

食品微生物学

主编 郑晓冬 副主编 何国庆 尹源明 董明盛

Food Microbiology

浙江大學出版社

Food Microbiology
食品微生物学

主 编 郑晓冬
副主编 何国庆
尹源明
董明盛

浙江大學出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了食品微生物的形态、种类,微生物在食品环境中的生长、代谢;食品腐败变质的原因及防止措施;微生物在食品加工中的应用;微生物的遗传育种;食品微生物学质量控制与预测食品微生物学等内容。本书适合工业、农业、轻工业等高等院校食品专业的本科学学生作为教材,也可供从事食品、发酵等工作的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品微生物学 / 郑晓东主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2001. 1

ISBN 7-308-02380-X

I. 食... I. 郑... III. 食品—微生物学
IV. TS201.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 30193 号

责任编辑 周奕青

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.5

字 数 480 千

版 印 次 2001 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 3 次印刷

印 数 2001—4000

书 号 ISBN 7-308-02380-X/TS·004

定 价 25.00 元

前 言

食品微生物学是农林、水产、轻工、商业、粮食等高等院校食品科学与工程专业及农产品贮藏加工专业的一门专业基础课。随着生命科学研究的发展,该学科也进入了一个崭新的发展阶段,取得了许多新成果、新成就。教材是教学工作的灵魂,也是学科建设的重要组成部分。近年来,我国先后出版了一大批优秀的食品微生物学教材,但随着本学科的发展,部分内容已难以满足教学工作的需要。为了更好地反映该学科的一些新成果、新成就,使之与科学发展的脚步合拍,我们将近年来该学科一些新的研究成果及编者多年教学工作中的体会加以整理,编写了这本教材。本书除可作为高等院校食品及相关专业的教材外,还可供从事食品、发酵等工作的科技人员参考。

本书除对食品中常见的微生物主要类群的形态及其营养、代谢、生长、遗传变异做了系统介绍外,对微生物与食品的关系,如微生物在食品制造中的应用、微生物与食品的腐败变质、微生物与食品保藏、食品卫生微生物学检验等方面也有较多的论述,并融入了现代食品生物技术的一些新技术、新成果及食品的微生物学质量控制、预测食品微生物学等新的内容,力求使学生通过本课程的学习,既有较强的微生物学基础,又能较全面地了解微生物与食品的关系及本学科的发展趋势,同时还能较全面地提高实际应用能力。

参加本书编写的有郑晓冬、董明盛、何国庆、尹源明、王友永、梁新乐、阮辉、胡政、胡忠策等同志,王友永同志还为该书的插图做了工作。吴金鹏教授为本书做了大量系统性的基础工作,在此表示衷心感谢。

近年来微生物学和食品科学发展很快,食品科学在我国尚属新兴学科。限于时间和编者的水平,本书在内容、观点或其他方面都可能存在一定的缺点和错误,因此,衷心希望读者在使用过程中给我们提出宝贵意见。

编 者

2000年4月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 微生物学的特点及食品微生物学的研究对象.....	(1)
第二节 微生物学的发展史.....	(4)
第三节 食品微生物学的研究对象、范围及发展	(6)
第二章 食品微生物的形态和分类(一)	
原核微生物的形态和结构	(9)
第一节 概 论.....	(9)
第二节 细 菌	(18)
第三节 放线菌	(41)
第四节 其他类型的原核生物	(45)
第三章 食品微生物的形态和结构(二)	
真核微生物的形态和结构.....	(47)
第一节 真核微生物的特点	(47)
第二节 霉 菌	(48)
第三节 酵母菌	(60)
第四节 真菌的分类	(66)
第四章 食品微生物的形态和结构(三)	
无细胞结构生物	(68)
第一节 病 毒	(68)
第二节 噬菌体	(72)
第三节 病毒的应用	(74)
第五章 微生物的营养与代谢	(76)
第一节 微生物的营养	(76)

