

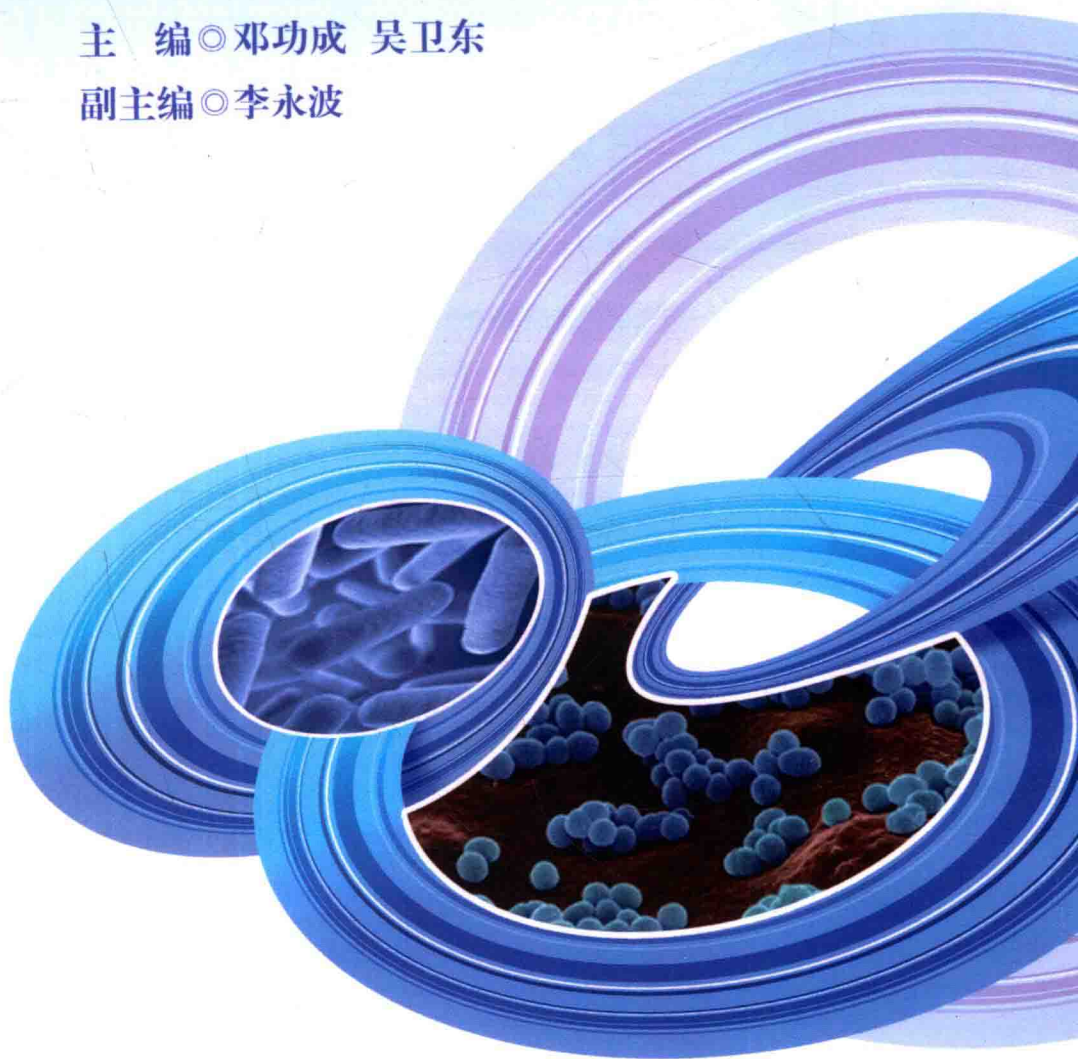
WEISHENGWU YU RENLEI

微生物与人类

WEISHENGWU YU RENLEI

主 编◎邓功成 吴卫东

副主编◎李永波



重庆大学出版社

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

微生物与人类

WEISHENGWU YU RENLEI

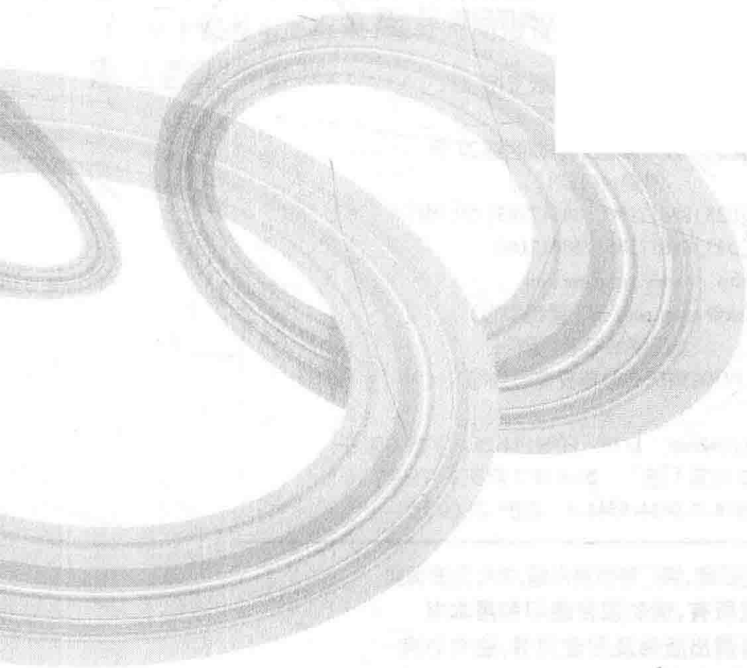
主 编◎邓功成 吴卫东

副主编◎李永波

编 者◎宋丽莎 陈世军 李 静

高礼安 赵 洪 吴莉莉

余彭娜



重庆大学出版社

Preface

前言

微生物与人类是研究微生物的生命活动对人类影响的一门科学。微生物无处不在,它们通常不被肉眼所见,但却广泛存在于我们赖以生存的空气、土壤、水体以及人们的皮肤表面、头发、口腔、肠道和人们吃的食物内外。微生物使土壤肥沃,环境清洁,它们改善着人们的食物,甚至保护人们免受有害微生物的侵害。然而,大多数人几乎意识不到微生物的存在,除非他们生病了。人们称为“细菌”的微生物被认为是最肮脏、不受欢迎的东西,因为它们中有少数会让人生病,引起植物、动物产生疾病,还有少数会使食物变质和物品发霉。总的来说,这一类肉眼难以看清的微小生物构成了一个神秘的微生物世界,而且这些微生物联合起来可以完成地球上生命所能实现的全部过程,对人类的生活和周围环境有深远的影响,与人类有非常重要的关系。

