

WEISHENG WEISHENGWU XUE

高等医药院校教材

卫生微生物学

王秀茹 主 编

17
IXR

北京医科大学
中国协和医科大学联合出版社

高等医药院校教材
(供卫生专业用)

卫生微生物学

主 编 王秀茹
副主编 李 蓉
特邀编者 刘育京 (军事医学科学院微生物流行病学研究所)
周淑玉 (中国预防医学科学院环境卫生监测所)
编 委 (按姓氏笔画排序)
王秀茹 (北京医科大学)
李 蓉 (哈尔滨医科大学)
杨淑芬 (中国医科大学)
郝炳华 (西安医科大学)
黎明兰 (白求恩医科大学)

北京医科大学 联合出版社
中国协和医科大学

(京) 新登字 147 号

图书在版编目 (CIP) 数据

卫生微生物学/王秀茹主编. —北京: 北京医科大学、
中国协和医科大学联合出版社, 1998. 2

ISBN 7-81034-803-5

I. 卫… II. 王… III. 卫生学: 微生物学 IV. R117

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 00077 号

WEISHENG WEISHENGWU XUE

责任编辑: 冯晓燕

责任印制: 张京生

北京医科大学 联合出版社出版发行
中国协和医科大学

(100083 北京学院路 38 号 北京医科大学院内)

泰山新华印刷厂莱芜厂印刷 新华书店经销

※ ※ ※

开本: 787×1092 1/16 印张: 14.5 字数: 370 千字

1998 年 2 月第 1 版 1998 年 2 月山东第 1 次印刷 印数: 1—4000 册

定价: 23.00 元

编写说明

本书供高等医药院校预防医学专业教学使用，卫生防疫和卫生检验工作者和有关学科技术人员也可阅读参考。

本书分为总论、各论和实习指导三部分。总论部分包括微生物生态、环境中微生物主要类群、卫生指标菌和卫生微生物学检验原则等。编写意图是将带有普遍规律的内容加以整理和归纳，以避免有些相似内容在各论中多次重复又难以深入阐明。各论部分除土壤、水、空气、食品、药品、化妆品微生物和医院内感染微生物外，由于卫生事业发展的需要，特邀中华预防医学会消毒学分会主任委员刘育京教授撰写了“消毒与灭菌”一章；特邀中国预防医学科学院环境卫生监测所周淑玉研究员撰写了“公共场所卫生微生物学监督与检验”一章。与本书配套的实习指导附于正文之后。

在教材编写过程中得到了蔡宏道教授、孟昭赫教授、郝士海教授等老一辈专家悉心的关怀和指教；卫生部卫生监督司阚学贵司长也为本书的编写提出了中肯的建议；编写提纲和一些章节曾请有关专家审阅，均提出了宝贵的修改意见；北京医科大学教育处对本书的出版自始至终给予了大力的支持和帮助，在此一并深致谢意。本书在编写中参阅的文献目录，由于篇幅所限未能一一列出，敬请各位作者见谅，并致谢。

卫生微生物学是发展中的学科，研究内容和研究范围尚待不断充实、提高和完善，本教材在编写中进行了一些新的尝试和探索。由于水平所限，书中难免有诸多不足甚至错误之处，敬希广大读者和同行给以批评和指正。

王秀茹

1997年10月

序言（一）

卫生微生物学作为预防医学专业的基础课，在我国开设时间不长，但其在预防医学事业中的地位日益明确，是不可缺少的。

卫生微生物学与医学微生物学在研究内容、研究目的以及研究方法上有着明显的区别，是不能相互替代的；与环境卫生学、食品卫生学、流行病学等学科密切相关，互有交叉与渗透，但又有其独立的学科体系。这是一门发展中的学科，仍需不断充实和完善。

本书的作者在我国原有教科书的基础上，在体例编排和内容增补上做了一些新而有益的探索，将具有共性的知识加以归纳和提炼，安排为总论部分，如微生物生态、环境中微生物主要类群、卫生指标菌等；各论及实验部分也增添了一些新内容。作者力求做到科学性、实用性、创新性相结合，为此付出了艰辛的劳动，取得了可喜的成果。

