

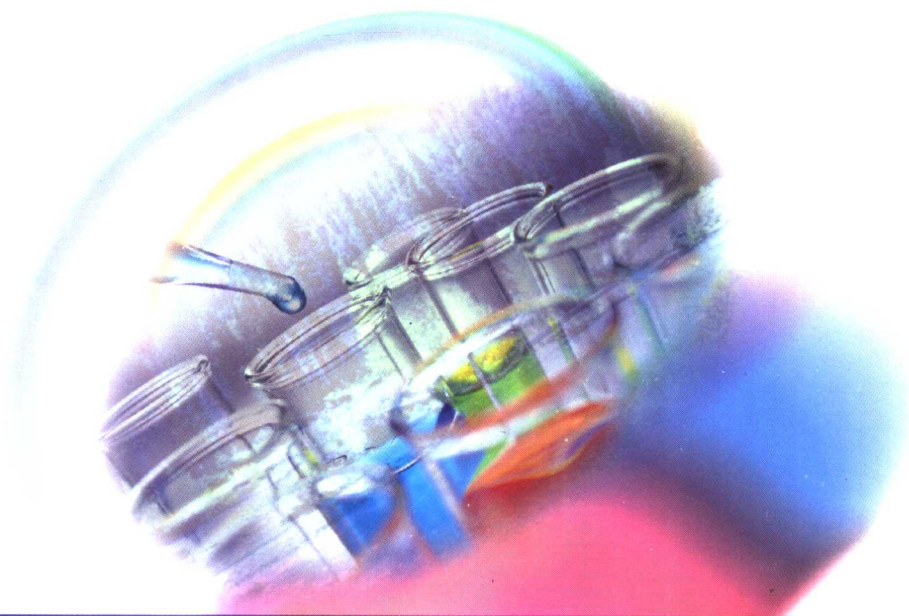


普通高等教育“十五”国家级规划教材

环境毒理学基础

HuanjingDulixueJichu

孟紫强 主编



 高等教育出版社



R994.6
M364

普通高等教育“十五”国家级规划教材

环境毒理学基础

Huanjing Dulixue Jichu

孟紫强 主编



高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,可供普通高等学校环境类专业本科生学习,也可供相关专业的学生和环境科学与工程科研工作者及管理人员学习参考。全书共十六章,一至六章主要介绍环境毒理学的基础理论,包括环境化学污染物的生物吸收、体内分布、代谢转化及排泄,环境化学污染物的一般毒性、特殊毒性(致癌变、致畸变及致突变作用)及其评价方法以及环境化学物对人群健康的危险度和安全评价理论和技术等。七至九章主要阐述环境毒理学的主要分支学科——大气环境毒理学、水环境毒理学及土壤环境毒理学的基本内容和研究进展。十至十六章主要对环境主要污染因素的毒性作用进行论述。实验部分收录了十六个常见环境毒理学实验的研究方法,可供本科生教学实习和环境毒理学研究选用。

图书在版编目(CIP)数据

环境毒理学基础/孟紫强主编. —北京:高等教育出版社,2003.12

ISBN 7-04-013002-5

I.环… II.孟… III.环境毒理学-高等学校-教材 IV.R12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 093433 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京人卫印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 24.5
字 数 450 000

版 次 2003 年 12 月第 1 版
印 次 2003 年 12 月第 1 次印刷
定 价 28.10 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

本书编委会成员

(以姓氏笔画为序)

马爱国 (青岛大学医学院)

刘静玲 (北京师范大学)

花日茂 (安徽农业大学)

孟紫强 (山西大学)

郝卫东 (北京大学公共卫生学院)

郭新彪 (北京大学公共卫生学院)

