



面向21世纪课程教材

农业环境学

傅柳松 主编

中国林业出版社

面向 21 世纪课程教材

农业环境学

傅柳松 主编

中国林业出版社

内 容 提 要

本书着重阐述了“农业环境学”的基础理论,较为系统地介绍了工业“三废”和农业生产自身对农业环境和农业生物的危害,以及农业环境污染防治的基本方法。同时对农村环境规划和农业环境管理的基本原理和程序也作了较全面的介绍。

本书为教育部新颁布的“农业资源与环境”本科专业的主干课程——农业环境学课程而编写。也可作为环境科学、环境工程等环境类专业教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

农业环境学/傅柳松主编. —北京:中国林业出版社,
2000.10 (2007.1 重印)

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-5038-2512-X

I. 农… II. 傅 III. 农业环境-环境保护-中国-
高等学校-教材 IV. F323.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 40676 号

出 版 中国林业出版社 (100009 北京市西城区刘海胡同 7 号)

E-mail cfphz@public.bta.net.cn 电话 66184477

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京市百善印刷厂

版 次 2000 年 10 月第 1 版

印 次 2007 年 1 月第 3 次

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 15.5

字 数 320 千字

插 页 2

印 数 6001~8000 册

定 价 22.00 元

《农业环境学》教材

编写人员

- 主 编：**傅柳松 （浙江大学环境与资源学院）
- 副主编：**张 从 （中国农业大学资源与环境学院）
 胡忠明 （南京农业大学资源与环境学院）
- 参 编：**胡 宏 （浙江大学环境与资源学院）
 王飞儿 （浙江大学环境与资源学院）
 王凤平 （浙江大学环境与资源学院）
- 主 审：**胡霭堂 （南京农业大学）

前 言

农业环境学是研究人类活动对农业环境质量和农业生态系统的影响规律及其保护和改善的科学，它既是环境科学的重要组成部分，又是农业科学的一个分支。

《农业环境学》一书列入“高等教育面向 21 世纪课程教材”出版计划。作为高等农业院校的“农业资源与环境”专业本科必修教材，由浙江大学、中国农业大学、南京农业大学联合编写。主要作者长期从事农业环境科学的教学与科研工作，广泛收集了这一领域的研究成果。本书是以作者原有的“农业环境保护”课程教材或讲义为基础，根据我国的国情和实际进行了修改补充而完成。本书涉及了当前农业环境学领域有关的基础理论和应用的诸多方面。取材广泛、新颖，科学性、系统性和实用性较强。

本书共分为九章，系统介绍了生态学基本原理、大气污染与农业、水污染与农业、土壤污染及其对农作物的危害、农用化学物质与环境，固体废弃物的农业利用及污染防治，农村环境规划、农业环境保护法与环境管理等方面的内容。

本书承南京农业大学胡霁堂教授细心审阅，提出了许多宝贵意见，在编写过程中，还得到浙江大学朱荫湄教授的指导和帮助，同时，本书参阅了近年来国内外同行的有关论著和文献，在此谨致谢意。

限于作者的水平，错误和不足在所难免，望读者批评指正。

编 者

1999 年冬于浙江大学

Preface

Agricultural environmentology deals with not only the effect of human being activity on agricultural environmental quality and agricultural ecosystem, but also the protection and improvement of agricultural environment. It is one of the main component of environmental science and also a branch of agricultural science.

The book *agricultural environmentology* was placed on the publication plan of “course and textbook of higher education facing 21th century”. As a required textbook of undergraduate students whose major are “agricultural resources and environment”, it was jointly edited by Zhejiang University, China Agricultural University and Nanjing Agricultural University. All editors have been engaging in teaching and research of agricultural environmental science. The advanced research results were extensively collected. This book, mainly based on the original textbook of *agricultural Environmental protection* and other teaching materials edited by author, is the outgrowth of revision and supplement according to development of agricultural environmentology. This book covers most aspects of related basic and applied field in agricultural environmentology. It is extensive and original in choice of theme, with scientific, systematic and applicable characteristics.

