



面向 21 世纪 课 程 教 材

Textbook Series for 21st Century

NONG YE SHENG TAI XUE

# 农 业 生 态 学

陈 阜 主编

( 第2版 )



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

责任编辑：杨建民

封面设计：郑 川

# 农业生态学

NONG YE SHENG TAI XUE (第2版)

ISBN 978-7-5655-0338-2



9 787565 503382 >

定价：32.00 元



面向 21 世纪 课 程 教 材

Textbook Series for 21st Century

NONG YE SHENG TAI XUE

# 农 业 生 态 学

陈 阜 ①主编

( 第2版 )



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

## 内 容 简 介

本书主要介绍了农业生态系统,生物种群,生物群落,生物与环境的关系,农业生态系统能量流动,农业生态系统的物质循环,农业生态系统的调控与优化设计,农业资源利用与生态环境保护,生态农业与循环农业等内容。

本次修订一是充实和更新了相关内容,包括农业生态学进展与趋势、典型农业生态系统与生态系统服务价值、气候变化应对与循环农业、农业外来生物入侵等,并更新了书中的相关数据资料;二是调整部分内容与增补典型案例,删除一些过时或不重要的内容,并尽可能对各部分内容用更多的实例和图示来表达,以满足教学改革需求。

该书内容翔实,图文并茂。适合高等农业院校、科研院所教学用书和研究生考试参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

农业生态学/陈阜主编. —2版. —北京:中国农业大学出版社,2011.8  
ISBN 978-7-5655-0338-2

I. ①农… II. ①陈… III. ①农业生态学 - 高等学校 - 教材 IV. ①S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 129581 号

书 名 农业生态学

作 者 陈 阜 主编

策划编辑 高 欣 张秀环

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2011 年 8 月第 2 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 21 印张 385 千字

印 数 1~5 000

定 价 32.00 元

责任编辑 杨建民

责任校对 王晓凤 陈 莹

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail [cbsszs@cau.edu.cn](mailto:cbsszs@cau.edu.cn)

图书如有质量问题本社发行部负责调换

## 第2版编写人员

- 主 编** 陈 阜(中国农业大学)
- 副主编** 马新明(河南农业大学)
- 李 军(西北农林科技大学)
- 编 者** 陈 阜(中国农业大学)
- 马新明(河南农业大学)
- 李 军(西北农林科技大学)
- 李增嘉(山东农业大学)
- 吴宏亮(宁夏大学)
- 刘玉华(河北农业大学)
- 柴 强(甘肃农业大学)
- 刘景辉(内蒙古农业大学)
- 王龙昌(西南大学)
- 宇振荣(中国农业大学)
- 张海林(中国农业大学)

## 第 1 版编写人员

主 编 陈 阜(中国农业大学)  
副主编 马新明(河南农业大学)  
李 军(西北农林科技大学)  
编 者 陈 阜(中国农业大学)  
李增嘉(山东农业大学)  
李 军(西北农林科技大学)  
马新明(河南农业大学)  
许 强(宁夏农学院)  
刘玉华(河北农业大学)  
宇振荣(中国农业大学)  
刘景辉(内蒙古农业大学)  
曹志平(中国农业大学)  
韩宝平(北京农学院)  
张海林(中国农业大学)

## 第 2 版前言

进入 21 世纪,气候变暖、粮食安全、资源生态安全等再次成为全球关注的热点问题,农业生态学的研究领域得到不断拓展和深入,农业生态学课程建设与学科发展也得到相应重视。各农业院校及部分综合性大学纷纷开设农业生态学课程,多数院校已建立了农业生态学硕士点及生态学博士点,使农业生态学发展进入了一个新的发展阶段。在课程体系建设上,农业生态学逐步成为植物生产、资源环境、农业区域发展等多类专业的专业基础课,已有 10 多个院校的农业生态学被批准为国家和省级精品课程;在课程内容上,农业生产对全球气候变化的适应策略、农业面源污染防治、农业清洁生产与循环农业等,开始成为农业生态学新的领域;在理论与方法上,农业生态学不断吸纳现代生物学科、现代信息学科、现代工程学科的先进理论和技术;在研究层次上,农业生态学研究在宏观与微观尺度上将不断延伸,将从传统区域农业生态系统和农田生态系统的结构和功能分析等研究不断向农业碳汇碳源平衡与肥、水、药投入效率及其环境效应、农田污染途径与机制等领域深入。

