

微生物学 (食品)

● 杨洁彬 张 润 编

● 中央广播电视大学出版社

微生物学(食品)

杨洁彬 张润 编

中央广播电视大学出版社

微生物学(食品)

杨洁彬 张润 编

*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 千字 452

1988年4月第1版 1989年1月第2次印刷

印数 1501~6,000

定价4.00元

ISBN7-304-00180-1/Q·4

前 言

本书是根据中央广播电视大学化学(含轻工)工程系微生物学(食品)教学大纲编写的。在编写中,力求符合远距离教学的特点。

微生物学是生物科学的一门基础课,通过本课程的学习,不仅应当建立较深刻的微生物的生物学观点,而且应该学会分析和解决实践中遇到的有关问题。

本书共分教材和实验两大部分。教材部份由杨洁彬编写,共分四篇,第一篇和第二篇为微生物基础知识,主要介绍了与食品有关的微生物(细菌、放线菌、霉菌、酵母菌和病毒)的形态特征、生理特征、分类以及微生物生命活动与环境条件的相互关系。使学生对微生物有较深入而全面的了解。第三篇为微生物在食品中的应用,介绍了一些利用微生物菌体、代谢产物和微生物产生的酶所制成的食品。第四篇为微生物引起的食品腐败变质及其控制,主要介绍了由微生物引起的食品变质的基本原理和控制方法。

实验部份编排了十三个实验,各地可根据情况与能力做4~5个,全部实验由中央电大教师张润编写。

参加本书审稿工作的有无锡轻工业学院的陈赐赉老师、天津商学院的王绍树老师还有大连轻工业学院、武汉大学、大连广播电视大学的老师,他们对初稿提出了很多宝贵的意见,仅在此表示衷心的感谢。

在编写过程中参考了许多其它书籍,参考书目列于书后。由于时间仓促,加上编者水平所限,错误及欠妥之处在所难免。望读者指正。

编 者

1987.10

目 录

第 一 部 分

绪论	1
第一篇 微生物的形态和分类	7
第一章 细菌	9
第一节 细菌的形态和大小	9
第二节 细菌细胞的构造	12
第三节 细菌的繁殖和菌落的形成	22
第四节 细菌的分类	24
第二章 放线菌和其他原核生物	31
第一节 放线菌	31
第二节 其他原核生物	37
第三章 真菌	44
第一节 真菌的一般特性	44
第二节 霉菌	50
第三节 担子菌	65
第四节 酵母菌	69
第四章 病毒	77
第一节 病毒的一般特性	78
第二节 噬菌体	85
第三节 病毒的应用	91
第二篇 微生物的生理	94
第五章 微生物的营养	94
第一节 微生物的营养物质及其吸收	94
第二节 微生物的营养类型	103
第三节 培养基	105
第六章 微生物的代谢	110
第一节 微生物酶	110
第二节 微生物的能量代谢	112
第三节 营养物质的分解	117
第四节 微生物细胞物质的合成	123
第五节 次生代谢产物的合成	128
第七章 微生物的生长与环境条件	130
第一节 微生物的生长	131

第二节	环境因素对微生物生长的影响	137
第八章	微生物的分离与菌种选育	147
第一节	菌种的分离与筛选	147
第二节	菌种选育的基本原理和方法	150
第三节	菌种的退化、复壮与保藏	160
第三篇	微生物在食品中的应用	165
第九章	微生物菌体的应用	165
第一节	食用菌	165
第二节	乳酸发酵食品	168
第三节	面包的生产	173
第四节	单细胞蛋白质	176
第十章	微生物代谢产物的应用	181
第一节	酒类	181
第二节	食醋	186
第三节	味精	189
第四节	柠檬酸	191
第五节	红曲米	192
第十一章	微生物酶的应用	193
第一节	酱油	194
第二节	酱类	196
第三节	豆腐乳	197
第四节	微生物酶制剂	198
第四篇	微生物引起的食品腐败变质及其控制	208
第十二章	微生物引起的食品腐败变质	208
第一节	食品腐败变质的因素	209
第二节	农产品的腐败变质	215
第三节	畜产品的腐败变质	217
第四节	水产品的腐败变质	220
第五节	罐藏食品的腐败变质	221
第十三章	微生物引起的食物中毒及食品卫生检验	223
第一节	食物中毒	224
第二节	食品卫生的微生物学指标	232
第十四章	食品保藏	238
第一节	食品保藏与微生物的关系	238
第二节	食品保藏方法	239

