

“十一五”国家重点图书出版规划项目



服务三农·农产品深加工技术丛书

生态农业技术与产业化

李世峰/编著



中国轻工业出版社

“十一五”国家重点图书出版规划项目
服务三农·农产品深加工技术丛书

生态农业技术与产业化

李世峰 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生态农业技术与产业化/李世峰编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2008. 3

“十一五”国家重点图书出版规划项目

(服务三农·农产品深加工技术丛书)

ISBN 978-7-5019-6343-0

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 (2008) 第 009256 号

责任编辑: 涂润林

策划编辑: 涂润林

责任终审: 劳国强

封面设计: 伍毓泉

版式设计: 王超男

责任校对: 郎静瀛

责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 9.375

字 数: 242 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6343-0/S · 018 定价: 20.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

61135K5X101ZBW

序

党的十七大提出“坚持生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，建设资源节约型、环境友好型社会。”发展生态农业已成为国际农业发展的前进方向和时代潮流，党和政府十分重视鼓励发展生态农业，提出“要使人民在良好的生态环境中生产生活，实现经济社会永续发展。”因此，积极发展生态农业，是坚持以人为本的科学发展观，提高农业可持续发展能力的战略举措。

要发展生态农业，建设生态文明，使生态文明观念落实到每个单位，每个家庭，就必须普及生态农业知识，推广生态农业技术，推进生态农业产业化。《生态农业技术与产业化》一书就是在当今时代大背景下应运而生的。这本书系统介绍了生态农业的基本概念、发展渊源、中国特色和理论方法，尤其对我国生态农业实践中出现的生态农业技术类型、发展模式、主要生态农业技术及操作方法进行了较为全面的总结和系统介绍，具有实用性和普及性。此书的出版，对科学指导我国生态农业发展有重要参考价值，对推进我国生态农业发展将起积极作用。中国生态农业发展是世界生态农业发展的重要组成部分，总结介绍中国生态农业发展的模式和经验，对开展国际交流合作也有参考价值。

生态农业产业化是生态农业发展的新阶段，是生态农业持续发展的动力，因为产业化与高效益紧密相连。进行生态农业产业化发展研究，可以促进生态农业产前、产中、产后形成较完整的产业体系，促进适合国情的生态农业产业化步入良性发展轨道。

本书的出版，是编者为推进我国生态农业发展作出的一份贡献，也是编者辛勤努力的一个阶段性成果。在此，特表示祝贺。中国的生态农业发展实践非常丰富，并为不断总结研究和理论创新提供了取之不竭的源泉，希望编者把此书的出版作为继续前进的一个新起点，在此基础上继续努力向新的高度进军，为推进我国生态农业新发展作出新贡献。

白 乙 林

2007 年 12 月 1 日

前 言

农业是我国国民经济的基础，农业生态化是实现农业可持续发展的战略选择，从 20 世纪 80 年代初开始，我国就开始了生态农业建设的理论研究和实践探索，取得了大量的成绩。在许多地方，生态农业作为一种试点经济，取得了良好的效果。党中央、国务院十分重视生态农业建设，江泽民、胡锦涛、朱镕基、温家宝等党和国家领导人多次就发展生态农业的问题作出指示。进入新的世纪，在经济全球化的背景下，特别是中国加入 WTO 后，受经济和环境问题全球化、科学技术快速发展和产业发展生态化的影响，国际农业发展进入了一个新的阶段，在这种形势下，中国农业生产面临着严峻的挑战，发展生态农业，实现农业产业化无疑是很好的切入点，市场潜力和发展空间巨大。中央 2007 年 1 号文件《中共中央国务院关于积极发展现代农业扎实推进社会主义新农村建设的若干意见》指出要加强农村环境保护，减少农业面源污染，鼓励发展循环农业、生态农业。

生态农业在我国农村社会经济发展与农村生态环境建设中发挥着重大作用，要使其得到更好的发展，真正成为适合我国现实国情的有中国特色的现代农业模式，就需要不断整理和完善生态农业的理论与方法，全面而系统地总结在我国生态农业实践中出现的生态农业的技术类型，发展模式，结合实践总结生态农业的成功实例。生态农业产业化是生态农业发展的新阶段，生态农业产业化关系到生态农业的效益问题，是生态农业持续发展的动力，进行生态农业产业化发展的理论研究可以促使生态农业产业化体系的建立，使生态农业产业化步入良性发展轨道。

