

卫生部规划教材

高等医药院校教材
供预防医学类专业用

卫生微生物学

第二版

郁庆福 主编

人民卫生出版社

卫
生
微
生
物
学

R117/N01

第
二
版

高等医药院校教材

供预防医学类专业用

卫生微生物学

第二版

郁庆福 主编

郁庆福 (上海医科大学)

杨均培 (中国医科大学) 编写

殷强仲 (华西医科大学)

王秀茹 (北京医科大学)

人民卫生出版社

责任编辑 赵 蔚

卫
生
微
生
物
学

卫生微生物学

第二版

郁庆福 主编

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

二河市宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 44.5印张 253千字
1984年10月第1版 1995年10月第2版第11次印刷
印数：39 251—42 050
ISBN 7-117 00014-7/R·15 定价：9.00元

著作权所有 请勿擅自用本书制作各类出版物，违者必究。

说 明

这套教材是卫生部组织编写的规划教材。初版始于1978年，1983年进行第二轮修订，这次从1990年开始为第三轮修订。本轮教材的版次多数为第三版，少数为二版和一版。目前已出版教材共10种，均经卫生部聘任的全国预防医学类专业教材评审委员会审定，教材名录如下：

- | | | |
|--------------------|-----|----|
| 1. 《卫生化学》(第三版) | 许春向 | 主编 |
| 2. 《卫生微生物学》(第二版) | 郁庆福 | 主编 |
| 3. 《卫生毒理学》(第二版) | 刘毓谷 | 主编 |
| 4. 《卫生统计学》(第三版) | 杨树勤 | 主编 |
| 5. 《流行病学》(第三版) | 连志浩 | 主编 |
| 6. 《环境卫生学》(第三版) | 姚志麒 | 主编 |
| 7. 《劳动卫生学》(第三版) | 王箴兰 | 主编 |
| 8. 《营养与食品卫生学》(第三版) | 陈炳卿 | 主编 |
| 9. 《儿童少年卫生学》(第三版) | 叶广俊 | 主编 |
| 10. 《食品理化检验学》 | 鲁长豪 | 主编 |

以上教材均由人民卫生出版社出版，新华书店科技发行所发行。

全国预防医学类专业教材评审委员会

主任委员 刘世杰

副主任委员 姚志麒

委员 (以姓氏笔画为序)：刘志诚 刘毓谷 赵融 钱宇平 鲁长豪

秘书 马伏生

编写说明

卫生微生物学第二版与第一版相比有较大的改变，在有限的篇幅中充实了新的内容。加强了总论理论部分，各章力求以生态学观点论述微生物与生境之间相互关系，阐明相互作用的规律。书中合并了个别章节（如水细菌与水病毒），新增卫生微生物的生态学、食品微生物的生态学、鱼贝类微生物、蔬菜水果微生物、预防性消毒。

各论章节应用了基本统一的格式，使读者容易学习和掌握。

在应用国外近年研究进展资料的同时，考虑到我国国情，对国内报道的成果给予重视，并做了部分引用。

本书着重于基本理论和知识的叙述，对检测具体方法未作详细介绍，可查考已出版的很多有关检验方法专著。

本教材供预防医学类专业（卫生专业、卫生检验专业、食品检验专业）使用。

卫生微生物学是一门年轻的学科，并由于编者水平有限，读者发现缺点或不妥之处，恳希不吝指正。

主编 郁庆福

1992. 4.

