

高职高专食品类专业系列规划教材

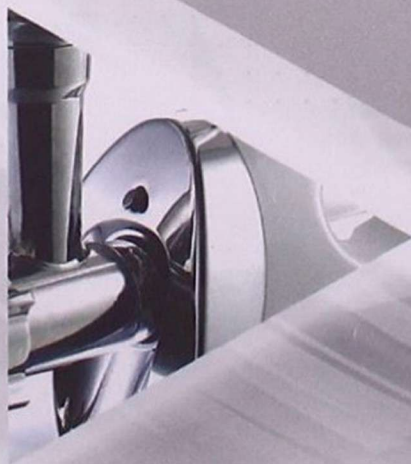
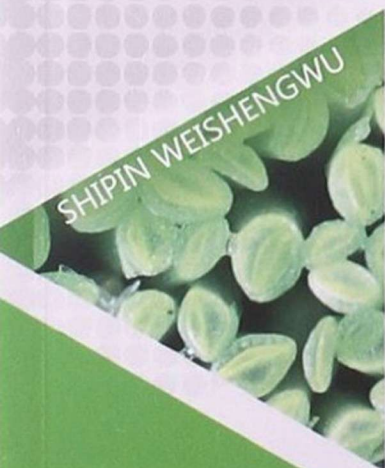
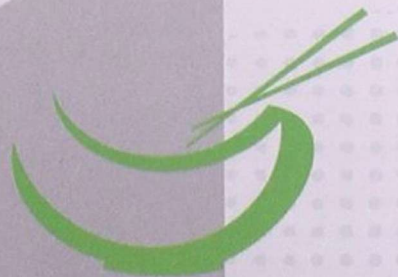
GAOZHI GAOZHUAN SHIPINLEI ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

食品微生物检测技术

主 编 刘兰泉 刘建峰

SHIPIN WEISHENGWU

JIANCE JISHU



重庆大学出版社

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

内 容 提 要

本书主要介绍了食品微生物基础、光学显微镜使用技术、培养基配制技术、消毒与灭菌技术、微生物的分离、纯化与保藏技术、食品微生物检测技术等主要内容。本书对食品微生物检测技术的基本知识作了比较系统而详细的阐述,并以项目实施为载体加强了实践动手能力的强化培训。在编写过程中,本书广泛采纳了国内高职高专院校食品专业同行的大量建议,紧密结合了当前高职高专院校教育教学改革和企业生产的实际需要。

本书可作为高职高专食品、生物技术等专业基础课教材,也可作为生物技术、食品酿造等相关专业微生物知识的选修课教材,还可作为食品微生物相关生产者和科研工作者的参考资料和食品微生物检测技术的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

食品微生物检测技术/刘兰泉,刘建峰主编. —重庆:重庆大学出版社,2013.8

高职高专食品类专业系列规划教材

ISBN 978-7-5624-7509-5

I. ①食… II. ①刘…②刘… III. ①食品微生物—微生物检测—高等职业教育—教材 IV. ①TS207.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 130891 号

食品微生物检测技术

主 编 刘兰泉 刘建峰

策划编辑:屈腾龙

责任编辑:文 鹏 刘钥凤 版式设计:屈腾龙

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

万州日报印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:381 千

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7509-5 定价:30.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究



食品微生物检测技术已经并将继续为农产品的生物转化、微生物资源利用与开发、安全生产等做出重大贡献。作为一门专业基础课课程,根据教育部(教高[2000]2号)《关于加强高职高专教育和人才培养工作的意见》和(教高司[2000]19号)《关于加强高职高专教育教材建设的意见》的精神,编写过程中紧密结合了当前高职高专教育教学改革和相关教材建设的实际需要,将培养高端应用型专门人才作为全书编写的指导原则。

本书的编写按照“工学结合”与“教学做一体化”的课程建设和强化职业能力培养的要求,主要从六个项目对食品微生物检测技术的主要内容进行了阐述。在编写的结构安排上,我们既注重了知识体系的完整性、系统性,也突出了相关生产岗位核心技能掌握的重要性,明确了相关工种的国家职业技能鉴定要求。

参加本书编写工作的有王东(重庆三峡职业学院,编写绪论;计1万字)、刘兰泉(重庆三峡职业学院,编写项目1、项目3;计11万字)、刘建峰(湖北轻工职业技术学院,编写项目2中知识目标、能力目标及理论基础2.1;计1万字)、吴俊琢(濮阳职业技术学院,编写项目2中任务2.2;计2万字)、张红娟(杨凌职业技术学院,编写项目4;计2万字)、徐晓霞(甘肃农业职业技术学院,编写项目6中任务6.1;计1万字)、张娟梅(商丘职业技术学院,编写项目6中任务6.2;计1万字)、王涛(黑龙江农业职业技术学院,编写项目6中知识目标、能力目标及任务6.3、6.4、6.5、6.6;计5.5万字)、胡海霞(内蒙古农业大学职业技术学院,编写项目5;计3万字)、李和平(河南牧业经济学院,编写附录2、3、4、5;计1万字)、邱正福(重庆啤酒股份有限公司,编写附录1;计0.5万字)。全书由刘兰泉副教授统稿和定稿,由重庆诗仙太白酒业(集团)有限公司正高级工程师程宏连同志主审。

