

# 污染生态学

(第3版)

王焕校 主编



Pollution Ecology



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

# 污染生态学

(第3版)

主 编 王焕校

副主编 段昌群 王宏宾 常学秀 李 元

Pollution  
Ecology



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

W u r a n S h e n g t a i x u e

## 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》，其行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进行严厉打击。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 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

## 图书在版编目(CIP)数据

污染生态学/王焕校主编. --3版. --北京:高等教育出版社,2012.6

ISBN 978-7-04-035467-6

I. ①污… II. ①王… III. ①污染生态学-高等学校-教材 IV. ①X171.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第088692号

策划编辑 林金安

责任编辑 孟丽

封面设计 张楠

责任印制 朱学忠

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街4号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.landrac.com">http://www.landrac.com</a>
印 刷	河北鹏盛贤印刷有限公司		<a href="http://www.landrac.com.cn">http://www.landrac.com.cn</a>
开 本	787mm×1092mm 1/16	版 次	2000年5月第1版
印 张	22.25		2012年6月第3版
字 数	540千字	印 次	2012年6月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	38.00元
咨询电话	400-810-0598		

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 35467-00

谨将此书  
献给云南大学 90 周年华诞



## 本书各章编者

---

绪 论：王宏镛 王焕校

第一章：王宏镛

第二章：张 玲

第三章：王海娟

第四章：祖艳群

第五章：常学秀

第六章：段昌群

第七章：李 元

第八章：陈海燕

第九章：张国盛

第十章：李俊梅 陆轶峰

后 记：王焕校

## 第3版前言

《污染生态学》(第2版)出版至今,已近10年。在这期间,污染生态基础理论研究和应用研究成果于污染治理方面的内容非常丰富,这就让我们有了出版第3版的想法。

第3版是在第2版基础上经修改、补充完成的,整体思路、学术体系和编写框架没有变化。污染生态学属应用生态学科范畴,是生态学下的一个分支学科。生态学研究生物与环境之间的关系规律,生物是主体,环境是生物赖以生存、发展的条件,属客体。污染生态学研究生物与污染环境的关系规律,生物是主体,污染的环境是影响生物生存发展的制约条件,也属客体;生物是污染生态学研究的主要对象。

本书以污染物在生物体内的生物过程为主线索,以生物与污染环境之间的关系规律为主要内容,其中,生物抗性、生态适应与进化、生物治理污染为重点。

所谓生物过程是指生物对污染物的吸收,污染物在生物体内各器官、组织间迁移,在迁移过程中污染物在体内各器官、组织内富集。在富集到一定程度后污染物对生物产生毒害,同时生物也能对污染物进行解毒。在吸收、迁移、富集、毒害、解毒的综合作用下,有些生物个体死亡,有些生物会发生相应的变异,逐步适应污染条件形成抗性,形成“逆进化”。我们把上述整个过程称为生物过程,它和营养元素在生物体内的吸收迁移规律相似。

第3版共10章,分基础篇(上篇)和应用篇(下篇)两部分。上篇偏重于基础理论和规律性问题,下篇是运用上篇的理论和规律治理污染的环境。这种划分也是相对的,上篇也有应用的内容,下篇也包含不少的基础理论和规律性问题。

第3版大量增加绪论的内容。这是因为随着污染生态学的研究和实践的进展,人们对污染生态学的认识逐步加深,要求掌握更多的污染生态学规律性问题和今后发展趋势,这些要求和内容必须在绪论中反映,所以绪论增加内容是必然的。

第2版把生物净化与抗性合为一体,第3版将它分为两章。因为抗性强的生物不一定净化能力强,抗性是吸收、迁移、富集、毒害、净化的综合结果,也是生物过程的一个结果。同时,生物在污染环境中通过生物过程使生物发生变异、适应和进化,第五章实际上是向第六章过渡和彼此衔接的一章。第3版中在第十章增加了“环境污染的生态和健康风险评价”一节。上述章节的变化是否合适还有待教学实践的验证。需要说明的是,在关于生物过程的讨论中,本书按三大类生物类群(植物、动物和微生物)进行阐述,这样的划分未免会使有些毒害、解毒和抗性机理在不同生物间重复,希望在使用本书时注意运用比较的方法,理解三大生物类群在这些机理上的异同点。

