

农业可持续发展概论

严力蛟 朱顺富 主编

AN INTRODUCTION TO
AGRICULTURAL
SUSTAINABLE
DEVELOPMENT

农业可持续发展概论

严力蛟 朱顺富 主编

中国环境科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

农业可持续发展概论/严力蛟,朱顺富主编. —北京:
中国环境科学出版社, 2000. 12
ISBN 7-80163-071-8

I. 农… II. ①严…②朱… III. 农业经济-可持
续发展-概论 IV. F303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 01117 号

责任编辑	顾 莉
出版发行	中国环境科学出版社 (北京海淀区普惠南里 14 号 邮编:100036)
网 址	http://www.cesp.com.cn
电子信箱	cesp@public.east.cn.net
经 销	各地新华书店经销
印 刷	浙江省杭州市长命印刷厂
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:12.25
字 数	307 千字
印 数	1~1000 册
版 次	2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 次印刷
定 价	40.00 元



● 第一主编简介

严力蛟，男，1959年3月出生于浙江省上虞市。1991年浙江农业大学硕士研究生毕业，并获硕士学位。现为浙江大学农业生态研究所副教授、硕士研究生导师，中国生态学会青年工作委员会委员、科普工作委员会委员，中国可持续发展协会生态环境专业委员会委员，浙江省生态学会常务理事、秘书长，浙江省科普作家协会农业专业委员会秘书长。近年来主要从事农业生态、种植制度、水体富营养化、作物生产的模拟与系统分析以及微生态制剂的开发等教学和科研工作。

1991年以来共主编或副主编《生态研究与探索》、《面向二十一世纪的生态学》、《浙江农事手册》等著作8部。在《生态学报》、《应用生态学报》、《生物数学学报》和《系统仿真学报》等专业学术期刊上发表生态农业、自然农法、有机食品、绿色食品、农业可持续发展、作物模拟模型、农业决策支持系统、立体农业、微生物和水体富营养化等方面的学术论文77篇。

曾经或正在主持与生态农业、绿色食品、农业可持续发展、作物模拟模型、微生物和水体富营养化等有关的国家自然科学基金、国家科技攻关项目子专题等8项，主要参加国内外课题7项。获浙江省科技进步三等奖等奖项15项。



全国二十五家出版社的创作基地
浙江省科普作家协会创作部
智慧工作室

制 作

地址 杭州凯旋路 258 号浙江大学华家池校区 邮编 310029 电话 0571-6951073

技 术 策 划

冯智慧 谢学民 周赓超 陈雅敏

《农业可持续发展概论》编委会

主 编

严力蛟 朱顺富

副 主 编

虞左明 周煦朝 沈秀芬

编写人员

(按姓氏笔画为序)

孙永飞 全为民 朱永法

朱顺富 吕先真 陈 欣

严力蛟 沈秀芬 杨京平

周煦朝 柴伟国 虞左明

序 一

20 世纪以来,随着人口的爆炸性增长,资源的不合理的消耗,以及技术发展带来的负面效应,在人口、资源、环境和经济发展方面出现了一系列尖锐的矛盾,并越来越具有全球化的特点。1972 年在斯德哥尔摩举行的人类环境大会第一次在政府间的会议上敲响了环境问题的警钟。然而,此后尽管人们进行了多方面的努力,上述矛盾不仅没有得到解决,许多新的问题如臭氧层的破坏、全球变暖、酸雨危害等新的问题,其规模和后果引起了全社会的忧虑和不安。严峻的现实使人们不能不对过去的人类与自然的关系进行深入的思考和认真的反思。在总结过去历史经验与教训的基础上终于找到了可持续发展的必由之路。当前可持续发展已在联合国环境与发展大会上得到全世界的确认。现在可持续发展已经从概念走向行动。人们正在不同的地区、不同的国家和不同的行业探索实现可持续发展的道路。其