This book contains nine chapters, including basic principle of ecology, air pollution and agriculture, water pollution and agriculture, soil pollution and its injury on crops, pollution of chemical substance applied in agriculture, agricultural utilization and control of solid waste, rural environmental planning, law and management of agro-environment.

Professor Hu Aitang of Nanjing Agricultural University carefully reviewed the book and gave many valuable comments. Professor Zhu Yinmei

of Zhejiang University gave us her guidance and help in the preparation of the manuscript. We thank all colleagues for both discussion and assistance with the preparation of the book.

We apologize for any errors or omissions. Welcome all further criticism and corrections.

Editor

December 1999

In Zhejiang University

目 录

前言

第1章 绪 论	(1)
1.1 环境和农业环境的概念	(1)
1.2 环境问题	(3)
1.3 全球环境问题及其对农业的影响	(8)
1.4 环境科学和农业环境科学.....	(14)
思考题	(17)
第2章 生态学基本原理及其在农业环境学中的应用	(18)
2.1 生态学的基本理论.....	(18)
2.2 生态农业.....	(29)
2.3 生物多样性保护.....	(32)
思考题	(39)
第3章 大气污染与农业	(40)
3.1 大气污染概述.....	(40)
3.2 大气污染物对植物影响的一般规律.....	(44)
3.3 大气硫氧化物对植物的影响与危害.....	(47)
3.4 大气氟化物对农业生物的危害及防治.....	(54)
3.5 其它大气污染物对植物的危害.....	(65)
3.6 大气复合污染物对植物的危害.....	(75)
3.7 大气污染危害农业生物的调查鉴定方法.....	(78)
思考题	(81)
第4章 水污染与农业	(82)
4.1 水资源.....	(82)
4.2 水体污染概述.....	(85)
4.3 水体富营养化及其对水生生态环境的危害.....	(92)
4.4 水体污染物对农作物的危害及调查.....	(98)

2 目 录

4.5 污水的农业利用	(103)
思考题	(108)
第5章 土壤污染及对农作物的危害	(109)
5.1 土壤污染概述	(109)
5.2 污染物土壤环境行为的制约因素	(113)
5.3 土壤主要重金属元素的背景值和污染危害	(124)
5.4 其它污染物对土壤的污染	(137)
思考题	(142)
第6章 农用化学物质与环境	(143)
6.1 化肥对环境的影响	(143)
6.2 农药对环境的影响	(152)
思考题	(164)
第7章 固体废弃物的农业利用及污染防治	(165)
7.1 固体废弃物对农业环境的危害	(165)
7.2 固体废弃物的农业利用	(169)
7.3 固体废弃物污染的防治措施	(184)
思考题	(187)
第8章 农村环境规划	(188)
8.1 农村环境规划概述	(188)
8.2 农村环境规划编制的基本程序和内容	(192)
8.3 农村环境规划指标体系	(199)
思考题	(203)
第9章 农业环境保护法与环境管理	(205)
9.1 农业环境保护法的概念、任务和作用	(205)
9.2 农业环境保护法的体系和基本原则	(208)
9.3 农业环境管理	(213)
9.4 农业环境标准	(221)
附录：与农业环境相关的国家环境标准	(224)
主要参考文献	(235)

Contents

Preface

I	Introduction	(1)
1.1	Conception of Environment and Agroenvironment	(1)
1.2	Environmental Problems	(3)
1.3	Global Environmental Problems and their Influences on Agriculture ...	(8)
1.4	Environmental Sciences Agroenvironmental Sciences	(14)
	Exercises	(17)
II	Ecological Fundamentals and their Application to Agroenvironmentology ...	(18)
2.1	Ecological Fundamentals	(18)
2.2	Ecoagriculture	(29)
2.3	Protection of Biodiversity	(32)
	Exercises	(39)
III	Air Pollution and Agriculture	(40)
3.1	Introduction of Air Pollution	(40)
3.2	General Patterns of Air Pollution Influences on Plants	(44)
3.3	Influence and Injury of Sulfur Dioxide on Plants	(47)
3.4	Injury of Hydrogen Fluoride on Plants and Animals	(54)
3.5	Injury of other Gaseous Pollutants on Plants	(65)
3.6	Injury of Combined Gaseous Pollutants on Plants	(75)
3.7	Method for Investigating Injury of Air Pollution on Agriculture	(78)
	Exercises	(81)
IV	Water Pollution and Agriculture	(82)
4.1	Water Resources	(82)
4.2	Introduction of Water Pollution	(85)

