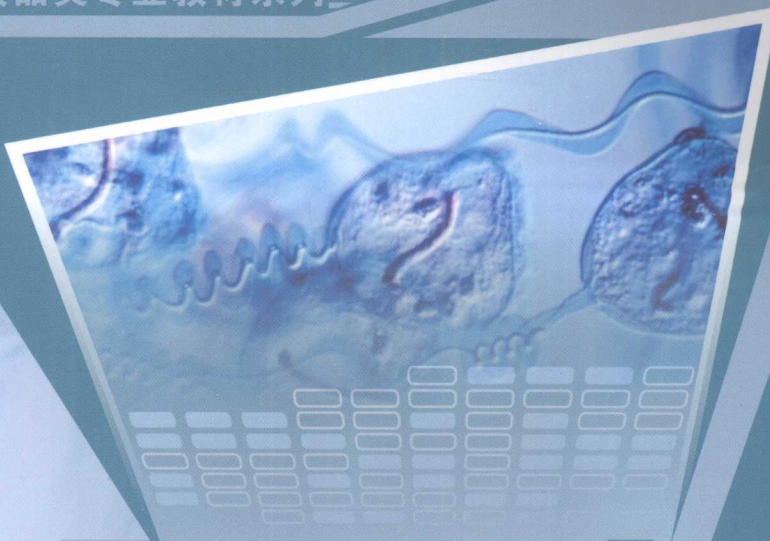




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列



# 食品微生物

侯建平 主编  
纪铁鹏



科学出版社  
www.sciencep.com

203150

TS201.3

17



北京农职院P0203150



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类教材系列

# 食品微生物

侯建平 纪铁鹏 主 编  
元向东、范 俐 副主编  
朱蓓薇 主 审



科学出版社

北 京

## 内 容 提 要

本书是按照食品类专业对食品微生物课程教学的基本要求,充分考虑高等职业技术教育培养高技能人才的目标规格编写的。主要内容有预备知识、显微镜的使用及维护、常见微生物形态观察、染色技术、制片技术、微生物培养、微生物的代谢、菌种保藏技术、食品中微生物检测技术、微生物在食品中的应用十个部分。

本书经教育部高等学校高职高专食品类专业教学指导委员会审定通过,推荐作为全国高等职业院校食品类专业的专业基础课教材。考虑到教材的通用性,内容选取上涉及了微生物的常用知识,故可作为轻化类、生物类、粮油类、服务类等专业的教材使用,也可作为相关科研院所实验技术人员的参考资料和相关企业该类技术工种的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

食品微生物/侯建平,纪铁鹏主编. —北京:科学出版社,2010

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高职高专食品类教材系列)

ISBN 978-7-03-026528-9

I. Ⅱ. ①侯… ②纪… Ⅲ. 食品微生物-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(2009)第 015541 号

责任编辑:沈力匀/责任校对:耿耘

责任印制:吕春珉/封面设计:李亮

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2010年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010年2月第一次印刷 印张:21 3/4

印数:1—3 000 字数:520 000

定价:33.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

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

王尔茂 广东食品药品职业学院

莫慧平 广东轻工职业技术学院

朱维军 河南农业职业技术学院

刘 冬 深圳职业技术学院

林 洪 中国海洋大学

于 雷 沈阳师范大学

徐忠传 常熟理工学院

郑桂富 安徽蚌埠学院

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

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	付三桥	朱克永	朱维军	刘长春	刘江汉	刘 靖
苏新国	陈月英	杨天英	杨昌鹏	李惠东	吴晓彤	张邦建
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	翟玮玮				