中,可持续农业问题是人们最为关注的热点之一。

当前世界在农业与农村发展中面临着三个方面的严峻挑战:一是如何满足日益增长的巨额农产品的数量、品质改善和品种优化的需求;二是如何进一步提高农业生产和农村经济的效益,增加农民收入,扩大农村劳力就业,使农民脱贫致富;三是如何进一步保护农业生态环境、培育和高效利用资源,有效地遏制住生态环境恶化的趋势。这三个方面的问题也是我国农业发展的主要矛盾。

自20世纪80年代以来,我国学者为了社会和农业的可持续发展进行了卓有成效的探索,并提出了许多术语来表达具有我国特色的可持续农业的发展道路。“中国生态农业”就是其中突出的代表。

根据马世骏先生的定义,中国生态农业是生态优化的农业体系,是生态工程在农业上的应用,其目标是使农业的经济效益、生态效益和社会效益统一起来,按照“整体、协调、循环、再生”的原理所建立起来的中国生态农业具有以下显著特征:一是农业结构的优化,体现出系统性、整体性、综合性,有利于提高外部投入的效率;二是强调高投放;三是社会经济发展与生态环境保护同步,通过可再生资源的利用及多种促进土壤肥力提高的生物学措施,提高系统的自我维持能力,实现生态和经济的良性循环。现在,生态农业已经被公认为是在中国实现农业可

持续发展的有效途径,并发展、完善了从温室、农户、村庄、县、省到区域的不同尺度上的应用模式。总结群众在这方面创造的丰富经验,并加以完善和提高,使之上升到理论的高度是当前极为迫切的任务。

浙江省是一个经济大省、富庶之地,同时又是鱼米之乡、丝绸之府、文化之邦,在这个具有“七山一水二分田”的东南沿海省份,人杰地灵,人才辈出。但时,随着经济的快速发展,浙江省与其他地方一样,生态环境问题也日趋严重。近几十年来,针对浙江省生态环境不断恶化的趋势,在当地政府部门和有关领导的切实重视下,在大专院校、科研部门的大力推动下,在广大人民群众的直接参与下,浙江省的生态环境建设取得了很大的成效,尤其是生态农业建设成绩斐然。浙江省早在20世纪80年代初期就开始了生态农业建设的宣传、探索和试点工作。经过近20年的生产实践和科学研究,该省在生态农业理论研究、规划设计、技术应用、模式优化和示范培训等方面均取得重大进展。在全省有代表性的丘陵山区、水网平原、河谷平原等不同区域,已建成不同类型、不同规模的生态农业试点200多个,其中萧山市山一村、鄞县上李家村、奉化市滕头村、绍兴县夏履镇和杭州市西湖区浮山村等单位先后被联合国环境规划署与国际生态工程学会授予“全球环境保护500佳”和“国际杰出生态工程”称号。1994年德清县被列

为全国第一批 51 个生态农业试点县之一,已于 1999 年全面完成各项生态农业规划目标并顺利通过国家级验收。同时在省内以沼气、太阳能利用技术为主要内容的农村生态村建设也取得明显成效。在 2000 年,浙江省的安吉县、慈溪市正式被列为 50 个新启动的生态农业示范县,临安、泰顺、天台、磐安、绍兴等县(市、区)也正在积极开展生态农业建设工作。

在浙江省的生态环境建设中,有一支锐意创新、勇于开拓、不断进取的教学和科研队伍,他们以浙江省生态学会和浙江大学农业生态研究所为大本营,为使祖国的天更蓝、山更青、水更绿,孜孜不倦地工作着。其中,浙江省青年生态工作者近年来的活动更是引人注目,青年朋友们以广阔的天地为阵地,开展科学研究,举办学术研讨会,出版专著和论文集,撰写科研论文,利用多种形式进行科普宣传活动,相当活跃。我们欣喜地看到,由浙江省生态学会秘书长、浙江大学农业生态研究所副教授严力蛟等编著的《农业可持续发展概论》已经由中国环境科学出版社正式出版发行,这是生态学界和农学界值得庆贺的一件事。《农业可持续发展概论》的编著者均为活跃在浙江省农学、生态学和农业生态学教学与科研第一线的年青人,他们扎实的理论功底,广博的知识积累,理论与实践相结合的工作作风,使该书既具备科学性和系统性,又兼有可读性和实用性。相信该

