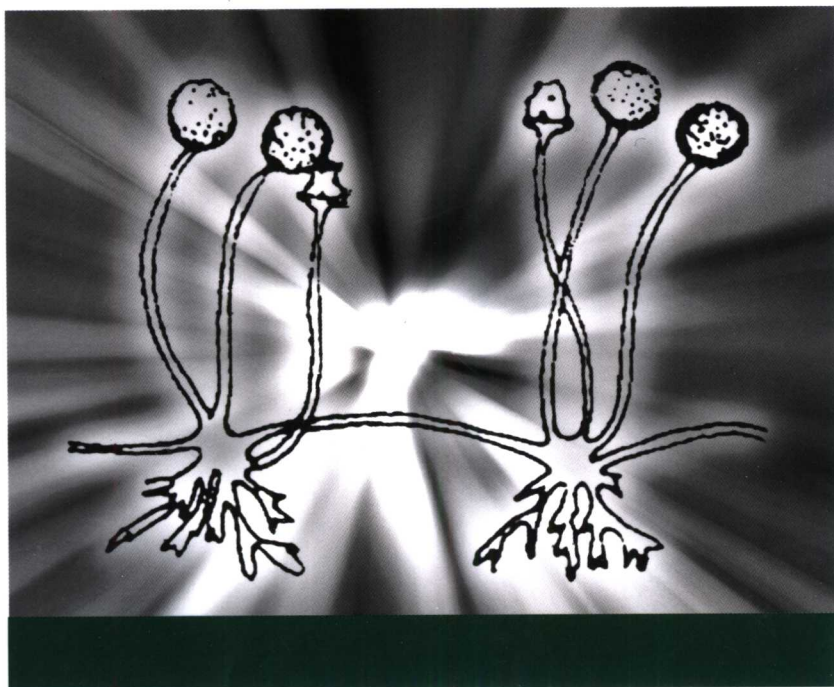


陈建文 蔡晨波 编著

灭菌、消毒与抗菌技术

—— 基础 · 生产 · 应用



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

灭菌、消毒与抗菌技术

——基础·生产·应用

陈建文 蔡展波 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

灭菌、消毒与抗菌技术——基础·生产·应用/陈建文，
蔡晨波编著. —北京：化学工业出版社，2004. 8
ISBN 7-5025-6057-2

I. 灭… II. ①陈…②蔡… III. ①灭菌-基本知识
②消毒-基本知识③抗菌剂-基本知识 IV. R187

中国版本图书馆CIP数据核字 (2004) 第100502号

灭菌、消毒与抗菌技术
——基础·生产·应用

陈建文 蔡晨波 编著

责任编辑：戴燕红

文字编辑：何 芳 管景岩

责任校对：蒋 宇

封面设计：于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话：(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 498 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6057-2/R·242

定 价：45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

序

自荷兰人列文虎克 1676 年首次用显微镜直接观察到微生物以来，人类对微生物的偏见就从来没有根除过。一方面，它们的工作——维持整个生态系统不可或缺的关键一环——被漠然处之，因为它们太小了，另一方面，也是同样的缘由，它们又被（错误或正确地）指责为形形色色疾病的罪魁祸首。其实，就是真正由微生物导致的病症，很多时候也不能说是出于老谋深算的恶意，而更像一次意外事故。典型的例子是脑膜炎病原菌，它一般舒服地呆在人的鼻咽部，和人相安无事，可不知为何（现代医学还没完全弄明白）在少数人身上却越过红线，闯入大脑，其结果是人、菌一块遭了殃。

幸而，进化的结果——人类和微生物迄今都还物种繁盛——表明我们能在绝大多数时刻与绝大多数微生物和平共处。当然，也免不了闹点摩擦。对那些胆敢闯进禁区的冒失鬼，我们有的是强大武器：首先是皮肤、黏膜及其分泌物构筑的第一道工事；然后是吞噬细胞、NK 细胞和免疫应答组建的火力网；如果还不够，再加上淋巴细胞和 100 万种以上的抗体。相对而言，微生物则脆弱得多，大多数在太阳光下曝晒数分钟即丧失生命，不过大自然的进化也馈赠给它一个最好的礼物，那就是人类望尘莫及的繁殖速度——细菌一两周就能传 300 代（我们则需要一万年），病毒还更快些。这使得它们能快速地变异以适应新的环境、创制新的进攻武器或对付新的威胁。这场轮番升级的军备竞赛自现代医学（其标志是抗生素和磺胺类化学药品的使用。在此之前的西方医术，其疗效比我们的刮痧、拔火罐，甚至迷信、巫术好不了太多）开启以来愈演愈烈。1941 年，所有的葡萄球菌（一种最常见的感染病原菌）都可被青霉素杀死；到 1944 年，已经有了能产生分解青霉素的酶的菌株出现；而今，95% 的葡萄球菌菌株都对青霉素有一定程度的耐药性。20 世纪 50 年代中期发明的半人工合成的甲氧西林能杀死这些耐药菌株，然而，细菌又同样演变成抗甲氧西林的菌株。

