

我国农业环境污染的现状和成因及治理对策

杜江¹, 罗珺²

(1. 武汉工业学院 经济与管理学院, 湖北 武汉 430023; 2. 武汉军械士官学校, 湖北 武汉 430075)

摘要:本文分析了改革开放以来我国农业化学品投入量大幅增加所产生的农业污染问题的现状, 认为农业污染的形成与农业产业政策、城乡经济结构、污染治理资金、环境综合管理、农业环境政策、污染治理法律以及农民环境意识等因素有关。为有效解决农业污染问题, 需采取以下措施: 农业-环境政策一体化、建立环境友好的农业技术体系、实行流域的综合管理、增强农业污染环境管理能力、加大农民环境教育力度以及建立农业环境保护立法。

关键词:农业面源污染; 种植业; 化学投入品; 污染治理; 环境教育; 环境保护立法

中图分类号: X592 文献标识码: A 文章编号: 1000-0275(2013)01-0090-05

Status and Reasons of China's Agricultural Environmental Pollution and Its Countermeasures

DU Jiang¹, LUO Jun²

(1. College of Economics and Management, Wuhan Polytechnic University, Wuhan, Hubei 430023, China; 2. Wuhan Ordnance Non-Commissioned Officer Academy of Chinese People's Liberation Army, Wuhan, Hubei 430075, China)

Abstract: This paper analyses the current status of agricultural pollution resulting from overuse of agricultural chemical inputs since the reform and open-up. It turns out that the formation of agricultural pollution is related to agricultural industrial policies, rural-urban economic structure, pollution controlling fund, environmental general management, "agri-environmental" policies, pollution controlling law and farmer's environmental awareness. In order to cope with agricultural pollution effectively, some measures that have to be taken are as follows: integration of agricultural and environmental policies, establishment of environmental friendly agricultural technology system, implementation of valley comprehensive management, enhancement of environmental management capabilities of agricultural pollution, strengthening of peasants' environmental education and establishment of agricultural environmental protection law.

Key words: agricultural non-point source pollution; farming; chemical inputs; pollution control; environmental education; the legislation of environmental protection

农业污染具有非点源性。点源和非点源的划分是美国《清洁水法案》(Clean Water Act)针对水环境污染时所提出的概念。美国清洁水法修正案(1997)对非点源污染的定义为: 污染物以广域的、分散的、微量的形式进入地表及地下水体。EPA(2003)指出点源是指任何容易发现的、具有一定空间限制的污染源, 如管道、渠沟、河道、隧道、井口、动物集中饲养设施等, 凡是不符合点源概念的污染源统称为非点源^[1]。大量研究将点源和非点源污染的称呼应用到其他的环境污染问题中, 如土壤和大气污染。国内部分学者也将非点源污染称为面源污染。非点源污染通过溶解的和固体的污染物从非特定的地点, 在降水(或融雪)冲刷作用下, 通过径流过程而汇入水体, 并引起水体的富营养化或其它形式的污染。由于农业污染起源于分散、多样的地区, 地理边界和发生位置难以识别和确定, 随机性强、成因复杂、潜伏周期长, 因而防治十分困难。农业生产中过量和不合理地使用农药、化肥, 规模化畜禽养殖的畜禽粪便, 以及未经处理的农业生产废弃物等, 都是造成农业非点源污染的直接因素。

随着工业点源污染治理强度的增加, 农业非点源污染已

成为中国水污染的主要根源和空气污染的重要来源^[2]。世界银行的报告指出, 中国地下水有将近一半被农业污染源污染, 严重威胁着中国、尤其是中国农村地区的饮用水安全问题^[3]。2010年2月6日环保部公布的《第一次全国污染源普查公报》显示全国农业污染物排放对水环境的影响较大。2007年农业排放的化学需氧量、总氮和总磷分别达到1324.09万t、270.46万t和28.47万t, 分别占到全部排放量的43.71%、57.19%和67.27%。污染的逐渐形成及加剧对农业赖以发展的生态与环境基础构成了较大威胁。中国正面临着以最短缺的资源承载着最大量人口的严峻状态, 人口-资源环境-农产品供给的矛盾将更加突出, 未来农业发展不容乐观。此时, 认识农业污染的成因具有重要意义。

