



面向 21 世纪 课 程 教 材  
Textbook Series for 21st Century

# 农业生态学

骆世明 主编

中国农业出版社

J181-43  
2

面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 农业生态学

骆世明 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

农业生态学/骆世明主编. - 北京: 中国农业出版社,  
2001.3

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-109-06682-7

I. 农... II. 骆... III. 农业科学: 生态学 - 高等  
学校 - 教材 IV. S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 59126 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: 沈镇昭  
责任编辑 贺志清

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行  
2001 年 3 月第 1 版 2002 年 8 月北京第 2 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 30.75

字数: 553 千字

定价: 39.90 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

# 前 言

在 20 世纪 70 年代末、80 年代初，对农业生态学问题有足够重视和深刻认识的只是少部分专家，他们关注农业生产与资源、环境、生态的关系，忧虑潜伏着的危机。他们好像有些过虑，也有些孤单。然而，有很多担忧不幸被言中，甚至出现过黄河断流、长江洪水、草原过牧、北方尘暴、近海赤潮、南方酸雨、耕地损失等。我们很庆幸，目前重视农业生态学问题的人已经不是几个学者，从国家领导到基层群众，不仅高度重视有关问题，而且已经拿出了办法、创出了经验、制定了法规，如沿海休渔制度的建立、全国生态环境建设规划的制定、国家 51 个生态农业试点县的成功和新试点县的设立，绿色食品、有机食品、无公害食品的生产等等，可持续发展已经成为我们的国策。在中国，正由于农业生态学有助于回答农业生产与农业生态环境及自然资源的关系，有助于解决实践中的生态环境问题，有助于寻求中国农业可持续发展的途径。因此，农业生态学得到了发展的土壤和施展的空间。

农业生态学的发展还受到有关学科及其方法论发展的推动。过去十年，生态学在全球变化、生物多样性和可持续发展方面的丰富研究成果很多涉及农业。新兴的生态工程学、产业生态学也与农业息息相关。计算机和信息科学的发展在农业生态学利用模型和数据库进行研究中已经很普遍。利用地理信息系统 (GIS)、遥感 (RS) 和全球定位 (GPS) 开展和区域有关的农业生态研究已经不难。先进化学测试手段在生态学的应用推动了化学生态学在农业部分的迅速发展。生物技术不仅为遗传学和育种学带来了新的希望，而且促进了分子生态学的形成，为解读农业生物与生态环境相互关系的秘密方面带来了新的机遇。高科技的发展还越来越清楚的指出知识经济时代，中国农业的发展必须从品种、技术、布局到系统组织方面，用更多智力投入替代物质投入，用效率与质量替代数量。农业生态学有助于在生态系统的层次理解这些替代关系，设计和组织这些替代关系。

在实践和学科层面都发展得如此快的农业生态学，已经和 20 年前不可同

日而语了。一方面我们认为应当更新农业生态学的内容，使之更适应 21 世纪的需要；另一方面我们又感到为难，在几十节课的时间里，如何既能把基本概念、基本原理、基本思想、基本事实、基本方法、基本技能传授给学生的同时，又能把新的内容糅合进去，的确不容易。更何况近年我国已经出版了约十本以农业生态学为核心的教材和著作。