本书系统介绍了生态农业的内涵与发展，总结了主要的生态农业技术，包括生态农业接口技术、庭院生态农业技术、高效主体种

养技术、农业水肥资源综合利用技术、农村能源综合开发利用技术、农产品质量安全生产技术、农业生态环境治理技术，探讨了生态农业产业化在中国的发展，中国实现生态农业产业化的具体措施。全书共分十一章，其中第一、二、三、五、九、十、十一章由李世峰编写，第四、六、七、八章由来璐初编，李世峰改编。

本书在编写过程中，参考了国内外同行的一些有价值的资料，均已列入参考文献中，在此表示深深的谢意。中国轻工业出版社编辑对全书的内容和结构进行了反复的推敲，提出了大量宝贵的意见；王智超、张权、谭建新为本书的编写收集和借阅了大量图书和电子资料。在此对他们的支持和帮助表示感谢。

由于生态农业技术范围广、种类多，其产业化涉及工业、农业、商业、金融、科技、生态等许多方面，涉及农村体制、农业生产经营形式等多方面的改革和制度创新，因而是一个牵涉面很广泛的系统工程，一本书是难以全面概括的；由于我们的实践经验不足、理论水平有限，书中不妥之处，欢迎读者予以批评指正。

李世峰

2007年11月

目 录

第一章 生态农业技术概述	(1)
第一节 生态农业概念及内涵	(1)
第二节 中国发展生态农业的必要性	(5)
第三节 中国生态农业建设现状	(10)
第四节 中国生态农业建设体系	(17)
第五节 中国生态农业技术的发展	(29)
第二章 生态农业接口技术	(34)
第一节 生态农业接口技术概述	(34)
第二节 生态农业接口技术类型	(35)
第三节 常用的接口技术	(41)
第三章 庭院生态农业技术	(57)
第一节 庭院生态农业的概念	(57)
第二节 庭院环境建设与调控技术	(61)
第三节 庭院资源综合利用技术	(65)
第四章 高效立体种养技术	(78)
第一节 高效立体种养的模式与物质能量循环	(78)
第二节 旱地高效立体农业技术	(82)
第三节 人工湿地高效立体种养技术	(86)
第四节 蔬菜立体种养技术	(93)
第五节 果园林地立体种养技术	(97)

第五章 农业水肥资源综合利用技术	(103)
第一节 节水农业技术	(103)
第二节 养分资源综合管理技术	(123)
第三节 农业微生物应用技术	(133)
第六章 农村能源综合开发利用技术	(140)
第一节 太阳能利用技术	(141)
第二节 农村沼气综合利用技术	(152)
第三节 能源农业技术	(160)
第七章 农产品质量安全生产技术	(165)
第一节 农产品质量安全概述	(165)
第二节 无公害植保技术	(169)
第三节 农产品安全生产技术	(184)
第八章 农业生态环境治理技术	(200)
第一节 农业废弃物资源化技术	(200)
第二节 小流域综合治理技术	(207)
第三节 农业污染防治技术	(213)
第九章 生态农业产业化概论	(221)
第一节 生态农业产业化的涵义	(221)
第二节 中国生态农业产业化发展	(228)
第三节 生态农业产业化的保障体系	(232)
第四节 中国生态农业产业化发展模式	(235)
第十章 生态农业产业化设计对策	(238)
第一节 生态农业产业化设计	(238)

第二节	中国生态农业产业化体系建设基本措施	(241)
第三节	生态农业产业化配套技术体系	(244)
第十一章	生态农业产业化案例分析	(249)
第一节	北京蟹岛绿色生态度假农庄产业化模式分析 ...	(249)
第二节	德青源生态园产业化模式分析	(261)
第三节	典型生态村产业化模式分析	(269)
参考文献		(280)

第一章 生态农业技术概述

第一节 生态农业概念及内涵

一、生态农业的概念及产生

生态农业 (Ecological Agriculture) 是按照生态学和生态经济学原理, 应用系统工程方法, 把传统农业技术和现代农业技术相结合, 充分利用当地自然和社会资源优势, 因地制宜地规划和组织实施的综合农业生产体系。它以发展农业为出发点, 按照整体、协调的原则, 实行农林水、牧副渔统筹规划, 协调发展, 并使各业互相支持, 相得益彰, 促进农业生态系统物质、能量的多层次利用和良性循环, 实现经济、生态和社会效益的统一。