本书从微生物的种类、形态、分布、营养代谢、消毒灭菌等方面介绍微生物的基本知识,从微生物对工业、农业、环境保护、医药卫生、食品和社会生活等各个方面的影响陈述微生物与人类的关系,展示一个美丽迷人又惊心动魄的微生物世界。

由于编者水平有限,编写时间短促,书中疏漏、错误在所难免,敬请读者提出宝贵意见,以便进一步修改。

邓功成
2015年6月

Directory

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 神奇的微生物	(1)
1.1.1 微生物对人类的危害	(2)
1.1.2 微生物是人类的朋友	(7)
1.2 微生物及微生物学	(11)
1.3 微生物的发现及微生物学的建立与发展	(11)
1.3.1 一个难以认识的微生物世界	(11)
1.3.2 微生物的发现及微生物学的建立与发展	(12)
1.4 微生物的特点	(17)
第 2 章 细菌	(20)
2.1 细菌的形态构造	(20)
2.1.1 细菌的概念	(20)
2.1.2 细菌的形态	(20)
2.1.3 细菌的基本构造	(22)
2.1.4 细菌的特殊构造	(26)
2.1.5 细菌的营养、繁殖	(29)
2.1.6 蓝细菌	(29)
2.2 细菌与人类	(30)
2.2.1 细菌与人类健康	(31)
2.2.2 细菌与农业	(44)
2.2.3 细菌与工业	(52)
2.2.4 细菌与能源	(55)
2.2.5 细菌与环境保护	(57)
2.2.6 蓝细菌对环境和人类的影响	(62)
2.3 有益细菌的利用与有害细菌防控	(64)
2.3.1 有益细菌的利用	(64)
2.3.2 有害细菌防控	(73)
2.3.3 微生物的抗药性	(89)

第3章 放线菌	(92)
3.1 放线菌基本特征	(93)
3.1.1 放线菌的形态、结构	(93)
3.1.2 放线菌的营养、繁殖	(96)
3.2 放线菌与人类	(97)
3.2.1 放线菌与人类医药工业的关系及常见代表种	(97)
3.2.2 链霉素生产过程	(99)
第4章 支原体	(100)
4.1 支原体基本特征	(100)
4.1.1 支原体的形态和结构	(101)
4.1.2 支原体的营养和繁殖	(102)
4.1.3 支原体特点	(102)
4.1.4 支原体与L型细菌的区别	(103)
4.2 支原体与人类	(103)
4.2.1 支原体对人体健康的影响	(103)
4.2.2 支原体与农业生产	(106)
4.2.3 支原体与动物疾病	(107)
第5章 立克次氏体	(110)
5.1 立克次氏体的特点	(111)
5.2 立克次氏体与人类	(111)
5.2.1 常见种类	(111)
5.2.2 传染途径	(112)
5.2.3 致病机制	(113)
5.2.4 预防	(113)
5.2.5 治疗	(113)
第6章 衣原体	(116)
6.1 衣原体基本特征	(116)
6.1.1 衣原体的特点	(116)
6.1.2 衣原体生活史	(116)
6.1.3 衣原体培养特性	(117)
6.1.4 衣原体的抵抗力	(118)
6.2 衣原体与人类	(118)
6.2.1 致病性与免疫性	(118)
6.2.2 衣原体类型	(119)

第7章 真菌	(120)
7.1 酵母菌	(121)
7.1.1 酵母菌的形态	(121)
7.1.2 酵母细胞结构	(121)
7.1.3 酵母菌的菌落	(122)
7.1.4 酵母菌繁殖方式和生活史	(122)
7.1.5 酵母菌与人类的关系	(125)
7.2 霉菌	(125)
7.2.1 霉菌的形态结构	(125)
7.2.2 霉菌的菌落	(126)
7.2.3 霉菌的繁殖方式	(127)
7.2.4 霉菌与人类的关系	(128)
7.2.5 发酵工业上常见常用的霉菌	(131)
7.3 蕈菌	(133)
7.3.1 蕈菌的形态结构	(133)
7.3.2 繁殖方式和子实体的形成	(136)
7.3.3 分布及与人类的关系	(137)
第8章 病毒与亚病毒	(143)
8.1 病毒	(144)
8.1.1 病毒的定义和特点	(144)
8.1.2 典型病毒颗粒的构造	(144)
8.1.3 病毒的繁殖	(146)
8.1.4 温和噬菌体的溶源性	(147)
8.1.5 噬菌体的分离培养	(150)
8.2 亚病毒	(150)
8.2.1 类病毒	(150)
8.2.2 拟病毒	(151)
8.2.3 朊病毒	(151)
8.3 病毒与人类	(151)
8.3.1 噬菌体的应用及其防治	(151)
8.3.2 植物病毒	(152)
8.3.3 人类和脊椎动物病毒	(153)
8.3.4 昆虫病毒	(156)
第9章 微生物与人类未来	(159)
9.1 微生物——未来的食物	(159)
9.2 微生物将推动能源结构的改变和发展	(160)
9.2.1 微生物产沼气	(160)

9.2.2 微生物生产燃料乙醇	(161)
9.2.3 微生物产氢	(162)
9.2.4 微生物燃料电池	(163)
9.3 微生物冶金	(164)
9.4 石油工业中的微生物生物技术	(165)
9.5 微生物传感器和 DNA 芯片	(166)
9.5.1 微生物传感器	(166)
9.5.2 微生物 DNA 芯片	(167)
9.6 微生物塑料、功能材料和生物计算机	(168)
9.6.1 微生物塑料	(168)
9.6.2 微生物功能材料	(168)
9.6.3 生物计算机	(169)
9.7 微生物生物技术将拓展海洋和宇航中的应用	(170)
9.7.1 海洋中微生物生物技术的应用	(170)
9.7.2 宇宙航行中微生物生物技术的应用	(170)
参考文献	(172)

