

# 农业生态学

(第2版)

陈 阜 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

## 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(2017.12重印)  
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 张秀环

责任编辑 杨建民

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

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

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818526,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

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

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 2017 年 12 月第 9 次印刷

规 格 787×980 16 开本 21 印张 385 千字

定 价 39.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

# 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都很有限,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和信心，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

## 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

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	(1)
<b>第一节 生态学及其发展</b> .....	(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)
<b>第二节 农业生态学及其发展</b> .....	(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)
<b>第三节 农业生态学的内容与任务</b> .....	(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)
<b>第二章 农业生态系统</b> .....	(12)
<b>第一节 生态系统概述</b> .....	(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)
<b>第二节 农业生态系统</b> .....	(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)
<b>第三章 生物种群</b> ·····	(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)
<b>第四章 生物群落</b> ·····	(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)
<b>第五章 生物与环境关系·····</b>	<b>(122)</b>
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>	<b>(251)</b>
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>	<b>(286)</b>
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)

# 第一章 绪 论

## 本章提要

### • 概念与术语

生态学(ecology)、农业生态学(agroecology)、农业生态系统(agroecosystem)。

### • 基本内容

1. 生态学的概念、研究内容及发展阶段。
2. 生态学的分支。
3. 农业生态学的产生、含义与发展。
4. 农业生态学研究的内容、特点与任务。

### • 重要问题

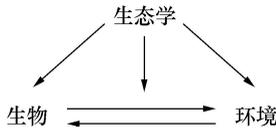
1. 生态学与农业生态学的含义和研究内容。
2. 农业生态学的特点。

农业生态学(agroecology)是运用生态学(ecology)的原理及系统论的方法,研究农业生物与其自然和社会环境的相互关系的应用性科学。农业生态学是生态学在农业领域应用的一个分支学科,主要研究由农业生物与其环境构成的农业生态系统的结构、功能及其调控和管理的途径等。学习农业生态学的目的和意义一方面要了解有关生态学的一般知识及理论与方法,另一方面要运用农业生态学的原理和方法分析农业生态系统的资源生态问题与系统优化途径。

## 第一节 生态学及其发展

### 一、生态学的概念

生态学(ecology)一词源于希腊文“oikos”(原意为房子、住处)和“logos”(原意为学科或讨论),1865年,Reiter(勒特)将2个词合并构成oikologie(生态学)一词。1866年,德国生物学家H. Haeckel(海克尔)在其著作《有机体的普通形态学》中第一次正式提出生态学的概念,并将生态学定义为:生态学是研究生物与其环境相互关系的科学。此后,又有许多的生态学家对生态学的含义及概念进行了探讨,但所提出的定义未超过海克尔定义的范围。1896年,Clarke(克拉克)曾用图解说明了生态学的概念:



著名生态学家 E. P. Odum(奥德姆)(1971)在其所著的《生态学基础》(Fundamentals of Ecology)一书中,认为生态学是研究生态系统的结构和功能的科学,具体内容应包括:

- ①一定区域内生物的种类、数量、生物量、生活史及空间分布。
- ②该区域营养物质和水等非生命物质的质量和分布。
- ③各种环境因素如温度、湿度、光、土壤等对生物的影响。
- ④生态系统中的能量流动和物质循环。
- ⑤环境对生物的和生物对环境的调节。

## 二、生态学的主要发展阶段

### (一) 生态学的形成

关于生物与环境的关系,自有人类历史以来就注意到了,在我国古农书中有所体现,在古希腊的一些著作中也能发现。如我国战国时代的《管子·地圆篇》详细介绍了植物分布与水文土质环境的生态关系。古希腊的 Hippocrates(海波诺提斯)不但注意到气候、土壤与植被生长及病害的关系,同时也注意到了不同地区植物群落的差异,其《空气、水、场地》被认为是生态学的较早文献。但对促进生态学产生影响较大的则是 19 世纪以来的一些著作。1803 年, Malthus(马尔萨斯)在《人口论》中不仅研究了生物繁殖与食物的关系,而且特别分析了人口增长与食物生产的关系。1807 年,德国学者 A. Humblodt(洪德堡)将南美洲热带和温带地区的植物及其生存环境的多年考察结果写成《植物地理学》,分析了植物分布与环境条件的关系。1859 年, Darwin(达尔文)出版了著名的《物种起源》,提出生物进化论,对生物与环境的关系作了深入探讨。1866 年,德国学者 Heackel(赫克尔)提出生态学定义,标志着生态学的诞生。此后,诸多科学家通过研究对生态学形成做了很大贡献,到 19 世纪末,生态学已正式成为一门独立的学科。

