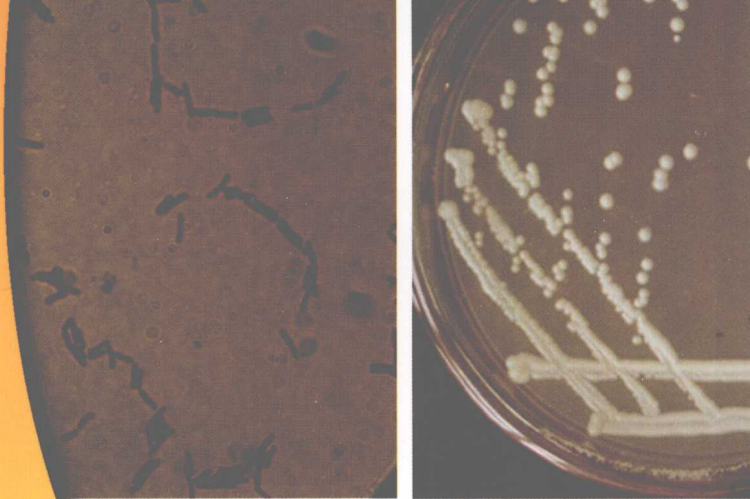




高等学校规划教材
GAODENG XUOXIAO GUIHUA JIAOCAI



食品微生物学

SHIPIN WEISHENGWUXUE

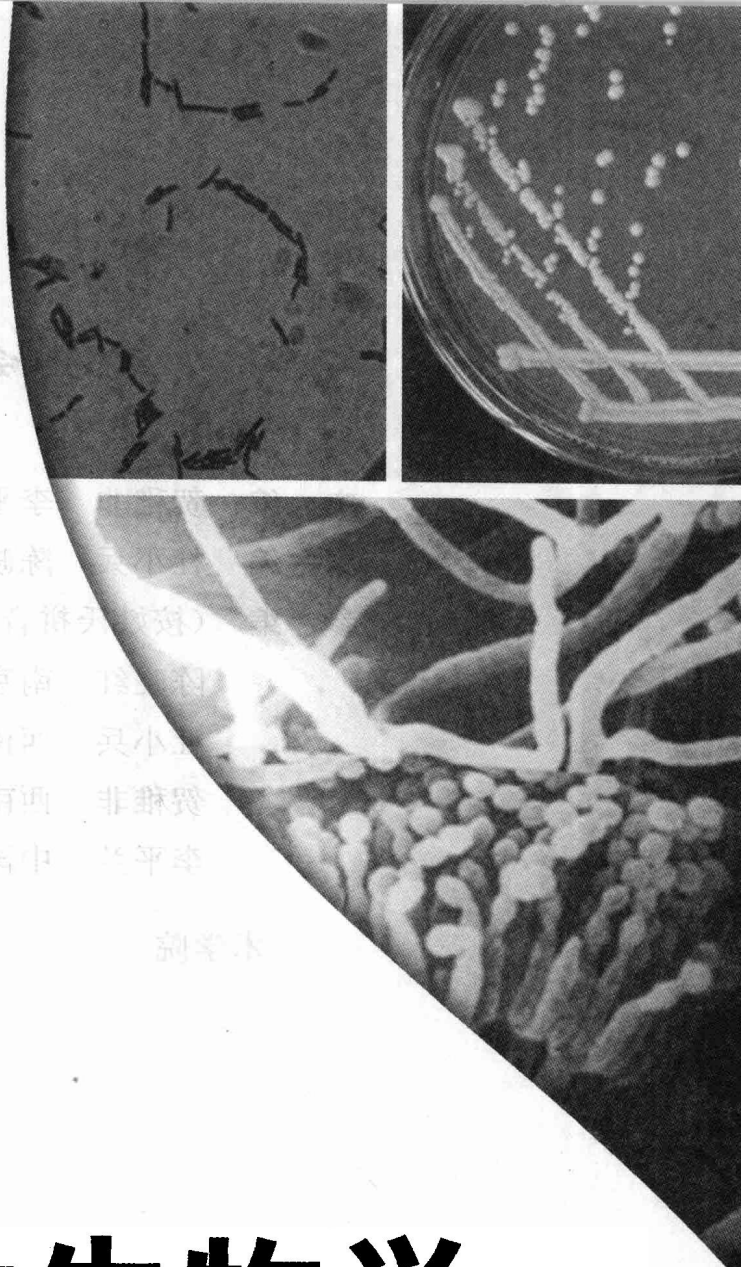
贺稚非 李平兰 主编



西南师范大学出版社
全国百佳图书出版单位 国家一级出版社



高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI



食品微生物学

SHIPIN WEISHENGWUXUE

贺稚非 李平兰 主编



西南师范大学出版社
全国百佳图书出版单位 国家一级出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品微生物学 / 贺稚非, 李平兰主编. ——重庆:
西南师范大学出版社, 2010. 4
ISBN 978-7-5621-4887-6

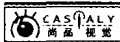
I. ①食… II. ①贺… ②李… III. ①食品微生物—
微生物学 IV. ①TS201.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 044923 号

食品微生物学

贺稚非 李平兰 主编

责任编辑: 杜珍辉

封面设计:  周娟 钟琛

出版、发行: 西南师范大学出版社

(重庆·北碚 邮编: 400715

网址: www.xscbs.com)