## 前 言

承担普通高等教育“十一五”国家级规划教材《食品微生物》的编写任务，说心里话，感觉既容易又艰难。说容易，是因为可参考的该类教材版本较多、大同小异，只要精心取舍、照猫画虎，成书自然容易；说艰难，教育改革任重道远，核心是课程改革，教材作为课程的重要载体要引导课程改革、教法改革，就得突破固有体系、甚至传统思维，成书可想而知。好在我们的编写队伍来自教学一线、相关企业实验中心，深知高能人才的成长规律。于是将《食品微生物》定位在食品类专业的应用技术基础课程，彻底改变理论、实验相分立的固有体系和教法，以教学项目牵头和“教、学、做”一体化的模式来完成教学任务，突出培养学生的实验技术工作能力。概括这本书的特点主要有以下几个方面：

- 体系新。本书一改传统的章节编排，以教学项目导引，将理论知识融入具体实训原理之中，增强了理论联系实际的功能。

- 构思巧。在内容选取及编排构思上，按知识点、线循序渐进，基于实验工作过程整合教学内容，旨在引导学生从实际的实验工作过程中获取知识、养成技能。

- 重技能。有了体系和构思的创新，我们又将知识、技能融合到一个一个具体的实训单元之中，同时兼顾劳动部职业技能鉴定应知应会要求，既突出了技能培养，又体现了较强的职业性。

- 教法新。作为一门应用技术基础课程，多年的教学经验使我们对传统的课堂教学模型产生了质疑，即使教师在课堂上将微生物描述的多么形象逼真，学生依旧茫然。为什么不让学生亲临其境与微生物打交道呢？于是，我们的教材旨在引导课堂搬家，到实验室中采用“教、学、做”一体化的模式保证教学任务的完成。

- 讲传承。书籍有让人获得知识、学会技能的最基本功能，于是，我们以知识链接的形式列举了微生物史上有重要影响的人物、事件等，集科普人文于一体，以期熏陶读者、收获传承，也增强了本书的趣味性和可读性。

- 顾兼容。考虑到全国举办食品类专业的高职业院校较多，专业方向和定位上总有差别，一门课程在教学内容选取与课时安排上或有出入，我们采取了广泛取材、整体融合的技术处理，旨在兼容各家所需，也为轻化类、生物类、粮油类、服务类专业选用教材提供了方便。

参加本书编写的人员有：包头轻工职业技术学院元向东（预备知识）；李国芝、白粉娥（显微镜的使用及维护）；纪铁鹏、赵德胜（常见微生物形态观察、微生物培养）；崔雨荣（微生物的代谢）；王淑艳（染色技术）；侯建平（菌种保藏技术、微生物在食品中的应用）；闽北职业技术学院范俐、广东食品药品职业学院王瑞兰、山西轻工职业技术学院王以强（食品中微生物检测技术）；日照职业技术学院胡晓文（制片技术）；内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司副总裁刘卫星、包头骑士乳业有限责任公司总经理党

涌涛等参与了所有实训项目的编写及审核工作。侯建平、纪铁鹏担任主编工作，元向东、范俐担任副主编工作。大连工业大学博士生导师、教授、食品生物学院院长朱蓓薇担任主审工作。

限于作者水平，试图改革创新，书中不妥和疏漏之处在所难免，欢迎使用者批评指正。

# 目 录

<b>教学项目一 预备知识</b> .....	1
预备知识一 微生物的概念和主要类群.....	1
预备知识二 微生物的特点.....	2
预备知识三 微生物的分类与命名.....	6
预备知识四 微生物与食品微生物.....	11
预备知识五 微生物发展简史.....	11
知识链接一 微生物在生物界的地位.....	13
知识链接二 研究微生物的先驱者及其主要贡献.....	13
知识链接三 微生物的分类系统简介.....	15
<b>教学项目二 显微镜的使用及维护</b> .....	16
实训 普通光学显微镜的使用及维护.....	16
知识链接一 暗视野显微镜.....	22
知识链接二 相差显微镜.....	23
知识链接三 电子显微镜.....	24
知识链接四 显微镜的发展历史.....	25
<b>教学项目三 常见微生物形态观察</b> .....	27
实训一 常见细菌形态观察.....	27
实训二 常见放线菌形态观察.....	37
实训三 常见酵母菌形态观察.....	41
实训四 常见霉菌形态观察.....	45
实训五 噬菌体的观察.....	52
实训六 微生物大小测定.....	56
知识链接一 细菌的繁殖方式.....	60
知识链接二 放线菌的生活史.....	61
知识链接三 其他类型的原核微生物.....	61
知识链接四 酵母菌的细胞结构.....	63
知识链接五 酵母菌的生活史.....	64
知识链接六 霉菌的生活史.....	65
<b>教学项目四 染色技术</b> .....	67
实训一 单染色技术.....	67
实训二 革兰氏染色技术.....	71
知识链接一 细菌细胞的结构.....	74
知识链接二 细菌的鞭毛染色.....	77