书的出版,能为我们带来一缕清新的春风。

农业要达到可持续发展,绝不是一蹴而就的事,任重而道远。希望活跃在农业战线的青年朋友们能不断学习、大胆实践、勇于创新,以自己的聪明才智,服务于祖国、服务于社会、服务于全人类,为农业和农村的可持续发展作出更大的贡献。

中国工程院院士、中国生态学会理事长 **李文华**
中国科学院地理科学与资源研究所研究员

2000 年 12 月 15 日

序 二

可持续发展已经作为中国政府 21 世纪的战略载入党 and 政府的纲领性文件。无论经济、生态环境和社会都要可持续发展,而作为国民经济基础的农业的可持续发展不仅涉及农业本身在经济和生态环境上的长期发展,而且涉及农村社会的长治久安。

可是,尽管人们在口头上都承认可持续发展,而要真正认识并在行动中贯彻,却非易事。在发展中的急功近利常常遮住了人们的远见卓识,往往使人们在利用资源取得发展的同时损害了资源和生态环境。

地球上的可利用资源是有限的,我国更是人均资源严重短缺的国家。水、土地和生物资源以及能源都是最重要的农业资源。以水资源为例,我国水资源总量为 2.8 万亿 m^3 ,人均占有水资源为 2 200 m^3 左右,只有世界人均水平的 1/4,被列为全球 13 个人均贫水国家之一。全国用水量从 1949 年的约 1 000 多亿 m^3 增加到 5 600 m^3 ,其中农业灌溉用水占 75.3%。据预测,我国在 2030 年左右,人口达到峰值时,用水也达

到高峰。每年用水量约为 7 000 亿~8 000 亿 m^3 , 届时实际可利用水资源约为 8 000 亿~9 500 亿 m^3 , 需水量接近可能利用水量的极限。而考虑到水资源分布在空间和时间上的极端不均匀性以及许多可利用水资源遭到污染而不能利用的实际状况, 缺水将是十分严重的。目前西北和华北的缺水已经成为影响生产和人民生活的严重问题。但就是在水资源严重短缺的情况下, 惊人的浪费却始终在继续和扩大。我国农业用水的有效利用率不到 45%, 比先进国家 70%~80% 的利用率低 25~35 个百分点, 不少省区的灌区灌溉水量超过作物实际需水量的 30% 到 1 倍。事实上如果将农业灌溉用水的有效利用率提高 10 个百分点, 就可以节约 500 亿~1 000 亿 m^3 , 这将在一定程度上缓解缺水问题。我国人均耕地只有 0.11hm^2 , 不到世界人均耕地的 $1/3$, 而肥美耕地仍在年复一年地不断减少。生物多样性的破坏使生物种类减少, 不少珍贵的物种被灭绝, 也使农业生态系统抗干扰能力、恢复能力和适应环境变化、维持生态系统稳定性的能力降低, 严重影响农业的可持续发展。除了资源破坏之外, 生态环境的恶化已是人们经常严重关注的话题, 自不待言。因此, 反复阐明可持续发展的重要意义、科学内涵和它在各个发展领域如何贯彻, 是很必要的。而从某种意义上说, 可持续发展是一种新的发展思想和新的发展战略, 是人类发展模式的一次历史性转变, 也是人类

生产方式、消费方式以至思维方式的革命性变化, 必将对人类未来发展产生深远的影响。

在这样的背景下, 本书应运而生, 是值得高兴的。它所收集的资料十分丰富, 行文流畅, 通俗易懂, 这使本书既有可读性, 又能从浅出中见到深入, 不失为一本宣传可持续发展的好书。我在通览全书之后深感不仅农业工作者可作参考, 即使从事非农业工作的广大读者也能从中受益。