第二节	微生物酶	(89)
第三节	微生物的代谢	(93)
第六章	微生物在食品环境中的生长	(102)
第一节	微生物的生长	(102)
第二节	食品的营养组成与微生物的生长	(109)
第三节	微生物的生长与温度	(112)
第四节	微生物的生长与水分	(119)
第五节	微生物的生长与气体	(127)
第六节	微生物的生长繁殖与 pH 值	(132)
第七节	食品环境中微生物的抑制、杀灭与防止	(136)
第七章	微生物的遗传和育种	(146)
第一节	微生物的遗传性与变异性	(146)
第二节	遗传变异的物质基础	(147)
第三节	基因突变和诱变育种	(152)
第四节	基因重组	(164)
第五节	基因工程	(169)
第六节	生产菌种的保存	(177)
第七节	菌种保藏机构	(184)
第八章	食品的微生物污染及腐败变质	(186)
第一节	污染食品的微生物来源及其途径	(186)
第二节	食品的细菌污染	(191)
第三节	食品的腐败变质	(194)
第四节	食品原料与腐败变质	(202)
第五节	食品被细菌污染后对人体的危害	(213)
第六节	霉菌及其毒素污染食品后造成的危害	(224)
第七节	食品微生物污染与腐败变质的控制	(229)
第九章	微生物在食品制造中的应用	(248)
第一节	细菌在食品制造中的应用	(249)
第二节	酵母菌在食品制造中的应用	(257)
第三节	霉菌在食品工业中的应用	(261)
第四节	微生物酶制剂在食品工业中的应用	(265)
第五节	食用菌	(267)

第十章 食品卫生微生物学检验	(271)
第一节 采 样.....	(271)
第二节 显微镜检验.....	(273)
第三节 培养检查.....	(274)
第四节 生化试验.....	(278)
第五节 血清学检验.....	(285)
第六节 动物试验.....	(295)
第七节 菌落总数测定.....	(296)
第八节 大肠菌群测定.....	(297)
第十一章 食品中微生物质量控制	(301)
第一节 概 述.....	(301)
第二节 食品质量管理体系.....	(307)
第三节 预测食品微生物学.....	(311)
参考文献	(317)

第一章 绪 论

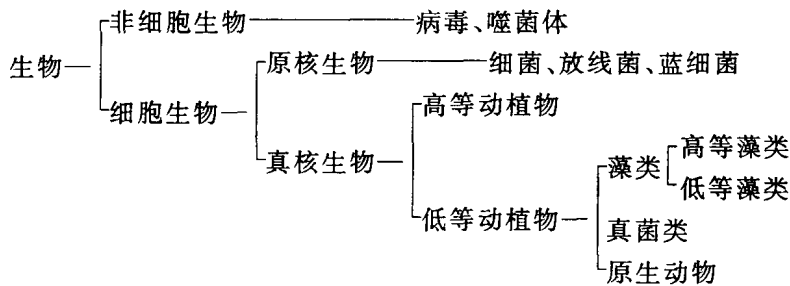
第一节 微生物学的特点及食品微生物学的研究对象

一、微生物的概念

微生物(microorganism, microbe)是指一类形体微小(小于 0.1 mm)、结构简单、肉眼看不见它们的个体,必须借助光学显微镜或电子显微镜才能看清它们的个体的一类微小生物统称。

因为微生物形体微小、结构简单,从进化角度来看,微生物是比较原始的生物。

现代生物学观点认为,生物界按有无细胞结构可将其分为细胞生物和非细胞生物两大类。细胞生物又可按核的结构分为原核生物和真核生物两类,其具体分类如下:



二、微生物的特点

在整个生物界中,各种生物的形体大小,相差极大。微生物是指形体长度小于 0.1 mm 的任何生物。由于微生物形体极其微细,因此具有如下特点:

(一)个体小,结构简单

微生物个体非常小,它们的大小通常以 μm ($1\ \mu\text{m}=10^{-3}\ \text{mm}$) 或 nm ($1\ \text{nm}=10^{-3}\ \mu\text{m}$) 表示。一个球菌直径只有 $0.1\sim 1.0\ \mu\text{m}$, 而最小的病毒仅由 359 个核苷酸组成的 RNA 分子构成。每克细菌的个数可达 10 亿~100 亿个,这样微生物就有一个非常大的比表面积值(面积/体积),这使得微生物可以迅速与外界环境进行物质、能量和信息的交流。

微生物结构非常简单,原核生物都是单细胞,而真核生物中的真菌则有些是单细胞,有些是简单的多细胞。而病毒和噬菌体只是由核酸和蛋白质外壳组成、无细胞结构的生命个体。形体微小、结构简单、表面积大,是微生物具有其他特点的原因。

