

农业面源污染 防治实用新技术

游彩霞 高丁石◎主编



 中国农业出版社

农业面源污染防治

实用新技术

游彩霞 高丁石 主编

中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

农业面源污染防治实用新技术 / 游彩霞, 高丁石主编. —北京: 中国农业出版社, 2015. 8
ISBN 978-7-109-20635-9

I. ①农… II. ①游… ②高… III. ①农业污染源-面源污染-污染防治-研究 IV. ①X501

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 155948 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 张 利

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 8.625

字数: 232 千字

定价: 20.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 游彩霞 高丁石

副 主 编 齐孝天 魏艳丽

编写人员 游彩霞 高丁石

齐孝天 魏艳丽

Foreword

前言

改革开放以来，我国农业发展取得了举世瞩目的成就。在取得举世瞩目成就的同时，我国又是世界上最大的化肥和农药使用国，加上畜禽粪便、地膜残留、秸秆露天焚烧、农村生活垃圾与废水等污染因素，目前农业面源污染已形成了从水体、土壤、生物到大气的“农村立体污染”。

农业面源污染，也叫农业生产自身污染，由于当前我国农业生产活动的非科学经营理念 and 较落后的生产方式，造成了农业环境面源污染形势日益加重，如大型养殖场禽畜粪便不做无害化处理随意堆放、农药的不科学使用、过量化肥撒施、不可降解农膜年年弃于田间、秋播季节集中露天焚烧秸秆等。这些面源污染已超过了工业和生活污染，成为当前我国最大的污染源。日益严峻的农业面源污染已成为威胁农产品质量安全的重要因素，加快治理农业面源污染步伐便成为摆在我们面前的一个不可回避的现实问题。

重视和强化农业面源污染治理工作是确保农产品质量安全、提升农村环境品质、建设美丽乡村的重要举措。也是发展生态农业，促使农业生产能量和物质流动实现良性循环，实现经济和生态环境协调发展的重要途径。为了对农业废弃物实行综合利用，实现资源化处理，使其对环境的不良影响减少到最低限度，确保实现“一控两减三基本”（即严格控制农业用水总量，减少化肥、农药施用量，地膜、秸秆、畜禽粪便基本资源化利用）目标，我们组织编写了该书，愿为我国农业面源污染治理工作和生态农业的快速、稳固、持续发展尽一份微薄之力。

本书在对我国目前农业面源污染主要因素来源与现状认真

分析的基础上,分别针对畜禽粪便、化肥和农药这三个主要污染因素的资源化利用与科学施用所需要的相关实用技术进行了较全面阐述。同时,结合生产实际提出了解决对策与措施。本书以理论和实践相结合为指导原则,较系统地阐述了畜禽粪便与秸秆的沼气处理利用实用技术、土壤培肥与科学施肥实用技术、农药性质和在多种农作物上的科学施用技术。深入浅出,通俗易懂,可操作性强。可供广大基层农技人员、沼气工作者、化肥与农药经营者及农民朋友参考使用。

由于编者水平所限,书中不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015年4月

Contents

目 录

前言

第一章 农业面源污染概述	1
第一节 农业面源污染的概念	1
第二节 造成农业面源污染的主要因素与现状	2
一、农用化学品投入量大, 利用率低, 大量流失	2
二、畜禽养殖量大, 粪便处理率低	3
三、作物秸秆产量大, 资源化利用率低, 部分露天焚烧	4
四、生活垃圾与生活污水处理率低, 无序排放	4
第三节 我国农业面源污染治理的目标与途径	5
一、节约用水	5
二、化肥减量	6
三、农药减量	6
四、地膜回收资源化利用	7
五、秸秆资源化利用	8
六、畜禽粪便资源化利用	10
第四节 农业面源污染的防治对策与措施	11
第二章 畜禽粪便与秸秆的沼气处理利用技术	14
第一节 沼气的概述	14
一、沼气的概念和发展	14
二、农村发展沼气的好处与用途	16
第二节 沼气的生产原理与生产方法	18
一、沼气发酵的原理与产生过程	18