由微生物高速进化而来的新的、耐药性物种只是问题的一个方面，另一方面的责任则完全应由人类自己承担。13 世纪蒙古人的西征给欧洲带去了减少其人口四分之一的鼠疫（由鼠疫杆菌所致），这一在亚洲存在已久的病菌本不会如此肆无忌惮，因为多数亚洲人那时已有了防御它的生理机制。近年来最有名的事例当数欧洲为之恐慌的疯牛病（一种朊病毒引起的海绵状脑病）。牛一直是温顺的草食性动物，从无吃荤的嗜好，更别说以同类为食了，是现代饲料工业将牛骨（包括病牛的骨头）加工成骨粉拌入饲料，才导致了病原的传播。今天便利的交通和频繁的人际交往大大加速了传染病的蔓延，同时传媒连篇累牍地报道使人人自危、风声鹤唳（当然，传媒的主要作用是正面的），最终的结果是公众和政府觉得研究、开发、生产，使用更多、更新、更好的药品和消毒杀菌剂来清除、隔离、抑制、杀灭微生物，是惟一合理的选择。

2003 年的 SARS 及其后的禽流感——可能会成为中国公共卫生和消毒杀菌发展史上的标志性事件——将一个刚步入人员、物质和信息快速流通，而公共卫生体系又还相对滞后的社会矛盾凸显了出来。病症的严重性、烈性传染性和科学界有关这一新病的知识的暂时缺乏经由报纸、广播、电视与小道消息一齐涌向千家万户。随处可见的口罩、楼道里飘荡的草药

味道、还有某些城市在大街上用洒水车喷洒的消毒杀菌药剂——这一切没有什么不对，毕竟人命关天——表明现代社会里，即使普通民众，基本而理性（如何有效地抵御真实而非妄想的威胁）的卫生消毒知识也必不可少。

正是在这个意义上，我欢迎本书的出版，并欣然为此作序。在这一领域，国内已有了数部学术专著，教科书和资料文献汇编则更多，还有无数严谨度不等的科普类小册子，但据我所知，还一直缺乏一本能让有基本文化程度的读者全面、系统、准确、知其然而且知其所以然地了解卫生消毒知识，并为其健康生活提供实际指导的读物。本书的著者将他们长期在这一领域研究开发中所得的经验和心得融入其中，并借鉴参考了他们所在单位湖南化工研究院和中南大学湘雅医学院许多同仁的有益经验和建议，基本达到了上述目的。

张满宇

2004年5月16日

于长沙听石斋

致 谢

在本书的编写过程中，田至孝、夏澈和张满宇同志提出了许多宝贵的意见和建议，特此致谢。

编者

目 录

基 础 篇

第 1 章 绪论	3
1.1 微生物	3
1.2 杀菌抑菌技术	4
1.3 消毒杀菌剂的发展简史	6
第 2 章 微生物基础知识	8
2.1 细胞的化学基础	8
2.2 细菌.....	16
2.3 其他微生物简介.....	26
第 3 章 消毒杀菌剂及其对微生物的杀灭抑制作用	33
3.1 决定消毒杀菌剂杀菌抑菌效果的因素.....	33
3.2 消毒杀菌剂的杀菌抑菌机理.....	38
3.3 消毒杀菌剂的毒性和微生物的耐药性.....	43
3.4 常用消毒杀菌剂性能和应用简介.....	44
第 4 章 消毒杀菌剂效力的测试和评价	47
4.1 实验设备条件.....	47
4.2 基本实验技术.....	48
4.3 残留药物的去除方法和中和试验.....	51
4.4 测试评价消毒杀菌剂效果的试验.....	52
4.5 评价程序.....	61
4.6 常用溶液和培养基的配制.....	62

应 用 篇

第 5 章 日常生活中的灭菌消毒	71
5.1 一般家庭的灭菌消毒.....	71
5.2 传染病家庭的灭菌消毒.....	78
5.3 卫生部最新颁布的各种污染对象的常用消毒方法.....	81
第 6 章 饮用水和工业用水的灭菌消毒	83
6.1 饮用水的灭菌消毒.....	83
6.2 工业水的灭菌消毒.....	90
6.3 其他水的灭菌消毒.....	92
第 7 章 家庭食品 and 食品工业中的灭菌消毒、防腐与防霉	96
7.1 食品中的微生物.....	96

7.2	常见食品中有害微生物来源、种类和危害	98
7.3	食品灭菌消毒防腐防霉的物理方法	100
7.4	家庭食品防腐防霉的化学方法	103
7.5	食品工业中防腐防霉的化学法	104
第8章	灭菌消毒防腐与防霉在工业及工业产品中的应用	107
8.1	概述	107
8.2	化妆品及化妆品工业	108
8.3	木材及木材制品	111
8.4	皮革制品及皮革工业	116
8.5	饲料及饲料工业	116
8.6	高分子材料及工业	117
8.7	纸和纸浆	118
8.8	纤维纺织品和纤维纺织工业	119
8.9	其他工业产品和领域	119
第9章	杀菌剂在农业上的应用	121
9.1	农用杀菌剂的分类	121
9.2	常用的农用杀菌剂品种简述	123
9.3	农用杀菌剂的剂型	126
9.4	农用杀菌剂的使用技术	128
第10章	抗菌剂、抗菌技术及其应用	130
10.1	概述	130
10.2	抗菌剂的种类	131
10.3	抗菌制品的制备及应用	136
10.4	抗菌剂及抗菌技术的研究发展方向	139