由骆世明、陈聿华、严斧写的《农业生态学》（湖南科技出版社，1987）连续加印 4 次，印了近 2 万册才算满足了当时的需要。该书获得了 1992 年全国首届兴农杯优秀图书奖。出乎意料之外的是该书在台湾也产生了一定影响，原因是 1988 年该书被台湾某出版社改了作者名盗版出版。国内后来多本农业生态学教材都多少参考了我们这本书的结构。我们在本教材编写中也以该书的结构为基础。考虑到目前中学教材已经有不少生态学的基础知识，各大学也更多开设普通生态学。因此，压缩和减少了普通生态学基础知识的篇幅，更多地突出农业生态学关注的独特内容。本书在第一章概括了农业生态学的背景后，先围绕农业生态系统的结构（第二、三章）、功能（第四、五章）、资源和效益（第六章）和调节控制（第七章）展开。这些章节介绍了农业生态学的基本概念、基本原理。然后，利用这些基本原理剖析农业发展的实际，探讨世界农业发展的道路和中国农业发展道路（第八、九章）。第十章属于方法论简介，着重介绍比较实用的农业生态系统评价、分析和设计方法。为开展农业生态学研究用的农业生态系统分析方法不是本科教学的范畴，没有列入本教材。如果教学和科研需要，可以参考《农业生态系统分析》（骆世明，彭少麟，广东科技出版社，1996）。在上述框架内，我们特别注重吸纳新的内容，如中国生态农业发展、全球变化、生物多样性、可持续发展、植物化感作用、分子生态学、景观生态学、资源经济学、环境经济学等有关的内容。

为了便于开展学生参与式的教学和学生的创造性学习，我们在附录中列了一些基础问题和较为综合性的问题，可以供预习、讨论、写作和复习用。

在教学中，适当开展实验和实习有利于学生更好地理解书本的内容，为日后的研究和创新打基础。尽管这本教材不是实验和实习指导，我们还是推荐了一些实验与实习的提纲，以附录的形式供参考。

利用录象和幻灯进行教学可以更生动、更形象地向学生传授有关的信息。华南农业大学电教中心制作和收集了一些有关的录象，农业部“九五”生态农业建设试点总结的 VCD 内容也很丰富。我们列了出来供参考。

这本教材也附了一些常用的能流、物流参数和计算机程序，供研究和教学参考。

书的最后列了名词术语的中英文检索表，便于查阅和复习。

本书的第一章、第七章、第十章由骆世明执笔，第二章第一、二、三节由曾任森执笔，第三章由蔡昆争执笔，第四章由黎华寿执笔，第五章、第八章由章家恩执笔，第二章第四节、第六章、第九章由王建武执笔。我们特别感谢梅曼彤教授在写第二章第四节中分子生态学方法方面给予的大力帮助。由于受时间、精力的限制，特别是受到水平的限制，希望与实际的差距还是很大的。我们仅希望抛砖引玉，希望接受更多的批评建议，共同促进农业生态学教学与研究的发展。

我们十分感谢农业部科教司和广东省教育厅，没有这些部门对教材选题的支持和鼓励，就不可能有这本书。我们也很感谢华南农业大学的同事们，大家的配合与帮助使写作过程少了很多困难，多了不少思路。

骆世明

2000.7.15

# 目 录

前 言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 农业生态学的发展 .....	1
第二节 农业生态系统的概念 .....	9
第三节 农业生态学的任务及其研究方法 .....	16
<b>第二章 农业生态系统的结构——基本生物结构</b> .....	21
第一节 农业生态系统的生物与环境 .....	21
第二节 种群 .....	33
第三节 农业生态系统的群落 .....	62
第四节 农业生态系统中的生物多样性 .....	72
<b>第三章 农业生态系统的结构——综合结构</b> .....	97
第一节 概述 .....	97
第二节 农业生态系统的水平结构 .....	98
第三节 农业生态系统的垂直结构 .....	106
第四节 农业生态系统的营养结构 .....	117
第五节 农业生态系统的时间结构 .....	126
<b>第四章 农业生态系统的功能——能量流动</b> .....	131
第一节 能量流动遵循的规律 .....	131
第二节 初级生产中的能流 .....	135
第三节 次级生产中的能量流动 .....	146
第四节 生态系统中的辅助能 .....	155

