

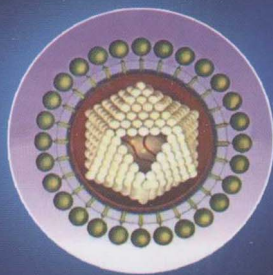
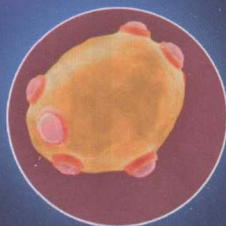


普通高等教育“十二五”规划教材

Food Microbiology

食品微生物学教程

李平兰 主编



中国林业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

食品微生物学教程

李平兰 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本教材共 10 章, 前 7 章为微生物学基础知识, 主要包括微生物主要类群的形态与结构、微生物的营养与培养基、微生物的代谢、微生物生长、微生物遗传与菌种选育、微生物的生态等内容。后 3 章介绍微生物学基础知识在食品工业中的应用, 包括食品制造中的主要微生物及应用、食品腐败变质及其控制、微生物与食品安全等。

本教材条理清楚、简明扼要、图文并茂、篇幅适中, 可作为食品科学与工程专业本科学生学习使用, 也可供研究生和相关人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品微生物学教程/李平兰主编. —北京: 中国林业出版社, 2011. 8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5038-6174-1

I. ①食… II. ①李… III. ①食品微生物—微生物学—高等学校—教材 IV. ①TS201.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 085301 号

中国林业出版社·教材出版中心

策划、责任编辑: 高红岩

电 话: 83221489

传 真: 83220109

出版发行 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83224477

http: //lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店

印 刷 中国农业出版社印刷厂

版 次 2011 年 8 月第 1 版

印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 26.25

字 数 558 千字

定 价 42.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

前 言

食品微生物学是基础微生物学的一个重要分支,属于应用微生物学范畴。该学科主要研究与食品生产、食品安全相关的微生物种类、特性以及在一定条件下与食品工业间的关系,教材内容包括微生物学基础及其在食品工业中的应用两大部分。随着微生物学的快速发展,食品微生物学的教材内容也需要不断更新,使之与学科发展相适应,以保持教材的先进性和新颖性。

在教材编排过程中,编者力求做到以下几点:

1. 精简内容、突出重点。教材的编排注重与相关知识的衔接,尽量避免脱节和重复,删除较为烦琐、陈旧的内容,力求文字精练、简明扼要、层次清楚、篇幅适中。

2. 注重实用性。食品微生物学是一门应用性很强的课程,教材内容的组织坚持“实用、适用”的原则,以基础为主线,正确处理好基础性、系统性、前沿性、应用性之间的关系,在对基础部分进行酌情压缩的情况下,注重与实践的有机结合,适当增加了微生物学基础理论在食品加工领域应用的内容;在应用部分注意选取重点和代表性的产品,以此带动对其他同类产品加工中微生物变化规律的了解。

3. 重视学习兴趣与能力培养。为保证教材内容形象生动,编者广泛收集了科研实验照片、专业图书和期刊的图表以及网络素材,并进行多次对比选择。教材中部分微生物图片由中国农业大学食品微生物学实验室提供。

为方便学生自学,在每章开始列出建议性的教学目的和要求,以供参考;章后附有思考题,以便帮助学生更好地理解 and 掌握该章的重点、难点。对于每章的思考题,力求少而精,尽量做到使学生能触类旁通、举一反三。

4. 结合教学和科研成果,适当补充学科前沿进展。作为一本专业基础教材,编者认为基本的知识点仍是其主要内容,并不奢望能够囊括食品加工领域的所有与微生物相关的内容及太多的学科进展。教材中主要对微生物的现代检测方法等作了简要补充说明。对学科前沿感兴趣的学生可以参阅更多的相关书刊。

本教材的编者均为国内相关高校的课程主讲或从事微生物研究的科研人员,这样一个组合有助于把握科研需求及学科前沿动态,编写出适应现代高等教育需求的教材。全书由李平兰教授担任主编,第1章、第9章第2、3节由李平兰编写,第2章第1、3、4节和第10章第2节由张香美编写,第2章第2节、第5章第3节由李丽杰编写,第3章由旭日花编写,第4章、第7章第2节由靳志强编



