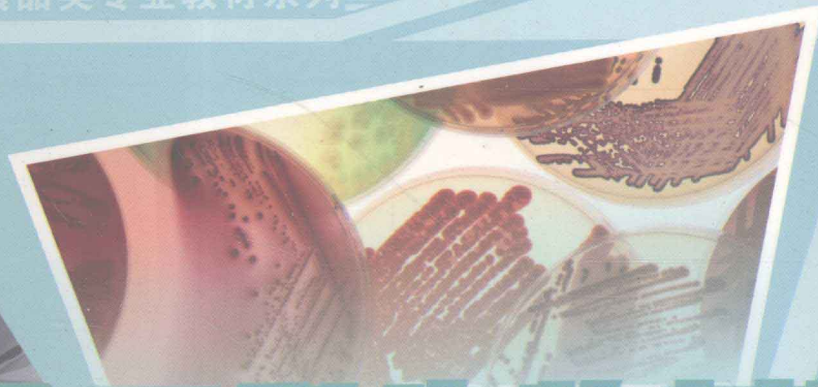




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列



食品微生物基础 与实验技术 (第二版)

主编 万萍



科学出版社
www.sciencep.com



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列

食品微生物基础与实验技术

(第二版)

万 萍 主编

丁立孝 刘旭光 李翠华 武模戈 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书第1~5章为微生物基础,简明地介绍了有关微生物学的基础知识,论述了微生物在其生命活动中的基本规律(微生物的形态结构与功能、生长和培养技术、遗传育种和菌种保藏技术、生态、食品腐败变质及其控制等);第6章实用微生物技术,介绍了微生物在酿酒、调味品、乳制品、面包、谷氨酸、柠檬酸、酶制剂、食用菌等生产上的应用;第7章食品微生物实验技术,介绍了微生物实验常规技术、食品微生物学卫生检验技术及食品微生物学应用技术等内容。

本书可作为高等职业教育食品加工技术、食品生物技术、食品营养与检测、食品贮运与营销、食品机械与管理、农畜特产品加工及农业技术类专业、农产品安全检验等专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

食品微生物基础与实验技术/万萍主编.—2版.—北京:科学出版社,2010

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高职高专食品类专业教材系列)
ISBN 978-7-03-028826-4

I. ①食… II. ①万… III. ①食品微生物-微生物学-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TS201.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第169319号

责任编辑:沈力匀/责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

百善印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2010年9月第一次印刷 印张:15 3/4

印数:1—3 000 字数:380 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈百善〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VP04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专食品类专业教材系列
专家委员会

主任

贡汉坤 江苏食品职业技术学院

副主任

逯家富 长春职业技术学院

毕阳 甘肃农业大学

陈莎莎 中国轻工职业技能鉴定指导中心

委员

侯建平 包头轻工职业技术学院

江建军 四川工商职业技术学院

朱维军 河南农业职业技术学院

莫慧平 广东轻工职业技术学院

刘冬 深圳职业技术学院

王尔茂 广东食品药品职业学院

于雷 沈阳师范大学

林洪 中国海洋大学

徐忠传 常熟理工学院

郑桂富 安徽蚌埠学院

魏福华 江苏食品职业技术学院

陈历俊 北京三元食品股份有限公司

康健 山西杏花村汾酒集团有限公司

陆绮 香格里拉饭店管理集团

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专食品类专业教材系列
编写委员会

主任

贡汉坤 王尔茂

副主任

江建军 逯家富 侯建平 莫慧平 陈莎莎

委员 (按姓氏笔画排列)

丁立孝	于雷	万萍	马兆瑞	王传荣	王林山	王俊山
贝慧玲	付三乔	朱克永	朱维军	刘长春	刘江汉	刘靖
苏新国	杨天英	杨昌鹏	李惠东	吴晓彤	张邦建	陈月英
武建新	罗丽萍	赵金海	赵晨霞	赵晴	胡继强	姜旭德
祝战斌	徐兆伯	徐清华	徐静	黄卫萍	黄亚东	覃文
蔡健	廖湘萍	魏福华	翟玮玮			