2 Contents

4.3	Water Eutrophication and its Injury on Aquatic Ecosystem	(92)
4.4	Investigating Injury of Water Pollution on Agriculture	(98)
4.5	Agricultural Utilization of Waste Water	(103)
	Exercises	(108)
V	Soil Pollution and its Injury on Crops	(109)
5.1	Introduction of Soil Pollution	(109)
5.2	Limiting Factors of Pollutants Transportation in Soil	(113)
5.3	Background Value of Heavy Metals in Soil and Injuring of Heavy Metal	(124)
5.4	Other Pollutants in Soil	(137)
	Exercises	(142)
VI	Pollution of Agrochemicals	(143)
6.1	Chemical Fertilizer Pollution	(143)
6.2	Pesticides Pollution	(152)
	Exercises	(164)
VII	Agricultural Utilization and Control of Solid Waste	(165)
7.1	Pollution of Solid Waste to Agroenvironment	(165)
7.2	Agricultural Utilization of Solid Waste	(169)
7.3	Countermeasures for Control of Solid Waste	(184)
	Exercises	(187)
VIII	Rural Environmental Planning	(188)
8.1	General Introduction of Rural Environmental Planning	(188)
8.2	Procedure and Content of Rural Environmental Planning	(192)
8.3	The Index System of Rural Environmental Planning	(199)
	Exercises	(203)
IX	Law and Management of Agroenvironment	(205)
9.1	Conception, Content and Reaction of Agroenvironmental Management	(205)
9.2	The System and Basic Principle of Agroenvironmental Protection Law	(208)
9.3	Agroenvironmental Management	(213)
9.4	Agroenvironmental Standards	(221)
	Appendix: Chinese Environmental Standards Related to Agroenvironment	(224)
	Reference	(235)

第 1 章

绪 论

1.1 环境和农业环境的概念

1.1.1 环境及其组成要素

1.1.1.1 环境的定义

环境是一个应用非常广泛的名词和术语。所谓环境是一个相对于某个主体而言的客体，它与主体相互依存，它的内容随着主体的不同而不同。主体以外的一切客观事物的总和称之为环境。对于环境科学而言，“环境”的含义是以人类社会为主体的外部世界的总体。这个外部世界主要指人类已经认识到的，直接和间接影响人类生存与社会发展的周围事物。它即包括未经人类改造过的自然环境，如阳光、空气、陆地、土壤、水体、天然森林和草原、野生动物等；又包括经过人类社会加工改造的人工环境，如城市、村落、水库、港口、公路、铁路、空港、园林等。这是人类赖以生存的外部环境。

目前，还有一种为适应某些方面工作的需要，而给“环境”下的定义。它们大多出现在世界各国颁布的环境保护法规中。例如，《中华人民共和国环境保护法》中规定：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、自然遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这是一种把人类环境中必须予以保护的那部分对象界定为环境的工作定义，其目的是从实际工作的需要出发，对环境一词的法律适用对象或适用范围作出规定，以保证法律的准确实施。

1.1.1.2 环境的组成要素

构成环境整体的各个独立的、性质不同而又服从总体演化规律的基本物质组分称为环境要素，亦称环境基质。环境要素分为自然环境要素和社会环境要素，但通常所指的是自然环境要素，包括水、空气、阳光、土壤、岩石、生物等。环境要素一般可分为两大类：非生物环境要素，如水、空气、阳光、

岩石、土壤等；生物环境要素，如植物、动物、微生物等。各环境要素之间相互联系、相互依赖、相互作用和相互制约，形成统一的、不断发展变化且服从整体演化规律的环境整体。

整个环境的质量是受环境诸要素中那个处于最劣状态的要素所控制。而不是由环境诸要素的平均状况去决定。也就是说，环境质量的高低，取决于环境诸要素中处于“最低”状态那个要素，而不能用其余处于优良状态的环境要素去弥补、去代替。这就是所谓的环境要素最小限制律。因此，人们在改善环境质量时，必须对环境诸要素的优劣状态进行数值分类，按照由差到优的顺序，依次改造每个要素，使之均衡地达到最佳状态。

