



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



面向 21 世纪 课程 教材

Textbook Series for 21st Century




全国高等农林院校“十一五”规划教材

农业生态学

第二版

骆世明 主编

 中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

全国高等农林院校“十一五”规划教材

农业生态学

第二版

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. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2009. 1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 面向 21 世纪课程教材. 全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-13307-5

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 (2008) 第 203323 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 100125)

责任编辑 李国忠

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 1 月第 1 版 2009 年 2 月第 2 版

2009 年 2 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 23.75

字数: 570 千字

定价: 35.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第二版前言

我国改革开放在今年迎来了第 30 个年头，农业生态学在我国的发展大约也经历了同样的时间。1978 年沈阳农学院的沈亨理教授在全国宣讲有关农业生态学的观点可以说是这个学科在全国发展的起点。1981 年和 1983 年，农业部在华南农学院举行了两次农业生态学师资培训班。我在这两期培训班之间到了美国佐治亚大学生态研究所进修农业生态学，结识了 E. P. Odum 及其领导的生态学研究团队。在 1983 年的农业生态学师资培训班中，我参与了吴灼年教授主持编写的《农业生态学引论》。在该培训班上还有华中农学院、新疆农学院、福建农学院等一批院校的老师展示了他们编写的教材。北京农学院还组织翻译了 E. P. Odum 的《生态学基础》。这些前期的工作显然为我国农业生态学的教学奠定了重要的基础。1984 年，在重写《农业生态学引论》后，我把教材交给了出版社，寻求出版机会。湖南科技出版社给了我们这个机会，与华中农学院陈聿华教授以及当时还在湖南农学院的严斧教授合作 1987 年正式出版了《农业生态学》。该著作在 1992 年获得了全国首届兴农杯优秀图书奖。2001 年华南农业大学的农业生态学研究团队进一步修订了《农业生态学》并由中国农业出版社出版。该书被评为 2005 年全国高等农业院校优秀教材。

在近 8 年的时间，生态学和农业生态学都在我国得到了进一步的重视。在 2007 年的中国共产党第十七次全国代表大会报告中提出了建设生态文明的重大决策，并且要求“加强能源资源节约和生态环境保护，增强可持续发展能力”。当我国在世界舞台上逐步显示一个大国力量的同时，我们也深为资源安全、环境安全、生态安全和食品安全所困扰。在过去的一年，世界粮食价格和石油价格都成倍上涨，我国还出现过像太湖绿藻暴发和无锡自来水供应困难这样的污染事件。经济发展与生态环境的矛盾更加突出。农业生态学的使命本来就是用生态学和系统论的理论和观点揭示农业生态系统的结构、功能和调控规律，指导农业，协调农业的社会效益、经济效益和生态效益，引导农业走可持续发展的道路。假如在 20 世纪 80 年代，大众对生态学的了解还比较少、生态意识薄弱，农业生态学的教学中用比较多的时间普及生态学概念和知识还是值得的话，那么在 20 世纪过去近 10 年后农业生态学必须更多地让学生懂得如何消除经济发展与生态环境之间的矛盾，用实际行动推进农业的可持续发展，而不是仅仅停留在概念、理论和口头上。2005 年在广州举行的第十二