第二部分

微生物学实验课的目的和要求	254
微生物实验室规则	255
实验室和常用仪器及玻璃器皿	256
*实验一. 显微镜的基本知识及使用方法	261
实验二. 实验室内微生物的检测	267
*实验三. 微生物的简单染色法	269
*实验四. 革兰氏染色法	272
*实验五. 细菌菌落特征的观察	274
实验六. 放线菌形态及菌落特征的观察	276
实验七. 霉菌形态及菌落特征的观察	277
实验八. 酵母菌形态及菌落特征的观察	279
实验九. 微生物细胞大小的测量	281
*实验十. 培养基的制备及灭菌方法	284
实验十一. 环境因素对微生物生命活动的影响	290
实验十二. 微生物细胞数量的镜检计数法	296
实验十三. 食品中细菌总数及大肠菌群的检验	299
附录	306

第一部分

绪 论

一、微生物学的研究对象

微生物并非生物系统分类学上的名词,而是所有形体微小,单细胞或个体结构较为简单的多细胞,甚至没有细胞结构的低等生物的通称。因此,微生物中类群十分庞杂,包括:单细胞的细菌、放线菌;属于真菌的酵母菌与霉菌;单细胞藻类、原生动物;不具细胞结构的病毒等。微生物虽然如此多样,但它们都是较为简单的、低等的生物,其生物学特性比较接近,加之对它们的研究方法也有相似之处,故将它们统统放在微生物学的研究范围内。但也有人把单细胞藻类与原生动物分别归属于植物学与动物学范畴。

微生物学就是研究微生物及其生命活动的学科,研究的内容涉及微生物的形态结构、分类鉴定、生理生化、生长繁殖、遗传变异、以及微生物之间、微生物与其他生物之间的相互关系,微生物在农业、工业、环境保护、医疗卫生事业各方面的应用等。研究微生物及其生命活动是为了利用、控制和改造微生物,使它们为人类造福。

二、微生物的特点

微生物是生物界中的一个类群。它们不但具有与大生物相同的生物学特性,如生长、繁殖、遗传性、变异性、新陈代谢等等。同时它们还有其自身的特点:

(一) 种类多、分布广 据统计,已发现的微生物种类多达十万种以上。不同种类的微生物,其新陈代谢的特点以及对环境条件和营养物质的要求各不相同,因而能广泛地分布于自然界中。江河湖海、土壤矿层、大气上空,以及动、植物体表、体内,几乎无处不有微生物的存在。可以说,凡是高等生物生活的地方,都有微生物的存在;没有高等生物生存,或对高等生物有害的环境中,也有微生物的踪迹,甚至生长繁茂。

(二) 代谢能力强、繁殖速度快 由于微生物的结构简单、体形微小,故其表面积和体积的比值很大,尤以细菌更为突出(如直径为1微米的球菌其表面积和体积的比值约为60,000;直径为150微米的原生动物,其比值约为400;而人的这种比值却小于1),细菌由于与外界环境的接触面大,靠细胞质膜可迅速地从外界吸收养分来进行代谢作用,如按单位重量计算,微生物的代谢强度比高等动植物大几千倍、甚至几万倍。微生物的繁殖速度很快,如大肠杆菌在适宜的条件下,20分钟就可繁殖一代,24小时可繁殖72代,即由1个菌体可繁殖成 47×10^{22} 个菌体。这当然是理论计算,实际上不可能有如此适宜的条件,使每个菌体都能存活下来并进行繁殖,但这可说明微生物繁殖速度之快,是任何高等动植物都无法做到的。

(三)受环境影响大、容易发生变异 由于微生物表面积和体积的比值大,与外界环境的接触面大,因而受环境条件的影响也大。一旦环境条件发生变化,大多数菌体都会死亡,只有少数菌体发生变异并存活下来。人们在生产活动中常利用微生物的这一特点。用人工诱变的方法使其遗传性发生变异,从大量的变异菌株中筛选所需要的菌株。目前在生产中应用的一些优良菌株多数是用人工诱变的方法筛选出来的。由于微生物容易发生变异,有可能在较短的时间内得到优良的变异菌株,这一点也是任何高等动植物不能与之相比的。

