮和总磷分别占农业源的96%、38%和56%。畜禽养殖业源污染物COD排放量( $1.268 \times 10^7$  t)超过工业源( $7.151 \times 10^6$  t)和城镇生活源( $1.108 \times 10^7$  t),已经成为我国三大污染源之首。

就农业面源污染的排放总量和排放强度而言,呈现显著的区域异质性,南方地区安徽、江苏、湖北等省份化肥施用量较高,湖南、湖北、安徽、广东等省份农药使用量大,四川省肉蛋奶总产量居于全国较高水平,畜禽养殖污染风险高,福建、广东、江苏、浙江等省份水产品产量大,水产养殖污染风险高。农用塑料薄膜和水产养殖业成为农业面源污染新来源。

### 3. 其他污染来源

#### (1) 污水灌溉

据统计,1999年我国污水灌溉面积约为 $3.3 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>,约占全国总农田灌溉面积的7.3%,近年来,我国大力发展节水农业,污水灌溉的比例下降较快。南方地区污水灌溉主要由工业排污造成,污水灌溉面积占全国污灌面积的10%左右,主要分布在武汉、成都、长沙、上海、广州等地。

#### (2) 大气颗粒物降尘

相关研究结果表明,大气颗粒物降尘对耕地积累总As、Cr、Hg、Ni和Pb的贡献达43%~85%。我国科研人员对长江三角洲地区大气颗粒物降尘的分析结果表明,除Fe、Mn外,研究区大气颗粒物降尘中重金属含量普遍高于当地土壤重金属含量,尤其是Cd、Cr、Cu、Pb和Zn。可以看出,大气颗粒物对耕地的污染具有典型的点、线、面特性,而

点、线区域的污染比较严重[6],大气沉降重金属对农区的影响应引起足够重视。

### (3) 固体废弃物堆放

污染农田的固体废弃物来源广泛,除矿产开采冶炼产生的固体废物外,电子垃圾固废、工业固废、市政固废、污泥及垃圾渗滤液等是我国耕地固废污染的主要来源。我国浙江、广东、湖南等区域是电子垃圾处置的主要区域,这些区域因电子垃圾造成的农田污染在局部区域非常严重,其主要污染物包括重金属Cd、Cr、Cu、Ni、Pb、Zn及持久性有机污染物等。

## 四、南方农产品产地环境污染防治战略

### (一) 总体原则与思路

面对现阶段和未来相当长一段时期显现的或潜在的农产品产地环境污染问题,继续强化“只搞大保护、不搞大开发”的发展理念,升级保护力度,着力发展绿色、精准农业,“以容定农”“以质养农”。全面贯彻科学发展观,基本思路为“四个统筹”与“四个坚持”。统筹环境保护与社会经济建设,统筹环境质量提升与农业可持续发展,统筹环境污染防治与人体健康保障,统筹服务农产品产地环境保护的中央、地方政府和社会各方资源投入;坚持“环境保护优先,粮食产量与质量并重”,坚持预防为主、综合治理,坚持底线思维,实施风险管控;坚持科技创新,强化农产品产地环境保护精细化管理,提高社会公众的环境保护意识,长期不懈地努力建设农产品产地保护体系。

### (二) 基本对策

#### 1. 区域发展以环境为制约

强调南方农产品产地的区域发展规划,经济发展必须以环境为约束,要遵循自然规律、区域资源特点,以区域(流域)环境容量为准绳,严格控制超承载力超负荷生产,明确区域农业布局,进而调整区域发展战略格局。

#### 2. 环境保护以综合为导向

农产品产地环境涉及多介质、多因素协同作用,在国家大气专项、水十条、水专项、土十条等专项治理的基础上,继续强化综合、系统治理的环境保护理念,分类分区、因地制宜,形成区域联合、各

要素综合的系统防控策略。

### 3. 污染治理以文件为指导

以完善产地环境标准体系为核心, 实现不同控制单元融“预防-修复-监管”为一体的差异化、精细化技术支撑体系, 形成系列地方科学性、可操作性强的管理文件与集成模式。此外, 着力提高科技成果转化, 加大技术推广力度, 保障政策、措施执行及技术推广的链条畅通。

