



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生态毒理学

孟紫强 主编



高等教育出版社
Higher Education Press



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生态毒理学

第二版



科学出版社
SCIENCE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生态毒理学

孟紫强 主编

责任编辑 孟紫强 封面设计 孟紫强
印刷 孟紫强 校对 孟紫强



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,可供环境类、生态类及资源类专业本科教学使用,也可供相关专业的学生、科研工作者及管理人员学习参考。

全书分三大部分,共十三章。第一部分为第一至六章,系统阐述生态毒理学的基础理论,包括生态毒理学概念与任务、环境污染与生态系统基本理论、毒物毒性作用的概念与基本机制、污染物的生物吸收与转化规律、生物富集及不同水平的生态毒理学效应等。第二部分为第七至九章,论述动物、植物及微生物生态毒理学,主要阐述实验室内的研究成果和理论。第三部分为第十至十三章,其中第十至十二章对陆地、淡水、海洋与河口生态系统生态毒理学进行介绍,主要阐述野外研究的成果和建树。第十三章对生态风险评价在理论和应用方面作了论述。

图书在版编目(CIP)数据

生态毒理学/孟紫强主编. —北京:高等教育出版社,

2009.5

ISBN 978-7-04-026283-4

I. 生… II. 孟… III. 环境毒理学—高等学校—教材

IV. R994.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第047190号

策划编辑 陈文 责任编辑 谭燕 封面设计 于文燕
版式设计 范晓红 责任校对 姜国萍 责任印制 尤静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网址	http://www.hep.edu.cn
总机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京铭成印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16	版 次	2009年5月第1版
印 张	23.75	印 次	2009年5月第1次印刷
字 数	430 000	定 价	30.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26283-00

本书编委会成员

主编 孟紫强

编委 (按姓氏笔画排列)

刘静玲 张 峰 屈 艾 孟紫强

赵良启 解静芳 魏爱丽

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是环境类、生态类及资源类专业的专业基础课教材。

生态毒理学是运用数学、物理学、化学、生态学及毒理学等多种学科的理论和方法,研究各种有毒有害因素,特别是环境污染物对动物、植物、微生物等非人类生物及其生态系统的损害作用及其防护的科学。目前它着重研究各种环境污染物,尤其是化学污染物,对非人类生物的不良效应及其机制、对生物群落和生态系统结构与功能的影响及规律、对生物种群和生物多样性的破坏及防治;同时,探讨污染物在环境中的迁移、分布与转化的特点,及在食物网中的传递、积累和放大的规律,探讨适用的生物标志物,并建立生态风险预警技术,研究和建立各种生态毒理学模型,为环境监测、治理及发展绿色经济服务。因此,生态毒理学为研究和解决重要的生态资源及环境问题提供了必需的理论 and 工具。由此可知,不论是对于认识环境变化对生态危害的实质,还是寻求解决生态环境问题的途径,学习和掌握生态毒理学的知识和技能都是非常重要的。

环境毒理学是研究环境中有毒有害因素对人体和人群健康的危害及其规律的科学。目前它主要研究环境污染物对人体和人群健康的毒性作用及其生物标志物,包括研究污染物对人群健康的风险及其评价,从而为环境质量卫生标准的制定提供科学依据等。

综上所述,虽然生态毒理学与环境毒理学均属于毒理学范畴,二者的理论基础与研究方法有很多交叉和相似之处,但这两门学科的知识结构、研究对象、研究目标及主要解决的环境问题却是不相同的。因此,这两门学科只能相互补充、相互促进,而不能相互取代。

本书主要介绍生态毒理学基础知识及其研究方法,是各位编者在长期从事相关教学的基础上,参考了近年来国内外出版的生态毒理学、环境毒理学、毒理学及生态学专著和学术论文,根据现阶段我国的生态学发展和环境保护工作对生态毒理学知识的需求编写的。本书的主要读者是高等学校相关专业的学生,和从事环境保护工作的研究及管理人员,因此,本书在编写过程中特别重视在教学、科研及管理上的实用性,强调基本概念、基础理论和基本技能的准确论述,重