希望本书的出版能受到预防医学专业学生及卫生检验、卫生防疫、环境保护等方面读者的欢迎！

蔡宏道 教授

同济医科大学公共卫生学院

1997年10月

序言（二）

卫生微生物学是预防医学的一个重要组成部分，它所回答的问题是人类生存环境的卫生与微生物之间的关系问题。其所研究的内容与人们的生活和健康息息相关，是社会性和应用性很强的一门学科。

解放后，我国各项卫生事业得到迅速发展，卫生微生物学工作者与其他卫生工作者一道，在各级卫生防疫部门或研究单位为预防疾病、提高人们健康水平进行了大量卓有成效的工作。但在我国医学院校有关卫生微生物学方面的知识，很长一段时间没有作为一门学科加以系统介绍，直到近十余年我国才将这门课程作为预防医学专业的基础课开设，这是一件好事，是学科发展的必然。

鉴于这门课程在我国起步较晚，所用教材与参考书尚觉不足，面对这种情况，五所医科大学联合编写了这本教材，在编写过程中广泛征询了各有关方面的意见，总结了多年的教学经验，认真求实，并能有所创新。希望本书能为卫生微生物学的学科建设起到一定的促进作用，并愿这门学科在我国得到进一步的巩固与发展。

中华人民共和国卫生部
卫生监督司司长

1997年9月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 卫生微生物学概念.....	(1)
第二节 卫生微生物学发展简史.....	(2)
第三节 卫生微生物学的研究内容与任务.....	(4)
一、环境中微生物生态学的研究.....	(4)
二、微生物污染环境的途径及其危害性的研究.....	(5)
三、环境中微生物检验方法的研究.....	(5)
四、防止污染与净化环境对策和方法的研究.....	(5)
第四节 卫生微生物学的展望.....	(6)
第二章 微生物生态	(8)
第一节 生态学与微生物生态学概念.....	(8)
一、生态学.....	(8)
二、微生物生态学.....	(8)
第二节 生物圈中的微生物.....	(9)
一、微生物在生物圈中的分布.....	(9)
二、微生物在生物圈中的作用.....	(11)
第三节 微生物的种群与群落.....	(12)
一、微生物的种群与种群间相互关系.....	(12)
二、微生物群落与群落的演替.....	(14)
第四节 污染环境的微生物生态.....	(15)
一、微生物对环境污染物的降解作用.....	(15)
二、水体的富营养化.....	(16)
三、微生物代谢产物对环境的污染.....	(16)
第三章 环境中微生物的主要类群	(18)
第一节 原核细胞型微生物.....	(18)
一、细菌.....	(18)
二、放线菌.....	(21)
三、鞘细菌.....	(23)
四、滑动细菌.....	(23)
五、蓝细菌.....	(23)
第二节 真核细胞型微生物.....	(24)
一、真菌.....	(24)
二、藻类.....	(30)
三、原生动物.....	(32)
第三节 非细胞型微生物.....	(34)

一、病毒的一般特征	(34)
二、环境中的病毒	(34)
第四章 卫生指标菌及卫生微生物学检验原则	(36)
第一节 制定卫生微生物学标准的意义和原则	(36)
第二节 指标菌的概念与选择标准	(36)
一、指标菌的概念	(36)
二、指标菌的选择标准	(37)
第三节 常用的指标菌	(37)
一、一般卫生状况指标菌	(37)
二、粪便污染指标菌	(38)
三、其它指标菌	(41)
第四节 卫生微生物学检验原则	(43)
一、样品的采集与送检	(43)
二、样品的检验与报告	(44)
第五章 土壤微生物	(46)
第一节 土壤生境与微生物	(46)
一、土壤是微生物生活的良好环境	(46)
二、土壤微生物种群与分布	(47)
第二节 土壤微生物的作用	(48)
一、土壤微生物在物质循环中的作用	(49)
二、土壤微生物与有机物降解	(51)
第三节 土壤中的病原微生物及其危害	(52)
一、污染来源	(52)
二、土壤中的主要病原微生物	(52)
第四节 土壤微生物学检验和卫生防护	(54)
一、土壤卫生细菌学检验	(54)
二、土壤污染评价指标	(54)
三、土壤卫生防护	(55)
第六章 水微生物	(56)
第一节 水生境与微生物	(56)
一、自然水体循环	(56)
二、水生境特征	(57)
第二节 水中微生物的种类和分布	(58)
一、淡水中微生物种类和分布	(59)
二、海水中微生物种类和分布	(60)
三、水体中的浮游生物	(60)
第三节 水中常见病原菌	(61)
一、水中病原菌的来源	(61)
二、水中常见病原菌	(61)
第四节 水中病毒	(65)

