

SHI PIN WEI SHENG WU XUE

食品微生物学

(第二版)

杨洁彬 李淑高 编 著
张 簏 周维新

北京农业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品微生物学/杨洁彬等编著. —2 版. —北京: 北京农业大学出版社, 1995. 8

ISBN 7-81002-701-8

I. 食… II. 杨… III. 食品-微生物学 IV. TS201.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 06782 号

北京农业大学出版社出版发行
(北京市海淀区圆明园西路 2 号)
北京丰华印刷厂印刷 新华书店经销
1989 年 3 月第 1 版 1995 年 9 月第 2 版
1999 年 6 月第 2 次印刷
787×1092 毫米 16 开本 402 千字
印张: 16.25 印数: 6000~11000
定价: 17.00 元

第二版 前 言

1989年出版的本书第一版得到广大读者的承认。由于食品科学的迅速发展,食品微生物学的教学、培训等任务较重;对本教材的需求量也较大。

在这几年中,食品微生物学有了一些新的进展。但是,作为教材,需要学生掌握的基本理论知识和操作技能并没有大的变化。所以,对第一版的内容只进行了部分的修改和补充。

在编排上与第一版相同。全书共11章,由北京农业大学杨洁彬(绪论、第2,7章)、张箴(第5,9,11章)、天津农学院李淑高(第6,8章)、周维新(第1,4章)等四位同志修订,第一版中张漱泉同志编写的第3章和第10章,再版时因故本人不能参加修改,故由杨洁彬、张箴两位同志分别负责第10章和第3章的修订。最后由杨洁彬负责统稿。

衷心希望读者在使用本书过程中再次给我们提出宝贵的意见。

编 者

1995.1

第一版 前 言

近年来,随着国民经济的发展,食品科学日益受到重视。许多院校相继成立了食品系或专业。在食品的制造、保藏、运输及销售等过程中都存在着许多微生物学问题,一方面是利用某些微生物改善食品的营养和风味,增加食品种类,丰富人民生活;另一方面是防止微生物污染、保证食品的卫生、提高食品的安全性。所以,食品微生物学是有关食品专业一门必修课。

本书除对微生物学的基本问题,如对细菌、酵母菌、霉菌的形态、营养、代谢、生长以及遗传变异等作了较系统的介绍外,还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、微生物与食品保藏等方面也有较多的论述,力求使学生既具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。

全书共11章,1~8章为微生物学基础部分,9~11章为微生物与食品的关系。由北京农业大学杨洁彬(绪论、第2,7章)、张篪(第5,9,11章)、山西农业大学张漱泉(第3,10章)、天津农学院李淑高(第6,8章)、周维新(第1,4章)五位同志编写,由杨洁彬与李淑高分别任主编和副主编。

由于高等农业院校近几年才成立食品系,在教学中深感需要一本适宜的教材。为此,我们共同编写了这本书。但是,微生物学进展很快,食品科学在我国属新兴学科,同时也限于时间和编者的水平,使本书在内容、观点或其他方面都在所难免地存在一定的缺点和错误,衷心希望读者在使用过程中给我们提出宝贵的意见。

编 者

1988.8

目 录

绪 论

第一节 微生物学的研究对象与任务	(1)
一、微生物学的研究对象	(1)
二、微生物学的任务	(2)
第二节 微生物学的发展概况	(2)
一、古代人类对微生物的利用	(2)
二、微生物的发现及形态学发展阶段	(3)
三、生理学发展阶段	(3)
四、近代微生物学的发展	(4)
第三节 我国食品微生物学的发展及其任务	(5)
一、我国食品微生物学的发展	(5)
二、食品微生物学的任务	(5)

第一章 原核生物——细菌和放线菌

第一节 细菌	(8)
一、细菌个体形态和大小	(8)
二、细菌细胞的结构	(10)
三、细菌的繁殖与菌落形态特征	(20)
四、细菌的分类	(21)
五、食品中常见的细菌	(26)
第二节 放线菌	(28)
一、放线菌的形态	(28)
二、放线菌的繁殖	(29)
三、放线菌的代表属	(30)
第三节 几种其他类型的原核生物	(31)
一、蓝细菌	(31)
二、螺旋体(<i>Spirochetes</i>)	(31)
三、立克次氏体(<i>Rickettsia</i>)	(32)
四、衣原体(<i>Chlamydia</i>)	(32)
五、支原体(<i>Mycoplasmas</i>)	(32)