三、微生物学的任务

有些微生物能引起人及动、植物的病害,它们在历史上曾给人类带来灾难(如人类的肺结核病)。至今,某些微生物导致的疾病,仍然严重威胁人体健康及农牧业的发展。微生物的破坏性还表现在引起工业产品、农副产品及生活用品的腐蚀、霉烂。防止、消除微生物的有害活动、或使之转害为利,是微生物学的重要研究任务之一。

在自然界众多的微生物中,致病性的只是少数,大多数微生物对人类是无害的或者是有益的,甚至是人们在生活和生产活动中所不可缺少的。下面仅举几例说明微生物对人类的有益作用。

(一)微生物在自然界物质转化中的作用 微生物在自然界物质转化中起着不可缺少的作用。地球上生物的繁荣发展,一方面依赖于绿色植物光合作用合成有机物质,另一方面也依赖于微生物对有机物的分解。微生物对有机物的分解及动、植物的呼吸作用,都放出 CO_2 ,但其中90%以上是微生物活动产生的。如果没有微生物分解有机物,则地球上有机物将越来越多,空气中有限的 CO_2 只要几十年就会完全被植物光合作用耗尽。这样,一切生物将无法生存。因此,有人说,没有微生物就没有世界,从微生物在物质转化中的作用看,这种说法并不过分。

(二)微生物在防治病害中的作用 抗生素是微生物的代谢产物。由于抗生素可抑制或杀死某些病原菌,故已广泛被应用于医药卫生和农业生产中。自从本世纪四十年代发现青霉菌产生的青霉素可以治病以后,抗生素事业发展很快。目前已发现上千种抗生素,都是由微生物产生的,如常用的青霉素、链霉素、土霉素、四环素、庆大霉素、卡那霉素、利福霉素等等。除用于医药卫生方面外,近年来农用抗生素发展也很快。如用于防治植物病害的抗生素、用于治疗牲畜传染病的畜用抗生素,所以利用微生物来生产某些抗生素,对防治人、畜、植物的疾病起了很大的作用。化学合成农药在农业生产中具有很重要的作用。但由于化学合成农药使用不当时有药害,可引起人及动、植物中毒和虫体产生抗药性等副作用,生物防治日益受到重视。生物防治就是利用微生物或昆虫防治农业上的病虫害。例如农业上已广泛使用苏云金杆菌、杀螟杆菌等细菌作为杀虫剂。

(三)微生物在食品中的应用 食品对人类的重要性是不言而喻的。微生物在食品中的应用很广泛。如各种酒类、面包和馒头的生产中要应用酵母菌。酱油、豆腐乳、大豆酱、面酱、红曲米等的制造要应用霉菌。味精、食醋、酸牛奶、酸泡菜、干酪等是应用相应的细菌而制成的。可见,微生物在食品制造中,不仅可以增加食品品种,丰富人民的生活,而且由于微生物的代谢作用,还能提高食品的营养价值和改善食品的风味。

(四)微生物在土壤肥力中的作用 植物、动物以及人类的生存都直接或间接依赖于土壤

肥力,而土壤肥力又决定于其中微生物的活动。微生物分解动、植物的排泄物及残体,使有机成分变为无机物,可供植物吸收利用。土壤中的硫、磷、铁、钾等化合物也是通过微生物的作用转化成可溶性盐类,而被植物根系吸收。固氮微生物固定空气中的游离氮,增进土壤肥力,为植物提供氮源,是自然界中氮素循环的重要的环节。土壤的形成和石油、天然气、煤及硫矿的形成都有微生物的活动在起作用。有些微生物具有分解各种对其他生物有毒物质的能力,在污水净化中极为重要。

由于微生物的生理代谢类型多种多样,代谢活力强,不少微生物已被用来加工或生产各种食品、药物、化工原料、生物制品、饲料、农药等。在应用上有的是直接利用其菌体,有的是利用代谢产物或产生的酶。发掘微生物资源,充分利用微生物的有益活动,是微生物学研究的另一重要任务。