知识链接三 细菌的荚膜染色 .....	79
知识链接四 细菌的芽孢染色 .....	81
<b>教学项目五 制片技术</b> .....	83
实训一 涂片法 .....	83
实训二 水浸片法 .....	87
实训三 压片法 .....	89
实训四 插片法 .....	91
实训五 载片培养法 .....	94
实训六 透明薄膜培养法 .....	97
实训七 悬滴法 .....	100
知识链接一 四大类微生物的细胞形态和菌落特征的比较 .....	103
知识链接二 食品中常见的微生物 .....	104
知识链接三 病毒的概念、分类、特点、形态、大小、结构和化学组成 .....	113
<b>教学项目六 微生物培养</b> .....	116
实训一 玻璃器皿的洗涤、包扎及灭菌 .....	116
实训二 培养基的配制与灭菌 .....	125
实训三 微生物接种技术 .....	135
实训四 微生物培养技术 .....	141
实训五 微生物的分离纯化 .....	152
实训六 土壤中放线菌的分离 .....	162
实训七 噬菌体的培养 .....	163
实训八 理化因素对微生物生长的影响 .....	166
知识链接一 无菌操作技术 .....	179
知识链接二 有害微生物的控制 .....	181
知识链接三 培养基的类型 .....	191
知识链接四 微生物的营养 .....	195
知识链接五 微生物的营养类型 .....	199
知识链接六 营养物质吸收方式 .....	200
知识链接七 微生物生长概念 .....	204
知识链接八 微生物群体生长的规律及在生产中的指导意义 .....	204
知识链接九 微生物与生物环境之间的关系 .....	208
<b>教学项目七 微生物的代谢</b> .....	210
实训一 巴斯德效应 .....	210
实训二 细菌的生理生化实验 .....	213
知识链接一 微生物的代谢概述 .....	217
知识链接二 西尔维娅：国王和仆人的故事——分子剪刀 .....	220
<b>教学项目八 菌种保藏技术</b> .....	222
实训 菌种保藏 .....	222

知识链接一 菌种的退化及其防治与复壮	234
知识连接二 菌种保藏机构简介	236
知识链接三 微生物的遗传变异	237
知识链接四 微生物育种方法	239
<b>教学项目九 食品中微生物检测技术</b>	<b>243</b>
实训一 酵母菌细胞数、出芽率、死亡率的测定(显微计数法)	243
实训二 奶粉中细菌(菌落)总数的测定	248
实训三 奶粉中大肠菌群(MPN)数检验	253
实训四 金黄色葡萄球菌检验	261
实训五 平酸菌的检验	265
实训六 霉菌计数(霍华德计测法)	268
知识链接一 微生物生长的测定方法	272
知识链接二 食品腐败变质与微生物	275
<b>教学项目十 微生物在食品中的应用</b>	<b>282</b>
实训一 酸乳制作	282
实训二 酵母菌扩大培养及乙醇发酵	287
实训三 柠檬酸发酵	290
实训四 食用菌栽培	292
知识链接一 细菌的应用	301
知识链接二 酵母菌的应用	304
知识链接三 霉菌在食品中的应用	305
知识链接四 食用菌组织分离法制母种	306
知识链接五 食用菌原种、栽培种的制作	307
<b>附录</b>	<b>308</b>
附录一 教学常用菌种学名	308
附录二 实验常用培养基及制备	309
附录三 常用染液配制	332
附录四 实训报告样式	335
<b>主要参考文献</b>	<b>337</b>

