

环境科学与政策丛书

生态农业的 技术与模式

中国人民大学环境学院 组织编写
李文华 闵庆文 张壬午 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

环境科学与政策丛书

生态农业的技术与模式

中国人民大学环境学院 组织编写

李文华 闵庆文 张壬午 编著



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

生态农业的技术与模式/李文华等编著. —北京:化学工业出版社, 2005. 8
(环境科学与政策丛书)
ISBN 7-5025-7599-5

I. 生… II. 李… III. 生态农业-研究-中国
IV. S-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 101381 号

环境科学与政策丛书
生态农业的技术与模式
中国人民大学环境学院 组织编写
李文华 闵庆文 张壬午 编著
责任编辑: 刘俊之
文字编辑: 伊守亮
责任校对: 郑捷
封面设计: 胡艳玮

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
购书咨询: (010) 64982530
(010) 64918013
购书传真: (010) 64982630
[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销
北京永鑫印刷有限责任公司印刷
三河市延风装订厂装订
开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10½ 字数 277 千字
2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-7599-5
定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

人口增加、经济发展和消费增长，导致人类对自然环境的冲击越来越严重；全球变暖、土地退化、生物多样性衰退、环境污染、资源短缺等一系列全球性问题日益成为制约社会进步、经济发展的因素。在今后 50 年中还将有 30 亿人口增加到我们居住的星球，同期经济要翻两番，这将意味着人类对资源的需求与消费进一步迅猛增长，同时也必然对环境产生更大的压力。这些不能不引起全世界各国的高度关注。走可持续发展的道路已被世界各国所接受和认同。

我国人口众多，人均土地面积、森林资源、水资源和矿产资源占有量很少，土地荒漠化、水土流失、生物多样性丧失、自然灾害频繁等都直接威胁着我国人民的生存与发展、健康和安全。

新的形势既为科学研究提出了新的课题，也为学科发展提供了新的机遇。正是在这样的情况下，生态学和环境科学应运而生，在原有的基础上获得了前所未有的蓬勃发展。

为了介绍生态学和环境科学在国内外的发展趋势和取得的成就，为了发展我国的环境教育，同时也为了向社会广大读者传播有关生态和环境的知识，中国人民大学环境学院决定编写环境科学与政策丛书。

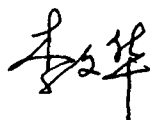
该丛书将按学科领域，分系列陆续出版。每一系列由若干部专著构成，读者既可收集丛书全部，也可根据自身专业和工作需求有针对性地择选。

丛书采取开放的形式，它表现在两个方面：一方面是丛书的编者不限于中国人民大学环境学院，而是在社会上择优聘请；另一方面是丛书的数量不封顶，将在可能的情况下，根据本领域学科的发展分期分批出版，陆续增加，既保持其系统性又反映出与时俱进的

特点。

在本丛书出版之际，我们谨向参与编著的作者们表示衷心的感谢，向关心中国人民大学环境学院发展并给予本套丛书出版资助的嘉汉林业国际有限公司董事长陈德源先生表示深深的谢意。同时也衷心感谢化学工业出版社为出版本套丛书付出的辛苦劳动。

丛书编委会主任

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of two characters, '李' and '华', written in a cursive script.

2004年3月

前 言

当前，可持续发展已经成为世界上大多数国家的共识和主导潮流。农业、农村和农民问题作为可持续发展的首要问题，已提到各国的议事日程。20 世纪人类创造了史无前例的科学技术进步和巨大财富，同时，也承受着人口数量 4 倍增长和世界经济 14 倍增长所带来的压力。以消耗大量资源和石油为基础的现代化农业带来了一些严重的弊端并引发出一系列具有全球特点的问题，包括土地的减少、荒漠化在干旱与半干旱地区的发展、环境的污染、生物多样性的丧失以及气候变化的威胁等问题。世界各国陆续提出了具有创新意义的所谓替代农业的理论与实践。常见的有机农业、生物农业、自然农业、生态农业、复合农业和可持续农业等等，尽管它们的概念和内涵不尽相同，但是都反映了一种适应时代变革的迫切愿望和探索农业可持续发展的强烈愿望。