第1章

绪论

微生物是肉眼难以看清的一类微小生物。这些无处不在、无处不有的微小生物构成了一个神秘的微生物世界,这些微生物联合起来可以完成地球上生命所能实现的全部过程,对人类的生活和周围环境有着深远的影响,也与人类有非常重要的关系。

生物学家们把地球上表面一层有生命的地方命名为生物圈。大多数陆生生物仅仅占据着大气层与陆地的交界部分;鸟类的空间可以延伸到大气层中几百米的高处;蚯蚓和线虫等无脊椎动物通常可以钻入土壤中达几米深;水生生物可以栖息在海平面下几千米深处。细菌和真菌的孢子被对流层形成的风带到高达 10 000 m 的大气层中。早在 1936 年所进行的平流层气球探测结果显示,霉菌和细菌可以达到更高的空间。近年,美国宇航局在 32 000 m 的高空探测到了细菌和霉菌。在这个高度,每 55 m^3 的空间只有 1 个微生物,与 300 ~ 12 000 m(喷气机通常飞行达到)高度的每立方米 1 700 ~ 2 000 个微生物相比,数量很稀少了,而且它们绝大多数都处于休眠状态。与此相反,在海洋深沟底部却活跃着各种海洋微生物,它们显然都不是休眠状态的。在深达 750 m 邻近海底的沉积物中以及在陆地表面下 500 m 处的沉积岩里,找到了活的微生物。生活在南非金矿下 3 500 m 处(那里的温度约为 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$)的某些耐热细菌,创下了地球微生物生存温度的最新纪录。

从空气、土壤、水体到生物体,只要有地球生物存在的地方就会有微生物。生物在最宏观的水平上以一种相互依存的方式生活着。

1.1 神奇的微生物

人类对动植物的认识,可追溯到人类的出现,但对始终包围在人体内外的微生物却长期缺乏认识。如刚出生的婴儿,在其呱呱问世的同时,就有若干种和不计其数的微生物争先恐后地占领这一小生命的皮肤、口腔、呼吸道、消化道、泌尿系统,并从此发展成两者不可分离的人体正常菌群或终生伴生微生物。

人体体表及体内存在大量的微生物。皮肤表面:平均 10 万个细菌/ cm^2 ;口腔:细菌

种类超过 500 种;肠道:微生物总量达 100 万亿,每个喷嚏的飞沫含 4 500 ~ 150 000 个细菌,重感冒患者为 8 500 万;粪便干重的 1/3 是细菌,每克粪便的细菌总数约为 1 000 亿个;1 g 土壤中细菌数约为上亿个,每张纸币带细菌有 900 万个。

在我们每天的食物和饮料中,如馒头、面包、蛋糕、酸奶、酒类、干酪、酱油、食醋、味精、泡菜、腐乳、食用菌等都是由微生物加工而成或本身就是微生物。

在我们每天呼吸活动中,有多少微生物进出,它们会与人体发生什么关系?当偶遇病原菌侵袭而不幸感染上传染病时,人体要与微生物进行一场悄然无声的战争;而在治疗过程中,那些疗效最好的药物,大多数都是微生物产生的抗生素。至于包围整个地球表面的土壤圈、水圈、大气圈,其中包含着的难以计数的微生物与地球生态平衡、地球化学循环、农牧渔业的生产以及与人类和动植物传染病的关系,更是常人难以感知的。因此,在微生物学创建之前,人类曾长期处于“身在菌中不知菌”的“微生物知识盲”状态。即使在微生物学十分发达的今天,也有相当数量的人仍处于“身在菌中不知菌”的迷惘之中。

微生物在自然界分布很广,与人类的关系密切。在空气、水体、土壤中都有微生物的存在,甚至在人体和动、植物体里也存在着大量的微生物。这些微生物曾经给人类的健康和生命带来了很大的威胁。微生物无处不在,我们无时不生活在“微生物的海洋”中。它们既是人类的敌人,更是人类的朋友!

1.1.1 微生物对人类的危害

(1) 微生物引起人类疾病

瘟疫是指由于一些强烈致病性微生物,如细菌、病毒引起的传染病。一般是自然灾害后,环境卫生不好引起的。瘟疫在我国史料中早有记载。如《周礼·天官·冢宰》记载:“疾医掌养万民之疾病,四时皆有疠疾。”《吕氏春秋·季春纪》记载:“季春行夏令,则民多疾疫。”现存最早的中医古籍《黄帝内经》也有记载。如《素问·刺法论》指出:“五疫之至,皆向染易,无问大小,病状相似……,正气存内,邪不可干,避其毒气。”《素问·本病篇》记载:“厥阴不退位,即大风早举,时雨不降,湿令不化,民病瘟疫,疵废。风生,民病皆肢节痛,头目痛,伏热内烦,咽喉干引饮。”指出瘟疫具有传染性,流行性,临床表现相似,发病与气候有关等特点,并认为只要“正气存内”,就能“避其毒气”。明朝医家吴又可目睹当时疫病流行的惨状,在前人有关论述的基础上,对瘟疫进行深入细致的观察、探讨。其所著的《瘟疫论》是我国论述瘟疫的专著,对瘟疫进行了详细的论述。认为“瘟疫之为病,非风非寒非暑非湿,乃天地间别有一种异气所感。”指出瘟疫的致病因子是“异气”,又称“疫气”“疠气”“戾气”等,是对瘟疫病因的创见。《瘟疫论》是我国医学文献中论述急性传染病的一部划时代著作,至今仍可用来指导临床,具有重要的历史意义与现实意义。清朝余师愚著有《疫疹一得》。其在吴又可《瘟疫论》的基础上,认为疫疹的病因是疠气,指出“一人得病,传染一家,轻者十生八九,重者十存一二,合境之内,大率如斯”。

在国外,流行于公元 6 世纪和 14 世纪的瘟疫(鼠疫)又名黑死病,是由鼠疫杆菌(*Yersinia pestis*)引起的一种烈性传染病,一般先流行于鼠类及其他野生啮齿动物之间,借