品 种 篇

第 11 章	医疗和家庭用消毒杀菌剂	145	
11.1	甲醛 (Formaldehyde) (145)	11.2	戊二醛 (Glutaraldehyde, Pentanedial) (148)
11.3	过氧化氢 (Hydrogen peroxide) (154)	11.4	过氧乙酸 (Peracetic acid) (156)
11.5	过氧戊二酸 (Perglutaric acid) (159)	11.6	其他过氧化物 (Other compounds containing hydrogen peroxide) (161)
11.7	臭氧 (Ozone) (163)	11.8	二氧化氯 (Chlorine dioxide) (165)
11.9	环氧乙烷 (Ethylene oxide) (170)	11.10	环氧丙烷 (Propylene oxide) (173)
11.11	含氯消毒剂 (Chlorine and chlorine compound disinfectants) (174)	11.12	醇类消毒剂 (Disinfectants of alcohols) (183)
11.13	季铵盐类消毒剂 (Disinfectants of quaternary ammonium compounds) (185)	11.14	洗必泰 (Chlorhexidine) (189)
11.15	碘伏 (Iodophor) (191)	11.16	酚类消毒剂 (Disinfectants of phenol) (199)
11.17	溴氯海因 (Hydantoin chlorobromide) (200)		
第 12 章	工业用消毒杀菌防腐防霉剂	203	
12.1	奥米定盐 (Salt omadine) (203)	12.2	百菌清 (Chlorothalonil) (203)
12.3	1,2-苯并异噻唑啉-3-酮 (204)	12.4	苯甲酸 (Benzoic acid) (205)

12.5 苯甲酸钠 (Sodium benzoate) (206) 12.6 丙酸 (Propionic acid) (206) 12.7 丙酸钙 (Calcium propionate) (207) 12.8 丙酸钠 (Sodium propionate) (208) 12.9 布罗波尔 (Bronopol) (208) 12.10 代森锰 (Maneb) (209) 12.11 道维希尔 (Dowicil) (210) 12.12 对氯间二甲苯酚 (*p*-chloro-*m*-xylenol) (210) 12.13 对硝基苯甲醛 (*p*-nitrobenzaldehyde) (211) 12.14 多菌灵 (Carbendazim) (212) 12.15 二甲基二硫代氨基甲酸钠 (Sodium dimethyl dithiocarbamate) (213) 12.16 二硫代-2,2'-双苯甲酰甲胺 (213) 12.17 二硫氰基甲烷 [Methylene-(bis)-thiocyanate] (214) 12.18 二氯酚 (Dichlorophen) (215) 12.19 2,2-二溴-3-次氨基丙酰胺 (2,2-dibromo-3-nitrilopropionamide) (216) 12.20 二氧化硫与亚硫酸盐 (Sulfur dioxide and sulfites) (216) 12.21 防腐剂 "O" (Antiseptic-germicide agent O) (218) 12.22 防腐剂 A₂₆ (Antiseptic-germicide agent A₂₆) (219) 12.23 防腐剂 A₄ (Antiseptic-germicide agent A₄) (219) 12.24 防腐剂 DP (Antiseptic-germicide agent DP) (220) 12.25 氟化物 (221) 12.26 富马酸二甲酯 (Fumarid acid dimethyl ester) (221) 12.27 桂醛 (222) 12.28 环烷酸铜 (Copper naphthenate) (223) 12.29 季磷盐 (Phosphonium salt) (223) 12.30 甲氨基甲酸-1-萘酯 (1-naphthalenol methylcarbamate) (224) 12.31 甲硝唑 (Metronidazole) (225) 12.32 聚赖氨酸 (225) 12.33 凯松 (Kathon C G) (226) 12.34 克霉唑 (Clotrimazole) (227) 12.35 联苯 (Diphenyl) (227) 12.36 邻苯基苯酚 (*o*-phenylphenol) (228) 12.37 咪唑烷基脲 (Imidazolidinyl urea) (229) 12.38 棉隆 (Mylone) (230) 12.39 尼泊金丙酯 (Propyl-*p*-hydroxybenzoate) (230) 12.40 尼泊金丁酯 (Butyl-*p*-hydroxybenzoate) (231) 12.41 尼泊金甲酯 (Methyl-*p*-hydroxybenzoate) (231) 12.42 尼泊金乙酯 (Ethyl-*p*-hydroxybenzoate) (232) 12.43 硼化物 (233) 12.44 羟基甲基甘氨酸钠 (Sodium hydroxymethylglycinate) (234) 12.45 8-羟基喹啉铜 (Copper 8-hydroxyquinolate) (234) 12.46 3-羟基异噻唑 (3-hydrox-isothiazole) (235) 12.47 乔曼-Plus (Germall-Plus) (235) 12.48 乳酸链球菌素 (Nisin) (236) 12.49 噻苯咪唑 (Thiabendazole) (238) 12.50 噻唑啉化合物 (Thiazolinium compounds) (239) 12.51 1,3,5-三(2-羟乙基)均三嗪 [1,3,5-tris(2-hydroxyethyl)-*s*-triazine] (239) 12.52 三丁基氧化锡 [Bis(tri-*n*-butyltin) oxide] (240) 12.53 三氯酚 (Trichlorophenol) (241) 12.54 山梨酸 (Sorbic acid) (241) 12.55 山梨酸钾 (Potassium sorbate) (242) 12.56 砷化物 (243) 12.57 生物抑制剂 60 (Biochek 60) (243) 12.58 双咪唑烷基脲 (Diazolidinyl urea) (244) 12.59 双乙酸钠 (Sodium diacetate) (245) 12.60 水杨酸 (*o*-hydroxybenzoic acid) (246) 12.61 水杨酰苯胺 (Salicylanilide) (246) 12.62 铜化物 (247) 12.63 托布津 (Thiophanate) (248) 12.64 脱氢乙酸 (Dehydroacetic acid) (248) 12.65 维尼净 SB-1 (Vinyzene SB-1) (249) 12.66 五氯苯酚 (Pentachlorophenol) (250) 12.67 五氯酚钠 (Sodium pentachlorophenate) (251) 12.68 锌化物 (252) 12.69 α -溴代肉桂醛 (α -bromocinnamaldehyde) (252) 12.70 溴硝基苯乙烯 (2-bromo-2-nitroethenyl benzene) (253) 12.71 亚硝酸盐和硝酸盐 (Nitrite and nitrate) (253) 12.72 乙蒜素 (Ethyl ethylthiosulfonate) (255) 12.73 DMDM 乙内酰脲 (Dimethyl dimethylol hydantoin) (256) 12.74 乙氧基喹 (喹) (256) 12.75 玉洁新 DP300 (Irgasan DP300) (257) 12.76 仲丁胺 (258)