20 世纪 70 年代后期，以著名生态学家马世骏院士为代表的我国学者就指出，要以生态平衡、生态系统的概念与观点和整体、协调、循环、再生的原理与生态工程技术来指导农业的研究与实践。1980 年，在银川“农业生态经济学术讨论会”上正式提出了中国的“生态农业”这一术语。20 世纪 80 年代，学术界就生态农业进行了广泛的讨论和小规模的试验；进入到 90 年代以后，生态农业建设得到了迅猛的发展，其突出的标志就是农业部等 7 部委联合开展的全国生态农业县试点工作，同时，全国 2000 多个县、乡镇先后实施了生态农业建设，并探索出适应各地自然生态条件和社会经济发展水平的技术模式，在经济、社会和生态环境等方面都有很大程度的改善和提高。据对第一批 51 个全国生态农业试点县的统计，5 年共投入资金 60 多亿元，其中群众自筹占 63%，县级投入占 19%，所产生的直接经济效益达 137 亿元，投入产出比为 1：

2.25。试点县的国内生产总值、农业总产值和农民人均纯收入年增长率分别比全国同期平均水平高出 2.2、0.6 和 1.5 个百分点；农林牧渔结构趋于合理；水土流失和土壤沙化治理率分别达到 73.4% 和 60.5%；森林覆盖率提高了 3.7 个百分点，生态优势正在转化为经济优势。已有 7 个生态农业建设点被联合国环境规划署授予“全球 500 佳”称号。按照国家统一部署，在“十五”期间，将在继续巩固第一批 51 个国家级生态农业试点县的基础上，重点组织实施第二批和第三批 100 个生态农业示范县建设，带动 500 个省级生态农业县的建设。

这些成就的取得充分显示了生态农业理论的正确性、应用的可行性、勃勃的生机和巨大的发展潜力，集中体现了我国农民、科技人员和领导干部的创造力，代表了我国农业可持续发展的方向。现在看来，我国的生态农业包含了丰富的循环经济的思想，在一定程度上体现了科学发展观的基本思想。同时，中国生态农业的成功实践，还得到了国际社会的广泛关注和高度评价。联合国教科文组织称“中国生态农业在可持续发展中起到了先锋作用”，并已经将其列为联合国环境计划署和联合国教科文组织的系列丛书的一部分，专门向国际社会介绍。

进入新的世纪，受经济与环境问题的全球化、科学技术的快速发展和产业发展的生态化等的影响，国际农业发展进入了一个新的阶段，在这种形势下，我国农业的任务与发展背景都发生了相应的变化，这既为我国生态农业提供了新的发展机遇，也使之面临着严峻的挑战。因此，我国的生态农业也面临着自我发展和与时俱进的问题。

我国的生态农业进入了新的历史发展时期，我们肩负着应对世界经济全球化挑战的艰巨任务，肩负着生态环境建设的历史任务，肩负着快速发展农村经济、促进农村社会经济可持续发展、全面建设小康社会的历史任务。生态农业应当、也能够在这一历史任务中做出应有的贡献。正如温家宝总理曾经指出的那样：“21 世纪是实现我国农业现代化的关键历史阶段，现代化的农业应该是高效的生

态农业。”

为了使生态农业这一具有数千年传统、曾经在农村社会经济发展与农村生态环境建设中发挥了巨大作用、符合我国现实国情的农业发展模式，能够得到更好的发展，我们曾联合近百名长期从事生态农业理论研究、技术推广、示范与管理的科研人员、技术人员和管理人员，编写了《生态农业——中国可持续农业的理论与实践》一书。该书出版以后，取得了良好的反响，并获得第14届“中国图书奖”。但由于该书内容较多，难以发挥它应有的作用，有必要编写一本内容更加集中、更加便于操作的书。为此，我们编写了这本《生态农业的技术与模式》。本书以《生态农业——中国可持续农业的理论与实践》一书为基础，有些材料直接取自该书（因作者较多，恕不一一列出），但更加注重内容的精练、语言的通俗、实践上的可操作性，并提出具体案例，以供生态农业的研究者、实践者与管理者参考。

“星星之火，可以燎原”。我们相信，只要我们不断努力，坚持科学发展观，就一定能使生态农业这一“星火”，在中华大地上形成“燎原”之势，并在我国生态环境建设和农村社会经济可持续发展方面发挥更大的作用。