助鼠、蚤叮咬而传给人,给人类带来严重的灾难。瘟疫多次侵袭欧洲,直到1700年代为止,期间造成的死亡情形与严重程度各不相同。较晚的几次大流行包括1629—1631年的意大利瘟疫、1665—1666年的伦敦大瘟疫、1679年的维也纳大瘟疫、1720—1722年的马赛大瘟疫以及1771年的莫斯科瘟疫。

严重急性呼吸系统综合征(Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS)又称非典型肺炎,当这种病毒2003年向中国袭来时,我们由茫然到恐慌,如今疫情逐步稳定下来后,留给我们更多的却是深深的思考。

禽流感(Bird Flu)是指鸟禽类流行性感,是由病毒引起的动物传染病,通常只感染鸟类,少数情况会感染猪。一般情况下,禽流感病毒高度针对特定物种,但在罕有情况下会跨越物种障碍感染人。但自从1997年在香港发现人类也会感染禽流感之后,此病症引起全世界卫生组织的高度关注。其后,此流感一直在亚洲地区零星出现,但从2003年12月开始,禽流感在东亚多国——主要在越南、韩国、泰国爆发,并造成多名病人丧生。现在远至东欧多个国家亦有案例。

艾滋病(Acquired Immune Deficiency Syndrome)获得性免疫缺陷综合征,是一种由慢性致死性的艾滋病病毒引起的传染病,由人类免疫缺陷病毒(Human Immunodeficiency Virus, HIV)感染人类免疫系统细胞引起的疾病。HIV属于反转录病毒科,慢病毒属,灵长类免疫缺陷亚属。HIV感染后导致人体免疫功能缺陷,从而发生机会性感染等一系列临床综合征,病死率几乎达100%。1981年6月5日首度证实世界第一例艾滋病。1981年6月13日,世界公布首例艾滋病。1987年4月3日,首例艾滋病传入中国。艾滋病毒是通过交换体液来传播的,特别是精液和血液。最常见的传染途径是:进行阴道或肛门性交,共享污染了的针筒,受病毒感染的母亲传播给婴儿。另外,也有越来越多个案显示,感染了病毒的母亲可经喂母乳而把病毒传播给婴儿。据统计,目前全世界共有3500万人感染艾滋病病毒,其中70%的人生活在非洲撒哈拉以南地区,该地区迄今为止已有1100万人死于艾滋病。三分之一的艾滋病患者最后死于肺结核,肺结核每年夺去200万人的生命,同时又使800万人感染,主要集中在发展中国家。

甲型H1N1流感病毒(Influenza A(H1N1) Virus)是一种亚型流感病毒,也是人类最常见的流行性感(流感)之一。有些菌株H1N1病毒会引起小部分地方性的流行,有些是季节性的大流行。2006年大约有一半的人类流感病毒感染是由H1N1病毒株引起的。其他株H1N1病毒普遍存在于猪(猪流感)和鸟类(禽流感)。在2009年6月,世卫组织宣布,禽流感新菌株的猪源H1N1病毒流感大流行,此前这株通常被媒体称为“猪流感”,后改为甲型H1N1流感病毒。2012年1月22日,贵阳市一名禽流感男子医治无效死亡,71名者密切接触者接受医疗观察。

肺结核(Pulmonary Tuberculosis)由结核杆菌(*Mycobacterium tuberculosis*)引起的肺部复杂慢性肉芽肿性传染病。带菌的肺结核患者是主要传染源。直接吸入带菌的飞沫微滴是最常见的传染途径。人体感染结核菌后不一定立即发病,仅于抵抗力低落时方始发病。除少数可急起发病外,临床上多呈慢性过程。常有低热、乏力等全身症状和咳嗽、咯血等呼吸系统表现。

天花(Smallpox)是由天花病毒(Smallpox Virus)引起的一种烈性传染病,没有患过天花或没有接种过天花疫苗的人,均能被感染,染病后死亡率高。天花病毒外观呈砖形,抵

抗力较强,能对抗干燥和低温,在痂皮、尘土和被服上,可生存数月至一年半之久。1979年10月26日,世界卫生组织宣布天花彻底消灭,是在世界范围被人类消灭的第一个传染病。

疟疾(Malaria)是经按蚊叮咬而感染疟原虫所引起的虫媒传染病,俗称打摆子。疟原虫寄生于人体,经疟蚊叮咬或输入带疟原虫者的血液而感染。不同的疟原虫分别引起间日疟、三日疟、恶性疟及卵圆疟。本病主要表现为周期性规律发作,全身发冷、发热、多汗,长期多次发作后,可引起贫血和脾肿大。儿童发病率高,夏秋季发病较多。在热带及亚热带地区一年四季都可以发病,并且容易流行。

霍乱(Cholera),早期译作虎力拉,是由霍乱弧菌引起的一种急性肠道传染病,以发病急、传播快、波及范围广为特征,是《国际卫生条例》规定的国际检疫传染病之一,也是《中华人民共和国传染病防治法》规定的甲类传染病之一。《国内交通卫生检疫条例》也将其列为检疫传染病。临床上以剧烈无痛性泻吐,米泔样大便,严重脱水,肌肉痛性痉挛及周围循环衰竭等为特征。霍乱弧菌包括两个生物型,即古生物型和埃尔托生物型。过去把前者引起的疾病称为霍乱,把后者引起的疾病称为副霍乱。1962年世界卫生大会决定将副霍乱列入《国际卫生条例》检疫传染病“霍乱”项内,并与霍乱同样处理。霍乱弧菌所引起的急性腹泻疾病。病发高峰期在夏季,能在数小时内造成腹泻脱水甚至死亡。临床上的表现是,经过1~2天的潜伏期,突然而无痛的水泻,然后经常会有呕吐的现象。如果没有补充水分与电解质,会造成休克。治疗方式为补充水分与电解质和抗生素治疗。预防的方法除了公共卫生的改善之外,到流行地区旅行前可以注射疫苗。

海地共和国于2010年10月中旬发生霍乱大流行,直到2011年疫情仍未得到有效控制,新增病例和死亡人数不断增加。2012年1月6日,泛美卫生组织副主任安德鲁斯表示,截至2011年12月,海地政府已经报告了52万多个病例,平均每天新增200名患者,近7000人死亡。多个研究显示,在海地暴发的霍乱疫情始于来自尼泊尔的联合国维和部队士兵。因此在2011年11月,有数千名霍乱疫情受害者及死者家属向联合国提出索赔请求。