(二)分布广,种类多

微生物因为其个体小、重量轻,因此可以到处传播,达到“无孔不入”的地步。只要条件适合它们就可以迅速繁殖。地球上除了火山中心区域外,上到几万米的高空、下到几千米的深海,无论是土壤、水、大气、空气、河流、海洋、湖泊、平原、高山、盐湖、沙漠、冰川,还是动、植物的体内外,甚至 90 °C 以上的温泉、-80 °C 的极地都可以寻觅到微生物的踪影。可见微生物分布之广。微生物虽然分布广,但是分布的密度是不一样的,它随着外界环境的变化而变化。一般有机质含量多的地方,微生物种类和数量就多(如 1 g 肥沃的土壤中微生物数量可达几十亿个,因此有人说土壤是微生物的大本营),而营养缺乏、条件恶劣的地方,微生物的种类和数量就少。

微生物种类非常多,这表现在微生物的代谢类型多、代谢产物多、微生物总数多等方面。

微生物的生理类型之多是动植物所不及的。微生物可分解天然气、石油、纤维素。微生物有着多种产能方式,如细菌的光合作用、自养菌的化能自养型、合成各种复杂的有机物的能力、各种复杂的有机物的分解能力,同时微生物还有着不同的抗逆能力以及独特的繁殖方式等等。

微生物产生的代谢产物种类非常多。微生物究竟能产生多少代谢产物,至今很难全面统计,现在已知大肠杆菌(*Esherichia coli*)能产生 2 000~3 000 种不同的蛋白质。到 1984 年为止,人们找到的抗生素有 9 000 种,其中微生物产生的抗生素占 97%。

微生物的种类也非常多,目前已发现的微生物种类约 10 万种,随着分离培养方法的改进和研究工作的深入,微生物的新种不断发现,仅真菌每年就以发现 1 500 个新种的速度不断递增。可以相信总有一天,微生物的种类可以超过动植物的总和。

(三)适应性强,易变异

微生物对外界环境条件的适应能力很强,几乎是无孔不入、无“微”不至。它善于随“机”应变,而使自己得到保存。有些微生物在其身体外面,添上保护层,提高自己对外界环境的抵抗能力。例如肺炎双球菌外有荚膜,就可以抵抗白细胞的吞噬。但微生物最擅长的本领要算能及时形成休眠细胞,然后长期进入休眠状态。例如细菌的芽孢、放线菌的分生孢子、真菌的各种孢子等。这些孢子较之营养体更具有抵抗外界不良环境的能力。一般能存活数月或数年,甚至几十年。当外界条件十分恶劣时,虽然大部分个体都因抵抗不住而被淘汰,但仍有少数“顽固分子”会发生某种变异而适应下来。

微生物之所以能够延续后代,数量极其庞大,善于“变”也是一个十分重要的原因。

在生产实践中,常利用这个特点来诱变育种。例如,人们常常利用物理或化学因素对微生物进行诱变,从而改变它的遗传性质和代谢途径,使之适应于人们提供的条件,满足

人们提高产量或简化工艺的需要。例如,1943年分离得到的青霉素产生菌,发酵单位只有20单位/mL,通过30多年来的不断选育,已超过10 000单位/mL。又如灰黄霉素的产生菌经过选育后,产量提高50%~100%以上。酱油生产用的米曲霉,用紫外线处理后,制曲的时间由原来的2 d缩短为1 d。反之,如菌种保藏不妥,好的菌种会朝坏的方向变异,性能也会迅速退化,使生产受到巨大损失。

(四)生长快,培养易

微生物生长繁殖速度非常之快,一般细菌在最适合条件下,每隔20~30 min就可繁殖一次,一昼夜就是72代,理论上讲一个细胞在不受任何影响的条件下经过24 h,就可以繁殖4万亿个(约重4 722 t)。48 h就可以繁殖 2.2×10^{43} 个(约等于4 000个地球的重量)。事实上,由于种种客观条件限制,细菌指数分裂速度只能维持数小时,因而在液体培养基中,细菌只能达到 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL。微生物的这种巨大的繁殖能力为我们利用微生物进行科学研究和工业化生产提供了有利条件。如用微生物生产等量的蛋白质比植物快500倍,比动物快2 000倍。但对于危害人、畜和植物的病原微生物或对于使物品发霉的霉腐微生物来说,它们的这个特性会给人类带来极大的麻烦甚至严重的危害。

