



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

昆虫生态及预测预报

第三版

张孝羲 主编

植物生产类专业用

中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

昆虫生态及预测预报

第三版

张孝羲 主编

植物生产类专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

昆虫生态及预测预报/张孝羲主编 .—3 版 .—北京:
中国农业出版社, 2001.12
面向 21 世纪课程教材
ISBN 7-109-07296-7

I. 昆... II. 张... III. ①昆虫学: 动物生态学—
高等学校—教材②植物—病虫害—预测—高等学校—教
材 IV. ①Q968.1②S431

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 078794 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 杨国栋

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1985 年 12 月第 1 版 2002 年 2 月第 3 版

2002 年 2 月第 3 版北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 21.25

字数: 502 千字

定价: 30.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材是教育部“面向 21 世纪高等农林教育教学内容和课程体系改革计划”项目的成果。

本书将生态学的基本原理与方法结合农业生产、环境保护和预测预报等科学的实际，形成学科交叉的新体系。全书分上、下两篇，共九章。上篇为昆虫生态学，共七章。第一、二章介绍近代生态学的进展、基本理论和昆虫与生活环境间的关系；第三章为种群生态学，包括种群的属性、数量消长规律及模拟方法；第四章为种群的分化和生物进化，包括种群分化的类群、新种的形成、生物遗传和进化，以及协同进化概念；第五、六章为群落生态学及生态系统学，介绍群落的特性和测定、分析方法和生态系统的结构、能量流、物质流和信息流，以及生态系统的相对平衡及其保护利用；第七章为生物多样性及其保护，介绍生物多样性的原理和方法，多样性保护的研究现状和发展。下篇为害虫预测预报，共分第八、九两章，分别介绍害虫预测预报方法和数理统计预报等长、中、短期预报方法。

本书适合于植物保护专业、生态学专业、昆虫学专业及农学类各专业应用。

第三版编写人员

主 编 张孝羲 (南京农业大学)
副主编 翟保平 (南京农业大学)
编写者 牟吉元 (山东农业大学)
 张国安 (华中农业大学)
 刘向东 (南京农业大学)

第二版编写人员

主 编	张孝羲 (南京农业大学)
副主编	陈常铭 (湖南农业大学)
编写者	程遐年 (南京农业大学)
	耿济国 (南京农业大学)
	张国安 (华中农业大学)
	费惠新 (南京农业大学)
审稿者	牟吉元 (山东农业大学)
	程极益 (南京农业大学)

第三版序

本教材是教育部“面向21世纪高等农林教育教学内容和课程体系改革计划”项目的成果。

本书的第一版作为全国农业院校统编教材于1985年出版，1988年曾获国家优秀教材奖。第二版于1995年完稿，1997年出版。完稿日期距今已达5年，出版后也已使用了3个周期。在此期间生态学已有不少进展，在使用中我们也收集到一些宝贵的意见，加上我们自身教学的感受，作了第三版的修订工作。本书修订中严格掌握本科教材的原则，以介绍学科的基本理论和方法为主，内容新而涉及面广，深入浅出，并注意与研究生教材的区别和衔接。第三版中还增加了有关生态学近代新进展的内容，如生物遗传与进化、协同进化、生物多样性和保护等新内容。

第三版全书仍分上、下两篇，共九章。前七章为生态学，后两章为害虫预测预报，以适应各校作为一门课或两门课开设的教材需要。

第一、二章仍为生态学的基本概念和个体生态学，分别介绍系统论、限制因子及生态平衡等基本理论及昆虫与生活环境间的关系。

第三章为种群生态学，为全书的重点，作了全面的修订，增加了实例，以便于教学。

第四章为种群的分化、新种形成及生物进化，除介绍种下类群的分化类型和规律外，加强了生物遗传与进化，以及协同进化（coevolution）的新理论与新材料。

第五、六章为群落生态学和生态系统学，分别介绍有关生物群落的特性和测定、分析方法；生态系统的结构、能量流、物质流和信息流，以及生态系统的相对平衡及其保护利用。两章的修订重点均为加强其实用性和应用性。