届全国农业生态学研讨会上，与会者对加强农业生态学教学的实践方面达成了共识。正是在这个思想的指导下，这次修订的《农业生态学》在内容和结构方面都进行了比较大的改动。

本教材包括理论和实践两部分，而且还专门编写了一本配套的《农业生态学实验与实习指导》，以加强对学生的实践能力和动手能力。本教材的理论部分一共有6章，主要阐明农业生态学的基本理论体系。实践部分共有5章，主要针对中国的生态农业建设与农业可持续发展的实践。农业生态学研究的对象是农业生态系统，因此在理论部分以农业生态系统为核心，在介绍了学科的起源和生态学基本原理（第一章和第二章）后，着重介绍了农业生态系统的结构（第三章）与功能（第四章、第五章和第六章）。农业生态系统是人类驯化了的自然生态系统，一方面具备承传了自然的微妙生态关系，另一方面又深深地刻上了人类的印记，因而具备不同于自然生态系统的一些自身规律。在实践部分，首先介绍了我国农业发展的资源基础和生态环境基础（第七章），然后用生态观分析世界农业发展历史的经验教训和追求可持续发展的大趋势（第八章）。在第九章和第十章比较具体地介绍中国开展生态农业建设的规划、模式和技术，在农业生态学理论框架下着重介绍了在过去30年我国生态农业实践中总结出来的成功案例和模式。为了保障生态农业建设和农业可持续发展，必须有配套的政府法规和制度建设。在第十一章着重从法律规范、经济激励和标准制定等方面介绍了政府引导和调控农业向可持续方向发展的几个重要领域。为了便于教学，在每一章后面都附有复习题，书的后面附有名词术语索引。

本书各章的编写人员分别为：第一章骆世明，第二章曾任森，第三章蔡昆争，第四章黎华寿，第五章章家恩，第六章骆世明，第七章王建武，第八章骆世明，第九章张卫健，第十章林文雄、李凤民、陈冬梅和贾宇，第十一章陈雨海和骆世明。我们编写的时候如履薄冰，深恐辜负了重托，但是受制于我们的水平和视野，书中一定还有不少问题。我们希望能够得到大家的批评和建议，抛砖引玉，共同推进农业生态学的教学，推动我国生态农业建设和农业可持续发展。

我们要感谢教育部和高等教育的教学指导委员会将这本教材列入“十一五”国家级规划重点教材，本教材的编写和出版也得到了中国农业出版社的大力支持和帮助，特此感谢！

骆世明

2008年11月

第一版前言

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地指出知识经济时代，中国农业的发展必须在从品种、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我国台湾也产生了一定影响, 原因是 1988 年该书被我国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。

利用录像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像, 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

第一版编写人员

主 编 骆世明（华南农业大学）

编 者（按姓氏笔画排序）

王建武（华南农业大学）

章家恩（华南农业大学）

曾任森（华南农业大学）

蔡昆争（华南农业大学）

黎华寿（华南农业大学）

第二版编写人员

主 编 骆世明（华南农业大学）

副主编 李凤民（兰州大学）

林文雄（福建农林大学）

张卫健（南京农业大学）

陈雨海（山东农业大学）

蔡昆争（华南农业大学）

编 者 （按姓氏笔画排序）

王建武（华南农业大学）

李凤民（兰州大学）

张卫健（南京农业大学）

陈冬梅（福建农林大学）

陈雨海（山东农业大学）

林文雄（福建农林大学）

骆世明（华南农业大学）

贾 宇（兰州大学）

章家恩（华南农业大学）

曾任森（华南农业大学）

蔡昆争（华南农业大学）

黎华寿（华南农业大学）

郑 重 声 明

中国农业出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 65005894, 59194974, 59194971

传 真：(010) 65005926

E - mail：wlxyaya@sohu.com

通信地址：北京市朝阳区农展馆北路2号中国农业出版社教材出版中心

邮 编：100125

购书请拨打电话：(010) 59194972, 59195117, 59195127

数码防伪说明：

本图书采用出版物数码防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网 (<http://www.shdf.gov.cn>)。

短信反盗版举报：编辑短信“JB，图书名称，出版社，购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话：(010) 58582300/58582301

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 农业生态学的发展基础	1
一、农业生态学发展的生态学基础	1
二、农业生态学发展的农业可持续发展背景	4
三、科学从还原论向整体观发展对农业生态学的影响	5
第二节 农业生态学的发展回顾	6
第三节 农业生态系统的概念	8
一、系统及其特性	8
二、生态系统及其特点	10
三、农业生态系统	12
四、农业效益	14
第四节 农业生态学的任务及研究方法	15
一、农业生态学的任务	15
二、农业生态学和相关学科之间的关系	15
三、农业生态学的基本研究方法	16
复习思考题	18
第二章 农业的基本生态关系	19
第一节 个体生态学关系	19
一、环境对生物的制约	19
二、生物对自然环境的适应	22
三、生物对自然环境的影响	24
第二节 种群	25
一、种群结构	25
二、种群动态	28
三、种群间的相互作用	31
四、次生代谢产物在种间关系中的作用	35
五、种群的生活史对策	42
六、种群调节	43
第三节 群落	45

