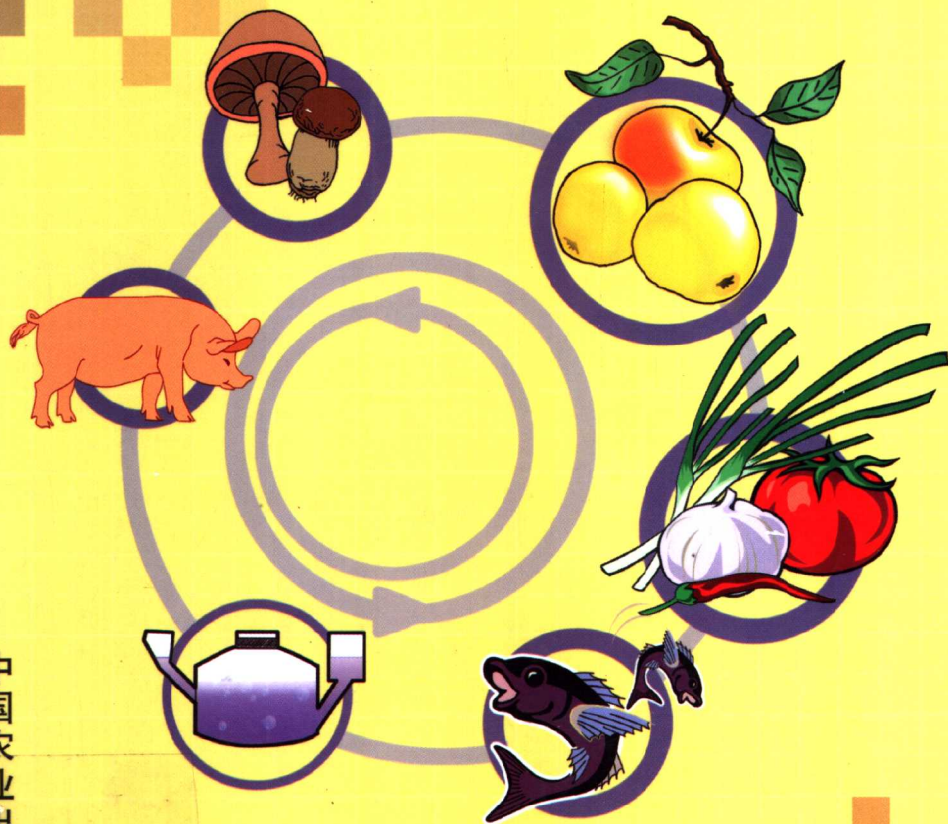


实用生态农业技术

彭崑生 主编



中国农业出版社

实用生态农业技术

彭崑生 主 编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用生态农业技术/彭崑生主编. —北京: 中国农业出版社, 2002. 9

ISBN 7-109-07857-4

I. 实 ... II. 彭 ... III. 生态农业-农业技术
IV. S-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 065844 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 张洪光

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 9.875

字数: 249 千字 印数: 1~2 000 册

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 彭崑生

副 主 编 章康华 黄国勤

编写人员(按姓氏笔画为序)

牛德奎 刘石泉 刘隆旺 李 磊

吴华东 肖金香 周秋白 赵 青

赵振纪 唐祥宁 黄国勤 曾志将

魏洪义 瞿明仁

序

从1996年起欧洲连续发生了疯牛病、二噁英和口蹄疫三大事件,不仅给欧盟造成了严重损失,对世界农业的教训也是深刻的。同时,也促使人们转变了食物生产的观念,由将产品的盈利放在首位转变到将消费者的安全放在首位,由传统方法生产的产品转变为生态产品。