印 刷: 四川外语学院印刷厂
开 本: 787mm×1092mm 1/16
印 张: 17
字 数: 420 千
版 次: 2010 年 7 月第 1 版
印 次: 2010 年 7 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5621-4887-6

定 价: 30.00 元

编委会

主 编 贺稚非 李平兰

副主编 杜小兵 陈晓红

参 编 (按姓氏拼音)

陈晓红 南京农业大学

杜小兵 西南大学

贺稚非 西南大学

李平兰 中国农业大学

刘春芬 徐州工业职业技术学院

吴丽萍 南昌大学

项锦欣 重庆理工大学

旭日花 中国农业大学

余 翔 湖北师范学院

前言 QIAN YAN

当前,不少有远见卓识的科学家都同意“21 世纪将是生物学世纪”的见解。在“生物学世纪”中,微生物学将起着特别重要的作用。自然科学中,如果说生命科学还是一个“朝阳科学”的话,则微生物学只能认为是一门“晨曦科学”;如果说微生物学是一个“富矿”的话,则目前它还是一个“刚剥去一层表土的富矿”。这是因为在微生物中存在着高度的物种、遗传、代谢和生态类型的多样性。微生物的多样性构成了微生物资源的丰富性,而微生物资源的丰富性则决定了对它的研究、开发和利用的长期性。

人类正面临着多种危机,诸如粮食危机、食品安全危机、能源匮乏、资源紧缺、生态恶化和人口爆炸等。人类进入 21 世纪后,将遇到从利用有限的矿物资源时代过渡到利用无限的生物资源时代而产生的一系列新问题。微生物细胞不仅是一个比面值大、生化转化能力强、能进行快速自我复制的生命系统,还具有物种、代谢和生态的多样性,使得它们能够在解决人类面临的各种危机中发挥其不可替代的独特作用。

(1)与人们生活息息相关的白酒、果酒、啤酒、葡萄酒等各种酒类,酸奶、干酪等各种乳制品,东方人饮用的酒酿,日本人的清酒,中国的绍兴酒;用近代发酵或酶反应技术生产的食品原料,葡萄糖、麦芽糖、果葡糖浆、甘露糖醇等;食品的添加剂如面包酵母、味精、赖氨酸、柠檬酸、甜味肽、肌苷酸和鸟苷酸(增鲜剂),葡萄糖氧化酶和异维生素 C,乳链菌肽(Nisin 食品防腐剂)等重要的食品工业原料都是微生物发酵的产物。

微生物在其生命活动中产生的代谢产物一般可以分为两类:即初级代谢产物和次级代谢产物。初级代谢产物一般属于能量代谢或分解代谢的产物,如乙醇、有机酸(柠檬酸、乳酸、醋酸和丙酸等)、核酸、氨基酸、丙酮-丁醇、酶制剂、多糖类等;次级代谢产物是在微生物细胞分化过程中产生的,往往不是细胞生长所必需的产物,对细胞的生长并不具有明显的作用,而且通常以一簇结构相似的化合物组成,例如具有重要工业应用价值的抗生素、色素、蛋白抑制剂、免疫调节剂、甾体激素类、具有抗癌作用的活性物质、生物农药等。

(2)微生物与食品安全;当今由微生物导致的食品安全问题已经成为一个世界性的公共卫生问题。全球食品安全事件中大约有 70%是由于微生物引起的,近年来大的食品安全事件如日本的雪印酸奶发生金黄色葡萄球菌中毒,美国的花生酱类食品发生沙门氏杆菌中毒以及疯牛病、霍乱杆菌、结核等,给

人类的健康带来威胁。

(3)微生物与粮食:微生物在提高土壤肥力、改进作物特性(如构建固氮植物)、促进粮食增产、防止粮食作物的病虫害、防止粮食霉腐变质以及把多余粮食转化为糖、SCP(单细胞蛋白)、各种饮料和调味品等方面,都可大显身手。

(4)微生物与能源:化石能源日益枯竭正在严重地困扰着世界各国。微生物在能源生产上有其独特的优点,目前已发现高温厌氧菌——热纤梭菌等能直接分解纤维素产生乙醇,降解植物秸秆;利用甲烷菌把自然界蕴藏量最丰富的可再生资源转化成甲烷;利用光合细菌、蓝细菌或厌氧梭菌等微生物可生产“清洁能源”——氢气。

(5)微生物与资源:微生物能将地球上永不枯竭的纤维素等可再生资源转化成各种化工、轻工和制药等工业原料。

(6)微生物与环境保护:利用微生物肥土、微生物杀虫剂或农用抗生素来取代会造成环境恶化的各种化学肥料或化学农药;利用微生物来净化生活污水和有毒工业污水。

食品微生物学是食品科学与工程、食品质量与安全等的必修课程,它以生物化学、有机化学、生物学、物理学和数学等为基础,专门研究与食品有关的微生物的形态结构特征、生理生化特性、生长繁殖规律、环境因素对微生物生长的影响、微生物的分类、微生物生态、微生物遗传变异与育种,掌握本门课程的基本理论、基本知识、基本技能,开发利用微生物生产对人类生活有利的方面,利用有益的微生物发酵生产调味品和食品,拓展食品的种类;对于引起食品腐败、导致食源性食物中毒的有害微生物要千方百计控制它,延长食品的货架期,保证食品的质量和安全性,杜绝食物中毒。

