

教育部高职高专规划教材



食品微生物

朱乐敏 主编 周凤霞 主审



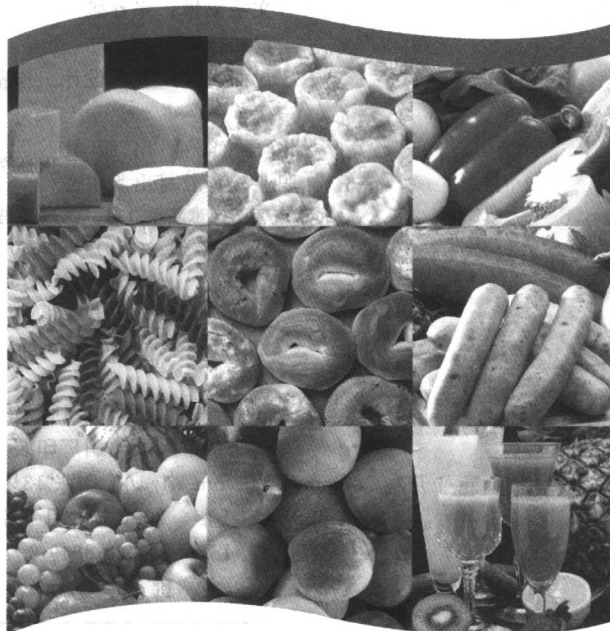
化学工业出版社
职业教育教材出版中心

教育部高职高专规划教材



食品微生物

朱乐敏 主编 周凤霞 主审



化学工业出版社
职业教育教材出版中心
· 北 京 ·

本书主要阐述了与食品有关的微生物的形态、培养及生理特征；微生物遗传变异与优良菌种的选育与保藏；微生物与食品的相互关系及其生态条件；与食品有关的微生物的活动规律；各种有益微生物为人类制造的不同种类的食品及其功能；食品中污染微生物的种类、给人类带来的危害；防止食品腐败变质的措施；微生物及其毒素污染食品引起的人和畜禽类食物中毒的种类及预防措施等。本书的第八章为食品微生物实验技术，主要包括显微镜的使用方法；各种微生物的形态观察；微生物培养技术；食品中细菌和大肠杆菌群的检测方法；微生物菌种的选育及保藏技术等。

本书可供高职高专食品类专业师生使用，也可供相关人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品微生物/朱乐敏主编. —北京：化学工业出版社，

2006. 6

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-8849-3

I. 食… II. 朱… III. 食品微生物-高等学校：技术学院-教材 IV. TS201.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071014 号

教育部高职高专规划教材

食品微生物

朱乐敏 主编

周凤霞 主审

责任编辑：于 卉

文字编辑：张春娥

责任校对：宋 玮

封面设计：九九设计工作室

*

化学工业出版社 出版发行
职业教育教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询：(010)64982530

(010)64918013

购书传真：(010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 326 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8849-3

定 价：22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

高职高专食品类专业规划教材

编审委员会

主 任 金长义

副主任 葛 亮 盛成乐 徐恒山 阎保平 臧大存

张立彬 张 泰 朱 珠

委 员 陈剑虹 陈 志 杜克生 葛 亮 胡永源

姜淑荣 冷士良 李晓华 梁传伟 穆华荣

潘 宁 孙来华 唐 突 王 莉 王亚林

文连奎 熊万斌 杨登想 杨清香 杨士章

杨永杰 叶 敏 于艳琴 展跃平 张晓燕

张 妍 张英富 赵思明 周凤霞 周光理

朱乐敏 朱 珠

(按姓氏汉语拼音排序)

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分,改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本教材是根据教育部有关高职高专教材建设的文件精神，以高职高专食品类专业学生的培养目标为依据编写的。在教材的编写过程中广泛征求了食品企业专家和食品微生物授课老师的意见。同时本教材编写人员本身就是从事高职高专食品专业教学多年的教师，因而本教材具有较强的实用性。

在编写过程中，理论部分本着“必需、够用为度”的原则，突出实验部分的教学内容，但又不失本学科知识的连续性和完整性。本书选材合适、层次分明、内容安排较合理，并努力做到条理规范、内容实用，重要的是突出了高职高专的教育是以能力为中心的教育特点。