李文华

2005年4月20日

目 录

第一章 概述	1
第一节 中国生态农业的产生背景	1
一、传统农业中朴素的生态学思想及其现实意义	1
二、国际可持续农业运动及其启示	5
三、中国农业发展所面临的生态环境挑战及优先选择	10
四、中国生态农业的循环经济意义	17
第二节 中国生态农业的基本原理	19
一、生态系统的结构优化与稳定平衡原理	19
二、系统的生态效率原理	20
三、物质的循环利用原理	21
四、物种相互作用原理	22
五、生态位原理	24
六、生态效益与经济效益“双效协同”原理	25
第三节 中外生态农业发展比较	26
一、中国生态农业不同于西方的生态农业而与可持续农业指导 思想一致	27
二、中国生态农业与可持续农业基本目标一致	28
三、中国生态农业相对于国际上可持续农业的特点	30
第四节 中国生态农业的发展现状	31
一、中国生态农业的主要成就	31
二、中国生态农业发展中存在的主要问题	33
第五节 中国生态农业发展前瞻	36
一、中国生态农业对于应对农业发展挑战的作用	36
二、当前生态农业发展的主要任务	37
第二章 生态农业的主要配套技术	40
第一节 生态农业技术的特征	40
一、生态农业技术是确保农业可持续发展的技术途径	40

二、生态农业技术体系的特征	40
第二节 接口技术	43
一、什么是生态农业的接口技术	43
二、当前生态农业开发的重点接口技术	46
第三节 高效种养技术	50
一、养殖业在农业生产中的作用	50
二、胶林养鸡生态农业技术	51
三、种草养鱼的生态农业技术	52
四、猪-鱼、猪-草-鱼综合养殖生态农业技术	53
五、鱼鸭综合养殖生态农业技术	54
六、滩涂开发的稻-苇-鱼生态农业技术	57
七、稻田养蟹生态农业技术	58
八、畜禽养殖生态农业配套技术	63
九、南方草牧种养型生态农业技术	69
第四节 立体种植技术	72
一、果园立体种植技术	72
二、蔬菜立体种植技术	74
三、粮菜间作立体种植技术	78
第五节 农业废弃物资源化利用技术	82
一、秸秆饲料的加工	82
二、鸡粪再生饲料的加工	87
第六节 信息化与精准化技术	89
一、农业系统模拟模型技术	90
二、农业专家系统技术	92
三、精准农业技术	93
第三章 健康安全食品的生产技术	101
第一节 健康安全食品的概念与范围	101
一、健康安全食品的概念	101
二、健康安全食品的主要范围	103
第二节 植保技术	105
一、农业防治技术	105
二、生物防治技术	107
三、物理防治技术	109

四、化学防治技术	110
第三节 无公害农产品生产技术	113
一、无公害农产品生产基本要求	113
二、无公害水果生产技术	115
三、无公害蔬菜生产技术	117
四、无公害茶叶生产技术	123
五、无公害畜禽养殖技术	125
六、无公害水产养殖技术	128
七、新型健康蔬菜的栽培技术	130
第四节 绿色食品生产技术	130
一、绿色食品的基本要求	130
二、绿色食品生产的病虫害防治	131
第五节 有机食品生产技术	133
一、国际有机农产品的法规与管理体系	133
二、国际有机农业运动联盟的基本标准简介	135
三、有机蔬菜生产技术	142
四、有机茶生产加工关键技术	145
第四章 统筹生产与保护的生态农业技术	150
第一节 水土流失治理技术	150
一、水土流失的状况及治理的意义	150
二、水土流失治理的生态农业技术	153
三、效益分析	156
第二节 荒漠化治理技术	157
一、荒漠化现状与特点	157
二、防护林体系建设技术	159
三、沙地培肥改土技术	160
四、沙地果树引种栽培技术	160
第三节 水资源高效利用技术	161
一、田间灌溉节水技术	161
二、田间农艺节水技术	170
第四节 防洪治涝技术	175
一、生态环境状况	175
二、生态农业工程内容	176

三、生态农业配套技术	176
四、效益分析	176
第五节 农业面源污染控制技术	177
一、几种典型的农村污水处理技术	177
二、化肥污染控制技术	182
第五章 生态农业结构模式	186
第一节 生态农业模式分类	186
一、生态农业模式的涵义	186
二、生态农业模式的类型	186
第二节 农田种植系统模式	197
一、间作、套作与轮作的概念	197
二、间作、套作与轮作的原理	198
三、间作、套作与轮作的主要模式类型	199
第三节 畜禽养殖系统模式	209
一、畜禽养殖生态农业模式概述	209
二、畜禽养殖生态农业模式的组成和分类	211
三、畜禽养殖生态农业模式实例	211
第四节 水体生态养殖模式	219
一、淡水水体生态养殖	219
二、近海生态养殖	226
第五节 复合系统模式	231
一、农林复合系统模式	231
二、种养复合系统模式	245
三、以沼气为纽带的复合系统模式	250
四、农工复合系统模式	260
第六章 区域生态农业建设与管理	265
第一节 生态农业的区域特征	265
一、中国农业的区域分异规律	265
二、不同区域的生态农业模式类型	267
第二节 不同尺度的生态农业建设	276
一、农村庭院生态农业	276
二、生态农业村	282
三、生态农业县	287