### 4. 监测监控以科技为根本

农产品产地环境污染范围不断扩大, 污染程度加剧, 新型污染物不断涌现, 污染来源日趋多样。需以土壤圈为核心, 开展“天地一体化”多环境要素系统监测工作, 着力研发无人机等智能监测设备。

### 5. 大气环境以中三角为核心

继长三角、珠三角之后, 以湖南、湖北、江西为主的中三角地区大气污染严重, 酸雨污染集中, 对地区生态环境影响显著。要建立中三角地区区域联防机制, 排查大气污染源, 着力减排控污, 减少颗粒物干湿沉降对空气质量和土壤环境质量的不良影响。

### 6. 水环境以各流域支流为抓手

要重点保护支流, 避免过度开发; 与“河长制”政策呼应, 系统联防联控。加大各流域内支流的污染源监控力度及土壤与农产品协同监测力度, 特别是长江流域的湘江、赣江等支流。

### 7. 土壤环境以预防为重点

就污染程度而言, 南方农产品产地土壤重金属中度、重度污染比例较低, 特别是长江中游地区, 轻度污染或无污染比例在85%以上, 污染物一旦进入土壤环境, 修复难度极大, 应升级强化长江流域、洞庭湖与鄱阳湖区域等南方水稻主产地的系统保护力度, 防止污染物进入土壤环境。

### 8. 农产品安全以制度来保障

开展绿色生产示范试点工作, 建立农产品质量追踪体系, 研究并执行环保农业生产和有机认证制

度。重点加快农产品市场化进程, 以市场倒逼农产品质量提升, 进而推进农产品产地环境质量提高, 用制度保障农产品质量安全成为国家未来的重大举措。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国环境保护部. 2015年中国环境状况公报 [R]. 北京: 中华人民共和国环境保护部, 2015.  
Ministry of Environment Protection of the PRC. 2015 state of the environment bulletin [R]. Beijing: Ministry of Environment Protection of the PRC, 2015.
- [2] 中华人民共和国环境保护部, 国土资源部. 2014全国土壤污染状况调查公报 [R]. 北京: 中华人民共和国环境保护部, 国土资源部, 2014.  
Ministry of Environment Protection, Ministry of Land and Resources of the PRC. 2014 national soil pollution status survey bulletin [R]. Beijing: Ministry of Environment Protection, Ministry of Land and Resources of the PRC, 2014.
- [3] 弓晓峰, 黄志中, 张静, 等. 鄱阳湖湿地土壤中Cu、Zn、Pb、Cd形态研究 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(2): 388-392.  
Gong X F, Huang Z Z, Zhang J, et al. Speciation of Cu, Zn, Pb, Cd in the wetland of Poyang Lake [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2006, 25(2): 388-392.
- [4] 胡宁静. 贵溪地区污灌水稻土重金属环境地球化学研究与环境评价 [D]. 成都: 成都理工大学(硕士学位论文), 2003.  
Hu N J. Study on environmental geochemistry of heavy metal and assessment in sewage-irrigated paddy soil in Guixi region [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology (Master's thesis), 2003.
- [5] 中华人民共和国农业部, 环境保护部, 国家统计局. 第一次全国污染源普查公报 [R]. 北京: 中华人民共和国农业部, 环境保护部, 国家统计局, 2010.  
Ministry of Agriculture, Ministry of Environment Protection, National Bureau of Statistics of the PRC. First national pollution source survey bulletin [R]. Beijing: Ministry of Agriculture, Ministry of Environment Protection, National Bureau of Statistics of the PRC, 2010.
- [6] 师荣光, 郑向群, 龚琼, 等. 农产品产地土壤重金属外源污染源解析及防控策略研究 [J]. 环境监测管理与技术, 2017, 29(4): 9-13.  
Shi R G, Zheng X Q, Gong Q, et al. Heavy metal pollution source analysis and control strategy in soil of agricultural producing area [J]. The Administration and Technique of Environmental Monitoring, 2017, 29(4): 9-13.