前 言

为认真贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中提出“加大课程建设与改革的力度，增强学生的职业能力”的要求，适应我国职业教育课程改革的趋势，我们根据食品行业各技术领域和职业岗位（群）的任职要求，以“工学结合”为切入点，以真实生产任务或（和）工作过程为导向，以相关职业资格标准基本工作要求为依据，重新构建了职业技术（技能）和职业素质基础知识培养两个课程系统。在不断总结近年来课程建设与改革经验的基础上，组织开发、编写了高等职业教育食品类专业教材系列，以满足各院校食品类专业建设和相关课程改革的需要，提高课程教学质量。

本书是《食品微生物基础与实验技术》（2004年）的修订版，该书自出版至今的6年以来，受到了广大高职院校的好评，教材不断重印，在相关专业的高等职业院校中起到了很好的示范和导向作用，并获中国科学院优秀教材一等奖。该版被教育部列为普通高等教育“十一五”国家级教材规划教材。为进一步跟上食品工业发展的需要，更好地适应高等职业教育的需要，以及全社会对食品安全的高度关注，我们对原书进行了相应的修订和提高，新增了食品生物技术的相关内容，扩大了本书的适用范围。在食品微生物的检验技术方面，引用了中华人民共和国卫生部2010年6月颁布的最新食品安全国家标准，对规范食品微生物的检验及食品安全的评价方面起到了积极的引导作用。

本书为适应高等职业教育以培养应用实践型人才的目标和要求，以相关工种国家技能鉴定考核标准的应知、应会内容为重点组织编排内容，简明地介绍了有关微生物学的基础知识，论述了微生物在其生命活动中的基本规律，阐明了微生物与食品工业的关系，如何利用微生物制造食品，防止有害微生物引起食品变质；强调微生物学实验的基本操作、应用微生物学实验技术及食品卫生检验技术等。以突出综合职业能力和实践能力的培养，体现了教材的实用性，其实验内容的编写严格执行国家有关最新标准规范。本书既可作为高职高专院校食品类专业学生的教材，也可作为广大卫生检验工作者、食品企业技术人员的参考书。

本书由成都学院万萍主编。日照职业技术学院丁立孝、连云港师范高等专科学校刘旭光、山东东营职业学院李翠华、濮阳职业技术学院武模戈任副主编，参加编写的人员还有：贵州轻工职业技术学院何惠，四川工商职业技术学院曾杨清，苏州农业职业技术学院须英敏，河南信阳农业高等专科学校汪金萍。

本书经教育部高职高专食品类专业教学指导委员会组织审定。在编写过程中，得到教育部高职高专食品类专业教学指导委员会、中国轻工职业技能鉴定指导中心的悉心指导以及科学出版社的大力支持，谨此表示感谢。在编写过程中，参考了许多文献、资料，包括大量网上资料，难以一一鸣谢，在此一并感谢。

目 录

前言

绪论	1
第 1 章 微生物的形态结构与功能	8
1.1 原核微生物	9
1.1.1 细菌	9
1.1.2 放线菌	18
1.1.3 其他类型的原核微生物	21
1.2 真核微生物	22
1.2.1 酵母菌	22
1.2.2 霉菌	28
1.2.3 大型真菌	36
1.3 病毒	37
1.3.1 病毒概念和特点	37
1.3.2 病毒的分类	38
1.3.3 病毒形态、结构和化学组成	38
1.3.4 病毒的复制	39
1.3.5 发酵工业噬菌体的检测与预防	41
第 2 章 微生物的生长和培养技术	45
2.1 微生物的营养	45
2.1.1 微生物的营养需求	45
2.1.2 微生物生长所需的营养物质及其功能	46
2.1.3 微生物的营养类型	48
2.1.4 微生物对营养物质的吸收	49
2.1.5 培养基的制备、类型及应用	51
2.2 微生物的生长	54
2.2.1 微生物生长的概念及生长量的测定	54
2.2.2 微生物的生长规律	57
2.2.3 微生物生长繁殖的控制	59
2.3 微生物代谢	67
2.3.1 微生物代谢的分解代谢和合成代谢	68
2.3.2 微生物代谢的调节	70
2.3.3 微生物代谢的控制	75