浙江省生态学会理事长 **王兆骞**
浙江大学教授、博士生导师

2000 年 12 月 20 日

前 言

自从 18 世纪由发达国家率先兴起的产业革命以来,世界以前所未有的速度发生了大变革。一方面,由于机械化、电气化所带来的高效率使人类从繁重的体力劳动中解放出来,物质文明有了长足的进展,人们普遍沉浸在现代科技的恩惠中沾沾自喜,从而放松了对其负面影响的警觉;另一方面,靠石油等不可再生能源支撑起来的现代农业与现代工业生产方式,其弊端也日渐显露,尤其是生态环境,因工业“三废”的排放和城市化的发展,化肥和农药的大量施用,呈现出每况愈下的趋势。伦敦烟雾事件、日本水俣病事件、日本骨痛病事件等污染事件,以及臭氧层破坏、酸雨、温室效应、水体富营养化、水土流失、荒漠化、资源衰竭、生物多样性丧失等生态、环境和资源问题接踵而至。凡此种种,还仅仅是地球对人类肆意破坏大自然的小小警告和人类自导自演悲剧的序幕,如不采取有效和断然的措施,遏制其日益恶化的趋势,人类有可能就此走向毁灭。怎样处理好经济增长与环境保护

护的关系,以求得资源的永续利用,社会、经济 and 环境的可持续发展,已愈来愈成为各国政府和科学家不得不需要考虑和解决的一个世界性难题。

农业是国民经济的基础,也是其他产业存在、发展的前提和保障。因此,社会、经济 and 环境的可持续发展首先需要农业的可持续发展。目前,有关农业可持续发展的基础理论研究和生产实践应用,已成为国内外农业发展战略问题研究中的热点领域。近 10 多年来,许多学者已经就农业可持续发展的障碍因素、内在规律和对策措施等诸方面进行了有益的探索,提出了不少具有建设性的真知灼见,这些均为本书的出版奠定了坚实的基础。《农业可持续发展概论》基于广大学界先辈和同行的研究成果与学术思想,从整体化的角度和理论与实践相结合的方法,较为系统地介绍了农业可持续发展的缘起与内涵,论述了气候变化、自然资源、环境污染、水体富营养化、无污染农产品、区域开发以及高新技术与农业可持续发展的关系,阐述了农业可持续发展的规划与设计、农业可持续发展的评价及其指标体系、农业可持续发展的若干模式,最后对农业可持续发展的前景作了展望。编写该书的初衷是使广大读者对农业可持续发展有一个全面的和基本的了解,并起到抛砖引玉的作用,如能达到这两个目的,我们的心愿已足矣。

全书共分 12 章,各章编写分工如下:第一章由严力蛟、朱顺富编写,第二章由严力蛟、周照朝编写,

第三章、第十章由陈欣编写,第四章由严力蛟、虞左明、朱顺富编写,第五章由全为民、严力蛟编写,第六章由严力蛟、沈秀芬编写,第七章由严力蛟、孙永飞编写,第八章由严力蛟、柴伟国编写,第九章由杨京平编写,第十一章由严力蛟、吕先真编写,第十二章由朱永法、严力蛟、陈欣编写,最后由严力蛟统稿。

在拙著付梓之际,我谨代表编著者,衷心感谢中国科学院地理科学与自然资源研究所李文华院士和浙江大学农业生态研究所王兆骞教授在百忙中分别为本书审稿并作序;感谢中国科学院生态环境研究中心王如松研究员、盛学斌研究员,浙江大学农业生态研究所吴建军教授、李全胜博士、卢剑波博士,杭州市环境监测中心站吴洁高级工程师审阅和修改稿件;感谢中国生态学会薛元立高级工程师,浙江省科普作家协会创作部冯智慧主任,浙江科学技术出版社章建林副编审、潘孝忠副编审,浙江大学生命科学学院唐建军博士,浙江大学理学院张南松博士,浙江大学农业生态研究所叶旭君讲师、陈杰讲师、黄进勇博士,博士生马琨、郭新波、李新平、丁军,硕士生方治国,为本书出版所给予的大力支持;对所有为本书的编写和出版提供热心帮助的朋友们表示诚挚的谢忱。