目 录

第一章 绪论	1
第一节 卫生微生物学发展简史	1
第二节 卫生微生物学概念	2
第三节 卫生微生物学与其他学科关系	2
第四节 卫生微生物学产生背景	2
第五节 卫生微生物学任务	3
第六节 卫生微生物学的展望	5
第二章 微生物生态学	6
第一节 微生物生态学基本概念	6
第二节 微生物与环境的相互作用	7
第三节 微生物与微生物之间的关系	9
第三章 水微生物	11
第一节 水微生物的生境特性及其卫生意义	11
第二节 水微生物的来源及污染途径	12
第三节 水细菌的种类和分布	12
一、水细菌的特点	12
二、淡水中细菌	13
三、海水中细菌	13
第四节 水中致病菌	14
一、志贺氏菌属	14
二、大肠埃希氏菌	15
三、沙门氏菌	15
四、霍乱弧菌	15
五、副溶血性弧菌	16
六、结核杆菌	16
七、钩端螺旋体	16
八、土拉弗氏菌	16
九、嗜肺军团菌	17
十、空肠弯曲菌	17
十一、小肠结肠炎耶尔森氏菌	18
第五节 水中病毒	18
一、水病毒与人类疾病	18
二、水病毒的种类及分布	18
三、水中病毒存活及影响因素	20
四、水中病毒感染及其表现	21
五、水中病毒的去除和灭活	22

六、水中病毒的检测原则	24
第六节 水的卫生细菌学指标及细菌学检测原则	24
一、水的卫生细菌学指标	24
二、生活饮用水的细菌学标准	26
三、水微生物检测原则	26
第七节 微生物在水净化中的作用	27
一、污水生物处理的原理	27
二、对化学污染物的降解	29
三、医院污水处理及排放标准	30
第四章 空气微生物	31
第一节 空气生境特性及其卫生意义	31
一、空气生境特性与空气微生物	31
二、空气微生物的卫生学意义	32
第二节 空气微生物气溶胶	32
一、微生物气溶胶的概念及特性	32
二、微生物气溶胶的感染性	33
三、微生物气溶胶对人类健康的影响	33
四、微生物气溶胶在医学上的应用	34
第三节 空气微生物的来源和传播方式	35
一、空气微生物的来源	35
二、空气微生物的传播	36
第四节 空气微生物的种类及分布	36
一、空气微生物的种类及分布	36
二、空气微生物的浓度分布	38
三、空气微生物的粒度分布	39
四、空气微生物的时间分布	39
第五节 空气微生物的采样方法及卫生标准	40
一、空气微生物的采样方法	40
二、空气微生物卫生标准	41
第六节 空气的净化与消毒	41
一、控制污染来源	42
二、物理通风法	42
三、紫外线照射	42
四、负离子发生器	43
五、化学消毒剂消毒	43
第五章 土壤微生物	44
第一节 土壤生境特性及其卫生意义	44
第二节 土壤微生物种类及分布	45
第三节 土壤微生物在自然界物质循环中的作用	46
第四节 土壤中的致病微生物	46
第五节 土壤微生物的检测	47

第六节	土壤微生物的卫生标准	48
第七节	土壤微生物污染的预防	49
第六章	食品微生物生态学	50
第一节	食品生境特性	50
第二节	食品微生物与人类生活、健康的关系	51
第三节	食品微生物来源及污染途径	53
第四节	影响微生物在食品中生长的因素	54
第七章	各种食品中微生物	58
第一节	奶微生物	58
一、	奶的生境特性	58
二、	奶的微生物来源及污染途径	59
三、	奶微生物种类与分布	59
四、	奶微生物对健康的危害	60
五、	奶微生物引起奶的变质	60
六、	奶微生物的检测原则	62
七、	奶微生物的卫生标准	62
八、	奶微生物污染的预防	62
第二节	肉类微生物	63
一、	肉生境特性	63
二、	肉微生物来源及污染途径	63
三、	肉微生物种类与分布	64
四、	肉微生物对健康的危害	64
五、	肉微生物引起的变质	65
六、	肉微生物的检测原则与卫生标准	66
第三节	蛋微生物	67
一、	蛋的生境特性	67
二、	蛋微生物的来源与污染途径	68
三、	蛋微生物种类及分布	68
四、	蛋微生物对健康的危害	69
五、	蛋微生物引起的变质	69
六、	蛋微生物的检测原则与卫生标准	69
七、	蛋微生物污染的预防	70
第四节	鱼贝类微生物	70
一、	鱼类微生物	70
二、	牡蛎微生物	73
三、	毛蚶与泥蚶微生物	74
四、	鱼贝类水产品微生物检验原则	75
第五节	罐头食品中的微生物	76
一、	罐头生境特性及其卫生意义	76
二、	罐头微生物来源及污染途径	77
三、	罐头微生物种类及分布	77

