

高等学校轻工专业教材

食品微生物学

无 锡 轻 工 大 学
天 津 轻 工 业 学 院 合 编

中国轻工业出版社

高等学校轻工专业教材

食品微生物学

无锡轻工大学
天津轻工业学院 编著

中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品微生物学 / 无锡轻工大学, 天津轻工业学院编.

—北京: 中国轻工业出版社, 1980.10 (2002.1 重印)

高等学校轻工专业教材

ISBN 7-5019-0566-5

I. 食… II. ①无… ②天… III. 食品-微生物学-高等学校-教材 IV. TS201.3

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第18761号

责任编辑: 熊慧珊

*

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 三河市艺苑印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 1980年10月第1版 2002年1月第13次印刷

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 11.75

字 数: 291千字 印数: 163201—165200

书 号: ISBN 7-5019-0566-5/TS·0386 定价: 21.50元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

编 者 说 明

本书是轻工业高等院校食品专业试用教材，它是由无锡轻工大学、天津轻工业学院根据共同制定的编写大纲联合编写的。由无锡轻工大学陈锡赉担任主编，经主审人沈学源教授等审阅，并由轻工业部食品专业教材编审委员会审定。

编写分工如下：绪言、第五章研究微生物的基本方法、第七章食品变质与微生物、第八章食品卫生与微生物，由无锡轻工大学陈锡赉编写；第一章微生物的形态结构、第二章微生物的生理、第三章微生物的分类及其分类方法、第四章微生物的生命活动与环境条件，由天津轻工业学院王绍树编写；第六章食品制造与微生物的利用，由无锡轻工大学顾以林编写。

本书供食品专业食品微生物学课程教学用，也可供有关研究人员、工厂技术人员和专业师生参考。

在编写过程中，我们得到了院校领导的关怀与支持，保证了编写工作的顺利进行。中国医学科学院卫生研究所、轻工业部食品发酵研究所、福州大学轻工系、上海第一医学院卫生系、上海商品检验局、上海市食品工业研究所等有关单位为本教材提供了宝贵资料和意见，对此表示深切感谢。

由于我们水平有限，编写的教材难免有缺点或错误，希望读者批评指正。

编 者

绪 言

在生物界存在着一群体形微小的生物，称为微生物。微生物一般包括细菌、酵母菌、霉菌、放线菌、立克次氏体、支原体和病毒等。它们除了共有的新陈代谢、生长繁殖、遗传变异等生物特性外，还表现出微生物所特有的性状：即体形微小，必须借助光学显微镜或电子显微镜才能看到它的结构；结构简单，有的具有细胞构造，有的甚至没有细胞构造；生长繁殖快，对物质具有非常强烈的转化作用；容易引起变异，以致微生物的种类特别多，并且新的种类还在不断地产生；数量多，分布广，对自然环境的适应性强，以致在自然界的任何地方如土壤、空气、水以及人和动植物体上都有微生物生活或生存。

微生物在自然界对物质循环起着重要作用。对人类和动植物来说，有些微生物起着有害的作用，而有些微生物却起着有益的作用。概括地说，微生物学，（普通微生物学）就是研究微生物的形态、生理、分类以及微生物生命活动与自然界、人类、动植物相互关系及其规律性的一门科学。

微生物学与人类生产生活各个方面都有密切的联系。根据其应用目的不同，可以分为若干分支学科，即农业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、工业微生物学和食品微生物学等。

微生物对食品来说有密切的关系。很多微生物可应用在食品制造方面，如制造各种饮料、酒、醋、酱油、味精、馒头和面包等。如酵母菌，它的菌体细胞因含有大量的蛋白质和极丰富的维生素，故可作为饲料或供人类食用，这类微生物即发酵微生物；有的微生物能使食品变质败坏，如腐败微生物；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的，即病原微生物。因此，

食品微生物学就是专门研究与食品有关的微生物的性状,以及在一定条件下微生物与食品的相互关系。实际上,食品微生物学是医学微生物学、兽医微生物学、农业微生物学以及工业微生物学中,与食品生产有关的部分相互融合成的一门学科。

研究食品微生物学的目的,是为了掌握食品微生物学的基本知识、基础理论和基本实验技能,辨别有益的、腐败的和病原的微生物,从而在食品制造与保藏过程中,充分利用有益微生物为提高产品数量和质量服务;控制腐败微生物和病原微生物的活动,以防止食品变质和杜绝因食品而引起的病害。食品微生物的科学理论,不仅已广泛被卫生机构作为食品卫生监督的科学依据和在发酵食品生产部门用来指导生产,并且作为管理食品卫生质量的理论指导也已被许多食品企业单位所掌握运用。因此,食品微生物学是食品专业必须学习的一门课程。