一、研究水中病毒的意义	(65)
二、水中常见的人类肠道内病毒	(65)
三、影响水中病毒存活的因素	(67)
四、水中病毒的传播方式	(68)
第五节 饮用水卫生微生物学检验	(68)
一、饮用水卫生细菌学指标	(68)
二、饮用水卫生细菌学检验	(69)
三、饮用水卫生细菌学标准	(69)
四、水中病毒的检验与水中病毒的去除	(69)
第七章 水污染与水处理微生物	(72)
第一节 污水的来源	(72)
一、生活污水	(72)
二、医院污水	(72)
三、工业污水	(73)
四、农业污水	(73)
第二节 水净化与微生物	(74)
一、水体自净	(74)
二、污水生物处理	(75)
三、污水生物处理菌种筛选与水质要求	(78)
第三节 基因工程在治理污染中的应用	(79)
一、基因工程的概念	(79)
二、限制性核酸内切酶	(80)
三、质粒载体	(80)
四、基因工程技术的主要操作步骤	(81)
五、基因工程在治理污染中的应用前景	(82)
第八章 空气微生物	(84)
第一节 空气生境与微生物	(84)
一、空气生境特征	(84)
二、空气微生物来源	(85)
三、空气微生物的特性	(85)
第二节 空气微生物传播和气溶胶	(87)
一、传播方式	(87)
二、微生物气溶胶	(88)
第三节 空气中常见病原微生物及其危害	(90)
一、经空气传播的常见细菌	(90)
二、经空气传播的常见病毒	(90)
三、经空气传播的常见真菌	(91)
第四节 空气卫生微生物学检验	(92)
一、空气微生物采集方法	(92)
二、空气卫生微生物学标准	(94)

第五节 空气的净化与消毒	(95)
一、控制污染源	(95)
二、物理通风法	(95)
三、紫外线照射	(96)
四、负离子发生器	(96)
五、化学消毒剂消毒	(96)
第九章 食品微生物概论	(97)
第一节 食品生境与微生物	(97)
一、食品生境特征	(97)
二、食品微生物特征	(100)
第二节 食品变败与微生物	(102)
一、食品变败的有关概念	(102)
二、变败的条件	(103)
三、变败的化学过程	(103)
四、变败的防止	(103)
第三节 各类食品中微生物	(104)
一、肉类微生物	(104)
二、蛋类微生物	(104)
三、乳类微生物	(105)
四、鱼贝类微生物	(105)
五、水果、蔬菜微生物	(106)
六、罐头食品中的微生物	(106)
七、其它食品微生物	(106)
第四节 食品卫生微生物学检验	(107)
一、食品卫生细菌学检验	(107)
二、食品卫生微生物学标准	(109)
第五节 食品的保藏	(110)
一、食品低温保藏	(111)
二、食品高温杀菌保藏	(111)
三、食品干燥保藏	(112)
四、食品腌渍保藏	(112)
五、提高酸度保藏	(113)
六、食品辐照保藏	(113)
七、添加化学防腐剂	(113)
八、烟熏保藏	(113)
第十章 细菌性食物中毒常见菌	(115)
第一节 概述	(115)
第二节 常见细菌	(116)
一、沙门菌	(116)
二、副溶血性弧菌	(116)