四、罐头微生物对健康的危害	79
五、罐头食品引起的变质	80
六、罐头微生物的检验原则	80
七、罐头微生物污染的预防	81
第六节 粮食微生物	81
一、粮食生境特性及其卫生意义	81
二、粮食微生物来源及污染途径	82
三、粮食微生物的种类及分布	83
四、粮食微生物对健康的危害	84
五、粮食微生物与霉变	91
六、粮食中真菌毒素的检测原则	92
七、粮油、食品中黄曲霉毒素B ₁ 允许量标准	92
八、粮食的防霉去毒	93
第七节 蔬菜、水果微生物	94
一、果蔬的生境特征及卫生意义	94
二、果蔬微生物的来源及污染途径	94
三、果蔬微生物的种类与分布	95
四、果蔬微生物对健康的危害	96
五、果蔬微生物污染的预防	97
第八章 药品、化妆品微生物	98
第一节 药品微生物	98
一、药品生境特性与卫生意义	98
二、药品微生物污染的来源及污染途径	99
三、药品微生物的种类与分布	99
四、药品微生物的危害	101
五、药品微生物检验和卫生标准	101
六、药品微生物污染的预防	104
第二节 化妆品微生物	105
一、化妆品生境特性及卫生意义	105
二、化妆品微生物来源及污染途径	105
三、化妆品微生物的种类与分布	107
四、化妆品微生物污染的危害	107
五、化妆品微生物检测原则和卫生标准	107
六、化妆品微生物污染的预防	108
第九章 医院环境中的微生物	110
第一节 医院微生物的卫生意义	110
第二节 医院的特定条件	110
一、医院病人对感染的抵抗力普遍降低	110
二、医院是病人聚集的场所	111
三、医院应用诊断和治疗手段	111
第三节 医院内感染微生物特点	111
一、多为正常菌丛或条件致病菌	111

二、病原体在外界抵抗力较强	112
三、细菌常具有耐药性	112
第四节 医院感染来源及污染途径	112
一、感染来源	112
二、感染途径	113
第五节 医院获得性感染主要微生物	114
一、葡萄球菌	114
二、大肠埃希氏杆菌	115
三、绿脓杆菌	116
四、鼠伤寒沙门氏菌	117
五、克雷伯杆菌	117
六、粘质沙雷氏菌	118
七、不动杆菌	119
八、军团杆菌	119
九、厌氧菌	120
十、肝炎病毒	121
十一、轮状病毒	122
第六节 医院获得性感染的预防	122
第十章 预防性消毒	124
第一节 预防性消毒有关概念	124
一、消毒和消毒剂	124
二、灭菌和灭菌剂	124
三、防腐和防腐剂	125
第二节 消毒灭菌的方法	125
一、物理消毒灭菌法	125
二、化学消毒灭菌法	126
第三节 消毒灭菌效果评价	128
一、消毒剂的消毒灭菌效果评价程序	128
二、测定消毒剂的抗菌作用试验	128
第四节 手的清洗与消毒	129
一、一般人员的手消毒	129
二、外科手术前的手消毒	130
三、医务人员的手消毒	130
第五节 食具消毒	130
一、食具的加热消毒	131
二、食具的化学消毒	131
三、食具消毒效果的鉴定	132
第六节 医疗用品消毒	132
一、一般医疗用品消毒	132
二、特殊医疗用品消毒	133
实习指导	134