四、微生物学的发展概况

任何一门学科的发展都与社会的发展和其他相关学科的发展密切相关。微生物学的发展也是如此。一般可将微生物学的发展分为以下几个阶段。

(一) 古代人类对微生物的利用 在古代,虽然人们并不知道什么是微生物,但在长期的生产活动和日常生活中,对微生物的认识与利用却有着悠久的历史,并积累了丰富的经验。郭沫若在“中国史稿”中写道“距今 6000~7000 年前的仰韶文化时期,已大量采食蘑菇”。第五世纪贾思勰著的“齐民要术”是我国一部宝贵的古农书,书中有造酒栏、有“黄衣”、“黄丞”等曲种名,还有制曲和酿酒的详细记载。

在农业方面,公元前一世纪的“汜胜之书”是我国最早的一部个人专著农书。书中以黄河流域的旱农为对象,记载了如何肥田、倒茬,并提出与豆类作物换茬和间作,这实际上就是利用根瘤菌的固氮作用,增加土壤氮素含量。

在医学防治疾病方面。远在公元前六世纪,扁鹊就主张防胜于治。公元二世纪张仲景就认为伤寒病的流行与季节有关,并提出禁食病死的兽肉和不清洁的食物。种痘预防天花也是我国古代医学的伟大贡献。

由上可见,我国古代劳动人民对微生物的利用已涉及到较多的方面,对微生物学的发展起了较大的作用。

(二) 微生物的发现及形态学发展的阶段 荷兰科学家吕文虎克 (Leeuwenhock, 1632~1723 年)是最先观察到微生物,并把它们记载下来的学者。十七世纪中叶由于航海业的需要,促进了光学技术的研究,显微技术随着发展了。吕文虎克用他自己制造的能放大 300 倍的显微镜观察雨水、污水、血液、腐败物质、酒、醋、牙垢等很多物质。发现了许多微小生物,他称之为“微动体”。他把观察到的“微动体”的形态及运动情况作了详细的记载并绘制成图(图 1),他于 1695 年发表了《吕文虎克所发现的自然界的秘密》一书,详细记载了他的发现;这是有关细菌的首次记载。但当时对这个重大发现的意义认识不够,未能引起重视。直到十八世纪后期,自然科学家们才用各种改进了的显微镜对各种类型的微生物进行了广泛的研究,但也只限于形态的观察和根据形态所进行的分类工作。