本书具有内容新颖性、系统性、启发性,参考了国内外优秀的教材,如[美]M. T. 马迪根等主编的《微生物生物学》、[美]James M. Jay 等主编的《现代食品微生物学》第六版,[英]J. Nicklin 等著的《微生物学》、周德庆主编的《微生物学教程》、沈平,范秀容等主编的《微生物学》、刘志恒著的《现代微生物学》、江汉湖 主编贺稚非副主编的《食品微生物学》。在书后附有主要的参考书,供读者查询和使用。

全书共十章,分别由西南大学、中国农业大学、南京农业大学、南昌大学、重庆理工大学、湖北师范学院完成,编者都是长期从事食品微生物学的教学科研经验丰富的老师,第一章贺稚非编写,第二章贺稚非、吴丽萍,第三章项锦欣,第四章吴丽萍,第五章贺稚非,第六章杜小兵,第七章余翔,第八章陈晓红,第九章刘春芬,第十章李平兰、旭日花。

在编写过程中得到西南大学各级领导的关心和支持,得到了西南大学出版社的领导和责任编辑等的大力支持和关心以及编委所在单位和领导的支持,在此一并致谢。在本书出版之际谨向他(她)们表示诚挚的谢意!



目 录 MU LU

第一章 绪论	001
1 微生物和食品微生物的概念	001
2 微生物学的发展史	003
3 21 世纪的微生物学的展望	010
4 食品微生物学研究的对象和任务	011
第二章 微生物的主要类群及其形态结构	012
1 原核微生物与真核微生物的概念及其区别	012
2 细菌的形态结构	013
3 放线菌	035
4 真核微生物的形态结构及其生理功能	038
5 病毒的形态结构	053
6 微生物的分类鉴定	064
第三章 微生物的营养	069
1 微生物的营养	069
2 微生物的营养类型	075
3 营养物质进入菌细胞的方式	077
4 培养基	079
第四章 微生物的代谢	085
1 微生物的能量代谢	085
2 微生物的分解代谢	092
3 能量转换	098
4 微生物独特的合成代谢	099
第五章 微生物的生长	107
1 微生物生长的概念	107
2 微生物生长量的测定	107
3 微生物的群体生长规律	110
4 环境因素对微生物生长的影响	115

第六章 微生物遗传变异与育种	128
1 微生物遗传变异的物质基础	129
2 微生物的基因突变	135
3 微生物的基因重组	146
4 微生物的菌种保藏及衰退与复壮	154
第七章 微生物的生态	161
1 微生物在自然界中的分布与菌种资源的开发	161
2 微生物与生物环境间的关系	167
3 微生物在生态系统中的地位与作用	170
第八章 微生物与食品的加工生产	174
1 细菌在食品加工中的应用	174
2 酵母菌在酿酒工业中的应用	186
3 霉菌在食品加工中的应用	194
4 微生物在功能制品及食品添加剂生产中的应用	201
第九章 微生物污染食品的来源及引起食品变质的主要微生物	208
1 微生物污染食品的来源	208
2 食品的细菌污染	210
3 霉菌及其毒素对食品的污染	220
第十章 食品的腐败变质及其控制	227
1 食品的腐败变质	227
2 食品腐败变质的控制	246



第一章 绪论

1 微生物和食品微生物的概念

1861年,英国的哲学家和教育家斯宾塞在其著名的《教育论》中指出“人体健康是一切幸福的要素”这个精辟的观点。在现代科学中,对人类健康关系最大、贡献最为突出的应该算是微生物产生的抗生素了,微生物从产生到现在,为人类社会的进步和发展作出了自己的贡献。

在食品工业中乳酸菌发酵的美味酸奶和奶酪、酵母菌发酵生产的芳香面包、酒类以及微生物发酵的火腿、香肠等,使你享受到了食品微生物带给你的恩惠,多么色香味美的食品!可以说微生物与食品工业关系的重要性,你怎么强调也不过分。但是任何事物都有它的两面性,微生物也是一把十分锋利的双刃剑,它造福于人类的同时也给人类带来巨大的伤害,甚至是毁灭性的灾难。1347年由鼠疫耶尔森氏菌(*Yersinia pestis*)引起的瘟疫几乎毁灭了整个欧洲,有三分之一的人口死于这场灾难,后来的80年里,这种疾病一再猖狂,毁灭了75%的欧洲人口,一些历史学家认为这场灾难甚至改变了欧洲文化。我国在解放前夕也多次流行鼠疫,死亡率很高。目前新的传染病出现,如疯牛病、高致病性禽流感,艾滋病(AIDS)在全球蔓延,肺结核、霍乱等也卷土重来,金黄色葡萄球菌、沙门氏杆菌、志贺氏菌、蜡状芽孢杆菌等微生物引起多种食物中毒。因此,掌握食品微生物学的基本知识,利用有益的微生物造福于人类,生产种类繁多芳香的发酵食品;在食品生产的过程中,从原料到餐桌实现全程控制,控制有害的微生物污染食品,保障食品的质量安全,是我们从事食品生产和研究的人员义不容辞的责任。

1.1 微生物和食品微生物的概念

微生物(Microorganism, microbe)是一切个体微小、结构简单、种类多、繁殖快、分布广、肉眼看不见或看不清的微小生物的总称。它们包括原核微生物中的细菌(真细菌和古生菌)、放线菌、蓝细菌(又叫蓝绿藻或蓝藻)、支原体、立克次氏体和衣原体;真核微生物(酵母菌、霉菌和蕈菌)、原生动物和显微藻类以及属于非细胞类的病毒和亚病毒(类病毒、拟病毒和朊病毒)。