由于编写时间比较仓促,书中不当之处在所难免,恳望学界专家、同仁和广大读者不吝匡正。

严力蛟

2000 年 9 月 10 日于杭州华家池

目 录

第一章 农业可持续发展的缘起与内涵	1
第一节 影响我国农业可持续发展的限制因素	2
第二节 世界替代农业思潮的兴起	7
第三节 农业可持续发展的内涵	17
第二章 气候变化与农业生产	30
第一节 全球气候变化的起因及趋势	31
第二节 气候变化对农业生产的影响	39
第三节 农业对气候变化的适应及其对策措施	48
第三章 自然资源的利用与保护	55
第一节 自然资源的类型和基本特征	56
第二节 我国自然资源的特点与问题	60
第三节 农业资源的可持续利用途径	81
第四章 农业环境问题与防治对策	91
第一节 严峻的生态环境问题	92
第二节 环境污染对农业的危害	95
第三节 农业环境污染的防治	109

第五章 水体富营养化及其综合治理	124
第一节 水体富营养化概述	125
第二节 水体富营养化评价方法	128
第三节 农业面源污染对水体富营养化的影响	133
第四节 水体富营养化的流域综合治理	139
第五节 数学模型在水体富营养化防治中的应用 ...	152
第六章 无污染农产品的开发	163
第一节 无污染农产品概述	165
第二节 开发无污染农产品的战略意义	171
第三节 发展绿色食品与有机食品的可行性分析 ...	175
第四节 发展绿色食品与有机食品的途径与方法 ...	180
第七章 区域的可持续发展战略	190
第一节 区域经济发展与区域产业结构优化	191
第二节 农业区域开发的可持续性策略	199
第三节 西部大开发中的生态环境保护	214
第八章 高新技术在农业中的应用	229
第一节 高新技术及其农业应用概述	230
第二节 发展农业高新技术的措施	237
第三节 发展精确农业若干问题的思考	241
第九章 农业可持续发展的规划与设计	252
第一节 农业可持续发展规划与设计意义	253
第二节 农业可持续发展规划与设计的依据和原则	255

第三节 农业可持续发展规划与设计的主要内容 ...	258
第四节 农业可持续发展规划与设计的方法	269
第十章 农业可持续发展的综合评价	275
第一节 农业可持续发展综合评价概述	276
第二节 农业可持续发展综合评价指标体系	282
第三节 农业可持续发展综合评价方法	286
第十一章 农业可持续发展的若干模式	305
第一节 可持续农业	306
第二节 中国生态农业	310
第三节 立体农业	316
第四节 休闲观光型农业	322
第十二章 农业可持续发展的前景展望	332
第一节 国外农业发展的成就与问题	333
第二节 我国农业的现状与可持续发展途径	346
第三节 农业可持续发展的前景展望	360

第一章

农业可持续发展的缘起与内涵

“民以食为天”(《汉书》)。这个“食”字,不管是狭义的粮食,还是广义的食物,都离不开农业,可见农业对于人类之重要。的确,无论从哪个角度去理解,农业都是国民经济的基础。同时,农业又是其他产业存在和发展的前提条件,农业的发展直接关系到一个国家的稳定和长治久安,这是毋庸置疑的历史事实。

千百年来,我们的祖先在与自然的斗争中,积累了十分丰富的农业生产经验,创造了古老的农业文明,使人类得以生存和延续。纵观农业历史,从刀耕火种的原始农业文明,到后来的传统农业阶段,人类仅仅利用一些简单的工具、有机肥、人力畜力和以农艺措施为主的病虫害防治方法来维持农业生产,虽然生产力比较低下,但一直都保持着较好的自然生态平衡。然而,自从18世纪产业革命以来,随着科学技术突飞猛进的发展和物质文明的空前进步,石油、大型农业机械和化学品在农业领域的大量介入,使农业生产的整个过程发生了根本的变化。一方面农业劳动生产率和单位面积产量大幅度提高;另一