本书共分八章，第一章至第七章是微生物理论部分、微生物在食品工业中的应用及不同的微生物引起不同食品的腐败变质。第八章是微生物实验，共十六个实验，包括微生物的形态观察、微生物的测定及微生物应用实验。其中第一章、第四章、第五章、第七章、实验八、实验十一、实验十二、实验十六由朱乐敏编写；第二章、实验七、实验十由熊美阳编写；第三章的第一节及第三节、实验一、实验二、实验三、实验四、实验五、实验六及附录部分由李善斌编写；第三章的第二节及第四节、实验九、实验十三、实验十四、实验十五由田晖编写；第六章由程伟编写。全书由朱乐敏统稿。

周凤霞担任本书的主审，并提出了许多宝贵意见。由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请有关专家、老师、读者批评指正。

本书在编写过程中，得到了江苏省扬州市职业大学、长沙环境职业技术学院、广西职业技术学院、杭州职业技术学院及新疆职业技术学院等单位领导的大力支持，在此表示衷心的感谢。

最后我们要特别感谢参考文献中的所有作者，这些文献为本书提供了丰富的资料。

编者

2006年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 微生物概念及其特性	1
一、微生物的概念	1
二、微生物与人类的关系	1
三、微生物在生物学分类中的地位	2
四、微生物的特点	2
第二节 微生物的形成与发展	4
一、微生物形成前的历史	4
二、微生物学的形成	4
第三节 微生物与食品微生物	5
一、微生物学的概念及研究对象	5
二、微生物学的主要分支学科	5
三、食品微生物学的概念及研究内容	6
四、食品微生物学研究任务	6
第四节 食品微生物应用与前景	7
一、微生物资源的开发和利用	7
二、微生物与环境	7
三、微生物菌体食品（食用蕈菌）	7
四、微生物风味物质	8
五、微生物与食源性感染	8
复习思考题	8
第二章 微生物的主要类群	9
第一节 原核微生物	9
一、细菌	9
二、放线菌	18
三、其他原核微生物	19
第二节 真核微生物	23
一、酵母菌	23
二、霉菌	27
第三节 非细胞型微生物	31
一、病毒	31
二、亚病毒	36
复习思考题	37
第三章 微生物的生理	39
第一节 微生物的营养	39
一、微生物的营养要素	39
二、微生物的营养类型	41

三、微生物对营养的吸收方式	42
四、培养基	43
第二节 微生物的生长	45
一、微生物生长与繁殖	45
二、微生物生长量的测定方法	46
三、微生物生长规律	47
第三节 微生物生长的控制	55
一、几个相关术语	55
二、物理因素对微生物生长的控制	56
三、常用控菌的化学方法	57
第四节 微生物的代谢	57
一、微生物的能量代谢	57
二、微生物的分解代谢	58
三、微生物的合成代谢	63
四、分解代谢与合成代谢的关系	63
五、微生物的初级代谢和次级代谢	64
六、食品工业中微生物发酵代谢途径	64
复习思考题	67
第四章 微生物遗传与菌种选育	68
第一节 微生物遗传变异	68
一、遗传与变异概念	68
二、遗传变异的物质基础——核酸	68
三、微生物基因突变	71
四、微生物基因重组	72
第二节 微生物的菌种选育	75
一、从自然界中分离菌种的步骤	75
二、微生物的诱变育种	77
三、食品工业微生物的杂交育种	79
四、原生质体融合育种	79
第三节 微生物菌种保藏及复壮	80
一、微生物菌种保藏方法	80
二、微生物菌种的退化和复壮	81
复习思考题	82
第五章 微生物在食品工业中的应用	84
第一节 微生物与乳制品	84
一、乳制品中的乳酸细菌类群	84
二、乳酸菌与发酵乳制品	86
三、乳菌素在食品工业中的应用	89
第二节 微生物与发酵调味品	90
一、微生物与食醋	90
二、微生物与酱油	92