1.1.2 农业环境

农业环境是指农业生物（主要指各种栽培植物、林木植物、牲畜、家禽和鱼类等）正常生长繁育所需的各种环境要素的综合整体，主要包括水、土壤、空气、光照、温度等环境要素。这些要素是作物、畜禽和鱼类等农业生物生长繁育的最基本条件。从地域上看农业环境包括了广大农村、农区、牧区、林区等。它是人类生存环境的极为重要的组成部分。

农业环境的质量状况，将会对农业生产产品的数量和质量起着决定性的作用。因为一切生物都不能脱离环境而单独生存。在正常的环境条件下，农业生物与农业环境之间相互依存、相互影响、相互协调，构成一个良好的农业生态系统，农业生产就有了保障。如果农业环境中某些要素发生异常变化时，就会牵一发而动全局。农业环境受到污染和破坏时，农业生物就不能正常生长，使农业生产陷入困境。

农业环境质量的好坏直接关系到广大农民的生活条件，人们的各种食物以及其它农副产品主要由农村提供，农业环境质量也直接关系到城市居民的生活。因此，农业环境也是人类重要的生活环境。可见农业环境兼有生产环境和生活环境的双重功能。

农业环境具有以下主要特点：

1.1.2.1 范围广阔，差异明显

农、林、牧、副、渔业生产活动的领域非常广阔，除了人迹罕至的远海、原始森林、荒漠、冻原和城镇、工矿区以外，都属于农业环境的范围。由于各地自然条件不同，形成了各种各样的局部地区农业环境。

1.1.2.2 不稳定性

农业环境是在一定程度上受人类控制和影响的半自然环境。人们为了追求高产而单一种植和养殖少数理想的品种，改变了原先丰富多样的自然生物种群的面貌，使农业生态系统变得单调，缺乏自然生态系统那种对抗环境条

件变化的强大“缓冲力”。为了追求高产,人们向农业生态系统给予大量投入,包括使用机械、化肥、农药和其它物质,同时又把大量的农产品作为商品输出。因此现代农业生态系统成为一个能量和物质大量流进流出的开放系统。在高度投入和产出的情况下,如果控制不当,容易使农业生态系统失去平衡,造成生态结构的破坏和生产能力的衰退。

1.1.2.3 农业环境质量恶化不易察觉和恢复

农业环境质量恶化是积累性的,一般不会对宏观上立刻出现明显变化,只有通过科学的监测和分析才能捕捉其发生变化的踪迹。又由于农业环境因素复杂,各因素的定量测定不易进行,更不容易了解各因素的相互关系。这些都是农业环境质量恶化不易察觉的客观原因。但是农业环境恶化在经历较长时间的积累表现出明显的质的改变以后,要恢复和改善它的生产能力又是很不容易的。因此,农业环境的保护应以预防为主。

1.2 环境问题

人类社会发展到今天,创造了前所未有的文明,但同时又带来了一系列环境问题。特别是发展中国家急切改变本国贫穷落后状态的愿望与行动,在工业发达国家环境治理刚刚取得某些进展的同时,发展中国家的生态破坏和环境污染却更为严重与突出。反过来,由于环境质量的恶化,又强烈制约和影响经济的发展。

1.2.1 环境问题产生及发展

1.2.1.1 什么叫环境问题

环境问题,就其范围大小而论,可从广义和狭义两个方面理解。

从广义理解,就是由自然力或人力引起生态平衡破坏,最后直接或间接影响人类的生存和发展的一切客观存在的问题,都是环境问题。

从狭义理解,只是由于人类的生产和生活活动,使自然生态系统失去平衡,反过来影响人类生存和发展的一切问题,称环境问题。

1.2.1.2 环境问题的分类

如果从引起环境问题的根源考虑,可将环境问题分为两类。①由自然力引起的为原生环境问题,又称第一环境问题,它主要是指:地震、洪涝、干旱、滑坡……等自然灾害问题。对这类环境问题,目前人类的抵御能力还很薄弱。②由人类活动引起的为次生环境问题,也称第二环境问题。它又可分为环境污染和生态环境破坏两类。