写,第6章由梁志宏编写,第8章、第9章第4节由高文庚编写,第5章第1、2节和第9章第1节由刘国荣编写,第7章第1节由田洪涛编写,第10章第1节由靳志强和綦国红编写,附录部分由李丽杰整理完成。全书由李平兰统稿、定稿,江汉湖教授主审。

中国林业出版社的编辑对本教材的编写、修改提出了宝贵意见,中国农业大学食品科学与营养工程学院食品微生物组研究生王洋、张宝、桂萌、张晓琼、孔维嘉、王华等对本书的编排和校阅做了大量具体的工作,在此一并表示真诚的感谢!

限于作者编写水平和能力,书中难免存在不当或漏错之处,敬请广大师生、同行和读者批评指正。

编 者

2010年11月于北京

目 录

前 言

第1章 绪论	1
1.1 微生物与微生物学	2
1.1.1 微生物的概念	2
1.1.2 微生物的特点	2
1.1.3 微生物的基本类群	4
1.1.4 微生物学及其分支学科	4
1.2 食品微生物学的形成与发展	5
1.2.1 食品微生物学的概念	5
1.2.2 微生物学与食品微生物学的形成与发展	6
1.2.3 微生物学和食品微生物学在我国的发展	9
1.3 食品微生物学的研究内容和任务	12
1.3.1 食品微生物学的研究内容	12
1.3.2 食品微生物学的研究任务	12
1.4 食品微生物学展望	12
1.4.1 微生物基因组学和后基因组学研究	12
1.4.2 微生物分子生态学研究	13
1.4.3 微生物与食品安全性研究	13
第2章 微生物主要类群的形态与结构	15
2.1 原核微生物的形态与结构	16
2.1.1 细菌	16
2.1.2 放线菌	36
2.1.3 其他类型的原核微生物	40
2.1.4 与食品有关的细菌	44
2.2 真核微生物的形态与结构	53
2.2.1 真核微生物概述	53
2.2.2 酵母菌	61
2.2.3 霉菌	69



2.2.4	蕈菌 (mushroom)	77
2.3	非细胞型生物	79
2.3.1	病毒	79
2.3.2	亚病毒	88
2.3.3	病毒与实践	90
2.4	微生物的分类与鉴定	92
2.4.1	微生物的分类与命名概述	92
2.4.2	各大类微生物分类系统纲要	94
2.4.3	微生物分类鉴定的方法	96
第3章	微生物的营养与培养基	102
3.1	微生物的营养物质和营养类型	103
3.1.1	微生物细胞的化学组成	103
3.1.2	微生物的营养物质	105
3.1.3	微生物的营养类型	108
3.2	微生物对营养物质的吸收	110
3.2.1	被动运输	110
3.2.2	主动运输	111
3.2.3	影响营养物质吸收的因素	113
3.3	培养基	113
3.3.1	培养基的类型	114
3.3.2	配制培养基的基本原则	116
3.3.3	培养基制备的一般过程	117
第4章	微生物的代谢	119
4.1	微生物的能量代谢	120
4.1.1	微生物的呼吸 (生物氧化) 类型	120
4.1.2	生物氧化链及 ATP 的产生	121
4.2	微生物的分解代谢与合成代谢	122
4.2.1	生物大分子的分解代谢	122
4.2.2	糖的分解代谢途径	126
4.2.3	食品工业中常见的发酵途径	129
4.2.4	微生物的合成代谢	134
4.3	微生物的初级代谢与次级代谢	136
4.3.1	微生物初级代谢和次级代谢的关系	136
4.3.2	微生物次级代谢产物	138
4.4	微生物代谢调控在食品与发酵工业中的应用	139