第七章为生物多样性及其保护，这是近代生态学应用的热点，也为本版新增加的章节和内容。主要介绍生物多样性的基本原理和方法，多样性保护的研究现状和发展。

第八章及第九章分别为害虫预测预报方法及数理统计预报方法。除介绍长、中、短期预测方法外，还尽量加入一些实际的计算实例。

第三版由张孝羲任主编，翟保平任副主编，参编人员有牟吉元、张国安和刘向东。我们要感谢前二版的参编人员和曾为本书再版工作参加部分工作和对本书修订提出宝贵意见的各位先生和女士。

由于编者学识、经验有限，在再版工作中，必然还存在某些错误和不足之处，恳切期望读者在使用过程中提出宝贵意见，以便修订。

编 者

2001年9月

第 二 版 序

《昆虫生态及预测预报》第一版作为全国农业院校试用教材于1985年出版。第一版参加编写人员有张孝羲（主编）、李运甓（副主编），还有陈常铭、廖顺源、耿济国、程遐年、张国安。1987年曾获国家教委优秀教材奖。第一版至今已经十年了。在此期间生态学已有不少进展，我们又收集了各方面的宝贵意见，加上我们自身教学的感受，作了第二版的修订工作。十分遗憾和深切悼念的是原副主编李运甓先生因病已于1985年不幸逝世，不能再参加第二版的修订工作。与第一版相比，本版的修订原则和特点有：

1. 整书分上、下两篇即昆虫生态学与害虫预测预报方法。既可供“昆虫生态及预测预报”课程使用，也可供“昆虫生态学”或“害虫测报原理和方法”两门课程使用。

2. 根据本科教材编写要求，加强了基础理论和方法的内容。尽量做到层次分明，与研究生课程在深度上有所区分。拓宽本科生知识面，在昆虫生态学中增加生态学的基本概念、理论、群落生态学、生态系统与系统分析、种型分化和生物地理学等内容。在写作上尽量做到少而精，从原来的62.1万字，缩减到42万字左右。

3. 注意与本科其他课程间的分工，避免重复。在上篇取消原第一章中昆虫几个生物学特性。个体生态学部分着重论述昆虫与环境条件间的关系和适应、调节机制。对种群生态学也作了某些精简。在下篇中，取消了生物统计方法及抽样技术等内容，以免与其他课程重复。

4. 根据近年来本学科的进展，在生态中增加了种群遗传学基本理论与概念、生物进化与适应、种下类群的分化等新内容。在预测预报方法中增加了中、长期预报方法。

第二版由张孝羲任主编，陈常铭任副主编，参编人员有程遐年、耿济国、张国安、费惠新。牟吉元教授和程极益教授为本书审稿者。我们还感谢曾为本书再版工作参加部分工作和对本书修订提出宝贵意见的各位先生。