2001 年,由中国农业大学牵头,组织西北农林科技大学、河南农业大学、山东农业大学、河北农业大学、内蒙古农业大学、宁夏大学、北京农学院 8 所高校的农业生态学主讲教师按照教育部面向 21 世纪本科教材的编写要求撰写并由中国农业大学出版社出版了《农业生态学》一书。该教材的突出特点是坚持基础性、通用性和教学实用性,兼顾普通生态学基本理论、方法与农业生态学原理、技术,同时尽可能反映目前农业生态学领域一些新进展。该教材出版后受到相关院校和师生的广泛欢迎,已经重印了 4 次,总印数达到 2.5 万册。据我们不完全统计,全国有近 50 家高等院校、科研院所把该教材作为指定教学用书和研究生考试参考书,还被 10 多个省、市、自治区作为自学考试农业生态学课程的指定教材。

2010 年,鉴于本教材已经使用近 10 年,而且此期间农业生态学的研究领域和课程内容也有了明显变化,在广泛征求本书用户及相关编写人员意见基础上,决定对原教材进行修订,编写新版农业生态学。本次修编的重点有 3 个方面。一是充实和更新相关内容,包括农业生态学进展与趋势、典型农业生态系统与生态系统服务价值、气候变化应对与循环农业、农业外来生物入侵等内容,并更新了书中的相关数据资料;二是调整部分内容与增补典型案例,按照对农业生态学框架的重新认识调整了部分章节内容,删除一些过时或不重要的内容,并尽可能对各部分内容用

更多的实例和图示来表达,以满足教学改革需求;三是再次充实和调整编写人员队伍,本次修订新增了西南大学和甘肃农业大学 2 位教授。

第 2 版的《农业生态学》仍有 10 章。其中,第一章为绪言,由陈阜(中国农业大学教授)编写;第二章为农业生态系统,由李军(西北农林科技大学教授)编写;第三章为生物种群,由马新明(河南农业大学教授)编写;第四章为生物群落,由李增嘉(山东农业大学教授)编写;第五章为生物与环境的关系,由刘玉华(河北农业大学教授)、马新明(河南农业大学教授)编写;第六章为农业生态系统的能量流动,由吴宏亮(宁夏大学副教授)、许强(宁夏大学教授)编写;第七章为农业生态系统的物质循环,由王龙昌(西南大学教授)和宇振荣(中国农业大学教授)编写;第八章为农业生态系统的调控与优化设计,由柴强(甘肃农业大学教授)编写;第九章为农业资源利用与环境保护,由刘景辉(内蒙古农业大学教授)、张海林(中国农业大学副教授)编写;第十章为生态农业与循环农业,由陈阜(中国农业大学教授)、张海林(中国农业大学副教授)编写。全书由陈阜、马新明、李军进行统稿和修改。

感谢中国农业大学出版社对本书编写的大力支持和帮助,本次新版教材是在他们的鼓励和督促下完成的。感谢本书使用单位及学员提出的宝贵意见和建议,使本书的修编能够更加有针对性。尽管编写人员历时近一年,做了很大努力,但由于水平所限,错误及疏漏之处在所难免,希望使用本教材的师生和读者给予批评、指正。