参加第3版修订的人员在第2版的基础上做了适当调整:绪论(王宏镛、王焕校),第一章(王宏镛),第二章(张玲),第三章(王海娟),第四章(祖艳群),第五章(常学秀),第六章

(段昌群),第七章(李元),第八章(陈海燕),第九章(张国盛),第十章(李俊梅、陆轶峰)。全书最后由王焕校修改、统稿和定稿。原参加第2版编写的文传浩、孟玲、高圣义、谭晓勇因种种原因没有参加第3版的编写工作,但第3版是在第2版基础上修改补充的,他们对本书的贡献应给予充分肯定。研究生袁嘉丽、魏大巧、杨树华、周鸿、张云孙、孙赛初、杨红玉、李华林、彭鸣、李素英、李森林、单振光、余国营、秦天才对本书也作出了贡献。因此,本书是大家共同劳动的成果。

本书可作为生态学专业、环境科学专业及环保、农林系统相关专业本科生和研究生的教学用书,也可供科研人员参考。由于本书涉及面广,各校在使用时可根据自己的专业特点加以取舍。建议在教与学的过程中,请大家参看后记,这对加深对本课程的理解有好处。

尽管这是第3版,但因涉及面太广,在内容上肯定有不当或错误之处,敬请批评指正。

王焕校

2012年1月于昆明

## 第2版前言

由于环境污染日趋严重,认识和解决由环境污染带来的问题已是当务之急。因此,我有了要开设污染生态学课的设想。几经努力,1981年终于在云南大学生物系首次开设了“污染生态学”课。该课程的开设引起学生们很大的兴趣,也得到他们的鼓励和支持,这就增强了我开好这门课的信心。

1984年受中国环境科学学会环境生物专业委员会的委托,在昆明举办全国污染生态学培训班,由我讲授“污染生态学”课(王德铭先生讲环境生物学,余叔文先生讲环境生理学,樊德芳先生讲农药污染)。由于教学需要,我编写了《污染生态学基础》讲义。其后经过不断的教学实践和反复修改,终于在1990年由云南大学出版社正式出版《污染生态学基础》教材。该书凝聚了我多年教学和科研的心血,也得到研究生们(杨树华、周鸿、张云孙、孙赛初、杨红玉、李华林、彭鸣、李素英、高圣义、李森林、李元、丁认泉、单振光、段昌群、余国营、秦天才)的大力帮助。因此该书是大家共同劳动的成果。

1998年高教出版社委托我编写《污染生态学》教材,该书由我主编,吸收部分教师和研究生参加。该书是以原《污染生态学基础》一书为基础,吸收近期国内外最新研究成果,经修改、补充完成的。全书由原来的八章扩大为十章,各章的题目和具体编写人员是:绪论(王焕校)、第一章污染物在生物体内的迁移规律(王宏镛)、第二章生物富集(张玲、高圣义)、第三章污染物的毒害作用及机理(谭晓勇、李俊梅)、第四章生物对环境污染物的抗性(常学秀、孟玲)、第五章环境污染的生物监测(常学秀、文传浩)、第六章生物对长期污染的生态效应与适应进化(段昌群)、第七章水污染及生物防治(李元)、第八章大气污染及生物防治(陈海燕、李俊梅)、第九章土壤污染及生物防治(文传浩)、第十章环境质量评价中的污染生态问题(李俊梅、陈海燕)。其中生物对长期污染的生态效应与适应进化和土壤污染及生物防治两章是新增加的。最后全书由我修改、统稿。此外,研究生吕朝晖、马建民、魏大巧、许桂莲等同志对本书的出版也给予了帮助。

本书的资料除少数采用自己的科研成果外,大多数是引用国内外同行学者的研究成果。我们能有这本书,首先要感谢各位专家、学者提供的资料。由于当时疏忽,少数图表没有注明出处,在此深表歉意!原作者如见本书后敬请速与我们联系。在此除表示歉意外,我们将在本书第二次印刷时一定补上。

本书是以污染物在生物体内的生物过程为主线索,生物与污染环境之间的关系规律为主要内容,生物抗性形成和生物防治污染为重点,力求在内容上保证系统性、完整性和达到学以致用。全书力求能反映国内外该领域最新研究成果,因此涉及面较广。各校在使用时可根据自己专业特点加以取舍。然而污染生态学在近年来发展极为迅速,加上我们能力所