实验一 水的卫生细菌学检测	134
一、检测细菌的水样采集	134
二、菌落总数的测定	134
三、大肠菌群的检测	136
四、水中粪链球菌的检测	140
实验二 水中致病菌的检验	145
一、水样的采集和处理	145
二、水中沙门氏菌属的检验	146
实验三 空气中细菌的检测	147
一、空气中细菌的检测及采样方法	147
二、不同场所空气污染情况的测定	148
实验四 食品中细菌的检测	148
一、食物样品的采集和处理	149
二、蜡样芽胞杆菌的检测	149
三、副溶血性弧菌的检验	150
实验五 粮食中真菌的检测	154
一、常见产毒霉菌的观察	155
二、霉菌和酵母菌数的测定	159
三、粮食霉菌的分离	160
四、霉菌的分类鉴定	161
实验六 化妆品细菌学检测	164
一、化妆品采样及样品处理	164
二、菌落总数的测定	165
三、特定菌检查	166

第一章 绪 论

第一节 卫生微生物学发展简史

随着社会生产力的发展需要，微生物学逐渐分化为工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学等。当前环境中微生物污染问题与我国经济发展、生活水平提高之间的矛盾日益突出，卫生微生物学的建立正是为了适应这种需要。

水的微生物研究可追溯到17世纪吕文胡克(A. V. Leeuwenhoek)，他用自制的能放大300倍的简易显微镜观察了雨水、井水、海水等环境，发现了链状、杆状、螺旋状的微生物，他是世界上第一个看到细菌的人。

土壤微生物的研究也开始得比较早，1877年施罗辛(Schloesing)及莫兹(Muntz)做了一个有趣的试验，他们将土壤及沙装入玻璃管内，上面加入含有铵盐的污水，20天后从下面管口流出的液体中发现了硝酸。当时他们企图分离起硝化作用的微生物没有成功。1891年维诺格拉斯基(Winogradsky)发表论文，报告了一种能以二氧化碳为碳源和能源的、能进行硝化作用的细菌。

廷德尔(J. Tyndall)于19世纪70年代利用透光方法观察空气，发现空气中微粒存在与暴露在空气中物质的腐败有关。施旺(T. Schwann)在1836及1837年实验研究结果认为煮沸的肉汤只要没有空气污染就可长期保存。英国外科医生李斯特(J. Lister)研究认为开放性伤口感染是由空气中微生物引起的。根据这一设想，他在外科手术前用石炭酸喷洒于空气中，避免了创口感染。英国医师亨特(W. Hunter)发明用纱布口罩以防空气传播。

巴斯德(L. Pasteur)对一个工厂用甜菜糖发酵制造酒精失败的原因进行了研究，结果发现pH对甜菜发酵的酵母菌生长有明显影响，于1857年发表了《关于乳酸发酵的记录》一书，这是一部不朽的经典著作。以后又扩展到醋的发酵，奠定了微生物发酵的理论基础。

巴斯德在研究保存葡萄酒方法时提出加热68℃维持10分钟的巴斯德消毒法，这种方法至今仍用于牛奶及其制品的消毒。巴斯德研究的很多课题是从社会生产需要出发的，既阐明了理论又解决了实际问题，为卫生微生物学的研究树立了典范。

马西尼(R. Massini)记载了在非乳糖发酵菌株中出现发酵乳糖菌落，证实了细菌可以发生变异的事实。并且他第一次应用了细菌定量的检测方法。

意大利史帕拉扎尼(L. Spallanzani)发现肉汤放在密闭的容器中煮沸，只要加热至水的沸点以上就可长久保藏，这可以说是加压蒸汽灭菌的萌芽。1881年科赫(R. Koch)确定了热空气和蒸汽灭菌各种物件所需的时间和温度，热空气灭菌温度至少要达到160℃，保持1小时。张伯伦(C. Chamberland)1884年设计出实验室用的加压灭菌锅。