1 农业化学品投入及污染现状

改革开放以来, 中国进入了经济转型期, 国民经济经历着较为快速增长, 农业也得到了较快的发展。根据《中国统计年鉴 2011》的相关数据, 1978—2010年, 农业总产值由1118亿元(当年价)增长到36941.11亿元, 年均增长

基金项目:国家自然科学基金“食品安全治理机制研究: 政府与供应链共生演化的视角”(编号: 71203170); 教育部人文社科基金“农业发展的环境绩效: 基于非期望产出 SBM-DEA 模型的实证及政策含义”(编号: 11YJC790037); 湖北省社科基金“农业增长中的环境污染问题研究”(编号: [2010]253)。

作者简介:杜江(1979-), 男, 湖北嘉鱼人, 管理学博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 农业经济理论与政策、资源与环境经济; 罗珺(1983-), 女, 湖北武汉人, 法学硕士, 讲师。

收稿日期:2012-10-24, **修回日期:**2012-11-28

11.55%,其中年增长在10%以上的有18年,负增长的有3年。研究表明,农业增长与劳动力、土地、化肥、农业机械等生产性投入有关,也与国家财政支持、农村经济制度、农业技术进步等因素密切相关,其中,化学品对农业经济增长具有重要贡献^[4-7]。表1是农业国内比重及农产品进出口贸易比重对照表。贸易自由化程度逐渐提高是中国经济转型的重要特征之一,1978—2010年,第一产业增加值占国内生产总值的比重由28.4%下降到10.2%,农产品进出口额占进出口总额的比重由16.95%降低到4.09%。同期农业贸易开放度不断提高,农产品进出口总额占农业总产值的比重由13.98%提高到22.35%,中国的农业部门加速融入世界农业贸易体系已是不争的事实。但是,这一时期农业对化学投入品的需求增幅更大,单位播种面积化肥施用量由86.72kg/hm²提高到346.15kg/hm²,农药使用量则由1990年的5.12kg/hm²提高到10.94kg/hm²。农业对农药、化肥、杀虫剂、除草剂等有较强的依赖,化学品的合理使用可有效预防各种病虫害,提高农产品的产量与品质,还可以保持土壤养分与土地肥力。化学品的不合理使用甚至滥会使温室气体的排放量和进入水体及土壤的污染物(养分、农药等有机污染物)的数量大量增加,会引起对流层臭氧的破坏和湖泊及河流的富营养化^[8]。此外,相关研究还表明,粮食生产的化肥利用效率并不高,这不仅是影响粮食产量进一步提高的主要障碍,也是造成农业面源污染的重要原因^[9]。由此可见,化学品使用所引起的环境污染问题不容忽视。

表1 1980—2010年中国农业发展状况

年份	第一产业 增加值占 国内生产 总值(%)	农产品进 出口额占 进出口总 额(%)	农产品进 出口额占 农业总产 值(%)	化肥使用量 (kg/hm ²)	农药使用量 (kg/hm ²)
1978	28.40	-	-	-	-
1980	30.40	-	-	86.72	-
1985	28.60	16.95	13.98	123.64	-
1990	27.30	14.82	20.81	187.52	5.12
1995	20.00	9.33	18.45	239.77	7.25
2000	15.10	5.68	16.09	265.29	8.19
2001	14.40	5.47	15.97	273.19	8.19
2002	13.70	4.93	16.98	280.62	8.48
2003	12.80	4.75	22.54	289.45	8.69
2004	13.40	4.43	23.36	301.96	9.03
2005	12.20	3.92	23.40	306.53	9.39
2006	11.30	3.56	23.32	323.87	10.10
2007	11.10	3.57	24.15	332.83	10.57
2008	10.70	3.83	24.57	335.26	10.70
2009	10.50	4.18	20.45	340.73	10.77
2010	10.20	4.09	22.35	346.15	10.94

数据来源:根据《中国统计年鉴》,《中国农村统计年鉴》相关数据整理计算。

中国目前已是化肥、农药的使用大国,化学品使用引起的农业污染问题引起了社会的广泛关注。化肥的过量与不合理的施用导致土壤中形成大量无机物残留,使农产品重金属含量超标,水质遭到破坏;农药在农产品中的残留危害人类健康,导致水体富营养化,对野生动植物种群构成威胁;不易降解的农膜残留在土壤中,影响耕地理化性状和通透性,同时分解产生有毒物质,导致土壤肥力下降^[10]。CCICED(2004)