由于编者学识、经验有限，在再版工作中，必然还存在某些错误和不足之处，恳切期望读者在使用过程中提出宝贵意见，以便修订。

编 者

1995.12

目 录

第三版序
第二版序

绪言 1

上篇 昆虫生态学

第一章 昆虫生态学的基本概念 7

第一节 “系统”的基本概念 7

一、什么是“系统” 7

二、系统的状态 8

三、系统的反馈机制 8

第二节 限制因子的原理——生物对生活环境的忍受律和最低定律 9

一、利比赫的最小因子定律 (Liebig's Law of minimum) 9

二、谢尔福德的“耐受性定律” (Shelford's Law of tolerance) 10

三、限制因子的综合概念及其意义 11

第三节 生态平衡及其应用意义 12

一、生态平衡的机制 12

二、生态平衡的实用意义 13

第二章 有机体与生活环境 15

第一节 生活环境的类别 15

第二节 有机体及环境变量间的关系 16

第三节 有机体与非生物环境 16

一、温度对昆虫的作用 17

二、湿度和降雨对昆虫的作用 23

三、光和辐射对昆虫的作用 24

四、气流和风对昆虫的作用 27

五、小气候对昆虫的作用 27

第四节 有机体与土壤环境 28

一、土壤温度对昆虫的作用 29

二、土壤水分对昆虫的作用 29

三、土壤空气对昆虫的作用 31

四、土壤的理化性状对昆虫的作用 31

第五节 有机体与生物环境间的关系	32
一、食物链和食物网	32
二、种间竞争和种内竞争	33
三、密度制约效应	35
四、生物因素对昆虫的生态效应	36
第六节 生物对环境的适应	38
一、昆虫的休眠与滞育	38
二、昆虫的扩散与迁飞	44
第七节 生物对环境的适应——生物钟、行为调节	51
一、生物钟 (biological clocks)	51
二、昆虫基本行为的适应	53
第三章 种群生态学	55
第一节 种群的基本特性与种群结构	55
一、种群的基本特性	55
二、种群的结构	56
第二节 种群的空间分布型	58
一、种群空间分布型的基本概念	58
二、种群空间分布型的类型	59
三、种群个体的离散频次分布方法	59
四、种群聚集强度分析	63
五、种群空间分布的动态过程及其形成原因	69
第三节 昆虫种群的数量动态	70
一、昆虫种群的数量动态类型	71
二、种群的生长型	72
三、种群生命表的组建	77
第四节 种群的生态对策	92
一、生态对策的类型及其一般特征	92
二、栖境特性与生态对策的关系	94
三、生态对策与种群动态	95
四、生态对策与防治策略	96
第五节 种群数量平衡及其调节理论	97
一、生物学派	97
二、气候学派	98
三、综合学派	99
四、自动调节学派	99
五、自然调节的进化意义	99
第六节 种间关系	100
一、种间竞争	101
二、捕食者与猎物间关系	102

第四章 种的分化及生物进化	112
第一节 种的分化及生物型	112
一、种的分化	112
二、生物型	113
第二节 隔离对种的分化和物种形成的作用	115
一、隔离在种型分化中的重要性	116
二、地理隔离	116
三、内在的生殖间隔	117
四、物种形成方式	118
第三节 生物的进化与适应	118
一、进化理论的历史发展过程	119
二、综合进化论(新达尔文主义)	120
三、进化的机制	120
四、适应	128
五、生物进化论的争论	129
第四节 协同进化	131
一、对抗性协同进化——害虫与植物	131
二、共生性协同进化	134
第五章 群落生态学	139
第一节 生物群落概述	139
一、生物群落的概念	139
二、群落的基本特征	139
三、群落的命名	140
第二节 群落的结构	140
一、垂直结构	140
二、水平结构	142
三、时间结构	143
四、营养结构	144
第三节 群落的生境梯度及物种分布	146
第四节 群落的演替	148
一、演替的基本概念	148
二、群落演替的类别	149
三、群落演替的一般特征	149
四、顶极群落	150
第五节 群落特性的分析	151
一、群落的丰富度	151
二、群落的优势度 (<i>dominance</i>)	151
三、群落的优势集中性指数	152