随着中国加入世贸组织,发达国家对我国实行的“绿色壁垒”,尤其是对农产品类日渐凸显。“绿色壁垒”的核心在于其对“环保”及“健康”方面的特别要求。所谓的“绿色壁垒”其实质是另一种形式的“技术壁垒”,即一系列旨在保护进口国环境的技术标准,诸如产品的农药残留量、重金属含量等都属于其基本的重点监督范围。我国加入世贸组织后,虽然农产品类出口的关税将逐步降低,但“技术壁垒”却增高了。而在农业方面,打破“绿色壁垒”最有效的举措是发展生态农业,培育“绿色企业”,依靠加快生态农业技术与成果的推广、开发和应用,产出无公害农产品、绿色农产品和有机农产品,尽快与国际接轨。

我们编写《实用生态农业技术》这本书的目的,是为了推动生态农业科技进步,加快生态农业建设,让消费者吃上放心农产品,应对国外“绿色壁垒”挑战,提高农业在国际市场的竞争力。

彭崑生

2002年5月1日

目 录

序

第一章 生态农业概述(作者:黄国勤)	1
第一节 生态农业的提出	1
第二节 生态农业的内涵	2
第三节 生态农业的特征	3
第四节 中国生态农业的发展	4
第二章 生态种植技术(作者:黄国勤 刘隆旺)	5
第一节 因土种植技术	5
第二节 立体种植技术	9
第三节 作物轮作技术	16
第四节 多样化种植技术	22
第三章 生态养殖技术(作者:瞿明仁 吴华东 曾志将 周秋白 刘石泉)	28
第一节 生态养禽技术	28
第二节 生态养猪技术	35
第三节 生态养牛技术	41
第四节 生态养蜂技术	47
第五节 生态养鱼技术	54
第六节 生态养羊技术	64
第七节 生态养兔技术	69

第四章 种养结合技术(作者:黄国勤 周秋白 唐祥宁)	73
第一节 农—牧结合技术	73
第二节 农—渔结合技术	86
第三节 农业—微生物结合技术	95
第五章 生态加工技术(作者:李 磊)	108
第一节 农产品加工业的地位和作用	109
第二节 生态加工的主要环节和技术	112
第三节 农产品加工业的发展趋势	131
第六章 生态减灾技术(作者:肖金香 唐祥宁 魏洪义)	139
第一节 农业灾害概述	139
第二节 农业生物灾害减灾技术	145
第三节 农业气象灾害减灾技术	155
第四节 农业地质灾害减灾技术	164
第七章 农业清洁生产技术(作者:黄国勤)	174
第一节 清洁生产概念的提出及其意义	174
第二节 农用化学品的使用及其对农业生态环境的影响	175
第三节 农业清洁生产的对策和措施	181
第四节 农业清洁生产的关键技术	183
第八章 生态环境恢复与治理技术(作者:牛德奎)	191
第一节 污染区的恢复与治理技术	191
第二节 水土流失区的恢复与治理技术	203
第三节 生态脆弱区的恢复与治理技术	212
第九章 农业资源利用与保护技术(作者:黄国勤)	217

第一节	农业资源的概念与特征·····	217
第二节	农业资源的现状与问题·····	228
第三节	农业资源利用与保护技术·····	236
第十章	无公害食品生产技术(作者:黄国勤)·····	242
第一节	无公害食品概述·····	242
第二节	开发无公害食品的技术措施·····	246
第三节	无公害蔬菜生产的关键技术·····	248
第四节	无公害茶叶生产的关键技术·····	250
第十一章	绿色食品生产技术(作者:赵振纪 赵青)·····	253
第一节	绿色食品概述·····	253
第二节	绿色食品标准·····	256
第三节	绿色食品产地选择·····	260
第四节	绿色食品种植技术·····	262
第五节	绿色食品畜禽饲养技术·····	271
第六节	绿色食品水产养殖技术·····	273
第十二章	有机食品生产技术(作者:黄国勤)·····	279
第一节	有机农业和有机食品的概念及意义·····	279
第二节	国内外有机食品产业的发展概况·····	282
第三节	有机食品生产的关键技术·····	284
第四节	有机食品的标志及其颁证程序·····	302
第五节	我国有机食品生产的有利条件和发展对策·····	303