认为中国每年在粮食和蔬菜作物上施用的氮肥,有大约17.4万t流失,其中接近一半的氮肥从农田流入到长江、黄河和珠江,对当地和全球环境及生态系统功能产生严重的影响^[11]。以太湖、巢湖、滇池为例,进入并滞留于巢湖中的污染物分别有49%—70%的总氮和40%—52%的总磷来自农业污染。滇池流域的总氮和总磷负荷中,农业污染贡献率分别为33%—53%和30%—58%,相当于1.2多万t化肥直接流入滇池,占滇池流域年均化肥用量(10~12万t)的10%左右,构成非点源污染中氮、磷的主要来源。太湖水体富营养化的总氮贡献率中,农业、生活、工业废水污染分别占59%、25%、16%,总磷贡献率中,农业、生活、工业废水污染分别为30%、60%、10%。每年进入长江和黄河的氮素中,分别有92%和88%来自农业,特别是化肥氮约占50%^[12]。

2 农业污染的成因

2.1 粮食安全保障与产业政策

(1)粮食安全保障压力。粮食安全政策是造成中国农业污染的深层原因。中国人多地少,国内粮食供求平衡压力大,粮食安全一直是政府农业政策的核心内容。我国在发展农业生产上所追求的目标主要是高产,建国以来粮食不断增产,这在很大程度上归功于科技进步和制度创新,科技进步的贡献之一就是提供了品色多样的现代农用化学投入品,如农药、化肥、农用塑料薄膜等。目前化肥、农药尚无更好的替代品,为了保证粮食供应及粮食安全,高水平的农业投入,尤其是化肥和农药的投入将不可避免。如果没有有效的控制措施,与农业投入相关的农业污染问题也会更加严重。

(2)产业政策。国内的一些产业政策(如农用化学品生产与使用政策)也导致了化学品使用的增加。以化肥产业为例,早在20世纪60—70年代,中国政府就以补贴等形式鼓励国内化肥生产企业的发展。为了鼓励粮食生产,政府也曾经对农民使用化肥给予相应的补贴。20世纪80年代家庭联产承包生产责任制以后,农民的生产积极性上升,对化肥的需求增加,刺激了国内化肥工业的发展,同时化肥进口也逐渐增加。中国入世以后,国内市场的化肥价格逐渐与国际市场接轨,农民可以更容易地以较低的价格获得化肥,这有利于中国农民参与国际农产品市场的竞争,但同时也意味着化肥更便宜,农民在其他条件不变的情况下会使用过多的化肥,对环境的压力更大。有研究发现,国家对化肥行业的价格管制政策以及国家对农民实施补贴的财政支农政策导致了化肥要素市场扭曲的存在,进一步对化肥农业面源污染物排放有显著的激发作用^[13]。

2.2 城乡分割的二元结构

建国时优先发展重工业的赶超战略、限制农民入城的户籍制度以及长期以来的工农产品价格剪刀差等城市偏向政策,使得中国的二元结构表现得十分突出,其实质在于城乡不平等。中国特定城乡分割二元结构的存在,可能是农村非点源污染问题日益严重的深层原因^[14]。主要原因有:①城乡割据加剧了农村人口与资源环境之间的紧张关系;②迫于生存压力的农民为过量使用化学品,忽略了农业污染的产生及控制;③小规模农业生产增加了污染的控制难度;④农村青壮

年劳动力大量外流不仅对农业生产造成了影响,而且使农村居民的整体环保意识降低;⑤二元经济结构下农村的环保问题长期受到忽视,这是农村环境污染失控的一个重要背景。

2.3 农业污染治理资金投入不足

国家财政对污染控制的资金投入“重点源、轻面源”,对农业非点源污染控制的资金投入严重不足。根据国家环境保护“十·五”计划,“十·五”期间国家用于环境整治的财政资金为7000亿元,占GDP的1%,其中2700亿元用于水污染的治理。这些投资主要用于污水处理厂及其配套工程建设,对农业非点源污染源头的控制行动计划投资甚少。而且,财政对污染控制的资金投入“重城市、轻农村”,城乡分治战略使城市和农村之间存在着严重的不公平现象。具体到环保领域,主要表现为城乡地区在获取资源、利益与承担环保责任上的严重不协调。长期以来,中国污染防治投资几乎全部投入到工业和城市。城市环境污染向农村扩散,而农村从财政渠道却几乎得不到污染治理和环境管理能力建设资金,也难以申请到用于专项治理的排污费^[9]。由于农村聚居点分散,基础设施建设和运行难以进行市场化运作,因而必须依靠财政资金。但乡镇和村一级行政组织普遍财源不够,难以建设污染治理基础设施。这就造成了农业污染日趋严重的后果。