限,虽已尽全力,但书中错误和不当之处在所难免,敬请国内广大同行专家学者批评指正。

本书可作为环境科学专业、生态学专业以及环保、农林系统相关专业研究生的教材,也适用于上述专业本科生教学用书。

王焕校

2001年12月于云南大学

绪论 .....	1	动态 .....	5
第一节 污染生态学的形成、发展和定义 .....	1	一、污染生态学的学科发展趋势 .....	5
一、污染生态学形成和发展的时代背景 .....	1	二、中国污染生态学的优先研究领域 .....	6
二、可持续发展的需要 .....	2	第四节 污染生态学的研究方法 .....	6
三、污染生态学的定义 .....	2	一、野外调查 .....	7
四、污染生态学与相关学科的关系 .....	3	二、受控实验 .....	7
第二节 污染生态学的研究内容与任务 .....	4	三、多学科交叉 .....	7
一、污染生态学的研究内容 .....	4	四、新技术的运用 .....	7
二、污染生态学的任务 .....	4	小结 .....	8
第三节 污染生态学的学科发展		思考题 .....	8
		建议读物 .....	8
		推荐网络资讯 .....	9

## 上 篇 基础篇

第一章 生物对污染物的吸收和迁移 .....	13	迁移 .....	17
第一节 基本概念 .....	13	一、植物对污染物的吸收 .....	17
一、污染物 .....	13	二、污染物在植物体内的迁移 .....	23
二、优先污染物 .....	14	第三节 动物对污染物的吸收与迁移 .....	27
三、持久性有机污染物 .....	14	一、污染物通过动物细胞膜的方式 .....	28
四、环境内分泌干扰物 .....	14	二、动物体对污染物质的吸收 .....	28
五、持久性有毒物 .....	15	三、污染物在动物体内的迁移与排出 .....	29
六、持久性生物累积性有毒污染物 .....	15	第四节 微生物对污染物的吸收 .....	30
七、挥发性有机物 .....	16	一、微生物细胞吸收污染物的机理 .....	30
八、剂量 .....	16		
第二节 植物对污染物的吸收与			

## 目 录

二、影响微生物吸收污染物的因素 .....	30
第五节 影响植物吸收、迁移污染物的因素 .....	31
一、植物种的生物学、生态学特性 .....	31
二、污染物的种类及其形态差异 .....	33
三、pH .....	33
四、氧化还原电位 .....	35
五、土壤阳离子交换量 .....	36
六、污染物间的不同效应 .....	36
七、土壤性质的影响 .....	38
八、根际微生物的作用 .....	41
小结 .....	41
思考题 .....	42
建议读物 .....	42
推荐网络资讯 .....	43
<b>第二章 生物富集</b> .....	<b>44</b>
第一节 生物富集的概念 .....	44
第二节 生物富集机制 .....	45
一、生物学特性 .....	45
二、污染物的性质 .....	52
三、污染物的浓度和作用时间 .....	55
四、环境特点 .....	56
五、富集与食物链 .....	56
第三节 研究生物富集的方法 .....	57
一、模拟研究 .....	58
二、调查试验研究 .....	59
小结 .....	60
思考题 .....	60
建议读物 .....	60
推荐网络资讯 .....	60

<b>第三章 污染物的毒害作用及机理</b> .....	<b>61</b>
第一节 污染物的毒害作用 .....	61
一、污染物对植物的影响 .....	61
二、污染物对动物和人体健康的影响 .....	77
三、污染物对土壤微生物的影响 .....	87
第二节 受害机理 .....	88
一、生物活性点位 .....	88
二、重金属对生物毒性效应的分子机理 .....	89
三、金属离子对生物大分子活性点位的竞争及其与金属生物毒性的关系 .....	90
四、分子、原子结构理论解释 .....	91
第三节 受害条件 .....	92
一、毒物性质 .....	92
二、外界条件 .....	94
第四节 化学元素间的作用关系 .....	96
一、化学元素的颉颃作用 .....	96
二、化学元素的协同作用 .....	101
三、化学元素的相加作用 .....	101
小结 .....	101
思考题 .....	101
建议读物 .....	102
推荐网络资讯 .....	102
<b>第四章 生物对污染物的解毒作用</b> .....	<b>103</b>
第一节 生物对污染物的结合钝化 .....	103
一、植物对污染物的结合钝化 .....	103