视最新发展动态和先进的理论与研究方法的介绍。

本书分三大部分,共十三章,构建了一个全新而完整的生态毒理学体系和框架。第一章论述生态毒理学概念、任务、分支学科、历史与展望及其基本研究方法;第二至六章介绍生态毒理学的基础知识,包括环境污染与生态系统结构与功能,环境污染物的生物吸收、转化及毒性作用,生物富集及不同生物层次和尺度的生态毒理学效应等。在生态毒理学基础理论体系的探讨中,本书初步构建了这一体系,具有一定的创新意义。第七至九章在吸收近年来生态毒理学研究成果的基础上,根据不同生物类型,把生态毒理学分为动物生态毒理学、植物生态毒理学及微生物生态毒理学分支,构建了以生物类型为基础的新的生态毒理学分支学科体系。对三大类生物各自的主要环境污染物的生态毒理学效应及机制,从分子、细胞、个体等不同角度、不同层次进行阐述,主要反映该学科在实验室内有关污染物的效应及其机制的研究成果和理论建树,同时对相关实验室研究方法和技术也作了简要介绍,从而使生态毒理学理论与环境污染的实际问题密切结合,展示生态毒理学理论知识对阐明和解决生态环境问题的理论和应用价值。第十至十二章对于不同生态系统生态毒理学进行了分类描述,并在第十三章对极有应用价值和发展前景的生态风险评价在理论和应用方面作了详细论述。这些章节构建了以生态系统为基础的新的生态毒理学结构体系,论述了陆地生态毒理学、淡水生态毒理学及海洋与河口生态毒理学。对每类污染因素的污染来源、理化特性,在种群、群落和生态系统范围甚至在更广泛范围的生态毒理学效应进行了详细介绍,主要强调该学科在室外或野外有关环境污染的生态损害的研究成果及方法。这些正是近年来日益引起人们关注的重要的生态毒理学研究领域,在这方面的每一项研究成果都产生了举世瞩目的环境效益和重大社会影响。此外,为了探讨能预警生态系统损伤的生物标志物,在第十至十二章还对以野外为背景的分子、细胞及个体的生态毒理学研究成果和方法进行了介绍,也希望对野外研究和室内研究的结合进行起到推动作用。

为提高本书的教学效果,扩大读者的相关知识面,本书每章后均列有思考题和推荐阅读文献。为便于读者查阅有兴趣的问题,书后特编有中英文关键词对照索引。从第七至十二章,每章的最后一节对有关的研究方法进行了介绍,以供读者在教学和科研中选用。

本书各章的编者分别是:第一至七章,孟紫强;第八章,魏爱丽;第九章,赵良启;第十章,解静芳;第十一章,刘静玲;第十二章,屈艾;第十三章,张峰;最后由主编审校定稿。此外,白巨利博士为第五章、秦国华博士为第六章查阅和收集了部分文献资料,她们还与李瑞金博士、聂爱芳博士、张全喜博士一起对部分章节进行了校对,杨振华博士、李君灵博士在本书的主要参考文献和中英文关键词对

照索引的核对和编排上给予了很大帮助,在此一并致谢。

本书在编写出版过程中,教育部高等学校环境科学与工程教学指导委员会和有关高校领导给予很大关心与支持,特别是高等教育出版社陈文编辑给予了热情鼓励和支持,责任编辑谭燕提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于作者学术水平和编写经验有限,书中难免存在错误和疏漏之处,希望有关专家和广大读者随时提出宝贵意见,使之日臻完善。

孟紫强

2008年8月3日

1	第一章 概 论	1
1	一、生态毒理学概念	1
4	二、生态毒理学任务	4
5	三、生态毒理学的分支学科	5
5	四、生态毒理学发展的历史与展望	5
13	五、生态毒理学基本研究方法	13
18	思考题	18
19	推荐阅读文献	19
20	第二章 环境污染与生态系统	20
20	第一节 环境与环境污染物概论	20
20	一、环境与环境污染	20
22	二、环境污染物概论	22
24	第二节 生态系统及其特征	24
24	一、生态因子及其作用特征	24
26	二、生物种、种群及群落	26
26	三、生态系统及其特征	26
32	思考题	32
32	推荐阅读文献	32
33	第三章 毒物毒性作用的主要概念与基本机制	33
33	第一节 毒性作用的主要概念与类型	33
33	一、主要概念	33
41	二、毒性作用的类型	41
43	三、联合毒性作用	43
46	第二节 毒性作用的机制	46
46	一、干扰正常受体-配体的相互作用	46

二、细胞膜损伤	46
三、干扰细胞内钙稳态和细胞能量的产生	47
四、自由基与氧化损伤	48
五、其他	48
第三节 影响毒性作用的因素	51
一、毒物的结构与性质	51
二、机体(宿主)状况	54
三、接触条件	57
四、环境因素	58
思考题	58
推荐阅读文献	59
第四章 环境污染物的生物转运与转化	60
第一节 生物膜的结构与环境污染物的生物转运	60
一、生物膜的结构与功能	60
二、生物转运的方式	61
三、环境污染物的吸收、分布及排泄	63
第二节 环境污染物在体内的生物转化	64
一、生物转化的反应类型	64
二、影响生物转化的因素	71
思考题	74
推荐阅读文献	74
第五章 生物富集	75
第一节 生物富集的基本概念	75
第二节 生物富集动力学	76
一、吸附动力学	77
二、生物富集动力学	79
第三节 影响生物富集的因素	83
一、环境污染物的物理化学性质	83
二、生物特性	87
三、环境因素	90
第四节 生物放大及其研究	91
一、生物放大的生态毒理学意义	91
二、金属和类金属的生物放大	92
三、有机化合物的生物放大	93