第一章 生态农业概述

第一节 生态农业的提出

在人类近万年的农耕历史中，经历了刀耕火种的原始农业，自给自足的传统农业，以及伴随着工业社会发展形成的、以机械化与化学化为特征的现代农业等发展阶段。

西方现代农业在 20 世纪 30~40 年代，特别是第二次世界大战以后，在化学和机械工业推动下，得到迅速发展。它依靠向农业投放大量石油资源换来的化学品和机械动力，维持着较高的生产效率，故有人称西方现代农业为“工业化农业”或“石油农业”。

其主要特点是：高投入、高产出、高效率，但同时存在对生态环境的高污染和高破坏等方面的问题。具体表现如下：

1. 能量过度消耗 如按目前的能量消耗速度，地球上的石油贮量只能维持 40~100 年。

2. 水资源不足 全球性的水资源在质和量的方面都面临着比以往更严重的危机，发展灌溉正受到资源和经济条件的限制。

3. 生产成本增加 随着能量投入的增加，以及燃油、化肥、农药等价格的上涨，使农产品成本迅速增加，农民收入下降，政府的财政负担也日益加重。

4. 环境污染加剧 已造成大气污染、土壤污染、水污染、生物污染和农产品污染，并最终危及人、畜健康。

5. 产生其他多方面的负效应 如水土流失，灾害频发，草地退化，土壤沙化等等。

至 60 年代, 西方“石油农业”带来的生态环境问题达到了顶峰, 危及世界农业及经济的发展。这时, 西方各国的政治家、科学家都在探索农业发展的方向、道路、模式, 并相继提出了“替代农业”模式, 如“有机农业”、“自然农业”、“生物农业”、“生物动力学农业”等等。

1971 年美国土壤学家 William Albrecht (威廉姆·艾布瑞克特) 在《Acres》杂志上首先提出了生态农业思想, 他从土壤—植物—动物是一个相互联系的有机整体出发, 认为只要通过增加土壤腐殖质, 建立良好的土壤条件, 就会有健壮的植物和健康的动物, 而不需要使用农药。他提出了生态农业后, 在美国很快形成了一个生态农业潮流, 并继而波及全世界。

我国是在 1981 年四川省遭受特大洪涝灾害之后, 正式提出了生态农业的概念, 指出只有大力提倡和推广生态农业, 中国农业才大有希望。

第二节 生态农业的内涵

经过近几十年的不断实践和探索, 生态农业的内涵逐步扩展并日趋完善。

1. 生态农业的概念 生态农业是根据生态学生物共生和物质再生等原理, 运用现代科学技术和系统工程方法, 因地制宜, 合理安排农业生产的优化模式。主要手段是通过提高太阳能的利用率, 使物质在系统内部得到多次重复利用和循环利用, 以高效和无废料等特点来组织和发展农业。其主要目的是: 提高农产品的质和量, 满足人们日益增长的需求; 使生态环境得到改善, 不因农业生产而破坏或恶化环境; 增加农民收入。

2. 生态农业的特点 生态农业要求按遵循生态经济学规律进行经营和管理, 要求将宏观的农业生态系统工程和微观的生物技术工程结合起来。在宏观上协调生态经济结构, 协调生态—经

济—技术关系，促进生态经济系统的稳定发展，建立宏观的动态平衡；在微观上做到多层次物质循环和综合利用，以较少投入，争取为社会提供量大、质优的农副产品。

3. 生态农业的内容 生态农业主要包括5个方面的内容：

(1) 建立综合农业体系，统一规划，协调农、林、牧、副、渔业生产，使每种农产品的“废料”均能作为一种农业环节上的原料或饲料，沿着食物链多次循环利用，变废为宝，形成无废料、无污染的生产系统。

(2) 充分利用太阳能，提高土地生产率，因地制宜建立立体式结构，把山、水、林、田联成一个整体，极大地提高植物对太阳光能的吸收和利用。

(3) 开发能源，如发展农村沼气，建立太阳灶、省柴灶，利用水能、风能和地热能等，降低能量消耗。

(4) 扩大肥源，科学地使用肥料，多施有机肥，实行秸秆还田，改革耕作制度等，不断提高土壤肥力。

(5) 改善和提高农业劳动者的生活和收入。

第三节 生态农业的特征

生态农业与传统农业不同，其主要特征是：

1. 整体性 生态农业是一种整体性农业，它的结构十分复杂，具有层次多、目标多、联系广的特点，构成复杂的立体网络。它按生态规律要求进行调控，把农、林、牧、副、渔、工、商、运输等各业组成综合经营体系，整体协调发展。