第五节	生态系统的能量关系 .....	159
<b>第五章</b>	<b>农业生态系统的功能——物流 .....</b>	<b>174</b>
第一节	生态系统物流的一般特点 .....	174
第二节	水循环 .....	182
第三节	碳流动 .....	187
第四节	氮流动 .....	193
第五节	磷流动 .....	200
第六节	钾流动 .....	204
第七节	硫流动 .....	207
第八节	农业生态系统中的养分循环 .....	211
第九节	污染物对农业生态系统的影响及其利用 .....	222
<b>第六章</b>	<b>农业的资源与效益 .....</b>	<b>234</b>
第一节	农业资源 .....	234
第二节	资源利用的生态经济规律 .....	248
第三节	农业生态系统的效益 .....	251
<b>第七章</b>	<b>农业生态系统的调节与控制 .....</b>	<b>286</b>
第一节	农业生态系统的信息流 .....	286
第二节	农业生态系统的资金流 .....	291
第三节	资源环境影响的经济核算 .....	301
第四节	农业生态系统的调节控制特点 .....	305
<b>第八章</b>	<b>农业的可持续发展 .....</b>	<b>312</b>
第一节	可持续发展的一般概念 .....	313
第二节	农业的历史发展阶段与现代农业发展思潮 .....	323
第三节	农业可持续发展与可持续农业 .....	330
第四节	农业可持续发展的支持系统及其建设 .....	333
第五节	农业与农村的可持续发展指标体系 .....	341
第六节	农业可持续发展的技术体系 .....	345
<b>第九章</b>	<b>中国的生态农业 .....</b>	<b>350</b>
第一节	中国农业的发展阶段和面临的挑战 .....	350
第二节	中国生态农业的产生和发展 .....	358



第三节	中国生态农业的模式 .....	368
第四节	中国生态农业的技术 .....	378
第五节	中国生态农业建设的组织管理 .....	390
<b>第十章</b>	<b>农业生态工程</b> .....	<b>396</b>
第一节	农业生态系统的诊断与评价 .....	396
第二节	农业生态系统的设计 .....	403
第三节	农业生态系统的优化 .....	407
第四节	农业生态系统建设方案的组织实施 .....	419
附录一	思考题 .....	423
附录二	农业生态学实验实习提要 .....	428
附录三	BASIC 计算机程序 .....	438
附录四	常用参数表 .....	447
附录五	农业生态学电化教学参考材料 .....	465
附录六	术语表 .....	467

# 第一章

## 绪 论

### 第一节 农业生态学的发展

农业生态学 (agricultural ecology, agroecology) 是运用生态学和系统论的原理和方法, 把农业生物与其自然和社会环境作为一个整体, 研究其中的相互联系、协同演变、调节控制和持续发展规律的学科。农业生态学是生态学在农业领域的分支。

广义来说, 农业生物与其环境相互关系的有关内容都属于农业生态学的范畴, 然而就实际学科分工来说, 作物生态学、家畜生态学、森林生态学、昆虫生态学等生态学分支更着重于特定农业生物的个体、种群和群落生态学规律, 农业生态学则侧重于农业生态系统水平上的规律。Richard B. Norguard 1983 年在美国加州大学出版的《农业生态学》中写到: “农业生态学, 简单地说, 是生态科学在农业中的应用, 或者更准确地说, 是生态系统途径用于农业发展 (的学科)”。

#### 一、生态学的发展与农业生态学

生态学 (ecology) 是研究生物与其环境相互关系的学科。生态学一词是 1865 年由勒特 (Reiter) 合并两个希腊字 logos (意即研究) 和 oikos (意即房屋、住所) 构成生态学 (Oikologie) 一词。1866 年德国动物学家海克尔 (H. Haeckel) 初次把生态学定义为“研究动物与有机及无机环境相互关系的科学”。从此, 揭开了生态学发展的序幕。尽管在 1866 年以前, 各国的生态学知识累积可以追溯到古代, 但生态学的长足发展还是从此以后。概括来说, 生态学 100 多年的发展可以分为 4 个阶段:

1. 个体生态学与群落生态学阶段 (1866—1935) 生态学产生以后便分化出植物生态学、动物生态学等学科分支。在生态学发展的这第一个高潮中,

重要的代表性著作有：植物生态学创始人瓦尔明 (E. Warming) 的《以植物生态地理为基础的植物分布学》(1885)；辛柏 (A. F. W. Schimper) 的《以生理学为基础的植物地理学》(1898)。这两部著作都从植物生理功能、形态结构、生活力等方面，阐述了植物分布的多样性，还用生物进化的观点分析研究了植物群落的起源和发展。在稍晚，动物生态学方面有很多出色的研究。英国詹宁斯 (Jennings) 研究了动物行为；美国亚当斯 (Adams) 和谢尔福特 (Shelford) 研究了动物生态演替，其中亚当斯还于 1913 年出版了《动物生态研究指南》；美国达文波特 (Davenport) 研究了动物群落生态，特别是昆虫生态方面。

这个阶段，生态学研究中还出现了不同的学派。例如在植物生态学方面，英美学派着重研究群落的动态，对群落演替和顶极群落有较系统的研究；法瑞学派着重研究群落的静态，对群落结构有较多研究；北欧学派主要继承了瓦尔明植物地理学方面的工作；苏联学派的研究则集中在生物地理群落方面。

**2. 生态系统生态学阶段 (1935—1962)** 1935 年，植物生态学的英美学派代表人物，英国植物生态学家坦斯尼 (A. G. Tansley) 第一次提出了生态系统 (ecosystem) 的概念，他把生物与其环境看作是一个动态整体。1939 年在他的《英伦三岛及其植被》一书中写到：“相对平衡地位基本上是生态系统的概念，…，这种‘相对平衡的地位’当然是极小稳定的，它含有许多不稳定的成分而非常敏感。一旦复合因素中有一些表面上很小的变化，这种地位就会发生动摇”。他第一次提出了生态平衡的概念。生态学家很快接受了这些观点，生态学发展到了生态系统生态学阶段。1941 年，美国科学家林德曼 (R. L. Lindeman)，发表了“一个老年湖泊内的食物链动态”的论文。他用确切的研究数据揭示了在食物链顺序转移中生物量的数量关系。1942 年，他在另一篇文章中进一步证实了自然生态系统中能量与物质的流动在不同营养级之间的定量关系。美国生态学家奥德姆 (E. P. Odum) 从 20 世纪 50 年代开始研究了遗弃农田的次生演替及生态系统的能流与物流。1952 年，他出版了《生态学基础》一书，确立了生态系统生态学的地位。

**3. 生态学向调控与工程方向发展阶段 (1962— )** 第二次世界大战后，世界经济有过一段快速增长的时期。到 20 世纪 60 年代以后，接连出现“污染危机”、“资源危机”、“能源危机”、“粮食危机”、“人口危机”等。1962 年，美国海洋生物学家卡逊 (R. Carson) 写的《寂静的春天》用通俗的文笔，描述了一个受到人造化学品危害的悲惨世界。她的书是人类生态环境意识觉醒的标志。生态学开始被从高楼深院中请出来，以解决社会生活中的生态问题。联合国科教文组织于 1964 年开展以生态系统定量研究为重点的“国际生物学研究

计划”(IBP)之后,又于1971年组织了“人与生物圈”(MAB)长期研究计划。中国于1972年加入了这个研究。

1972年联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开了有113个国家参加的第一次人类环境会议。会议探讨了全球生态环境保护问题,发表了《人类环境宣言》。1982年和1992年又分别在肯尼亚首都内罗毕、巴西首都里约热内卢召开了世界环境与发展大会。在1992年的大会上制定了《保护生物多样性公约》、《气候变化公约》、《关于森林问题的原则声明》、《21世纪行动议程》和《里约热内卢宣言》。

社会的“生态热”有力地推动了生态学的发展。生态学吸收系统论、控制论和信息论的内容发展出系统生态学(systems ecology)。系统生态学有关的著作有E.Halfon主编的《理论系统生态学》(1979),H.T.Odum的《系统生态学》(1983)。在推动生态学向定量化方向发展的著作有F.C.Pielou的《数学生态学引论》(1969),R.M.May的《理论生态学》(1976)等。