三、微生物与其他发酵食品	94
第三节 微生物与酿造酒	96
一、微生物酿造蒸馏酒	96
二、微生物与啤酒	97
第四节 微生物与单细胞蛋白	98
一、单细胞蛋白的作用	99
二、生产 SCP 的微生物	99
三、生产 SCP 对菌种的要求	100
第五节 食品工业中微生物酶制剂	100
一、主要酶制剂及产酶微生物	100
二、微生物产酶条件控制	103
三、微生物酶制剂在食品工业中的应用	103
复习思考题	106
第六章 微生物引起的食品污染与腐败变质	107
第一节 食品中微生物的来源与控制	107
一、污染食品的微生物来源与途径	107
二、控制微生物污染的措施	109
第二节 食品腐败与变质	110
一、微生物引起食品腐败变质的基本条件	110
二、食品腐败的化学过程	114
三、食品腐败变质的鉴定	116
第三节 不同食品的腐败变质	118
一、乳及乳制品的腐败变质	118
二、肉及肉制品的腐败变质	120
三、罐装食品的变质	124
四、蛋类的腐败变质	125
五、果蔬制品的腐败变质	126
六、糕点的腐败变质	128
七、鱼类的腐败变质	129
第四节 食品中腐败微生物的防治与食品保藏	129
一、食品的低温抑菌保藏	130
二、食品加热灭菌保藏	132
三、食品的高渗透压保藏	134
四、食品的化学防腐保藏	135
五、食品的辐射保藏	137
复习思考题	139
第七章 微生物与食物中毒	141
第一节 细菌性食物中毒	141
一、金黄色葡萄球菌食物中毒	141
二、沙门菌食物中毒	142
三、大肠埃希菌食物中毒	144

四、变形杆菌中毒·····	145
五、蜡状芽孢杆菌中毒·····	146
六、副溶血性弧菌食物中毒·····	146
七、肉毒梭菌食物中毒·····	147
八、单核细胞增生李斯特菌食物中毒·····	148
九、小肠结肠炎耶尔森菌食物中毒·····	149
第二节 霉菌引起的食物中毒·····	149
一、主要产毒霉菌·····	150
二、霉菌产毒条件·····	150
三、常见的霉菌毒素·····	150
附：病毒引起的食源性疾病·····	152
复习思考题·····	153
第八章 微生物实验技术 ·····	155
实验一 普通光学显微镜·····	155
实验二 玻璃器皿的洗涤、包扎与灭菌·····	160
实验三 细菌涂片制作及革兰染色技术·····	162
实验四 细菌的荚膜染色·····	164
实验五 细菌的芽孢染色·····	166
实验六 细菌的鞭毛染色·····	168
实验七 微生物显微镜直接计数法·····	171
实验八 培养基制作及灭菌技术·····	173
实验九 食品中细菌总数的测定技术·····	176
实验十 酵母菌的形态观察与大小测定技术·····	178
实验十一 霉菌水浸标本片的制备与观察·····	181
实验十二 用玻璃纸琼脂平板透析培养法观察放线菌形态·····	182
实验十三 环境因素对微生物生长的影响·····	183
实验十四 微生物菌种分离纯化技术·····	186
实验十五 食品中大肠杆菌的测定·····	191
实验十六 微生物菌种保藏实验·····	194
附录一 常用培养基及制备 ·····	198
附录二 常用染液配制 ·····	202
参考文献 ·····	204

第一章 绪 论

【学习目标】

1. 掌握微生物的基本概念及特点。
2. 了解微生物的主要分支学科及它的形成与发展。
3. 明确食品微生物学的研究对象和任务。
4. 了解食品微生物的研究和应用前景。

第一节 微生物概念及其特性

一、微生物的概念

微生物 (microorganism, microbe) 一词, 是对所有形体微小、单细胞或个体结构较为简单的多细胞, 甚至无细胞结构的低等生物的总称, 或简单地说是对细小的、人们肉眼看不见的、只有借助于显微镜才能看见的生物的总称。但近年来发现有的细菌是肉眼可见的, 如 1993 年正式确定为细菌的 *Epulopiscium fishelsoni* 以及 1998 年报道的 *Thiomargarita namibiensis*。最近, 德国科学家在纳米比海的海底沉积物中, 发现了一种硫细菌, 均为肉眼可见的细菌。所以上述微生物的定义是指一般的概念, 是历史的沿革, 但仍为今天所适用。