在编写过程中,本书参考了有关专著和文献,在此向相关作者致以敬意和感激,也感谢编者所在单位的领导和同事对本书编写工作提供了大量的无私帮助和支持。

本书在编写结构及内容等方面进行了一次全新的改革,加之食品微生物检测技术又是一门新兴及交叉课程,涉及的学科门类广泛,更因编者的水平有限,书中存在疏漏或不足,恳切希望同行和广大读者不吝指正。

刘兰泉
2013年3月



0 绪论	1
0.1 微生物的概念	1
0.2 微生物的特点	1
0.3 微生物学的形成和发展	2
0.4 食品微生物学	3
0.5 食品微生物学的研究内容和任务	4
0.6 食品微生物检验技术的目的及任务	5
项目 1 食品微生物基础	6
任务 1.1 原核微生物(理论基础)	7
任务 1.2 真核微生物	17
任务 1.3 病毒	24
任务 1.4 营养与代谢	32
任务 1.5 微生物与食物中毒	48
思考题	61
项目 2 光学显微镜使用技术	62
任务 2.1 理论基础	63
任务 2.2 细菌形态观察技术	69
思考题	81
项目 3 培养基配制及发酵控制技术	82
任务 3.1 理论基础	83
任务 3.2 马铃薯-葡萄糖培养基的配制技术	93
思考题	98
项目 4 消毒与灭菌技术	99
任务 4.1 理论基础	100
任务 4.2 干热灭菌技术	110
任务 4.3 高压蒸汽灭菌技术	112
任务 4.4 紫外线灭菌技术	114



思考题	117
项目5 微生物的分离、纯化与保藏技术	118
任务5.1 常用基本技术	119
任务5.2 理论基础	125
任务5.3 菌种保藏方法	141
任务5.4 液体石蜡保藏法	148
思考题	149
项目6 食品微生物检测技术	150
任务6.1 霉菌形态的观察和数量测定	151
任务6.2 酵母菌的形态观察及鉴别	170
任务6.3 微生物的无菌操作和接种技术	177
任务6.4 环境和人体表面微生物的检验	188
任务6.5 食品中大肠菌群的检验	195
任务6.6 化学药剂对微生物的作用	202
思考题	208
附录	210
附录一 食品检验工国家职业标准	210
附录二 常用培养基的制备	212
附录三 染色液的配制	226
附录四 常用消毒剂的配制	230
附录五 常用消毒剂的使用方法	231
参考文献	235

0.1 微生物的概念

微生物是指用肉眼不能观察到的一群微小生物的总称,它是一大群种类各异、独立生活的生物体。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(类病毒、拟病毒、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、蕈菌等)。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,大多数是肉眼不可见的,像病毒等生物体,即使在普通光学显微镜下也不能看到,必须在电镜下才能观察得到。“微生物”是一个微观世界里生物体的总称,它们的数量之多,不啻天文数字;种类繁多,仅真菌就达7万种。

0.2 微生物的特点

微生物和动植物一样具有生物最基本的特征,即新陈代谢,有其生命周期,还有其自身的特点:

1) 个体微小,结构简单

微生物很小,肉眼不能直接观察,衡量它的大小都用微米(μm)、纳米(nm)计。每个细菌的重量只有 $1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-10} \text{ mg}$,即大约10亿个菌的质量总和才有1 mg,这样小的个体,随处都是它们的藏身之地。

微生物的结构非常简单。大多数微生物为单细胞,只有少数为简单的多细胞,有的甚至还不具备完整的细胞结构。

2) 代谢旺,繁殖快

代谢旺盛和繁殖快是微生物最重要的特点之一。因为单个细胞其生命周期是有限的,不会保持很长时间,而代谢旺盛和繁殖快速能使微生物很快就发展成为一个种群。以细菌为例,通常每20~30 min即可分裂1次,繁殖1代,其数目比原来增加1倍。按一个细菌每20 min分裂1次,而且每个克隆子细胞都具有同样的繁殖能力,那么1 h后就是8个,2 h后就是64个,24 h后,就是一个很庞大的数量。



3) 种类多,分布广

微生物的研究比动植物晚很多,加之微生物物种的鉴定工作及相关标准等问题相当复杂,所以,目前确定的微生物种数仅有 10 万多种。随着科技的发展,将来肯定会有更多的微生物被发现和利用。

微生物的分布也极其广泛,有动植物生存的地方都有它们存在,没有动植物生存的地方,也有它的踪迹。万米以上的高空,几千米以下的海底,90 ℃ 以上的温泉,冰冷的南极和北极,沙漠以及动植物组织内部等处都有微生物存在。

4) 适应强,易变异

微生物对环境条件及“极端环境”具有惊人的适应性,是动植物所无法比拟的。有些微生物体外附着一个保护层,如荚膜等,一是可作为营养,二是抵御吞噬细胞对它的吞噬。细菌的休眠体芽孢、放线菌的分生孢子和真菌孢子都有比繁殖体大得多的对外界抵抗力,这些芽孢和孢子一般都能存活数月、数年甚至数十年。一些极端微生物都有相应特殊结构蛋白质、酶和其他物质,使其适应于恶劣环境,使物种能延续。