三、葡萄球菌·····	(117)
四、大肠埃希菌·····	(118)
五、变形杆菌·····	(119)
六、蜡样芽孢杆菌·····	(120)
七、肉毒梭菌·····	(120)
八、产气荚膜梭菌·····	(121)
九、椰毒假单胞菌酵米面亚种·····	(122)
十、小肠结肠炎耶尔森菌·····	(122)
十一、空肠弯曲菌·····	(123)
十二、李斯特菌·····	(123)
第三节 食物中毒细菌学检验·····	(124)
一、样品的采集与送检·····	(124)
二、样品处理·····	(125)
三、一般检验程序·····	(125)
第十一章 真菌毒素与真菌毒素中毒症·····	(126)
第一节 真菌毒素概述·····	(126)
一、真菌产毒的条件·····	(126)
二、真菌毒素的分类·····	(126)
三、真菌毒素的致癌性·····	(127)
第二节 常见真菌毒素·····	(127)
一、黄曲霉毒素·····	(127)
二、杂色曲霉毒素·····	(128)
三、棕曲霉毒素·····	(129)
四、镰刀菌毒素·····	(129)
五、青霉菌属的毒素·····	(131)
第三节 真菌毒素中毒症·····	(132)
一、黄曲霉毒素中毒·····	(132)
二、赤霉病麦中毒·····	(132)
三、霉变甘蔗中毒·····	(133)
第四节 食品霉菌检验·····	(133)
一、霉菌和酵母菌的测定·····	(133)
二、粮食霉菌的分离·····	(134)
三、霉菌的分类鉴定·····	(134)
四、霉菌毒素的检测·····	(134)
第十二章 药品、化妆品微生物·····	(135)
第一节 药品微生物·····	(135)
一、药品生境特征·····	(135)
二、药品微生物污染的来源·····	(135)
三、药品污染的常见微生物及其危害·····	(136)
四、防止药品污染的措施·····	(137)

五、药品卫生微生物学检验·····	(137)
第二节 化妆品微生物·····	(139)
一、化妆品生境特征·····	(139)
二、化妆品的微生物污染·····	(139)
三、污染化妆品的常见微生物及其危害·····	(141)
四、化妆品卫生微生物学检验及卫生标准·····	(142)
五、化妆品微生物污染的预防·····	(143)
第十三章 医院内感染微生物·····	(145)
第一节 医院环境特征·····	(145)
一、医院是病人集中的场所·····	(145)
二、医院病人多为易感人群·····	(145)
三、特殊的诊治手段·····	(145)
第二节 医院内感染病原体特点·····	(146)
一、正常菌群或条件致病菌感染·····	(146)
二、病原体抵抗力较强·····	(146)
三、常见耐药菌株·····	(146)
第三节 医院内感染的感染来源和感染途径·····	(147)
一、感染来源·····	(147)
二、感染途径·····	(147)
第四节 医院内感染常见病原微生物·····	(149)
一、细菌·····	(149)
二、病毒·····	(153)
三、真菌·····	(154)
四、原虫·····	(155)
第五节 医院的卫生细菌学监测·····	(155)
一、空气、物体表面及医务人员手的监测·····	(155)
二、消毒灭菌效果监测·····	(156)
第十四章 公共场所卫生微生物学监督与检验·····	(158)
第一节 公共场所环境特点·····	(158)
一、公共场所概念与环境特点·····	(158)
二、公共场所微生物污染的一般状况·····	(158)
三、公共场所卫生与健康的关系·····	(161)
第二节 公共场所的卫生微生物学监督·····	(162)
一、空气卫生微生物学监测·····	(162)
二、公共场所及其用品消毒·····	(163)
三、从业人员健康检查·····	(164)
第三节 各类公共场所卫生微生物学检验与卫生标准·····	(165)
一、旅店业·····	(165)
二、理发美容业·····	(166)
三、公共浴池·····	(166)