2.4 缺乏对流域环境的综合管理

近年来,中国的水问题日益呈现出流域性特征且不断加重。这些问题突出表现为:复合型水污染及其在流域内的转移,综合性水资源短缺与饮用水安全、水利水电等工程引发的流域性生态服务功能减低和经济损失,由水旱灾害和污染事件等构成的综合性流域涉水灾害等。全球变暖的趋势更加剧了上述问题,增加了水问题未来的不确定性和风险。

中国很多跨行政区的河流上游和下游贫富悬殊,经济发展水平差异极大,污染问题纷乱复杂,存在着上下游、干支流、水质水量、各利益集团间的相互冲突。目前对水污染的治理基本上都是地方各自为政,政府还没有介入其中并承担主要流域的管理职责,因此,农业污染控制缺乏流域内的统一规划和管理。往往是下游控制好了,但上游没有进行有效控制,直接影响了下游的控制效果。省与省、市与市、县与县交界的地区污染特别严重,都不愿意承担公共流域污染治理的责任。如果没有正确的治水思路,我国的流域性水问题将会成为影响流域可持续发展的瓶颈因素。

2.5 农业与环境政策的脱离

农业与环境政策的脱离,是指农业政策制定过程当中仅仅或者主要顾及农业自身的发展而没有或较少考虑到农业政策实施后对环境可能造成的负面影响,农业政策的制定没有将环境因素考虑进来。例如,农用化学品使用补贴政策可以降低农民生产成本,但补贴可以刺激农民更多地使用化学品,进而对环境造成污染。

再以畜牧业为例,近些年我国畜牧业得到迅猛发展,大大改善了市民的“菜篮子”,提高了人民群众的生活水平。在大、中城市周边建设的一批规模化畜禽养殖场以及畜禽专业养殖区、专业村和专业户,产生的大量畜禽废弃物不能充分利用并随意排放,对大、中城市区域环境和农村生态环境造成巨大的压力,对水体、空气、农田生态形成污染。比如,湖南

省作为养殖大省,在粪尿污染上已处于超负荷状态,汞金属超标严重,固体悬浮物和大肠杆菌对水体的污染达到严重超标的级别^[10]。云南洱海流域的规模化养殖占全州的57.25%,在畜牧业快速发展的同时,也使流域区内畜禽粪便产出率占到了全州的17.5%^[11]。可见,对养殖污染的处理和养殖规模的控制亟待进行。

污染产生的主要原因之一就是畜牧业产业政策与环境政策脱节,主要表现在两个方面:一是政策制订环节上的脱离。大力发展畜禽养殖业是农业部门的政策目标,但环境保护不是其核心职能,因此畜禽养殖污染防治在其政策目标中没有得以充分体现。此外,过去农村和农业的环境保护职能不在环保部门,环保部门主要加强了城市和工业的污染防治,畜禽养殖污染也没有被纳入其污染防治的重点内容。这样,畜禽养殖的环境管理在强调产业发展的背景下,出现了所谓的“政策真空”。二是政策执行过程中的脱离。在政策的执行过程中,政策制订上的脱离不断被放大,在基层环境管理中,农业部门支持包括畜禽在内的农业发展的职能非常明确,但是,环保部门包括畜禽养殖业污染在内的农村环境管理问题却缺乏相应的职能和手段,畜禽养殖业的污染防治与环境管理相当薄弱。因此,农业与环境政策的脱离造成了农业污染的形成。