这些微小的生物包括无细胞结构、不能独立生活的病毒和亚病毒 (类病毒、拟病毒和朊病毒), 原核细胞结构的真细菌、古细菌和有真核细胞结构的真菌 (酵母、霉菌和蕈菌等), 也有人把原生动物和某些藻类包括在其中。在这些微小的生物群中, 大多数是我们用肉眼不可见的, 尤其是病毒等生物体, 即使在普通的光学显微镜下也不能看到, 必须在电子显微镜下才能观察到。但也有例外, 有些微生物尤其是真核生物——食用真菌及藻类等肉眼是可见的。由此可见, 微生物是一个微观世界里生物体的总称。

二、微生物与人类的关系

微生物是地球上最早出现的生命有机体, 生命存在的任何一个角落都有微生物的踪迹, 而且其数量比任何动植物的数量都多, 它可能是地球上生物总量的最大组成部分。微生物与人类社会和文明的发展有着极为密切的关系。中国劳动人民在史前就利用微生物酿酒, 积累了极为丰富的酿酒理论与经验, 创造了人类利用微生物的辉煌实践。早在 2000 多年前, 祖先就用长在豆腐上的霉菌来治疗疮疖等疾病。1928 年, 英国的科学家 Fleming 等人发明了青霉素, 从此揭示了微生物产生抗生素的奥秘, 其后应用于临床, 效果非常显著, 开辟了世界医疗史上的新纪元。

微生物与我们的生活密不可分。当今人们在生活中已难以离开微生物所作的直接或间接贡献。如食品中的面包、奶酪、酸奶、酸菜; 各种发酵饮料如啤酒; 酱油、醋、味精等调味品; 各种抗生素、维生素和其他微生物药品、各种微生物保健品; 微生物病原菌引起的各种

人类疾病和微生物产生的各种药物对人类疾病的控制与治疗等。在人类生产中，如目前全球迅速发展的可再生性资源——微生物生产燃料酒精；环境中动植物病原菌的生物防治剂；生物杀虫剂代替化学农药；环境微生物污染和污染环境的微生物治理与修复；用生物固氮代替化肥；世界已有许多国家用硫化细菌采矿等，这些都与微生物的作用或其代谢产物有关。微生物是人类生存环境的清道夫和物质转化的必不可少的重要成员，推动着地球上物质的生物化学循环，使得地球上的物质循环得以正常进行。很难想象，如果没有微生物的作用，地球将是什么样，无疑所有的生命都将无法生存与繁衍，更不用说如今的现代文明了。从此意义上讲，微生物对人类的生存和发展起着巨大的作用。

微生物有时也会给人类带来危害。14 世纪中叶，由鼠疫耶尔森菌引起的瘟疫导致了欧洲约 1/3 人的死亡。解放前的中国也经历了类似的灾难。即使是现在，人类社会仍然遭受着由病原微生物引发疾病的威胁。由于多重耐药等原因致使许多老的传染病（如肺结核病等）重新抬头，同时大量（已有 40 多种）新发现的传染病不断出现，病原微生物对人类的威胁还远远没有消除。目前还存在食源性病毒感染和食物中毒，由此引发的食品安全问题，也是一个巨大的、不断扩大的全球性的公共卫生问题。而这些正是人们去面对并采取措施进行监督和控制的，相信人类是可以战胜它们的。

三、微生物在生物学分类中的地位

在生物学发展的历史上，曾把所有的生物分为动物界和植物界两大类。而微生物，不仅形体微小、结构简单，而且它们中间有些类型像动物，有些类型像植物，还有些类型既有动物的某些特征，又具有植物的某些特征，因而归于动物或植物都不合适。于是，1866 年海克尔（Haeckel）提出区别动物界与植物界的第三界——原生生物界，它包括藻类、原生动物、真菌和细菌。