2.4	微生物的培养技术	77
2.4.1	好氧固体培养	78
2.4.2	厌氧固体培养	78
2.4.3	好氧液体培养	79
2.4.4	厌氧液体培养	79
2.4.5	连续培养	80
第3章	微生物遗传育种和菌种保藏技术	83
3.1	微生物的遗传与变异	83
3.1.1	遗传变异的物质基础	83
3.1.2	微生物的遗传与变异	83
3.2	微生物菌种的选育	85
3.2.1	自然突变选育	85
3.2.2	诱变选育	86
3.2.3	育种技术简介	88
3.3	微生物菌种的退化、复壮与保藏	89
3.3.1	菌种的退化	89
3.3.2	菌种的复壮	90
3.3.3	菌种的保藏	91
第4章	微生物的生态	96
4.1	微生物在自然界中的分布	96
4.1.1	空气中的微生物	96
4.1.2	水体中的微生物	97
4.1.3	土壤中的微生物	97
4.1.4	极端环境下的微生物	98
4.1.5	工、农业产品中的微生物	98
4.1.6	人体的正常菌群	99
4.1.7	微生物与生物环境间的相互关系	99
4.2	微生物在物质循环中的作用	101
4.2.1	微生物在碳素循环中的作用	101
4.2.2	微生物在氮素循环中的作用	101
4.2.3	微生物在硫素循环中的作用	102
4.2.4	微生物在磷素循环中的作用	103
第5章	食品腐败变质及其控制	105
5.1	食品的腐败变质	105
5.1.1	引起食品腐败的主要微生物	105
5.1.2	乳及乳制品的腐败变质	109
5.1.3	水产品的腐败变质	112
5.1.4	果蔬及其制品的腐败变质	113

5.1.5 畜禽产品的腐败变质	115
5.1.6 罐藏食品的腐败变质	117
5.1.7 冷藏和冷冻食品的腐败变质	119
5.2 食品腐败变质的控制	120
5.2.1 控制 pH	121
5.2.2 控制水分活度 (A_w)	121
5.2.3 冷藏和冷冻	121
5.2.4 热处理	121
5.2.5 化学抑制剂	121
5.2.6 包装控制	122
5.2.7 非加热杀菌技术	122
第6章 实用微生物技术	124
6.1 酿酒工业中的应用	126
6.1.1 啤酒	126
6.1.2 白酒酿造	128
6.1.3 葡萄酒酿造	130
6.2 发酵调味品的生产	132
6.2.1 酱油酿造	132
6.2.2 食醋酿造	134
6.2.3 豆腐乳酿造	136
6.3 发酵乳制品生产	138
6.4 面包生产	139
6.4.1 面包酵母及作用	139
6.4.2 面包的生产工艺	140
6.5 谷氨酸生产	141
6.5.1 谷氨酸发酵菌种	141
6.5.2 L-谷氨酸发酵机理	141
6.5.3 L-谷氨酸发酵生产工艺	141
6.6 柠檬酸生产	142
6.6.1 柠檬酸发酵微生物	142
6.6.2 柠檬酸发酵机理	142
6.6.3 柠檬酸发酵工艺	143
6.7 酶制剂生产	143
6.7.1 酶制剂中的微生物	144
6.7.2 酶制剂发酵生产方法	144
6.8 食用菌生产	145
6.8.1 平菇	145
6.8.2 黑木耳	147