### (二) 生态学的发展

生态学形成初期,以研究动、植物个体生态现象为主,主要探讨生物体对其生存环境的各种外界因素的适应能力及其生理功能、形态结构特点等;以后发展到种群生态研究,如生物物种的分布及其与环境的关系、生物物种进化及其与环境变化的关系。再进一步开始关注生物群落的生态现象,如一个特定区域中各种生物种群分布的多样性及其相互间的关系、群落发展变化的特点与规律等。生态学研究逐步由个体生态、种群与群落生态的研究最终走向生态系统的研究,到 20 世纪 30 年代后期,生态学的发展更为迅速,有关生态学研究的论文及著作不断涌现。其中对生态学发展有突出影响的如下:

①生态系统概念的提出。1935 年,英国生态学家坦斯列(A. G. Tansley)首次提出生态系统(ecosystem)的概念,把生物有机体与其环境看成是一个整体,提出生态系统是特定区域内相互作用的全部生物与无机环境的综合体。自此,生态学开始进入生态系统生态学阶段,也标志着生态学已进入以研究生态系统为中心的近代生态学发展阶段。

②生态系统“食物链”的提出。1942 年,美国生态学家 R. L. Lindeman(林德

曼)通过对美国 CedazBog 湖泊生物量转移的定量研究,发表了“一个老年湖泊的食物链动态”一文,指出生物量随食物链转移的规律,并提出著名的“食物链”和“生态金字塔”理论,为生态系统研究奠定了基础。此后,美国生态学家 E. P. Odum (奥德姆)对生态系统能量流动和物质循环做了大量研究,并综合已有研究成果,出版了《生态学基础》一书,进一步确立了生态系统生态学,使生态学研究领域更为广泛。

③系统论及计算机信息技术的运用。系统论是 20 世纪 30 年代由贝塔朗菲(L. V. Bertalanffy)提出的。20 世纪 40 年代末,美国科学家香农(C. E. Shemnon)创立研究系统组分之间各种信息过程的信息论;20 世纪 60 年代计算机技术得到运用,这样使复杂生态系统研究在理论、方法及工具上日趋完善,为系统分析方法在生态学的运用奠定了基础,使生态学研究进入定量、控制和应用发展阶段。

④生态工程原理及技术应用。生态工程(ecology engineering)概念是 20 世纪 60 年代以来由美国生态学家 E. P. Odum(奥德姆)和我国生态学家马世骏教授分别提出的,尤其是马世骏教授根据中国大量生态工程实践,归纳出“整体、协调、再生、循环”的生态工程原理,提出以生态学特别是生态控制论为基础,应用多学科交叉综合,对社会—经济—自然复合生态系统进行调控和优化,使生态学的原理与技术应用更加广泛和实效。

⑤生态系统服务功能与价值评估。1970 年,联合国大学(United Nations University)在发表的《人类对全球环境的影响报告》中首次提出生态系统服务功能的概念,其后有大批学者开展相关研究。Costanza 等(1997)关于全球生态系统服务与自然资源价值估算的研究是该领域的标志性成果,使生态系统服务价值及其评估在国际上得到广泛关注,并成为现代生态学研究热点问题。

### 三、生态学分支学科

生态学的综合性很强,随着生物与环境系统研究领域不断拓宽,研究工作不断深入,其分支学科也愈来愈多,并且已广泛地渗透到自然及社会科学的各个领域。生态学按其性质一般分为理论生态学和应用生态学两大类。

理论生态学中以普通生态学(general ecology)概括性最强。理论生态学介绍生态学的一般原理和方法,包括个体生态、种群生态、群落生态和生态系统等层次。理论生态学按研究对象的生物类别划分为:动物生态学(animal ecology)、植物生态学(plant ecology)、微生物生态学(microbial ecology)、昆虫生态学(ecology of insents)等;按生物的栖息环境分为:陆地生态学(terestial ecdogy)、海洋生态学(marine ecology)、森林生态学(forest ecology)、草原生态学(grassland e-

cology)、太空生态学(space ecology)等。近些年,由生态学与地理学结合的景观生态学也发展较快,其主要研究内容是景观范围内的若干生态系统之间的相互关系和管理。