13.1 硫磺 (Sulphur, Sulfur) (259)	13.2 石硫合剂 (Lime-sulphur) (260)
13.3 硫酸铜 (Copper sulfate) (261)	13.4 波尔多液 (Bordeaux mixture) (262)
13.5 络氨铜 (Copper sulfate-ammonia complex) (263)	13.6 乙蒜素 (Ethyl ethylsulfonothiolate) (263)
13.7 稻瘟灵 (Isoprothiolane) (264)	13.8 代森铵 (Dithane) (265)
13.9 代森锌 (Dithane Z-78) (266)	13.10 代森锰锌 (Dithane M-45) (266)
13.11 福美双 (Thiram) (267)	13.12 福美锌 (Ziram) (268)
13.13 福美肿 (Asomate) (269)	13.14 田安 (MAFA) (270)
13.15 甲基肿酸锌 (Zinc methylarsonate) (270)	13.16 稻瘟净 (Kitazine) (271)
13.17 异稻瘟净 (Iprobenfos) (272)	13.18 三乙膦酸铝 [Aluminium tris (ethylphosphonate)] (273)
13.19 甲基立枯磷 (Tolclofos-methyl) (273)	13.20 敌瘟磷 (Edifenphos) (274)
13.21 克菌壮 (O,O-diethyl phosphorodithioic acid ammonium) (275)	13.22 敌磺钠 (Fenaminosulf) (276)
13.23 敌锈钠 (Sodium sulfanilate) (276)	13.24 五氯硝基苯 (Pentachloronitrobenzene) (277)
13.25 百菌清 (Chlorothalonil) (278)	13.26 甲基硫菌灵 (Thiophanate-methyl) (279)
13.27 多菌灵 (Carbendazim) (280)	13.28 苯菌灵 (Benomyl) (281)
13.29 噻苯咪唑 (Thiabendazole) (282)	13.30 拌种灵 (Seed-vax) (283)
13.31 三唑酮 (Triadimefon) (284)	13.32 三环唑 (Tricyclazole) (285)
13.33 叶枯唑 (Yekuzuo) (285)	13.34 烯唑醇 (Diniconazole) (286)
13.35 恶霉灵 (Hymexazol) (287)	13.36 丙硫咪唑 (Albendazole) (288)
13.37 腈菌唑 (Myclobutanil) (288)	13.38 双苯三唑醇 (Bitertanol) (289)
13.39 恶霜灵 (Oxadixyl) (290)	13.40 井冈霉素 (Jinggangmycin) (291)
13.41 春雷霉素 (Kasugamycin) (292)	13.42 多抗霉素 (Polyoxin) (292)
13.43 公主岭霉素 (Gongzhulingmeisu) (293)	13.44 灭瘟素 (Blasticidin S) (294)
13.45 链霉素 (Streptomycin) (295)	13.46 异菌脲 (Iprodione) (295)
13.47 棉隆 (Mylone) (296)	13.48 甲霜灵 (Metalaxyl) (297)
13.49 叶枯净 (Phenazin) (298)	13.50 敌菌灵 (Anilazine) (299)
13.51 布罗波尔 (Bronopol) (299)	13.52 噻胺灵 (Triforine) (300)
13.53 腐霉利 (Procymidone) (301)	13.54 邻酰胺 (Mebenil) (302)
13.55 四氯苯酞 (Tetrachlorophthalide) (303)	13.56 萎锈灵 (Carboxin) (303)
13.57 灭菌丹 (Folpet) (304)	13.58 克菌丹 (Captan) (305)
13.59 乙烯菌核利 (Vinclozolin) (305)	13.60 乙霉威 (Diethofencarb) (306)
13.61 霜脲氰 (Cymoxanil) (307)	13.62 溴菌清 (Bromothalonil) (308)
13.63 菌核净 (Dimethachlon) (308)	13.64 邻苯基苯酚钠 (Sodium O-phenylphenate) (309)