6.8.3 猴头菇	147
第7章 食品微生物实验技术	150
7.1 微生物实验常规技术	150
7.1.1 实验1: 玻璃器皿的洗涤、包扎和干热灭菌	150
7.1.2 实验2: 普通显微镜的使用及微生物标本片观察	154
7.1.3 实验3: 细菌的简单染色法和革兰氏染色法	157
7.1.4 实验4: 放线菌形态的观察	160
7.1.5 实验5: 酵母菌的形态观察及死活细胞的染色鉴别	162
7.1.6 实验6: 霉菌形态的观察	163
7.1.7 实验7: 微生物细胞大小的测定	165
7.1.8 实验8: 酵母细胞的计数及发芽率的测定	167
7.1.9 实验9: 培养基的配制与灭菌	169
7.1.10 实验10: 微生物接种技术	172
7.1.11 实验11: 微生物的分离、纯化	174
7.1.12 实验12: 细菌的生理生化试验	177
7.1.13 实验13: 微生物菌种保藏	180
7.2 食品微生物学卫生检验技术	183
7.2.1 实验14: 食品中菌落总数的测定	183
7.2.2 实验15: 大肠菌群计数法	186
7.2.3 实验16: 沙门氏菌的检验	190
7.2.4 实验17: 金黄色葡萄球菌的检验	201
7.2.5 实验18: 食品中霉菌和酵母计数法	203
7.2.6 实验19: 空气中微生物的检验	207
7.3 食品微生物学应用技术	208
7.3.1 实验20: 含乳酸菌食品中乳酸菌的检验	208
7.3.2 实验21: 糖化曲的制备及其酶活力的测定	211
7.3.3 实验22: 从自然界中分离筛选微生物菌种	213
7.3.4 实验23: 细菌生长曲线的测定	215
7.3.5 实验24: 啤酒酵母扩大培养与酵母生长形态观察	216
附录	219
附录1 教学常用菌种学名	219
附录2 实验常用培养基及制备	220
附录3 常用染色液及试剂的配制	234
主要参考文献	238

绪 论

学习目标

1. 掌握微生物的概念和特点。
2. 掌握微生物的分类与命名。
3. 了解食品微生物学的研究内容及发展概况。

在地球上，生活着各式各样的生物，大多数生物体形较大，肉眼可见；结构功能分化得比较清楚。它们有的生活在江、河、湖、海，有的生活在高山、平原；有的钻在土层中，有的飞行于空中。然而，除了这些较大的生物以外，在我们周围，还存在着一类体形微小、数量庞大、肉眼难以看见的微小生物，这就是本书所要讨论和研究的微生物(microorganism, microrbe)。微生物虽然微小。“看不见”，“摸不着”，似乎感到陌生，但是与我们人类、与食品工业却有着非常密切的关系。

很多微生物可用于食品制造，如饮料、酒类、醋、酱油、味精、馒头、面包、酸奶等生产中的发酵微生物；还有一些微生物能使食品变质败坏，如腐败微生物；少数微生物还能引起人类食物中毒或使人、动植物感染而发生传染病的，即所谓病原微生物。

食品是人类营养的主要来源，所以对食品微生物进行研究、检验，在食品的质量及安全性方面具有十分重要的意义。

1. 微生物的概念

微生物是一切肉眼看不见或看不清的微小生物的总称。它们都是一些个体微小（一般 $<0.1\text{mm}$ ）、构造简单的低等生物，包括属于原核类的细菌（真细菌和古生菌）、放线菌、蓝细菌（旧称“蓝绿藻”或“蓝藻”）、支原体、立克次氏体、衣原体；属于真核类的真菌（酵母菌、霉菌、蕈菌）、原生动植物和显微藻类；以及属于非细胞类的病毒（类病毒、拟病毒、朊病毒），但其中也有少数成员是肉眼可见的，例如近年来发现有的细菌是肉眼可见的：1993年正式确定为细菌的 *Epulopiscium fishelsoni* 以及1998年报道的 *Thiomargarita namibiensis*（纳米比亚硫磺珍珠），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，也仍为今天所适用。