有关卫生微生物的研究虽然开始的很早，但它的发展缓慢，因在过去几十年里，人们更多的注意于微生物的致病研究。近年随着医学科学的进展，逐渐认识到保护环境的

重要性，人们发现孤立地研究机体内微生物，而对人所生存的环境中微生物置之不问已难以解决预防疾病问题。

第二节 卫生微生物学概念

卫生微生物学是研究微生物(包括致病的和非致病的)与外界环境之间的相互关系、它们如何影响人类健康以及消除其危害的对策。外界环境主要泛指机体外的环境，它包括空气、土壤、水(自然水、污水)、各种食品(肉类、禽蛋、水产、奶类、粮食、罐头、蔬菜、瓜果、冷饮等)、化妆品、日常用品、医疗器械和用具、公共场所等周围环境等。这里所指的环境其范围比人们习惯理解的大环境空气、土壤、水更为广泛，这是因为微生物是无处不存在的。不同环境(即生境)，既存在着不同的微生物，也存在着相同的微生物，因为不同生境之间是相互接壤、相互重叠的。例如土壤中微生物可飞扬到大气中，空气中微生物随着载体颗粒降落到土地上；土壤微生物还可污染农作物，农作物上生长的微生物也可混入泥土中；水微生物可污染食品、化妆品、药品诸此等等，因此，各生境不能分割。

微生物生态学是本学科的理论基础。微生物在各种环境中组成不同的生态系统，微生物污染在生境中经过生存斗争，或适应或死亡，或发生变异。微生物生长的代谢产物影响着环境，改变了的环境反过来也会影响存在的微生物，在外环境中微生物种群演替现象是经常发生的。

第三节 卫生微生物学与其他学科关系

卫生微生物学与医学微生物学的区别是：由于医学微生物学主要是研究引起人类疾病的致病微生物及其在机体内所引起的反应，所以它所涉及的主要是致病微生物与机体之间的关系；而卫生微生物则是研究微生物与环境之间相互作用的科学，着眼于对群体的影响。卫生微生物学研究的微生物范围广泛，不单是致病性微生物，还包括非致病性的。卫生微生物学应用的检测方法除了定性方法以外，定量技术也相当重要。

卫生微生物学与卫生微生物检验亦非同义，卫生微生物学实际上包括卫生微生物的生态学和检测技术两大部分，而后者是卫生微生物学应用的一个重要组成部分。

卫生专业有关学科如环境卫生学、食品卫生学、流行病学等常需应用卫生微生物学中某些知识和技术，因此卫生微生物学将为以上各学科学习打下基础，使在卫生防疫工作上发挥更大的作用。

第四节 卫生微生物学产生背景

卫生微生物学在近些年所以能够比较迅速发展，是有客观背景的。卫生微生物学产生的背景大致有下列几方面：

1. 环境污染 随着我国工农业生产发展，环境污染已成为当前重大课题。治理已污染的水、土壤等环境最好的办法是利用微生物，因为微生物在自然界物质循环中起着巨大作用。利用有益微生物降低有害物质，去除致病微生物净化环境。

2. 生活水平提高 经济发展必然使人民生活水平逐步提高。我国人民食物种类和饮食方式正在发生变化，如乳品工业、罐头工业、饮料生产均有很大发展。除食品外，

化妆品工业也飞快兴起。在这些产品的生产加工及使用过程中出现大量微生物问题。

3. 对外贸易发展 实行对外开放后,外贸有很大增长,进出口食品和许多产品(如皮毛等)均需经过微生物检验,这就需要有一套法规、标准和国际公认的检验方法,卫生微生物直接与经济效益相联系。

4. 环境传播 环境污染必然带来环境传播。例如城市污水大量排放,河口海湾水质遭受严重污染,食用贝壳类水产在我国引起几次大规模暴发流行引起有关部门重视,推动了毛蚶的生态学研究。这类突发事件告诉我们,环境中微生物研究是今后预防医学应该着重开拓的一坛新园地。

5. 能源危机 微生物能产生新的能源,特别是甲烷细菌的厌氧发酵,既经发酵处理污物、污水,又可作为能源。

6. 太空探索 人类踏上月球,在那些地球上可能不存在地球上没有的微生物。宇航员和宇宙飞船返回地球着陆时会带回这些污染微生物,有可能造成地球上灾难。有一种氢细菌能利用人排泄的二氧化碳、尿素等合成细菌细胞蛋白质,报道认为有可能用于宇航食物。