麻风病(Leprosy)又作麻疯病、痲疯病、癩病等。医学领域称为汉生病或韩森氏病(Hansen's Disease),是由麻风杆菌(*Mycobacterium leprae*)引起的一种慢性传染病。汉生病或韩森氏病之称由来,则是出于麻风杆菌的发现者——挪威学者韩森(Gerhard Armauer Hansen)之名。麻风病治疗后不是高危险传染病,大约95%的人是自然免疫。主要侵犯皮肤、黏膜和周围神经,也可侵犯深部组织和器官。本病在世界范围内流行甚广,据估计全世界现有麻风病人约1000万人,主要分布于亚洲、非洲及拉丁美洲。我国曾流行于广东、广西、四川、云南以及青海等省、自治区。新中国成立后,由于积极防治,本病已得到有效的控制,发病率显著下降。

梅毒(Syphilis)是一种慢性传染性疾病,是由梅毒螺旋体(苍白螺旋体)(*Treponema pallidum*)引起。患病后病程漫长,早期侵犯生殖器和皮肤,晚期侵犯全身各器官,并生多种多样的症状和体征,病变几乎能累及全身各个脏器。梅毒通过性行为可以在人群中相互传播,并可以由母亲传染给胎儿,危及下一代。极少数患者通过接吻、哺乳、接触有传染性损害病人的日常用品而传染。在性传播疾病中,梅毒的患病人数是低的,但由于其病程长、危害性大,应予重视。

梅毒发病经过缓慢,自觉症状轻微,早期的临床病征常可自然消退,致使患者会疏忽及早医治。梅毒的患者又可多年无症状而呈潜伏状态,成为梅毒的传播者。患梅毒的孕妇可经胎盘传给下一代,危害极大。梅毒感染后,平均的潜伏期为三周,然后病情进展为一期及二期(约一至两年),若未获治疗或治疗不充分则可转入第三期(即晚期),这样可延续多年,甚至导致死亡。

军团病(Legionnaires' Disease)并非是一种军队的职业病,而是一种呼吸道感染疾病,其病菌存在于水气中。军团病即大叶性肺炎,是一种细菌性肺炎,症状与肺炎基本一样。1976年,美国退伍军人大会在费城召开时,首次发生“军团病”,该病因此得名。中国自1982年以来南京、北京等地相继报告有本病出现。2002年8月3日,英格兰发现军团病。

埃博拉病毒(Ebola Virus)是一个用来称呼一群属于纤维病毒科埃博拉病毒属下数种病毒的通用术语。此病毒以非洲刚果民主共和国的埃博拉河命名(该国旧称扎伊尔),此地接近首次爆发的部落。至今为止,刚果民主共和国仍是最近四次爆发的所在地,其中,包括2005年5月的一次大流行。埃博拉病毒可通过人体血液和分泌物传染,感染者症状与同为纤维病毒科的马尔堡病毒极为相似,可导致埃博拉病毒出血热,其症状表现有恶心、呕吐、腹泻、肤色改变、全身酸痛、体内出血、体外出血、发烧等,罹患此病可致人死,具有50%~90%的致死率,致死原因主要为中风、心肌梗塞、低血容量休克或多发性器官衰竭。

埃博拉是人畜共通病毒,尽管世界卫生组织苦心研究,但是至今没有辨认出任何有能力在爆发时存活的动物宿主,目前认为果蝠是病毒可能的原宿主。

由于埃博拉的致命力,加上目前尚未有任何疫苗被证实有效,埃博拉被列为生物安全第Ⅳ级(Biosafety Level 4)病毒,也同时被视为是生物恐怖主义的工具之一(按美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)和疾病控制预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)对生物危害物质规定的防护措施,分为四级:Ⅰ级涉及非致病生物物质;Ⅱ级涉及致病生物物质,但无传染性;Ⅲ级涉及那些易形成气溶胶因而能通过空气传播的致病病原;Ⅳ级涉及的病原物质在性质上同Ⅲ级,但无疫苗或特效药可控制)。

埃博拉病毒粒子直径约80 nm,但长度可达1 400 nm,典型的埃博拉病毒粒子平均长度则接近1 000 nm。在病毒粒子中心结构的核壳蛋白由螺旋状缠绕的基因体RNA与核壳蛋白质以及蛋白质病毒蛋白VP35、VP30、L组成,病毒包含的糖蛋白从表面深入病毒粒子10 nm长,另外10 nm则向外突出在套膜表面,而这层套膜来自宿主的细胞膜,在套膜与核壳蛋白之间的区域,称为基质空间,由病毒蛋白VP40和VP24组成。

疯牛病("Mad Cow" Disease)在医学上称为牛脑海绵状病(Bovine Spongiform Encephalopathy, BSE),是由朊病毒(Prion)引起的。朊病毒是一类不含核酸而仅由蛋白质构成的可自我复制并具感染性的因子,能侵染动物并在宿主细胞内复制的小分子无免疫性疏水蛋白质。

1985年4月,医学家们在英国首先发现了一种大规模爆发的新病,专家们对这一世界始发病例进行组织病理学检查,并于1986年11月将该病定名为BSE,首次在英国报刊上报道。1996年3月19日,英国疯牛病恐慌震全球。1996年以来,这种病迅速蔓延,英

国每年有成千上万头牛患这种神经错乱、痴呆、不久死亡的病。

大肠杆菌 O157: H7 (*Escherichia coli* O157: H7) 是肠出血性大肠杆菌 (*Enterohemorrhagic E. coli*, EHEC) 的主要血清型菌株, 其致病力强, 1982 年发现该血清型菌株系人类重要病原菌, 并对人类健康构成重大威胁。近几年来, EHEC 的感染已成为世界性问题, 由 O157: H7 引起的食物中毒的暴发流行在发达国家和一部分发展中国家不断发生。1996 年 5—8 月, 在日本暴发了 O157: H7 血清型大肠杆菌的流行, 历时 3 个月, 波及 30 多个都府县, 有 9 000 多名儿童感染, 死亡 10 名。我国至今尚未发现有 O157: H7 引起的食物中毒的暴发流行, 但自 1988 年以来, 已有江苏、福建、新疆、宁夏、辽宁等省、自治区从腹泻病患者体内分离到了大肠杆菌 O157: H7。