二、动物对污染物的结合钝化 … 106	二、生物抗性的指标 …………… 130
三、微生物对污染物的结合 钝化 …………… 107	三、抗性生物的筛选方法 ……… 131
第二节 生物对污染物的代谢	四、抗性生物运用的利弊分析 … 131
解毒 …………… 108	第二节 环境污染的生物监测与 指示 …………… 132
一、植物对污染物的代谢解毒 … 108	一、生物监测与指示概述 ……… 132
二、动物对污染物的代谢解毒 … 110	二、大气污染的生物监测与 指示 …………… 134
三、微生物对污染物的代谢 解毒 …………… 112	三、水体污染的生物监测与 指示 …………… 138
第三节 生物对污染物的遗传解毒 控制 …………… 117	四、土壤污染的生物监测与 指示 …………… 141
一、植物对污染物的遗传解毒 控制 …………… 117	五、环境污染生物监测的方法 … 144
二、微生物对污染物的遗传解毒 控制 …………… 119	小结 …………… 157
第四节 生物对污染物及其代谢 产物的排出作用 …………… 122	思考题 …………… 157
一、植物对污染物及其代谢产物 的排出作用 …………… 122	建议读物 …………… 158
二、动物对污染物及其代谢产物 的排出作用 …………… 122	推荐网络资讯 …………… 158
三、微生物对污染物及其代谢产 物的排出作用 …………… 123	
小结 …………… 124	
思考题 …………… 124	
建议读物 …………… 125	
推荐网络资讯 …………… 125	
<b>第五章 生物对污染物的抗性及其 生物监测 …………… 126</b>	<b>第六章 生物对长期污染的生态 效应与适应进化 …………… 159</b>
第一节 生物对污染物的抗性及其 抗性生物 …………… 126	第一节 生物多样性的丧失 ……… 160
一、抗性的概念和类型 …………… 126	一、遗传多样性的丧失 ……… 161
	二、物种多样性的丧失 ……… 162
	三、生态系统水平的响应 ……… 163
	第二节 生物对污染的适应 ……… 165
	一、生物对污染适应的一般 原理 …………… 165
	二、生物对污染的适应性反应 … 166
	第三节 污染条件下生物的分化 与微进化 …………… 172
	一、污染选择下的种群响应 …… 172
	二、污染条件下生物种群适应性 分化的过程 …………… 174