由于微生物的食谱杂,对营养的要求一般不高,因而原料来源广泛,容易培养。许多不易被人和动植物所利用的农副产品、工厂下脚,例如麸皮、豆饼粉、酒糟等都用来培养微生物。这样不仅解决了培养微生物的原料问题,而且为“三废”处理找到了出路,做到了综合利用,从而大大提高了经济效益。另外,大多数微生物反应条件温和,一般能在常温、常压下进行生长繁殖、新陈代谢和各种生命活动,不需要什么复杂、昂贵的设备。这比化学法具有无比的优越性,因而即使在条件较差的农村,一些微生物产品也能土法上马。除此之外,培养微生物不受季节、气候的影响,因而可以长年累月地进行工业化生产。

微生物的这些特点,使微生物显示了神通广大的本领,在生物界中占据了特殊的位置。

同时,微生物在自然界物质循环过程中也起到了重要的作用(见图1-1)。可以说没有微生物就没有我们今天洁净的世界。

微生物不仅广泛地被用

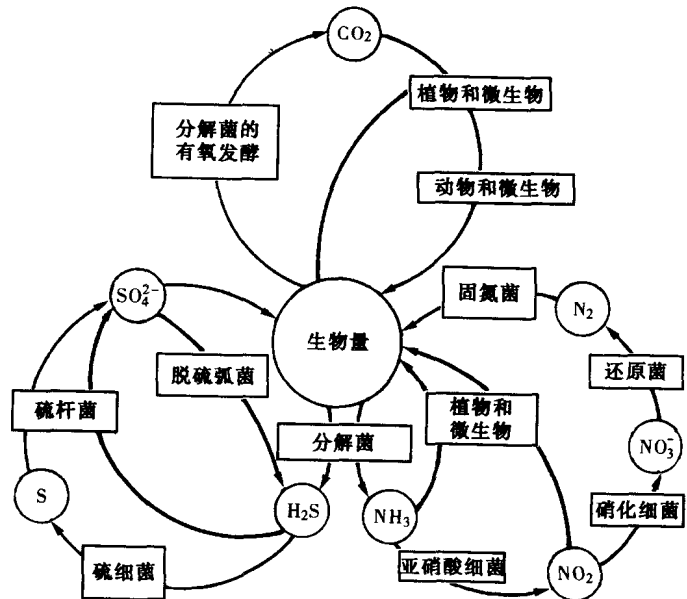


图 1-1 微生物在自然界物质循环过程中的作用

于生产实践,而且成了进行生物科学研究的理想材料,推动和加快了生命科学研究的发
展。特别是在当前掀起的新技术革命的浪潮中,微生物更是引起了人们的重视,被优先得
到开发和利用,微生物工程作为生物工程的突破口而得到迅速发展。

第二节 微生物学的发展史

人类对于微生物的利用,虽然起源甚早,但人类发现微生物的存在却是在显微镜的发
明之后。直到 16 世纪,荷兰人列文虎克首先看到微生物。微生物学的发展经历了如下几
个时期:

一、微生物学的启蒙时代——形态学期

16 世纪列文虎克(Leeuwenhock, 1632~1723 年)首次制成了放大 200~300 倍的显
微镜。他利用自制的显微镜观察了不同的物质,包括雨水、污水、血液、体液、辣椒水、腐败
物质、有机物质浸出液、酒、醋、黄油、牙垢等物质,并在其中看到各种微小生物,他称之为
“微动物”。