除了上述几方面外,现代科学技术的进步和其他学科的发展也为卫生微生物学的兴起提供了条件。如近年免疫学的进展,计算机的应用,生物化学的成就,分子生物学的研究等均为本学科建立创造了条件,出现了微量测定、快速检验和极为准确灵敏的检查方法。尤其是70年代微生物生态学进展,成为卫生微生物学研究微生物与外界环境关系的理论基础。

第五节 卫生微生物学任务

(一) 研究微生物在环境中的生态,掌握相互作用的规律

机体外环境范围广大,性质各异,存在其中的微生物数量大、种类多。卫生微生物研究的主要是与人类健康直接或间接有关的微生物。

外界环境中微生物问题非常复杂,但它是遵循一定的规律存在着的。卫生微生物学要研究微生物的生活特性、生境特点以及两者的相互关系,并根据相互作用中微生物可能出现的数量消长、个体变异、种群演替及环境因微生物的存在而发生的改变,阐明它们相互作用的规律。

1. 分布 不同生境分布着不同的微生物,室外空气中主要存在的是球菌,而在海水、河口海湾水中多存在弧菌。在一个环境中微生物分布又可分成层次,如湖底生活着厌氧菌,湖面有大量藻类和营光合作用的细菌。不同季节也会有变化,如小肠结肠炎耶尔森氏菌在冬天水中比夏天容易检出,一般肠道致病菌在夏天就更多。

2. 消长 副溶血性弧菌在海水中数量随水温变动而消长,在水温上升时此菌繁殖,海产品携带细菌也多,故副溶血性弧菌食物中毒具有明显的季节性。被污染的动物性食品如不冷藏,细菌就迅速繁殖,当数量达到 $10^8 \cdot \text{ml}^{-1}$ 或 $10^8 \cdot \text{g}^{-1}$ 时,食品表面发粘,以至丧失食用价值。微生物的消长可预测疾病的流行,可了解食品受染程度从而判定食品质量,掌握消长规律能主动地采取预防措施。

3. 种类 细菌总数测定只能笼统地说明细菌污染水平,却不知道微生物的种类。在外环境中常常同时存在多种微生物,不同的环境,占优势的菌种不同。例如冰箱食品

中某些假单胞菌常是优势菌种，在低温条件下它是竞争中强者，也是引起食物变质的主要细菌，但当食品移放在室温时细菌组成就会发生改变。当分离某种微生物时，只有考虑该环境中可能还有什么种群细菌，才能选用最适生长的培养基和培养条件。在同一生境中微生物种类不是固定不变的，代谢产物的积累、环境条件的变化对微生物群落会不断产生影响。

4. 生存力 了解微生物在某特定环境中的生存能力，是研究生态的一个重要指征。在梨或苹果的表面霍乱弧菌（埃尔托生物型）仅生存半小时，而宋内氏痢疾杆菌存活可达24小时，这说明梨在传播两种肠道细菌中的作用是不同的。在自然水中霍乱弧菌与痢疾杆菌生存能力则相反，霍乱弧菌远比痢疾杆菌活的长久。故霍乱流行中水是主要传播途径。在罐头生产中，动物性食品罐头经加热处理，肠道致病菌均死亡，加工过程中主要考虑的是嗜热性细菌及耐热的肉毒梭菌芽胞。已知乙肝病毒对消毒剂抵抗力比繁殖型细菌和一般病毒要强。在乙肝流行的地区对物品、食品等进行消毒时就要选择能够灭活乙肝病毒的消毒剂，消毒药的浓度和消毒所需的时间均应与杀灭繁殖型细菌和一般病毒不同。

（二）阐明环境中微生物在传播疾病中作用

环境作为一个传播病原的因素，其作用大小和方式是建立在微生物生态研究基础上的。流行病学分析方法可以确定哪个因素在传播中起主要作用，典型例子如桑毛虫皮炎、霍乱、食物中毒。但在很多情况下，阐明传播途径或因素需要运用微生物学方法，如污染指标菌测定、病原微生物分离、同源性测定。更深入细致的工作是该微生物和环境之间相互关系的研究，后者可以说还做的很不够。这项工作需要有生态学观点、良好的微生物知识和熟练技术，研究结果可能寻找出某种改变微生物生长环境和条件，从而达到预防疾病的目的。在食品保藏中已成功地使用多种限制微生物生长的方法。