4.4.1	发酵工艺条件的控制	139
4.4.2	控制细胞膜的渗透性	140
4.4.3	改变微生物的遗传特性	141
第5章	微生物的生长	143
5.1	微生物纯培养分离及生长测定方法	144
5.1.1	纯培养的获得方法	144
5.1.2	微生物生长量的测定	145
5.2	微生物的群体生长规律	148
5.2.1	微生物的个体生长和同步生长	148
5.2.2	单细胞微生物的典型生长曲线	150
5.2.3	微生物的连续培养	154
5.3	环境因素对微生物生长的影响	156
5.3.1	温度	157
5.3.2	环境气体成分	164
5.3.3	pH 值	167
5.3.4	水分活度	169
5.3.5	渗透压	169
5.3.6	辐射	170
5.3.7	超声波	171
5.3.8	化学药剂	171
第6章	微生物遗传与菌种选育	176
6.1	微生物遗传的物质基础	177
6.1.1	3个经典实验	177
6.1.2	遗传物质的存在形式	179
6.2	微生物基因突变	181
6.2.1	基因突变的类型	182
6.2.2	基因突变的特点	184
6.2.3	基因突变的机制	185
6.3	微生物基因重组	190
6.3.1	原核生物的基因重组	190
6.3.2	真核生物的基因重组	195
6.4	微生物的菌种选育	197
6.4.1	微生物的自然选育	197
6.4.2	微生物的诱变育种	201
6.4.3	微生物的杂交育种	206



6.4.4	基因工程技术用于工业菌种改良	209
6.5	菌种保藏与复壮	210
6.5.1	菌种的衰退	210
6.5.2	菌种的复壮	212
6.5.3	微生物菌种保藏	212
6.5.4	菌种保藏机构	215
第7章	微生物的生态	218
7.1	微生物在自然界中的分布	219
7.1.1	土壤中的微生物	219
7.1.2	水体中的微生物	220
7.1.3	空气中的微生物	221
7.1.4	食品环境中的微生物	222
7.1.5	人体的微生物区系	223
7.1.6	极端环境中的微生物	226
7.2	微生物与生物环境间的关系	227
7.2.1	互生	228
7.2.2	共生	228
7.2.3	寄生	228
7.2.4	拮抗	229
7.2.5	捕食	229
7.3	微生物生态学在食品加工领域的应用	229
7.3.1	白酒酿造过程中的微生态学	229
7.3.2	酱油发酵过程中的群落演替	232
7.3.3	Kefir 发酵剂——开菲尔粒的微生态学	232
第8章	食品制造中的主要微生物及应用	235
8.1	霉菌在食品制造中的应用	236
8.1.1	霉菌与淀粉的糖化	236
8.1.2	霉菌与发酵豆制品	236
8.1.3	霉菌与茶叶发酵	245
8.1.4	霉菌与柠檬酸发酵	246
8.2	酵母菌在食品制造中的应用	248
8.2.1	酵母菌与酒类酿造	248
8.2.2	酵母菌与面包生产	258
8.2.3	酵母菌与单细胞蛋白生产	260
8.3	细菌在食品制造中的应用	261



8.3.1	乳酸菌与发酵乳制品	261
8.3.2	乳酸菌与发酵果蔬制品	269
8.3.3	纳豆	271
8.3.4	醋酸细菌与食醋酿造	273
8.3.5	发酵肉制品	276
8.3.6	利用细菌发酵生产氨基酸	282
8.3.7	利用细菌发酵生产多糖	285
8.4	益生菌制剂生产	287
8.4.1	益生菌制剂常用菌种及制剂类型	287
8.4.2	益生菌制剂生产工艺及要点	288
8.5	食品制造中主要微生物酶制剂及其应用	289
8.5.1	主要酶制剂、用途及产酶微生物	289
8.5.2	微生物酶制剂生产	290
第9章	食品腐败变质及其控制	295
9.1	污染食品的微生物来源及其途径	296
9.1.1	来自土壤的微生物	296
9.1.2	来自水中的微生物	296
9.1.3	来自空气中的微生物	297
9.1.4	来自动、植物及人的微生物	298
9.1.5	来自用具及杂物的微生物	299
9.2	微生物引起食品腐败变质的基本条件	300
9.2.1	食品基质的特性	300
9.2.2	引起腐败的微生物种类	302
9.2.3	食品的环境条件	304
9.3	微生物引起食品腐败变质的鉴定	306
9.3.1	感官鉴定	306
9.3.2	物理指标	308
9.3.3	化学鉴定	308
9.3.4	微生物检验	308
9.4	各类食品的腐败变质	309
9.4.1	乳与乳制品的腐败变质	309
9.4.2	肉及肉制品的腐败变质	313
9.4.3	鱼类及制品的腐败变质	318
9.4.4	禽蛋的腐败变质	319
9.4.5	果蔬及其制品的腐败变质	321
9.4.6	焙烤食品的腐败变质	323