四、生物放大研究技术	94
第五节 生物富集对人体健康的影响与对策	100
思考题	102
推荐阅读文献	102
第六章 环境污染物的生态毒理学效应	103
第一节 环境污染物生态毒性作用的特点	103
一、涉及面广、范围大,接触污染的生物种类多、数量大	103
二、在不同生物学水平上产生毒性作用	103
三、低浓度、长时间、反复作用	104
四、多种途径进入体内	105
五、多种污染物同时存在、作用类型多样、作用机制复杂	105
第二节 分子水平的生态毒理学效应	106
一、环境污染物的酶效应	106
二、DNA 损伤	109
三、蛋白质合成的诱导	109
四、氧化应激与抗氧化状态	110
五、对卟啉合成的影响	111
第三节 细胞、组织及器官水平的生态毒理学效应	111
一、细胞水平的生态毒理学效应	112
二、亚细胞水平的生态毒理学效应	113
三、细胞突变与癌变	116
四、组织、器官水平的生态毒理学效应	123
第四节 个体水平的生态毒理学效应	124
一、亚致死效应	124
二、致死效应	129
三、影响致死效应的因素	129
第五节 种群、群落及生态系统水平的生态毒理学效应	130
一、环境污染物对种群的影响	130
二、环境污染对生物群落的影响	133
三、环境污染对生态系统的影响	134
第六节 景观及全球水平的生态毒理学效应	136
一、景观水平的生态毒理学效应与研究	136
二、大陆和半球范围的生态毒理学效应	137
三、生物圈水平的生态毒理学效应	139
思考题	141

推荐阅读文献	142
第七章 动物生态毒理学	143
第一节 动物对环境污染物的吸收、分布、排泄及转化	143
一、吸收	144
二、分布与贮存	145
三、环境污染物的排泄	147
四、环境污染物的生物转化	148
第二节 环境污染物对动物的生态毒理学效应及机制	149
一、环境污染物对动物生态毒性的主要类型	150
二、农药	150
三、多氯联苯及其他卤代芳烃	155
四、金属和类金属	159
五、环境气体污染物	163
第三节 人工饲养动物生态毒理学	169
一、有毒植物和微生物引起的中毒	169
二、化学物引起的中毒	170
第四节 环境污染物对动物毒性作用的研究及评价方法	172
一、对动物中毒的病因调查与诊断	172
二、环境污染物对动物一般毒性的研究及评价方法	174
三、致突变、致癌变研究及评价方法	176
四、生殖发育毒性的研究及评价方法	176
思考题	177
推荐阅读文献	177
第八章 植物生态毒理学	178
第一节 植物对环境污染物的吸收、运输与转化	178
一、黏附和吸收	178
二、运输	182
三、分布与积累贮藏	182
四、转化	184
第二节 环境污染物对植物的生态毒理学效应及机制	186
一、不同水平的生态毒理学效应	186
二、农药、化肥及其他化合物	189
三、大气气体污染物	192
四、重金属	196

五、物理因素	198
第三节 植物对生态系统的影响	199
一、植物毒素	199
二、外来入侵植物	204
三、植物对生态环境的净化作用	205
第四节 研究方法与技术	206
一、有害气体对植物毒性作用的染毒技术	206
二、环境污染物对植物毒性作用的形态学与解剖学研究技术	206
三、环境污染物对植物毒性作用的生理生化研究技术	207
四、环境污染物对植物细胞遗传毒理学效应的研究技术	207
五、重金属在植物中的残留量研究技术	207
六、农药在植物中的残留量研究技术	208
思考题	208
推荐阅读文献	209
第九章 微生物生态毒理学	210
第一节 微生物在自然环境中的作用与地位	211
一、自然界微生物的种类与分布	211
二、微生物在物质循环中的作用	211
三、微生物在生态平衡中的作用	216
四、环境污染物对微生物物质循环作用的影响	217
第二节 环境污染物对微生物的生态毒理学作用	218
一、环境污染物的种类与侵害途径	218
二、环境污染物对微生物的生态毒理学作用与机制	219
第三节 微生物污染的生态毒理学作用	226
一、微生物污染的种类与特点	226
二、有害微生物种群对环境质量的影响	229
三、病原微生物对人与动物的生态毒理学作用	230
四、病原微生物对植物的生态毒理学作用	235
五、病毒对微生物的生态毒理学作用	238
六、微生物污染的防治对策	240
第四节 研究方法与技术	240
一、样品的采集与微生物计数	241
二、富集培养、菌种分离与微生物鉴别	242
三、环境污染物对微生物毒性作用的研究方法	242
四、环境污染物对微生物群落影响的研究方法	243