食品微生物学是在普通微生物学的基础上,专门研究与食品有关的微生物的性状及其在一定条件下微生物与食品的相互关系,利用有益微生物发酵生产食品,拓展食品的种类,对食品有害微生物,控制其生长繁殖,防止食品的腐败及疾病的传播,保证其质量安全。





1.2 微生物的主要生物学特性

缤纷的微生物世界中,微生物细胞的形态和大小差异很大,它们具有重要的共性,即个体微小、结构简单、表面积大、生长繁殖快、种类多、分布广、易变异、适应性强。

1.2.1 生长繁殖快

微生物具有极高的生长和繁殖速度。大肠杆菌是人类研究较为透彻的微生物细胞,在适宜的生长条件下,繁殖一代所需要的时间仅仅为 12.5~20 分钟,按平均 20 分钟繁殖一代计算,一个细胞一小时可繁殖三次,一昼夜可繁殖 72 次,按几何级数繁殖,由一个菌就产生 4722366500 万亿细胞。实际上,由于营养、代谢产物等条件的变化,微生物的快速分裂繁殖的速度只能维持一定的时间,一般大约 12 个小时进入稳定期,在液体培养基中细菌细胞的浓度达 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL,最高达到 $10^{10} \sim 10^{12}$ 个/mL。

1.2.2 个体微小,表面积大

微生物细胞个体微小,结构简单,一般是单细胞微生物,少数真核微生物为简单多细胞结构微生物,还有非细胞结构的病毒。一般用微米(μm)单位描述大小,肉眼直接看不见,必须借助于光学显微镜才能看见。微生物细胞的体积越小,其比表面积越大。由于微生物细胞的比表面积大,使其在吸收营养物质、排除代谢产物方面具有很高的效率,以及与环境信息的交流功能正常进行。

1.2.3 种类多,分布广

目前人类对微生物的认识是十分有限的,所以估计细菌、古生菌和病毒的数量就很困难。微生物的种类繁多,据统计,微生物总数在 200 万~300 万之间,其中人类记载过的有 8 万左右(其中细菌已知 4760,真核有 7.2 万,病毒有 5000),而且每年都有新种发现。从分布上看,微生物分布在自然界的各个角落,除了火山的喷口中心外,正如苏联学者阿梅里扬斯基院士对微生物的描述:“它们真是无处不在……”。可以认为微生物永远是生物圈上下限的开拓者和各项生存记录的保持者。

随着分子生物学技术在研究微生物多样性的迅速应用,发现了特殊生态环境中的许多未知微生物。它们在医学微生物学、环境微生物学,发现新物种及其新生物学特性方面有突出的意义。PCR 技术的应用已经使我们能比较容易地分析 16SrRNA 保守基因,研究微生物多样性,特别是那些不可培养的微生物。然而,从微生物混合样品中进行 PCR 扩增基因也有一定的困难。如何设计物种特异性分子探针是值得进一步研究的课题。

微生物的多样性还包括形态多样性、细胞化学多样性、代谢多样性、运动多样性、发育多样性、遗传多样性等,这些内容在后面的内容中有论述。

1.2.4 适应性强,易变异

微生物具有非常灵活的适应性,这是任何高等动植物都无法比拟的。主要原因是微生物细胞体积小、面积大的特点。它们可以适应低温、中温、高温、高酸、高盐、高压、高碱、高毒和高辐射等环境,有些甚至对这些条件具有惊人的适应力,堪称生物界之最。

微生物个体一般都是单细胞、简单多细胞或非细胞结构,它们通常都是单倍体,具有繁殖快、数量多以及与外界环境直接接触等特点,因此即使是变异频率十分低,也可在短时间内产生出大量变异的后代。有益的变异可为人类创造巨大的经济效益和社会效益,



如发酵青霉素的菌种(产黄青霉 *Penicillium chrysogenum*),1943 年开始发酵时只能生产大约 20 单位的青霉素,现在早已超过了 5 万单位了;有害的变异也存在,如各种致病菌耐药性的变异、高致病菌株的变异等对人类健康有极大的威胁,工业菌种的生产性状的退化使经济效益降低等都是微生物变异的结果。

1.3 食品微生物研究的对象和内容

微生物研究作为一门学科比动物学、植物学要晚得多,至今不过 100 多年的历史。由于微生物细胞太小,在显微镜下才能看清楚,因此微生物学(Microbiology)定义为研究肉眼直接看不到的生物生命活动规律的科学。这些微小的生物包括非细胞结构的病毒、亚病毒(类病毒、拟病毒和朊病毒),原核细胞结构的真细菌、古生菌,真核细胞结构的酵母菌、霉菌和蕈菌、单细胞藻类、原生动物等。近年来发现一些少数细菌是肉眼可以看见的,如 1993 年正式确定为细菌的 *Epulopiscium fishelsoni* 以及 1998 年报道的纳米比亚硫磺珍珠(*Thiomargarita namibiensis*),均为肉眼可见的细菌。

食品微生物学研究的对象有细菌、酵母、霉菌、放线菌和病毒,以细菌、酵母菌、霉菌为主要的研究对象。主要研究的内容是微生物生命活动规律的科学。具体研究微生物的形态结构特征、营养与代谢、生理生化特性、生长繁殖规律、分类鉴定、遗传变异、微生物与其它生物之间的相互关系、微生物在食品加工的应用和有害微生物的防止。