9.4.7	罐藏食品的腐败变质	326
9.4.8	酿造食品生产中的腐败微生物及产品的腐败变质	329
9.5	食品腐败变质的控制	332
9.5.1	食品保藏技术	332
9.5.2	食品防腐保鲜理论	350
第 10 章	微生物与食品安全性	356
10.1	微生物性食源性疾病	357
10.1.1	细菌性食物中毒	357
10.1.2	真菌性毒素中毒	371
10.2	食品微生物学检测技术	378
10.2.1	食品卫生微生物学指标及其卫生学意义	378
10.2.2	食品微生物快速检测方法和技术	380
	参考文献	396
	附录 I 食品微生物学中常见微生物学名	399
	附录 II 微生物学有关网站	405

第1章

绪 论

目的与要求

本章重点介绍了该课程的研究内容、研究任务和相关学科的发展,通过学习,学生需要了解微生物与食品微生物所涉及的领域及其发展的4个主要时期,同时掌握微生物3种基本类群的划分,深刻理解微生物的概念及其五大基本特点。

- 1.1 微生物与微生物学
- 1.2 食品微生物学的形成与发展
- 1.3 食品微生物学的研究内容和任务
- 1.4 食品微生物学展望



1.1 微生物与微生物学

1.1.1 微生物的概念

微生物 (microorganism, microbe) 是广泛存在于自然界中的一群个体微小、结构简单、肉眼看不见或看不清, 必须借助光学显微镜或电子显微镜放大数百倍、数千倍甚至数万倍才能观察到的微小生物的总称。

这些微小的生物包括: 无细胞结构不能独立生活的病毒、亚病毒, 原核细胞结构的真细菌和古生菌及有真核细胞结构的真菌。有的也把藻类、原生动物包括在其中。在以上这些微小生物群中, 多数是肉眼不可见的, 像病毒即使在普通光学显微镜下也不能看到, 必须借助电子显微镜。而有些微生物, 尤其是真菌中的大型食用真菌, 毫无疑问是可见的。近年来, 德国科学家还在纳米比亚海岸的海底沉积物中, 发现了肉眼可见的硫细菌 (sulfur bacterium), 即纳米比亚硫磺珍珠 (*Thiomargarita namibiensis*), 其大小为 0.1 ~ 0.3mm, 有些可达 0.75mm。以上足以说明“微生物”是一个微观世界里生物体的总称, 它们的数量比任何其他有机体都多, 可能是地球总量最大的组成部分。有人估计, 目前已知的几十万种微生物不到地球上实际存在微生物总量的 2%。

微生物与人类的关系极其密切, 其独特性已在全球范围内对人类产生了巨大影响。我们无论怎样评价其重要性都不过分, 因为通过利用微生物, 人类社会获得了如面包、乳酪、啤酒、抗生素、疫苗、维生素、酶等许多有价值的重要产品。微生物也是人类生态系统中不可缺少的组成成员, 它们使陆地和水生系统中碳、氧、氮和硫的循环成为可能, 同时也是所有生态食物链和食物网的根本营养来源。事实上, 现代生物技术也是建立在微生物学的基础之上。但任何事物都有它的两面性, 微生物也是一把双刃剑。它在造福人类的同时, 也威胁人类的生存达几千年, 即使在今天, 有的还严重威胁着人类的生存, 如 2004—2006 年全球发生的禽流感; 2009 年首先在墨西哥流行, 然后蔓延到几十个国家的甲型 H₁N₁ 流感; 引起人类食物中毒及发生食源性疾病的金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌、肉毒梭状芽孢杆菌、单核增生李斯特菌、沙门菌、致病性大肠杆菌等微生物还在影响着人类正常的生产与生活, 威胁着人们的健康, 我们必须应对。