思考题	247
推荐阅读文献	247
第十章 陆地生态系统生态毒理学	248
第一节 陆地生态系统概述	248
一、陆地生态系统的分类	248
二、陆地生态系统的功能	248
三、陆地生态系统环境污染物的类型	251
第二节 环境污染物在陆地生态系统中的迁移转化	252
一、进入途径	252
二、分布与迁移	252
三、生物的吸收与富集	254
四、降解	256
第三节 环境污染物的生态毒理学效应	257
一、重金属的生态毒理学效应	258
二、农药的生态毒理学效应	261
三、酸沉降的生态毒理学效应	265
四、外来生物入侵的生态毒理学效应	269
第四节 陆地生态毒理学研究方法	272
一、陆地植物	273
二、土壤无脊椎动物	273
三、昆虫、蜘蛛和螨	275
四、鸟类	275
五、陆生哺乳动物	277
思考题	278
推荐阅读文献	278
第十一章 淡水生态系统生态毒理学	279
第一节 淡水生态系统	279
一、淡水生态系统的结构	279
二、淡水生态系统的特点	280
三、淡水生态系统的类型	281
四、淡水生态系统中环境污染物的类型	281
第二节 环境污染物在水中的迁移与生物吸收和富集	282
一、进入水体的途径	282
二、在水环境中的分布和迁移	282

282	三、水生生物对环境污染物的吸收和富集	282
284	第三节 环境污染物的生态毒理学效应	284
284	一、分子水平的毒性效应	284
285	二、细胞、细胞器及器官水平的毒性效应	285
286	三、个体水平的毒性效应	286
288	四、种群、群落水平的毒性效应	288
290	五、生态系统水平的毒性效应	290
292	六、环境因子对环境污染物毒性的影响	292
293	第四节 淡水生态毒理学研究方法	293
294	一、微生物毒性试验	294
295	二、淡水初级生产者毒性试验	295
297	三、无脊椎动物毒性试验	297
297	四、淡水鱼毒性试验	297
298	五、沉积物毒性试验	298
299	六、多物种毒性试验	299
300	思考题	300
300	推荐阅读文献	300
301	第十二章 海洋与河口生态系统生态毒理学	301
301	第一节 海洋与河口生态系统	301
301	一、海洋环境的主要特点与分区	301
303	二、海洋的主要生态系统	303
305	三、河口区环境特点与生态系统组成	305
307	第二节 海洋、河口污染物及其生物吸收与富集	307
307	一、海洋、河口污染物的类型	307
310	二、海洋、河口污染物的生物吸收	310
311	三、海洋、河口污染物的生物富集与转化	311
311	第三节 海洋与河口污染物的生态毒理学效应	311
312	一、分子水平的生态毒理学效应	312
313	二、细胞及亚细胞水平的生态毒理学效应	313
314	三、组织及器官水平的生态毒理学效应	314
314	四、个体水平的生态毒理学效应	314
316	五、对种群的生态毒理学效应	316
316	六、对群落与生态系统水平的生态毒理学效应	316
317	第四节 赤潮	317
318	一、赤潮的危害	318

二、赤潮发生的原因	318
三、赤潮发生的基本过程及其预防	320
第五节 海洋与河口生态毒理学的主要研究方法	321
一、海洋初级生产者毒性试验	321
二、无脊椎动物毒性试验	322
三、鱼类早期生活阶段的毒性试验	323
四、沉积物毒性检测	323
五、多物种检测系统	324
思考题	325
推荐阅读文献	326
第十三章 生态风险评价	327
第一节 生态风险评价的基本概念	327
一、生态风险评价所涉及的领域	327
二、生态风险发生的规模	330
三、生态风险评价的类型	330
四、生态风险评价的特点	331
第二节 生态风险评价的科学基础	332
一、生态学	332
二、分子生物学	332
三、生态毒理学	333
四、数学方法	333
五、接触表征	335
第三节 环境污染物的生态风险评价的基本要素和步骤	336
一、终点的确定	337
二、获得必要的信息/数据	338
三、评价潜在的危险	338
四、接触特征	339
五、综合生态学效应的表征(危险表征)	340
第四节 人类活动的物理干扰和外来种入侵的生态风险评价方法	341
一、确定受体和生态终点	341
二、风险源鉴定	342
三、暴露和危害分析	342
四、生态风险的综合评价	344
第五节 GMOs 生态风险评价方法	344
一、危险识别	345

二、推断危险发生的可能性	345
三、确定危害程度	345
四、估计危险概率	346
五、风险水平的评定	346
思考题	347
推荐阅读文献	347
主要参考文献	349
附录	351
中英文关键词对照索引	356