应用生态学包括的门类更多,如污染生态学(pollution ecology)、农业生态学、自然资源生态学(ecology of natural resources)、人类生态学(human ecology)、城市生态学(city ecology)以及新型的数学生态学(mathematical ecology)、化学生态学(chemical ecology)等。

## 第二节 农业生态学及其发展

### 一、农业生态学的产生

农业生产的实质就是利用生物与资源环境形成人类所需农产品的过程,离开了生物就谈不上农业,而光、热、水、气等气候和土壤等环境因素,则是生物赖以生存的自然环境。由此可见,农业本身就是利用、调节生物与环境关系的一个生态过程。对于这种生态关系,实际上从农业生产开始之时就已被重视了。在古代农业、近代农业的各种农书中,都有不同层次和角度的阐述与记载,在作物栽培及畜禽养殖相关的各类学科中,都是从各个方面对农业生物与环境关系进行分析和调节出发的,如作物栽培与耕作学、土壤与肥科学、园艺学、动物饲养学等。

随着生态学理论与方法的不断成熟和完善,尤其是生态系统理论的提出,使生态学在农业领域的运用更为普遍和深入。有意识地运用生态学基本理论及系统生态学的方法研究农业问题,逐步得到深入和发展,因此,生态学在农业领域的分支——农业生态学在进入 20 世纪以来不断受到重视而渐渐形成一门独立的学科。1929 年,意大利的 G. Azzi(阿兹齐)教授在大学正式开设、讲授农业生态学课程,并于 1956 年正式出版了《农业生态学》一书。进入 20 世纪 70 年代后,已有大量的农业生态学专著及教材问世,世界各国逐渐把农业生态学作为一个重要的专业方向或一门学科来进行研究。

### 二、农业生态学的发展

早期的农业生态学明显带有农学学科的痕迹,其研究的重点集中在农作物与

农田土壤、气候、杂草的相互关系以及影响作物分布和生态适应能力等方面,多数仍局限于个体生态学或作物生态学的研究范畴。例如,在 20 世纪 20~30 年代所开展的农业生态学研究,基本上都是从分析农作物与生态环境的相互关系及调节途径出发的,并没有从系统生态的角度去探讨,尤其对农业生态系统中的一些整体关系及规律缺乏研究,所以并没有引起农学界及生态学界的普遍重视。G. Azzi (阿兹齐)的《农业生态学》一书,重点阐述的仍是作物生态学的一些内容,他将农业生态学定义为研究环境、气候和土壤与农作物遗传、发育及产量与质量关系的科学。可见,当时的农业生态学仍停留在个体生态、种群生态及群落生态上。

进入 20 世纪 70 年代后,以研究农业生态系统为重点的农业生态学开始发展,对生态系统的物质循环、能量流动及系统分析的理论与方法不断被采用,并注意研究系统整体内组分之间的相互关系,使农业生态学研究领域和层次拓宽,生态系统水平的农业生态学逐步建立起来了。日本学者小田桂三郎的《农田生态学》、美国生态学家 G. W. Cox(柯克斯)等的《农业生态学》及 R. Lowrance 主编的《农业生态系统》等,都把研究重点从个别作物的生理生态、种群生态及群落生态问题,扩展到农田生态系统和农业生产系统的生产力、资源利用潜力、能量和养分的流动与转化及农业生产的各种生态问题等。目前,随着农业生产水平的不断提高,农业生态学研究范畴和对象已不再是单纯的自然环境与生物关系,而已发展到重视社会、经济、技术因素的影响。

中国从 20 世纪 70 年代后期,生态问题得到重视,作为研究农业生态系统的农业生态学借机得到重视和发展。1981 年召开了全国农业生态学研讨会,随后又多次召开了有关农业生态的全国性学术讨论会,对农业生态学的理论、内容体系等进行了研讨。1983 年正式确定在农业院校开设农业生态学,并在 1986 年由国家教委将农业生态学列为农学专业的主要课程,同时在部分农业院校开始试办农业生态专业。