第三节 生态农业产业化	294
一、生态农业产业化的内涵	295
二、促进区域生态农业产业化的基本措施	297
三、推动生态农业产业化的措施	299
第四节 生态农业建设的管理	301
一、生态农业管理的任务和职责	301
二、生态农业的管理体制与管理机构	303
三、生态农业的目标管理	305
四、生态农业的政策管理	306
五、生态农业的法规建设	313
主要参考文献	316
后记	318

第一章 概 述

第一节 中国生态农业的产生背景

中国生态农业的产生不是偶然的，而是数千年农业发展实践经验的积累、国际可持续农业运动的影响和国内农业发展道路的反思综合影响的结果。

一、传统农业中朴素的生态学思想及其现实意义

（一）传统农业中的生态学思想

全球历史上，若干由于生态破坏而酿成的悲剧至今仍让人们记忆犹新。例如，一些古代文明的发祥地，由于人口增长、盲目扩耕、过度放牧、砍伐森林、战乱等原因，造成严重的水土流失、土地沙化荒漠化和盐碱化等生态环境问题，进而从根本上破坏了人们生存和社会文明赖以存在的物质基础。曾经一度灿烂辉煌的古代文明从此衰落了，如古代两河流域文明、古希腊、古罗马帝国、玛雅文明等。幸运的是，同样是农业文明古国的中国，由于长期以来不断发展和完善的传统农业，中华民族古代文明没有衰落，而且一直得以延续下来。迄今，种植业在中国的发展已有 7000~8000 年的历史。美国著名农学家金氏 (F. H. King) 在 1911 年就为中国有“40 个世纪的农民”所反映的农业持续性感到震惊。

中国传统农业在农业发展历程中形成的哲理理念和具体技术备受国内外众多学者的推崇，与现代生态农业理论在不少方面有共同点，是当代中国生态农业的基础，在今天仍然可被借鉴和利用。

中国古代用“阴阳五行”、“天人合一”学说解释和处理自然界的奥秘以及人与自然之间的关系。《周易》通过研究生命现象来探讨自然和社会现象，有“有天道焉，有人道焉，有地道焉”的记

载。而“金、木、水、火、土”，则反映了古人对自然界组成和自然界各种物质与事物相互之间相生相克关系的认识。中国农业在其漫长的发展历程中，始终遵循着这种朴素的系统生态观，并以全面、整体和联系的观点来协调其与自然的关系，逐渐形成适应自然条件、对环境和资源条件扬长避短的、符合不同朝代和不同生产力水平的农作模式及其支持体系。

中国古代的农业生态学思想与传统自然观有着不可分割的密切关系，它们都以整体观、联系观和动态观来观察和解释世界，主张“天人合一”或“天人相参”。关于传统自然观，《道德经》作了具有代表性的表述：“道生一，一生二，二生三，三生万物。万物负阴而抱阳，冲气以为和。”其中的“一”就是元气；由元气生出阴阳二气，谓之“一生二”；由阴阳二气化生出天地人，谓之“二生三”；再由天地人化生出万物，谓之“三生万物”。“冲气以为和”，就是阴阳二气在运动中的对立统一。

中国古代的“三才”思想，是指“天、地、人”的和谐、统一思想，认为“天时、地利、人和”的配合是取得成功、维持繁荣的重要因素。长期以来，我国是一个以农桑为主的传统农业国，“靠天吃饭、靠地立身”的思想深深植根于人们的心中，如《荀子·富国》中写到：“上得天时，下得地利，中得人和，则财货浑浑如泉源。”《齐民要术》提出：“上因天时，下尽地利，中用人力。”“顺天时，量地力，则用力少而成功多。任情返道，劳而无获。”“天（地）人合一”的人与自然和谐相处的生态伦理思想，是几千年来中国社会的主流思想，对当代社会和今后农业的可持续发展仍具有重要的启迪作用。