列文虎克把他在显微镜下所观察到的“微动物”描绘成图。根据他所绘的图,可以断定
他确实看到了原生动物、球菌、杆菌及螺旋菌等,并于 1714~1895 年出版了《安东·列文
虎克所发现的自然界的秘密》一书,为微生物的存在提供了有力的证据。他除了发现微生
物外,还看到了游动的精子和红细胞。磨制透镜的技术,当时除列文虎克外,其他人的技艺
还都不高,所以直到列文虎克发现“微动物”100 年以后,自然科学家才开始采用各种显微
镜来观察列文虎克所发现的各种“微动物”。在这一时期,他们都集中精力寻找各种微生
物,并进行微生物的鉴定工作。至于微生物活动引起的发酵作用和微生物能诱发疾病,是
当时科学界不能理解的。在这段时间里,荷兰动物学家模勒对微生物进行了观察,并作了
分类。他描述了许多类型的微生物,并将细菌和原生动物区分为不同的分类地位。艾伦贝
格(Ehrenberg)给微生物作了详细的分类,并将细菌与许多微生物分开。此后,许多学者继
续记载了很多其他微生物,但是奠定微生物学基础的,还是在列文虎克以后大约 200 年的
巴斯德和柯赫等人。

二、微生物学的奠基时代——生理学期

微生物学的建立和发展是 19 世纪 50 年代开始的。当时伟大的微生物学家巴斯德
(Pasteur, 1822~1895 年)经过长期对微生物的研究,不仅在理论方面作出了贡献,而且
在实用方面也造福于人类。巴斯德的工作,对微生物的研究奠定了理论基础,还为微生物
的研究提供了实验方法。他对微生物学的贡献,正如基米里亚捷夫在纪念“路易·巴斯
德”一文中所写的,“伟大的科学家,我们现在来追悼他,他的一生给人类生活带来了史无
前例的影响……他的工作在人类最早的三门应用科学中都引起了变革”。现将巴斯德在

工、农、医三门应用科学中所作的贡献简述如下：

(一) 在工业方面

巴斯德解决了当时法国由于酒的变质给酿造业带来的重大损失问题。为了解决这一问题，他进行了一系列试验，结果证明：在含糖溶液中所发生的酒精发酵是由酵母菌引起的，酒的变质(变酸、变粘)是杂菌污染的结果。同时把含有杂菌的酒溶液经适当加温处理(60℃)，可杀死其中不耐热的微生物。这样的加温灭菌法，后来称为巴氏灭菌法。直到现在，这种灭菌法还广泛应用于酿造酒、醋、酱油、牛奶、果汁等食品的灭菌。除酒精发酵外，巴斯德还研究了牛奶变酸(乳酸发酵)、醋的制造(醋酸发酵)、丁酸发酵等，他认为不同的发酵是由不同的微生物引起的，没有微生物的存在，发酵是不能进行的。巴斯德的研究，把微生物的研究从主要研究微生物的形态转移到研究微生物的生理途径上来，从而奠定了微生物学的生理学基础。

(二) 在农业方面

巴斯德除解决了蚕的息孢子病，挽救了法国当时的养蚕业，他的理论在俄国学者施列辛格、维诺格拉得斯基的著作中得到了发展。当然，土壤微生物学的发展应归功于维诺格拉得斯基对硝化作用的研究，他发现了微生物中的新的营养类型——自养微生物。

(三) 在医学方面

巴斯德研究了几种对人和牲畜危害很大的疾病，如鸡霍乱、牛和羊的炭疽病、人的狂犬病。并发现了引起这些病害的病原体。有一次他用室温下培养多天的鸡霍乱病原体，接种到健康的鸡体中，结果和一般的接种情况不同，被接种老病原体的鸡并没有生病。从此他认识到在培养较长的时间后，毒力较强的病原体，其致病能力会丧失，用这种无毒的病原体接种，能引起寄主的免疫性。牛和羊的炭疽病也是当时流行的严重病害，他试用培养较长时间的老病原体像处理鸡霍乱一样做预防接种，结果没有成功。他后来发现在42~43℃高温下培养的炭疽病原体能丧失致病能力。他用这种丧失致病能力的病原体接种了25头羊，另外取25头羊不做预防接种，隔几星期后，同时用毒力强的病原体接种两组羊，结果经过预防接种的羊全部活着，而未经预防接种的羊全部死亡。他肯定了种痘法能预防炭疽病，并加以推广，使曾经一度使牛羊发生毁灭性死亡的炭疽病几乎全部绝迹。当时危害人类生命很大的一种病，是由狂犬传染的恐水病，又称狂犬病，巴斯德知道这是一种传染性疾病，但是无法分得这个病原体(现在知道是一种病毒)，他后来经过多次试验，终于发现了“固定毒疫苗”，利用这种疫苗治愈了被狂犬咬伤的病人，挽救了无数人的生命，并创造了免疫学原理和预防接种的方法。