在食品工业中，较为常见和常用的微生物有细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、噬菌体等。

2. 微生物的特点

微生物与动、植物相比，具有以下的特点：

1) 体积小、面积大

微生物体积小，因此具有极大的比表面值（表面积/体积），从而必然有一巨大的营养吸收面，代谢废物的排泄面和环境信息的交换面，并由此而产生其余的特性。

2) 繁殖快

微生物的繁殖速度非常惊人。拿细菌来讲，一般每隔20~30min即可分裂1次，细胞的数目就要比原来增加1倍。假如1个细菌20min分裂1次，而且每个子细胞都具有同样的繁殖能力，那么1h后，就变成8（ 2^3 ）个，2h后变成64（ 2^6 ）个。24h可繁殖72代，这样原始的1个细胞变成了 2^{72} 个细菌。如果按每10亿个细菌重1mg计算，则 2^{72} 个细菌的重量超过4722t。假使再这样繁殖4~5d，它就会形成和地球同样大小的物体。但事实上，由于营养、空间和代谢产物等条件的限制，微生物的几何级数分裂速度充其量只能维持数小时而已，因而在液体培养中，细菌细胞的浓度一般仅达 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL。

微生物的这一特性在发酵工业中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，例如，用做发面剂的 *Saccharomyces cerevisiae*（酿酒酵母），其繁殖速率虽为2h分裂1次（比上述 *E. coli* 低6倍），但在单罐发酵时，仍可为12h“收获”1次，每年可“收获”数百次。这是其他任何农作物所不可能达到的“复种指数”。它对缓解当前全球面临的人口剧增与粮食匮乏也有重大的现实意义。有人统计，一头500kg重的食用公牛，每昼夜只能从食物中“浓缩”0.5kg蛋白质；同等重的大豆，在合适的栽培条件下24h可生产50kg蛋白质；而同样重的酵母菌，只有以糖蜜（糖厂下脚料）和氨水作主要养料，在24h内却可真正合成50000kg的优良蛋白质。据计算，一个年产 10^5 t酵母菌的工厂，如以酵母菌的蛋白质含量为45%计，则相当于在562500亩（1亩=666.67m²）农田上所生产的大豆蛋白质的量，此外，还有不受气候和季节影响等优点。

微生物繁殖快的特性对生物学基本理论的研究也带来了极大的优越性，它使科学研究的周期大为缩短、空间减小、经费降低、效率提高。当然，若是一些危害人、畜和农作物的病原微生物或会使物品霉腐变质的有害微生物，它们的这一特性就会给人类带来极大的损失或祸害，因而必须认真对待。

3) 分布广、种类多

微生物在自然界中有着极其广泛的分布且种类也非常繁多。上至几万米的高空，下至数千米的深海；高达90℃的温泉，冷至-80℃的南极；盐湖、沙漠；人体内、外，动植物组织；化脓的伤口，隔夜的饭菜……到处都留下微生物的足迹，真可以说是无微不至，无孔不入了。

微生物之所以分布广泛，与微生物本身小而轻密切相关。说它小，因为它通常要以微米为单位。例如大肠杆菌只有1~3μm长。这样小的个体，任何地方都可以成为它的藏身之地。说它轻，每个细菌的重量只有 $1 \times 10^{-10} \sim 1 \times 10^{-9}$ mg。这样轻的个体，可以

随风飘荡，走遍天涯。

微生物的种类多主要体现在以下几个方面：

(1) 物种的多样性迄今为止，已发现的微生物的数量在 10 万种以上。据估计，微生物的总数约在 50 万~600 万种之间。美国科学狂人文特尔最近预测，微生物物种数量也许是 1 千万甚至是 1 亿种。

(2) 营养类型多样性。从无机营养到有机营养，微生物能充分利用自然资源。凡是能被动、植物利用的物质，例如蛋白质、糖类、脂肪及无机盐等，微生物都能利用。有些不能被动、植物利用的物质，也能找到能利用它们的微生物。例如纤维素、石油、塑料等，不少微生物能将它们分解。另外还有一些对动、植物有毒的物质，例如氰、酚、聚氯联苯等，也有一些微生物能对付它们。美国康奈尔大学早在 20 世纪 70 年代初期就分离到能分解 DDT 的微生物，日本也发现了能分解聚氯联苯的红酵母。

(3) 代谢产物的多样性。微生物究竟能产生多少种代谢产物，是一个不容易准确回答的问题，1980 年代曾有人统计为“7890 种”，后来（1992 年）又有人报道仅微生物产生的次生代谢产物就有 16500 种，且每年还在以 500 种新化合物的数目增长着。