第二章 真核生物——真菌

第一节 真菌的一般特性	(34)
一、真菌的细胞构造	(34)
二、真菌的繁殖	(38)
三、真菌的分类	(40)
第二节 霉菌	(48)
一、霉菌的形态	(48)

二、霉菌的菌落·····	(49)
三、霉菌的代表属·····	(50)
第三节 酵母菌·····	(57)
一、酵母菌的形态、大小及菌落特征·····	(57)
二、酵母菌的细胞结构·····	(57)
三、酵母菌的繁殖·····	(58)
四、酵母菌的代表属·····	(60)
第三章 非细胞生物——病毒	
第一节 病毒的一般特性·····	(64)
一、病毒的基本特点·····	(64)
二、病毒的大小与形态·····	(65)
三、病毒的化学组成与结构·····	(65)
第二节 病毒的增殖·····	(66)
一、吸附(adsorption)·····	(66)
二、侵入(penetration)·····	(67)
三、脱壳(en coating)·····	(67)
四、生物合成(biosynthesis)·····	(68)
五、装配与释放(assembly and release)·····	(68)
第三节 病毒的分类·····	(69)
第四节 噬菌体·····	(69)
一、噬菌体的一般特性·····	(69)
二、噬菌体的危害和应用·····	(72)
附：免疫学及血清学反应	
第一节 抗原与抗体·····	(74)
一、抗原·····	(74)
二、抗体·····	(75)
第二节 抗原抗体反应·····	(75)
一、抗原抗体反应的一般特点·····	(75)
二、抗原抗体反应的种类·····	(76)
第四章 微生物的营养	
第一节 微生物细胞的化学组成·····	(80)
第二节 营养物质及其生理功能·····	(81)
一、碳源·····	(81)
二、氮源·····	(82)
三、水·····	(82)
四、无机盐·····	(82)
五、生长因子·····	(83)
第三节 微生物的营养类型·····	(86)
一、光能自养型(光能无机型)·····	(86)
二、光能异养型·····	(87)
三、化能自养型(化能无机型)·····	(87)
四、化能异养型·····	(87)

第四节 微生物对营养物质的吸收方式	(88)
一、细胞膜的分子结构与细胞膜的生理功能	(88)
二、细胞膜的通透性	(88)
三、微生物对营养物质吸收的机制	(89)
第五节 培养基	(91)
一、培养基的类型	(91)
二、培养基的配制原则	(93)
第五章 微生物的代谢	
第一节 微生物的能量代谢	(95)
一、ATP 的生成	(95)
二、微生物氧化的方式	(96)
三、能量的利用	(97)
第二节 微生物的分解代谢	(98)
一、碳水化合物的分解	(98)
二、蛋白质和氨基酸的分解	(105)
三、脂肪和脂肪酸的分解	(107)
第三节 微生物细胞物质的合成	(107)
一、二氧化碳的固定	(107)
二、氮的同化	(108)
三、氨的同化与氨基酸的合成	(108)
四、蛋白质的合成	(110)
五、类脂的合成	(111)
六、次生代谢产物的合成	(112)
第四节 微生物的代谢调节	(113)
一、酶生成的调节	(113)
二、酶功能的调节	(115)
三、微生物代谢调节的意义	(116)
第六章 微生物的生长与环境条件	
第一节 微生物的生长	(118)
一、微生物的生长	(118)
二、微生物的纯培养	(118)
三、微生物生长的测定	(119)
四、生长曲线	(121)
五、连续培养	(123)
第二节 环境条件对微生物的影响	(124)
一、温度	(125)
二、湿度	(128)
三、渗透压	(128)
四、氧化还原电势(Eh)	(129)
五、辐射	(129)
六、超声波与微波	(130)
七、氢离子浓度	(131)