儒家对破坏和灭绝生物种群的行为以及人们不断膨胀的物质贪欲深恶痛绝。为了维持自然界的正常运转特别是生物的再生和可持续利用，儒家提出了一系列的禁止人类破坏自然和生态行为的主张，要求人们不能采用灭绝动物物种的工具；不能采用灭绝动物物种的行为；禁止从根本上违背生态学季节律的行为，以便维护生物的可持续生存等等。此外，中国传统道家还提出了“道、天、地、

人”的“四大”和“道法自然”的生态伦理观和生态行为准则，其本质也是把自然（天、地）与人以及它们的相互作用作为一个统一的整体考虑，强调建立一个和谐协调的统一体，认为应该让自然万物以自己固有的方式生存和发展，不能将人类自己的主观价值尺度强加于自然，让自然万物自由地发展，这也是道家“无为”的态度。道家的老子将一切有悖于“道”或“自然”的行为都列入禁止的范围。他们从自然主义的立场出发，要求人们禁止破坏生态和自然的行为，提出了一些具有自然保护价值的对策，这对今天实施可持续发展战略仍具有重要的启迪作用。

中国传统农业非常讲究农牧结合，注重农林牧副渔全面发展。从春秋战国时期出现以家庭为单元的小型综合农业以来，这种以家庭为经营单位、重视衣食自给自足的复合农业生态系统占据着农业的主导地位，而且各个朝代都曾经出现过不少规模较大、综合经营的庄园，至明清近代时期出现大量农林牧复合经营系统，这些都体现了以系统观点构建和优化农业结构，达到充分而合理利用自然资源，维护生态平衡的思想，实现各业互相依赖、互相促进，达到良性循环、整体优化的目的。例如，在对资源保护和生物间相生相克关系有一定认识的基础上，对多种林果、农作物和畜禽鱼进行合理搭配与布局，创造了许多至今仍在广大农村广泛应用的模式，有利于农业生态系统的持续高效。

（二）传统农业实践的现实意义

现代农业的发展，应当借鉴传统农业注重整体、协调、良性循环、区域分异的朴素生态学思想。在化肥农药等辅助能使用方面，则应充分利用农业生态系统的自我调控机制和自然生态过程，利用生物间的相生相克的关系，达到尽量避免滥用化肥、农药、生长调节剂和饲料添加剂等工业辅助能，减少其负效应；同时又能符合大量输出农产品的现代商品农业的要求，对输入的必要的人工辅助能（良种、肥料、农药、动力等）进行调节和控制，协调发挥农业生态系统运行中产生的生态效益、经济效益和社会效益（图 1.1）。

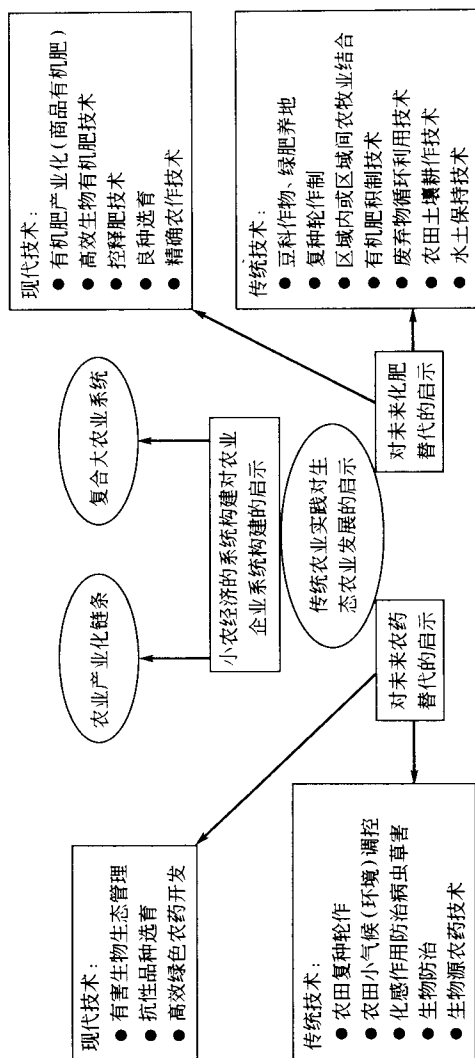


图 1.1 从传统农业实践启示中获得发展现代生态农业的技术