随着科学的发展和新技术的研究与应用，尤其是电子显微镜和超显微结构研究技术的应用，发现了生物的细胞核有两种类型，一种是没有真正的核结构，称为原核，其细胞不具核膜，只有一团裸露的核物质；另一种是由核膜、核仁及染色体组成的真正的核结构称为真核。动物界、植物界及原生生物界中的大部分藻类、原生动物和真菌是真核生物，而细菌、蓝细菌则是原核生物。真核生物和原核生物的内容将在第二章详细介绍。

四、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。除少数特例外，遗传信息都是由 DNA 链上的基因所携带；微生物的初级代谢途径如蛋白质、核酸、多糖、脂肪酸等大分子物质的合成途径基本相同；微生物的能量代谢都以 ATP 作为能量载体。微生物作为生物的一大类，除了与其他生物共有的特点外，还具有其本身的特点及其独特的生物多样性，即种类多、数量大、分布广、繁殖快、代谢能力强等，这是自然界中其他任何生物不可能比拟的，而且这些特性归根结底是与微生物体积小、结构简单有关。

1. 代谢活力强

微生物体积小，但有极大的比表面积，如大肠杆菌的比表面积可达 30 万，因而微生物能与环境迅速进行物质交换，吸收营养和排泄废物，而且有最大的代谢速率。从单位质量

来看, 微生物的代谢强度比高等生物大几千倍到几万倍。如在适宜环境下, 大肠杆菌每小时可消耗的糖类相当于其自身重量的 2000 倍。分解乳糖的细菌 1h 可分解其重量的 1000~10000 倍的乳糖。

微生物的这个特性为其高速生长繁殖和产生大量代谢产物提供了充分的物质基础, 从而使微生物有可能更好地发挥“活的化工厂”的作用。

2. 繁殖快

微生物的繁殖速度快、易培养, 是其他生物不能比的。以细菌为例, 通常每 20~30min 即可分裂一次, 繁殖一代, 其数目比原来增加 1 倍。如在适宜条件下, 大肠杆菌 37℃ 时世代时间为 20min, 每 24h 可分裂 72 代, 由一个细菌每 24h 的增殖数为 47×10^{22} 个。

事实上, 由于客观条件的限制, 细菌的指数分裂速度只能维持数小时, 因而在液体培养中, 细菌的浓度一般仅能达到每毫升 $10^8 \sim 10^9$ 个左右。

微生物的这一特性在发酵工业上具有重要的实践意义, 主要体现在它的生产效率高、发酵周期短。而且大多数微生物都能在常温常压下利用简单的营养物质生长, 并在生长过程中积累代谢产物, 不受季节限制, 可因地制宜、就地取材, 这就为开发微生物资源提供了有利的条件。如生产发面鲜酵母的酿酒酵母, 其繁殖速度不算太高 (2h 分裂 1 次), 但在单罐发酵时, 几乎每 12h 即可收获 1 次, 每年可“收获”数百次。这是其他任何农作物所不能达到的“复种指数”。这对缓和人类面临的人口增长与食物供应矛盾也有着重大意义。另外微生物繁殖速度快的生物学特性对于生物学基本理论的研究也有极大的优越性——它使科学研究周期大大缩短、经费减少、效率提高。当然对于危害人、畜和植物等的病原微生物或使食品发生霉变的微生物来说, 它们的这个特性却会给人类带来麻烦甚至严重的祸害。因而需要认真对待, 加以区别。

3. 种类多, 分布广

微生物在自然界是一个十分庞杂的生物类群。迄今为止, 人们所知道的微生物有近 10 万种, 现在仍然以每年发现几百至上千个新种的趋势在增加。它们具有各种生活方式和营养类型, 大多数是以有机物为营养物质, 还有些是寄生类型。微生物的生理代谢类型之多足动物、植物所不及的。分解地球上储量最丰富的初级有机物——天然气、石油、纤维素、木质素的能力, 属微生物专有。微生物有着多种产能方式, 如细菌光合作用、自养细菌的化能合成作用、各种厌氧产能途径; 生物固氮作用; 合成各种复杂有机物——次级代谢产物的能力; 对复杂有机物分子的生物转化能力; 抵抗热、冷、酸、碱、高渗、高压、高辐射剂量等极端环境能力; 以及独特的繁殖方式——病毒的复制增殖等。不同微生物可以产生不同的代谢产物, 如抗生素、酶类、氨基酸及有机酸等, 还可以通过微生物的活动防止公害。自然界的物质循环是由各种微生物参与才得以完成的。