20 世纪 90 年代以来,保护资源与环境,促进可持续发展成为全球性社会经济发展的主题。农业生态学及生态农业建设受到前所未有的重视,农业生态的理论研究与实践应用得到快速发展。各农业院校及部分综合性大学纷纷开设农业生态学课程,部分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。

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。围绕农业生产对全球气候变化的生态响应与适应策略、农业面源污染防治与农产品产地环境安全、农业清洁生产与循环农业发展、外来生物入侵及其控制等方面的研究,开始成为农业生态学研

究的新的重点和任务。

### 三、农业生态学的趋势展望

气候变化、环境退化、资源短缺、粮食安全等全球性生态问题日趋严重,已引起国际社会的高度重视,对农业生态学科的发展提出了新的要求和挑战,同时也提供了新的发展机遇;尤其在应对气候变化与发展低碳经济、保障粮食安全与农产品质量安全、提高农业资源利用效率与控制农业面源污染等领域,农业生态学相关理论与技术将发挥重要作用。我国开始进入工业化、城镇化深入发展与农业现代化同步推进的战略机遇期,协调社会经济发展与资源生态矛盾的任务更加艰巨,农业生态学的地位和作用将更加突出。

随着现代生态学、信息学及工程理论与方法的不断创新和发展,农业生态学的理论和技术将得到不断充实和提高,研究领域和内容将不断拓展和深入,在农业生产管理与环境资源利用方面发挥的作用日益显著。在研究层次上,农业生态学研究在宏观与微观上将不断延伸,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,不断地向农业碳汇碳源平衡与肥、水、药投入效率及其环境效应以及农田污染途径与机制等研究领域深入,并在区域农业资源与生态安全、农田生态健康、农产品质量安全等方面发挥重要作用。在研究方法上,充分吸纳现代生物学科和现代信息学科的先进理论、技术和研究手段,在模型构建、“3S”空间分析、定位监测、工程规划设计等方面得到快速发展,进一步推进农业生态研究从定性向定量、从宏观向微观、从模式化向工程化方向发展,显著提高农业生态学整体研究能力和水平。同时,学科交叉与融合将进一步加强,生命科学、环境科学、经济学、管理科学、信息学等相关理论与技术的密切结合将进一步拓展农业生态学研究领域。

## 第三节 农业生态学的内容与任务

### 一、农业生态学的内容

农业生态学的研究对象主要是农业生态系统,即研究农业生物之间、环境之间及生物与环境之间的相互关系及调控途径。利用生态学及系统学的理论与方法对

农业系统各组成成分及其相互关系进行研究,以提高其整体生产力和效益。

简而言之,农业生态学的主要内容包括农业生态系统的组成、结构、功能及其调控的原理和技术途径。

## **(一) 农业生态系统的组分与结构**

农业生态系统的组分包括农业生物组分(农作物、畜禽等)、环境组分(自然环境与社会经济环境)。农业生态系统的结构包括农业生态系统的层次结构(如不同生产层次结构的相互关系)、农业生态系统的空间结构(如在自然与社会经济条件影响下的地域分布特点、水平及垂直上的结构配置)、农业生态系统的时间结构(如系统的演化规律、随时间的变化趋势等)、农业生态系统的营养结构(如农业生态系统中的食物营养关系、食物链等)。

## **(二) 农业生态系统的能量流动及物质循环**

农业生态系统的能量流动及物质循环包括农业生态系统中各组分之间的能量流动和物质流动、转化途径与物质和能量转化利用的效率与效益以及伴随物质流动、能量流动转化过程的信息传道和价值转移的途径及规律等内容。

## **(三) 农业生态系统的生产力**

农业生态系统的生产力包括农业生态系统的初级生产力(植物性生产)和次级生产力(动物性生产)以及协调各级生产和提高农业系统总体生产力的途径与调控措施等内容。

## **(四) 农业生态系统的人工调控与优化**

农业生态系统的人工调控与优化的内容包括对农业生态系统调控机制的分析、利用生态工程技术对农业系统进行人工调节和优化、生态农业建设的原理与技术等。

## **(五) 农业生态系统的服务功能及其价值评估**

农业生态系统的服务功能及其价值评估包括 3 个方面:一是农业生态系统以直接产品服务及农业旅游等间接服务的经济服务功能及其价值评估;二是农业生态系统维持土壤肥力、营养循环、净化空气等生态服务功能及其价值评估;三是农业生态系统提供的人文、艺术、科普教育等社会服务功能及其价值评估。