八、盐类	(132)
九、某些化学物质	(132)
第七章 微生物的生态	
第一节 微生物在自然界中的分布	(135)
一、土壤中的微生物	(135)
二、水中的微生物	(136)
三、空气中的微生物	(138)
四、植物体表和体内的微生物	(138)
五、动物体表和体内的微生物	(139)
六、人体内外的微生物	(139)
七、极端环境条件下的微生物	(140)
第二节 微生物之间的相互关系	(140)
一、中性关系	(141)
二、偏利作用	(141)
三、协同作用	(141)
四、互惠共生	(141)
五、竞争关系	(142)
六、拮抗作用	(143)
七、寄生关系	(143)
八、捕食关系	(144)
第三节 微生物在自然界物质循环中的作用	(145)
一、碳素循环	(146)
二、氮素循环	(147)
三、硫素循环	(148)
第四节 微生物生态学的应用	(149)
一、污水净化	(149)
二、农药降解	(150)
第八章 微生物的遗传变异与育种	
第一节 微生物的遗传与变异	(152)
一、微生物遗传与变异的概述	(152)
二、遗传变异的物质基础	(153)
第二节 基因突变与诱变育种	(157)
一、基因突变(gene mutation)	(157)
二、诱变与育种	(158)
三、突变与育种	(161)
第三节 基因重组与杂交	(164)
一、原核微生物的基因重组	(164)
二、真核微生物的杂交育种	(166)
三、基因工程(genetic engineering)	(166)
第四节 菌种的衰退、复壮和保藏	(167)
一、菌种的衰退与复壮	(167)
二、菌种的保藏	(169)

第九章 微生物在食品制造中的应用

第一节 细菌在食品制造中的应用	(171)
一、食醋	(171)
二、发酵乳制品	(172)
三、蔬菜和水果的乳酸发酵食品	(175)
四、氨基酸	(175)
五、维生素C	(177)
第二节 酵母菌在食品制造中的应用	(177)
一、面包	(178)
二、酿酒	(178)
三、酵母菌细胞的利用	(179)
第三节 霉菌在食品工业中的应用	(180)
一、淀粉的糖化	(180)
二、酱油	(181)
三、酱类	(181)
四、豆腐乳	(182)
五、有机酸	(182)
第四节 微生物酶在食品工业中的应用	(183)
一、用微生物生产酶制剂的优点	(183)
二、微生物产生的酶及其在食品工业中的应用	(183)
第五节 食用菌	(186)
一、我国的主要食用菌	(186)
二、食用菌的人工种植	(187)

第十章 微生物与食品腐败变质

第一节 食品微生物污染及途径	(189)
一、食品污染的概念	(189)
二、污染途径	(189)
三、食品中微生物的消长情况	(190)
第二节 微生物引起食品腐败变质的条件	(191)
一、食品基质	(191)
二、食品的环境条件	(195)
第三节 果蔬及其制品的腐败变质	(197)
一、新鲜果蔬的变质	(197)
二、果汁的变质	(197)
第四节 粮食及其制品的腐败变质	(200)
一、粮食	(200)
二、面粉	(200)
三、粮食制品的变质	(201)
第五节 乳及乳制品的腐败变质	(201)
一、鲜牛乳中的微生物及其腐败变质	(201)
二、奶粉中的微生物	(205)
三、微生物引起的炼乳腐败变质现象	(206)

第六节 肉类及鱼类的腐败变质·····	(207)
一、畜禽肉类的腐败变质·····	(207)
二、鱼类的腐败变质·····	(208)
第七节 鲜蛋的腐败变质·····	(208)
一、鲜蛋中微生物的来源及类群·····	(208)
二、鲜蛋变质的现象·····	(209)
第八节 罐藏食品的腐败变质·····	(209)
一、罐藏食品的特性·····	(209)
二、罐藏食品变质的原因·····	(209)
三、罐藏食品腐败的类型·····	(209)
四、腐败变质罐头的微生物学分析·····	(211)
第九节 食品腐败变质给人类带来的危害·····	(213)
一、食物中毒·····	(213)
二、传播人畜共患病·····	(218)
第十节 食品卫生的微生物学指标·····	(219)
一、细菌总数·····	(221)
二、大肠菌群·····	(221)
三、病原菌·····	(222)
第十一章 微生物与食品保藏	
第一节 食品保藏中的微生物学问题·····	(223)
一、预防微生物污染食品·····	(223)
二、减少和去除食品中的微生物·····	(224)
三、控制食品中残留微生物的生长与繁殖·····	(225)
第二节 食品保藏的主要方法·····	(225)
一、利用加热保藏食品·····	(225)
二、利用低温保藏食品·····	(227)
三、利用干燥保藏食品·····	(228)
四、利用辐照保藏食品·····	(229)
五、利用发酵与腌渍保存食品·····	(233)
六、利用化学添加剂保存食品·····	(234)
拉汉微生物名称对照·····	(235)
参考文献·····	(248)