2.6 农业污染治理法律缺失

1972年经济合作与发展组织(OECD)率先提出了污染者付费原则(Polluter Pays Principle, PPP),由于这一原则在一定程度上能够缓解环境污染问题,很快成为国家参与国际贸易的一项规则而被国际社会广泛接受。参照PPP的做法,中国于1979年在《环境保护法(试行)》第六条中规定了“谁污染,谁治理”的原则,但该项原则主要针对点源污染,农业活动造成的污染长期被排除于环境管理之外,使得农民毋须对自己的污染行为承担任何责任。实际上,我国的现行法律体系并没有包含专门控制非点源污染的法律条文,针对农业非点源污染的专门立法也是空白。即使法律中涉及非点源污染问题的法律条款也是点到为止,这些规定只能算作与非点源污染相关,从指导思想上有利于非点源污染的预防与治理,但法律内容普遍不够细化、针对性不强,且缺乏法律强制效力,所以收效甚微。以《水污染防治法》为例,该法规主要是针对点源污染排放的控制,有关水污染防治的立法指导思想是以“末端控制”、“点源控制”为主。现行水污染防治法体系对企业建设项目的控制、生产环节的控制和污染物处理,对城市生活用水的处置都只体现了“末端控制”和“点源控制”的指导思想。大力提倡的“预防为主,防治结合”原则,实际上长期局限在对污染物排放的控制和治理上,根本无法体现“源头控制”,对非点源污染的控制更无从谈起^[18]。

2.7 农民环境教育不足

公众农民的环境保护意识是控制农业污染的重要因素,一方面,农民的农业生产引起了污染,但他们不了解过量施肥对环境的危害和对经济收入的损害,因此缺少避免过量施肥的意识和动力;另一方面,由于农民缺乏环境意识,因而也没有对污染的控制采取切实有效的措施。公众的环境保护意识水平的高低,直接关系到我国环境保护事业的成败。而提

高公众环境意识,培养公民环境道德,最主要的途径就是有效开展环境教育。然而,目前我国对公众的环境教育非常缺乏。据调查,在最近20年间,只有不到15%的家庭接受过施肥培训。很多农民对农药带来的污染和危害有所了解,但不知道化肥也会造成污染;有90%的农民所购买的化肥的包装上没有施肥指导说明;不少化肥和杀虫剂包装上的说明不充分、不恰当。因此,农民环境意识差的责任主要并不在于农民,而是政策上的疏忽。

3 农业污染治理的对策

农业污染的形成有很多原因,在宏观、中观和微观层面均有其成因^[9]。微观层面,迫于生存压力的农户为追求多投入、高产所带来的经济利益,大量使用化学品而忽略了其对生态带来的危害,日积月累地污染了环境。本文则认为农业污染形成主要源于社会和政府政策的缺陷,包括粮食安全政策和产业政策、污染治理资金投入不足、缺乏对流域环境的综合管理、农业与环境政策的脱离、农业污染治理法律缺失以及对农民环境教育不足等。要解决环境污染问题,还需要政府和相关职能部门的共同努力,才有可能更早地实现农业发展与生态环境的和谐。

3.1 农业——环境政策一体化

由发达国家农业发展历程来看,农业-环境政策一体化是农业可持续发展的趋势,农业政策需要根据其环境影响进行评价。我国的《中国21世纪议程》和《国务院关于环境保护若干问题的决定》均强调了“农业-环境政策一体化”原则。农业-环境政策一体化原则运用的重要领域之一便是粮食生产。预计到2030年我国人口将达到16亿,按人均400kg计算,粮食总产量应达到6.4亿t,需要在产量最高年份的基础上增产约1.3亿t^[10]。伴随着工业化、城市化的发展,我国的耕地面积逐渐减少将是一个不可避免的趋势,因此粮食增产的压力将非常大。建国以来粮食生产的历史事实,证明了我国在保障粮食安全方面的巨大成功,但这一成就的取得,在很大程度上是由于单产的提高,即是以环境破坏为代价的。在资源与环境约束下的新时期,国家政府不能仅仅考虑保障粮食安全这一唯一目标,还必须同时兼顾农业的可持续发展问题。协调粮食安全与农业的可持续发展就必须处理好平衡与环境保护的关系。适当调整并制定粮食自给率,充分利用国内外粮食市场,可以减轻化学品使用对环境的压力,有利于环境保护。

3.2 高效建立环境友好的农业技术与推广体系

一是建立污染监测体系,全面监测农田环境容量和耕地质量。农村环境状况调查是一项基础性工作,是科学解决农村环境污染问题的前提。应尽快开展农业污染环境状况的调查,重点是农村面源污染和土壤污染的状况。同时逐步建立健全农村的环境污染监测体系,为制定政策和科学决策提供全面可靠的信息。二是建设高效的农业技术推广体系,改革庞大的推广系统,并提升科技推广人员的素质,提高农业技术推广队伍的工作效率。并将技术推广活动和各种商业活动(如经营销售等)严格分开,提升推广体系的运行效率。三是积极推广成熟的化学品使用技术。建立农药化肥清洁生产