陈 阜

2011 年 4 月

# 第 1 版前言

从 20 世纪 70 年代末在我国开始开设农业生态学课程,到现在已经 20 多年了。农业生态学作为一门课程或学科,20 多年来在我国走过了由小到大、由简单到复杂、由个别院校和个别专业开设到全部农科院校各专业普遍开设的发展壮大过程。农业生态学的发展首先与全球性的资源和生态环境问题日趋严重的大背景有关。首先,人口持续增长和对产品需求的持续提高,使农业生产和经济发展对资源与环境压力不断加大,如何协调经济发展与生态环境保护的矛盾,已成为可持续发展的焦点问题。其次,对农业生态相关领域的研究与实践的不断深入,使农业生态学从内容、方法及理论与技术等多方面不断丰富和充实。第三,作为一门课程,农业生态学越来越受到广泛重视,绝大多数农业院校已将农业生态学列为各专业的公共选修课或必修课,有些院校还设立了农业生态专业或专业方向。可见,农业生态学的发展在我国得到了前所未有的重视和优越环境,并为其进一步发展提供了良好的基础。

近 20 年已陆续出版了数十部农业生态学方面的专著与教材,对促进学科发展起到了积极作用。这些专著或教材各有特点,但作为教材的局限性也明显,在实际课程教学过程中明显感到较难把握。这有 3 个主要原因。一是农业生态学是生态学应用于农业领域的一个分支学科,同时也属于农业科学的一个分支,本身涉及范围广、内容多,与其他学科的交叉性强,造成在课程体系把握上比较困难。二是农业生态学总体上还处于发展时期,随着相关的研究与实践不断丰富与深入,新的东西大量涌现,在课程教学中体现这些新进展的随意性很强。三是农业生态学课程一般只有 40 学时左右,讲授的内容和时间都有限,如何既体现作为生态学分支学科的基本理论和方法又反映其作为农业科学分支的应用和实践,确实面临较多矛盾。因此,编写一本适合当前农业院校本科教学的实用教材,一直是我们多年来的心愿。

为配合国家教育部教学改革项目“高等农林院校植物生产类专业人才培养方案及教学内容和课程体系改革的研究与实践”的实施,1998 年由中国农业大学牵头,组织华北地区的山东农业大学、河南农业大学、莱阳农学院、北京农学院等几个院校农业生态学主讲教师,经过近 2 年时间的集体讨论和分工编写,形成一本《农业生态学教程》,由气象出版社出版发行。该教材的突出特点,一是基础性,力求把生态学及农业生态学的基本概念和基本理论方法介绍出来,满足农科各类专业本

科学生学习的需要;二是实用性,按照本课程教学任务要求和学时安排,在教学内容上进行适当精简和提炼。《农业生态学教程》经 10 余个院校试用,反映良好,基本评价是“简单、实用”。气象出版社 2 次印刷的 6 000 余册,2 年多全部发行完。这种效果给了我们极大的鼓励 and 信心,促使我们以该教材为基础进行修改,并作为教改项目成果申请了国家教育部“面向 21 世纪课程教材”,是教育部《面向 21 世纪高等农林院校生物系列课程教学内容课程体系改革》(04-20)项目成果的研究实践。

本次教材编写,在充分考虑了各院校反馈的意见和建议的同时,又邀请了西北农林科技大学、宁夏农学院、河北农业大学、内蒙古农业大学等院校的农业生态学主讲教师参加。按照面向 21 世纪教材编写要求,坚持突出基础性、通用性和教学实用性,兼顾普通生态学基本理论、方法与农业生态学原理、技术,同时尽可能反映目前农业生态学领域一些新进展,使其既可作为植物生产类专业和资源环境类专业的专业基础课教材,又可作为农科院校其他专业的公共选修课教材。

本书共分 10 章。其中,第一章为绪言,由陈阜(中国农业大学)编写;第二章农业生态系统,由李军(西北农林科技大学)编写;第三章生物种群,由马新明(河南农业大学)编写;第四章生物群落,由李增嘉(山东农业大学)编写;第五章生物与环境的关系,由刘玉华(河北农业大学)编写;第六章农业生态系统能量流动,由许强(宁夏农学院)编写;第七章农业生态系统的物质循环,由宇振荣(中国农业大学)编写;第八章农业生态系统的调控与优化设计,由曹志平、陈阜、张海林(中国农业大学)编写;第九章农业资源利用与农业生态环境保护,由刘景辉(内蒙古农业大学)、韩保平(北京农学院)编写;第十章生态农业与持续农业,由陈阜、张海林(中国农业大学)编写。全书由陈阜、马新明、李军进行统稿和修改,陈阜最后定稿。