绪 论

第一节 微生物学的研究对象与任务

一、微生物学的研究对象

(一)微生物和微生物学

微生物不是生物分类学中的名词,而是所有小生物的通称。因此,微生物包括多种生物类群,既包括属于真核生物的真菌、低等藻类和原生动物,又包括属于原核生物的细菌和放线菌,还包括不具细胞结构的病毒。虽然微生物中包括了如此众多的生物类群,但是,由于它们都是比较简单的、低等的生物,其生物学特性比较接近,对它们的研究方法和应用方面也有相似之处。所以,常把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。

微生物学就是研究以上这些小生物的形态结构、生长繁殖、遗传变异、生理生化等特征以及微生物在自然界中的分布、作用和与人类及其他生物相互关系的一门学科,通过对各种微生物的研究,达到利用、控制、改造它们,使其为人类造福的目的。

(二)微生物的特点

微生物虽然个体小,结构简单,但它们具有与高等生物相同的基本生物学特性。如生长、繁殖、遗传性、变异性、新陈代谢等等。此外,它们还具有本身的特点。

1. 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。不同种类的微生物对营养物质的要求、新陈代谢的特点以及对环境条件的要求和适应等都有所不同,因而能广泛分布于自然界。在土壤中、大气中、水中、各种物品上、人和动、植物的体内外都有微生物存在。甚至在高空、深海、矿层、沙漠和冰雪等地方都有微生物存在。可以说,凡是有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,甚至可以生长繁殖。

2. 代谢能力强、繁殖速度快 由于微生物的个体很小,其表面积和体积的比值很大,因此,它们能够在有机体与外界环境之间迅速交换营养物质与代谢产物。从单位重量来看,微生物的代谢强度比高等动物的代谢强度大几千倍至几万倍。如一千克菌体的酵母菌在一天内可发酵几千千克糖,生成酒精。又如用乳酸菌生产乳酸,每个细胞产生的乳酸为其体重的 10^3 至 10^4 ,可见其代谢能力之强。

其繁殖速度之快是高等生物不能与之相比的,如大肠杆菌在适宜条件下,20min就可繁殖一代,24h可繁殖72代。即由一个菌体在一昼夜中可繁殖成 47×10^{22} 个菌体。当然,这是理论上的计算,实际上由于营养物质的消耗,代谢产物的积累以及环境条件的变化等诸多对其生长不利的因素,不可能使每个菌体都存活下来并进行繁殖。但可以说明,它们的繁殖速度比高等生物快千万倍。

3. 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,因而受环境的影响也大。一旦环境条件发生变化,不适于微生物的生长时,很多微生物个体死亡。但是,也有些个体发生变异并能存活下来。人们常常利用微生物的这一特点,根据工作需要,用人工诱变的方法,给予不适宜微生物正常生长的环境条件,使其遗传性发生变异,从变异的菌株中筛选优良菌种,因而在较短时间内有可能得到较好的菌种,这也是用高等动、植物作试验材料时不能作到的。

二、微生物学的任务

自然界广泛存在的这些微生物与人类的关系非常密切。少数微生物是人类和动植物的病原菌,给人类带来灾害。但是,大多数微生物对人类是无害的,或者是有益的,甚至是人类生产和生活中所不可缺少的。

绿色植物通过光合作用将 CO_2 、水和其他无机物质合成有机物质,成为人和动物的食物来源,这是非常重要的。微生物将自然界中的有机残体分解,把 CO_2 和矿质元素释放到土壤和大气中,为植物提供合成有机物质的材料来源,也是非常重要的。否则,植物得不到 CO_2 的补充,不能合成有机物质,一切生物都将无法生存。

抗生素可抑制或杀死某些病原菌,是医药卫生方面的一支重要力量。目前已发现的抗生素主要是由微生物产生的,如常用的青霉素、链霉素、土霉素、四环素、庆大霉素、卡那霉素等等。除用于医药以外,畜用抗生素的应用也很广泛,近年来农用抗生素的发展也很快。可见,抗生素对人、畜、植物的防病治病都有很大的意义。

此外,微生物还广泛地应用于国民经济的许多部门,如食品、制革、纺织、石油、化工、冶金以及环境保护等各个方面。

第二节 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积累了丰富的经验,知道如何利用微生物来提高生产,改善生活和消灭病害。特别是我国古代的劳动人民在这方面作出了具有历史意义的伟大贡献。