继巴斯德之后，柯赫对病原的研究作出了卓越的贡献，其重大成果之一是发明分离和纯化细菌的方法，包括划线法和平面培养法。巴斯德虽然认识了病原体，但对病原菌的单个细胞分离尚未进行，这使得他对病原菌的形态和生理生化特征的研究都受到限制。而柯赫把细菌分离、纯化后，就可进一步弄清疾病和病原菌之间的关系了。第二是他创立了病害

的病原菌学说。巴斯德虽然成功地防止了炭疽病,但具体证实炭疽病的病原为炭疽菌和搞清这个细菌的生活史,以及其形态、生态和其他特征的工作,是由柯赫完成的。

三、微生物学发展的新阶段——分子生物学阶段

自 20 世纪以来,由于生物化学和化学分析技术等学科的发展,促进了微生物学从细胞水平、亚细胞水平进入分子水平。尤其是 70 年代遗传工程学的发展,这为人类控制自然、改造自然,创造新物种、提高工农业生产水平,打下了理论基础。

在维诺格拉得斯基、贝格林克等人发现硝化细菌的硝化作用和固氮细菌的固氮作用后,微生物学和生物化学之间的联系愈来愈密切,这是科学发展的客观规律。从彪赫发现酒化酶,哈登—杨发现有机辅酶及磷酸酯化酶后,科学家们又陆续在微生物的代谢中发现了脱氢的生物氧化作用、活化氧分子的生物氧化作用、电子传递的生物氧化作用,细胞色素体系在传递电子方面的作用,ATP 在能量转移、辅酶 A 在酰基转移等方面的作用,这对研究微生物的代谢控制起了重要的推动作用。同样,由于对微生物培养基组成、培养条件、细胞结构与功能,以及微生物营养缺陷型的研究,也为生物化学研究代谢途径、代谢控制提供了物质基础。特别是艾威(Avery, 1944 年)确定脱氧核糖核酸(DNA)是生物的遗传物质后,为分子生物学、分子遗传学的研究奠定了理论和物质的基础。生物学家们在此基础上研究了 DNA 和蛋白质(或酶)的合成的关系、遗传信息和遗传密码在转录遗传特性上的作用,为研究基因工程创造了条件。随着基因工程学的发展,必将推动微生物的定向变异,按照人工设计“路线”创造新的物种,预料在生物界的各个方面将发生一场大革命。因为微生物是研究分子生物学、分子遗传学和生物化学各个领域的最好材料,所以微生物学的发展也促进了分子生物学的发展,分子生物学的发展同样也使微生物学的研究进入了一个崭新的阶段。

第三节 食品微生物学的研究对象、范围及发展

一、食品微生物的研究对象

微生物学的内容十分广泛。从基础理论研究的角度来讲,微生物学可分为普通微生物学、微生物生理学、微生物遗传学、微生物分类学、微生物免疫学、微生物生态学等分支学科。从研究对象的种类角度来讲,微生物学可分为细菌学、真菌学、病毒学等分支学科。从应用角度来讲,微生物学可分为工业微生物学、农业微生物学、医用微生物学、食品微生物学、石油微生物学、畜牧微生物学、海洋微生物学、环境微生物学、土壤微生物学等分支学科。

食品微生物学(food microbiology)就是专门研究微生物与食品之间关系的一门学科。它是微生物学的一个重要分支。它是一门综合性的学科,它融合了普通微生物学、工

业微生物学、医学微生物学、农业微生物学和食品有关的部分,同时又渗透了生物化学、机械学和化学工程的有关内容。食品微生物学是食品科学与工程专业的专业基础课,学习这门课其目的是为使食品专业的学生打下牢固的微生物学基础和熟练地掌握食品微生物学技能。食品微生物学所研究的内容包括:①研究与食品有关的微生物的活动规律;②研究有益微生物,为人类制造食品;③研究如何控制有害微生物,防止食品发生腐败变质;④研究检测食品中微生物的方法,制定食品中微生物指标,从而为判断食品的卫生质量提供科学依据。