1.1.2 微生物的特点

微生物除了具有生物最基本的特征——新陈代谢、生命周期外, 还具有其自身的五大基本特点, 又称为微生物的五大共性, 现分别介绍。

(1) 个体小, 表面积大

微生物个体很小, 多数以微米 (μm) 或纳米 (nm) 来量度大小, 如杆状细菌平均大小为 $0.5\mu\text{m} \times 2.0\mu\text{m}$, 质量 $1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-10}$ mg, 因此, 研究它们时



需要借助显微镜将其放大数百乃至数十万倍方能辨认。但其比表面积（表面积/体积）非常大，如设人的比表面积为1，则与人体等质量的大肠杆菌比表面积值可达30万。这说明微生物存在一个巨大的与环境交流的接受面，表现为可迅速与外界环境之间交换营养物质与代谢产物及其他信息。这是微生物与一切大型生物相区别的关键，同时也赋予了微生物的其他特点。

(2) 种类多，分布广

现已发现的微生物种类近20万种。由于微生物个体微小，结构简单，对外界环境比较敏感，很容易受到环境影响而发生变异，故其具有遗传不稳定性。而微生物的遗传不稳定性是造成其种类繁多的主要原因。此外，微生物个体微小，极易飘荡，无孔不入，可到处栖息，因而分布极广。在土壤、大气、水域等处，几乎到处都有微生物的存在。微生物不仅存在于动植物体内外，还能存在于冰川、海底、盐湖、沙漠、高温等极端条件下，甚至在上到数百千米的高空，下到几千米深的地下都有微生物的踪迹。

(3) 吸收多，转化快

微生物的比表面积大，吸收营养物质的能力强，因此，其代谢强度远远高于动物和植物。例如，在适宜条件下，大肠杆菌1h可消耗其自身质量2000倍的糖，若以成人每年消耗相当于200kg糖的粮食计算，大肠杆菌1h消耗的糖按质量比计算等于1个人500年消耗的粮食。微生物的这个特性使它们被称为“活的化工厂”，而人类对微生物的利用也主要体现在其生物化学转化能力上。

微生物吸收多，转化快的特性和人工培养微生物不受气候条件限制的特点对食品与发酵工业极其有利，但同时又能使食品和其他工农业产品发生腐败变质，造成严重损失。

(4) 生长旺，繁殖快

微生物具有惊人的生长繁殖速度，是其他生物所无法比拟的。以普遍存在于人和动、植物肠道中的大肠杆菌为例，在合适的生长条件下，其细胞每分裂一次的时间是12.5~20.0min，如果按照20min分裂一次计算，1h分裂3次，则24h后其数量可达 4.722×10^{24} 个。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、发酵周期短上；同时，它也使科研周期大大缩短、经费减少、效率提高；然而，对于危害人、畜和植物等的有害微生物来说，这个特性也给人类带来了极大的危害，需认真对待。值得注意的是，由于环境条件、空间、营养、代谢产物等条件的限制，细菌的指数分裂速度只能维持数小时，因此，在液体培养基中，细菌细胞的浓度一般只能达到 $10^8 \sim 10^9$ cfu/mL。

(5) 适应强，易变异

在长期的生物进化过程中，为适应多变的环境，微生物产生了灵活的代谢调控机制，可产生多种诱导酶，从而使其具有了强的环境适应性，如可以耐受热、寒、干燥、酸、缺氧、高压、辐射以及有毒物质的能力，有些甚至可以在许多生