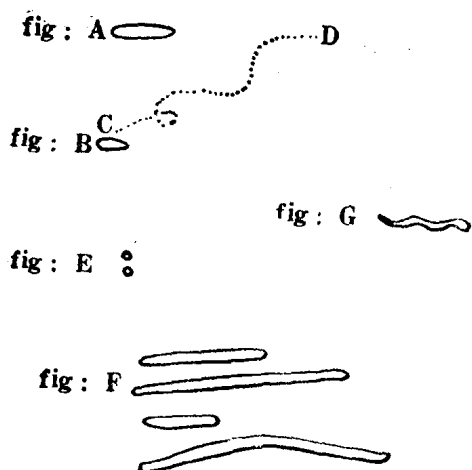


图1 吕文虎克最先描绘的细菌及其运动图
A, B, E, F, G. 各种细菌; C—D. 细菌运动。

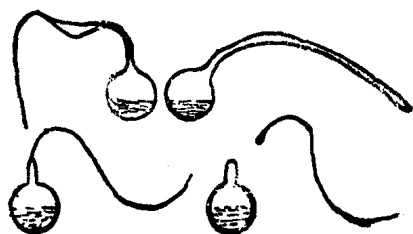


图2 巴斯德研究自然发生时所设计的曲颈玻璃瓶

(三) 微生物学的生理学发展阶段 到了十九世纪时,由工业革命所引起的生产力的迅速发展,迫切要求各个学科解决生产中所出现的问题,因而推动了各门学科的发展。微生物学也有了很大的进展。法国的巴斯德(Pasteur, 1822~1895)是这一发展阶段的杰出代表,他在微生物的理论研究、实验方法及解决一系列微生物学问题方面都有很大的贡献。如当时由于酒的变质给法国经济带来重大损失,巴斯德经过多年的严格的试验证明酒的酿造过程是由微生物引起的发酵过程,而且认为不同发酵是由不同种类微生物所引起;酒变酸是由于有害微生物繁殖的结果,并提出科学的消毒方法(后被命名为巴斯德消毒法)。他还对流行的蚕病、鸡霍乱、炭疽病和狂犬病的病原体进行了研究,证实传染病是由病原微生物所引起,并进一步提出了接种疫苗的方法以预防疾病,收到了良好效果。在关于有机体是否能自然发生的争论中,巴斯德用严密的科学实验,令人信服地否定了“自生说”。他将盛有有机物汁液的两个瓶子加热后,其中一个瓶侧连接一个弯曲的长管,通过弯曲的长管,能与外界空气直接接触。另一个瓶子从顶端开口,管口与瓶口都不加盖,置于空气中(图2)。结果前一个瓶中并无微生物发生,而后一个瓶中出现大量的微生物。前一个瓶之所以能保持无菌状态,是由于空气中携带微生物的尘埃颗粒不能随着弯曲长管上升进入瓶内,而是附着在颈壁上。

柯赫(Koch, 1843~1910年)对微生物学也有卓越的贡献,他主要是研究病原细菌。柯赫首先分离、培养出炭疽杆菌、霍乱弧菌、结核杆菌等病原微生物,建立了一套研究微生物的技术方法,如分离、培养、接种、染色等。并对病原微生物的确定提出了严格的准则。这些还一直沿用至今。

维诺格拉德斯基(Виноградский. С. Н., 1856~1953年)是俄国一位杰出的微生物学家。他于1887年发现了硝化细菌,揭示了微生物中新的营养类型——自养微生物。他在土壤微生物的研究方面作了大量工作,被认为是土壤微生物学的奠基者。

(四) 近代微生物学的发展 自二十世纪以来,微生物学的研究更加深入、迅速,并进入了

一个更新的阶段。不仅研究了微生物的代谢作用,而且研究了微生物的基本生理机制,并与生物化学的联系日益密切,一方面,许多生物化学基本机制的发现促进了微生物生理学的发展;另一方面,通过系统研究微生物的代谢机制,又促进了生物化学的发展。

本世纪四十年代以来,分子生物学取得的卓越成就,深深地影响了生物科学的各个方面。电子显微技术揭开了细胞内部构造和器官(细胞器)的研究,深入到光学显微技术达不到的细微领域。1944年,艾威(Avery)提出脱氧核糖核酸(DNA)是生物的遗传物质,1953年华特生(Watson)和克里克(Crick)发现了细菌染色体DNA长链的双螺旋结构,特别是七十年代以后发展起来的遗传工程,为人类控制自然、创造新物种开辟了一条新的途径。这一发展阶段的特点是以微生物作为研究材料,研究其代谢机制和遗传规律。以微生物作为研究材料有很多优越性,如实验室条件易于掌握、繁殖速度快(几十分钟可繁殖一代)、在短时间内可取得大量的结果等。近几年来,人类利用微生物作材料,同时采用先进的科学技术已成功地获得了胰岛素、生长激素和病毒干扰素等各种物质。

由上可见,微生物学的发展过程是人们对微生物从不认识到认识并逐步认识清楚的过程。它与社会的发展和其他学科的发展密切相关。由于微生物学研究的内容很多,形成了许多分支学科。根据研究对象可分为:细菌学、真菌学、病毒学等。根据研究内容分为:微生物形态学、微生物生理学、微生物生态学、微生物遗传学、微生物分类学等。根据应用的范围分,则有更多分支学科,如农业微生物学、工业微生物学、医学微生物学、食品微生物学、土壤微生物学、海洋微生物学、石油微生物学等。各分支学科的发展和相互促进,有利于微生物学全面而深入地发展。

(五)我国微生物学的发展 解放前,我国微生物学的基础薄弱。从事微生物学的科学工作者也不多。可以说,我国微生物学的发展基本上是从解放后开始的。

解放后,在工业方面,抗生素得到发展,在数量和品种上都逐步增加。石油发酵,酶制剂都是新兴工业,在用微生物进行石油脱蜡,生产微生物酶制剂方面已获得成功。一些有机酸,如柠檬酸,已能大量生产,结束了过去依赖进口的状况。生产胰岛素的成功,说明在微生物的基础理论研究方面也取得了一定的成就。目前,在很多国民经济部门,如医药、石油、化工、冶金等都广泛应用微生物,并建立了教学和科研机构,形成了一支科技队伍。