(4) 遗传基因的多样性。从基因水平看微生物的多样性，内容更为丰富，这是近年来分子微生物学家正在积极探索的热点领域。在全球性的“人类基因组计划”（HGP）的有力推动下，微生物基因组测序工作正在迅速开展，并取得了巨大的成就。

(5) 生态类型的多样性。微生物广泛分布于地球表层的生物圈（包括土壤圈、水圈、大气圈、岩石圈和冰雪圈）；对于那些极端微生物即嗜极菌（*extremophiles*）而言，则更易生活在极热、极冷、极酸、极碱、极盐、极压和极旱等的极端环境中。另外，微生物还有众多的相互依赖的关系，如互生、共生、寄生等（详见第 4 章）

从微生物的分布广、种类繁多这一特性可以看出，微生物的资源是极其丰富的。有文献报道，截止 2004 年 10 月仅有不到 2% 的微生物物种达到了利用。因此在实践和生物学基本理论问题的研究中，利用微生物具有无限广阔的前景。

4) 吸收多、转化快

有资料表明，1kg 酒精酵母 1d 内能“消耗”掉几吨糖，把它转变为酒精。从工业生产的角度来看，它能够把基质较多地转变为有用的产品；用乳酸菌生产乳酸，每个细胞可以产生为其体重 $10^3 \sim 10^4$ 倍的乳酸；*Candida utilis*（产朊假丝酵母）合成蛋白质的能力比大豆强 100 倍，比食用牛（公牛）强 10 万倍；一些微生物的呼吸速率也比高等动、植物的组织强数十至数百倍。

这个特性为微生物的高速生长繁殖和合成大量代谢产物提供了充分的物质基础，从而使微生物在自然界和人类实践在更好地发挥其超小型“活的化工厂”的作用。

在生产实践中，应用这个特点不仅可以获得种类繁多的发酵产品，而且可以找到比较简便的生产工艺路线。在理论研究上，可以更好地揭示生命活动的本质。但是食品碰上了腐败微生物，发酵污染了杂菌，代谢越旺，损失就越大。

5) 适应强、易变异

微生物对环境条件尤其是地球上那些恶劣的“极端环境”，例如高温、高酸、高盐、高辐射、高压、低温、高碱、高毒等的惊人适应力堪称生物界之最。微生物善于随

“机”应变,从而使自己得以保存。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。例如肺炎双球菌有了荚膜,就可以抵抗白血球的吞噬。但微生物最拿手的好戏即它会及时形成休眠体,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。当外界条件十分险劣时,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”而蒙混过关。微生物之所以能够延种续代、儿女满堂、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,常利用这个特点来保藏菌种和诱变育种。例如人们常常利用物理或化学因素迫使微生物进行诱变,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,满足人们提高产量和简化工艺的需要。如产青霉素的菌种 *Penicillium chrysogenum* (产黄青霉),1943年时每毫升发酵液仅分泌约20单位的青霉素,至今早已超过5万单位了;有害的变异则是人类各项事业中的大敌,如各种致病菌药性的耐变异使原本已得到控制的相应传染病变得无药可治,而各种优良菌种生产性状的退化则会使生产无法维持正常等。

6) 易培养

由于微生物营养类型多样,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、工厂下脚料,例如麸皮、粉饼、酒糟等都可用来培养微生物。这样不仅解决了培养微生物的原料问题,而且为三废处理找了出路,做到了综合利用,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,也能土法上马。除此以外,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。它不仅广泛地被用于生产实践,而且将成为21世纪进一步解决生物学重大理论问题,如生命起源与进化、物质运动的基本规律等,以及实际应用问题,如新的微生物资源的开发利用,能源、粮食等的最理想的材料。

3. 微生物学及其分科

微生物学(microbiology)是一门在细胞、分子或群体水平上研究微生物的形态构造、生理代谢、遗传变异、生态分布和分类进化等生命活动基本规律,并将其应用于工业发酵、医药卫生、生物工程和环境保护等实践领域的科学。其根本任务是发掘、利用、改善和保护有益微生物,控制、消灭或改造有害微生物,为人类社会的进步服务。