## 教学项目一 预备知识



### 教学目标

1. 掌握微生物的概念和包括的主要类群。
2. 熟悉微生物的特点。
3. 了解微生物学概念和发展史。
4. 了解食品微生物学研究的内容。
5. 了解微生物分类的方法、依据。
6. 掌握微生物分类单位及相关概念。
7. 掌握林奈创立的双名法命名规则。



### 要点提示

微生物、微生物特点、微生物学、微生物学任务、微生物学发展简史、食品微生物学、分类方法、分类依据、分类单位、双名制。



### 教学内容

#### 预备知识一 微生物的概念和主要类群

在地球上，生活着上百万种生物，大多数生物体形较大，肉眼可见；结构功能分化得比较清楚。然而，在我们周围，除了这些较大的生物以外，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。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。

##### 一、微生物的概念

人们常说的微生物，是对所有个体微小、结构较为简单，必须借助光学或电子显微镜才能观察到的低等生物的总称。

## 二、微生物主要类群

微生物包括原核类的细菌（真细菌和古生菌）、放线菌、蓝细菌、支原体、衣原体和立克次氏体；真核类的真菌（霉菌、酵母菌和蕈菌）、原生动物和显微藻类；以及非细胞类的病毒、朊病毒和类病毒等。

绝大多数微生物都需要借助显微镜才能观察到，但其中也有少数成员是肉眼可见的，例如 1993 年正式确定为细菌的费氏刺尾鱼菌及 1998 年报道的纳米比亚嗜硫珠菌，均为肉眼可见的细菌。又如大型真菌是肉眼可见的。所以，前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。

按细胞结构不同，微生物的主要类群如表 1-1 所示。

表 1-1 微生物的主要类群

细胞结构	核结构	微生物类群	代表种类
无细胞结构	无核	病毒	亚病毒、拟病毒、类病毒、朊病毒
有细胞结构	原核	原核类	古细菌、真细菌、放线菌、衣原体、立克次氏体、支原体、螺旋体、蓝细菌
	真核	真菌类	酵母菌、霉菌、大型真菌
		原生动物	原生动物、单细胞藻类

## 三、微生物与食品的关系

很多微生物可应用在食品制造方面，如在饮料、酒类、醋、酱油、味精、馒头、面包、酸奶等的生产中都应用微生物；另有一些微生物能使食品变质败坏，如腐败微生物；还有少数微生物能引起人类食物中毒或使人、动植物感染而发生传染病，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，都具有十分重要的意义。

在食品工业中，较为常见和常用的微生物主要有细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、大型真菌、病毒等。



### 思考题

什么叫微生物？微生物包括哪些生物类群？

## 预备知识二 微生物的特点

微生物与动、植物相比，具有以下的特点：

### 一、体积小，面积大

微生物的个体极其微小，要测量它们需要微米（ $\mu\text{m}$ ，即  $10^{-6}\text{m}$ ）或纳米（ $\text{nm}$ ，即

$10^{-9}$ m) 作单位。就拿微生物的典型代表——细菌为例来形象地说明个体的大小。

细菌中最普通的是杆菌，它们的平均长度约  $2\mu\text{m}$ ，1500 个杆菌头尾衔接起来，仅有一粒芝麻长。它们的宽度只有  $0.5\mu\text{m}$ ，60~80 个杆菌“肩并肩”地排列成横队，也只相当于一根头发丝的宽度。至于细菌的体重就更微乎其微了，每毫克的细菌约为 10 亿~100 亿个。