二、沼气发酵的工艺类型	19
三、影响沼气发酵的因素	21
四、沼气池的类型	26
五、沼气池的建造	28
六、输气管道的选择与输气管道的安装	37
七、沼气灶具、灯具的安装及使用	39
八、沼气池的管理与应用	40
九、沼气池使用过程中常见故障和处理方法以及预防措施	44
第三节 沼气的综合利用技术	50
一、沼气的利用	50
二、沼液的利用	64
三、沼渣的利用	71
四、沼肥的综合利用	76
第三章 土壤培肥与科学施肥实用技术	83
第一节 作物营养概述	84
一、植物生长的必需养分	84
二、作物营养元素的同等重要性和不可替代性	85
三、矿质营养元素的功能和缺乏与过量症状	86
第二节 增施有机肥料	113
一、有机肥概述	113
二、有机肥料的施用	115
三、当前推进有机肥利用的措施	117
第三节 合理施用化学肥料	117
一、化学肥料的概念和特点	117
二、化肥的合理施用原则	118
第四节 叶面肥喷施技术	120
一、叶面喷肥的特点及增产效应	120
二、主要作物叶面喷肥技术	121
第五节 推广应用测土配方施肥技术	124
一、测土配方施肥的内涵	124

二、测土配方施肥的三大程序·····	125
三、测土配方施肥的理论依据·····	125
四、测土配方施肥应遵循的基本原则·····	127
五、测土配方施肥技术路线·····	128
六、配方施肥的基本方法·····	128
七、有机肥和无机肥比例的确定·····	132
第六节 高产土壤的特点与培肥·····	133
一、高产土壤的特点·····	134
二、用养结合,努力培育高产稳产土壤·····	135
第四章 农药与除草剂的合理施用技术 ·····	137
第一节 农药基础知识·····	137
一、农药的概念与种类·····	137
二、农药的剂型及特点·····	141
三、农药的合理使用·····	143
第二节 新农药介绍·····	147
一、杀菌剂·····	147
二、杀虫剂·····	163
三、杀螨剂·····	173
四、杀线虫剂·····	175
五、除草剂·····	176
六、植物生长调节剂·····	196
七、解毒解害抗逆营养制剂·····	208
第三节 主要大田农作物病虫害防治历·····	211
一、小麦病虫害防治历·····	211
二、玉米病虫害防治历·····	213
三、水稻病虫害综合防治历·····	216
四、马铃薯病虫害综合防治·····	218
五、大豆病虫害综合防治历·····	220
六、谷子病虫害综合防治历·····	221
七、甘薯病虫害综合防治历·····	222

八、棉花作物病虫害防治历	223
九、花生病虫害防治历	225
十、芝麻病虫害综合防治历	228
十一、西瓜(甜瓜)病虫害综合防治历	229
十二、温棚黄瓜、番茄、辣椒病害综防技术	230
十三、主要叶菜类作物病虫害防治历	233
十四、麦套番茄病害防治历	235
十五、三樱椒病虫害防治历	239
十六、大葱病虫害防治历	241
十七、大蒜病虫害防治历	244
十八、韭菜病虫害防治历	246
十九、山药病虫害综合防治	248
第四节 当前农作物病虫草害防治中	
存在的问题及对策	252
一、当前农作物病虫草害防治工作中存在的主要问题	252
二、病虫草害综合防治的基本原则	254
三、病虫草害防治工作中需要采取的对策	257
四、农作物病虫草害绿色防控技术	261

第一章

农业面源污染概述

第一节 农业面源污染的概念

面源污染是相对于点源污染而言的，一般指在大面积范围内以弥散或大量小点源形式排放污染物造成的，在自然环境（如大气、土壤、水体等）中混入危害人体、降低环境质量或破坏生态平衡的现象。面源污染与点源污染相比，面源污染具有涉及时空范围更广，不确定性更大，隐蔽性强、成分与过程更复杂，监测和治理难度较大，更难以控制。

农业面源污染，也叫农业自身污染，一般指在农业生产和农民生活等活动中，由溶解的或固体的污染物，如化肥、农药、农膜、畜禽粪便、重金属以及其他有机物或无机物等，通过农田地表径流、农田渗漏、农田排水、蒸发等进入水体、土壤和大气中，引起地表水体氮、磷等营养盐质量浓度上升、溶解氧减少，导致地表水水质恶化，从而最终形成水、土、空气等农业生产环境的污染。简单地说，农业面源污染指用于发展农业生产的化肥、农药、农膜、畜禽粪便等造成的污染。