前 言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材，是环境类专业的专业基础课教材。

环境毒理学是运用物理学、化学、医学和生命科学等多种学科的理论和方法，研究各种环境因素，特别是化学污染物对生物有机体的损害作用及其规律的一门新兴边缘学科。它是研究和理解环境与健康、环境与生态平衡、环境与生物多样性等重要问题的工具和手段。因此，学习和掌握环境毒理学的基本理论和方法，对于认识环境问题的实质并寻求解决环境问题的途径是必不可少的。

本书主要介绍环境毒理学的理论基础和实验方法。它是各位编者在长期教学实践中所用讲义的基础上，参考了近几年来国内外出版的有关环境毒理学、卫生毒理学及毒理学教材和专著，结合近年来环境毒理学的发展和环境保护工作对毒理学知识的需求编写的。全书共十六章，介绍了环境毒理学的理论基础和基本实验技术，论述了它的主要分支学科——大气环境毒理学、水环境毒理学及土壤环境毒理学的主要内容，并对不同环境因子的毒性进行了阐述。此外，还介绍了环境类激素的毒性、环境基因组计划等前沿内容。收录了十六个重要的实验研究方法供教学实习和科研选用。

本书由孟紫强（第一、二、三、七、十章）、郝卫东（第四章和第五章的第一、二节）、马爱国（第五章第三节、第十一、十二章）、郭新彪（第六、十四、十六章）、刘静玲（第八章）、花日茂（第九、十三章）等教授编写。此外，还请耿红博士编写了第十五章并收集整理实验一至实验十一，刘静玲教授收集整理实验十二至实验十六。最后由孟紫强教授统稿。

由于编者业务水平和编写经验有限，书中难免存在疏漏和不足之处，希望有关专家、老师及同学们随时提出宝贵意见，使之更臻完善。

孟紫强

2003.6.16

策划编辑	陈 文
责任编辑	陈海柳
封面设计	于文燕
责任绘图	郝 林
版式设计	王艳红
责任校对	胡晓琪
责任印制	宋克学

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

目 录

第一章 绪论	1
一、概述	1
二、环境毒理学的研究对象、任务及内容	2
三、环境毒理学的研究方法	2
第二章 环境化学物的生物转运与生物转化	6
第一节 生物转运	6
一、生物膜的结构与功能	6
二、环境化学物通过生物膜的方式	7
三、吸收	9
四、分布与贮存	12
五、排泄	15
第二节 毒物动力学	17
一、基本概念	18
二、一室模型	19
三、二室模型	21
第三节 生物转化	25
一、生物转化的反应类型	26
二、影响生物转化的因素	39
第三章 环境化学物的毒性作用及其影响因素	43
第一节 毒性作用	43
一、基本概念	43
二、毒性作用的类型	48
三、环境化学物的联合毒性作用	49
四、毒性作用的机理	52
第二节 影响毒性作用的因素	56
一、环境化学物的结构与性质	56
二、机体（宿主）状况	59
三、接触条件	61

四、环境因素	62
第四章 环境化学物的一般毒性及其评价	64
第一节 化学物毒性评价的实验基础	64
一、实验动物的选择	64
二、常用的染毒方法	68
第二节 急性毒性及其评价方法	69
一、急性毒性的概念	69
二、急性毒性评价方法	70
三、急性毒性分级	75
第三节 亚慢性、慢性毒性及其评价方法	77
一、亚慢性毒性和慢性毒性的概念	77
二、亚慢性和慢性毒性试验的目的	78
三、亚慢性毒性和慢性毒性的评价方法	78
第四节 皮肤局部毒作用及其评价方法	81
一、皮肤局部毒性	81
二、皮肤局部作用的评价方法	82
第五章 环境化学物的特殊毒性及其评价	84
第一节 环境化学物的致突变性及其评价	84
一、引言	84
二、遗传损伤的类型	85
三、致突变作用机理	89
四、突变的不良后果	93
五、致突变作用的评价	94
六、环境基因组计划	105
第二节 环境化学物的致癌作用及其评价	106
一、环境致癌与化学致癌	106
二、化学致癌的机制	107
三、环境化学致癌物的分类	111
四、环境化学致癌物的评价	116
第三节 环境化学物的生殖发育毒性及其评价	120
一、生殖毒性及其评价	120
二、发育毒性及其评价	125
第六章 环境化学物的安全性和健康危险度评价	135
第一节 环境化学物的安全性评价	135