一、群落的基本特征	45
二、群落的结构	45
三、群落演替	48
四、协同进化	50
第四节 生态系统	51
一、生态系统的能流	51
二、生态系统的物流	59
三、物质循环的基本类型	62
第五节 景观生态关系	63
一、景观及其空间结构	64
二、景观功能	64
三、景观动态	65
四、景观生态学理论	65
复习思考题	68
第三章 农业生态系统的结构	69
第一节 农业生态系统的物种结构	69
一、农业生态系统的物种结构的设计原则	70
二、农林牧副渔各业相结合的组分结构	70
三、大农业的组分结构	71
第二节 农业生态系统的水平结构	71
一、景观多样性与农业生态系统的水平结构	71
二、自然条件引起的农业生态系统水平结构	72
三、农业区位引起的农业生态系统水平结构	74
第三节 农业生态系统的垂直结构	77
一、自然地理位置与农业生态系统的垂直结构	78
二、木本群落内的垂直结构（农林业系统）	81
三、作物群体内的垂直结构（农田立体模式）	83
四、水体立体模式（水体内的垂直结构）	86
五、畜禽养殖业立体模式	87
第四节 农业生态系统的营养结构	87
一、食物链的加环和解链	88
二、食物链的结构类型	91
第五节 农业生态系统的的时间结构	94
一、作物套作	95
二、轮作和轮养	96
三、农业生产模式的演替	97
四、退化生态系统的恢复过程	98
复习思考题	99

第四章 农业生态系统的功能——能流	100
第一节 农业生态系统的辅助能	100
一、农业的辅助能	100
二、辅助能在生态系统的作用	101
三、不同类型生态系统辅助能的特点与能量效率	102
四、高辅助能投入“石油农业”的困境	105
五、农业生态系统辅助能的合理使用	106
六、再生能源的开发利用	107
第二节 初级生产中的能流	113
一、初级生产中的能流途径和能量平衡关系	113
二、初级生产的能量效率与生产力比较	114
三、地球主要生态系统的初级生产力	116
四、初级生产力的制约和改善方向	121
第三节 次级生产的能流	122
一、次级生产的能流途径与能量平衡	122
二、次级生产在农业生态系统中的地位和作用	124
三、次级生产的能量转化效率	125
四、农业次级生产能量转化效率的影响因子和提高途径	127
复习思考题	131
第五章 农业生态系统的物流	132
第一节 水循环与节水	132
一、水循环的库存和流动特点	132
二、人类对水循环的影响和水资源危机	133
三、农业生产的水平衡	135
四、影响农业水利用效率的因素和农业节水措施	135
第二节 碳流与温室效应	137
一、碳循环的库存和流动特点	137
二、人类对碳循环的影响	138
三、温室效应及其对农业的影响	141
第三节 氮流与氮效率	144
一、氮循环的库存和流动特点	145
二、人类对氮循环的影响和氮污染	147
三、农业生产的氮平衡	150
四、提高氮素利用效率的措施	152
第四节 磷流与磷效率	154
一、磷循环的库存和流动特点	154
二、人类对磷循环的影响和磷污染	155
三、农业生产的磷平衡	159

四、提高磷素利用效率的措施	159
第五节 钾流与钾资源	161
一、钾循环的库存和流动特点	162
二、人类对钾循环的影响	163
三、农业生产的钾平衡	165
四、提高钾利用效率的措施	166
第六节 硫流与酸雨	167
一、硫循环的库存和流动特点	167
二、人类对硫循环的影响和酸雨问题	168
三、农业生产的硫平衡	171
四、酸雨的防治措施	172
第七节 污染物的流动和累积	172
一、污染物在食物链上的浓缩作用	173
二、农业生产过程产生的内源污染	173
三、工业源污染物对农业的影响	179
复习思考题	183
第六章 农业生态系统的信息流和资金流	185
第一节 农业生态系统的信息流	185
一、农业生态系统中的自然信息流	185
二、农业生态系统中的人工信息流	188
第二节 农业生态系统的资金流	189
一、资金流的基本构成	190
二、资金流与能物流的关系	190
第三节 农业生态系统的调控特点	191
一、农业生态系统调控机制的基本特点	191
二、自然调控	193
三、人工直接调控	195
四、社会间接调控	196
复习思考题	196
第七章 农业资源与区域环境	197
第一节 农业资源	197
一、农业资源的概念与分类	197
二、不可再生资源的开发、利用控制和替代	199
三、再生资源的利用、保护和增值	202
第二节 资源利用的生态经济规律	211
一、自有资源利用的生态经济规律	211
二、公共资源利用的生态经济规律	212
第三节 我国农业气候资源的区域特点和资源问题	214