二、食品微生物学的发展

食品是人类赖以生存的最重要的条件。食品微生物学伴随着人类的进程而不断得到发展。虽然很难知道人类何时才懂得食品中微生物的存在和作用,但有许多证据表明在作为一门科学的微生物学形成之前已有这方面的知识。在食品收集时期,人类碰上了食品腐败和食物中毒问题。远在8000年前开始的食物生产时期,就发生了由食品引起的疾病传染和由不适当的贮藏方法而引起的食品快速腐败问题。公元前6000年左右,人类已经掌握了酿酒和食物保藏的技术。埃及人在公元前3000年就食用牛奶、白脱油和乳酪。在公元前3000~前1200年之间,犹太人已经把来自死海的盐用于食品保藏,中国人和希腊人已经食用咸鱼,这种腌制技术以后又传至罗马。与此同时,又出现了用油贮藏食品的方法。公元前1000年,罗马人创造了用雪保藏食品的方法,并在会做乳酪和酒的某个时期,发明了一种新的食品保藏方式——烟熏肉技术。公元943年,法国记载了由麦角中毒而引起的4万多人的死亡,但当时还不清楚引起死亡的毒素是由麦角真菌所产生的。也许提出微生物在腐败食品中的作用的第一个人是埃·柯彻(Kircher)。在1658年,他检查腐败的尸体、肉体、牛奶和其他物质时,看到了被他称之为肉眼看不见的“小虫”。然而,由于他缺乏细致的描述,因而他的发现未被广泛接受。1765年,斯帕蓝沙尼(Spallanzani)证明了煮沸1个小时并加以封闭的牛肉汁仍然是无菌的,从而完成了证明生命自然发生学说不能成立的实验,同时也为制造罐头提供了理论根据。1837年,施沃恩(Schwann)改进设计装置,进一步证明微生物不是自然发生的,同时指出发酵与微生物有关系。然而令人遗憾的是,没有一个人能把他们的结果应用到实际中去。1795年,罐头已经问世。1810年,法国糖果制造商阿帕特(Appert)获得了用罐头保藏食品的专利权。第一个意识到和懂得食品中微生物的存在和作用的人是巴斯德,他在1837年证明了牛奶变酸是由微生物所引起的,大约在1860年他首次利用加热杀死酒中致病微生物。以后,由于人类生活的发展,食品微生物学作为一门学科不断得到发展和深入。用微生物制造的食品陆续出现,如酒、饮料、味精、面包等。由于微生物本身含有大量的蛋白质、营养丰富、又容易培养,近年来已作为新的食品来源而得到开发。杀菌效果和保藏方法不断改进有利于提高食品的质量,食品腐败进一步得到控制。在食品卫生方面,许多国家相继制订和颁布了不同食品中的微生物指标,我国也制订了自己的食品中的微生物指标。现在我国食品工厂都设有进行微生物指标检测的化验室,加强了对成品、半成品中的有害微生物的检验制度。各地方卫生防疫站和进出口商品检验局等部门,经常对食品进行有害微生物方面的检查,保证了食品的质量

和人民的身体健康。食品微生物学的科学研究和教育工作,在我国也是不断发展壮大的。原轻工业部设置了下属的食品发酵工业科学研究所,各省市都有相应的轻工研究所或食品研究所,专门研究食品微生物学的理论和应用问题。中央和地方的微生物研究所也把食品作为一个重要的研究课题,全国性的学术会议或专题讨论经常举行,科研成果不断出现。许多高等院校设置了食品专业,培养专业人才,而食品微生物学都是作为一门必修课程列入教学计划的。据不完全统计,目前全国已有几十余所院校开设了食品微生物学课程。这对深入开展食品微生物学的研究,加快食品工业的发展,为国家培养出更多的专业人才将会起到重要作用。

研究食品微生物的目的是为生产服务,希望通过这门课的教学能够更好地利用有用微生物,控制和改造有害微生物,为人类生产出更好的食品。

复习题

1. 什么是微生物? 微生物包括哪些种类?
2. 与动、植相比,微生物有哪些特点?
3. 为什么说巴斯德是微生物学的奠基人?
4. 食品微生物学的研究内容是什么?