物无法生活的极端环境中生长。

微生物适应强还体现在对营养的要求不高,故原料来源广泛,容易培养。例如,动、植物能利用的蛋白质、糖、脂和无机盐等物质微生物都能利用;而动物不能利用的石油、天然气、纤维素、木质素物质等微生物同样可以利用,甚至还能降解氰、酚、多氯联苯等多种有毒物质。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。

尽管微生物变异频率极低($10^{-5} \sim 10^{-10}$),但其适应性强,繁殖速度快的特点使其在短时间内可能出现大量变异的后代。变异可涉及如形态结构、代谢途径、生理类型、各种抗性及其代谢产物等多个方面。虽然微生物易变异的特点给菌种保藏等工作带来一定的不便,但正是由于微生物的遗传稳定性差,从而使得微生物菌种选育相对较为容易。通过育种工作,可大幅度提高菌种的生产性能。例如,青霉素生产菌,1943年每毫升发酵液仅生产20单位,经过各国微生物育种工作者的努力和发酵条件的改善,至80年代,新的生产用菌株每毫升发酵液产青霉素已超过5万单位,有的接近10万单位。

1.1.3 微生物的基本类群

微生物种类繁多,根据其结构、化学组成及生活习性等差异可分为三大类群。

(1) 原核细胞型微生物

具有细胞形态,即有细胞壁、细胞膜、细胞质和细胞核,但细胞核分化程度低,不具有完整的核结构,没有核膜与核仁,只有核物质存在的核区,且细胞器不很完善。这类微生物种类众多,有细菌、螺旋体、支原体、立克次体、衣原体和放线菌等。

(2) 真核细胞型微生物

具有细胞形态,且细胞核的分化程度较高,具有完整的核结构,即有核膜、核仁和染色体;胞质内有完整的细胞器(如内质网、核糖体及线粒体等)。这类微生物主要包括真菌、显微藻类、黏菌、假菌和原生动物等。

(3) 非细胞型微生物

没有典型的细胞结构,亦无产生能量的酶系统,仅为核酸和蛋白质或核酸或蛋白质构成的颗粒,且只能在活细胞内生长繁殖,主要包括真病毒和亚病毒两大类。

1.1.4 微生物学及其分支学科

(1) 微生物学

微生物学(Microbiology)是研究微生物及其生命活动规律和应用的科学,是在群体、细胞、分子及基因水平上研究微生物的形态构造、生理代谢、遗传变异和分类进化等生命活动的基本规律,并将其应用于工业发酵、农业生产、医疗卫



生、环境保护及生物工程等实践领域的科学。

(2) 微生物学的分支学科

微生物学是生物学的分支学科之一，其作为一门独立的学科已有 100 多年的历史。随着研究范围的日益扩大和深入，微生物学逐渐形成了许多分支学科。现根据研究对象和任务的不同，分类归纳如下。

按研究微生物生命活动的基本规律可分为：总学科称为普通微生物学（General Microbiology）或微生物生物学（Biology of Microorganisms）。其分支学科有：微生物形态学（Microbiol Morphology），微生物分类学（Microbiol Taxonomy），微生物生理学（Microbiol Physiology），微生物遗传学（Microbiol Genetics）及微生物生物化学（Microbiol Biochemistry）等。

按微生物的应用领域可分为：总学科称为应用微生物学（Applied Microbiology）。其分支学科有：工业微生物学（Industrial Microbiology），农业微生物学（Agricultural Microbiology），植物病理学（Phytopathology），医学微生物学（Medical Microbiology），兽医微生物学（Veterinary microbiology），药学微生物学（Pharmaceutical Microbiology），食品微生物学（Food Microbiology），发酵微生物学（Fermentational Microbiology）以及乳品微生物学（Dairy Microbiology）等。

按研究对象的类群可分为：细菌学（Bacteriology），真菌学（Fungi），病毒学（Virology），藻类学（Phycology）及原生动物学（Protozoology）等。

按微生物所在的生态环境可分为：土壤微生物学（Soil Microbiology），环境微生物学（Environmental Microbiology），海洋微生物学（Marine Microbiology），宇宙微生物学（Cosmic Microbiology），水生微生物学（Aquatic Microbiology）及微生态学（Microecology）等。