主要参考文献	311
消毒杀菌剂品种篇中文索引	312
消毒杀菌剂品种篇英文索引	318

基 础 篇

本篇介绍了微生物学的有关基础知识，其目的在于让读者了解微生物的化学结构、形态和生命过程，致病、损腐物质的原因，并讲述了灭菌、消毒、防腐等措施杀灭或抑制微生物的机理。此外还简介了常用化学消毒杀菌剂的杀菌抑菌效果和测试评价方法。与通常微生物教科书不同在于，一是所选内容与杀菌抑菌这一主题密切相关；二是在讲解时充分考虑了读者的现有的知识背景，如尽量从化学角度（即分子层面）展开讨论等。

第1章 绪 论

1.1 微生物

我们通常所说的微生物一词并非生物学上的专门名词，而是对所有个体微小（小于0.1mm）、结构简单的低等生物的统称。微生物大多是单细胞型，有些是简单的多细胞的，有的甚至没有完整的细胞结构。它们具有体形微小、结构简单、繁殖迅速、容易变异及适应环境能力强等特点。包括病毒、细菌、螺旋体、支原体、立克次体、衣原体、放线菌、真菌等。

微生物在自然界中的分布极为广泛，空气、土壤、江河、湖泊、海洋等都有数量不等、种类不一的微生物存在。在人类、动物和植物的体表及其与外界相通的腔道中也有多种微生物存在。一般情况下，环境中每升空气含有微生物 $1 \sim 10^4$ 个，每克土壤含微生物 $10^4 \sim 10^{10}$ 个，每克水含微生物 $1 \sim 10^4$ 个；在每克肥沃的土壤里分布着 $10^7 \sim 10^{10}$ 个细菌、 $10^5 \sim 10^7$ 个放线菌和 $10^3 \sim 10^5$ 个霉菌。这些都是生活生产环境、工业材料和工业产品微生物污染的主要来源。

绝大多数微生物对人类和动植物的生存是有益而必需的。自然界中氮、碳、硫等多种元素循环靠微生物的代谢活动来进行。例如空气中的大量氮气只有依靠微生物的作用才能被植物吸收，土壤中的微生物能将动植物蛋白质转化为无机含氮化合物，以供植物生长的需要，而植物又为人类和动物所利用。因此，没有微生物，植物就不能新陈代谢，而人类和动物也将无法生存。

在农业方面，人类广泛利用一些微生物的特性，开辟了以菌造肥、以菌催长、以菌防病、以菌治病等农业增产新途径。在工业方面，微生物在食品、制革、纺织、石油、化工等领域的应用越来越广泛。尤其是在医药工业方面，几乎所有的抗生素都是微生物的代谢产物，另外还可利用微生物来制造一些维生素、辅酶等药物。

就其与人类健康的关系而言，正常菌群对于保持人体生态平衡和内环境的稳定有重要作用。正常菌群可以：①参与物质代谢、营养转化和合成、胆汁代谢、胆固醇代谢和激素转化等。②正常菌群作为一种抗原，刺激宿主产生抗体，增强其免疫能力。③构成防止外来细菌侵入的生物屏障。由于正常菌群的存在，其所产生脂肪酸等代谢产物和细菌素等可对抗外来细菌的侵入。④对宿主新陈代谢、营养作用和物质的消化吸收都具有重要作用。⑤可使某些致癌物质转化为非致癌物质。因此正常菌群的存在是保持人体健康的重要因素，它反映出在正常情况下，宿主、正常菌群与外环境共同适应、保持平衡的状态，即使是那极小部分能引起人类患病的微生物也需在一定的条件下才能真正导致疾病。

当然，如果听任有害微生物自由生长、繁殖，在一定条件下，它们会危害人类、动植物的健康。众所周知，大部分疾病和所有传染病都是由微生物导致的（从肝炎、肺结核到近年来令我们为之变色的 SARS、禽流感、艾滋病），就是诸如食品、衣物、家具、化妆品等生活必需品，乃至相对而言不易受微生物影响的工业产品也因它们而腐烂、变质和破损。

1965 年, 英国有人估计, 每年有霉腐引起的棉布损失达数百万英镑之多; 1965 年在美国, 由微生物和其他生物活动给天然和合成橡胶带来的损失价值超过 2300 万美元; 20 世纪 80 年代初报道, 美国国会图书馆 1900 万册藏书中已有三分之一变质; 世界各国的果蔬产品平均约 30% 在采摘后因腐烂损失掉, 中国水果每年产 1800 万吨 (20 世纪 90 年代初期), 每年损失就有 540 万吨, 大大超过近年中国广东全省的总产量; 中国食品工业每年因霉腐的损失达亿元以上; 1996 年, 中国某行业内部统计, 物品的霉变损失价值达 5.6 亿元, 竟为同期火灾损失的 23 倍。