（三）研究外环境中微生物检测方法

与医学微生物不同，检测外环境中微生物比检验机体内微生物难度要大，这是因为外环境的多样化和存在其中的微生物种类也比人体内正常菌丛复杂和不稳定。

分离空气或水等环境中的微生物如同“大海捞针”，各种浓缩方法的发明使单位容积中微生物数量增大，减低了分离难度。已采用的方法有过滤、沉淀、吸附等，或者通过增菌培养再作分离。

另一办法是使微生物的能见度增加，如葡萄球菌A蛋白的协同凝集反应、荧光抗体、同位素标记微生物以及酶标方法。

探针分子杂交技术的发明，提高了分离的准确度。

为了解污染程度，常使用定量测定方法，观察数量的动态变化。除了直接计数微生物以外，还可用测定微生物代谢产物或某种组分，间接地推算微生物数。这是生物量测定辅助方法。

此外，改进培养基这一成功经验仍值得运用，主要是掌握欲分离微生物的“食性”，配制促进生长的“食谱”。同时，选择最佳抑制剂，抑制杂菌生长。

上述种种努力，目的是寻找特异、快速、灵敏的定性、定量方法；发展同源性检查技术，阐明微生物的来龙去脉。

（四）对外环境样品进行检验，保证衣、食、住、用的安全

卫生微生物学应用卫生检验手段对水、食品、空气等进行经常性检查，为执行各种卫生法规和条例提供确凿证据。我国已建立了各级卫生防疫站、食品卫生监督检验所、环境卫生监测所、商品检验局、环境保护局等机构，均有专门从事检验的技术人员。卫生系统、商业系统、工业系统从不同角度进行检查、监督。从这个意义上来说，卫生微生物学工作者也是一名卫生哨兵。

(五) 进行实验和调查,为制定卫生标准提供依据

微生物卫生标准，必须事先作实验室研究、模拟试验及现场调查，积累了大量数据以后，根据我国国情制定卫生标准。已有的其他国家标准可供参考，特别是国际上公认标准，是重要的对外贸易商品检验达标依据。

(六) 研究防止污染,净化环境中微生物的方法

首先是预防污染，其次是污染后限制微生物在特定环境中生长（通过改变生境），或去除已存在的微生物（不一定杀死），最后是用物理化学生物方法杀灭微生物。

第六节 卫生微生物学的展望

卫生微生物学由于与经济发展、人民生活有着非常密切的关系，故在这门学科重新兴起以后，已显示出它的越来越重要的作用。

卫生微生物的生态学研究开始还不久，像军团杆菌、霍乱弧菌那样生态研究的典型资料还较少见。军团杆菌发现只有15年历史，此菌可在冷却塔、淋浴水管内生长。军团杆菌气溶胶传播已用豚鼠实验观察得到证实。水中霍乱弧菌生态学研究在我国比较系统和深入，在水的传播作用、水中越冬、地方性成因等研究基础上进一步探讨霍乱弧菌与水生生物、周丛生物之间关系。一系列生态研究成果为制定预防措施提供了有力的依据。

据医院获得性感染有关报告，革兰氏阴性杆菌在下呼吸道感染中已占主要地位，多数为肠道内正常菌丛，这些菌通过什么途径、什么方式到达呼吸道，尚不清楚。

从水中分离病毒在以前是不能想象的，现在我国武汉、上海、北京、云南等地均能从水源或污水中分离肠道病毒，但方法还比较繁复，实际工作单位应用还有困难。水的病毒卫生标准和指标病毒仍是悬而未决的问题。

在制订卫生标准方面，我国已做了大量实验室和现场调查工作，在卫生和防疫的监督工作中发挥了重大作用。根据新的情况还有很多工作要做，例如水产品引起的甲型肝炎、肠道疾病的暴发屡有发生，水产品及其养殖水域的微生物标准需进一步完善，各种场所的空气微生物标准也有待建立。