口蹄疫 (Aphthae Epizooticae) 是牛和猪的一种非致命的病毒传染病。由于历史原因, 在我国内地该病也称为“五号病”或“W 病”。它也可以感染鹿、山羊、绵羊和其他偶蹄动物, 如象、鼠和刺猬。马和人类感染病例则非常少。发病时, 动物的唇和蹄上长满水疱, 同时伴有发烧、食欲不振等症状, 患病动物体重大幅下降。该病潜伏期 1~7 d, 平均 2~4 d, 患病动物精神沉郁, 闭口, 流涎, 开口时有吸吮声, 体温可升高到 40~41℃。良性口蹄疫经一周左右即可自愈; 若蹄部有病变则可延至 2~3 周或更久, 死亡率达 1%~2%。恶性口蹄疫是指有些病牛在水疱愈合过程中, 病情突然恶化, 全身衰弱、肌肉发抖, 心跳加快、节律不齐, 食欲废绝、反刍停止, 行走摇摆、站立不稳, 往往因心脏麻痹而突然死亡, 死亡率高达 25%~50%。

口蹄疫在全球许多地区 (包括欧洲、非洲、亚洲和南美洲) 都有发生。为了防止其传播, 通常采取屠宰患病动物等方法。2001 年在英国爆发的口蹄疫导致了该国境内大量的牲畜被屠宰。在此期间, 一系列的体育赛事和休闲运动也纷纷被取消。2007 年 8 月 3 日, 英国南部萨里郡农场再次出现口蹄疫疫情。

微生物不仅引起人类和动物的疾病, 而且对其他生物同样造成灾难。

(2) 微生物引起各种农作物病害, 给农业生产带来损失

微生物能引起各种农作物病害, 如水稻生产上的三大病害 (稻瘟病、白叶枯病、纹枯病)、烟草花叶病、烟草黑胫病、马铃薯病毒病等都给农业生产带来了巨大的损失。近年来在黔南罗甸、平塘、独山等县发生的水稻霜霉病, 2011 年在黔西南各县发生的细菌性褐条病等新的作物病害。

在人类历史上, 最著名的爱尔兰饥荒事件, 对人类造成巨大的影响。英国国家社会科学院院士, 剑桥唐宁学院研究员, 《爱尔兰史》杂志编辑彼得·格雷 (Peter Gray) 在他的《爱尔兰大饥荒》中描述了一场发生于 1845—1852 年的爱尔兰饥荒事件。马铃薯是 19 世纪爱尔兰人赖以维持生计的唯一农作物。1845 年秋天, 一种不为人知的病害使马铃薯受灾, 整株整株的幼苗还没等到收获就腐烂了, 家家户户一年的储备丧失殆尽。1846 年夏, 马铃薯的匮乏超过了最悲观的预测。300 万~400 万人因现代欧洲历史上史无前例的收成被摧毁而遭受死亡的威胁。1847 年夏天, 人们收获到了无病害的马铃薯。许多观察家总结道, 饥荒结束了, 爱尔兰现在应该靠自己的力量重新振兴。但是, 由于植株不多, 收成仍然少得可怜。实际上, 岛上的大部分地区在这一季节并没有实现真正意义上的复苏, 饥饿和疾病依然肆虐。1848 年, 晚疫病的再次袭击彻底抹杀了人们的幻想。更为残酷的是, 晚疫病集中发生在那些已经没有能力经受第四次饥荒的地区。如果说那些

不很贫困的地区的情况有了少许改善,西部和南部却经历了一次与1847年这一“黑暗之年”同样深重的灾难。1849—1850年,疾病再度来袭,使得一些地区奄奄一息。

在大饥荒发生前,移民就早已开始了。但是从1846年末开始,移民达到了前所未有的规模。之后的10年间,180万人离开了爱尔兰,其中有100多万人是在饥荒期间移民的。这是19世纪最重要的人口流动之一。对这些男女老少而言,与其说是自愿移民不如说是逃难,他们的经历苦不堪言。

造成饥荒的主要因素是一种称为马铃薯晚疫病(*Phytophthora infestans*)的真菌造成马铃薯腐烂。马铃薯是当时的爱尔兰人的主要粮食来源,加上许多社会与经济因素,使得广泛的歉收严重地打击了贫苦农民的生计。灾荒对爱尔兰的社会、文化、人口有深远的影响,许多历史学家把爱尔兰历史分为饥荒前、饥荒后两部分。

(3) 微生物能够造成食品、布匹、皮革、房屋发霉腐烂,金属物品的锈蚀等

霉腐微生物引起非金属物霉腐变质、性能降低甚至完全损坏的微生物。主要是腐生型和兼性腐生型微生物,也有一些化能自养微生物。霉腐微生物的类型取决于物质的化学成分、含水量和环境湿度,如水域和土壤中以细菌和酵母菌为主;地表和大气环境中则以放线菌、丝状真菌为主。在好气条件下,多数霉腐微生物大量生长,因而破坏性较大。

霉腐微生物通过各种酶系分解各种物资中的非金属部分,如梭状芽孢细菌、棒状杆菌、放线菌、木霉、多孔菌等产生的纤维素酶能破坏棉、麻、竹、木;葡萄球菌、枯草杆菌、放线菌、土曲霉、黄曲霉等的蛋白酶能分解丝、毛、皮革;放线菌、曲霉、青霉、交链孢霉和芽枝霉等的氧化酶和水解酶相继作用可降低合成材料的质量;黑曲霉、焦曲霉、橘青霉等可使涂料、塑料、橡胶、黏结剂等老化。霉腐微生物在矿油(燃料油、润滑油脂、液压油、切削乳液等)中生长后,不仅其大量菌体能阻塞机件,而且菌体的代谢产物也能导致或加速金属的腐蚀。杂色曲霉、灰绿曲霉等代谢活动的产物可侵蚀玻璃,严重降低光学仪器的性能;医药品、食品滋长细菌和霉菌可导致腐烂变质;生长较普遍的黄曲霉、杂色曲霉、冰岛青霉、桔青霉等所产生的真菌毒素直接危害人类健康;化妆品等被假丝酵母、铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌等污染后,可引起皮肤病;染菌的被褥、服装成为霉菌污染源,特别是烟曲霉能导致肺气肿等疾病;链霉菌、青霉菌等侵入人体循环系统后,能造成血管阻塞;菌落(如霉斑等)污损建筑物,也是环境污染源。此外,霉腐微生物还可损害图书、文物、档案材料、磁带信息资料、生物标本和艺术品等。