环境污染:一般认为,由于人为因素的影响,使环境的化学组成或物理

状态发生了变化,与原来的情况相比,环境质量恶化,并扰乱和破坏了生态系统和人们正常的生产和生活条件,就叫做“环境污染”。具体说来:环境污染是指有害物质,主要是工业和农业的生产活动,以及人们的生活过程中所产生的各种废弃物对大气、水体、土壤和生物的污染。环境污染包括大气、水体、土壤、生物污染等由物质引起的污染和噪声、热污染、放射性污染或电磁辐射污染等由物理性因素引起的污染。

生态环境破坏:则是人类活动直接作用于自然界引起的。例如乱砍滥伐引起的森林植被的破坏;过度放牧引起的草原退化;大面积开垦草原引起的沙漠化;滥采、滥捕使珍稀物种灭绝,危及地球物种多样性;植被破坏引起的水土流失等等。

1.2.1.3 环境问题的发生和发展

随着人类的出现,生产力的发展和人类文明的提高,环境问题也相继产生,并由小范围、低程度危害,发展到大范围,对人类生存造成不容忽视的危害。依据环境问题产生的先后和轻重程度,环境问题的发生与发展,可大致分为三个阶段。

(1) 生态环境早期破坏

此阶段包括人类出现以后直至产业革命的漫长时期。

随着农业和畜牧业的发展,人类改造环境的能力与作用逐步增强。与此同时也产生了相应的环境问题。大量砍伐森林,破坏草原,引起严重的水土流失和土地沙漠化。例如我国从西汉起,就从事较为单一的农垦业。由于长期的生产活动和不断的战争,破坏了黄河中上游地区的森林、植被,使这条长5 000多千米,贯穿我国腹地的动脉,变成泥沙俱下,多次改道,灾害泛滥的“黄河”。我国黄土高原目前的千沟万壑,就是历史伤痕的记载。长江中上游,森林植被在近半个世纪以来遭受到人为的严重破坏。水土流失十分严重,长江常年流黄水,而且水灾发生频繁。

(2) 城市环境问题突出和“公害”加剧,又称近代城市环境问题阶段

此阶段从产业革命到1984年发现南极臭氧空洞。

随着现代化大工业的出现,大幅度地提高了劳动生产力,增强了人类利用和改造环境的能力。与此同时,也带来了新的环境问题。

现代化工业所造成的环境问题,以环境污染为主,其规模之大,影响之深,是前所未有的。本世纪30年代到60年代在工业发达国家相继出现了震惊世界的环境污染“公害”事件。

这一时期环境污染的特点是由工业污染向城市污染和农业污染发展,点源污染向面源污染发展,构成了世界上第一次环境问题的高潮。从此,人们

开始比较正视保护环境,投入大量资金控制和治理环境污染,收到了很大的效果。但污染造成的危害并没有完全解决,新的公害事件又不断发生。如博帕尔农药厂毒液泄漏事件(印度,1984)。切尔诺贝利核电站放射性污染事件(苏联,1986)是近年来发生的震惊世界的最严重的公害事件。

(3) 全球性大气环境问题,即当代环境问题阶段

它始于1984年由英国科学家发现,1985年美国科学家证实在南极上空出现“臭氧空洞”,构成了第二次世界环境问题的高潮。这一阶段环境问题的核心是与人类生存休戚相关的“全球变暖”“臭氧层破坏”和“酸雨”三大全球性大气环境问题。引起世界各国政府和全人类的高度重视。当代环境问题与以往的环境问题有很大的不同。

①影响的范围与性质不同。以往一般只是小范围(如城市,河流,农田)的环境污染问题,而当前出现的污染问题,则是大范围的,乃至全球性的环境问题。

②人们关心的重点不同。以往人们关心的是环境污染对人体健康的影响,环境污染虽然也会对经济建设造成危害,但问题还不突出,故没有引起人们的应有重视。当前出现的环境问题,自然也包括对人类的健康的关心。但是更强调了生态破坏对经济可持续发展的威胁。