生态学在应用中产生了很多应用性分支,如农业生态学、城市生态学、资源生态学、环境生态学、经济生态学等。生态学还与其他学科广泛交叉,产生如生理生态学、分子生态学、化学生态学等。生态立法、生态工程、生态设计发展迅速。我国马世骏先生于1985年就提出生态工程概念,并于1987年主编出版《中国的农业生态工程》。1989年Mitsch和Jorgensen出版《生态工程》。1991年召开第一届国际生态工程会议,并于1992年出版刊物《生态工程》。

进入20世纪90年代,生态学的研究热点集中在生物多样性、全球变化和可持续发展方面。1996年美国生态学会主席Judy L.Meyer在美国生态学会年会上提出生态学的5个前沿领域是生态工程、生态经济学、生态设计、产业生态学、环境伦理学。

**4. 农业生态学发展的生态学基础** 意大利教授G.Azzi在1929年就在大学开设了农业生态学课程。他在1956年出版的《农业生态学》一书中定义农业生态学是研究环境、气候和土壤对农作物遗传、发育、产量和质量关系的科学。这时的农业生态学基本上还是属于个体生态学范畴。1972年日本的小田桂三郎出版了《农田生态学》。书中已经用到系统分析方法分析农田生态系统中的各种关系。1976年在荷兰召开的国际环境专题讨论会上,农业生态系统的物质循环是一个热点。会后,由M.J.福里赛尔主编出版了《农业生态系统中的矿质循环》一书。1979年,G.W.Cox和M.D.Akins合著《农业生态学—世界粮食生产系统的分析》,着重从全球粮食供求关系和农业发展历史的高度,剖析农业发展的生态基础、农业生态系统的组分以及农业的未来发展趋势。1983年,Miguel A.Altieri编写的《农业生态学—替代农业的科学基础》

一书出版，书中可持续农业生态系统的设计原则、配套技术和应用模式。C. Ronald Carroll 等 1990 年又出版了一本题为《农业生态学》的论文集。在各类生态学国际会议上，农业生态学的内容越来越多。

近年来，农业生态学在生态学的地位越来越重要。这不仅是由于在农业生产过程中要遇到大量个体生态、种群生态、群落生态和生态系统生态学问题，而且是由于农业生产直接影响到生物多样性、全球变化和可持续发展，农业生态系统还是开展生态工程、生态设计、生态经济的最合适舞台之一。

## 二、科学的发展与农业生态学

15 世纪下半叶欧洲的文艺复兴推动了自然科学的发展。当时，自然科学的发展要进行像植物分类、动物分类、形态学、解剖学这样的客观资料累积和整理，流行的科学研究方法是深入进行局部的、相对静止的、孤立的分析。直到焦耳 1847 年在物理学上发现了能量转换现象，1859 年达尔文完成了进化论，1869 年门捷列夫提出了元素周期表之后，辩证的、整体的、运动的和联系的思维方式才在科学研究中逐步得到普及，并促进了自然科学在近百年时间的长足发展。20 世纪 30 年代以研究生态系统中能量转换和物质流动为特征的生态系统生态学的出现，也是这种科学思维方式的产物。

20 世纪 30 年代到 50 年代，一系列和整体、系统、控制、信息有关的科学理论相继诞生。30 年代，贝塔朗菲 (L. V. Bertalanffy) 提出了系统论。1948 年美国科学家 Nobert Wiener 出版了《控制论》。在 50 年代，系统工程方法，包括线形规划、动态规划、网络分析、对策论、排队论、存储论、系统可靠性分析等逐步成熟。1945 年美国宾州大学莫克莱和埃克特研制成功第一部电子计算机 (ENIAC)。1949 年英国剑桥大学研制成功第一部内存式电子计算机。今天，科学技术已经进入了以生物技术、材料科学、信息技术、环境科学为代表的高新科技时代。