控制霉腐微生物危害,可按各种物质或器材的存在形式、组成特点、加工工艺以及使用方式等区别对待。改善物体的结构,使之尽可能减少易发生霉腐的部分;暴露部分使用耐微生物损害的物质加以保护;在现有的材料中添加杀菌剂以提高抗霉腐微生物的能力;选择适宜的物理能(如各种高能辐射)破坏或杀死霉腐微生物的细胞;经常保持清洁、干燥或低温和缺氧来抑制霉腐微生物的生长等。

1.1.2 微生物是人类的朋友

千姿百态的微生物,有些微生物是有益的,它们可用来生产如蛋糕、面包、泡菜、食醋、酱油、啤酒、葡萄酒等给予人类美味佳肴。凡是对人类有利或间接有利的微生物都是人类的朋友。

(1) 它们是自然界物质循环的关键环节

自然界物质的分解主要靠微生物来完成,一些重要元素的循环必须有微生物参与。在生物圈内的物质循环过程中,以异养型微生物为主的分解者,在有机物的矿质化过程中有着不可替代的作用,它于生产者一起共同推动着生物内的物质循环,使生态系统保持平衡。例如,在碳素循环中,地球上90%的 CO_2 是由微生物的生命活动产生的;在氮素循环中,固氮作用、氨化作用、硝化作用、反硝化作用都有微生物的活动;在磷和硫的循环中同样也需要各种微生物的活动。

一部分微生物能够降解塑料、处理废水废气等,并且可再生资源的潜力极大,称为环保微生物。工业迅猛发展的同时也给人们带来了一定的环境污染。在众多的污水、废水处理办法中,生物学的处理办法因具有经济方便、效果好的突出优点而被广泛应用。在污水的生物学处理过程中,微生物起着特别重要的作用,它们能将水体中的含碳有机物分解成 CO_2 、 H_2S 、 CH_4 等气体;将含氮有机物分解成氨、硝酸、亚硝酸和氮;能使汞、砷等对人类有毒的重金属盐在水体中进行转化,以便于回收或除去,使许多病原性寄生生物常因与环境不适而死去。

还有一些能在极端环境中生存的微生物,如高温、低温、高盐、高碱以及高辐射等普通生命体不能生存的环境。在极端环境下能够生长的微生物,称为极端微生物,又称嗜极菌。嗜极菌对极端环境具有很强的适应性,极端微生物基因组的研究有助于从分子水平研究极限条件下微生物的适应性,加深对生命本质的认识。

(2) 微生物是人及动物健康的保证

体内正常的微生物菌群是人和动物健康的基本保证。微生物的存在可以帮助消化、提供必要的营养物质、组成生理屏障。健康人肠道中即有大量细菌存在,称为正常菌群,其中包含的细菌种类高达上百种,其中主要有大肠杆菌、产气杆菌、变形菌、粪产碱菌、产气荚膜梭菌、乳酸杆菌和螺旋体等。人体为这些微生物提供了良好的栖息场所,而这些细菌生活在肠道中能合成核黄素、维生素 B_{12} 、维生素K等多种维生素以及氨基酸等以供人体吸收利用。在肠道环境中这些细菌相互依存,互惠共生,行使对食物、有毒物质甚至药物的分解与吸收,维系人和动物的健康。菌群在这些过程中发挥的作用,以及细菌之间的相互作用机制还不明了,一旦菌群失调,就会引起腹泻。

(3) 微生物与工农业生产

民以食为天,美味食品离不开微生物。运用工业化生产技术,微生物能为人类直接或间接提供很多有用物质,如食用菌、泡菜、酸奶、酱油、乳腐、食醋、面包、酒类、氨基酸等,为人类提供美味佳肴,改善人们生活。

(4) 通过基因工程,其中一些微生物可服务于人类

以人类基因组计划为代表的生物体基因组研究成为整个生命科学研究的前沿,而微生物基因组研究又是其中的重要分支。世界权威杂志《科学》曾将微生物基因组研究评为世界重大科学进展之一。通过基因组研究揭示微生物的遗传机制,发现重要的功能基因并在此基础上发展疫苗,开发新型抗病毒、抗细菌、真菌药物,将有效地控制新老传染病的流行,促进医疗健康事业的迅速发展和壮大。

(5) 微生物农药

随着人类对环境保护越来越高的要求,利用微生物农药对有害生物的防治,微生物

农药无疑是今后农药的发展方向之一。微生物农药(Microbial Pesticide)包括农用抗生素和活体微生物农药。利用微生物或其代谢产物来防治危害农作物的病、虫、草、鼠害及促进作物生长包括以菌治虫、以菌治菌、以菌除草等。这类农药具有选择性强,对人、畜、农作物和自然环境安全,不伤害天敌,不易产生抗性等特点。这些微生物农药包括细菌、真菌、病毒或其代谢物,如苏云金杆菌、白僵菌、核多角体病毒、井冈霉素、C型肉毒梭菌外毒素等。