虽然微生物的变异频率不高,但由于时代短和子代数量大,可在短时间内产生大量变异的后代。变异的表现涉及结构、形态、抗性、代谢产物的种类和产量,等等。

5) 食谱杂,易培养

土壤是现已发现的微生物的基质大本营。1 g 肥土含几十亿个微生物,几乎成了微生物的天下,从简单的无机物到复杂的有机物,都有能利用的微生物种类。有些物质如纤维素、塑料等不能被其他生物利用,但有些微生物就可以利用它们。这反映了微生物对物质利用的多样性和广泛性,也使得微生物的培养变得容易。

微生物这一特点有利于人类对自然界进行综合利用,变废为宝,为人类创造更多的财富。

微生物因为个体微小,繁殖又快,观察和研究常以其群体为对象,而且必须从众多而复杂的混合菌中分离出来,变成纯培养物。这样,无菌技术、分离、纯化、培养技术、显微观察技术以及杀菌技术就是微生物学必备的基本技术,没有这些技术就无从着手。又由于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,很多微生物就会死亡,只有少数个体发生变异而存活下来。人们正是利用微生物这个特点,根据需要实施对菌种的人工诱变,再进行筛选,最终得到目的菌。

0.3 微生物学的形成和发展

微生物学的研究对象是微生物。研究微生物及其生命活动规律的科学称为微生物学。人类在长期的生产实践中利用微生物、认识微生物、研究微生物、改造微生物,使微生物学的研究工作日益得到深入和发展(表 0.1)。

表 0.1 微生物学的发展简史

发展时期	时间	特点	代表人物
感性认识时期	约 8 000 年前 ~ 17 世纪中叶	人类已在不自觉地应用微生物进行酿酒、酿醋、制酱、沤肥等活动;未发现微生物的存在	各国劳动人民
形态学时期	17 世纪中叶 ~ 19 世纪中叶	第一次发现了微生物的存在并对微生物进行形态描述;微生物学开始建立及创立微生物学研究的基本方法	列文虎克(第一个看到微生物的人)
生理学时期	19 世纪中叶 ~ 19 世纪末	普通微生物学开始形成;建立了微生物学研究的基本技术	巴斯德(微生物学奠基人)、柯赫(细菌学奠基人)
近现代微生物学发展时期	20 世纪以后	DNA 双螺旋结构模型的建立;广泛运用分子生物学理论和现代研究方法,深刻揭示微生物的各种生命活动规律;以基因工程为主导,把传统的工业发酵提高到发酵工程新水平;微生物基因组的研究促进了生物信息学时代的到来	E. Buchner(生物化学奠基人) J. Watson 和 F. Crick(分子生物学奠基人)

0.4 食品微生物学

食品微生物学是微生物学的一个分支学科,隶属于应用微生物学范畴(图 0.1)。食品微生物学是研究与食品有关的微生物的特性,研究食品中微生物与微生物、微生物与食品、微生物—食品—人体之间的相互关系,研究微生物以(农副产品)基质为栖息地,快速生长繁殖的同时,又改变栖息地农副产品的物理化学性质,即转化为所需要附加值高的各类食品产品、食品中间体,研究食品原料、食品生产过程、产品包装、贮藏和运输过程微生物介导的不安全因素及其控制。

食品微生物学以食品有关的微生物为主要研究对象,所涉及的范围很广,涉及的学科很多,又是实践性很强的一门学科。同时,在某些方面受一定法规的约束,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,都必须遵照执行。