我们知道，任何物体被分割的越细，其比表面积越大，如果将人体的比表面积定为 1 的话，大肠杆菌则高达 30 万个！由于微生物是一个如此突出的小体积大面积系统，必然有一个巨大的营养物质吸收面、代谢废物的排泄面积和环境信息的交换面，并由此产生其余 5 个共性。

## 二、生长旺，繁殖快

微生物的生长繁殖速度非常惊人。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 个大肠杆菌 (*E. coli*) 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。假使再这样繁殖下去，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 左右。

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的问题有重大的现实意义，有人统计，一头 500 kg 重的食用公牛，每昼夜只能从食物中“浓缩” 0.5 kg 蛋白质；同等重的大豆，在合适的栽培条件下 24h 可生产 50 kg 蛋白质；而同样重的酵母菌，只要以糖蜜（糖厂下脚料）和氨水作主要养料，在 24h 内却可真正合成 50000 kg 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 =  $1/15\text{hm}^2$ ）农田上所生产的大豆蛋白质的量，此外，还具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。

## 三、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  $90^\circ\text{C}$  的温泉，冷至  $-80^\circ\text{C}$  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，通常要以微米为单位。例如大肠杆菌只有 $1\sim 3\mu\text{m}$ 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 $1\times 10^{-10}\sim 1\times 10^{-9}\text{mg}$ 。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，人类已描述过的生物总数约 200 万种。据估计，微生物的总数约在 50 万~600 万种之间。

(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，日本发现了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。

利用微生物这个特点我们开展综合利用，变废为宝，为社会创造财富。农村中农副产品可以进一步加工，如秸秆发酵，作为猪的饲料；纤维素分解成单糖，进行酒精发酵等都可以提高农副产品的利用率；污水处理、制造堆肥能将有害物质化为无害，把不能利用的物质变成为植物吸收的肥料，减少了环境污染。这些都是有利的一面。然而，对我们人类有用的食品、原材料，由于保管不当，它们也会占为己有，加以利用而造成浪费。这一方面也应引起我们的注意。

(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。

微生物的分布广且种类繁多的特点，为人类进一步开发利用微生物资源提供了无限广阔的前景。

#### 四、吸收多，转化快

有资料表明，1kg 酒精酵母 1d 内能“消耗”掉几千斤糖，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；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活动中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。

### 五、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要算及时形成休眠体，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，如各种致病菌的耐药性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正常维持等。

### 六、培养容易

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、饼粉、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）和实际应用问题（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。



## 思考题

微生物与动、植物相比具有哪些特征？

## 预备知识三 微生物的分类与命名

### 一、微生物分类的目的

自然界的微生物种类繁多，形态结构和生活特性也各有不同。为了更好地利用、控制和改造微生物，人们在对大量的微生物进行观察、分析和描述的基础上，按照生物的亲缘关系把它们分群归类，有规则地编排成系统。这样根据分类系统，可以将生物的特性做人归纳，找出一种或一套特征来制定检索表，以便于迅速而简单地识别某种微生物。

### 二、微生物分类的方法

在微生物分类中目前主要采用的有四类分类法。包括有经典分类法、遗传特征分类法、化学特征分类法及数值分类法等。

#### 1. 经典分类法

经典分类法是根据微生物形态结构、生理生化、培养特征、生态表现、生活史和血清学反应等表型特征进行分类的方法，这是微生物分类鉴定中通常采用的方法，是近一百年来人们不断努力积累的传统分类方法。

#### 2. 遗传特征分类法

遗传特征分类法是指根据核酸分析得到的遗传相关性所做的分类。因为遗传特征分类法是以决定生物表型特征的遗传物质——核酸作为比较的准绳，根据两种微生物的碱基配对程度，确定遗传关系，所以它是一种最客观和可信度最高的分类方法。