我国是世界文明发达最早的国家之一。对微生物的利用也有悠久的历史。郭沫若在《中国史稿》中曾写道“距今6000~7000年前的仰韶文化时期,已大量采食蘑菇”。这说明我国古代就知道有些微生物可直接作为食品。

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,以黄河流域的旱农为对象记载了如何肥田、倒茬并提出瓜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,因而获得高产的道理。

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,并有“黄衣”、“黄蒸”等曲种名,还有酿酒的记载,说明那时已利用微生物制酒了。

在医学方面,我国古代人民对防病治病有着极丰富的经验。远在公元前六世纪,我国的名医扁鹊就主张防胜于治,是世界上发展较早的正确医学思想。公元二世纪时,张仲景判断

伤寒流行与环境季节有关,并提出禁食病死的兽肉和不清洁的食物。公元四世纪,葛洪的《肘后方》中除详细记载了天花的症状外,并注意到天花的流行方式。我国古代采用种痘以防天花的方法是世界医学史上的一个伟大创造,以后传至欧洲和美洲,这不仅反映我国与天花疾病作斗争的成果,也是免疫方法的起源。

总之,我国古代劳动人民对微生物的利用较全面,在微生物学的发展中起了很大的作用。

二、微生物的发现及形态学发展阶段

虽然古代人民对微生物的存在已有所感受并加以利用,但还没有直接看到微生物。在17世纪。由于航海业的兴起,促进了光学仪器的研究和发展。荷兰科学家吕文虎克(Leeuwenhoek, 1632~1723)首次制造了可以放大300倍的显微镜。他用自制的显微镜观察了很多物质,如雨水、污水、牙垢、血液、腐败物质及酒、醋等。他看到这些样本中有各种微小的、能动的物体,他称之为“微动物”。他把观察到的微动物的形态及运动情况作了详细的记载并绘制成图(见图1),于1695年发表了《吕文虎克所发现的自然界的秘密》,吕文虎克在显微镜下的重大发现是人类揭露微生物世界的开始。

由于吕文虎克磨制透镜的高超技术和敏锐的观察能力,使他能首先发现了微生物。但当时对这个重大发现的意义认识不够,直到18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微生物分类方面的工作。

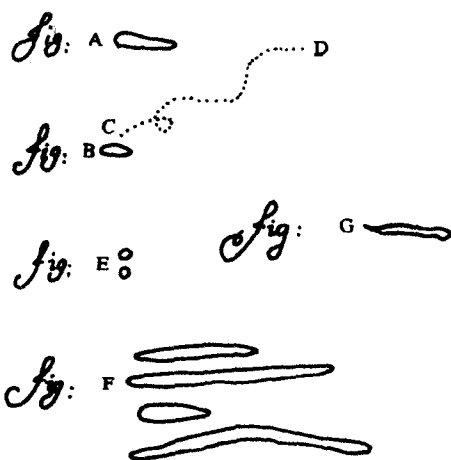


图1 吕文虎克最先描绘的细菌及其运动图
A,B,E,F,G. 各种细菌;C~D. 细菌运动

三、生理学发展阶段

到了19世纪,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,如在19世纪60年代,欧洲一些国家中占重要经济地位的酿酒业发生酒变质的问题,养蚕业发生蚕病的危害。由于生产中提出了需要解决的问题,因而推动了各门学科的前进,也促进了微生物学的发展。

法国科学家,路易·巴斯德(Louis Pasteur, 1822~1895)是这一发展阶段的杰出代表。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。如当时对于水浸液内微生物的来源,曾有两种看法的激烈争论,一种认为微生物能自水浸液内自然发生,即“自然发生”学说;另一种认为空气中有微生物种子可从空气中进入水浸液内,虽然有人作过试验,但由于技术问题而未能得到证实。巴斯德制造了具有细长而弯曲的颈的玻璃瓶,并加入有机物水浸液(图2),经煮沸灭菌后可保持无菌状态。这是因为空气虽能进入玻璃瓶,但微生物不能随弯曲的瓶颈上升,而是与尘土一起附着在弯颈的低处。如将瓶颈打断,微生物可随空气进入瓶中并生长繁殖,因而有机物水浸液发生腐败。至此,结束了这场争论。