农业科学的发展离不开大的科学技术发展的背景。传统农学所依赖的几个主要科学理论的出现已有百年历史。遗传育种有关的孟德尔遗传学规律发现在 1865 年，并于 1900 年被重新发现。植物和动物营养有关的李比西最小因子定律于 1840 年提出。动植物疾病有关的巴斯德微生物学在 1857 年前后形成。以这些理论为基础的，以单个农业生物的生产为中心的农业学科，如作物学、畜牧学、林学、园艺学、水产学等，以单个环境因子为主的土壤学、气象学等都有较长的发展历史。这些学科一般也以局部的分析方法为主。20 世纪 70 年代以后，以系统论、信息论、控制论、系统工程和生态系统生态学为基础的，综合性的农业学科才逐步得到加速发展，如农业生态学、农业环境保护、农业系

统学、农业遥感等。利用地理信息系统 (GIS)、全球定位系统 (GPS) 和遥感 (RS) 为基础的精确农业, 以动植物克隆为代表的现代农业生物技术等农业高新技术正方兴未艾。

农业生态学的出现从生态系统的层次弥补了传统农业学科的不足, 在整体和相互作用方面揭示出由多种农业生物与多种生态环境因子构成的农业生态系统的规律, 研究其结构、功能、调节、控制。农业生态学和传统农业学科相互补充, 既见“树木”, 又见“森林”, 因此受到重视并获得了较快的发展。

### 三、农业可持续发展与农业生态学

人类社会需要一种与自然和谐相处的、可持续发展模式。这是对扩张型的工业化发展模式进行反思后得到的共识。

在第二次世界大战后, 随着各国经济的迅速恢复和发展, 20 世纪 50 年代末、60 年代初开始, 发达国家陆续出现了各种各样的污染问题。1962 年 R. Carson 出版《寂静的春天》一书, 标志着人类生态环境意识的觉醒。1972 年, 在斯德哥尔摩召开第一次人类环境会议, 并通过了《人类环境宣言》。多国科学家为大会写了一本背景材料《只有一个地球》, 书的最后写到: “在这个太空中, 只有一个地球在独自养育着全部生命体系。地球的整个体系由一个巨大的能量来赋予活力。这种能量通过最精密的调节而供给了人类。尽管地球是不易控制的、捉摸不定的、也是难以预测的, 但是它最大限度地滋养着、激发着和丰富着万物。这个地球难道不是我们人世间的宝贵家园吗? 难道她不值得我们热爱吗? 难道人类的全部才智、勇气和宽容不应当都倾注给她, 来使她免于退化和破坏吗? 我们难道不明白, 只有这样, 人类自身才能继续生存下去吗?”

1968 年由多国学者成立的学术团体, 罗马俱乐部于 1972 年发表了第一份研究报告《增长的极限》。研究人员利用系统动力学模型预测人类社会的发展。研究表明如果继续按照目前资源浪费和不顾环境后果的工业化发展模式, 人们很快就会遇到人口危机、粮食危机、资源危机、环境危机和能源危机 (图 1-1)。1973 年, 世界爆发石油危机,

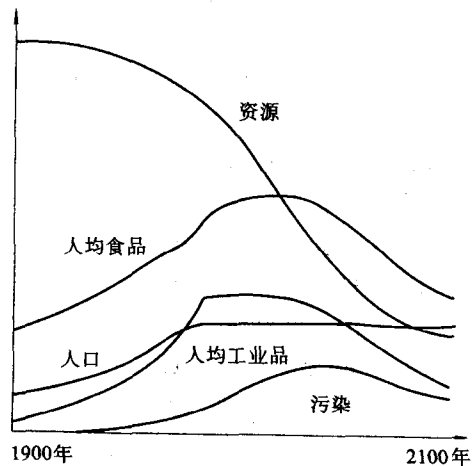


图 1-1 罗马俱乐部世界标准模型预测的世界发展

原油价格上升4倍。人们很快发现书中预测的忧患是十分现实的。人们目前的工业化生产与生活方式是不可持续的。该书提出人类解决这一危机的方法是实现自觉抑制增长,使资本、人口、投入、产出都保持相对稳定状态。