在农业方面,五十年代初对固氮微生物的研究促进了根瘤菌、固氮菌等细菌肥料的发展。生物防治的研究促进了微生物农药的发展。目前用于防治害虫的微生物农药有苏云金杆菌、白僵菌、青虫菌等。农用抗生素有春雷霉素、庆丰霉素、灭瘟素等。此外,对固氮微生物的种类和固氮机制的研究、生物激素的研究和防治植物病害的研究都更加深入。高等院校有关专业普遍开设了微生物学课程,少数学校成立了微生物专业。

在食品方面,解放前只有酿造业。解放后不仅古老的酿造业恢复了生气,其他食品的生产也有所发展。味精生产以前都是用酸水解面筋提取,工人的劳动强度大,生产效率低。六十年代初采用微生物发酵法生产味精获得成功,大大改善了工人的生产条件,并降低了成本,节约了粮食。近年来,由于人民生活水平的提高,对食品的数量、种类和质量提出了更高的要求,使得研究工作更加深入,如用生物工程方法得到的新菌种在白酒的生产中,既提高了出酒率,又降低了粮食用量。

高等教育方面,五十年代初国内只有几个高等工科院校成立了食品专业。近年来,随着对科学的重视,各种类型的学校,如有些综合性大学、农业院校、工业院校、商业院校相继成立了与食品有关的系或专业。食品微生物学是研究与食品有关的微生物的特性以及微生物与食品的相互关系及其生态条件的科学。

第一篇 微生物的形态和分类

微生物是自然界中一个重要的生物类群。虽然微生物的个体很小,构造简单,但它们形态特征和菌体构造并不相同,其繁殖方式也有差异。根据这些特征,把它们分成不同的类群,便于对它们的识别和研究。微生物的主要类群有细菌、放线菌、真菌和病毒。

在介绍各微生物类群之前,首先介绍微生物在生物界的地位。以便对自然界中各生物类群和微生物与其他生物的关系有一个粗略了解。

由于动物和植物的个体大,两者的区别比较明显,以前把生物分为植物界和动物界。植物体中含有叶绿体,能进行光合作用。植物体的光合作用就是利用光能在叶绿素的作用下,将其所吸收的 CO_2 和水合成有机物质,也就是人类粮食的来源。而动物体内不含有叶绿体,不能进行光合作用,只能从现成的有机物质中获得能量和营养。

对于微生物来说,其种类繁多,不仅形态上有差异,而且其生理特性也有差别。虽然大多数微生物利用现成的有机物质,但也有少数微生物能利用光能,进行光合作用。另外有些微生物,既具有动物性状,又具有植物性状。如眼虫藻含有叶绿体,象植物,但没有真正的细胞壁,又象动物。所以,微生物在生物界的地位不象动植物那样容易确定。海格尔(Haeckel)于1866年提出原生生物界,与动物界和植物界并列,成为生物三界的分类系统。即把微生物从动物界和植物界中独立出来。原生生物界包括硅藻、原生动物、真菌和细菌等。

自本世纪五十年代以来,由于电子显微镜的应用,对细胞的超微结构有了深刻的认识。发现不同生物的细胞核的结构不同,有的生物的细胞核结构比较原始,没有核膜和核仁,称为原核

表 1-1 原核细胞与真核细胞的比较

特 征	原核细胞	真核细胞
细胞个体	一般较小,直径通常 <2 微米	较大,直径2微米到 >100 微米
细胞核结构	结构不完整,无核膜及核仁	结构完整,有核膜及核仁
核分裂	非有丝分裂	有丝分裂
线粒体、高尔基体、内质网等细胞器	无	有
膜系统	只有细胞质膜	除细胞质膜外,各种细胞器都有膜包裹着
核蛋白体	70S	80S(细胞器内为70S)
细胞壁	有肽聚糖	无肽聚糖,有纤维素或几丁质
鞭毛	若有鞭毛,其结构较简单	若有鞭毛,为9+2型结构