生物处理污物污水是最有前途的方法。国内外均已分离或驯化出一批可以降解有害化合物的细菌，特别是假单胞菌，这些菌株如何应用于实际以及使用后可能产生什么问题，是今后主要研究的课题。

卫生微生物学是一门年轻的科学，十余年来，经过多方努力克服重重困难至今已有30余所医学院校开设这门课程，虽然缺乏经验，但这是一个良好的开端。各级卫生防疫站、食品检验监督、环境卫生监测、商品检验等部门在繁忙的检测工作中结合实际做了不少检测方法的研究，正不断地开辟新的领域进行卫生微生物学研究，学术气氛十分活跃。卫生微生物学和其他年轻学科一样具有强大的生命力，正在茁壮成长，发展道路是宽广的，前景是远大的。

(郁庆福)

第二章 微生物生态学

第一节 微生物生态学基本概念

生态学是70年代发展起来的一门新学科，它的范围甚广，本书主要述及的是微生物生态学，重点是机体外环境中的生态问题。卫生微生物学概言之是研究微生物与外界环境之间相互作用的规律，故外环境中微生物生态学原理是卫生微生物学重要理论基础。

地球上存在着生命的部分叫作生物圈 (biosphere)，也叫生态圈 (ecosphere)。生物圈大小即上至地球表面23公里高空，下至11公里深处 (太平洋最深的海槽)。地球上有水、岩石 (土壤) 及大气三部分，分别称为水生物圈 (hydrosphere)、岩石 (土壤) 生物圈 (lithosphere) 及大气生物圈 (atmosphere)。

生物居住的场所一般称生境 (habitat)。另一个名词——龛 (niche) 或译作生态位，其涵义不但指生物居住的空间还包括功能的意思。生物生存的局部小空间名为微小生境 (microhabitat) 或微小环境 (microenvironment)。大和小的概念总是相对的，对细菌或病毒来说一个三角烧瓶已是相当大的环境，在实验室常将微生物接种入一个玻璃缸内，模仿外界条件进行某种模拟试验。这种利用微小生态系统的实验具有条件容易控制、结果可以重复的特点，有证据表明，如果设计得好所得结果可呈现自然生态系统同样的趋势。

以上主要是有关环境方面的一些生态学概念，在微生物方面常用概念有个体、种群和群落。个体 (individual)，如一个细菌、一个病毒，它是具有一定功能的生物体。相同的许多个体组成一个种群 (population)。各种生物种群聚集在一起形成一个群落 (community)。

生物群体与其所处环境组成的统一体即是生态系统 (ecosystem)。生态系统是一个广泛概念，范围大小不限。生态系统是开放的，物质和能量不断输入和输出，不断的变化和运动。如果输入和输出趋于相等，生态系统结构和功能处于稳定状态，外来的干扰因素如不超过能耐受的限度，生态系统可以自我调节恢复到原来稳定状态，此即生态平衡 (ecological balance)，所以生态系统是一个自我调控系统。

最先进入环境的生物叫先驱生物 (pioneer organisms)。先驱生物繁衍改变了生态环境，新环境有时反而不利于自己生长，而为另一种生物定居提供了条件，这时原来生物逐渐死亡，新的种群繁衍。在特定的生态系统中不同生物群落相继更替的过程叫作演替 (succession)。在演替中最后稳定的群落名为顶极群落 (climax)。例如新鲜奶在室温条件下开始18~36h奶中因有自然杀菌物质存在，抑制微生物生长。当杀菌物质消失后乳链球菌等迅速繁殖，它分解奶中乳糖产酸，使pH下降，影响乳链球菌生存，代之以乳酸杆菌。乳酸杆菌生长进一步降低pH，又使乳酸杆菌难以存活而让位给更能耐酸的真菌。真菌大量繁殖后pH提高逐渐接近中性。从上述过程中看出微生物在鲜奶中已经过几次的演替。演替体现出在生态系统中微生物与环境相互作用后的各自变化。

在生态系统中生物按作用不同可分为生产者 (producer)、消费者 (consumer)、