在本教材的编写过程中得到了我们所在院校农业生态学和耕作学几位前辈的支持和帮助,并得到中国农业大学出版社的大力支持。由于编写者水平所限,错误及疏漏之处在所难免,希望使用本教材的师生和读者给予批评、指正。

编 者

2001 年 6 月 30 日

# 目 录

|                 |      |
|-----------------|------|
| 第一章 绪论          | (1)  |
| 第一节 生态学及其发展     | (2)  |
| 一、生态学的概念        | (2)  |
| 二、生态学的主要发展阶段    | (3)  |
| 三、生态学分支学科       | (4)  |
| 第二节 农业生态学及其发展   | (5)  |
| 一、农业生态学的产生      | (5)  |
| 二、农业生态学的发展      | (5)  |
| 三、农业生态学的趋势展望    | (7)  |
| 第三节 农业生态学的内容与任务 | (7)  |
| 一、农业生态学的内容      | (7)  |
| 二、农业生态学的特点      | (9)  |
| 三、农业生态学的任务      | (10) |
| 思考题             | (10) |
| 参考文献            | (10) |
| 第二章 农业生态系统      | (12) |
| 第一节 生态系统概述      | (14) |
| 一、系统的概念与基本特征    | (14) |
| 二、生态系统的概念       | (16) |
| 三、生态系统的组成       | (17) |
| 四、生态系统的结构       | (20) |
| 五、生态系统的功能       | (20) |
| 六、生态系统的主要类型     | (21) |
| 第二节 农业生态系统      | (24) |
| 一、农业生态系统的概念     | (24) |
| 二、农业生态系统的组成     | (24) |
| 三、农业生态系统的基本结构   | (26) |
| 四、农业生态系统的基本功能   | (27) |