食品微生物学具体研究的内容有微生物的形态结构、营养代谢特性、生长繁殖规律、遗传变异规律、微生物分类、生态等生命活动规律的科学,同时研究微生物在食品工业中的应用,利用有益的微生物发酵生产食品,控制有害的腐败微生物在加工过程中对食品的污染,保障食品的安全性。

在分子水平上研究微生物生命活动规律的分子微生物学,重点研究微生物与宿主细胞相互关系的新型学科领域。伴随着人类基因组计划兴起的微生物基因组学等分支学科和新型领域的兴起,标志着微生物学的发展又迈上了一个新的台阶,正以全新的面貌进入 21 世纪。

1.4 微生物在生物分类中的地位

由于微生物的多样性以及独特的生物学特性,如个体微小、繁殖快、分布广等,使其在整个生命科学中占有十分重要的地位。无论是 1969 年 Whittaker 提出的五界系统,还是 1977 年 Woese 提出的三域(Domain)系统以及 1966 年美国 P. H. Raven 等提出的动物界、植物界、原生生物界、真菌界、真细菌界和古生菌界六界系统,微生物都占据了绝大多数的位置,分别是 3/5 和 2/3 强。这是微生物在整个生物界的分类地位。

2 微生物学的发展史

2.1 微生物学形态学发展阶段——微生物的发现

人类在发现微生物细胞之前,已经不知不觉地利用微生物发酵生产食品和酒类。我国劳动人民很早就认识到微生物的存在和作用,是最早使用微生物的少数国家之一。



根据 Pederson(1971)报告,最早酿造啤酒的证据是在古巴比伦时代。据考古学家推测我国在 8000 年以前已经出现了曲蘖酿酒了;公元前 4000 多年前我国酿酒十分普遍;公元前 3000 年埃及人就食用牛奶、黄油和奶酪;2500 年前我国发明了酿酱、醋、酱油,知道用曲治疗消化道疾病。日本的酱油、食醋技术在公元 369~404 年从中国传入(Masai, 1980)。公元 6 世纪(北魏时期),我国贾思勰的巨著《齐民要术》详细地记载了制曲、酿酒、制酱和酿醋等工艺。

大约 1000 年前,罗马人使用雪来包裹虾和其他易腐败变质的食品。熏肉的制作作为一种贮藏方法可能是从这个阶段开始的。虽然用了大量微生物学的知识和技术于食品制作、保藏,效果也佳,但微生物究竟和食品有什么关系?食品保藏的机理是什么?食品传播疾病的原因是什么?仍然是个谜。到了 13 世纪人们认识到肉食的质量特性,但还是无法解释肉的质量与微生物之间的关系。在此之前,麦角中毒(由真菌麦角菌引起),造成了很多人死亡,仅在公元 943 年法国因为麦角中毒死亡 40000 多人,而当时不知道这是由真菌引起的。

在食品微生物学发展历史上,具有里程碑作用的科学家中我们应该铭记列文虎克、巴斯德和科赫,他们为微生物学诞生为一门学科作出了重大贡献。

17 世纪中叶,荷兰商人安东尼·范·列文虎克(Antony Van Leeuwenhock, 1632~1723)是第一个看见并描述微生物的人。他用自制显微镜(放大倍数是 50~300 倍),观察到不同的细菌,首次揭示了一个崭新的微生物世界,由于他划时代的贡献,1680 年被选为英国皇家学会会员。

2.2 生理学阶段

在列文虎克发现微生物形态后的 200 年里,微生物的研究基本上停留在形态描述和分门别类的阶段。19 世纪中期,法国的路易斯·巴斯德(Louis Pasteur, 1822~1895)和德国的科赫(Robert Koch, 1843~1910)将微生物的研究从形态的描述发展到生理学研究,建立了从微生物的分离、接种、纯培养到消毒、灭菌等一系列独特的微生物技术,奠定了微生物学的基础,揭示了微生物是食品发酵、食品腐败、人和动物疾病的原因。他们是微生物的奠基人,也是食品微生物的奠基人。

巴斯德为微生物学的建立和发展作出了卓越的贡献,巴斯德的突出贡献如下:

(1) 彻底否定了自然发生学说

在这之前人类一直认为生物是自然发生的,虽然到了 17 世纪以后,对动植物生长发育和生活循环的研究,对“自生学说”产生了怀疑,但由于技术问题,任何证实微生物不是自然发生的仍是难题,巴斯德在前人工作的基础上,进行了许多实验,其中著名的曲颈瓶实验证实了空气中确实存在微生物,是有机物质腐败的原因。巴斯德自制了一个具有细长弯曲颈的玻璃瓶,其中盛有有机物质水溶液,经过加热灭菌后,瓶内可以一直保持无菌状态,不发生腐败变质,这是因为弯曲的瓶颈阻挡了外面空气中的微生物进入有机物质溶液内,如果瓶颈破裂瓶内溶液中出现微生物,有机物质就会发生腐败变质。巴斯德的实验彻底否定了“自生学说”,并从此建立了病原学说,推动了微生物学的发展。

(2) 证明发酵是由微生物引起的

酒精发酵是一个由微生物引起的生物过程还是纯粹的化学反应过程?曾是化学家和微生物学家激烈争论的问题。巴斯德认为一切发酵都与微生物的生长、繁殖有关,并

经过多年的研究分离了许多引起发酵的微生物,证实酒精发酵是由酵母菌引起的。巴斯德还发现乳酸发酵、醋酸发酵和丁酸发酵都是不同细菌所引起的。推动了微生物由形态学向生理生化以及建立微生物的分支学科方向发展,为工业微生物学、食品微生物学和酿造学奠定了基础。