技术规范,鼓励生产高效、长效、低残留的化肥、农药产品;因地制宜地推广成熟的化肥农药使用技术,采用平衡施肥、改良施肥方法和施肥时间等措施减少农药化肥的施用量。

3.3 实行对流域的综合规划与管理

近年来,中国的水污染日益呈现出流域性特征且不断加重,如果没有正确的治水思路,我国的流域性水问题将会成为影响流域可持续发展的瓶颈因素。欧盟和北美国家大多采用循环经济学和流域综合管理原理,以河流流域为单元,实施环境保护政策并制定法规,以便进行综合规划治理。我国在农业污染严重的区域应以流域/河网区域为单位,进行综合规划治理。节氮、控磷、控药的基础上,建设农田生态拦截系统,原位减低农田排放;建设农村分散式生活污水处理系统;开展区域河流整治,建设生态河床。

3.4 增强地区农业污染环境管理的能力

农业污染治理能力建设还须从农村抓起。加强农村环境管理的能力建设,健全各级农村环境管理机构,提高农村环境管理能力。中央政府应当制定相应的农村环境保护计划,根据区域和流域环境管理的原则,分地区分阶段地改善农村环境质量。同时对基层环境管理人员实行培训并提供良好的技术。为防止新的农村污染,对农村项目和区域发展计划实行环境影响评价已是迫在眉睫

3.5 通过各种形式,加大对农民环境教育力度

利用基础教育、大众传媒、街头巷尾的宣传、技术人员入户讲解与指导等方式,采取简易、方便的方式对大众农户进行农业环境与保护的宣传和教,积极引导农户参与到日常的环境保护活动中来。结合科技扶贫、文艺下乡等活动、利用环保日等重要活动,联合一些社会组织和社团如工会、科协等,用农民喜闻乐见的形式,大力开展环保知识下乡活动,对农村人口进行广泛的环保知识宣传教育。并且通过文字流通形式,组织人员编写贴近农村生活、通俗易懂的环保宣传手册和图文并茂的宣传画,让广大农民了解农村存在的环境污染状况及其带来的严重后果,教育农民在日常生活中就要注意环境保护。

3.6 建立和完善农业环境保护立法,明确各部门对农业环境保护的职能,协调各部门农业环保工作

系统建立农业生态环境法规和标准,积极修订现有不合理的法律标准,完善相关的农业保护立法。在管理上建立农业污染的综合协调机构,促进计划、农业、环保、水利、国土资源、财政等多个部门对农业环境保护参与协同作用。

参考文献:

- [1] EPA. "National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Agriculture." U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water (4503T), EPA-841-B-03-004, 2003.
- [2] 钱易,陈吉宁.中国区域农业资源合理配置、环境综合治理和农业区域协调发展战略研究:农业环境污染的系统分析和综合治理[M].北京:中国农业出版社:2008.
- [3] World Bank. "Water Resources and Environment Technical Note D.3 Water Quality: Nonpoint-Source Pollution." The World Bank, Washington, D. C., 2003.
- [4] Lin, J. Y. "Rural Reforms and Agricultural Growth in China." American Economic Review, 1992, 82 (1): 34-51.