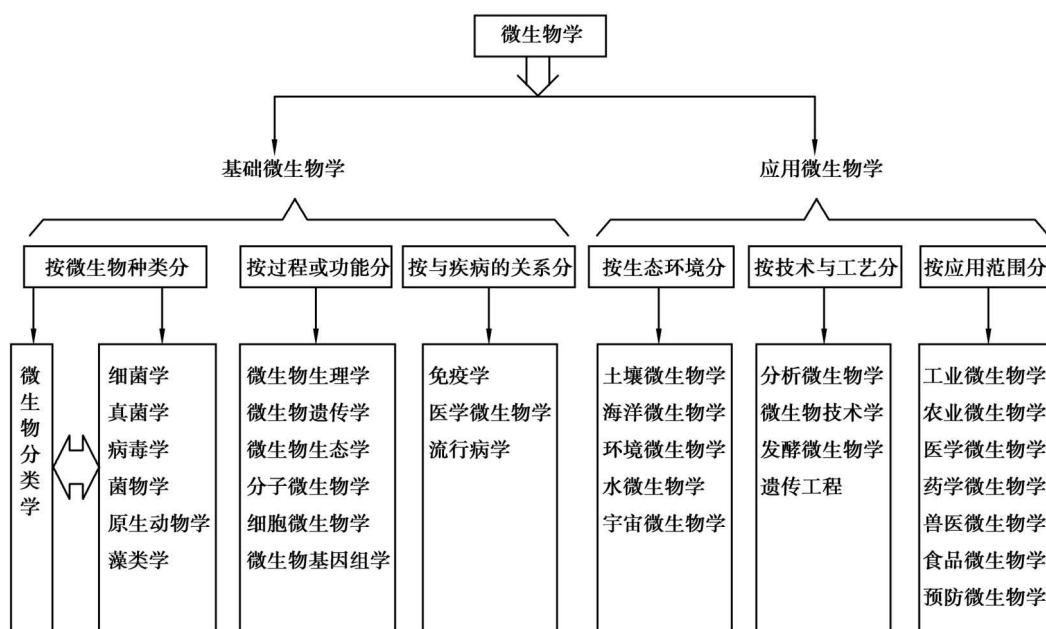


图 0.1 食品微生物学的主要分支学科

0.5 食品微生物学的研究内容和任务

食品微生物学是专门研究微生物与食品之间相互关系的一门学科。食品微生物学是一门综合性的学科,是微生物学的一个重要分支学科,融合了普通微生物学、工业微生物学、医学微生物学、农业微生物学等学科与食品相关的知识,同时又渗透了生物化学和化学工程有关的内容。食品微生物学是食品科学与工程专业的专业基础课,学习这门课程是为了让食品专业的学生打下牢固的微生物学基础和掌握熟练的食品微生物学技能。食品微生物学的研究内容包括:研究与食品有关的微生物的生命活动规律;研究如何利用有益微生物为人类制造食品;研究如何控制有害微生物,防止食品的腐败变质;研究食品中微生物的检测方法,制定食品中微生物指标,从而为判断食品的卫生质量提供科学依据。

微生物在自然界广泛存在,在食品原料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。食品微生物学研究的内容包括与食品有关的微生物的特征、微生物与食品的相互关系及其生态条件等,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,微生物既可在食品制造中起有益作用,又可通过食品给人类带来危害。

1) 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。如果人们食用含有大量病原菌或毒素的食物,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

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。

2) 有益微生物在食品制造中的应用

以微生物供应或制造食品,这并不是新事物。早在古代,人们就采食野生菌类,利用微生物酿酒、制酱,但当时并不知道微生物的作用。随着对微生物与食品关系的认识日益深刻,逐步阐明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有三种方式:①微生物菌体的应用。食用菌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,人们在食用酸奶和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。人们食用的食品中,有很多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更是日益广泛。

0.6 食品微生物检测技术的目的及任务

食品微生物检测技术就是研究各类食品微生物组成成分的检测方法、检测技术及相关理论的一门技术性和应用性的学科。

食品微生物检测技术的目的与任务就是依据物理、化学、生物化学等学科的基本理论和国家食品卫生标准,运用现代科学技术和分析手段,对各类涉及微生物制备的食品进行检测,以保证产品质量合格。

食品微生物检测技术的内容和范围主要包括:一是食品中有毒有害物质的检测,具体包含有害化学元素、农药及其残留物、各类微生物及其毒素等;二是食品添加剂的检验;三是食品营养物质的检验。

食品微生物检测技术的方法主要包括:感官检验法、化学分析法、仪器分析法、微生物分析法、酶分析法等。

项目1

食品微生物基础



知识目标

◎了解原核微生物、真核微生物在形态及基本结构等方面的知识和区别;了解病毒的基本结构;了解微生物的细胞组成及营养物质;了解食品中常见细菌、霉菌等常识。

◎理解细菌、霉菌引起的食物中毒机理;理解噬菌体的危害及应用;理解微生物的呼吸及物质代谢过程。

能力目标

◎具备细菌、霉菌及酵母菌的基本形态等的鉴别能力。

◎树立起食品微生物检验技术的无菌意识。

◎掌握细菌、霉菌等引起的食物中毒的中毒症状、病原微生物及来源。

任务 1.1 原核微生物(理论基础)

原核微生物,是指一大类细胞核无核膜,仅有由裸露 DNA 构成核区的原始单细胞生物,主要包括细菌、蓝细菌、放线菌、立克次氏体、支原体和衣原体等。

1.1.1 细菌

细菌是一类个体微小、结构简单、细胞壁坚韧、主要以二分裂法繁殖和水生性较强的单细胞原核微生物。在自然界中,细菌分布最广、数量最多,与食品关系最密切,是食品工业、发酵工业的主要研究对象,也是引起食品腐败变质的主要微生物来源。

1) 细菌的生物学特性

(1) 细菌的形态

细菌的基本形态有 3 种,分别为球状、杆状和螺旋状。杆状最为常见,球状次之,螺旋状较少见。还有少数其他形态如梨状、圆盘形、方形、星形和三角形等。

①球菌:球菌是一类菌体呈球形或近似球形的细菌。根据其分裂方向、分裂后子细胞的分离粘连程度及排列方式,可以分为 6 种类型(图 1.1):单球菌、双球菌、链球菌、四联球菌、八叠球菌、葡萄球菌。