(3)创立了巴斯德消毒法($60^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$, 30 min)

一直沿用至今天的巴斯德消毒法($60^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$, 30 min)是杀死有害微生物的一种消毒方法,是巴斯德在研究法国葡萄酒变质和家蚕微粒子病的问题时发明的方法,这是巴斯德对人类的重大贡献,它推动了病原微生物学的发展。

(4)免疫学——预防接种

1798年英国的 Jenner 医生发明了接种痘苗预防天花,但他并不明白免疫过程的机理。1887年巴斯德研究了鸡霍乱,发现将病原菌经过减毒可诱发免疫性,从而预防鸡霍乱病,之后他又研究了炭疽病和狂犬病,首次制备成狂犬疫苗,为人类防治传染病作出了杰出贡献。

科赫和巴斯德是促进微生物诞生为一门学科并驾齐驱的科学家。作为著名的细菌学家,科赫的功绩在于:

(1)证实了炭疽病是由炭疽菌引起的;发现了肺结核病的病原菌,这是当时死亡率极高的传染病,因此科赫获得了诺贝尔奖;提出了证明某种微生物是否为某种疾病病原菌的基本原则——科赫法则。科赫在病原菌研究方面的开创性的工作,使 19 世纪 70 年代到 20 世纪 20 年代成了发现病原菌的黄金时代,包括植物病原菌。

(2)微生物基本操作技能方面的贡献

科赫发明了固体培养基分离纯化微生物技术,这是微生物学研究的基本技术,这项技术一直沿用至今天;发明了配制培养基的方法,这也是微生物研究的基本技术之一;发明了微生物的染色制片等技术,在微生物研究的方法学方面作出了重大贡献。

1892年,苏联的伊万诺夫斯基发现烟草花叶病毒,开创了病毒学。

1909年,德国医生和化学家埃尔里赫(Paul Ehrlich)用化学药剂控制病菌,发现了治疗梅毒的药物 606,开创了化学治疗。他的成功鼓舞了无数科学家去寻找更多、更好的化学治疗剂,终于在 1935年,德国医生 G. Domagk 和同事发明了治疗链球菌感染的新药,一种红色的染料——百浪多息,同年证实其有效成分是磺胺。

1929年弗来明(Alexander Fleming)发现他培养的葡萄球菌被某种物质杀死了,通过培养、显微镜检测是普通面包上生长的青霉菌,他推测产生有某种特殊的化学物质,通过研究发现青霉素确实分泌了具有抑制其他微生物生长的毒素,当时命名为盘尼西林(Penicillin)。1929年弗来明报道了该结果,但他的研究结果不被重视,直到 1939年,法国的微生物学家发现了一种细菌产生的化合物能用于阻止细菌的生长时,弗来明的研究报道才受到重视。

第二次世界大战爆发,军队急需医治伤兵伤口的感染,澳大利亚医生和同事开始分离纯化青霉素,并在美国研究成功了青霉素的扩大发酵和提纯工作,1943年青霉素成功地应用在突尼斯和西西里战役中 500 名伤兵的治疗,第二次世界大战结束时,青霉素生产量扩大,取代了磺胺类药物。

1944年,美国微生物学家瓦克斯曼(S. Waksman)从近一万株放线菌中找到了疗效显著的链霉素,接着相继发现了氯霉素、金霉素、土霉素、红霉素、新霉素、万古霉素、卡那



霉素和庆大霉素等抗生素。

在微生物学发展的生理学时期,以巴斯德和科赫为代表的科学家在微生物学实验方法上取得了突破性的进展,他们创立的加热灭菌法和微生物纯培养等方法至今仍然是微生物学和其他相关学科研究中有效的、无法取代的基本方法。巴斯德和科赫的杰出工作,使微生物学作为一门独立的学科开始形成,并出现以他们为代表而建立的分支学科,如细菌学、消毒外科技术、免疫学、土壤微生物学、病毒学、植物病理学、真菌学、食品的罐藏防腐和酿造学以及化学治疗法等,微生物的研究内容日趋丰富,使微生物学迅速发展。

2.3 现代微生物学时期

20 世纪 80 年代以来,微生物在分子水平上的研究迅速发展,分子微生物学应运而生,出现了许多新概念,如生物多样性、转化、转导,细菌染色体结构和全基因组测序;细菌基因表达的调控和对环境变化的适应机理;细菌的发育及其分子机理;细菌细胞之间和细菌与动植物之间的信号传递等。

1997 年第一个真核生物酵母菌全基因组测序完成;埃希氏大肠杆菌基因组测序完成;流感嗜血杆菌全基因组测序完成,前面已经完成几十种微生物基因组的序列测定,在此过程中因微生物基因组的测序方法的不断改进,为人类基因组计划的序列测定完成奠定了基础。微生物基因组序列分析表明,在某些微生物中存在一些与人类某些遗传疾病相似的基因,因此可以利用这些细菌的模型来研究这些基因的功能,为认识庞大的人类基因组及其功能提供简便的模式。

综上所述,20 世纪的微生物学是与其他学科交叉和相互促进、获得令人瞩目的发展的过程,也为整个生命科学的发展作出了巨大贡献,并在生命科学的发展中占有重要地位。20 世纪 70 年代后,基因工程使得人们可以按照意愿定向改造菌种,使获得新型微生物产品成为可能,如今分子生物学逐渐成熟为一门崭新的独立学科。食品微生物发展大事记如表 1-1,食品立法发展过程如表 1-2。