四、游泳场所.....	(166)
五、公共场所卫生微生物学标准.....	(166)
第十五章 消毒与灭菌.....	(168)
第一节 基本概念.....	(168)
一、有关名词的含义.....	(168)
二、消毒处理水平分类.....	(169)
三、消毒与灭菌的合格标准.....	(169)
四、消毒的指标值.....	(169)
第二节 消毒与灭菌的方法.....	(170)
一、物理消毒与灭菌的方法.....	(170)
二、化学消毒与灭菌的方法.....	(172)
三、生物消毒的方法.....	(174)
第三节 消毒与灭菌的应用.....	(175)
一、卫生防疫消毒.....	(175)
二、医院消毒与灭菌.....	(176)
三、工业消毒与灭菌.....	(176)
第四节 消毒剂消毒效果的测定.....	(177)
一、试验的基本要求.....	(177)
二、常用消毒剂杀菌试验.....	(179)
实习指导.....	(181)
实验一 饮用水卫生细菌学检验.....	(181)
实验二 水中致病菌检验.....	(186)
实验三 空气中细菌的检验.....	(189)
实验四 金黄色葡萄球菌的检验.....	(190)
实验五 蜡样芽孢杆菌的检验.....	(193)
实验六 副溶血性弧菌的检验.....	(196)
实验七 常见产毒霉菌的检验.....	(199)
实验八 化妆品中绿脓杆菌的检验.....	(204)
实验九 食物中毒或医院内感染细菌的质粒图谱分析方法.....	(208)
实验十 消毒剂消毒效果检验.....	(211)

第一章 绪 论

第一节 卫生微生物学概念

卫生微生物学是微生物学一个分支,是预防医学基础课程。卫生微生物学 (sanitary microbiology) 是从卫生学观点研究环境中的微生物及其对人类生活和健康影响的一门学科。主要研究人类生存环境中微生物的种类、分布、生命活动规律;阐明其对环境污染的途径及可能对人群造成的危害;研究各类环境样品的卫生微生物学检验方法,并依据检验资料,结合理化指标,客观地分析评价环境卫生状况,为制定卫生标准、提出防止微生物污染、改善环境卫生条件的措施提供理论及实验依据,为保护环境、提高人们的健康水平服务。

随着科学的发展、社会的进步、文化及卫生水平的提高,烈性传染病大规模地全球性暴发流行已受到控制,人们势必将注意力更多地转向对疾病的预防,对环境质量与环境卫生、饮食质量与饮食卫生提出更高水平的要求。影响人体健康的环境因素大致分为三类,即物理性因素、化学性因素和生物性因素,其中生物性因素主要指环境中的细菌、病毒、真菌等微生物和寄生虫。卫生微生物学研究的对象是自然环境和人类居住环境中的微生物,不仅研究致病性微生物,也要研究非致病性微生物。研究各类不同的环境条件如何影响微生物的分布类群,微生物在环境中生存、繁殖、衰亡的动态与转归,微生物对其生存环境带来的影响,致病性或条件致病性微生物通过什么渠道污染环境,又通过什么途径进行传播,可能对人体造成哪些威胁,如何在不同的环境中捕捉和检测到这些微生物,什么是它们允许存在的安全数量范围,以及如何防范它们对食品、水源、空气、生活或医疗用品的污染和对人体健康的危害等。要回答这一系列的问题就需要运用卫生微生物学的理论和实验技术加以解决。

卫生微生物学有较强的社会性和应用性,学科的形成与发展同人类生活和生产实践密切相关。空气、水、食品是人类每日生活不可缺少的物质,它们的卫生质量和安全性与每个人的健康息息相关,包括老年、壮年、青年、幼儿即整个人群,因此也是卫生微生物学中研究的重点。随着城市人口的高度集中,社会和国际间交往的日益频繁,以及社会福利事业的不断发展,对各类公共场所〔包括医院、旅店、饭店、商场、文化娱乐场所、理发美容店、候车(船、机)室、客车(船、机)等〕均提出制定卫生规范、加强卫生管理的要求。由于消费者对饮食加工工业依赖性日益增加,促进了饮食加工工业的发展和集体化、专业化的程度,因而在饮食加工中监督管理的任何疏漏,都可能潜在地影响到大量产品的质量和众多消费者的安全。这就更加突出了对生活环境和饮食卫生监督检验的重要性。

作为一个预防医学工作者,尤其是从事环境卫生、食品卫生、流行病学的人员,必须深入了解外界环境中发生的微生物学过程及其对人体健康的影响,正确理解微生物所引起的有关卫生问题,学习卫生微生物学的基本知识和实验技术,了解环境样品的采集检验程序,以及检验结果的判读与评定,以便于对所研究领域进行更加全面的综合分析。