目 录

一、降水的区域特点	214
二、我国的温度带	215
三、我国的农业气候区划	216
四、气候变化对农业结构的影响	220
五、我国的资源问题	221
第四节 农业生态系统的诊断与评价	223
一、农业生态系统的诊断	223
二、农业生态系统的评价	225
三、生态足迹方法在评价中的运用	229
复习思考题	232
第八章 农业发展的生态轨迹	233
第一节 生态环境对农业起源与农业文明的影响	233
一、农业起源与生态环境的关系	233
二、农业文明兴衰与生态环境的关系	235
第二节 农业发展阶段和生态农业方向	236
一、农业发展的刀耕火种阶段	236
二、农业发展的传统农业阶段	237
三、农业发展的工业化农业阶段	238
第三节 世界各国对未来农业的探索	240
一、自然农业的探索	241
二、生态农业的实践	242
三、有机农业的发展	243
四、农业与农村的可持续发展认识	244
第四节 我国的传统农业	245
一、我国传统农业的经验	245
二、传统精华为我国农业发展提供的启示	248
第五节 我国未来农业发展道路的选择	249
一、我国农业面临的挑战	249
二、我国的生态农业的选择及发展	252
三、生态农业建设的关键措施	255
复习思考题	257
第九章 生态农业建设规划	258
第一节 生态规划概述	258
一、生态规划的概念	258
二、生态规划的发展	258
第二节 生态农业建设规划概述	260
一、生态农业建设规划的概念	260
二、生态农业建设规划的基本原则	260

三、生态农业建设区域的基本特点辨识	261
第三节 生态农业建设规划的步骤与内容	262
一、生态规划的一般步骤	262
二、生态农业建设规划的主要步骤与内容	263
第四节 生态农业规划典型分析	266
一、湖南省慈利县生态农业试验示范区建设总体规划	266
二、吉林市城郊生态农业区建设规划	267
三、天津市宝坻县生态农业建设总体规划	267
复习思考题	268
第十章 生态农业的模式与技术体系	269
第一节 生态农业模式与技术体系概述	269
第二节 缓解生态制约的模式与技术体系	270
一、缓解干旱的模式与技术体系	270
二、缓解盐碱的模式与技术体系	272
三、缓解水土流失的模式与技术体系	273
四、缓解风蚀和台风危害的模式与技术体系	276
第三节 实现循环的模式与技术体系	277
一、农田内的循环模式	278
二、种养之间形成的循环模式	280
三、农业与企业间形成的循环模式	282
四、城乡间的循环模式	282
第四节 减少对化肥和农药依赖的模式与技术体系	283
一、养分供应的模式与技术体系	283
二、减少农药依赖的有害生物控制技术体系	289
第五节 减少激素和兽药依赖的模式与技术体系	295
一、畜禽生态养殖模式	295
二、减少激素和兽药依赖的技术体系	297
第六节 生态农业模式的区域特点和区域典型	300
一、模式的适用性及变化规律	300
二、各地典型的生态农业模式	305
复习思考题	312
第十一章 支撑生态农业发展的政策法规	313
第一节 农业的生态转型是社会可持续发展转型不可分割的重要部分	313
一、社会的可持续发展必然涉及农业领域	313
二、农业的生态转型依赖社会转型的支撑	314
第二节 引导生态农业发展的相关经济政策	314
一、生态环境效益的经济外部性问题	314