当前，我国农业生产活动的非科学经营理念 and 较落后的生产方式是造成农业环境面源污染严重的重要因素，剧毒农药使用、过量化肥施撒、不可降解农膜年年弃于田间、露天焚烧秸秆、大型养殖场禽畜粪便不做无害化处理随意堆放等。这些面源污染有日益加重的趋势，已超过了工业和生活污染，成为当前我国最大的污染源。农业面源污染对农业生产环境影响很大，在发达国家，尤其是美国，已引起高度重视。随着我国农业生产水平的不断提高，农业面

源污染问题日益突出，农业生产能力和可持续发展能力受到严峻挑战，必须下决心解决好农业面源污染问题。

第二节 造成农业面源污染的主要因素与现状

随着人口增长、膳食结构升级和城镇化不断推进，我国农产品需求持续刚性增长，对保护农业资源环境提出了更高要求。目前，我国农业资源环境遭受着外源性污染和内源性污染的双重压力，已成为制约农业健康发展的瓶颈约束。一方面，工业和城市污染向农业农村转移排放，农产品产地环境质量令人担忧；另一方面，化肥、农药等农业投入品过量使用，畜禽粪便、农作物秸秆和农田残膜等农业废弃物不合理处置，导致农业面源污染日益严重，加剧了土壤和水体污染风险。

一、农用化学品投入量大，利用率低，大量流失

随着我国农业生产水平特别是谷物粮食生产水平的不断提高，农用化学品投入量也不断增加，如化肥的施用，虽然我国普遍使用化肥只有 40 多年的历史，但目前施用量很大，同时利用率却很低，大量流失，造成了污染。资料显示，从 1979—2013 年 35 年间，我国化肥的施用量由 1 086 万吨增加到 5 912 万吨，年均增长率 5.2%。近年来，因大力推广了测土配方施肥技术，化肥用量的增长率有所降低，但仍呈逐年增长的趋势。我国化肥用量约占世界总用量的 1/3，目前果园化肥施用量已达到每公顷 550 千克；蔬菜化肥施用量已达到每公顷 365 千克；一些农田单位面积的施用量也远远超过国际上公认的安全施用上限（每公顷 225 千克）。在大量施用的同时，肥料利用率较低，一般氮肥的利用率为 30%~35%，磷肥的利用率为 10%~20%，钾肥的利用率为 35%~50%。化肥用量过多不仅造成生产成本的增加，也对农业的生态环境带来很大的影响。

在大量施用化肥的同时，随着近些年气候的变化和耕作制度的

改变,农作物病虫草害也呈多发、频发、重发的态势,用于防治病虫害的化学农药的用量也在不断增加。我国目前各种农药制剂已达 600 多种,每年施用总量已超过 130 万吨,单位面积化学农药的平均用量比一些世界发达国家高 15%,但实际利用率只有 1/3 左右,每年遭受残留农药污染的作物面积超过 0.667 亿公顷。

另外,根据农业部发布的《中国农业统计资料》显示,地膜覆盖技术在 1979 年从日本引进我国,极大地提高了我国部分农作物的产量和效益。在我国北方广大的旱作区,地膜覆盖技术是粮食生产的关键技术,能大面积使农作物产量提高 30% 左右。短短的 30 多年里,地膜覆盖技术从北方开始向南发展,如今几乎中国全境都能看到地膜的使用。截至 2011 年底,我国地膜用量达到 125.5 万吨,覆盖面积已达 0.2 亿公顷。据测算,未来 10 年,我国地膜覆盖面积将以每年 10% 的速度增加,有可能达到 0.333 亿公顷,地膜用量也将达到 200 万吨以上。正当人们兴奋于地膜覆盖技术带来的增产时,大量使用地膜带来的危害也凸显出来。地膜是由高分子的聚乙烯化合物及其树脂制成的,具有不易腐烂、难以分解的性能。已有研究结果表明,自然状态下残留地膜能够在土壤中存留百年以上。这种性能,导致残膜对农业生产及环境都具有极大的副作用,不仅影响到土壤特性,降低土壤肥力,严重的还可造成土壤中水分养分运移不畅,在局部地区引起次生盐碱化等。同时,对农作物生长的危害也不轻,主要表现在农作物根系生长可能受阻,降低作物获得水分养分的能力,导致产量降低。