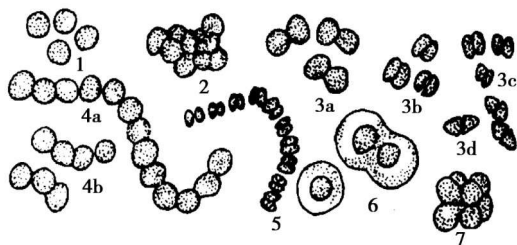


图 1.1 球菌的各种形态及排列方式

1. 球菌;2. 葡萄球菌;3. 双球菌;4. 链球菌;

5. 具双球菌的链球菌;6. 具荚膜的球菌;7. 八叠球菌

②杆菌:杆状的细菌称为杆菌。菌种不同,菌体细胞的长短、粗细、弯度等都有差异。杆菌的形态多样(图 1.2)。



图 1.2 杆菌的形态



同种杆菌的粗细比较稳定,长短因环境条件的不同而有较大变化。根据菌体长短的不同,有长杆菌(如枯草芽孢杆菌)、短杆菌或球杆菌(如甲烷短杆菌属);根据菌体两端的形态不同,多数菌体两端钝圆,有些呈平截状或刀切状(如炭疽芽孢杆菌);根据菌体某个部位是否膨大,有棒状杆菌(如北京棒状杆菌)和梭状杆菌(如丙酮丁醇梭菌)。有的杆菌在一端分支,故呈“丫”或叉状(如双歧杆菌属);有的杆菌稍弯曲而呈月亮状或弧状(如脱硫弧菌属)。杆菌的细胞排列有“八”字状、栅状、链状以及有菌鞘的丝状。

③螺旋菌:菌体呈弯曲状的细菌称为螺旋菌。根据其弯曲情况可分为弧菌和螺菌。弧菌菌体仅一个弯曲,呈弧形或逗号形,如霍乱弧菌、逗号弧菌;螺菌菌体有多个弯曲,如鼠咬热螺菌。

细菌的形态与环境因素有关,培养温度、培养时间、培养基的成分和浓度等都可影响细菌的形态。一般在幼龄及生长条件适宜时,细菌形态正常;而在陈旧培养物或处于不正常的培养条件下,如含有药物、抗生素、抗体、高浓度的 NaCl 等,细菌细胞会表现出不正常形态,尤其是杆菌。这种由环境条件而引起的非正常形态的细菌,若获得适宜条件,会恢复正常形态。一般在适宜条件下,细菌培养 8 ~ 18 h,形态比较典型。因此,在观察细菌的形态时,必须注意培养的时间。

(2) 细菌的大小

细菌细胞大小的度量单位是微米(μm),使用显微测微尺在显微镜下可以测量其大小。球菌的大小用其直径表示,直径一般为 $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$;杆菌的大小用长度 $\times$ 宽度表示,大小一般为 $(1.0 \sim 5.0) \mu\text{m} \times (0.5 \sim 1.0) \mu\text{m}$;螺旋菌大小的表示与杆菌一样,只是其长度指的是弯曲形长度,而不是真正的总长度,大小为 $(1.0 \sim 5.0) \mu\text{m} \times (0.3 \sim 1.0) \mu\text{m}$ 。典型细菌的大小可用大肠杆菌表示,其平均大小约为 $2.0 \mu\text{m} \times 0.5 \mu\text{m}$ 。

(3) 细菌的细胞结构

细菌的细胞结构分为一般结构和特殊结构,其模式构造见图 1.3。

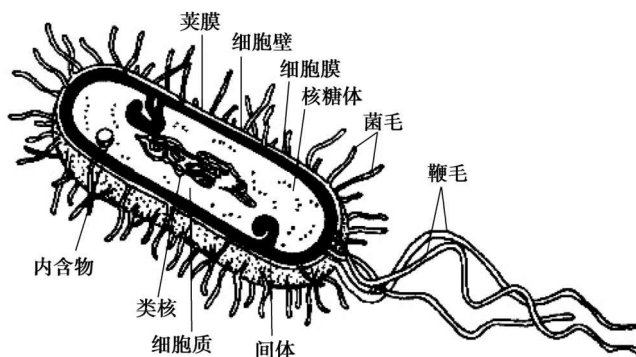


图 1.3 细菌细胞结构的模式图

①一般结构。细菌的一般结构也称基本结构,是所有细菌都具有的,包括细胞壁、细胞膜、细胞质、核质体。除细胞壁外的其余部分合称为原生质体。

a. 细胞壁:细胞壁位于菌体最外层,坚韧且略具弹性,占细胞干重的 $10\% \sim 25\%$,主要成分为肽聚糖。细胞壁的基本功能:固定细胞外形(去细胞壁后的原生质体呈球形);为细胞的生长、分裂和鞭毛的着生、运动等所需;保护细胞免受外力的损伤(如革兰氏阳性细菌可承受 $15 \sim 25$ 个大气压的渗透压,革兰氏阴性细菌可承受 $5 \sim 10$ 个大气压);与细菌的抗