2. 层次性 生态农业有多级亚系统。如有以户为单元的家庭生态农业，一个村的村生态农业，一个特定小区的小区生态农业，一个县的县生态农业。各个亚系统在功能上有差别：有的从事粮食生产，有的从事蔬菜、水果、林木的生产，也有的亚系统是综合性的。所有这些都为人类的食物生产开辟了多种途径，可

通过横向联系，组成一个综合经营体。

3. 地域性 生态农业具有明显的地域性。环境决定和影响生物，生物依赖并改造环境。因此，必须树立因地制宜的观点，严格按照地域分异规律的要求，才能发挥地区优势，取得成效。我们不应一味提倡陡坡开荒。山地开荒虽然使山区生产了一些粮食，但毁了林，破坏了生态，恶化了气候，直至殃及下游的良田。

4. 调控性 生态农业的调控措施主要有四条途径：第一，充分利用自然条件。如充分利用光能、热能，合理利用水、土资源等；第二，变不利因素为有利因素，如治理“三废”中农业合理的布局；第三，改造生态环节，如造林、治山、治水，应用生物措施等；第四，把自然调控和人工调控结合起来，有效地保护和改善自然环境，促进农业发展。

5. 建设性 生态农业是一种建设性农业，重视统一规划，并注意运用现代新技术、新成果，努力完成发展生产和改善环境的双重任务，以利于建设经济、繁荣经济、美化环境。因此，生态农业能够把经济、生态、社会三大效益统一起来，在良性循环的轨道上持续发展。

第四节 中国生态农业的发展

经过 20 多年的实践，我国生态农业建设已从生态农业户、生态农业村（场）、生态农业乡，发展到生态农业县。全国生态农业试点已经达到 2 000 多个，其中生态农业试点县 200 多个，遍布全国 30 个省、直辖市、自治区，生态农业建设面积达 0.067 亿公顷，占全国耕地面积的 7% 左右。我国生态农业建设已取得了显著的经济、生态、社会效益，并受到国内外的重视和关注，已有 7 个生态农业示范点被联合国环境规划署授予“全球 500 佳”称号。进入新世纪，我国生态农业将会有有一个更大的发展。

第二章 生态种植技术

第一节 因土种植技术

作物的土壤生态适应性是作物因土种植的依据，也是因土种植的具体技术。

一、作物对土壤水分的适应性

农作物在生长过程中，需要消耗大量水分。每形成1千克产量（干物质），一般需要蒸腾1吨左右的水（包括自然降水、地下供水及人工灌溉的水分）。但不同作物对水分的需要和反应差别很大，每形成1克干物质需要消耗水300~500克不等，一般 C_4 作物对水分的利用率比 C_3 作物高2~3倍。 C_3 作物中，水稻、小麦、豆类的需水量又相对较多。根据不同作物对水分的适应性不同，可分为以下几种类型。