巴斯德还解决了当时生产中出现的一些问题,如酒的变质给法国带来重大损失,他通过试验证明,制酒是由酵母菌引起的,而酒的变质是由其他杂菌引起的。他还研究了乳酸发酵、醋酸发酵、丁酸发酵等过程并指出,不同的发酵是由不同微生物引起的。没有微生物的存在,发酵作用不能进行。他的工作为发酵微生物学的发展奠定了基础。他还证实了有些微生物只能在缺氧的环境中生活,并在微生物学中引进了“好氧”和“厌氧”这两个术语。而在这之前,人们认为氧气是一切生命所必需的条件。

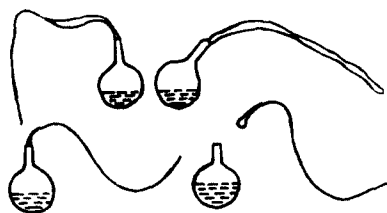


图2 巴斯德研究自然发生时所设计的曲颈玻璃瓶

此外,人被疯狗咬伤感染的疾病是当时的一种不治之症,巴斯德成功地制作了疫苗。他还解决了影响养蚕业发展的蚕病。目前常用的巴斯德杀菌法也是由他创立的。可见,巴斯德在微生物学发展中的贡献是多方面的。

柯赫(Robert Koch, 1843~1910)研究细菌,特别是病原细菌对微生物学的发展有卓越的贡献,他和巴斯德被公认为是微生物学的两位奠基者。柯赫建立了微生物学研究的基本技术,如细菌的分离和纯化技术,培养基的制作及染色技术等。这就使他对细菌的研究更加深入;如炭疽病是当时欧洲大家畜的一种普遍而严重的病害。他经过研究提出,炭疽病的病原菌为炭疽杆菌,并阐明这个菌的生理、生态特性及生活史。这是人类第一次科学地证知某种专特的微生物是某种专特病害的病原体。他还提出了为证明病原菌所必需具备的条件,被称为柯赫法则,对传染病害的研究起了重要的推动作用。

维诺格拉德斯基(Виноградский С. Н. 1856~1953)是一位俄国的微生物学家。他于1887年发现了硝化细菌,揭示了微生物中新的营养类型,即自养微生物。在土壤微生物的研究方面积累了丰富的经验,被认为是土壤微生物学的奠基者。

从以上可以看出,在这一阶段中,微生物学的研究工作已深入到微生物生理学的领域。

四、近代微生物学的发展

19世纪是微生物学全面发展的时期,自20世纪开始,微生物学的研究更加深入,进入了一个新的阶段。不仅研究微生物的代谢作用,而且研究了微生物的基本生理机制,与生物化学的联系日益密切。这是一个客观的发展过程。一方面,生物化学上许多基本机制的发现促进了微生物生理学的进展,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进展。

本世纪以来,由于电子显微镜的发明、同位素示踪原子的运用、生物化学、生物物理新理论、新技术的渗透,大大推动了微生物学理论研究的迅速发展。分子生物学取得了很大的成就。1944年,艾威(Avery)提出脱氧核糖核酸(DNA)是生物的遗传物质,1953年华特逊(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70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,以微生物为研究材料,研究其代谢机制和遗传规律,并把这些结果应用到高等生物中并得到证实,说明在所有生物体内的生物化学变化、遗传信息的储存与传递等规律都有共同性。以微生物为研究材料有很多优越性,如实验室条件易于控制、微生物的繁殖速度快,在短时间内可取得大量的结果。近年来,生物技术进展很快,使微生物为人类作出了更多的贡

献,如用微生物生产胰岛素、生长激素、病毒干扰素等已获得成功。

微生物学的发展过程也是人们对微生物的认识日益深刻的过程。随着微生物学发展的逐步深入,发现微生物学的应用范围也很广泛。微生物学涉及到人类的生活和工、农业生产的很多方面。因而也逐步形成了繁茂的微生物学的分支学科。如着重于研究微生物生物学基本问题的有普通微生物学、微生物分类学、微生物生理学、微生物生态学、微生物遗传学等。根据研究微生物的种类有细菌学、真菌学、病毒学等。在应用微生物学方面,则有更多的分支,如农业微生物学、工业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、食品微生物学、乳品微生物学、石油微生物学、海洋微生物学、土壤微生物学等等。各分支学科的相互配合、相互促进,有利于微生物学的全面而深入的发展。