本书是为轻工业高等院校所设置的食物微生物学课程而编写的教材。本教材内容主要包括两个部分,前一部分是阐明与食物有关的微生物(即细菌、酵母菌、霉菌、放线菌和病毒,本书内容以前三者为主)的形态、生理、分类以及微生物生命活动与环境条件的相互关系,并介绍研究微生物的基本方法;后一部分是应用前一部分的基本理论来介绍微生物在食品制造中的应用,和从食品卫生的观点,有重点地论述由微生物引起的食品变质的基本原理,并简要阐明不卫生食品的危害性和造成它的原因、及其预防措施等方面的基本知识。从而根据食品的卫生要求,对衡量食品卫生质量的微生物标准,进行说明和分析。

本书除阐述理论以外,为了训练实验技能,在书末列有食品微生物实验的主要内容。

内 容 提 要

本书是为轻工业高等学院食品微生物学课程编写的专业教材。内容主要包括两部分,前一部分介绍与食品有关的微生物(细菌、酵母菌、霉菌、放线菌和病毒)的形态、生理、分类以及微生物生命活动与环境条件的相互关系,并介绍了研究微生物的基本方法。后一部分介绍微生物在食品工业中的应用,并有重点的介绍由微生物引起的食品变质的基本原理等。

本书除理论阐述外,还列有食品微生物实验的主要内容。

本书可供轻工业大专院校食品专业作教材,也可作食品、卫生等科技工作者参考。

目 录

绪言

第一章 微生物的形态结构(1)

第一节 细菌(1)

一、细菌的形态(1)

二、细菌的细胞结构(5)

三、细菌的繁殖(14)

四、食品中常见的细菌(15)

第二节 酵母菌(19)

一、酵母菌的形态(19)

二、酵母菌的细胞结构(20)

三、酵母菌的繁殖(21)

四、食品中常见的酵母菌(24)

第三节 霉菌(26)

一、霉菌的形态(26)

二、霉菌的繁殖(28)

三、食品中常见的霉菌(32)

第四节 放线菌(41)

一、放线菌的形态(42)

二、放线菌的繁殖(43)

第五节 病毒.....(44)

一、噬菌体的形态(44)

二、噬菌体的组成与溶菌(46)

三、噬菌体的危害和应用(47)

第二章 微生物的生理(49)

第一节 微生物细胞的化学组成(49)

一、水分	(49)
二、干物质	(50)
第二节 微生物的营养	(53)
一、微生物的营养机制	(53)
二、微生物的营养物质及其作用	(54)
三、微生物的营养特性	(57)
第三节 微生物产生的酶	(60)
一、酶在微生物的生命活动中的意义	(60)
二、酶的性质和作用	(61)
三、微生物产生的酶类	(61)
第四节 微生物的新陈代谢及其产物	(66)
一、微生物的呼吸	(66)
二、微生物的物质代谢及其产物	(69)
第五节 单细胞微生物的典型生长曲线	(74)
一、缓慢期	(76)
二、对数期	(76)
三、稳定期	(76)
四、衰亡期	(77)
第三章 微生物的分类及其分类方法	(78)
第一节 微生物的分类	(78)
一、微生物的分类问题	(78)
二、微生物分类单位及命名	(79)
三、微生物的分类系统	(83)
第二节 微生物的分类依据	(86)
一、形态特征	(86)
二、生理特征	(87)
第四章 微生物的生命活动与环境条件	(91)
第一节 灭菌、消毒、防腐与无菌的概念	(91)
第二节 微生物的生命活动与物理因素	(92)

一、温度	(92)
二、干燥	(107)
三、渗透压	(108)
四、超声波	(110)
五、辐射	(111)
六、其它	(116)
第三节 微生物的生命活动与化学因素	(117)
一、酸类	(118)
二、碱类	(121)
三、盐类	(122)
四、氧化剂	(123)
五、有机化合物	(125)
第四节 微生物的生命活动与生物因素	(127)
一、寄生、共生、互生与拮抗	(127)
二、抗菌素在食品工业上的应用	(130)
第五节 微生物的遗传和变异	(132)
一、微生物的遗传性和变异性	(132)
二、微生物的变异现象	(133)
三、微生物遗传变异的物质基础	(136)
四、引起微生物变异的原因	(137)
五、微生物遗传变异的实践意义	(139)
第五章 研究微生物的基本方法	(144)
第一节 显微镜观察	(144)
一、普通光学显微镜	(144)
二、紫外线显微镜	(147)
三、荧光显微镜	(147)
四、相差显微镜	(148)
五、电子显微镜	(149)
第二节 制片和染色	(151)