(一) 国外生态农业的产生

“生态农业”源自 20 世纪 70 年代的美国和西欧发达国家。西方现代“石油农业”或“工业式农业”经历了约半个世纪的发展, 从而产生了破坏性生态环境问题。

首先, 由于投入于生产过程的石油能源量增大, 导致产出的农产品收获物折合能量与投放能量间的比例减小, 能源生产成本不断攀升。从本质上讲, “石油农业”是依靠矿物能的“能源集约型农业”, 它消耗着大量不可再生性能源。美国和墨西哥玉米生产的实例证明, 每年每公顷耕地石油能源量的耗费, 美国是墨西哥的 31 倍, 而玉米产量的折合能量收益, 墨西哥却是美国的 12 倍。其次, 生产过程造成了严重的环境污染现象。这主要表现在: “石油农业”的大机械耕作和农作物的大面积连年单作, 再加上除草剂的大量使用, 造成土壤严重流失; 大量使用化学肥料后造成肥料流失严重, 地表和地下水体受到污染, 引起地表水体富营养化; 化学农

药的过量使用导致作物农药残留超标以及地表和地下水体的污染。再者,工业式的农业造成了农业生态破坏。在耕地上反复大量施用化肥取代传统的绿肥、秸秆、厩肥等有机质肥料,造成无机盐和酸根离子的积累,土壤和田间生物食物链的隔断,以致农田系统有机质渐减、土地养分亏损、土质板结、物化性能和肥力自恢复机制退化。

农业生产实践暴露的问题和社会舆论的推动,导致了诸多替代农业(Alternative Agriculture)模式的产生,其中“生态农业”的概念就是基于对各替代农业特征的传承、吸纳和提高。

(二) 我国生态农业的特色

我国对西方生态农业的借鉴,从一开始就面临国情背景的巨大反差。1980年叶诺言等认为,中国生态农业不能照搬发达国家的模式,应发扬我国传统农业的精华,强调以生态学规律指导的“生态农业”。

中国生态农业的产生不同于发达国家的生态农业,具有自己的特色。

(1) 发达国家的生态农业是针对石油农业所带来的一系列弊端而兴起的,其重点是要解决资源和环境问题;而我国的生态农业是根据中国人多地少和经济不发达的国情提出的,其目的是要从根本上解决人们对物质生活水平日益提高的需求与人口、资源、环境等方面的矛盾,它既要求有高的产出(包括食物、原料、饲料等),又要兼顾合理利用、保护资源(包括土地、水、肥、气、热、光、生物、劳力等资源)和改善农村环境,使农业持续增产和稳定发展,最终实现经济、生态、社会三大效益的统一。

(2) 我国的生态农业主张现代科学技术与传统农业精耕细作的有机结合,强调技术和劳力密集的同时,适度、合理地投入(包括化肥、农药、农机具等),强调通过种植业和养殖业食物链的网络化来达到资源的多次增值、循环利用和农业生态系统内部生产潜力的深度开发,这与发达国家生态农业等替代农业的低投入有显著的不同。因此,我国的生态农业实质上是一种综合生态因素和

社会因素而形成的生态经济农业 (Ecological and Economical Agriculture), 是按照生态学、工程学和经济学原理, 运用现代科学技术、现代管理手段以及传统农业精华建立起来的, 具有较高的生态效益、经济效益和社会效益的新模式。

(3) 中国生态农业具有显著的中国特色的农业持续发展思想。中国生态农业以经济发展与环境和自然资源的持续承受能力相适应为指导思想, 在不危及后代需求的前提下寻求满足当代人需求的发展途径。中国生态农业的基本目标至少有三个: 一是保证农产品供应, 提高农产品质量, 满足人们日益增长的需求; 二是增加农民收入, 保证用最短的时间使农民生活达到小康水平; 三是使生态环境得到改善, 不因农业生产而破坏或恶化环境, 保证资源对未来不断增长的人口的承受能力。中国生态农业强调和突出生态学的理论指导, 重视农村多业的有机结合和物质循环利用, 重视其在为农村剩余劳动力提供就业机会和增加农民收入中的作用。