第三节 我国食品微生物学的发展及其任务

一、我国食品微生物学的发展

解放前,我国微生物学的基础非常薄弱,从事微生物学工作的人员也很少,在高等院校开设的与微生物学有关的课程也寥寥无几。食品微生物学方面的工作就更少,只有古老的酿造业生产一些食品。在高等院校没有食品专业,只在某些农业院校的农业化学中设置与食品加工有关的课程。

解放后,微生物学开始发展,而且速度较快,不论在教学、科研机构的设置上,还是在研究的成果上都取得了很大的成绩,食品微生物学的工作也得以迅速地发展,不仅古老的酿造业得到了发展,而且开辟了一些新的领域并取得可喜的成绩。如味精的生产,以前是采用化学方法,以粮食中的蛋白质为原料。从60年代起,我国就逐步采用微生物发酵法生产味精,既提高了生产效率,降低了成本,又节约了粮食。柠檬酸是食品中常用的调味剂,过去只依赖进口,目前我国已成功地用薯干和废糖蜜为原料,用微生物发酵法生产柠檬酸,不仅结束了依赖进口的局面,而且已有柠檬酸出口。白酒的生产在我国虽然有悠久的历史,但是,也只有在解放以后,产量不断的增加,质量不断地提高,而且新的白酒品种也不断出现,在开辟新的原料、试制新产品、选育优良菌种、推广新工艺、新设备、实现机械化、连续化、自动化生产和大搞综合利用等方面都取得了较大的成绩。啤酒的生产也逐年增加。应用微生物生产酶制剂是一个新兴的领域,在几个主要酶制剂产品,如 α -淀粉酶、糖化酶及蛋白酶等已经投产。单细胞蛋白质的生产也是应用微生物的一个方面,我国已试验成功用微生物发酵法进行石油脱蜡,既适应了工业的需要,又获得了单细胞蛋白质。此外,近年来,由于人民生活水平的提高对食品的种类、数量和质量都提出了更高的要求,与微生物有关食品,如食用菌、乳制品逐渐普及,各种饮料也相继出现,既活跃了食品市场,也丰富了人民的生活。

在高等教育方面,50年代仅在几个轻工院校、工业院校设有与食品有关的专业和课程。近年来,随着我国社会主义事业的发展,食品科学日益受到重视,除轻工院校和工业院校有关食品的专业得到巩固与发展以外,1983年以来许多农业院校、综合性大学和商业院校相继成立了与食品有关的专业或系。食品微生物学是一门必修的课程。

二、食品微生物学的任务

微生物在自然界广泛存在,在食品原料上和大多数食品上都存在着微生物。但是,不同

的食品或在不同的条件下,其微生物的种类、数量和作用亦不相同。食品微生物学是研究与食品有关的微生物的特性、微生物与食品的相互关系及其生态条件的科学。所以,从事食品科学的人员应该了解微生物与食品的关系。一般来说,微生物既可以在食品制造中起有益的作用,又可通过食品给人类带来危害。

以微生物供应或制造食品,这并不是新的概念,早在古代,人们就采食野生菌类,利用微生物酿酒、作酱。但当时并不知道是微生物的作用,随着对微生物与食品的关系的认识日益深刻,逐步阐明了微生物的种类及其机理,也逐步扩大了微生物在食品制造中的应用范围。概括起来,微生物在食品中的应用有三种方式,①微生物菌体的应用,食用菌就是受人欢迎的食品;乳酸菌可引起蔬菜和乳类及其他多种食品的发酵,所以,人们在食用酸牛奶和酸泡菜时也食用了大量的乳酸菌;单细胞蛋白质就是从微生物体中所获得的蛋白质,也是人们对微生物菌体的利用。②微生物代谢产物的应用,人们食用的食品是经过微生物发酵作用的代谢产物,如酒类、食醋、氨基酸、有机酸、维生素等。③微生物酶的应用,如豆腐乳、酱油。酱类是利用微生物产生的酶将原料中的成分分解而制成的食品。微生物酶制剂在食品及其他工业中的应用日益广泛。

我国幅员辽阔,微生物资源丰富,开发微生物资源,利用其有益的作用,可为人类提供更多更好的食品。

微生物引起的食品有害因素主要是食品的腐败变质,因而使食品的营养价值降低或完全丧失,有些微生物是使人类致病的病原菌,有的微生物可产生毒素,如果人们食用含有大量病原菌或含有毒素的食物,则可引起食物中毒,影响人体健康,甚至危及生命,食品微生物学工作者应该设法控制或消除微生物对人类的这些有害作用。