微生物学经历了一个多世纪的发展,已分化出大量的分支学科,据不完全统计(1990年),已达181门之多。现根据其性质简单归纳成下列6类:

(1) 按研究微生物的基本生命活动规律为目的来分,总学科称普通微生物学(general microbiology),分科有微生物分类学、微生物生理学、微生物遗传学、微生物生态学和分子微生物学等。

(2) 按微生物应用领域来分, 总学科称应用微生物学 (applied microbiology), 分科有工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、药用微生物学、诊断微生物学、抗生素学、食品微生物学等。

(3) 按研究的微生物对象分, 如细菌学、真菌学 (菌物学)、病毒学、原核生物学、自养菌生物学和厌氧菌生物学等。

(4) 按微生物所处的生态环境分, 如土壤微生物学、微生物生态学、海洋微生物学、环境微生物学、水微生物学和宇宙微生物学等。

(5) 按学科间的交叉、融合分, 如化学微生物学、分析微生物学、微生物生物工程学、微生物化学分类学、微生物数值分类学、微生物地球化学和生物信息学等。

(6) 按实验方法、技术分, 如实验方法微生物学、微生物研究方法等。

4. 微生物的分类与命名

1) 微生物的分类

为了识别和研究微生物, 各种微生物按其客观存在的生物属性 (如个体形态及大小、染色反应、菌落特征、细胞结构、生理生化反应、与氧的关系、血清反应等) 及它们的亲缘关系, 有次序的分门别类排列成一个系统, 从大到小, 按界、门、纲、目、科、属、种等分类。把属性类似的微生物排列成界, 在界内从类似的微生物中找出它们的差别, 再列为门, 依次类推, 直分到种。“种”是分类的最小单位。种在微生物之间的差别很小, 有时为了区分小差别可用株表示, 但“株”不是分类单位。在两个分类单位之间可加亚门、亚纲、亚目、亚科、亚属、亚种及变种等次要分类单位。最后对每一属或种给予严格的科学名称。

各类微生物有各自的分类系统, 如细菌分类系统、酵母分类系统、霉菌分类系统等。目前有三个比较全面的分类系统, 一个是前苏联克拉西尼科夫所著《细菌和放线菌鉴定》(1949) 中的分类。第二个是法国的普雷沃 (Prevot) 所著《细菌分类学》(1961) 中的分类。第三个是美国细菌学家协会所属伯杰氏鉴定手册董事会组织各国有关学者写成的《伯杰氏鉴定细菌学手册》(*Bergey's manual of Determinative Bacteriology*) 中的分类。该手册于 1923 年出第一版, 经过不断的修订, 至 1994 年已出至第九版。另外, 由于 G+C mol% 测定、核酸杂交和 16srRNA 寡核苷酸序列测定等新技术和新指标的引入, 使原核生物分类从以往以表型、实用性鉴定指标为主的旧体系向鉴定遗传型的系统进化分类新体系逐渐转变, 于是, 从 20 世纪 80 年代初起, 该手册组织了国际上 20 多个国家的 300 多位专家, 合作编写了 4 卷本的新手册, 书名改为《伯杰氏系统细菌学手册》(*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 简称《系统手册》), 并于 1984 年至 1989 年间分 4 卷陆续出版。此书是目前国际上最流行的实用版本。《系统手册》的第二版将从 2000 年起分 5 卷陆续发行。

1969 年魏泰克 (Whittaker) 提出生物五界分类系统, 后来被 Margulis 修改成为普遍接受的五界分类系统: 原核生物界 (包括细菌、放线菌、蓝绿细菌)、原生生物界 (包括蓝藻以外的藻类及原生动物)、真菌界 (包括酵母菌和霉菌)、动物界和植物界。