第二节 卫生微生物学发展简史

证实环境中微生物的存在是 17 世纪荷兰人吕文虎克 (A. V. Leeuwenhoek, 1632—1723) 从自制显微镜中观察到雨水、井水中的细菌开始的。然而在他以前的很长一段时间里, 人们早已经经验性地利用微生物为人类造福, 或防范致病性微生物的传播和对环境的污染。祖国医学积累了几千年的丰富经验, 具有明显的医疗与预防相统一的观点, 依据“人与天地相应”这一基本思想, 十分重视机体与环境之间的相互关系。饮沸水和饮茶的习惯在我国古已有之。北魏(公元 386—534 年)贾思勰在所著《齐民要术》中即有用茱萸叶消毒井水的记载。明代李时珍(1518—1593)在《本草纲目》中写道:“凡井水有远从地脉来者为上, 有从江湖渗来者次之, 其城市近沟渠污水杂入者成碱, 用须煎滚, 停一时, 碱澄乃用之, 否则气味俱恶, 不堪入药、食茶、酒也。”表明我国对饮水的净化与消毒早有贡献。在饮食方面, 自古已有“病从口入”的民谚。汉代张仲景的《金匱要略》中云:“果子落地经宿, 虫蚁食之者, 人大忌食之。”唐代孙思邈的《千金方》记有“勿食生肉, 伤胃, 一切肉惟须煮烂。”《唐律》中更明确规定变质食物要焚毁, 若销售并因此造成病死者, 均有不同刑律处置。说明我国自古已深知饮食不洁与疾病的关系。《晋书》“王彪之传”言:“旧制, 朝臣家有时疾染易三人以上者, 身虽无疾, 不得入宫。”这显然是对传染病患者的隔离措施。《本草纲目》中还指出:“天气瘟疫, 取出病人衣服, 于甑上蒸过, 则一家不染。”此外如艾叶、硫磺、雄黄等药物熏蒸房屋、衣物, 杀灭蚊蝇, 汉代已有记载。足见对饮水、食品、空气、衣物的净化、消毒, 对传染病患者的隔离, 在我国早已采用了。但由于科学技术水平、社会经济状况的限制, 仅能停留在经验阶段。

在微生物被发现之前, 一些国外的学者对环境中微生物与人类健康间的关系也做过很高超的推论和预言。意大利学者费拉卡斯托罗 (Fracastorius, 1483—1553) 认为一些疾病是由于某些“疾病的种子”传播的, 并指出这些疾病可以通过病人、病人衣服或空气传播。英国医生斯诺 (J. Snow, 1813—1858) 在英国一起大的霍乱流行中, 通过追踪调查, 得出的结论是, 疾病是被含有某种致病因子的排泄物污染了水源而传播的。奥地利医生塞麦尔韦斯 (I. P. Semmelweis, 1818—1865) 在维也纳妇产医院, 通过观察发现, 产妇产褥热的高发病率是经医生不洁的手带给产妇而引起的, 并于 1861 年出版了名著《产褥热的病因与预防》。由于细微敏锐的观察和逻辑性的推论, 至 18 世纪中叶不少医生、学者预言, 传染病可能是由于“病菌”(germ)引起的, 并认为它们可以通过水、空气或人与人之间的接触而传播。

Leeuwenhoek 首次观察到微生物在环境中的存在, 并正确描述了各类细菌的基本形态, 从而揭示了除动、植物以外的另一个微生物世界, 自此微生物学由经验时期进入实验时期。但在当时他确实没有联想到这些微小的生命在生物圈的物质循环中, 在人类的生活和疾病中起着如此巨大的作用。此后微生物学的先驱者们从自然环境、生活环境和生产环境中的微生物入手开始了最初的研究。

意大利学者斯巴兰扎尼 (L. Spallanzani, 1729—1799) 用种子的浸液装入两组烧瓶, 同样加热煮沸, 不同的是一组瓶颈密封, 一组敞开。经过一段时间后, 密封组浸液清洁如初, 未密封组密布着微小的生物, 由此断定这些微小生物来自外部空气, 否定了当时认为有机物浸液中微生物的自然发生论。