1983年,联合国为了解决南北问题、裁军问题、环境与发展问题,分别成立了以前西德总理勃兰特、瑞典首相柏尔梅和挪威首相布伦特兰为首的3个高级专家委员会,分别写出了《共同的危机》、《共同的安全》、《共同的未来》3个纲领性文件。3个文件都不约而同地得出“为了克服危机、保障安全和实现未来,世界各国必须组织实施新的可持续发展战略”。在这个基础上成立的世界环境与发展委员会经过900d的工作,于1987年4月27日,发表了《我们共同的未来》的长篇报告,全面阐述了人类当今面临的16个严重的生态环境问题,即:人口激增、土壤流失和退化、沙漠化、大气污染、水污染、健康恶化、贫困加深、自然灾害增加、温室效应加剧、臭氧层破坏、滥用化学品、物种危机、能源危机、海洋污染、工业事故多和军费开支大。报告以可持续发展为基本纲领,提出一系列政策目标和行动建议。该报告里定义“可持续发展是既满足当代人的需要,又不牺牲后代人满足他们需要的发展。”1988年7月,联合国世界环境与发展委员会、联合国环境规划署等25个国际组织的首脑召开会议,讨论可持续发展问题。

1991年4月,联合国粮农组织在荷兰的Den Bosch召开世界农业与环境会议,会后发表了“Den Bosch可持续农业与农村发展(SARD)宣言”,宣言中提出:既要满足社会发展对农业的需要,又要防止农业生态环境问题的产生,必须做到8个方面,即:①满足可持续发展的要求;②发达国家通过国际经济关系的改变,注重发展中国家农村经济的致富;③通过国际经济贸易援助来支持SARD;④实施适当的人口政策;⑤政府与社会应当认识到农业和农村人口对食品安全及再生自然资源的重要性,制定适当的财政、价格、市场政策;⑥工业、农业产品交换应当公平;⑦农民应当接受更好的教育和培训,获得技术和资源;⑧应大力宣传,提高人们对可持续发展的意识。宣言提出可持续农业和农村发展的3个目标是:

- (1) 食物安全与保证在适当可持续发展基础上的自给自足(社会效益)。
- (2) 农村就业与收入增加(经济效益)。
- (3) 保护自然资源与保护环境(生态效益)。

1994年联合国在巴西召开的世界环境与发展大会上,制定了5个纲领性文件:《保护生物多样性公约》、《气候变化公约》、《里约热内卢宣言》、《21世纪行动议程》和《关于森林问题的原则声明》。可持续发展的认识开始被转化为全球有计划的行动了。所有这些纲领性文件都涉及农业的可持续发展问题。



1988年9月,在美国俄亥俄大学召开了可持续农业系统国际会议。各国科学家在大会上交流了农业可持续发展的概念、原理、技术和实践。Winrock国际农业发展中心的Richard R. Harwood给可持续农业下的定义是:“一种这样的农业,能够无限地进行下去,能够更好地满足人类的需要,更有效地利用资源,并取得与自然的平衡,对人类和其他大多数物种都有利。”

可持续的农业与农村发展的社会现实需要,为农业生态学提供了一个广阔的舞台,而农业生态学揭示的规律又为农业和农村的可持续发展提供重要的启示与科学基础。今天,自觉应用生态学规律指导农业可持续发展已经是一个公认的原则。

#### 四、中国的农业发展与农业生态学

我国是世界农业起源中心之一。在长期的农业生产活动中,人们积累了丰富的农业生态经验和知识,如用地养地相结合的耕作制度、养分循环的桑基鱼塘、细腰蜂防治螟蛉虫的生物防治技术、种芝麻防杂草的生物除草技术等。春秋战国时期的《吕氏春秋·上农》、西汉的《汜胜之书》、南北朝时期的《齐民要术》、隋唐两宋时期的陈旉《农书》、元明清时期的《王祯农书》、徐光启的《农政全书》等都有丰富的农业生态学知识和经验的记录。我国农业基本靠协调自然、精耕细作、合理布局、内部循环等方式延续了数千年。在外部投入低、商品率低、人口密度低的条件下,长期实践保留下来的经验有很多仍然值得今天借鉴。