③解决问题的难易程度不同。首先是污染物主要责任者直观性减弱。以往出现的环境问题,污染来源比较少,来龙去脉都可以搞清楚,只要一个地区、一个国家下决心,采取措施,污染就可以得到控制和解决。而当前出现的环境问题是污染源和破坏源众多,不仅分布广,而且来源杂。例如,“臭氧层破坏”“气候变暖”“酸雨”等,解决这些环境问题只靠一国的努力很难奏效,需要众多的国家,甚至全球的努力才行。这就极大地增加了解决问题的难度。

综上所述,环境问题是随着经济和社会的发展而产生和发展的。老的环境问题解决了,又会出现新的环境问题。人类社会与环境间的关系是不断运动、不断变化、永无止境的。

1.2.2 我国的农业环境问题

近二三十年来,随着经济的发展,工业“三废”(废水、废气、废渣)的排放量急剧增加,加之农业生产上大量施用化肥、农药,致使农业环境遭受一定程度的污染。另一方面,由于人们缺乏远见,为了眼前利益,竞相不合理的乱开矿藏、滥伐森林、乱垦草原、围湖造田、对渔业资源的过度捕捞,致使自然资源和自然生态环境受到了严重的破坏。当前我国农业环境的突出问题是生态破坏和环境污染这两大问题。从大的方面来看,自然生态环境的破

坏对人类的影响与环境污染问题同样严重，甚至有过之而无不及。

1.2.2.1 生态破坏

目前我国农业环境中生态遭受破坏主要表现在以下几方面。

(1) 水土流失严重

由于盲目地进行毁林造田和滥伐森林，使我国现有的森林覆盖率只有14%左右，而世界森林覆盖率约为22.5%。森林面积减少，水土流失的面积就会扩大。据统计，全国水土流失面积已达160万 km^2 ，每年流失土壤50亿吨，受水土流失危害的耕地占总耕地的1/3。水土流失对我国农业环境造成很大的负面影响，年复一年地大规模水土流失，使土质贫瘠，粮食产量下降。水土流失还对湖泊和水库造成威胁，导致泥沙淤积，湖库面积缩小。

(2) 土地沙漠化

我国沙漠及土壤沙化主要发生在西北、华北北部和东北西部的干旱、半干旱地区。全国沙漠总面积为131万 km^2 ，沙质荒漠占45.3%，戈壁占43.5%，沙漠化土地占11.2%。沙质荒漠是指干旱地区地面为大片沙丘覆盖的地区；沙漠化土地是指半干旱地区，由于人为活动过度干预加上自然条件影响，使原非沙漠地区发生了类似沙漠的环境变化，是生态环境退化的一种独特形式。

根据科学考查，沙质荒漠和戈壁的形成是不利的自然因素（干旱、风速大等）起主导作用。但是在半干旱地区发生的土地沙漠化则几乎全部由人为活动失当造成。据兰州沙漠研究所的调查研究，我国北方近半个世纪以来新形成的53 km^2 沙漠化土地中，因滥垦、过度放牧、采樵等原因造成的占85%，因水资源利用过度，人为破坏植被等造成的占9.4%；因沙丘前移等自然因素造成的仅占5.6%。

土地沙漠化对农牧业生产的危害主要表现在因风蚀引起土壤肥力降低、生物产量下降、草场退化而载畜量减少。另外还直接危及人、畜的生存条件。

(3) 农业资源衰减

①耕地面积减少

近十几年来，由于城乡和交通建设，以及各类经济开发区的兴建，侵占农业用地不断扩大，使农业耕地面积不断减少。全国现有耕地面积约 $1 \times 10^8 \text{hm}^2$ ，人均约0.08 hm^2 ，只有世界人均量的30%。为保障我国12多亿人口对粮食的消费，对现有农业耕地进行保护，是一项十分紧迫和重要的任务。

②近海渔业资源衰减

由于过度捕捞，我国近海渔业资源遭到了严重的破坏，主要经济鱼类大幅度减少。