一、基本概念	135
二、安全性评价的内容	136
三、国内外的化学物安全性评价法规	138
第二节 环境健康危险度评价	139
一、概述	139
二、环境健康危险度评价的基本步骤	141
三、环境健康危险度评价的新课题	148
第七章 大气环境毒理学	154
第一节 概述	154
一、大气环境毒理学概念	154
二、大气污染物的来源与类型	154
三、一次污染物与二次污染物	155
四、室内空气污染	155
第二节 大气污染物的致病、致癌和致突变作用	156
一、大气污染对健康影响的特征	156
二、大气污染对健康的影响	157
第三节 有害气体的毒性作用及其机理	160
一、二氧化硫	160
二、氮氧化物	166
三、一氧化碳	170
四、臭氧和光化学烟雾	173
第四节 大气颗粒物的作用及机理	176
一、大气颗粒物的来源	177
二、颗粒物的形态和化学组成	177
三、颗粒物的一般毒性	178
四、颗粒物的致突变、致癌变作用	180
五、其他危害	182
第八章 水环境毒理学	183
第一节 水域生态环境概述	183
一、水域生态环境的特点	183
二、水域生态环境的组成	183
三、水环境中污染物的类型	184
四、环境污染对水域生态系统的损害	184
第二节 污染物在水体与生物体内的迁移转化	185

一、污染物进入水体的途径	185
二、污染物在水环境中的分布和转移	186
三、生物对污染物的吸收	186
四、生物富集	186
第三节 污染物的毒性作用及机理	187
一、分子水平的毒性效应	187
二、细胞与亚细胞水平的毒性效应	188
三、个体水平的毒性效应	189
四、种群、群落水平的毒性效应	190
五、生态系统水平的毒性效应	191
六、不同生态环境因子对污染物毒性的影响	191
第四节 水体环境污染对人类健康的影响	192
一、水污染对人体健康的影响	193
二、水生生物毒素对人体健康的危害	194
三、赤潮和“水华”的毒性作用	194
四、水环境污染中毒案例	195
第五节 水域生态毒理学	195
一、河口生态毒理学	195
二、湿地生态毒理学	197
三、海岸带生态毒理学	197
第九章 土壤环境毒理学	199
第一节 概述	199
一、土壤的功能	199
二、土壤污染与自净	199
第二节 污染物进入土壤的途径及其分布	200
一、土壤污染物的来源及其污染特点	200
二、污染物在土壤中的行为与分布	201
第三节 土壤污染的生物效应	204
一、土壤污染对土壤微生物的影响	205
二、土壤污染对土壤硝化和反硝化过程的影响	206
三、土壤污染对植物的影响	206
四、土壤污染对土居动物蚯蚓的影响	208
五、土壤中污染物相互作用对其毒性的影响	209
第十章 重金属的毒性	210

第一节 概述	210
一、基本概念	210
二、环境中重金属污染的来源	210
三、环境中重金属的迁移与转化	211
四、重金属的代谢	211
五、重金属的联合作用	214
六、重金属对健康的危害	214
第二节 汞	215
一、汞污染的来源与汞的生物富集	215
二、汞的理化性质	215
三、汞的代谢	216
四、汞的毒理作用	217
五、汞的环境卫生标准	219
第三节 铅	220
一、铅污染的来源	220
二、铅的理化性质	220
三、铅的代谢	220
四、铅的毒理作用	221
五、铅的环境卫生标准	226
第四节 镉	226
一、镉污染的来源	226
二、镉的理化性质	226
三、镉的代谢	227
四、镉的毒理作用	228
五、镉的环境卫生标准	231
第五节 铬	231
一、铬污染的来源	231
二、铬的理化性质	232
三、铬的代谢	233
四、铬的毒理作用	234
五、铬的环境卫生标准	237
第六节 砷	237
一、砷污染的来源	237
二、砷的理化性质	238
三、砷的代谢	238