表 1-1 食品微生物发展大事记

时间	重大事件
1659 年	Kircher 证实了牛乳中含有细菌
1680 年	列文虎克发现了酵母细胞
1780 年	Scheele 发现酸乳中主要酸是乳酸,1782 年,瑞典化学家开始使用罐贮的醋
1813 年	Donkin Hall & Gamble 对罐藏食品采用后续工艺保温技术,认为可使用二氧化硫作为防腐剂
1820 年	德国诗人 Justinus Kerner 描述了香肠中毒(可能是肉毒中毒)
1839 年	Kircher 研究发黏的甜菜汁,发现可在蔗糖液中生长,并使其发黏的微生物
1843 年	I. Winslow 首次使用蒸汽杀菌
1853 年	R. Chevallier-Appert 食品的高压灭菌获得专利
1857 年	巴斯德证明乳酸发酵是微生物引起的。在英国 Penrith, W. Taylor 指出牛乳是伤寒热传播的媒介
1861 年	巴斯德用曲颈瓶试验,证明微生物非自然发生,推翻了自然发生说
1864 年	巴斯德建立了巴氏消毒法
1867~1868 年	巴斯德研究了葡萄酒的难题,并采用加热法除去不良微生物,方法进入工业化实践
1867~1877 年	科赫证明炭疽病是炭疽菌引起的

时间	重大事件
1873 年	Gayon 首次发表鸡蛋由微生物引起变质的研究, Lister 第一个在纯培养中分离出乳酸乳球菌
1874 年	在海上运输肉的过程中首次广泛使用冰
1876 年	发现腐败物质中的细菌总是可以从空气、物质或容器中检测到
1878 年	首次对糖的黏液进行微生物学研究, 并从中分离出肠膜明串珠菌
1880 年	在德国开始对乳进行巴斯德杀菌
1881 年	科赫等首创明胶固体培养基分离细菌、巴斯德制备了炭疽菌疫苗
1882 年	科赫发现结核杆菌, 从而获得诺贝尔奖 Krukowisch 首次提出臭氧对腐败菌具有毁灭性杀伤作用
1884 年	E. Metchnikoff 阐明吞噬作用; Koch 发明了细菌染色和细菌的鞭毛染色
1885 年	巴斯德研究狂犬疫苗成功, 开创了免疫学
1888 年	Miguel 首先研究嗜热细菌, Gaertner 首先从 57 人食物中毒的肉食中分离出肠炎沙门氏菌
1890 年	美国对牛乳采用工业化巴斯德杀菌工艺
1894 年	Russell 首次对罐藏食品进行细菌学研究
1895 年	荷兰的 Von Geuns 首先进行牛乳中细菌的计数工作
1896 年	Van emenegem 首先发现了肉毒梭状芽孢杆菌, 并于 1904 年鉴定出 A 型, 1937 年鉴定出 E 型肉毒梭状芽孢杆菌
1897 年	Bucher 用无细胞存在的酵母菌抽提液, 对葡萄糖进行酒精发酵成功
1901 年	E. von Ehrlich (GR) 白喉抗毒素
1902 年	提出嗜冷菌概念, 0℃ 条件下生长的微生物
1906 年	确认了蜡样芽孢杆菌食物中毒
1907 年	E. Metchnikoff 及合作者分离并命名保加利亚乳酸杆菌, B. T. P. Barker 提出苹果酒生产中醋酸菌的作用
1908 年	P. Ehrlich (GR) \ E. Melchnikoff (R) 免疫工作
1908 年	美国官方批准苯甲酸钠作为某些食品的防腐剂
1912 年	嗜高渗微生物, 描述高渗环境下的酵母
1915 年	B. W. Hammer 从凝固牛乳中分离出凝结芽孢杆菌
1917 年	P. J. Donk 从奶油状的玉米中分离出嗜热脂肪芽孢杆菌
1919 年	J. Bordet (B) 免疫性的发现
1920 年	Bigelow 和 Esty 发表了关于芽孢在 100℃ 耐热性系统研究。Bigelow, Bohart, Richardson 和 Ball 提出计算热处理的一般方法, 1923 年 C. D. Ball 简化了这个方法
1922 年	Esty 和 Meyer 提出肉毒梭状芽孢杆菌的芽孢在磷酸缓冲液中的 Z 值为 18F
1926 年	Linden, Turner 和 Thom 提出了首例链球菌引起的食物中毒
1928 年	在欧洲首次采用气调方法贮藏苹果
1929 年	Fleming 发现青霉素
1938 年	找到弯曲菌肠炎暴发的原因是变质的牛乳
1939 年	Schleifstein 和 Coleman 确认了小肠结肠炎耶尔氏菌引起的胃肠炎
1943 年	美国的 B. E. Proctor 首次采用离子辐射保存汉堡肉
1945 年	Mcclung 首次证实食物中毒中产气荚膜梭菌的病理机理
1945 年	青霉素的发现和它的治疗价值
(GB)/E. B. Chain	
(GB)/H. W. Flory	
(Au)	