二、畜禽养殖量大,粪便处理率低

随着人民生活水平的不断提高,对肉、蛋、奶的需求量大幅增加,农村的畜禽养殖业得到了迅猛发展,养殖业已成为一些地方农村的支柱产业和主要经济增长点。随着畜禽养殖业的迅速发展,畜禽粪便所带来的环境污染问题也越来越突出。统计资料表明,我国每年畜禽养殖业产生的粪便量约为 17.3 亿吨,是我国每年排放的 6.34 亿吨工业固体废弃物的 2.7 倍,目前畜禽养殖粪便处理率低,

大多直接排放。怎样有效地解决畜禽粪便的污染问题，既是关系到畜禽养殖业能否实现可持续发展的重要问题，也是解决好农业面源污染的突出问题。

三、作物秸秆产量大，资源化利用率低，部分露天焚烧

种植业投入要素约 50% 以上最终转化为农作物秸秆。秸秆资源的浪费，实质上是耕地、水资源和农业投入的浪费。我国是粮食生产大国，也是秸秆生产大国，全国农作物秸秆数量大、种类多、分布广。目前我国每年整个农作物秸秆的生物量大概超过 9 亿吨，约占全世界秸秆总量的 1/4，其中，水稻、小麦、大豆、玉米、薯类等粮食作物秸秆约 5.8 亿吨，占秸秆总量的 89%；花生、油菜籽、芝麻、向日葵等油料作物秸秆占总量的 8%，棉花、甘蔗秸秆占总量的 3%。目前我国农作物秸秆利用率很低，情况不容乐观，据粗略估计，直接用作生活燃料的秸秆约占总量的 20%，用作肥料直接还田的秸秆约占总量的 15%，用作于饲料的秸秆量约占总量的 15%，用作工业原料的秸秆量约占总量的 2%，废弃或露天焚烧的秸秆约占总量的 33%。露天焚烧仍是目前解决秸秆去向的主要途径，既浪费了资源又污染了大气环境，还带来严重的社会问题，特别是在秋收冬播季节，焚烧秸秆引起附近居民呼吸道疾病、高速公路被迫关闭、飞机停飞等问题。所以，加大秸秆等农业废弃物的综合利用新技术的研究开发，科学高效地利用秸秆资源，禁止焚烧秸秆，一方面可以变废为宝，提高资源利用率，提高农民收入，解决秸秆利用先期投入和长期收益的矛盾，将秸秆资源优势转化为可见的经济优势；另一方面可以保护环境，保护人民身体健康，保持交通、民航畅通运行，是建设资源节约型、环境友好型社会的重要举措。

四、生活垃圾与生活污水处理率低，无序排放

据估算，我国农村每年生活垃圾量接近 3 亿吨，无害化处理仅为 10%；每年产生 200 亿立方米的生活污水，无害化处理率不足 1%，有 94% 的乡镇村污水采取自出随排方式，直接排放。随着乡

镇建设的发展,估计今后我国 80% 的污水将来自乡镇,也是造成农村面源污染的因素之一。

第三节 我国农业面源污染治理的目标与途径

农业面源污染问题,已引起国家的高度重视,目前国务院审议通过了《全国农业可持续发展规划》,明确提出要着力转变农业发展方式,促进农业可持续发展,走新型农业现代化道路。要把农业面源污染防治作为一项重要工作来抓,作为转变农业发展方式的重大举措,作为实现农业可持续发展的重要任务。到 2020 年实现化肥农药使用量零增长行动,化肥和主要农作物农药利用率均超过 40%。分别比 2013 年提高 7 个百分点和 5 个百分点,实现农作物化肥、农药使用量零增长。经过一段时间的努力,使农业面源污染加剧的趋势得到有效遏制,确保实现“一控两减三基本”(即严格控制农业用水总量,减少化肥农药施用量,地膜、秸秆、畜禽粪便基本资源化利用)目标。

一、节约用水

我国水资源短缺,旱涝灾害频繁发生,水土资源分布和组合很不平衡,并且各地作物和生产条件差异很大,特别是华北平原农区缺水严重,农作物产量高,自然降水少,地表可重复利用水源缺乏,农业生产用水主要依靠抽取深层地下水来补充,但近些年地下水位下降较快、较大。一些农业大县地表水和地下水的可重复量是目前农业生产用水量的 1/2,缺水 50% 左右。下一步需要通过南水北调补源和节约用水提高水利用率的办法来解决水资源问题。目前我国农业灌溉用水的有效利用率仅为 40% 左右,一些发达国家农业灌溉用水的有效利用率可达 70% 以上,我国节约用水的潜力还很大。到 2020 年,全国农业灌溉用水总量保持在 3 720 亿立方米左右,农田灌溉水有效利用系数达到 0.55。