因此, 在上述情形下, 采取措施杀灭或抑制有害微生物是一种无奈而合理的选择。

1.2 杀菌抑菌技术

按严格的消毒学定义, 对微生物的杀灭或抑制由高到低分为四个层次。

1.2.1 灭菌和灭菌剂

灭菌 (sterilization) 是杀灭或除去外环境中一切微生物的过程。这里所说的一切微生物包括一切致病的和非致病的微生物, 亦包括细菌芽孢、真菌孢子, 但不包括原虫及寄生虫的卵。灭菌是个绝对的概念, 意为完全杀死或除掉外环境中的一切微生物, 然而事实上要达到这样的程度是不可能的, 因此目前国际上规定, 灭菌过程必须使物品污染的微生物存活概率减少到 10^{-6} , 换句话说, 若对 100 万件物品进行灭菌处理, 灭菌后只容许有一件物品中存留活的微生物。由此可见, “灭菌” 一词具有严格的定义, 对经过灭菌处理后的物品采用 “几乎无菌” 或 “部分达到了灭菌” 等字眼进行评价都是不恰当的。

在医疗用品中, 凡是接触病人的血液或进入无菌组织和柔软黏膜的器材, 都必须达到灭菌。而仅接触皮肤及表浅体腔黏膜的器材, 以及一般卫生用品, 只要做消毒处理就可以了。

灭菌剂 (sterile agent) 是指能够杀灭外环境中一切微生物 (包括细菌繁殖体、芽孢、真菌、病毒、立克次体等) 的化学物质。目前在医学和工农业生产中常用的灭菌剂有醛类化合物、烷基化杂环气体等。一些含氯化合物和含碘化合物在一定的条件下也可用作灭菌剂, 但目前国际上仍将其称为消毒剂。在物理方法中, 热、电离辐射、紫外线、等离子体等, 可用作灭菌。用其制备的灭菌器材称为灭菌器 (sterilizer)。

1.2.2 消毒和消毒剂

杀灭或去除外环境中除细菌芽孢以外的各种病原微生物的过程, 称为消毒 (disinfection)。这里所说的 “外环境” 最初仅指无生命的物体表面, 目前一般认为, 除包括液体、气体和固体物体外, 也包括有生命机体的体表和表浅体腔, 这里所说的 “病原微生物”, 包括除细菌芽孢以外的各种致病性微生物, 例如细菌繁殖体、真菌、病毒、立克次体、衣原体等。消毒并不要求杀灭或去除污染物体的全部病原微生物, 而是使其减少到不至于引起疾病的数量。一般来说, 在医用器材和医疗环境的消毒中, 若能使人工污染的微生物在消毒过程中的存活概率减少到 10^{-3} , 则认为是可靠的, 换句话说, 通过消毒处理后, 杀灭或去除了原有微生物的 99.9%, 亦就达到了消毒要求。若用消毒对象上污染的自然微生物的杀灭率来评定消毒效果, 一般以杀灭或清除率达到 90% 为合格。在卫生防病消毒中, 这个标准还可以降低一些, 一般来说, 如果能杀灭消毒对象上污染的自然微生物的 80% 以上, 则应该是能接受的。

消毒剂 (disinfectant) 是用于杀灭外环境中病原微生物的化学药物。最初仅指杀灭无生命物体表面污染微生物的化学药物, 目前已将消毒剂的概念扩大到杀灭无生命的物体和人或

动物体表及表浅体腔的致病微生物的药物。对消毒剂的要求是杀灭细菌繁殖体和病毒，而不要求杀灭细菌芽孢。但能杀灭一切微生物的灭菌剂是更好的消毒剂。在国外，消毒剂包括化学物质，也包括能起到同样作用的物理因子。在国内，一般对用于消毒的化学物质称为消毒剂，而将用于消毒的物理因子称为物理消毒法或消毒器。

曾经有人把杀灭携带病原微生物的昆虫甚至也包括一些寄生虫，例如利什曼原虫、锥虫、滴虫、毒浆原虫、鞭毛虫、肺囊虫、疟原虫、阿米巴原虫等，以及消除化学毒物，称为“消毒”，这显然是不恰当的。

1.2.3 防腐和防腐剂

杀灭或抑制活体组织上微生物的生长繁殖，以防止组织感染，称为防腐（antisepsis）。用于防腐的化学药物称为防腐剂（antiseptic）。对防腐剂的要求是必须能抑制微生物的生长繁殖，而不要求一定能将其杀死，同时，这类药物必须对人的毒性低，对皮肤黏膜的刺激性小。大多数化学灭菌剂和消毒剂在较低的浓度时，可以作为防腐剂。

1.2.4 保藏和保存剂

采用化学药物或物理的方法防止物质的生物学腐败，称为保藏（preservation）或保存。保藏涉及的范围很广，在医学上，涉及尸体、组织、器官和药物的保藏；在日常生活中，涉及食物、化妆品的保藏；在工农业生产中，涉及工业产品、农副业产品等的保藏。用于保藏的化学药物称为保存剂（preservative）。凡是有抗腐败作用的理化因子均可用于保藏。