细胞。具有原核细胞的生物称为原核生物,包括细菌、放线菌、蓝细胞等。而有的细胞核的结构比较完善,具有核膜和核仁,称为真核细胞。具有真核细胞的生物称为真核生物, 包括所有的动物和植物以及真菌。原核细胞与真核细胞的比较见表 1-1。

1956 年,柯普兰(Copeland)提出生物四界分类系统,即在动物界和植物界之外,加上原核生物界和原生生物界,1969年,华特柯(Whitaker)根据生物获取营养的方式不同(如动物借助吞噬作用,植物借助光合作用,真菌借助吸收作用),把真菌提升为真菌界。并在柯普兰分类系统的基础上提出生物的五界分类系统。当前生物学工作者趋向于采用华特柯的分类系统。四界和五界分类系统的比较见表 1-2。

表 1-2 四界和五界分类系统

柯普兰(1956年)四界系统	华特柯(1969年)五界系统
原核生物界 细菌 蓝藻	原核生物界 细菌 蓝藻
原生生物界 原生动物 绿藻 金藻 褐藻 红藻 粘菌 真菌	原生生物界 原生动物 金藻
植物界 苔藓植物 维管束植物	植物界 绿藻 褐藻 红藻 苔藓植物 维管束植物
动物界 多细胞动物	真菌界 粘菌 真菌
	动物界 多细胞动物

以上是细胞型生物的分类系统。除原核生物界中的生物为原核生物以外, 其他各界中的生物都为真核生物。

在自然界中,除了原核生物以外,还存在着不具细胞结构,但具生物学特征的实体, 如病毒。因此,也有人提出生物六界的分类系统。即在以上五界之外,再加上一个病毒界。

按照生物分类系统,除植物界和动物界以外,其他各界都属于微生物学的范畴。所以也可以把自然界中的生物分为动物、植物和微生物三大类群。但是微生物包括了在生物分类系统中很不相同的生物——原核生物、真核生物、非细胞型生物。因此,它们在形态、构造、繁殖等方面各有特点,以后将分别介绍。至于原生生物界中的原生动物和低等藻类,它们既属于微生物学的范

畴,又分别属于动物学和植物学中的低等动物和低等植物。限于时间和篇幅,这里不作详细介绍。

细菌是原核生物的代表类群,所以在第一章中将比较详细地介绍细菌的特征。除细菌外,原核生物中还有放线菌、蓝细菌、粘细菌等。虽然它们与细菌有许多共同之处,但在形态、繁殖或构造等方面也有自身特点。在第二章中简单介绍这些原核生物的特点。第三章和第四章分别介绍真菌和病毒。

本篇的教学目的和要求是:

1. 了解细菌、放线菌、霉菌、酵母菌和病毒等各类微生物的形态、构造、繁殖方式、培养特征及分类原则。
2. 能够根据菌落特征、菌体特征来区分细菌、放线菌、酵母菌和霉菌。
3. 掌握微生物学的基本操作方法,明确无菌操作的概念及其重要意义。

第一章 细菌(*Bacteria*)

细菌是原核生物的代表类群。虽然原核生物包括许多类群,但无论从数量上,还是从种类上,细菌都占绝对优势。有的分类系统把原核生物叫作细菌,但原核生物还有其他类群,如放线菌、蓝细菌等。所以就把细菌称作真细菌。

细菌在自然界中不仅个体小、种类多、分布广,而且生理特性各种各样,能适应各种环境条件。与工农业生产及人类的关系非常密切。

本章介绍细菌的形态、构造、繁殖等特征和分类情况,并配合实验和演示,了解各种细菌的形态、构造和菌落特征。

第一节 细菌的形态和大小

一、细菌的形态

细菌是单细胞原核生物,即细菌只由一个原核细胞组成。虽然细菌只是一个细胞,但也有不同的形态。细菌的基本形态可分为球状、杆状和螺旋状,分别被称为球菌、杆菌和螺旋菌。

(一)球菌 细胞呈圆球形或椭圆形的细菌称为球菌或球状菌。球菌有各种形态,如单球菌、双球菌、链球菌、四联球菌、八叠球菌、葡萄球菌等见图 1-1。

为什么球菌的形态如此不同?这是由于球菌在分裂繁殖时,其分裂方向(或叫分裂面)不同,因而球菌的排列方式不同。这种不同的排列方式受细菌本身的遗传性的制约,比较稳定。我们可以利用这个特点将它们区别开。下面说明几种主要的球菌形态。