- [5] 乔榛,焦方义,李楠.中国农村经济制度变迁与农业增长——对 1978—2004 年中国农业增长的实证分析[J].经济研究,2006(7):73-82.
- [6] 刘玉铭,刘伟.土地制度、科技进步与农业增长——以 1952—2005 年黑龙江垦区农业生产为例[J].经济科学,2007(2):52-58.
- [7] 杜江,刘渝.农业经济增长因素分析:物质资本,人力资本,还是对外贸易? [J].南开经济研究,2010(3):73-90.
- [8] Xing, G. X. and Z. L. Zhu. "An Assessment of N Loss from Agricultural Fields to the Environment in China." 2000, 57 (1): 67-73.
- [9] 李静,李晶瑜.中国粮食生产的化肥利用效率及决定因素研究[J].农业现代化研究,2011,32(5):565-568.
- [10] 张少兵,王雅鹏.现代农业发展对环境的影响与我国的对策[J].农业现代化研究,2008,29(2):204-207.
- [11] CCICED. "Policy Recommendations on Reduce Non-Point Pollution from Crop Production in China." Task Force on Non-point Pollution (NPP) from Crop Production Brief, 2004.
- [12] 朱兆良, Norse David, 孙波.中国农业面源污染控制对策[M].北京:中国环境科学出版社:2006.
- [13] 葛继红,周曙东.要素市场扭曲是否激发了农业面源污染——以化肥为例[J].农业经济问题,2012(3):92-98.
- [14] 洪大用,马芳馨.二元社会结构的再生产——中国农村面源污染的社会学分析[J].社会学研究,2004(4):1-7.
- [15] 苏杨.中国农村环境污染调查. [EB/OL].http://theory.people.com.cn/GB/49154/49369/4027248.html. 2006[2012-11-21].
- [16] 苏丁丁,曾建国,伍小松,等.湖南省畜禽养殖污染年排放量调查分析[J].农业现代化研究,2011,32(1):125-128.
- [17] 杨曙辉,宋天庆.洱海湖滨区的农业面源污染问题及对策[J].农业现代化研究,2006,27(6):428-431.
- [18] 朱娟.对我国非点源污染状况的考察及法律思考 [Z].南昌:200566-69.
- [19] 饶静,许翔宇,纪晓婷.我国农业面源污染现状、发生机制和对策研究[J].农业经济问题,2011(8):81-87.

(上接第 80 页)

参考文献:

- [1] 范丽霞,李谷成.全要素生产率及其在农业领域的研究进展[J].当代经济科学,2012,34(1):109-119.
- [2] 郭庆旺,贾俊雪.中国全要素生产率的估算:1979—2004[J].经济研究,2005,40(6):51-60.
- [3] 颜鹏飞,王兵.技术效率、技术进步与生产率增长:基于 DEA 的实证分析[J].经济研究,2004,39(12):55-65.
- [4] 周端明.技术进步、技术效率与中国农业生产率增长——基于 DEA 的实证分析 [J].数量经济技术经济研究,2009,26(12):70-82.
- [5] 宫俊涛,孙林岩,李刚.中国制造业省际全要素生产率变动分析——基于非参数 Malmquist 指数方法 [J].数量经济技术经济研究,2008,25(4):97-109.
- [6] 王兵,吴延瑞,颜鹏飞.环境管制与全要素生产率增长:APEC 的实证研究[J].经济研究,2008,43(5):19-32.
- [7] 陈诗一.能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J].经济研究,2009,44(4):41-55.
- [8] Seiford L M, Zhu J. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation [J]. European Journal of Operational Research, 2002, 142 (1):16-20.
- [9] 宋马林,王舒鸿,刘庆龄,等.一种改进的环境效率评价 ISBM-DEA 模型及其测算[J].系统工程,2010,28(10):91-96.
- [10] 薛建良,李秉龙.基于环境修正的中国农业全要素生产率度
- 量[J].中国人口·资源与环境,2011,21(5):113-118.
- [11] 杨俊,陈怡.基于环境因素的中国农业生产率增长研究[J].中国人口·资源与环境,2011,21(6):153-157.
- [12] 李谷成,陈宁陆,闵锐.环境规制条件下中国农业全要素生产率增长与分解 [J].中国人口·资源与环境,2011,21(11):153-160.
- [13] 厄尔·O·黑迪,约翰·L·狄龙.农业生产函数[M].沈达尊、朱希刚、厉为民译,农业出版社,1991:220-228.
- [14] Chung Y H, Fare R, Grosskopf S. Productivity and undesirable outputs:a directional distance function approach [J]. Journal of Environmental Management, 1997, 51 (3):229-240.
- [15] 李洁静,潘根兴,张旭辉,等.太湖地区长期施肥条件下水稻-油菜轮作生态系统净碳汇效应及收益评估 [J].应用生态学报,2009,20(7):1664-1670.
- [16] Porter M E, van der Linde C. Toward a new conception of the environment competitiveness relationship [J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97-118.
- [17] Fare R, Grosskopf S, Pasurka C. Accounting for air pollution emissions in measuring state manufacturing productivity growth [J]. Journal of Regional Science, 2001, 41 (3): 381-409.
- [18] Fare R, Grosskopf S, Margaritis D. APEC and the Asian economic crisis:early signals from productivity trends [J]. Asian Economic Journal, 2001, 15 (3): 325-342.