按微生物学和其他学科间交叉情况可分为：分析微生物学（Analytic Microbiology），化学微生物学（Chemical Microbiology），微生物数值分类学（Microbial Numerical Taxonomy）及微生物地球化学（Microbial Geochemistry）等。

1.2 食品微生物学的形成与发展

1.2.1 食品微生物学的概念

食品微生物学是微生物学的一个重要分支学科，隶属于应用微生物学范畴。它是随着食品科学的发展而产生的，是专门研究与食品相关的微生物的种类、特点及在一定条件下与食品工业关系的一门学科。

食品微生物学主要以与食品有关的微生物为研究对象，解决由微生物引起的相关食品问题，因而涉及的学科多，范围广且实践性强。同时，在某些方面又与现行的食品法规紧密相连，所以有一个标准化的问题，即在对食品的生产、销售、贸易中均有相应的统一规定和限制，尤其是其中的卫生质量标准，都明确规定了微生物学指标及相应的检验方法，这些都是强制性的标准，必须遵照执行。



1.2.2 微生物学与食品微生物学的形成与发展

食品微生物学是微生物学的分支学科，它是随着微生物学的形成与发展而建立起来的。

(1) 古代人类对微生物的利用

在人类未发现微生物之前，世界各国人民凭借自己的经验，在实践中利用有益微生物、防治有害微生物，积累了丰富的实践经验。

食品生产大约起源于8000~10000年以前。谷物的烹调、酿造和食品的保藏可能在8000年前开始，因为这一时期近东制作了第一个煮壶，推测在这一时期的早期，就出现了食品腐败和食物中毒的问题，由于食品制作及不适当的保存方式引起食品腐败，并出现由食品介导的疾病。

公元前3500年已有葡萄酒的酿造。根据Pederson(1971)报告，最早酿造啤酒的证据是在古巴比伦时代。公元前3000年埃及人就食用牛奶、黄油和奶酪。

公元前3000—前1200年，犹太人用死海中获得的盐来保存各种食物，中国人和希腊人开始用盐腌鱼保藏食品。公元前1500年中国人和古巴比伦人开始制作和消费香肠。在这一时期还发展了用橄榄油和芝麻油保存食品的方法。

约3000年前，埃及已开始发酵生产食醋，日本的酿造醋技术大约在369—404年从中国传入(Masai, 1980)，而在3000年前，我国已最早开始了制酱和酱油。

约1000年前，罗马人使用雪来包裹虾和其他易腐食品。熏肉的制作作为一种贮藏方法可能也是从这一阶段开始的。尽管大量微生物学的知识和技术已用于食品制作、保存和防腐，但微生物究竟和食品有什么关系以及食品的保藏机理、食品传播的疾病及其所带来的危害还是个谜，无人知晓。

到了13世纪，虽然人们意识到肉食的质量特性，但毫无疑问还没有认识到肉的质量与微生物之间的因果关系。因为在此之前，即在中世纪，麦角中毒（由真菌麦角菌引起）造成了很多人死亡。仅在943年法国因为麦角中毒死亡40000多人，当时并不知道这是由真菌引起的。

1658年，A. Kircher在研究腐烂的尸体、牛奶、肉以及其他物质时发现了称之为“虫”的生物体，但他的研究结果并没有被广泛接受。

(2) 形态学时期

人类对微生物的利用虽然很早，并已推测自然界有肉眼看不见的微生物存在，但由于科学技术条件有限，无法证实微生物的存在。17世纪后半叶因航海商贸的需要，玻璃研磨工作达到较高的水平。荷兰人安东·列文虎克(Antony Van Leeuwenhoek, 1632—1723)制成了可放大200~300倍的简单显微镜，用其观察了雨水、牙垢、污水及腐败有机物等，同时将所观察到的微小生物作了正确描述，并发表在英国《皇家学会科学研究会报》上，为微生物的存在提供了有力证据。从此，人类揭开了微生物世界的秘密面纱，开始了微生物的形态学时期，并