1. 喜水耐涝型 以水稻最为典型，植株的根、茎、叶组织中有通气间隙（占25%），喜淹水或应在沼泽低洼地生长。

2. 喜湿润型 这类作物在生长期需水较多，适宜土壤和空气湿度较高。如陆稻、黄麻、烟草等，甘蔗喜高温高湿。

3. 中间型 这类作物包括小麦、玉米、棉花、大豆等，既不耐旱也不耐涝，或者前期较耐旱，中后期需水较多。

4. 耐旱怕涝型 这类作物较耐旱，但怕涝，适宜在干旱地区或干旱季节生长。如谷子、黍、甘薯、花生、芝麻、绿豆、黑豆、向日葵、苜蓿等。

5. 耐旱耐涝型 这些作物既耐旱又耐涝，适应性很强，在

水利条件较差的易旱地和低洼地都可种植，并可获得一定产量。如高粱、田菁、草木樨等。

二、作物对土壤养分状况的适应性

根据作物对土壤肥瘦适应性不同，可分为以下类型：

1. 耐瘠型 这类作物有三种：一是具有共生固氮的豆科作物，如绿豆、豌豆及豆科绿肥（紫云英、苜蓿、苕子、田菁）等；二是根系强大、吸肥能力强的作物，如高粱、黑麦、向日葵、荞麦等；三是根系和地上部不太强，但吸肥力较强或需肥较少的作物，如大麦、荞麦等。

2. 耐肥型 这类作物根系强大、吸肥多，要求土层深厚，土壤供肥能力强，一般产量较高。如小麦、玉米、裸大麦、粳稻、杂交水稻及许多蔬菜等。玉米在生产盛期需肥很多，这时缺肥常常会形成空秆。

3. 中间型 这些作物需肥幅度较宽，适应性较广。在较瘠薄土壤中能生长，在肥沃土中生长更好。如籼型水稻、谷子都属于这一类。

三、作物对土壤质地的适应性

1. 适砂土型 砂土质地疏松，总孔隙度虽小，非毛管孔隙度大，蓄水量较小，蒸发量大，蓄水、保肥性差，肥水较低，土壤升温快，昼夜温差大。很适宜花生、甘薯、马铃薯等作物的生长。瓜类（如西瓜、甜瓜）也很适宜，而且品质优良。

2. 适壤土型 壤土质地轻松，通透性良好，土壤肥力较高，适宜大部分作物生长。包括棉花、小麦、大麦、油菜、玉米、豆类、麻类、烟草、谷子、萝卜和绿肥等。其中需肥较多的小麦、玉米则适合偏黏的壤土型。

3. 适黏土型 黏性土壤一般有机质含量较高，土壤中潜在肥力较高，但供肥缓慢，苗期起发棵性较差，适宜水稻种植。我

国南方，由红、黄壤发育的水田，有机质含量较少，土质黏重，肥力较低，其他作物生长较差，但水稻可以生长，栽培得法，可获得较高的产量。其他如小麦、玉米、高粱、大豆、蚕豆等作物，也适宜在偏黏的土壤中生长。

四、作物对土壤酸碱度和含盐度的适应性

不同的土壤类型，由于母质、成土条件和利用的不同，在土壤的理化性质、酸碱度和盐度方面，有很大差别。一般南方土壤多呈酸性，北方或沿海滩涂多盐碱土。不同作物各有不同的适应性。

1. 宜酸性 (pH5.5~6.0) 作物 这类作物有黑麦、荞麦、燕麦、油菜、花生、甘薯、水稻、木薯、马铃薯、烟草、芝麻、绿豆、豇豆、羽扇豆、肥田萝卜、紫云英等。

2. 宜中性 (pH6.2~6.9) 作物 主要有小麦、大麦、玉米、大豆、油菜、豌豆、向日葵、甜菜、棉花、高粱等。

3. 宜碱性 (pH7.5 以上) 作物 主要有苜蓿、棉花、甜菜、苕子、草木樨、高粱等。

4. 耐盐作物 耐强盐渍化土壤的作物有向日葵、蓖麻、高粱、田菁、苜蓿、苕子、紫穗槐等；耐中等盐渍化土壤的作物有水稻、棉花、黑麦、油菜、黑豆、甜菜等；不耐盐的作物有谷子、小麦、大麦、燕麦、甘薯、马铃薯、蚕豆等。

五、地势对作物分布的影响

主要表现在作物分布具有明显的垂直地带性。气温随着地势升高而下降，海拔每升高 100 米，气温大致下降 $0.4\sim0.7^{\circ}\text{C}$ ，但年降雨量反而增加。

由于海拔高低，导致雨、热条件的地带性，直接影响作物和熟制的分布，也有明显的地带性。阳坡，日照充足，温度较高；阴坡则光照弱，温度低，湿度大。坡度愈陡，这种差异愈大。一