1837 年, 德国学者施旺 (T. Schwann) 指出, 将煮熟的肉, 放入洁净的烧瓶, 使空气通

过烧红的管子进入瓶内，肉可长时间不变质；若去掉瓶塞，让未经加热的一般空气进入，经1~2天后，肉就会变得腐臭，上面并挤满了比针尖还要小1千倍的蠕动着微小动物。首次报道了空气中微生物可污染食品，并造成食品的腐败与变质。

法国科学家巴斯德(L. Pasteur, 1822—1895)发现了酒类酿造是酵母菌的作用，而酒类变质则是由于外界杂菌污染所致。并发现，刚发酵完毕的酒，在沸点之下，文火加热，就可以杀死酒中存在的微生物，酒就不会再变质，这就是沿用至今的巴氏消毒法。Pasteur 并且用更加生动巧妙的实验证实了空气中微生物的存在，在一位化学家的启发下，设计了尖端口径极细的鹅颈瓶(如鹅在水中啄食弯着头颈的样子)，这时空气可以进入瓶内，而附着有微生物的尘埃则不能朝上降落到瓶内加过热的酵母浸液中，从而保证了酵母浸液长时间的洁净。Pasteur 又将若干组经加热后的酵母浸液瓶瓶口密封，带到不同地域和山峰的不同高度，然后陆续分组折断瓶颈，使带着尘埃的空气进入。实验向人们证实，越是人迹罕至的清洁环境，以及山峰随着高度的增加，微生物的粒子越少，对微生物在空气中密度分布的差异做了首次报道。他的研究向人们揭示，空气中含有大量微生物，发酵和腐败都是微生物生长繁殖的结果。

英国外科医生李斯特(J. Lister, 1827—1912)在 Pasteur 的启发下，认为伤口化脓也是由于空气中的微生物进入伤口引起的，空气中的微生物可以通过手、医疗器械、敷料等进入伤口，因而他创用了石炭酸喷洒手术室，病人的皮肤、医生的手、使用的器械均用稀释石炭酸液消毒，以防止外科手术后的继发感染，为外科消毒技术奠定了基础。

上述简单的历史回顾表明，自然界中最早被证实的是空气中微生物的存在，以及空气微生物对环境的污染和危害；随后食品中微生物的存在、医院感染与微生物关系的研究也得到了迅速的发展。由于懂得了防范空气中微生物的污染，给卫生事业和其它相关事业带来的巨大利益是难以估量的，正如 Lister 给 Pasteur 的信中所说：“请允许我万分感谢你，由于你的卓越实验，向我揭示了细菌致腐烂学说的真理，你如能目睹我们医院里有多少人因你的工作而得益，我相信这将对你的真正报酬”。

稍后于 Pasteur 的医学细菌学奠基人德国医生郭霍(R. Koch, 1843—1910)于1876年从病死畜的血液和组织中发现并分离出炭疽杆菌，这是人类第一次从病变组织中分离到致病菌。真正向人们揭示了一种传染病是由一种特定细菌引起的事实。并经实验证实炭疽杆菌在一定条件下可以形成芽孢，一旦形成芽孢就能耐受冷、热、干燥，并能长期存活在环境中，致使畜群连年感染。指明了疾病—致病菌—外环境之间的相互关系。此后 Koch 于1882年发现了结核杆菌，1883年发现了霍乱弧菌，并用结核杆菌喷雾试验成功地感染了动物，证实了结核杆菌可以经呼吸道传播。

1885年德国儿科医生埃施利希(T. Escherich)分离并命名了大肠杆菌，并被认为是人和动物肠道中正常菌群的一部分，为后来以大肠菌群作为粪便污染指标菌奠定了基础。1885年英国开始对饮用水进行细菌检验，并发现砂滤处理能除去水中大部分细菌。1888年法国医生马赛(E. Mace)第一个建议用检验肠道杆菌指示水被粪便污染的程度，这可能是卫生指标菌的最早应用。