原性、致病性和对抗生素及噬菌体的敏感性密切相关。

由于细菌细胞极其微小又十分透明,在光学显微镜下观察不方便。丹麦医生 C. Gram 创立了革兰氏染色法,几乎可以将所有细菌分成两大类。其主要操作过程是:先用草酸铵结晶紫液初染,再用碘液媒染,然后用 95% 乙醇脱色,最后用蕃红(沙黄)等红色染料复染。被染成紫色的细菌称为革兰氏阳性细菌(G^+);染成红色的细菌称为革兰氏阴性细菌(G^-)。

b. 细胞膜与间体:细胞膜是紧贴细胞壁内侧的一层柔软、富有弹性的半透性薄膜,约占细胞干重的 10%,其主要成分为双层磷脂和蛋白质,还有少量糖类,蛋白质有些穿过磷脂层,有些位于表面。细胞膜具有的生理功能:控制细胞内、外的物质(营养物质及代谢废物)的运送、交换;参与合成膜脂、细胞壁各种组分和荚膜等大分子;参与产能代谢,在细菌中,电子传递链和 ATP 合成酶均位于细胞膜;分泌细胞壁和荚膜的成分、胞外蛋白(各种毒素、细菌溶菌素)以及胞外酶;维持细胞内正常的渗透压;参与 DNA 的复制与子细菌的分离;鞭毛的着生点和提供其运动所需的能量等。

间体是细胞膜内陷形成的层状、管状或囊状结构,又称中体。它的功能目前还不完全了解。位于细胞中央的间体可能与 DNA 复制与横隔壁的形成有关,位于细胞周围的间体可能是分泌胞外酶(如青霉素酶)的地点。它可能还与细菌的呼吸和芽孢的形成有关。

c. 细胞质:细胞膜所包围的、除核质体以外的一切无色、透明、黏稠的胶状物质统称为细胞质。其主要成分是蛋白质、核酸、脂类、水分、多糖类及少量无机盐类。细胞质中含有很多酶系,是新陈代谢的主要场所。细胞质含有多种内含物,有质粒、核糖体、贮藏颗粒等。

d. 核区:细菌是原核细胞,无成形的细胞核,不具核膜和核仁,故称为“类核”、核区、核质体。核区由一个环状双链 DNA 分子高度缠绕而成,其长度达 0.25 ~ 1 mm,一般位于细胞的中央,呈球状、卵圆状、哑铃状或带状。核区的功能相当于细胞核,是细菌遗传的物质基础。

②特殊结构。特殊结构为某些种类的细菌所具有,包括鞭毛、菌毛、荚膜、芽孢等。特殊结构对细菌的生命活动非必需,在分类鉴定上具有重要意义。

a. 荚膜:荚膜是覆盖在某些细菌细胞壁外的一层厚度不定、富含水分的多糖黏胶状物质。折光率低,不易着色,可用负染色法在光学显微镜下观察到。有三种基本形态(图 1.4):大荚膜(较厚、有明显的外缘和一定的形状、与细胞壁结合紧密);微荚膜(薄、与细胞壁结合较紧密);黏液层(厚、没有明显的边缘、结合比较松散)。黏液层能将多个菌体黏合在一起形成分支状的大型黏胶物,称为菌胶团。

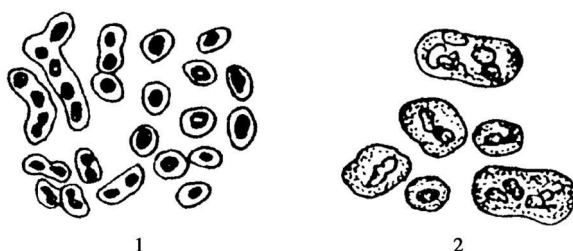


图 1.4 细菌荚膜的形态

1. 细菌的荚膜;2. 细菌的菌胶团



荚膜的基本功能:贮藏养料(必要时可为细菌提供营养等);保护作用(含水分,可保护细菌免于干燥;可抵御吞噬细胞的吞噬;可保护菌体免受噬菌体和其他物质的侵害);致病功能(为主要表面抗原,是某些病原菌的毒力因子;是某些病原菌必需的黏附因子)。

产荚膜细菌除了致病外,还给食品工业带来危害,如产荚膜菌的污染将导致“黏性牛奶”“黏性面包”,肠膜状明串珠菌产生的黏液影响糖液的过滤。

b. 鞭毛:鞭毛是某些细菌体表生长的一种纤长而呈波浪形弯曲的丝状物,起源于细胞膜内侧的基粒,穿过细胞膜和壁而伸到外部。数目从1~2根到数百根。鞭毛的直径只有10~20 nm,长度达15~20 μm ,超过菌体长度数倍到数十倍不等。经电镜技术、特殊染色、暗视野、悬滴法或半固体穿刺法可看到或判断鞭毛的存在。所有弧菌、螺菌和假单胞菌,约半数杆菌和少数球菌具有鞭毛。鞭毛着生的位置和数目主要有一端单生、两端单生、一端丛生、两端丛生和周生几种类型(图1.5)。鞭毛是细菌的运动器官。