总之,食品微生物学的任务在于,研究有益微生物在食品中的应用,为人类提供有益于健康、营养丰富的食品,并避免在食品制造、流通和保藏中有害微生物的污染,防止食品腐败和产毒,保证食品的安全性。

食品微生物学是一门综合性的科学,涉及面较广。为学好本门课程,必须很好地掌握微生物学基本知识和操作技能;了解微生物与食品原料、工艺、环境的关系和控制有害微生物活动的方法。

由于食品科学在我国受到重视仅有十几年的历史,食品微生物学是一门新兴的学科,所以食品微生物学工作者的任务相当艰巨。虽然近年来有些用微生物制造的食品相继问世,但是,与我国丰富的微生物资源相比,对它们的研究和应用还远远不够,食品保藏中微生物区系的变化关系到食品质量、安全及货架期。这方面的工作也很薄弱。

在微生物学、生物技术突飞猛进的今天,食品微生物学尚处于起步阶段,需要广大的科学工作者共同努力,推动我国食品微生物学的发展。

第一章 原核生物——细菌和放线菌

为了了解微生物在生物中的地位,首先介绍生物学的发展。由于动物和植物的个体大,其区别比较容易,以前把生物分成动物界和植物界两大类。植物具有叶绿体,能利用光能进行光合作用,把 CO_2 合成为有机物质,植物细胞具有细胞壁;而动物细胞不具有细胞壁,也不具有叶绿体,不能进行光合作用,只能利用现成的有机物质。但是,有些微小的生物既像动物又像植物,如眼虫藻,虽含有叶绿体,但无真正的细胞壁。因此,它们在生物中的地位就难于确定。1866年,海格尔(Haeckel)提出原生生物界,与动物界和植物界一起成为生物三界分类系统。1950年以后,由于生物科学的不断深入,手段的不断改善,特别是电镜的应用和细胞超微结构的研究,发现细胞生物的细胞核存在两种类型,称为真核与原核。动物界和植物界的细胞都是真核,而原生生物界中既有真核细胞又有原核细胞。

原核生物细胞与真核生物细胞之间有三项主要区别。

第一,原核生物细胞中有明显的核区,核区内只有一条由双螺旋脱氧核糖核酸(DNA)构成的基因体,亦称染色体。真核生物细胞含有由多条染色体组成的基因群体。真核生物细胞的染色体除含有双螺旋结构的脱氧核糖核酸(DNA)外还含有组蛋白。真核生物细胞内有一个明显的核,染色体位于核内,核由一层核膜包围,这样的核称为真核。原核生物细胞的核区没有核膜包围,称为原核。

第二,原核生物的细胞有一个连接不断的细胞膜,它包围着细胞质,大量折皱内陷到细胞质里去,称为中体(中间体)。真核生物细胞的细胞膜包围细胞质,但并不陷入,在细胞质内有各种细胞器。它们都各由一层膜包围。这些细胞器的膜和细胞膜没有直接关系。

第三,核蛋白体位于细胞质内,它们是蛋白质合成的场所。原核生物细胞的核蛋白体小,为70S。真核生物细胞的核蛋白体要大些,为80S(细胞器内为70S),除上述三项区别外尚有其他不同点。见表1-1。

表1-1 原核微生物与真核微生物的主要区别

性 状	原 核 微 生 物	真 核 微 生 物
细胞核结构	为原核,不具有核膜和核仁	为真核,具有核膜与核仁
DNA	只有一条不与RNA和蛋白质结合	一至数条与RNA和蛋白质结合
核糖体	70S在细胞质中	80S,在细胞质中,在某些细胞器中为70S
细胞器	无	有线粒体、高尔基体、内质网等细胞器
细胞壁组成	肽聚糖或脂多糖	几丁质、多聚糖或寡糖
繁殖方式	无性繁殖	有无性繁殖和有性繁殖
细胞分裂	二分裂	具有有丝分裂和减数分裂
细胞膜中固醇	无(除个别例外)	有
鞭毛结构	比较简单	9+2结构
细胞大小	一般较小,1~10 μm	较大,10~100 μm

注:S是沉降系数(Svedberg),用来测试颗粒大小。

1956年,柯普兰(Copland)提出生物四界分类系统,即动物界、植物界、原核生物界和原生生物界。以后,韦特柯尔(Whittaker)根据生物获得营养的方式不同,如动物借助吞噬作