|                    |      |
|--------------------|------|
| 五、农业生态系统与自然生态系统的比较 | (28) |
| 第三节 典型农业生态系统简介     | (33) |
| 一、农田生态系统           | (33) |
| 二、草地生态系统           | (37) |
| 三、湿地生态系统           | (39) |
| 第四节 农业生态系统服务功能与价值  | (41) |
| 一、生态系统服务功能的内涵      | (41) |
| 二、生态系统服务功能的价值评估    | (43) |
| 三、农业生态系统服务功能及其价值评估 | (47) |
| 思考题                | (49) |
| 参考文献               | (50) |
| 第三章 生物种群           | (52) |
| 第一节 种群的概念与特征       | (53) |
| 一、种群的概念            | (53) |
| 二、种群的基本特征          | (53) |
| 第二节 种群的增长模型        | (60) |
| 一、与密度无关的种群增长模型     | (60) |
| 二、与密度有关的种群增长模型     | (62) |
| 第三节 种群的数量波动与调节     | (64) |
| 一、种群的数量动态          | (64) |
| 二、种群的空间动态          | (69) |
| 三、种群波动的原因          | (71) |
| 四、种群波动的调节          | (72) |
| 五、种群的进化与生态对策       | (76) |
| 第四节 种群间的相互关系       | (77) |
| 一、种群关系的基本类型        | (77) |
| 二、正相互作用            | (78) |
| 三、负相互作用            | (80) |
| 四、种群间相互关系在农业中的应用   | (83) |
| 思考题                | (84) |
| 参考文献               | (85) |
| 第四章 生物群落           | (86) |
| 第一节 生物群落的概念与特征     | (87) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 一、生物群落的概念          | (87)  |
| 二、生物群落的基本特征        | (88)  |
| 三、群落的种类组成及其数量特征    | (89)  |
| 第二节 生物群落的结构        | (94)  |
| 一、生物群落的垂直结构        | (94)  |
| 二、群落的水平结构          | (97)  |
| 三、群落的时间结构          | (98)  |
| 四、环境梯度与群落分布        | (99)  |
| 五、群落的交错区与边缘效应      | (101) |
| 第三节 生物群落中的生态位      | (102) |
| 一、生态位的概念           | (102) |
| 二、生态位理论            | (103) |
| 三、生态位理论的应用         | (105) |
| 第四节 群落的演替          | (106) |
| 一、群落演替的概念与原因       | (106) |
| 二、原生演替、次生演替和顶极群落   | (108) |
| 三、演替过程中生物群落结构及功能变化 | (114) |
| 四、控制演替的几种主要因素      | (116) |
| 五、顶极群落理论在农业生产中的应用  | (119) |
| 思考题                | (120) |
| 参考文献               | (120) |
| 第五章 生物与环境关系        | (122) |
| 第一节 生物的生态作用        | (124) |
| 一、土壤生物的生态作用        | (124) |
| 二、森林的生态作用          | (125) |
| 三、淡水生物的生态作用        | (127) |
| 四、草原、草山生物的生态效应     | (127) |
| 五、农田生物的生态效应        | (128) |
| 六、生物因素作用的一般特征      | (129) |
| 第二节 环境因子的生态作用      | (130) |
| 一、光的生态作用           | (130) |
| 二、温度的节律性变化和生态作用    | (132) |
| 三、水的分布和生态作用        | (134) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 四、土壤的生态作用 .....              | (135) |
| 五、生态因子作用的一般特征 .....          | (138) |
| 第三节 生物的生态适应性 .....           | (139) |
| 一、生态适应性的基本原理 .....           | (139) |
| 二、生物的生态适应性 .....             | (141) |
| 第四节 生态平衡 .....               | (146) |
| 一、生态平衡的特征 .....              | (146) |
| 二、生态平衡失调 .....               | (148) |
| 三、保持生态平衡的途径 .....            | (149) |
| 思考题 .....                    | (151) |
| 参考文献 .....                   | (151) |
| <b>第六章 农业生态系统的能量流动</b> ..... | (152) |
| 第一节 农业生态系统能量流动的途径 .....      | (153) |
| 一、农业生态系统能量的来源 .....          | (153) |
| 二、食物链与食物网 .....              | (154) |
| 三、农业生态系统能量流动的路径 .....        | (157) |
| 第二节 能量流动与转化的基本定律 .....       | (159) |
| 一、热力学第一定律——能量守恒定律 .....      | (159) |
| 二、热力学第二定律——能量衰变定律 .....      | (159) |
| 三、熵与耗散结构 .....               | (160) |
| 四、生态金字塔 .....                | (160) |
| 五、林德曼效率与生态效率定律 .....         | (162) |
| 第三节 农业生态系统的能量生产 .....        | (163) |
| 一、初级生产 .....                 | (163) |
| 二、次级生产 .....                 | (167) |
| 第四节 农业生态系统的辅助能 .....         | (170) |
| 一、人工辅助能投入对农业生产力的影响 .....     | (171) |
| 二、人工辅助能的投入产出效率 .....         | (172) |