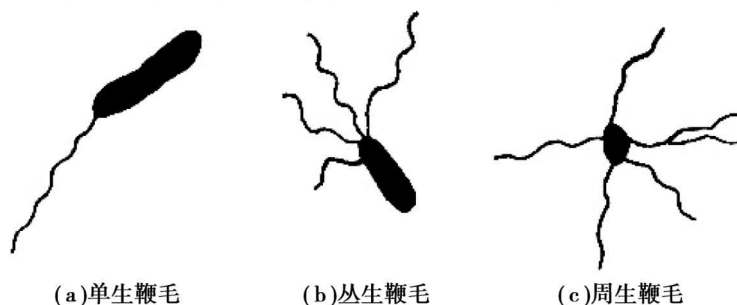


图1.5 鞭毛菌的几种主要类型

c. 菌毛:菌毛是某些 G^- 菌(如大肠杆菌、铜绿假单胞菌、伤寒沙门氏菌和霍乱弧菌等)与 G^+ 菌(如链球菌属等)的个别菌体表面的细毛状物,呈中空柱状,细、短、直,数目多,周身分布。由菌毛蛋白组成,非运动器官。其基本功能是:促进细菌的黏附(如沙门氏菌、霍乱弧菌和淋病奈瑟氏菌等致病菌依靠菌毛黏附于宿主的肠上皮细胞和生殖道而致病);是 G^- 菌的抗原;促使好氧菌或兼性厌氧菌形成菌膜。

d. 芽孢:某些细菌生长到后期,在细胞内形成一个圆形或椭圆形、折光性强、壁厚、具抗逆性的休眠体,称为芽孢。一个细胞仅形成一个芽孢,一个芽孢只能形成一个菌体,所以芽孢无繁殖功能。绝大多数产芽孢的细菌为 G^+ 杆菌,主要为好氧的芽孢杆菌属和厌氧的梭状芽孢杆菌属。

芽孢的形状、大小和位置因菌种而异。大多数厌气性芽孢杆菌的芽孢直径大于菌体的宽度且位于菌体中央,故整个菌体呈梭形,如梭状芽孢杆菌;有的位于菌体的一端,且直径大于细菌的宽度,使菌体呈鼓槌状,如破伤风梭菌;有的位于细胞中央,直径小于菌体的宽度,如枯草杆菌。芽孢和菌体形态的几种类型如图1.6所示。

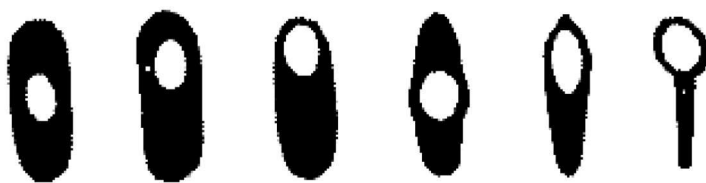


图1.6 各种芽孢的形态和位置示意图

芽孢的代谢活性很低,对干燥、热、化学药物(酸类和染料)和辐射等具有高度抗性。比如肉毒梭菌在沸水中能存活数年之久,而其营养细胞在 80 ℃ 仅需 5 ~ 10 min 即可死亡。芽孢对理化因素抵抗力强的原因与其结构及成分有关。芽孢具有多层结构(图 1.7),由外到内依次为:芽孢外壁,为保护层,主要由蛋白质、脂质和糖类组成;一层或几层芽孢衣,主要成分为蛋白质,致密,通透性差,能抗酶和化学物质的透入;皮层,约占芽孢总体积的一半,主要由一种芽孢所特有的肽聚糖组成,渗透压很高。

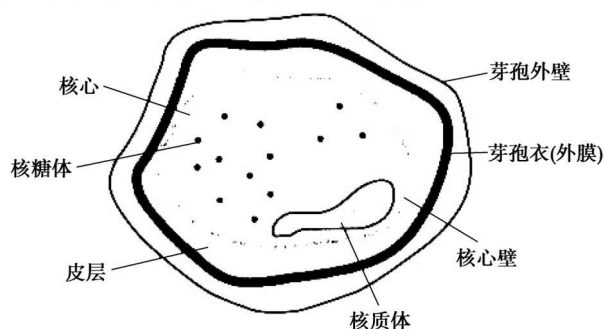


图 1.7 细菌芽孢结构模式图

研究细菌的芽孢的意义:芽孢是细菌分类鉴定的重要依据之一;也是制定灭菌标准的基本依据。在食品工业上,主要以杀灭肉毒梭菌、破伤风梭菌、产气荚膜梭菌和嗜热脂肪芽孢杆菌等强致病性或高耐热性细菌的芽孢为标准,嗜热脂肪芽孢杆菌的芽孢在 121 ℃ 下 12 min 才能杀死,因此要求湿热灭菌在 121 ℃ 下至少保持 15 min。

(4) 细菌菌落的形态特征

将单个微生物细胞或少数同种细胞接种在固体培养基的表面,繁殖的细胞会以母细胞为中心,形成肉眼可见的、有一定形态构造的子细胞群体,称为菌落。如果固体培养基表面有许多菌落连成一片,便成为菌苔。菌落形态包括大小、形状、边缘、颜色、光泽、隆起、质地、扩展性、透明度等。

细菌菌落的共同特征:湿润、光滑、较黏稠、较透明、易挑取、质地均匀以及菌落正反面或边缘与中央部位的颜色一致等。但是不同细菌的菌落也有自己的特点,如无鞭毛的细菌尤其是球菌,通常形成较小、较厚、边缘整齐的菌落;有鞭毛的细菌,形成的菌落大而扁平、形状不规则和边缘呈锯齿状、波浪状(甚至树根状)等;有荚膜的细菌,其菌落较大且光滑;无荚膜的则表面较粗糙;有芽孢的细菌菌落表面粗糙、多褶、不透明、边缘不规则。