上述分类是将杀菌抑菌过程（或所达到的效果）和所用的化学物质联系起来的，而在实际应用中这两者往往是分离的，例如，高浓度的消毒剂也可灭菌，而低浓度的消毒剂也用作防腐和保藏。所以本书采用与上面相似而不那么严格的术语体系，即①把上述的杀菌抑菌过程的四个层次（灭菌、消毒、防腐和保藏）中的防腐和保藏合并为一个，变为灭菌、消毒和防腐三个层次。因为在物品防腐中，很多时候其有害微生物主要是霉菌，所以把这一特定主要针对霉菌的防腐过程称为防霉。以防腐目的而使用的化学物质即为防腐剂；而以防霉为目的而使用的化学物质即为防霉剂。②本书将所有具有杀菌和/或抑菌功能的化学物质泛称为消毒杀菌剂或杀菌消毒剂或杀菌剂。③不考虑化学物质到底是用于灭菌、消毒、防腐还是防霉过程，而仅从化学物质本身具有的杀菌抑菌能力的角度，将消毒杀菌剂分为高效消毒剂（也叫灭菌剂，但不要和上面的灭菌混淆）、中效消毒剂和低效消毒剂。④抗菌剂也是消毒杀菌剂，它们与一般的消毒杀菌剂不同仅仅在于使用方式不同而已，即它们不是一次性地发挥消毒杀菌功能，而是被少量地添加到材料（如塑料、橡胶、纤维等）中，持续地发挥杀菌和/或抑菌作用，以保护材料本身不被微生物损腐和/或接触该材料的人不受有害微生物的感染，由于抗菌剂及抗菌技术是近年来消毒杀菌的主要发展方向，故特别提出，单列一章（第10章），详作介绍。

用于灭菌、消毒、防腐和防霉的方法很多，按照其本身的性质，大致可分为三类：物理法、生物法、化学法。本书的内容包括物理法（用热、射线等物理因素杀灭、消除外环境中的致病性微生物及其他有害微生物，或者抑制其生长繁殖的方法）和化学法，主要介绍化学法。化学法即使用化学消毒杀菌剂杀灭或抑制外环境（水、空气、土壤、人体表面等）中的微生物，以保护人、动物、食品、日常用品、工业产品及农作物，而不涉及通过口服、肌注、静注、静滴以杀灭或抑制生物体内环境中微生物的生物化学制剂（如用于口服的抗生素、药物等）。至于生物法，因其不常用，且杀菌抑菌效果有限，不作介绍，请参阅有关

专著。

1.3 消毒杀菌剂的发展简史

尽管人类出于储藏食品的需要可能早在 5000 年前就使用杀菌抑菌方法，稍后食盐又大量用于腌制食品，但大规模地研究、合成、生产消毒杀菌剂始于近代。

1850 年维也纳的匈牙利医生 Semmelweiss 采用漂白粉防止感染，随后氯气开始用于自来水消毒。1851 年法国人 M. Crison 用等量石灰与硫磺共煮制得的 Crison 水是当代农药的先导。1865 年法国科学家巴斯德首次证实有机物的发酵和腐败以及蚕病的起因都是由微生物引起的；同年 Lister 将苯酚用于外科手术防止感染。1873 年，发现硫磺具有杀菌性。1874 年水杨酸的抗菌作用由 Kolbt 和 Thersch 发现。1875 年，Fleck 发现了苯甲酸的抗菌作用；1882 年，Millardet 为了防止小偷进入葡萄园，在篱笆上喷洒石灰和硫酸铜的混合液。后来发现该葡萄植株不感染霜霉病。经过几年试验制成著名的波尔多液（硫酸铜：石灰：水=3：1：100）。甲醛的杀菌作用是 1888 年由脱利拉胞首先观察到的。1909 年，德国人 Ehrlich 合成了第一个抗微生物化学医疗药物 606。特别是 1931 年开始磺胺药的应用和 1928 年亚历山大·弗莱明发明青霉素开启了现代医学的新时代。

1914 年出现了第一个有机汞消毒杀菌剂商品氯化汞苯。对羟基苯甲酸酯类的抗菌作用则由 Sablitschka 于 1923 年发现。但是，直到 1934 年，由 Tisdale 与 Williams 和 Martin 不约而同地各自报道二硫代氨基甲酸盐化合物的杀菌毒力，才标志着近代有机消毒杀菌剂研究的开始。

1930 年 McCallan 发表了关于消毒杀菌剂的室内测定方法的长篇论文，1939 年 Burlingame 和 Reddish 又发明了抑菌圈法，这就为近代筛选消毒杀菌剂的方法开辟了道路。

往后的二三十年间，一大批重要的消毒杀菌剂相继被挖掘，继而投入大规模的应用，有的还一直沿用至尽。例如，20 世纪 30 年代应用环氧乙烷作为消毒剂，被誉为消毒史上的第二个里程碑（采用甲醛灭菌是第一个里程碑）。第三个里程碑——戊二醛的应用则出现在 20 世纪 60 年代。山梨酸的抗菌作用于 1940 年由 Miler 和 Gooding 发现，1954 年开始在世界多个国家大规模生产和使用，今天仍然被认为是安全性最高、使用量最大的食品防腐剂之一。Marsh 和 Butler 于 1946 年将 2,2-亚甲基双（4-氯酚）即 G-4 首次用于纺织品上，取代了以前常用的氯化锌，成为著名的纺织品防霉剂。三丁基锡（TBTO）于 1954 年被建议用作木材防腐剂，从 20 世纪 60 年代起已被欧美国家大规模使用。