应该指出的是自19世纪末至20世纪初，在 Pasteur 和 Koch 光辉业绩的召唤下，国际上形成了追寻病原微生物的热潮。又由于国际间交往的增加，尤其是第一次世界大战的暴发，促进了一些烈性传染病的全球性大流行，更使人们必须将视线集中在病原微生物的研究方面，而且似乎形成了一种观念，一提到微生物就会联想到疾病与灾难，认识上产生了一定的片面性。因此医学微生物学受到更多关注，有关卫生微生物学方面的研究相对受到冷落。但进入20世

纪后重要病原微生物已大部分被发现，又由于抗生素的问世，细菌性传染病对人类生命造成严重威胁的阶段逐步宣告结束，此后微生物学的研究朝着多元化的方向迅速发展。

19 世纪以后，随着大城市、大工业中心的形成，造成人口的高度集中，生活和居住条件日益恶化，环境的污染直接威胁着人类的健康与生命，促使人们对污水、污物的处理与净化、饮用水的集中供给与消毒、食品工业的卫生管理与监督检验等一系列重要的卫生问题给予了越来越多的重视，并取得了很大的进展。卫生事业的发展与国家的政治、经济形势是紧密相关的，我国虽在 1941 年即成立了“中央卫生实验院”，但由于国家的贫穷落后，设备与人力严重不足，开展科学研究工作自然十分困难。全民卫生防疫工作更不可能提到议事日程。直到 1949 年中华人民共和国成立后，全民卫生与健康才受到真正重视。1950 年“中央卫生实验院”更名为“中央卫生研究院”，1953 年我国各省成立了卫生防疫站，目前省、地、市、县级防疫站已发展到 4000 个。1983 年中国预防医学科学院成立，下设营养与食品卫生研究所、环境卫生与卫生工程研究所、食品卫生监督检验所、环境卫生监测所、流行病学微生物学研究所、病毒学研究所、寄生虫学研究所、劳动卫生与职业病研究所等八个所，国家的卫生防疫机构形成了完整的网络。自上而下，有步骤、有计划地全面展开了除害灭病工作，并先后制定了：生活饮用水标准检验方法与卫生标准、食品卫生检验方法与卫生标准、医院污水排放标准、药品卫生检验方法与卫生标准、消毒灭菌效果的评价方法与标准、化妆品卫生检验方法与卫生标准、公共场所卫生标准监测检验方法与卫生标准等，并先后颁布了“食品卫生法”、“环境保护法”、“传染病防治法”等。通过这一系列工作的开展，在我国一些严重威胁人民健康的急性传染病和寄生虫病已被控制或消灭，全民健康水平大大提高。通过大量艰苦细致的工作也锻炼成长了一支庞大的卫生微生物学工作者队伍，在研究机构或各级防疫工作部门发挥着巨大的作用。

追述历史可以清楚地看到，有关卫生微生物学方面的研究开展得最早，并为保障人群的卫生与健康做了大量浩繁的工作，成绩斐然。但是，如何将这些知识系统化、理论化发展成为一门学科，还有一个艰苦努力的过程。在最初阶段卫生微生物学被认为是医学微生物学的一部分，一般是在医学微生物学中附设一个章节，没有受到重视。直至 20 世纪 30 年代始成为一门独立的学科，在不同国家虽然所用名称不尽相同，但各国的公共卫生学院陆续开设了这方面的课程和相应的科研工作。我国虽在 1963 年出版了章谷生编著的《卫生微生物学》，但并未列入卫生专业的课程。直到 20 世纪 80 年代在改革开放形势的促进下，预防医学教育事业在一个更新更高的层次得到发展，为提高教学质量，并考虑到专业设置应与社会公共卫生事业的发展接轨，许多高等医学院校提出了具有远见卓识的加强预防医学专业基础课的主张，卫生微生物学作为预防医学专业基础课程之一，第一次在公共卫生学院（系）开设，1984 年由人民卫生出版社出版了郁庆福、杨均培主编的我国第一版《卫生微生物学》全国统编教材，此后一些院校的公共卫生专业相继开设了这门课程。但是，今后如何使这门课程得到巩固和发展，还需要不懈地努力和探索。

第三节 卫生微生物学的研究内容与任务

一、环境中微生物生态学的研究

微生物生态学是研究微生物与环境之间相互关系的科学，卫生微生物学利用微生物生态