四、砷的毒理作用	239
五、砷的环境卫生标准	245
第十一章 石油的毒性	247
第一节 石油污染对环境的危害	248
一、对水环境的危害	248
二、对土壤环境的危害	248
三、对大气环境的危害	249
第二节 原油及含硫化合物的毒性	249
一、原油的毒性	249
二、含硫化合物的毒性	249
第三节 石油馏分及毒性	251
一、液化石油气	251
二、汽油	252
三、柴油	253
四、石蜡	253
五、沥青	253
第四节 石油燃烧产物的毒性	254
一、一氧化碳	254
二、颗粒物	254
三、硝基多环芳烃	255
第五节 炼油环境污染对人群健康的影响	256
第十二章 溶剂的毒性	257
第一节 概述	257
第二节 链烷的毒性	258
一、链烷的一般性质	258
二、正己烷的应用及毒性	258
第三节 芳香族碳氢化合物的毒性	259
一、芳香族碳氢化合物的一般性质	259
二、苯和烷基苯的毒性	259
第四节 酮的毒性	261
一、酮的一般性质	261
二、二甲基酮的毒性作用	262
第五节 醇的毒性	263
一、醇的一般性质和毒性	263

二、甲醇和乙醇的性质和毒性	263
第六节 含氯碳氢化合物的毒性	264
一、含氯碳氢化合物的一般性质及毒性	264
二、几种含氯碳氢化合物的性质及毒性	265
第十三章 农药的毒性	266
第一节 概述	266
第二节 农药残留与污染	266
一、农药进入环境的途径	266
二、农药残留	267
三、农药对土壤、水体及大气的污染	268
第三节 农药的环境毒性	270
一、农药对环境有益生物的影响	270
二、农药对植物的影响	271
三、农药对土壤微生物的影响	272
四、农药对人体健康的影响	272
第四节 几种重要农药的毒理效应	274
一、有机氯农药	274
二、有机磷农药	277
三、氨基甲酸酯类农药	279
四、拟除虫菊酯类农药	280
五、除草剂	281
第十四章 环境内分泌干扰物	283
第一节 概述	283
第二节 环境内分泌干扰物的种类和污染水平	284
一、环境内分泌干扰物的种类	284
二、环境内分泌干扰物的污染水平	285
第三节 环境内分泌干扰物的毒性作用	289
一、二噁英类的一般毒性	290
二、二噁英类的生殖发育毒性	291
三、二噁英类的致癌性	292
四、二噁英类的免疫毒性	292
第四节 二噁英类健康危险度评价的现状	292
一、按有阈化学物对二噁英类的评价	292
二、按无阈化学物对二噁英类的评价	293

第五节 环境内分泌干扰物的筛查方法	294
一、第一阶段筛查	294
二、第二阶段筛查	295
第十五章 环境电离辐射	296
第一节 概述	296
一、电离辐射的概念和种类	296
二、电离辐射强度的表征	296
三、辐射作用的时间进程	298
四、放射性核素的外照射和内照射	298
第二节 环境电离辐射对动物和人体的损伤效应	300
一、电离辐射对机体的损伤作用	300
二、电离辐射所致的急性放射病	301
三、电离辐射的致死性	302
四、电离辐射的遗传效应	302
五、电离辐射的致癌效应	302
第三节 环境电离辐射对植物的损伤效应	303
第四节 环境电离辐射毒性作用的机理	304
一、电离辐射引发生物效应的物理化学原理	304
二、自由基和辐射损伤	305
三、电离辐射的原发作用和继发作用	306
四、 α 粒子辐射的“旁观者效应”	307
五、电离辐射引起生物效应的分子机制	307
第十六章 环境电磁辐射	311
第一节 电磁辐射的概念	311
第二节 环境电磁辐射源和污染状况	312
一、环境电磁辐射源的类型	312
二、环境的电磁辐射污染状况	313
第三节 电磁辐射对机体的影响	313
一、对神经系统的影响	314
二、对心血管系统的影响	314
三、对内分泌功能及代谢的影响	314
四、对免疫功能的影响	315
五、对生殖系统和胎儿发育的影响	315
六、电磁辐射的致癌作用	316