四、群落的物种多样性	152
五、群落的均匀度	154
六、群落的稳定性	155
第六节 群落内的种间关连及群落间的相似性分析	156
一、种间关连分析	156
二、群落间相似性的分析	158
第六章 生态系统生态学	161
第一节 生态系统的基本概念及农业生态系统的特点	161
一、生态系统的概念	161
二、生态系统的基本结构	161
三、生态系统的类别	163
四、农业生态系统的特点	163
第二节 生态系统中的能流	164
一、能量来源	164
二、生态系统的能流模式	165
三、能量和热力学定律	166
第三节 生态系统中的物质循环	167
一、水循环	167
二、气体型循环	169
三、沉积型循环	172
第四节 生态系统中的信息流	174
一、物理信息	174
二、化学信息	174
第五节 生态系统的相对平衡	176
一、生态系统的相对平衡	176
二、影响生态平衡的因素	177
第七章 生物多样性及其保护	182
第一节 生物多样性的结构与分布	183
一、什么是生物多样性	183
二、世界上有多少物种	185
三、生物多样性的生物地理格局	187
四、物种—面积关系	188
五、生物多样性的测度	189
第二节 生物多样性的危机	190
一、记录昆虫的灭绝	190
二、未来昆虫的灭绝	190
三、生物多样性与气候变化	191
第三节 生物多样性保护	192

一、生物多样性保护的理論	192
二、昆虫的保护	195
第四节 生物多样性保护与可持续性发展	196
一、生物多样性保护的环境经济学问题	196
二、生物多样性的直接价值	197
三、生物多样性的间接价值	199
四、生物多样性保护的伦理学基础	201

下篇 害虫预测预报方法

第八章 害虫预测预报方法	205
第一节 害虫测报的概况	205
一、农作物害虫预测预报的目的和意义	205
二、农作物害虫预测预报的类别	205
三、害虫预测的方法	206
四、我国害虫测报工作的进展	207
第二节 发生期预测	208
一、发育进度预测法	208
二、期距预测法	216
三、有效积温预测法	217
四、物候预测法	221
第三节 发生量预测	222
一、有效基数预测法	222
二、气候图预测法	223
三、经验指数预测法	225
四、形态指标预测法	228
第四节 迁飞性害虫的预测方法	229
一、迁出区虫源预测	229
二、迁入区虫源预测	229
第五节 害虫为害程度预测及产量损失估计	230
一、蛀食性害虫造成的损失估计	231
二、食叶性害虫造成的损失估计	234
三、刺吸式害虫造成的损失估计	235
第九章 数理统计预报方法	238
第一节 回归模型的建立和应用	238
一、常用名词	238
二、变量之间的统计关系	239
三、相关分析与回归分析	240

四、选取预报因子的原则	240
五、线性相关与一元线性回归预测式的建立和应用	241
六、曲线回归预测式的建立和应用	244
七、多元回归模型的建立和应用	248
八、逐步回归分析方法	252
第二节 时间序列分析方法在害虫测报中的应用	260
一、时间序列的概念与特征	260
二、方差分析周期外推预报法	262
三、周期图分析预报方法	265
四、平稳随机时间序列预报方法	266
五、线性混合回归模型的建立方法	270
第三节 灰色系统预测及灾变分析	271
一、灰色系统的基本概念	271
二、灰色系统预测模型的类型	271
三、灰色系统理论建立模型的特点	272
四、生成数的计算	273
五、灰色系统模型的建立	274
六、灾变预测	276
第四节 列联表分析方法在害虫测报中的应用	281
一、用列联表分析方法预报害虫发生情况的步骤	281
二、列联表的制作方法	281
三、预报要素划分等级的方法	283
四、利用列联表分析进行多因子多级预报	285
第五节 其他统计预报方法	291
一、判别分析在害虫测报中的应用	291
二、马尔科夫链预报方法	298
三、模糊数学方法在害虫测报中的应用	300
附表	304
一、 t 值表 (两尾)	304
二、 F 检验的临界值 (F_{α}) 表 (一尾)	305
三、符号检验表	310
四、秩和检验表	311
五、相关系数检验表	311
六、 ρ 和 r 对照表	312
七、等级相关检验表	312
八、 χ^2 分布表	313
九、复相关系数检验表	314
十、多重比较中的 q 表	315
十一、随机数字表	317

十二、 $x = \arcsin^{-1}\sqrt{p}$ 变换表	319
主要参考文献	321