自然界中微生物存在的数量往往超出人们的预料。每克土壤中细菌可达几亿个, 放线菌孢子可达几千万个。人体肠道中菌体总数可达 100 万亿个左右。每克新鲜叶子表面可附生 100 多万个微生物。全世界海洋中微生物的总质量估计达 280 亿吨。从这些数据可见微生物在自然界中的数量之巨。事实上我们生活在一个充满着微生物的环境中。

微生物在自然界的分布极为广泛, 除了火山喷发中心区和人为的无菌环境外, 土壤、水域、空气以及动植物和人类体内外, 都存在各种不同的微生物。可以这样说, 凡是有高等生物存在的地方, 就有微生物存在, 即使在极端的环境条件如高山、深海、冰川、沙漠等高等生物不能存在的地方, 也有微生物存在。

微生物生态学家较为一致地认为,目前已知的和已分离培养的微生物种类可能还不足自然界存在的微生物总数的1%。情形可能确实如此,在自然界中存在着极为丰富的微生物资源。因此,在生产实践和生物学理论研究中,利用微生物的前景是十分广阔的。

4. 适应性强,易变异

微生物对外界环境适应能力很强,这都是为了保存自己,是生物进化的结果。有些微生物体外附着一个保护层,如荚膜等,其作用之一是可以作为营养缺乏的细胞外的储藏养料,二是抵御吞噬细胞对它的吞噬。细菌的休眠芽孢、放线菌的分生孢子等对外界的抵抗力比其繁殖体要强许多倍。有些极端微生物都有相应的特殊结构的蛋白质、酶和其他物质,使之能适应恶劣环境。

另一方面,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,因而受环境影响也大。一旦环境变化,不适于微生物生长时,很多微生物死亡,少数个体发生变异而存活下来。利用微生物易变异的特性,在微生物工业生产中诱变育种,获得高产优质的菌种,提高产品产量和质量。

第二节 微生物的形成与发展

一、微生物形成前的历史

距今8000年前至公元1676年间,人类还未见到微生物的个体,却自发地与微生物打交道。公元前3000年前埃及人就食用牛奶、黄油和奶酪;犹太人从死海中获得的盐来保存各种食物;中国人用盐腌保藏鱼及食品。公元前3500年有葡萄酒的酿造。约2000年前中国就有食醋的生产,约1500年前开始酿制酱和酱油。

约1000年前,罗马人用雪来包裹虾和其他易烂的食品,同时用盐熏肉的方法储藏食品等。公元943年法国因麦角中毒死亡40000多人,当时并不知道是由真菌麦角引起的。虽然使用了大量微生物学的知识和技术于食品的制作、保存和防腐,而且非常有效,但微生物与食品有什么关系以及保藏机理、食品传播疾病所带来的危害与微生物之间的关系等仍然是个谜。虽然到了13世纪人们意识到食肉的质量,但还没有认识到肉的质量与微生物之间的因果关系。

微生物学作为一门学科,是从有显微镜开始的,微生物学发展经历了三个时期:形态学时期、生理学时期和现代微生物学的发展。

二、微生物学的形成

1. 微生物形态学时期

微生物形态观察是从安东·列文虎克(Antony Van Leeuwenhock, 1632~1732)发明显微镜开始的,他是世界上真正看见并描述微生物的第一人。他的显微镜在当时被认为是最精巧、最优良的单式显微镜,他利用能放大50~300倍的显微镜清楚地看见了细菌和原生动物,而且还把观察结果报告给英国皇家学会,报告中有详细的描述,并配有准确的插图。1695年,安东·列文虎克把自己积累的大量结果汇集在《安东·列文虎克所发现的自然界秘密》一书里。他的发现和描述首次揭示了一个崭新的生物世界——微生物世界。这在微生