## (六) 农业资源的合理利用与生态环境保护

农业资源的合理利用与生态环境保护的内容包括农业生产对资源合理利用的原则及途径、农业生产对生态环境的不利影响与防治途径以及资源环境对农业生产的反作用等。

## 二、农业生态学的特点

### (一) 理论实用性

农业生态学是一门应用基础性学科,是生态学在农业领域的应用分支,具有较强的实用性。其研究内容与农业生产紧密结合,而且就是立足于农业生产实践进行理论分析和研究。其研究成果在农业区划、区域综合开发和治理、农业资源利用、生态工程建设等多方面都有广泛应用。

### (二) 学科交叉性

农业生态学是介于农学与生态学之间的交叉学科,综合性很强。从知识内容上,它涉及土壤学、作物学、动物学、微生物学、经济学、林学、水产学、园艺学等诸多领域的学科知识;从研究对象上,既包括自然生态内容,也包括人工生态,涉及农业、经济、技术等多方面的内容,而且农业生态系统本身就是一个社会-经济-自然的复合系统。

### (三) 研究统一性

农业生态学强调适用于不同学科的共同思想和共同语言,强调适用于生态系统不同组分的通用方法。能量、物质、信息、价值等是联系生态系统各种组分的共同媒介,利用它们来分析系统的结构、功能,有较强的统一性,尤其是随着系统分析及计算机技术的发展,其优势越来越突出。

### (四) 宏观层次性

农业生态学区别于一般的个体生态学、作物生态学及动物生态学等有明确界限的微观生态,它的宏观性及伸缩范围很大。因为农业生态系统本身,其边界范围小的可以是一块农田、一个农户,但大的可以是一个地区、一个国家甚至全世界。所以,以研究农业生态系统为核心的农业生态学基本上是以研究宏观性的农业问题为重点。

### 三、农业生态学的任务

运用农业生态学的理论和方法,分析研究农业领域中的生态问题,探讨协调农业生态系统组分结构及其功能,促进农业生产的持续高效发展,是农业生态学的根本任务。可见,农业生态学是理论与实践的紧密结合,不仅要进行基础性的理论研究,更要为发展农业生产提出切实可行的技术途径。

首先,针对农业生态系统是一个生态-技术-经济复合系统的特点,注重社会经济因素及技术条件对农业生态系统的作用,不能简单用纯自然生态的理论和思想来分析和解释农业及经济发展问题,更不能把生态问题绝对化。农业生态学必须立足推进现代农业发展的目标,有效解决农业生产和农村经济发展中相关生态和资源问题。

其次,人类文明进步是以生产力提高为基本标志的。从“刀耕火种”到毁掉森林、草原开发为农田,并逐步增加人工投入以提高其生产力,是人类社会发展的必然过程,不能简单认为凡是“破坏生态平衡”都是绝对不合理。农业生态学必须以推进社会经济发展为前提,充分应用现代科学技术成就提高农业生产的效率和效益。

第三,人类社会的发展一定程度上必然要以牺牲自然资源为代价。如何尽可能减少经济发展对生态环境的压力和降低资源成本,走可持续发展之路,是生态学面临的重大课题。农业生态学必须围绕粮食安全、生态安全、环境健康、产品质量等多方面的需求,构建人与自然和谐的农业发展模式与技术。

#### 思考题

1. 什么是生态学和农业生态学?
2. 为什么说农业生态与自然生态不完全一致?
3. 农业生态学的主要任务及其发展趋势是什么?

#### 参考文献

1. 蔡晓明,尚玉昌.普通生态学.北京:北京大学出版社,1995.
2. 陈宜瑜,陈泮勤,葛全胜,等.全球变化研究进展与展望.地学前缘,2002,9(1):11-18.
3. 迪维诺.生态学概论.李耶波,译.北京:科学出版社,1987.
4. 柯克斯,等.农业生态学.北京:农业出版社,1987.
5. 李博.普通生态学.呼和浩特:内蒙古大学出版社,1990.
6. 刘红梅,蒋菊生.生物多样性研究进展.热带农业科学,2001,6:69-77.