图 1-1 各种球菌的形态

1. 单球菌 2. 双球菌 3. 链球菌 4. 四联球菌
5. 八叠球菌 6. 葡萄球菌。

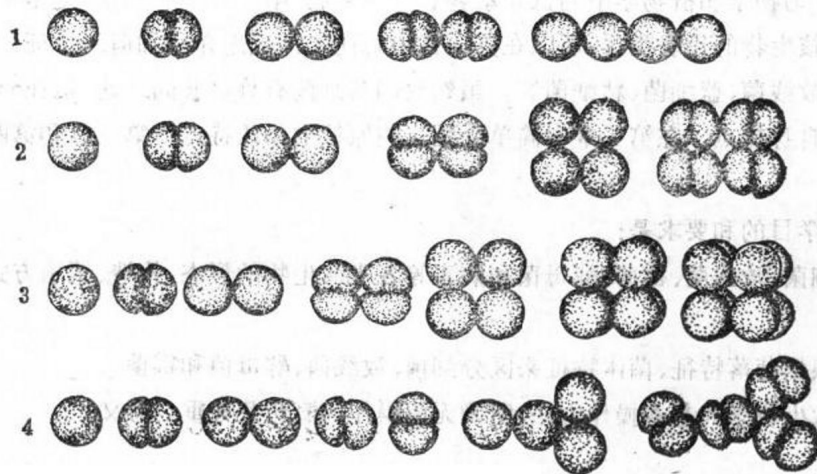


图 1-2 球菌的分裂方向(示意图)

1. 在一个平面分裂的球菌,形成双球菌或链球菌
2. 在两个平面分裂的球菌,形成四联球菌
3. 在三个平面分裂的球菌,形成八叠球菌
4. 分裂面不规则的球菌,形成葡萄球菌。

单球菌: 细菌分裂后立即散开,不互相联系,如尿微球菌(*Micrococcus ureae*)。

双球菌: 细胞分裂后两个成对排列,如肺炎双球菌(*Diplococcus pneumoniae*)。

链球菌: 细胞的分裂面方向一致,分裂后许多细菌成串连在一起,如乳链球菌(*Streptococcus lactis*)。

四联球菌: 细胞第一次分裂后成双球状,第二次分裂与第一次分裂方向相垂直,四个细胞连在一起呈田字形,如四联微球菌(*Micrococcus tetragenus*)。

八叠球菌: 细胞的三次分裂面都互相垂直,八个细胞连在一起,成立方体形,如尿素八叠球菌(*Sarcina ureae*)。

葡萄球菌: 细胞分裂面不规则,经多次分裂后聚集在一起,象一串葡萄,如金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)。

(二) 杆菌 细菌细胞呈长杆状的称为杆菌或杆状菌。一般杆状菌的宽度差别不大,而长度有很大的差别。有的杆菌很长,称为长杆菌。有的较短,为短杆菌,有的短杆菌接近椭圆形,容易与球状菌混淆。杆状菌的两端的形状不同,一般为钝圆状,有的为平截,有的略呈尖形。其粗细不同,有的较粗,有的较细。杆状菌永远沿横轴方向分裂,有的分裂后立即分开,呈单个存在,为单杆菌;有的分裂后连成串,呈链状排列,为链杆菌(图 1-3)。其排列方式、粗细以及两端的形状等都受遗传性的制约。这些特征是认识和鉴别各种杆菌的重要特征。

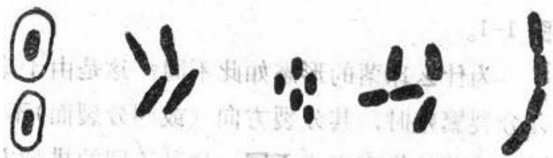


图 1-3 各种杆菌的形态

(三) 螺旋菌 细胞呈杆状而弯曲的细菌称为螺旋菌,根据其弯曲的程度可分为弧菌与螺旋