三、影响植物污染抗性进化的  
生物因素 ..... 174

四、生物对污染适应的代价 ..... 177

五、污染条件下生物分化与进化的  
一般趋势 ..... 178

小结 ..... 180

思考题 ..... 180

建议读物 ..... 181

推荐网络资讯 ..... 181

## 下 篇 应用篇

### 第七章 水体污染及其生物

防治 ..... 185

第一节 水体污染 ..... 186

一、水体污染的概念 ..... 186

二、水体污染源 ..... 186

三、水体污染物及其化学行为 ..... 187

第二节 水体富营养化 ..... 188

一、主要水质指标与标准 ..... 189

二、富营养化形成的条件 ..... 191

三、富营养化形成的指标与  
评价 ..... 191

第三节 水体污染对生物的影响 ..... 197

一、水体富营养化对水生生态  
系统的影响 ..... 197

二、污水灌溉对农田生态系统的  
影响 ..... 199

第四节 水体污染的生物防治 ..... 201

一、氧化塘技术 ..... 201

二、土地处理系统 ..... 206

三、湿地系统 ..... 211

小结 ..... 217

思考题 ..... 217

建议读物 ..... 217

推荐网络资讯 ..... 218

### 第八章 大气污染及其生物

防治 ..... 219

第一节 大气污染概述 ..... 219

一、大气污染的概念 ..... 219

二、大气污染的危害 ..... 220

三、我国大气污染的特点 ..... 220

第二节 温室效应 ..... 220

一、温室效应与温室气体 ..... 221

二、温室效应的后果 ..... 221

三、温室效应的防治对策 ..... 223

第三节 酸雨 ..... 224

一、酸雨及其形成机理 ..... 224

二、酸雨的危害 ..... 228

三、酸雨的防治对策 ..... 231

第四节 臭氧层衰减与 UV-B 辐射  
增强 ..... 232

一、臭氧层介绍 ..... 232

二、臭氧层衰减的危害 ..... 233

三、防治措施 ..... 235

第五节 大气污染与生物防治 ..... 235

一、植物对空气中有毒有害物  
质的吸收 ..... 236

二、不同树种对大气污染物的吸  
收与抗性 ..... 236

三、城市绿化工作的原则 ..... 238

小结 .....	239	一、研究的程序 .....	268
思考题 .....	239	二、研究基本内容和参数 .....	269
建议读物 .....	239	三、生态系统容量的制定 .....	272
推荐网络资讯 .....	240	第二节 环境评价及分区 .....	276
<b>第九章 土壤污染与生物防治</b> ...	241	一、土壤污染评价及分区 .....	276
第一节 土壤污染概述 .....	241	二、生物污染评价及分区 .....	277
一、土壤污染的特点 .....	242	三、生态质量评价 .....	281
二、土壤污染的类型 .....	243	四、生态系统健康评价 .....	285
第二节 土壤污染的生态效应 .....	245	第三节 人群健康环境影响评价 ...	287
一、重金属污染的生态效应 .....	245	一、污染物沿食物链进入人体 ...	287
二、土壤有机废物污染的生态		二、人群健康环境影响评价 .....	289
效应 .....	251	第四节 环境污染的生态和健康	
三、农药、化肥施用不当的生态		风险评价 .....	292
效应 .....	253	一、环境污染的生态风险评价 ...	292
四、致病生物对土壤的影响 .....	259	二、环境污染的健康风险评价 ...	295
五、土壤中放射性污染物的生态		小结 .....	301
效应 .....	260	思考题 .....	301
第三节 土壤污染的生物防治 .....	262	建议读物 .....	302
一、土壤重金属污染的生物防治		推荐网络资讯 .....	302
技术 .....	262	<b>参考文献</b> .....	303
二、土壤有机污染的生物防治		<b>后记</b> .....	325
技术 .....	264	一、我与污染生态学 .....	325
小结 .....	266	二、章节安排及彼此之间的	
思考题 .....	267	关系 .....	326
建议读物 .....	267	三、研究的进展 .....	328
推荐网络资讯 .....	267	四、存在问题和建议 .....	329
<b>第十章 污染生态学中的环境</b>		<b>术语表</b> .....	330
<b>质量评价问题</b> .....	268		
第一节 环境容量 .....	268		

# Contents

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapter 1 Uptake and translocation of pollutants in organisms</b> .....	13
Section 1 Some basic concepts .....	13
1. Pollutant .....	13
2. Priority pollutant .....	14
3. Persistent Organic Pollutants (POPs) .....	14
4. Environmental Endocrine Disruptors (EEDs) .....	14
5. Persistent Toxic Substances (PTS) .....	15
6. Persistent Bio-accumulative Toxins (PBTs) .....	15
7. Volatile Organic Compounds (VOCs) .....	16
8. Dosage .....	16
Section 2 Uptake and translocation of pollutants in plants .....	17
1. Uptake of pollutants in plants .....	17
2. Translocation of pollutants in plants .....	23
Section 3 Uptake and translocation of pollutants in animals .....	27
1. Patterns of pollutant passing through the animal cell membrane .....	28
2. Uptake of pollutants in animals .....	28
3. Translocation and exclusion of pollutants in animals .....	29
Section 4 Uptake of pollutants in microorganisms .....	30
1. Mechanisms of pollutant uptake in the cells of microorganisms .....	30
2. Factors affecting the uptake of pollutants in microorganisms .....	30
Section 5 Factors affecting uptake and translocation of pollutants in plants .....	31
1. Biological and ecological properties of plants .....	31
2. Types and speciation of pollutants .....	33
3. pH value .....	33
4. Oxidation-reduction potential .....	35
5. Cation exchange capacity of soil .....	36
6. Interaction among pollutants .....	36
7. Effects of soil properties .....	38
8. Effects of rhizospheric microorganisms .....	41
Summary .....	41
Review questions .....	42
Suggested readings .....	42
Web materials .....	43
<b>Chapter 2 Bioenrichment</b> .....	44
Section 1 The concept of bioenrichment .....	44
Section 2 Mechanisms of bioenrichment .....	45
1. Biological characteristics .....	45