#### 3. 化学特征分类法

化学特征分类法是应用电泳、色谱和质谱等分析技术，根据微生物细胞组分、代谢产物的组成与图谱等化学分类特征进行分类的方法。现已证明，蛋白质或糖类代谢产物的气-液相色谱分析在梭菌、拟杆菌以及其他一些细菌的分类鉴定中非常有用。近年来，以微生物细胞化学成分为特征的化学分类已成了微生物分类的一个重要方面。

#### 4. 数值分类法

数值分类法又称统计分类法，是一种现代微生物分类方法。

数值分类法是根据数值分析，借助计算机将拟分类的微生物按其性状的相似程度归类的方法，这是一种伴随着电子计算机的发展而平行发展起来的多元分析法。特点是根据较多的特征进行分类，一般为 50~60 个，多者可达 100 个以上，在分类上，每一个



特性的地位都是均等重要。通常是以形态、生理生化特征,对环境的反应和忍受性以及生态特性为依据。最后,将所测菌株两两进行比较,并借用电子计算机计算出菌株间的总相似值,列出相似值矩阵。为便于观察,应将矩阵重新安排,使相似度高的菌株列在一起,然后将矩阵图转换成树状谱,再结合主观上的判断(如划分类似程度大于85%者为同种,大于65%者为同属等),排列出一个个分类群。数值分类法的优越性在于它是以分析大量分类特征为基础,对于类群的划分比较客观和稳定;而且促进对类群的全面考查和观察,为菌种分类鉴定积累大量资料。但在使用数值分类法对菌株分群归类定种或定属时,还应做有关菌株的DNA碱基的(G+C)摩尔百分数和DNA杂交,以进一步加以确证。

### 三、微生物分类的依据

微生物的分类依据主要有形态结构、生理生化特征、培养特征、生态表现、生活史和血清学反应、遗传特征和化学分类特征等。

#### 1. 形态特征

(1) 个体形态特征。细菌菌体的个体形态特征包括:细菌菌体细胞的形状、大小和排列方式;染色反应(革兰氏染色和抗酸染色等);运动性;鞭毛的着生位置与数目;是否产芽孢,芽孢的形状、大小与着生位置;细胞贮藏物(种类、数目和分布情况等);对于有些细菌还要根据荚膜、菌毛、气泡和色素等作为分类依据。

在放线菌与丝状真菌中,则主要以菌丝体特征(如菌丝长短、粗细、分支状况、疏密、有无横膈、断裂与否和颜色等)、无性和有性繁殖阶段的特征以及繁殖器官的形态与结构特征及孢子特征(种类、形态、大小、数目、着生状态、颜色与表面纹饰)等作为重要的分类依据。

对于病毒则为病毒粒子的大小、形态或对称性、有无包膜、寄主范围、核酸类型和相对分子质量、有无包含体以及基因组的组分(单组分基因组、双组分基因组或多组分基因组)等。

(2) 群体形态特征(培养特征)。琼脂平皿培养特征:包括形状、大小、边缘、表面及质地(光滑、粗糙、湿润、干燥、光泽、暗淡、皱褶、细小颗粒状与凹凸不平等)、隆起程度、易挑取性或黏稠度、透明度与色泽等。普通斜面划线培养特征:包括生长好坏、形态、光泽等;琼脂穿刺培养特征,包括生长发育情况、色素形成情况等。明胶穿刺培养特征:观察其能否水解明胶及水解后的状况。液体培养特征:包括生长量、生长类型与分布、浑浊度、表面生长状态、沉淀物、气味和颜色等。

#### 2. 生理生化特征

(1) 对营养或生长基质的要求。对营养或生长基质的要求包括所能利用的碳源、能源、氮源、无机盐以及生长因子等。

(2) 代谢反应。代谢反应包括反应类型、代谢产物和酶。经常测定的有:水解大分子的能力,如淀粉水解、油脂水解、明胶液化和酪素水解等试验;分解糖或醇类产酸和