在世界范围来说,农业大量依赖外部投入的时间只有半个世纪左右。中国基本是从20世纪60年代中期开始投入的大幅度增加的(图1-2)。在我国近40年的粮食生产中,播种面积不但没有增加,还略有减少。总产的增加主要靠技术和投入的增加,使单位面积产量上升。目前,中国人口还在增加。预计到2030年前后达到16亿的高峰。当前,中国又正处于经济起飞阶段。人民生活从温饱转向小康的过程中,每一个人对食品的量 and 质的需求都呈上升趋势(表1-1)。在未来半个世纪中,我国的农产品需求压力很大。我国人均耕地只有 $0.067\text{hm}^2$ 左右,而世界人均耕地1990年是 $0.28\text{hm}^2$ 。通过投入增加、品种改良、改进技术,我国现有耕地还有增产潜力。但是,人们在继续挖掘这种潜力的同时,看到了高密度条件下农、林、牧、渔间的密切关系,看到了高投入可能带来的生态环境问题,如地下水枯竭、水体富营养化、农药污染、农膜污染、能耗增加等,也看到了农田以外的资源的利用与保护的重要性,如坡地资源、草地资源、海洋资源等。这些中国农业生产中遇到的问题、需求和中国农业的传统都直接促进了我国农业生态学的发展,并且在应用方面反映出明显的中国特点:



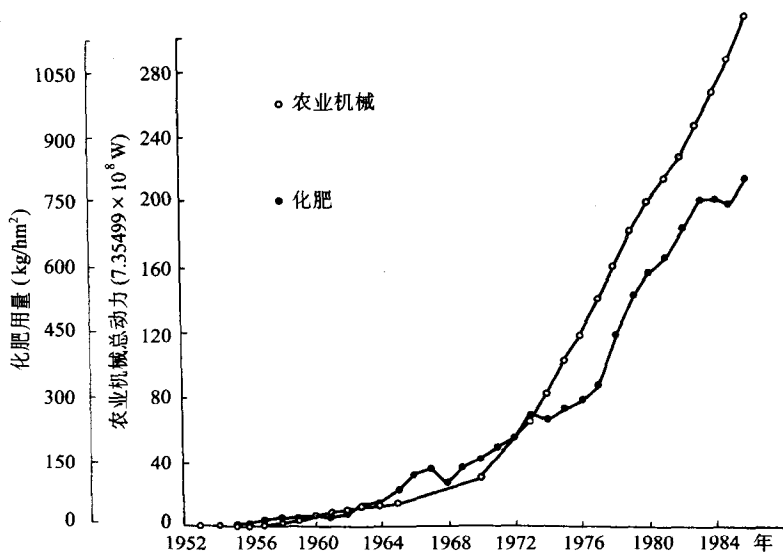


图 1-2 中国农业 1952 年到 1986 年的化肥和农业机械的投入水平变化  
(L.S.Ming, 1990)

表 1-1 人均收入和人均粮食消费的关系  
(高亮之, 1993)

A: 人均收入 (美元)	B: 人均粮食消费 (kg)	每 100 美元收入上升的粮食消费增量 $C = \Delta B / \Delta A \times 100$ (kg)
200	134.8	
300	164.8	29.6
500	237.8	36.7
1 000	481.4	48.7
2 000	804.3	32.3
3 000	856.4	5.21
4 000	861.5	5.51

(1) 农业生态学在中国已经形成以农业生态系统为核心的稳定学科体系。沈阳农业大学的沈亨理教授在 20 世纪 70 年代末开始在我国倡导农业生态学的时候, 就是以农业生态系统为基础的。E.P.Odum 以生态系统生态学为基础的《生态学基础》曾在我国 1981 年和 1983 年的农业生态学师资培训班上作为基本参考资料, 对我国的农业生态学界产生过深刻的影响。近 15 年, 我国陆续出版的近 10 种不同版本的农业生态学著作和教材都紧紧围绕农业生态系统来展开。