从总体上说，在 20 世纪 60 年代中期以前，消毒杀菌剂主要是分子内含金属元素的有机化合物和含氯的酚系化合物。例如有机汞化合物（醋酸苯汞）、有机锡化合物（TBTO）、有机铜化合物（8-羟基喹啉铜）、有机锌化合物（福代锌）及多氯联苯、六氯化苯、双氯苯基三氯甲烷等。理论和实践均已证明，在有机化合物里含有金属或氯的物质比无机的汞、铜、锡、氯等化合物在生物体内更容易渗透和吸收，所以杀菌效果也更优越。

由于这个性质，这类有害物质也容易被农作物和禽兽吸收，最终经口进入并蓄积在人体内，引起急性或慢性中毒。20 世纪 70 年代起，纺织物和化妆品中的这类物质因接触人的皮肤造成损害，如斑疹、炎症、变态反应甚至危及神经、大脑的报道大量出现，使得这些杀菌剂先后在许多国家被禁用或严格限制使用。

因此，最近三四十年来，一系列消毒杀菌剂的研制开发和推广应用，除了高效（用量低）外，还特别注重产品的环保意识和安全意识。同时，随着工业发展细化程度的提高，专

用消毒杀菌剂系列（如化妆品防腐剂、木材防腐剂、涂料防腐剂）不断形成，构成了这段时期消毒杀菌剂发展的高效、安全、专业化三大特色。

最后，须指出的是，消毒杀菌作为一种对微生物有或多或少不利作用的物质，都难免对人和其他生物有一定的毒性。所以如有可能，应尽量不用、少用消毒杀菌剂，尽量使用低毒消毒杀菌剂，尽量低剂量使用消毒杀菌剂。

第2章 微生物基础知识

化学以原子为基本研究单位和出发点，原子组成分子，分子构成物质，或者反过来，物质的功能、性状的差异可以归结为（或还原为）分子结构上的不同，分子结构上的不同又源于组成原子的不同。虽然细胞也是由普通的化学元素组成，氧、氮、氢、碳占96%，其余的为硫、磷、氯、钙、钾、钠、镁和微量元素（铁、铜、锌、锰、钴等）。但鉴于①生命现象的复杂性，一个细胞内为数众多的物质同时进行着成千上万个化学反应，细胞的功能与行为是这些反应协同作用的结果，而不能归结为这些反应的简单加和；②细胞具有独立的遗传复制、维持和表达系统及物质能量交换的新陈代谢系统，能维持生命结构的高度有序性，是包含了全部的生命信息和体现生命所有基本特点的最小独立生命单位。所以尽管现代生物学（如生物化学、分子生物学等）力图从分子水平上研究生命现象，但细胞一直是生物学研究的基本单位和出发点，由此向上可以综合成组织、器官、系统和整个生命体，而向下可还原至细胞内的各组成部分，进而直至蛋白质、核酸、糖、脂肪等分子层面。虽然生命形态千差万别，但①所有生命形态在化学组成上表现了高度的相似性；②所有生物大分子的构筑都是以非生命界的材料和化学规律为基础，反映了在生命界和非生命界之间并不存在截然不同的界限。非生命的原子、分子组成生命体的奥秘不在于这些原子、分子有所谓“生命力”或不服从一般的物理、化学规律，而在于它们组成了一个远离平衡态的复杂适应体系，是总体大于部分之和的结果。

2.1 细胞的化学基础

组成细胞的生命大分子主要有糖、脂类、蛋白质和核酸。

2.1.1 糖

糖是生物体主要供能物质和结构成分。糖既可以与脂类形成糖脂，也可与蛋白质结合形成糖蛋白。糖分为单糖、寡糖和多糖三类，后两者由前者组成。生命体中最重要单糖是葡萄糖，分子式 $C_6H_{12}O_6$ ，它既可以开链形式存在，也可以环式形式存在。葡萄糖及由它组成的多糖——淀粉（在植物细胞中）、糖原（在动物细胞中）、纤维素——是生命体中最重要的能量来源。图 2-1 为单糖和多糖的分子结构。

2.1.2 脂类

脂类是一大类物质的总称，这些物质的结构差异很大，但在其性质上却有共同之处，即均不溶于水，而溶于氯仿、苯、乙醚等有机溶剂。脂类重要的生理功能是：构成生物膜的骨架；是主要的能源物质之一；参与细胞的识别；构成身体或器官的保护层。生命体中重要的脂类化合物是中性脂肪、磷脂、类脂和萜类。

2.1.2.1 中性脂肪

中性脂肪是由甘油和脂肪酸生成的三酸甘油酯，三个脂肪酸一般各不相同。脂肪酸有两个特殊的区域：一是长的碳氢键，疏水，化学反应性低；二是羧基，在溶液中呈解离状态，是亲水的。羧基与羟基反应生成酯，与氨基反应则生成酰胺。事实上，在细胞中几乎所有脂