| 三、生态系统的能量流动分析 .....          | (175) |
| 四、生态系统能值分析 .....             | (177) |
| 五、农业生态系统能量流动的调控途径 .....      | (183) |
| 思考题 .....                    | (184) |
| 参考文献 .....                   | (184) |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| <b>第七章 农业生态系统的物质循环</b> .....     | (185) |
| <b>第一节 物质循环基本规律</b> .....        | (187) |
| 一、物质循环的基本概念和类型 .....             | (187) |
| 二、物质循环的库与流 .....                 | (189) |
| 三、物质循环的特征 .....                  | (190) |
| 四、生态系统内能量流与物质流的关系 .....          | (191) |
| 五、物质循环的调节 .....                  | (191) |
| <b>第二节 几种主要物质的生物地球化学循环</b> ..... | (192) |
| 一、碳循环 .....                      | (192) |
| 二、水循环 .....                      | (196) |
| 三、氮循环 .....                      | (199) |
| 四、磷循环 .....                      | (201) |
| 五、钾循环 .....                      | (203) |
| <b>第三节 农业生态系统中的养分循环与平衡</b> ..... | (204) |
| 一、农业生态系统中养分循环的一般模式 .....         | (204) |
| 二、农业生态系统中养分循环及特征 .....           | (206) |
| 三、有机质与农田养分循环 .....               | (207) |
| 四、保持农田生态系统养分循环平衡的途径 .....        | (209) |
| <b>第四节 物质循环中的农业环境污染</b> .....    | (210) |
| 一、农业面源污染 .....                   | (210) |
| 二、化肥施用对环境的污染 .....               | (210) |
| 三、农药施用对环境的污染 .....               | (213) |
| 四、农牧生产废弃物对环境的污染 .....            | (215) |
| <b>思考题</b> .....                 | (217) |
| <b>参考文献</b> .....                | (218) |
| <b>第八章 农业生态系统的调控与优化设计</b> .....  | (219) |
| <b>第一节 农业生态系统的调控机制</b> .....     | (220) |
| 一、自然调控机制 .....                   | (220) |
| 二、人工调控机制 .....                   | (224) |
| <b>第二节 农业生态系统的分析与诊断</b> .....    | (229) |
| 一、系统分析 .....                     | (229) |
| 二、系统诊断 .....                     | (230) |
| 三、生态系统健康评估 .....                 | (238) |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第三节 农业生态系统的优化设计        | (242) |
| 一、农业生态系统优化设计的原理与方法     | (243) |
| 二、农业生态系统优化设计的典型实例      | (245) |
| 思考题                    | (250) |
| 参考文献                   | (250) |
| <b>第九章 农业资源利用与环境保护</b> | (251) |
| 第一节 农业资源的分类与特性         | (253) |
| 一、农业资源的分类              | (253) |
| 二、农业资源的特性及合理利用         | (255) |
| 第二节 我国农业资源状况与合理利用      | (258) |
| 一、我国农业自然资源状况           | (258) |
| 二、我国农业的主要社会资源状况        | (262) |
| 第三节 全球生态环境问题与农业节能减排    | (263) |
| 一、全球生态环境问题             | (263) |
| 二、气候变化应对与农业节能减排        | (266) |
| 第四节 我国的资源环境问题及保护       | (268) |
| 一、中国资源与环境的主要问题         | (268) |
| 二、农业环境污染及保护            | (270) |
| 三、外来生物入侵及其防治           | (276) |
| 第五节 生态系统恢复与重建          | (278) |
| 一、恢复生态学的概念及发展          | (278) |
| 二、受损生态系统的恢复与重建的内容和目标   | (279) |
| 三、生态恢复与重建的技术           | (283) |
| 思考题                    | (284) |
| 参考文献                   | (284) |
| <b>第十章 生态农业与循环农业</b>   | (286) |
| 第一节 生态农业与循环农业的产生与发展    | (288) |
| 一、现代常规农业的负效应           | (289) |
| 二、国外“替代农业”兴起           | (292) |
| 三、中国生态农业               | (295) |
| 四、循环农业                 | (296) |
| 第二节 生态农业原理及技术模式        | (300) |
| 一、生态农业的基本原理            | (300) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 二、生态农业技术 .....        | (302) |
| 三、生态农业典型模式 .....      | (305) |
| 第三节 循环农业原理与技术模式 ..... | (308) |
| 一、循环农业的原理 .....       | (308) |
| 二、循环农业的关键技术 .....     | (309) |
| 三、循环农业的典型模式 .....     | (311) |
| 思考题 .....             | (313) |
| 参考文献 .....            | (313) |
| 附录 .....              | (315) |