1. 确立水资源开发利用控制红线、用水效率控制红线和水功能区

限制纳污红线。要严格控制入河湖排污总量，加强灌溉水质监测与管理，确保农业灌溉用水达到农田灌溉水质标准，严禁未经处理的工业和城市污水直接灌溉农田。实施“华北节水压采、西北节水增效、东北节水增粮、南方节水减排”战略，加快农业高效节水体系建设。加强节水灌溉工程建设和节水改造，推广保护性耕作、农艺节水保墒、水肥一体化、喷灌、滴灌等技术，改进耕作方式，在水资源问题严重的地区，适当调整种植结构，选育耐旱新品种。推进农业水价改革、精准补贴和节水奖励试点工作，增强农民节水意识。

二、化肥减量

分析造成我国化肥用量较大的主要因素有以下几个：一是有机肥用量偏少，化肥施用方便，用大量施用化肥来补充。二是化肥品种和区域性结构不尽合理，加上施用方式方法欠佳，利用率偏低，浪费污染严重。三是经济效益相对较高的蔬菜和水果作物上施用量偏大，尤其是设施蔬菜上用量更大，有的地方已经达到严重污染的地步。过量施肥带来的危害显而易见：①经济效益受影响，在获得相同产量的情况下，多施肥就是多投入，经济效益必然下降。②产品品质不高，特别是氮肥过量后，会增加产品中硝态氮的含量，影响产品品质。③土壤理化性状变劣，由于化肥对土壤团粒结构有破坏作用，所以过量施用化肥后，土壤物理性状不良，通透性变差，致使耕作几年后不得不换土。④造成环境污染，包括地下水的硝态氮含量超标及土壤中的重金属元素积累。⑤过量施肥，会对大棚菜产生肥害。化肥是作物的“粮食”，既要保证作物生产水平的提高，又要控制化肥的使用量，就必须通过增施有机肥料，在此基础上调整化肥品种结构，并大力推广应用测土配方施肥技术，提高化肥利用率等途径来实现。到2020年，确保测土配方施肥技术覆盖率达90%以上，化肥利用率达到40%以上。

三、农药减量

分析造成我国农药用量较多的主要因素有以下几个：①由于近

些年来气候的变化和耕作栽培制度的改变,农作物病虫草害呈多发、频发、重发的态势。②没有实行科学防控,重治轻防和过度依赖化学农药防治,加上用药不科学、喷药机械落后等造成用药数量大,流失污染浪费严重,利用率不高。③农药品种结构不科学,高效低毒低残留(或无毒无残留)的农药开发应用比重偏低。农药是控制农作物病虫草害发生,是农作物丰产丰收的保证,在今后的农作物病虫草害防治工作中,要努力实现“三减一提”,减少农药用量的目标。一是减少施药次数。应用农业防治、生物防治、物理防治等绿色防控技术,创建有利于农作物生长、利于天敌保护而不利于病虫草害发生的环境条件,预防控制病虫草害发生,从而达到少用药的目的。二是减少施药剂量。在关键时期用药、对症用药、用好药、适量用药,避免盲目加大施用剂量,把过量施用减下来。三是减少农药流失。开发应用现代植保机械,替代跑冒滴漏落后机械,减少农药流失和浪费。四是提高防治效果。扶持病虫草害防治专业服务组织,大规模开展专业化统防统治,提高防治效果,减少用药。到2020年,农作物病虫害绿色防控覆盖率达30%以上,农药利用率达到40%以上。

四、地膜回收资源化利用

我国地膜进入大面积推广已30多年,成效显著,预计2015年地膜覆盖栽培面积可达0.267亿公顷左右,地膜年销量将突破140万吨。但是,地膜残留污染渐趋严重,据中国农业科学院监测数据显示,目前中国长期覆膜的农田每667平方米地膜残留量在5~15千克。目前对地膜污染采取的防治途径主要是增加膜厚提高回收率和开发可控全生物降解材料的地膜。到2020年,农膜回收率要达到80%以上。

农膜之所以造成生态污染,主要是回收不力。现在农民普遍使用的农膜非常薄,仅5~6微米,使用后的残膜难回收;其次自愿回收缺乏动力,强制回收缺乏法律依据;加之机械化回收应用率极低,残膜收购网点少,残膜回收加工企业耗电量大、工艺落后等因