微生物农药是21世纪农药工业的新产业,代表着植物保护的方向,其最大的优势在于能克服化学农药对生态环境的污染和减少在农副产品中农药的残留量,同时在示范推广微生物农药应用的过程中,副产品的品质和价格将大幅度上升,更好地促进农村经济增长和农民增收,社会效益不可估量。我国已加入世界贸易组织(WTO),农业将面临新的发展机遇和空间,农副产品出口市场更加广阔,提高我国农产品的国际市场竞争力的重要因素之一是降低农产品有毒物质的残留量,而微生物农药将为农产品优质安全的生产和降低有毒物质残留量提供技术和物质保障。微生物农药研究与发展,将有效地实现农产品的优质安全生产,提升农产品的经济附加值,扩大我国农副产品外销市场,推进绿色产业的发展,这些均对发展农村经济、增加农民收入、促进农村繁荣具有重要的推进作用。微生物农药作为无公害农副产品生产的必要生产资料之一,在未来的农作物病虫害防治方面将有巨大的市场需求,因此,进一步加快微生物农药的研制、产业化和推广应用进程,降低农药在农副产品中的残留和对农田生态环境的污染,实现农作物重大病虫害可持续控制,满足我国无公害农产品产业化生产对农业科技的重大需求,必将产生巨大的社会、经济和生态效益。

(6) 能源微生物

能源微生物是指能够将生物质转化为液体或气体燃料,以及与生物质转化密切相关的微生物的总称,包括木质纤维素乙醇转化、产甲烷、产氢或产脂等相关微生物。目前,能源微生物主要包括5大类,其详细划分及作用机理如下:

①产甲烷微生物的主要种类有甲烷杆菌属、甲烷八叠菌属、甲烷球菌属等。

沼气发酵过程中,第一阶段是复杂有机物如纤维素、蛋白质、脂肪等在微生物作用下降解至其基本结构单位物质的液化阶段;第二阶段是将第一阶段中产生的简单有机物经微生物作用转化生成乙酸、 CO_2 和 H_2 ,甲胺、甲醇;第三阶段是在甲烷产生菌的作用下将乙酸等化合物转化为甲烷。

②产乙醇微生物的主要种类有酵母菌属、假丝酵母属、裂殖酵母菌属、球拟酵母属、酒香酵母属、毕赤氏酵母属、汉逊氏酵母属、克鲁弗氏酵母属、曲霉属、隐球酵母属、德巴利氏酵母属、卵孢酵母属等。

乙醇产生菌的作用机理是酒精发酵作用,即把葡萄糖酵解生成乙醇。微生物酵解葡萄糖的途径是EMP、HMP和ED。此外,厌氧纤维素降解微生物也具备产乙醇的潜力,其在自然界中极为丰富,包括厌氧真菌和厌氧细菌。

③产氢微生物的主要种类有红螺菌属、荚硫菌属、红微菌属、外硫红螺菌属、红假单胞菌属、蓝细菌类硫螺菌属、板硫菌属、梭杆菌属、闪囊菌属、网硫菌属、埃希氏菌属等。

氢气产生菌的作用机理主要是丁酸发酵作用。除在丁酸作用下进行丁酸发酵外,氢气产生菌的其他分解有机物产生氢气的代谢机制目前尚未阐明。

④产油微生物包括酵母、霉菌、细菌和藻类,常见的有浅白色隐球酵母、弯隐球酵母、茁芽丝孢酵母、斯达氏油脂酵母、产油油脂酵母、类酵母红冬孢、胶黏红酵母、土霉菌、紫癭麦角菌、高粱褶孢黑粉菌、深黄被孢霉、高山被孢霉、卷枝毛霉、拉曼被孢霉等霉菌,以及硅藻和螺旋藻等藻类。

微生物油脂是指某些微生物在一定条件下将碳水化合物、碳氢化合物和普通油脂等碳源转化为菌体内大量储存的油脂。

⑤生物电池微生物包括脱硫弧菌、腐败希瓦菌、大肠杆菌、铜绿假单胞菌、地杆菌、丁酸梭菌、嗜甜微生物、粪产碱菌、鹌鸡肠球菌等。

(7) 微生物肥料

微生物肥料是以微生物的生命活动使作物得到特定肥料效应的一种制品,是农业生产中使用肥料的一种。其在中国已有近 50 年的历史,从根瘤菌剂—细菌肥料—微生物肥料,从名称上的演变已说明中国微生物肥料逐步发展的过程。

微生物肥料按其制品中特定的微生物种类,可分为细菌肥料(根瘤菌肥、固氮、解磷、解钾肥)、放线菌肥(抗生肥料)、真菌类肥料(菌根真菌、霉菌肥料、酵母肥料)、光合细菌肥料。按作用机理,可分为根瘤菌肥料、固氮菌肥料(共生或联合共生类)、解磷肥料、硅酸盐类肥料、芽孢杆菌制剂、分解作物秸秆制剂、微生物植物生长调节剂类。促进植物生长调节剂类目前正处于研究与探索的阶段。

微生物在农业上的作用已逐渐被人们所认识。现国际上已有 70 多个国家生产、应用和推广微生物肥料,中国目前也有 250 多家企业年产约数十万吨微生物肥料应用于生产。虽然这与同期化肥产量和用量不能相比,但确已开始在农业生产中发挥作用,并取得了一定的经济效益和社会效应,已初步形成正规工业化生产阶段。随着研究的深入和应用的需要不断扩大新品种的开发,微生物肥料现已形成多种种类。

①由豆科作物接种剂向非豆科作物肥料转化。

②由单一接种剂向复合生物肥转化。

③由单一菌种向复合菌种转化。

④由单一功能向多功能转化。

⑤由用无芽孢菌种生产向用有芽孢菌种生产转化等趋势。

不仅如此,近 20 年来,许多国家更认识到微生物肥料作为活的微生物制剂,其有益微生物的数量和生命活动旺盛与否是质量的关键,是应用效果好坏的关键之一。为此,现已有许多国家建立了行业或国家标准及相应机构以检查产品质量。我国也制订了农业部标准和成立微生物质量检测中心,并已于 1996 年正式对微生物肥料制品进行产品登记、检测及发放生产许可证等工作。

1997 年,在意大利洛克菲勒基金会中心召开的“生物固氮:全球挑战与未来需求”国际讨论会上,各国的著名科学家制订了一个到 21 世纪生物固氮增加需求的行动计划,其中就包括发展微生物肥料以增加豆科和非豆科产量,中国也在微生物肥料发展形势下加大了研发力度。随着科学的进步,研究和生产发展的需要及监督制度的完善,微生物肥料一定能健康有序地发展,为农业增收发挥其应有的作用,前景将是非常广阔的。

(8) 抗生素

抗生素(Antibiotics)以前被称为抗菌素。是用于治疗各种细菌感染或抑制致病微生