二、生态农业的特征

(一) 生态农业的基本特征

生态农业的基本特征是保证农业和社会经济的可持续发展, 生态农业的基本要求: 首先, 在保护生态环境的前提下发展农业生产, 着力恢复农业的自然生态系统。其次, 把生物工程作为农业发展的关键性技术。通过运用基因工程、发酵工程、酶工程、微生物工程等生物技术手段, 进行战略性资源替代, 最大限度地克服“石油农业”对农业生产造成的影响, 实现农业的可持续发展。

(二) 中国生态农业的特点

1. 整体性

生态农业突破了单一狭隘的产业限制, 而强调农业的整体性, 结构十分复杂, 具有层次多、目标多、联系多的特点, 整个生态农业系统构成复杂的立体网络, 并按照生态规律要求进行调控, 把

农、林、牧、副、渔、工、商、运输等各行业组成综合经营体系，整体发展。

2. 高效性

生态农业通过系统中有机物质的循环产生较高的经济效益和环境效益。在一般情况下，一个生产过程所产生的废物（或副产品）可以作为另一生产过程的原料。在一个生态农业过程中人们使用更多的是可更新能源，加上节能技术的采用，可以弥补传统能源利用上的不足。

3. 生态性

生态农业强调农业的生态本质，要求人们在发展农业生产过程中，尊重生态经济规律，协调生产、发展与生态环境之间的关系，保持生态，培植资源，防治污染，提供清洁产品和优美环境，把农业发展建立在健全的“绿色生产”的生态基础上，寻求发展经济与保护环境、资源开发与可持续利用相协调的切入点。

4. 层次性

生态农业有多级亚系统，如有以农户为单位的家庭生态农业，以村为单位的村级生态农业，以县域为单位的县域生态农业。

5. 区域性

生态农业具有明显的区域特色，即综合地貌不同、市场优势不同，都要求生态农业在内部结构设计上突出重点，建立与其环境相宜的合理化良性生产系统，其设计模式具有多样性、层次性，即体现共性和个性的统一。

6. 产业性

生态农业是产业化经营体系。把农业生态系统的运行切实转移到良性的生态循环和经济循环的轨道上，同时以生态建设为基础，以市场为导向，以产业经营技术为支撑，促进形成农、工、商、贸一体化产业经营系统是生态农业体系持续高效的顶级模式。

第二节 中国发展生态农业的必要性

一、生态农业的发展符合我国国情的需要

我国农业人口多、耕地资源少、水资源紧缺、工业化城市化水平不高的国情，决定了发展现代农业不能照搬照套发达国家曾经走过的农业现代化道路，必须探索一条符合我国国情的有中国特色的现代农业发展道路。

中国农业在发展过程中面临着资源的短缺、环境污染和社会经济发展的压力。

(一) 资源的短缺和污染问题

我国目前水土资源紧缺，且水资源污染、水土流失现象严重。中国水资源总量 2.8 万亿 m^3 ，居世界第 6 位，但人均水资源不到世界人均水资源量的 1/4，在世界排名第 121 位，被联合国列为 13 个贫水国家之一，目前我国农业灌溉每年缺水 300 多亿 m^3 ，且水资源受到不同程度的污染。与此同时，我国耕地总面积不断减少，截至 2006 年 10 月 31 日，全国耕地总面积 $1.218 \times 10^9 \text{hm}^2$ (18.27 亿亩)，接近 $1.2 \times 10^9 \text{hm}^2$ (18 亿亩) 的红线，如图 1-1 所示。我国水土流失状况一直呈现恶化趋势，是世界上水土流失最严重的国家之一。据国家水利部统计，2006 年我国水土流失面积为 356 万 km^2 ，每年流失的土壤总量达 50 亿 t。

我国森林覆盖率低，总体质量不高且分布不均。全国第六次森林资源清查结果显示，东部地区森林覆盖率为 34.27%，中部地区为 27.12%，西部地区为 12.54%，而占国土面积 32.19% 的西北 5 省区森林覆盖率只有 5.86%；全国林分平均每公顷蓄积量只有 84.73m^3 ，而且林木龄组结果不尽合理。草地资源面临枯竭危机。近年来，我国草地退化面积每年以 2 万 hm^2 的速度递增，退化速率每年约为 0.5%，而草地建设速率每年仅为 0.3%。