生物学的发展史上具有划时代的意义。

2. 微生物生理学时期

继安东·列文虎克发现微生物以后的 200 年间,微生物学的研究基本上停留在形态描述和分门别类阶段。直到 19 世纪中期,法国的巴斯德(Louis Pasteur, 1822~1895)在进行酒精发酵试验时发现酒精发酵是由酵母菌引起的,并且还研究了氧气对酵母菌的生长和酒精发酵的影响。此外,巴斯德还发现乳酸发酵、乙酸发酵和丁酸发酵都是由不同的细菌所引起的。德国的柯赫(Robert Koch, 1843~1910)对病原细菌作了大量的研究,发现了肺结核病的病原菌,肺结核病是当时死亡率极高的传染性疾病;也证实了炭疽病杆菌是炭疽病的病原菌,并建立了分离、培养、接种和灭菌等一系列独特的微生物技术。从此,微生物的研究从形态描述阶段推进到生理学研究阶段。巴斯德和柯赫是微生物学的奠基人。

3. 微生物学的成熟期

从 1953 年发现 DNA 的双螺旋结构模型起,整个生命科学进入到分子生物学的研究领域,这也是微生物学发展史上成熟期到来的标志,其应用研究向着更自觉、更有效和可人为控制的方向发展。在应用方面,开发菌种资源、开发新的微生物发酵原料、利用代谢调控机制和利用固定化细胞以及固定化酶发展发酵生产和提高发酵产品的经济效益。应用遗传工程组建具有特殊功能的“工程菌”,把研究微生物的各种方法和手段应用于动物、植物和人类研究的某些领域等。从此,微生物学研究进入到一个崭新的时期。

第三节 微生物与食品微生物

一、微生物学的概念及研究对象

概括地说,微生物学(microbiology)是研究微生物及其生命活动规律的学科。主要研究对象是微生物的形态结构、营养特点、生理生化、生长繁殖、遗传变异、分类鉴定、生态分布以及微生物在工业、农业、医疗卫生、环境保护等方面的应用。

二、微生物学的主要分支学科

随着微生物学的不断发展,已经形成了基础微生物学和应用微生物学,它们又可分为许多不同的分支学科,并且还在不断地形成新的学科和研究领域。

① 根据基础理论研究内容不同形成的分支学科有微生物生理学(microbiol physiology)、微生物遗传学(microbiol genetics)、微生物生物化学(microbiol biochemistry)、微生物分类学(microbiol taxonomy)、微生物生态学(microbiol ecology)等。

② 根据微生物类群不同,形成的分支学科有细菌学(bacteriology)、病毒学(virology)、真菌学(fungi)、放线菌学(actinomycetes)等。

③ 根据微生物的应用领域不同,形成的分支学科有工业微生物学(industrial microbiology)、农业微生物学(agricultural microbiology)、医学微生物学(medical microbiology)、药用微生物学(patherological microbiology)、兽医微生物学(veterinary microbiology)、食品微生物学(food microbiology)等。

④ 根据微生物生态环境不同,形成的分支学科有土壤微生物学(soil microbiology)、

海洋微生物学 (marine microbiology) 等。

由以上可知,微生物学既是应用学科,又是基础学科,而且各分支学科是相互配合、相互促进的,其根本任务是利用和改善有益微生物,控制、消灭和改造有害微生物。

三、食品微生物学的概念及研究内容

食品微生物学 (food microbiology) 是专门研究微生物与食品之间的相互关系的一门科学。食品微生物学研究内容包括:

- ① 研究与食品有关的微生物的活动规律;
- ② 研究如何利用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,制订食品中微生物指标,从而为判断食品的卫生质量提供科学依据;
- ⑤ 进行食品开发——单细胞蛋白 (SCP)、功能性食品基料 (利用微生物制造新的食品原料、产品) 的开发。