方面,由于现代石油农业所带来的一些负面影响,导致了水土流失加剧、资源和能源日趋匮乏、环境污染严重、土壤肥力下降等全球性问题的发生,农业生产的可持续性受到了威胁。

第一节 影响我国农业可持续发展的限制因素

一、耕地面积减少和质量下降

土地是人类赖以生存的最基本的物质基础。俗话说,劳动是财富之源,土地是财富之母。可见土地对人类的重要性。然而,近几十年来,由于人类不合理地、掠夺式地利用土地,使耕地面积减少,水土流失加剧,土壤肥力下降,农业生产的可持续性受到了严重威胁。

土地资源是有限的,而有限的土地资源却由于人类的活动而不断减少。民以食为天,食以土为源。离开土地便无所谓农业。然而,在我国人口日益膨胀的今天,耕地急剧减少的严峻形势却得不到有效的缓解和遏制。我国国土总面积(不包括海域)约为 960 万 km^2 ,仅次于俄罗斯和加拿大,居世界第 3 位;耕地面积约为 1 亿 hm^2 ,占国土面积的 13% 左右。但人均耕地仅为 0.083 hm^2 左右(世界平均为 0.37 hm^2);土地后备资源严重不足,真正可作为农田用地开发的只有 0.3 亿 hm^2 左右,而且基本上集中在东北部和西北部。另一方面,非农占地十分严重。我国每年减少土地多达 60 万 hm^2 以上,少则也有 30 万~40 万 hm^2 ,全国 1957~1987 年的 30 年间各项建设共占用土地近 0.3 亿 hm^2 。其中,仅 1993 年全国土地就减少 60 多万 hm^2 ,相当于一个青海省的耕地面积。更令人震惊的是,在许多开发区内,有不少良田却是征而不用,开而不发,围而不建,成片土地闲置抛荒。正所谓“人类开发忙,土地遭了殃”。南方一些地方修坟占地的情况也相当严重。根据有关部

门统计,近年来我国每年净增人口 1 600 万人,相当于每年增加 3 个半青海省的人口。由于人增地减,我国人均粮食占有量逐年减少。如果这种耕地锐减、人口剧增的势头得不到遏制,50 年以后我国的人均耕地将降到 0.04 hm^2 ,那 100 年以后,还能留给我们的后人多少耕地呢?有识之士呼吁:“保得方寸地,留与子孙耕!”

随着人口的剧增、森林面积的减少以及不合理地开发和利用土地,19 世纪 30 年代以来,全球性的水土流失日趋严重。据估计,全世界每年从大陆流入大海的泥沙约为 150 亿~200 亿 t;前苏联欧洲部分有 50 万 km^2 土地水土流失严重,每年流失土壤 15 亿~16 亿 t;菲律宾的 13.87 万 km^2 耕地中有 8.13 万 km^2 存在着水土流失;埃塞俄比亚每年流失表土 10 亿 t 以上;我国水土流失面积已达 367 万 km^2 以上,约占国土面积的 1/3,每年流失泥沙 50 亿 t,相当于全国耕地被剥去 1cm 的肥土层,由此损失氮、磷、钾约 1 000 万 t,接近于全国化肥年产量中氮、磷、钾的总量。土壤虽是可再生资源,但成土过程相当漫长,土壤一旦流失就很难恢复。历史事实证明,水土流失的恶性发展,最终将导致一场深重的灾难。如古代美索不达米亚人、希腊人、小亚西亚人,为了取得耕地,毁林开荒,造成水土的大量流失,最终使这些地方成了荒芜的不毛之地;西班牙种植场主在古巴烧山种咖啡,使沃土流失殆尽,变成光秃秃的石山;非洲撒哈拉沙漠的形成和发展,也是人类活动带来的恶果。

黄河流域是我国文明的发祥地之一。由于长期以来的森林破坏,造成泥沙大量流失,河床淤积,形成了浊流滔天的黄河和贫瘠不堪的黄土高原。建国前,黄河是“两年一决口,百年一改道”,给流域两岸的广大人民带来了深重灾难。“黄河之水天上来”,现在黄河下游许多地方的河床高出地面 3~6m,最高的地段已达 12m,成为悬河。黄河一旦决口,不是南夺江淮毁粮仓,就是北扫华北困京津,后果不堪设想。怪不得有人不无忧虑地说,黄河流的不是泥