对于细菌菌落的研究成果已广泛应用于菌种的分离、鉴定、纯化、计数和选育等方面,在基因工程中也得到普遍应用。

2) 细菌的繁殖

细菌最主要的繁殖方式是无性繁殖——二分裂。进行二分裂时,先是 DNA 复制形成两个核质体,随着细菌的生长,核质体彼此分开,菌体中部的细胞膜也对称地向心凹陷生长,同时核质体均等地分配到凹陷的两边;接着细胞壁沿着凹陷的横隔,向心生长逐渐增厚并于中央会合,形成完整的细胞壁;最后两个子细胞分裂形成独立的新细胞。

3) 食品中常见的细菌

食品中常见的细菌分葡萄球菌属、微球菌属等(见表 1.1)。



表 1.1 食品中常见细菌简明表

名 称	菌体形状及大小	生物学特性
葡萄球菌属	细胞呈球形,直径为 $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$,成单球、双球和葡萄串状排列	不运动,无芽孢,革兰氏阳性。本属细菌能产生金黄色、白色和柠檬色色素。在自然界分布极广,大部分不致病,但金黄色葡萄球菌能引起人类生疔、脓肿、伤口的化脓等,还污染食品产生肠毒素,引起食物中毒
微球菌属	细胞呈球形,直径为 $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$,单生、双生或形成四联球菌,不成链	一般不运动,革兰氏阳性,菌落呈黄色、淡黄色、绿色或橘红色,因此食品被该菌污染后会改变颜色。能耐热和耐受高浓度的盐,少数种能生长在寒冷的地方,引起冷藏食品腐败变质。广泛分布于土壤、淡水和海水、新鲜谷物和陈粮中
芽孢杆菌属	细胞呈直杆状,大小为 $(0.5 \sim 2.5) \mu\text{m} \times (1.2 \sim 10.0) \mu\text{m}$,单个、成对或短链状排列,具有圆端或方端,极生或周生鞭毛	运动或不运动,芽孢椭圆、卵圆、柱状或圆形,革兰氏阳性,需氧或兼性厌氧。在自然界分布广泛。本属细菌中的枯草芽孢杆菌、蜡状芽孢杆菌等,是食品工业上常见的腐败菌,产蛋白酶的能力强,可用来生产蛋白酶;炭疽芽孢杆菌是毒性很强的病原菌,能引起人畜共患炭疽病
醋酸杆菌属	细胞呈椭圆形杆状,单独、成对或成链排列,无芽孢	好氧,喜欢在含糖和酵母膏的培养基上生长。周生鞭毛菌能氧化醋酸生成 CO_2 和 H_2O ,而极生鞭毛菌不能。本属细菌可用于酿醋、生产维生素 C 和葡萄糖酸。目前国内外用于生产食醋的菌种有:奥尔兰醋酸杆菌、许氏醋酸杆菌、巴斯德醋酸杆菌、纹膜醋酸杆菌、恶臭醋酸杆菌等。幼龄菌为革兰氏阴性,老龄不稳定
梭菌属	细胞呈杆状,大小为 $(0.3 \sim 2.0) \mu\text{m} \times (1.5 \sim 2.0) \mu\text{m}$,成对或短链状排列,端部圆或渐尖,形态多,芽孢大于菌体,呈卵圆形至球形,多数种具周身鞭毛	幼龄时常呈革兰氏阳性,厌氧或微需氧。本属细菌污染发酵的豆、麦制品,牛肉、羊肉等肉制品,鱼类、奶制品以及水果罐头等。其中肉毒梭状芽孢杆菌是具有极大毒性的病原菌;热解糖梭菌是分解糖类的专性嗜热菌,常引起蔬菜罐头的产气性变质;腐化梭菌能引起蛋白质食品变质
黄色杆菌属	细胞呈直杆状,大小为 $(0.2 \sim 2.0) \mu\text{m} \times (0.5 \sim 6.0) \mu\text{m}$,或弯曲状,有鞭毛	能运动,无芽孢,革兰氏阴性,好氧或兼性厌氧。能产生黄、橙、红和茶色等脂溶性色素,分解蛋白质的能力强。本属细菌广泛分布于土壤和水中,可引起多种食品如乳、禽、鱼、蛋的腐败变色,也引起蔬菜的腐败变质
沙门氏菌属	细胞呈短杆状,大小为 $(0.7 \sim 1.5) \mu\text{m} \times (2.0 \sim 5.0) \mu\text{m}$,除少数种外,具周生鞭毛,无芽孢,无荚膜	革兰氏阴性。兼性厌氧。能发酵葡萄糖和其他单糖,除个别外,能产酸产气,不发酵乳糖。本属包括四个亚属,根据血清学反应可分为约两千多菌型,是人畜共患的致病菌,污染食品而引起沙门氏菌食物中毒。因此是食品卫生检验中一个重要的卫生指标菌