四、食品微生物学研究任务

微生物在自然界广泛存在,在食品原料和大多数食品中都存在着微生物。但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。微生物既可在食品制造中起有益作用,又可通过食品给人类带来危害。食品微生物学研究的任务概括如下。

1. 有益微生物在食品制造中的作用

用微生物制造食品,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、制酱,但当时并不知道这是微生物的作用。随着对微生物与食品关系的认识日益加深,对微生物的种类及其作用机理的理解,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:食用菌就是受人们欢迎的食品;乳酸菌可用于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 (SCP) 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。

中国幅员辽阔,微生物资源丰富。开发微生物资源,并利用生物工程手段改造微生物菌种,使其更好地发挥有益作用,为人类提供更多更好的食品,是食品微生物学的重要任务之一。

2. 有害微生物对食品的危害及防止

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。如果人们食用了含有大量病原菌或毒素的食物,则可引起食物中毒,影响人体健康,甚至危及生命。所以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,采用现代的检测手段,对食品中的微生物进行检测,以保证食品安全性,这也是食品微生物学的任务之一。

总之，食品微生物学的任务在于为人类提供既有益于健康、营养丰富，而又可保证生命安全的食品。

第四节 食品微生物应用与前景

一、微生物资源的开发和利用

人类的生物资源包括植物资源、动物资源和微生物资源。在这三大资源中，植物资源和动物资源被人类开发利用得较彻底，而微生物资源则是一个远远未得到充分开发和利用的资源宝库。在微生物中，那些具有经济价值、有助于改善人类生活质量的微生物称为资源微生物。自然界微生物资源非常丰富。土壤、水、空气、腐败的动物及植物等都是微生物的主要生活和生长繁殖场所。有人估计全世界所描述的微生物种类不到实有数的 2%，而真正被利用的还不到 1%，微生物是最有潜力开发的一类资源。而且微生物繁殖快，属于再生性资源。

微生物学的研究将日益重视微生物特有的生命现象。如在自然界的高温、低温、高酸、高碱、高盐、高压或高辐射强度等极端环境下生存的嗜热菌、嗜冷菌、嗜酸菌、嗜碱菌、嗜盐菌、嗜高压菌或耐辐射菌的开发和利用；进一步从极端微生物中分离出更多的微生物新菌种，筛选出更多的新的代谢产物。由于这些极端微生物具有的遗传特性以及特殊的结构和生理机能，所以它们对人类具有巨大的潜在的应用价值。

由于微生物本身的特点和代谢产物的多样性，利用微生物来生产人类战胜疾病所需的医药用品正受到广泛重视，如艾滋病、疯牛病、埃博拉病毒病、非典型肺炎、禽流感等，治疗这些疾病所需药物的生产在很大程度上需要应用已有的和正在发展的微生物学理论与技术，并依赖于新的微生物医药资源的开发与利用。微生物资源是个无穷无尽的资源宝库，利用和开发微生物必将为人类的生存和可持续发展做出巨大贡献。

二、微生物与环境

保护环境、维护生态平衡以提高土壤、水域和大气的环境质量，创造一个适宜人类生存繁衍并能生产安全食品的良好环境，是人类生存所面临的重大任务。随着工农业生产的发展和人民对生活环境质量要求的提高，对于进入环境的日益增多的有机废水污物和人工合成的有毒化合物等所引起的污染问题，越来越受到关注。而微生物是这些有机废水及污染物的强有力的分解者和转化者，起着环境“清道夫”的作用。而且由于微生物本身所具有繁衍迅速、代谢基质范围宽、分布广泛等特点，它们在清除环境（土壤、水体）污染物中的作用和优势是任何其他物理及化学方法所不能比拟的。因此目前世界上正广泛应用微生物来处理有机废水和污物，进行污染土壤的微生物修复。

三、微生物菌体食品（食用蕈菌）

中国土地辽阔，地理复杂，气候多样化，植物种类繁多，被列为世界上 12 个具有高度生物多样性的国家之一。同时是食用菌良好的繁衍和滋生地，蕴藏着极其丰富的食用蕈菌资源。据科学估计中国菌物种约有 18 万种左右，其中大型真菌（蕈菌）约 2.7 万种，其中作