时间	重大事件
1951 年	日本的 T. Fujino 提出副溶血性弧菌是引起食物中毒的原因
1952 年	Hershey 和 Chase 发现噬菌体将 DNA 注入宿主细胞。Lederberg 发明了影印培养法
1954 年	乳酸链球菌肽在奶酪加工中控制梭状芽孢杆菌腐败的技术在英国获专利
1955 年	山梨酸被批准作为食品添加剂
1959 年	Rodney Porter 发现免疫球蛋白结构
1960 年	F. M. Burnet (Au) \ P. B. Medawar (GB) 发现对于组织移植的获得性免疫耐受性
1960 年	Moller 和 Scheible 鉴定出 F 型肉毒梭菌。首次报告黄曲霉产生黄曲霉毒素
1969 年	Edeman 测定了抗体蛋白分子的一级结构。确定产气梭状芽孢杆菌的肠毒素, Gimenez 和 Ciccarelli 首次分离到 G 型肉毒梭菌
1971 年	美马里兰州首次暴发食品介导的副溶血弧菌性胃肠炎, 第一次暴发食物传播的大肠杆菌性胃肠炎
1972 年	G. Eelman (US) 抗体结构研究
1973 年	Ames 建立细菌测定法检测致癌物
1975 年	Köhler 和 Milstein 建立生产单抗体技术。L. R. Koupal 和 R. H. Deible 证实沙门氏菌肠毒素
1976 年	B. Blumberg (US), D. C. Gajdusck (US) 发现乙型肝炎病毒的起源和传播的机理; 慢性毒感染的研究
1977 年	Woese 提出古生菌是不同于细菌和真核生物的特殊类群。Sanger 首次对 $\Phi \times 174$ 噬菌体 DNA 进行了全序列分析
1977 年	R. Yalow (US) 放射免疫试验技术的发现
1978 年	澳大利亚首次出现 Norwalk 病毒引起食物传播的胃肠炎
1980 年	B. Benacerraf (US), G. . mell (US), J. Dausset (F) 发现组织相容性抗原
1981 年	美国暴发了食物传播的李斯特病。1982~1983 年在英国食物传播的李斯特病
1982~1983 年	Prusiner 发现阮病毒 (Prion)。美国首次暴发食物介导的出血性结肠炎
	Ruiz-Palacios 等描述了空肠弯曲杆菌肠毒素
1983~1984 年	Mullis 建立 PCR 技术
1984 年	C. Milstein (GB), G. J. F. Köhler (GR), N. K. Jenne (D) 单克隆抗体形成技术的建立 (milstein & Köhlei); 免疫学的理论工作 (Gerne)
1985 年	在英国发现第一例疯牛病
1987 年	S. Tonegawa (J) 发现抗体多样性产生的遗传原理
1988 年	在美国, 乳链球菌肽被列为一般公认安全 (GRAS)
1990 年	在美国对海鲜食品强调实施 HACCP 体系
1990 年	第一个超高压果酱食品在日本问世
1993 年	K. B. mullis (US) 发现聚合酶链反应
1995 年	第一个独立生活的流感嗜血杆菌全基因组序列测定完成
1996 年	第一个自养生活的古生菌基因组测定完成, 詹姆氏甲烷球菌基因组测序工作完成, 酵母基因组测序完成
1996 年	大肠杆菌 O ₁₅₇ H ₇ 在日本流行
1996 年	P. C. Doherty (Au), R. M. Zinkernagel (Sw) T 淋巴细胞识别病毒感染细胞机理的发现
1997 年	第一个真核生物酵母菌基因组测序完成, 埃希氏大肠杆菌基因组测序完成; 发现纳米比亚硫珍珠状菌, 这是已知的最大细菌
1999 年	美国超高压技术在肉制品加工中得到商业化应用
2000 年	发现霍乱弧菌有两个独立的染色体



表 1-2 食品立法

时 间	项 目
1890 年	美国通过了第一部关于肉品检验的国家法令,但只要求检验出口的肉制品
1906 年	美国国会通过了美国食品和药品条例
1919 年	纽约市健康委员会签署了要求对牛奶进行巴氏消毒的法令
1939 年	美国新的食品药物和化妆品条例成为法规
1957 年	美国执行强制性家禽及其制品法规
1958 年	美国通过了食品药物和化妆品有关添加剂的条例
1967 年	美国国会通过安全肉条例,并于 12 月 5 日成为法规
20 世纪 60 年代	我国制定了食品卫生微生物检验方法
20 世纪 70 年代	出版了《食品卫生检验方法—微生物学部分》
1984 年	中华人民共和国国家标准 GB4789.1—4789.28—24《食品检验方法—微生物学部分》中华人民共和国食品卫生法(试行)
1987 年	我国卫生部文件关于食品新资源卫生管理办法
1994 年	国家卫生部批准的中华人民共和国国家标准:食品企业通用卫生规范 GB14881—94。并以通用卫生规范为准则,先后制定了罐头、酒类、面粉、肉类等 15 个专业规范
1994 年	中华人民共和国国家标准 GB14880—94 食品营养强化剂使用卫生标准
1995 年	由全国人民代表大会常务委员会通过的中华人民共和国食品卫生法
1996 年	中华人民共和国国家标准 GB2760—1996 食品添加剂使用卫生标准、含标准附录 A、B、C、D,即食品用香料名单、营养强化剂新增品种、胶姆中胶基物质及其配料名单、食品工业加工助剂推荐名单
1996 年	我国卫生部颁发《保健食品管理办法》,并相应成立了全国保健食品审评委员会
1997 年	我国卫生部文件关于批准《食品添加剂使用卫生标准》(1997 年增补品种)的通知
2009 年	第十一届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过中华人民共和国食品安全法,2009 年 6 月 1 日开始执行。