第二章 食品微生物的形态和分类(一)

原核微生物的形态和结构

第一节 概 论

一、原核微生物与真核微生物

早在 1884 年,海克尔(Haekel)根据细胞结构的特点,将微生物分为原生生物(protozoa)和后生生物(metazoa)两大类群。他认为,原生生物都是一些单细胞或多核单细胞或非细胞生物,如病毒、细菌、蓝细菌、单细胞藻类、丝状真菌和原生动物;后生生物则是多细胞生物如动、植物。

随着显微镜、电子显微镜和生物化学等技术的发展与应用,人们发现原生生物里的细胞结构明显可以分为两种类型:一类细胞的核物质外有核膜包围,具有明显的结构;另一类细胞的核物质外没有核膜,核物质分散在原生质之中。而后生生物细胞的核物质都被核膜包围,具有一定的核结构。因此,现代生物学的观点认为:生物界首先要按有无细胞结构分为细胞生物和非细胞生物两大类。而自然界里存在的细胞生物,按其细胞核的结构特点,又可分为原核生物和真核生物两大类型。真核生物有动物、植物、真菌、藻(红藻、绿藻、褐藻)等,而原核生物主要有细菌、放线菌、立克次氏体、螺旋体、衣原体、蓝细菌等。

原核生物细胞与真核生物细胞主要有以下几点区别:

(一) 细胞核

原核生物细胞中具有一个絮状的核区,核区内只有一条由双螺旋脱氧核糖核酸(DNA)构成的基因体,亦称为染色体,它附着在细胞膜或中间体上。由于核外没有核膜包围,故称为原核。

真核生物细胞具有明显的胞核,核外由核膜包围,故称为真核。核内含有由多条染色体组成的基因群体。DNA 与组蛋白结合,形成复合物。

(二) 细胞膜

原核细胞的细胞膜形成大量折皱,向内陷入细胞质中,折叠形成管状或囊状结构的中间体(mesosome),它们是能量代谢与许多合成代谢的场所。

真核细胞的细胞膜不内陷,细胞质中有各种细胞器,如线粒体和叶绿体等,它们都有一层膜包围。而这些膜与细胞膜没有关系。

(三) 核糖核蛋白体

核糖核蛋白体(ribosome)又叫核糖体,分布在细胞质中,是蛋白质合成的场所。

原核细胞中核糖体较小,沉降系数为 70 S。真核细胞中核糖体较大,沉降系数为 80 S。

在原核细胞蛋白质合成中,DNA 的转录和转译是在细胞质中同时进行的;而在真核细胞蛋白质合成中,DNA 的转录是在核中进行的,而转译则是在细胞质中进行。

(四) 繁殖

原核细胞以无性的二分裂法繁殖为主,极少有接合的。

真核细胞则是有性和无性繁殖兼有,接合是繁殖的一部分,并产生两倍体。此外,尚有其他一些不同点(见表 2-1)。

表 2-1 原核生物与真核生物的比较

	原核微生物	真核微生物
细胞核结构	无核膜和核仁,为原核	有核膜和核仁,为真核
DNA	只有一条,由不与组蛋白相结合的 DNA 构成的环状染色体	核内有一条至数条线状染色体,DNA 与组蛋白结合,形成复合体
细胞器	无	有
核分裂	非有丝分裂	有丝分裂
核糖体	在细胞质中,沉降系数*为 70 S	在细胞质中,沉降系数为 80 S,在某些细胞器中沉降系数为 70 S
细胞膜中甾醇	一般无	有
细胞壁	肽聚糖或脂多糖	几丁质、多聚糖或寡糖
繁殖方式	无性繁殖(二分裂法),很少有接合的	无性繁殖和有性繁殖
鞭毛结构	简单	为 9+2 结构

* 沉降系数(sedimentation coefficient)是测量某一物质在离心力作用时的沉降速度,以沉降单位 S(1 Svedberg unit=10⁻¹³ S)来表示。

原核细胞和真核细胞虽然有上述区别,但是一切细胞生物,不论是原核生物或是真核生物,其物质组成、遗传变异、物质代谢和生长繁殖的共同性仍然是主要的,因此,人们认为一切细胞生物都是同源的。细胞生物的多样性是生物进化中发展和分化的结果,原核生物和真核生物是进化发展方向或两个发展阶段交叉发展的结果。