我国王大耜教授提出六界: 病毒界、原核生物界、真核原生生物界、真菌界、动物

界和植物界。

2) 微生物的命名

微生物的命名是采用生物学中的二名法，即用两个拉丁字命名一个微生物的种。这个种的名称是由一个属名和一个种名组成，属名和种名都用斜体字表达，属名在前，用拉丁文名词表示，第一个字母大写。种名在后，用拉丁文的形容词表示，第一个字母小写。如大肠埃希氏杆菌的名称是 *Escherichia coli*。为了避免同物异名或同名异物，在微生物名称之后缀有命名人的姓，如大肠埃希氏杆菌 *Escherichia coli* Castella and Chalmers。浮游球衣菌的名称是 *Sphaerotilus natans* Kützing 等。枯草芽孢杆菌的名称是 *Bacillus subtilis*。如果只将细菌鉴定到属，没鉴定到种，则该细菌的名称只要属名，没有种名。如：芽孢杆菌属的名称是 *Bacillus*。梭状芽孢杆菌属的名称是 *Clostridium*。也可在属名后面加 sp.（单数）或 spp.（复数），sp. 和 spp. 是种 species 的缩写，如 *Bacillus* sp.（spp.）。

5. 食品微生物学的研究内容及发展概况

食品微生物学（food microbiology）是微生物学的一个分支学科。它是专门研究微生物与食品之间的相互关系的一门科学。它的研究内容包括以下几个方面：

- (1) 研究与食品有关的微生物的生命活动的规律。
- (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，制定食品中的微生物指标，从而为判断食品的卫生质量提供科学依据。

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人们就已有这方面的知识。公元前 6000 年左右，人类已经掌握了酿酒和食品保藏的技术。埃及人在公元前 3000 年就食用牛奶、白脱油和乳酪。公元前 3000~前 1200 年，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。公元前 1500 年，中国人和巴比伦人已经开始制作和消费香肠了。

在利用微生物进行生产、生活的同时，人类还会碰上了食品腐败和食品中毒问题。提出微生物在腐败食品中的作用的第一个人是埃·柯彻（Kircher）。他在 1658 年检查腐败的尸体、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。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。1860 年他首次利用加热杀死酒中致病微生物。

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、酒、味精、面包等。同时，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资源不断地被开发、利用。柠檬酸、酶制剂和单细胞蛋白等微生物生产的产品在各个领域得到了广泛的应用。杀菌效果和保藏方法不断改进，提高了食品的质量和安全性。

此外,对有害微生物的监控更是高度重视。国家制定了一系列食品卫生标准和法规,颁布了《食品卫生法》及各类食品企业的卫生规范。发布了《中华人民共和国国家标准——食品卫生检验方法(微生物学部分)》。统一了全国食品卫生微生物学检验方法。这对促进我国食品卫生检验工作的发展起到了重要的作用。随着社会的发展,人们对食品的要求也越来越高,渴望有更多、更好的优质、安全的食品。我国于2009年6月颁布实施了《中华人民共和国食品安全法》,2010年6月1日中华人民共和国卫生部发布了《食品安全国家标准——食品微生物学检验方法》代替原有的《中华人民共和国国家标准——食品卫生检验方法(微生物学部分)》。各级政府部门在整个食品链上开展了食品安全的监督和检查工作,各地相继建立了各种食品研究机构和卫生检测机构,各食品加工企业按照QS要求设有食品微生物检验部门,加强了有害微生物的检验,从而更有效地保障人民的安全和健康。



小结

微生物是一切微小生物的总称,微生物的主要特点是:体积小、面积大、繁殖快、分布广、种类多、吸收多、转化快、适应强、易变异、易培养。

微生物从大到小,按界、门、纲、目、科、属、种等进行分类,目前有三个比较全面的分类系统。微生物的命名采用生物学中的二名法,即用两个拉丁字命名一个微生物的种。这个种的名称是由一个属名和一个种名组成。

食品是人类营养的主要来源,对食品微生物进行研究、检验,在食品的质量及安全性方面具有十分重要的意义。



思考题

1. 什么是微生物?它包括哪些类群?
2. 简述微生物的特点。
3. 什么是食品微生物学?简述它与食品工业的关系。
4. 微生物是如何分类的?
5. 微生物是如何命名的?试举例说明。