第四节 环境电磁辐射的防护和管理	317
一、屏蔽防护	318
二、吸收防护	318
三、距离防护	318
四、个人防护	318
实验	321
实验一 毒理学动物实验的一般操作技术	321
实验二 经呼吸道急性染毒试验	325
实验三 经皮急性毒性试验	327
实验四 血清乳酸脱氢酶活性的测定	331
实验五 肝微粒体制备及苯胺羟化酶活力的测定	334
实验六 小鼠精子畸形试验	338
实验七 骨髓细胞的微核分析法	340
实验八 动物骨髓细胞染色体畸变分析	343
实验九 姐妹染色单体交换试验	345
实验十 显性致死突变试验	349
实验十一 Ames 试验 (鼠伤寒沙门氏菌回复突变试验)	352
实验十二 水生蚤类繁殖试验	359
实验十三 鱼类急性毒性试验	361
实验十四 藻类生长抑制试验	364
实验十五 微宇宙生态系统毒性试验	368
实验十六 中宇宙生态系统毒性试验	370
主要参考文献	372

第一章

绪论

一、概述

环境毒理学是研究环境污染物,特别是化学污染物对生物有机体,尤其是对人体的损害作用及其机理的科学。环境毒理学不仅要研究环境污染物对生物个体的损害作用,而且要研究污染物对生物群体、生态系统甚至特定环境下的整个生物社会的损害作用及其防治对策。

环境毒理学属于环境科学的范畴,也是生命科学和毒理学的分支学科。毒理学是研究物理、化学和生物因素,特别是化学因素对生物机体的损害作用及其机理的科学。有的学者从医学角度出发,认为环境毒理学是利用毒理学的观点和方法,从预防医学角度研究环境污染物对人体的损害作用及其机理的科学,并把它归属于预防医学的范畴。然而,随着人类文明的发展,人类对自己的保护日臻完善,这是其他生物远不能相比的。而环境污染物对人类之外的其他生物种类(包括动物、植物和微生物等)的损害日趋严重,地球上每天有 100 ~ 300 个物种遭灭绝,近 50 000 km² 森林被破坏。环境毒理学的研究已扩展到环境污染物对各种生物机体及其种群的损害作用规律及防治措施的范围。

环境污染物的种类繁多,包括物理的、化学的、生物等多种污染物。物理性污染有电离辐射、电磁辐射及噪声污染等;生物性污染有细菌、病毒及生物毒素污染等;化学污染物是当前危害最为严重的环境污染物,如工业化学品、农用化学品、日用化学品及染料等。研究环境污染物对生物有机体的损害规律及其防治措施,对保护生态平衡、保障人类健康,使地球上各种生物种类、特别是人类社会可持续健康发展是非常重要的。

外源化学物(xenobiotics)不是人体的组成成分,也非人体所需的营养物质或维持正常生理功能所必需的物质,但它们可通过一定的途径与人体接触并从环境中进入人体,从而产生一定的生物学作用。它们是一类“外来生物活性物质”,又可称为外来化学物,以区别于机体内代谢过程中形成的产物和中间产物——内源化学物。环境化学污染物通常简称为环境化学物,是由于人类的生产活动和生活活动人为地进入环境的化学物质,它们属于外源化学物的范畴。