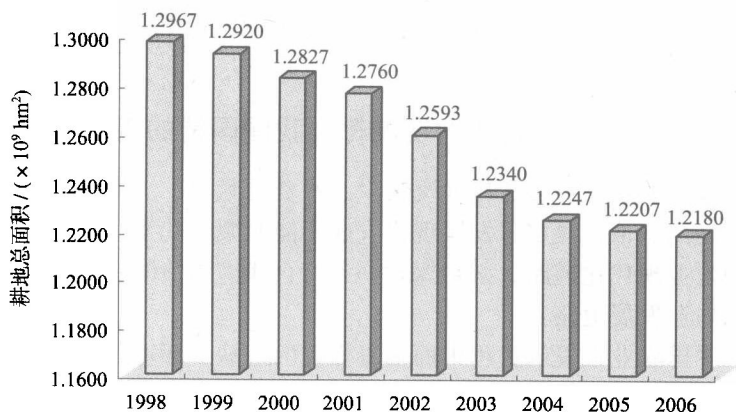


图 1-1 全国耕地面积变化情况 (根据国土资源部相关数据绘制)

(二) 环境污染问题

由于对资源的过度开发利用造成了我国目前环境污染问题严重。农业方面的环境污染主要是化肥污染、农药污染、农膜污染和农业固体污染。

目前,我国化肥年使用量已达 4637 万 t,而化肥的平均利用率仅 35% 左右。化肥的大量流失是造成河湖水质不断恶化的重要原因;而且由于化肥的大量施用使土壤有机质不断下降,破坏了土壤的内在结构,造成土壤板结,地力下降。

化肥的超量使用已经导致我国地表及地下水污染加剧,而农药的滥用又致使其在环境及农副产品中的残留现象日益严重。全国每年农药使用量达 30 多万 t (原药量),除 30% ~ 40% 被作物吸收外,大部分多余的药液进入了水体和土壤及农产品中。

我国每年有上百万吨的农膜投放到农田,且其使用量还在逐年增加。我国目前使用的农膜绝大部分为不可降解塑料,是高分子化合物,相对分子质量在 2 万以上,是难降解物质,不受细菌等生物的腐蚀,也不易在强日照等自然条件下自动分

解。一般的农膜在土壤中自然降解周期为 200 ~ 400 年。年复一年, 农膜的碎片不断地累积在土壤中, 降低了土壤的渗透性, 减少了土壤的含水量, 极大地削弱了耕地的抗旱能力, 同时残留的农膜会阻碍农作物根系的发育, 影响其正常生产, 最终造成农作物减产。

我国养殖业盲目的集约化、城郊化, 种植业粗放的省工、高效的发展模式, 使每年产生了数量庞大的农业废物, 其中农作物秸秆 6.5 亿 t, 畜禽粪便及粪水 19 亿 t, 蔬菜废物 1.0 亿 t, 其他类的有机废物约有 0.5 亿 t。

(三) 社会经济压力

我国人多地少, 耕地分布零散, 加之农业基础落后, 环境恶化明显, 农民文化水平不高, 市场意识薄弱, 生产不能形成规模, 更难以用市场经济的“价格信号”来指导生产和销售, 结果表现出产销脱节, 影响农业的效益。从长远看, 我国农村人口基数巨大, 目前城市和工业吸纳农村人口、农业劳动力的能力有限, 在今后一段相当长的时期内仍然需要由农业来提供就业, 减小社会就业压力。农业容纳隐性失业的能力很大, 生态农业产业的大发展可以缓冲由非农业发展的波动引发的就业问题。

近年来, 我国出现的许多食物中毒事件以及国际贸易中农产品出口受阻事件均与产品中有毒、有害物质残留超标有关, 这不仅影响到国内消费者的身体健康, 也影响到我国农产品的国际声誉。发展生态农业, 用生态经济的观点指导农业生产, 用生态农业产业化的路子去实施生产过程就显得非常必要, 也是人们对食品安全性提高的由衷呼吁。

总之, 我国人均耕地、水等资源数量严重不足且质量下降, 草地退化、沙化、碱化, 水土流失, 生态系统平衡失调造成农业自然灾害时有发生, 农业可持续生产能力下降; 农业资源的不合理配置与使用, 工业“三废”对农业环境污染的不断蔓延, 以及农业废弃物未能资源化利用, 导致部分地区农业资源污染日趋严重; 农业生态环境恶化使得部分农产品污染加剧,