般阳坡应安排喜光、喜温的作物，阴坡宜安排耐阴、喜凉的作物。

六、地形对作物种植的影响

由于地形的不同，如平原（内陆平原、沿海平原、湖区）、山地平原、盆地、山垄田（冲田）等，其土壤类型、光、水、气、热及土壤肥力因素各不相同，使作物与品种的分布也形成了明显的地域性。同一地区，微地形的变化，生态环境也会有差异，并影响作物的分布和布局。

南方多丘陵山地，地势虽不高，但地形起伏不平，在山丘之间的平坦地（大的称畈田，小的较窄长的称垄田），水利条件较好，土层较深，多辟有水田，种植水稻，并根据光、热（季节）和水分条件不同种植双季稻或单季稻（中稻或晚稻）。坡地则根据坡度大小、土壤肥沃度、土层厚薄以及水利等条件的不同，按上坡、中坡、下坡安排不同的作物。一般坡下部，土层较厚，水利条件好，可以开辟为梯田，种植水稻，也可以实行冬作（小麦等冬季作物或夏收作物）—双季稻或冬作—早稻—秋旱粮（玉米、大豆、甘薯）一年三熟。坡中部，水利条件较差，多开辟为旱地，种植旱地作物，如大麦、小麦、玉米、甘薯、大豆、花生等作物。坡上部土壤瘠薄，水分条件差，宜种些耐旱、耐瘠、抗风的作物，如甘薯、芝麻、小豆等，或者辟为果园。如果是低山，坡度较陡的，应封山育林，增加地面覆盖，保持水土。

江河的下游三角洲地区，土地平坦，土层深厚、肥沃，如长江三角洲、珠江三角洲等平原，是我国水稻的集中产区，在作物布局上以水稻为主，冬作、水稻一年三熟或两熟（冬作—单季稻）。太湖流域、江汉平原、洞庭湖平原、鄱阳湖平原等，一般河网密布，地下水位较高，土壤比较黏重，是我国南方的粮、棉、油集中产区，一年三熟或两熟，但在近湖和远湖区，土壤和水分（地下水位更高）方面有较大差别，作物布局也应有所不

同。沿海平原的土壤，因受海水影响，按离海的远近，其酸碱度、盐度和土壤物理性质都有很大差别，作物布局也不相同。

总之，不同作物，不同品种，对不同环境条件，有不同的生态适应性，形成作物分布的明显地带性、严格的地域性以及强烈的季节性，作物布局必须因地制宜、因土种植。

第二节 立体种植技术

一、立体种植概述

(一) 什么叫立体种植？

立体种植，指在同一田地上，两种或两种以上的作物（包括木本植物）从平面、时间上多层次地利用空间的种植方式。凡是立体种植，都有多物种、多层次地立体利用资源的特点。实际上，立体种植既是间、混、套作的总称，也包括山地、丘陵、河谷地带的不同作物沿垂直高度形成的梯度分层带状组合。

(二) 农作物立体种植的起源

公元前1世纪以前，就有农作物立体种植。如西汉《汜胜之书》中就有“每亩以黍稷子各三升合种之”、“区和瓜……又种薤十根、又可种小豆于瓜中”的记载。到公元6世纪，则发展到多种立体种植方式和如何发挥作物间的互利关系，避开作物间的不利关系。如《齐民要术》中进一步论述的桑园间作绿豆、小豆、谷子、麻和芜菁套作，葱与胡荽间作的多种间、套作方式以及“二豆良美、润泽益桑”、“慎勿于大豆地中杂种麻子”等经验。以后，随着时间的推进，立体种植技术逐渐发展，当前已成为提高土地利用率，促进农作物高产、高效、持续增产的重要技术措施。

(三) 农作物立体种植的类型

农作物立体种植大致包括间作、混作、套作三类。

1. 间作 指在同一田地上，同时或同一季节分行或分带相间种植两种或两种以上作物的种植方式。所谓分带是指间作作物