Contents

2. Characteristics of pollutants ..... 52

3. Concentration and action time of pollutants ..... 55

4. Characteristics of environment ..... 56

5. Bioenrichment and food chain ..... 56

Section 3 Methods for bioenrichment research ..... 57

1. Modeling research ..... 58

2. Investigation research ..... 59

Summary ..... 60

Review questions ..... 60

Suggested readings ..... 60

Web materials ..... 60

**Chapter 3 The toxic effect and mechanisms of pollutants** ..... 61

Section 1 The toxic effect of pollutants ..... 61

1. Effect of pollutants on plant ..... 61

2. Effects of pollutants on animal and human health ..... 77

3. Influence of pollutants on Soil Microorganism ..... 87

Section 2 Toxic mechanisms ..... 88

1. Biological sites ..... 88

2. Molecular mechanism of heavy metals toxicity in organisms ..... 89

3. Relationships between biological macromolecules competition and toxicity of metal ions ..... 90

4. Explanation from the theory of molecular and atomic structure ..... 91

Section 3 Toxic conditions ..... 92

1. The nature character of toxicants ..... 92

2. External conditions ..... 94

Section 4 The interaction between chemical elements ..... 96

1. Antagonism of chemical elements ..... 96

2. Synergistic action of chemical elements ..... 101

3. The addition effect of chemical elements ..... 101

Summary ..... 101

Review questions ..... 101

Suggested readings ..... 102

Web materials ..... 102

**Chapter 4 Detoxification of organisms to pollutants** ..... 103

Section 1 Inactivation of organisms to pollutants ..... 103

1. Inactivation of plants to pollutants ..... 103

2. Inactivation of animals to pollutants ..... 106

3. Inactivation of microorganisms to pollutants ..... 107

Section 2 Metabolic detoxification of organisms to pollutants ..... 108

1. Metabolic detoxification of plants to pollutants ..... 108

2. Metabolic detoxification of animals to pollutants ..... 110

3. Metabolic detoxification of microorganisms to pollutants ..... 112

Section 3 Genetic detoxification of Organisms to Pollutants ..... 117

1. Genetic detoxification of plants to pollutants ..... 117

2. Genetic detoxification of microor-



organisms to pollutants .....	119	to soil pollution .....	141
Section 4 Exclusion of pollutants and		5. Methods of Biological monitoring	
metabolites in organisms ...	122	and indicating .....	144
1. Exclusion of pollutants and meta-		Summary .....	157
bolites in plants .....	122	Review questions .....	157
2. Exclusion of pollutants and meta-		Suggested readings .....	158
bolites in animals .....	122	Web materials .....	158
3. Exclusion of pollutants and meta-			
bolites in microorganisms .....	123	<b>Chapter 6 Ecologic responses and</b>	
Summary .....	124	<b>adaptative evolution</b>	
Review questions .....	124	<b>under long-termed</b>	
Suggested readings .....	125	<b>pollution</b> .....	159
Web materials .....	125	Section 1 Loss of biodiversity .....	160
		1. Loss of genetic diversity .....	161
<b>Chapter 5 Biological resistance and</b>		2. Loss of species diversity .....	162
<b>monitoring to environ-</b>		3. Loss of ecosystem diversity .....	163
<b>mental pollution</b> .....	126	Section 2 Biological adaptation to pollu-	
Section 1 Biological resistance to		tion .....	165
pollutants and resistant		1. General principles of biological	
organisms .....	126	adaptation to pollution .....	165
1. Concept and types of Bio-resis-		2. Adaptive responses to pollu-	
tance .....	126	tion .....	166
2. Indicators of Bio-resistance .....	130	Section 3 Differentiation and microevo-	
3. Screening of Resistant Organis-		lution under pollution .....	172
ms .....	131	1. Population responses to the selec-	
4. Advantages and Disadvantages of		tion of pollution .....	172
Bio-resistance .....	131	2. Differentiation process of population	
Section 2 Biological monitoring and		under pollution .....	174
indicating to environmental		3. Biotic factors affecting plant evolu-	
pollution .....	132	tion under pollution .....	174
1. Introductions of Biological monito-		4. Adaptation cost .....	177
ring and indicating .....	132	5. General trends of adaptation and	
2. Biological monitoring and indicating		evolution under anthropogenic	
to air pollution .....	134	pollution .....	178
3. Biological monitoring and indicating		Summary .....	180
to water pollution .....	138	Review questions .....	180
4. Biological monitoring and indicating		Suggested readings .....	181