一、非染色标本	(151)
二、染色标本	(152)
第三节 培养基	(155)
一、培养基的种类	(156)
二、培养基的成分和制备	(158)
第四节 接种和培养	(160)
一、微生物的接种	(160)
二、微生物的培养	(162)
第五节 纯种分离和菌种保存	(163)
一、纯种分离方法	(164)
二、菌种保存方法	(165)
第六节 生理特性试验	(167)
一、适应环境特性试验	(167)
二、生化试验	(168)
第七节 血清学试验	(171)
一、抗原与抗体	(171)
二、抗原抗体反应及其应用	(173)
第八节 动物试验	(181)
一、病原微生物致病力的测定	(181)
二、病原微生物的分离	(182)
三、免疫血清的制备	(182)
四、鉴定病毒的动物保护试验	(183)
第六章 食品制造与微生物的利用	(184)
第一节 食品工业中细菌的利用	(184)
一、食用醋生产中的细菌	(185)
二、L谷氨酸(味精)生产中的细菌	(185)
三、发酵乳制品生产中的细菌	(186)
第二节 食品工业中酵母菌的利用	(191)
一、酵母菌制造面包	(191)

二、酵母菌酿酒	(192)
三、酵母细胞的综合利用	(193)
第三节 食品工业中霉菌的利用	(194)
一、霉菌糖化淀粉	(194)
二、霉菌制造豆腐乳	(195)
三、霉菌制造酱油	(195)
四、霉菌制造柠檬酸	(196)
第四节 微生物酶制剂及其在食品工业上的应用 ...	(197)
第七章 食品变质与微生物	(201)
第一节 微生物引起食品变质的基本因素	(201)
一、食品的营养组成与微生物的分解作用	(201)
二、食品的基质条件与微生物的适应性	(206)
三、食品的外界环境条件与微生物的适应性	(220)
第二节 罐藏食品中的微生物	(228)
一、罐藏食品的性质与变质的类型	(228)
二、不同类型的微生物引起罐藏食品的变质	(229)
三、罐藏食品变质和微生物学的分析	(238)
第三节 乳及乳制品中的微生物	(241)
一、鲜牛乳中的微生物	(241)
二、乳粉中的微生物	(254)
三、炼乳中的微生物	(257)
第四节 肉类和鱼类中的微生物	(259)
一、肉类中的微生物	(259)
二、鱼类中的微生物	(262)
第五节 禽蛋中的微生物	(264)
一、鲜蛋中微生物的来源	(264)
二、鲜蛋的变质	(266)
第六节 果蔬及其制品中的微生物	(267)
一、微生物引起新鲜果蔬的变质	(267)

二、微生物引起果汁的变质	(270)
第八章 食品卫生与微生物	(275)
第一节 食品中微生物的污染、消长和控制	(275)
一、污染源	(276)
二、微生物污染食品的途径和食品中微生物的 消长	(281)
三、控制微生物污染食品	(285)
第二节 食品被微生物污染后对人体的危害	(290)
一、细菌性食物中毒	(291)
二、真菌性食物中毒	(307)
三、消化道传染病	(314)
第三节 食品的卫生要求和微生物学的标准	(321)
一、食品的卫生要求	(321)
二、食品的卫生质量和微生物学的标准	(325)
附录	(345)
一、微生物名词	(345)
二、食品微生物学实验内容提要	(358)
主要参考资料	(360)

第一章 微生物的形态结构

微生物种类繁多，与食品工业有关的微生物包括细菌、酵母菌、霉菌、放线菌和病毒等。这些微生物的形态和结构，是研究食品微生物学的基本内容之一。现分述如下：

第一节 细 菌

一、细菌的形态

细菌的形态包括个体形态（如细菌的形状和大小）及菌落特征（即在固体培养基上长成一定形状的微生物群体结构）两部分。

（一）细菌的个体形状

细菌的形态具有多样性，在环境条件改变时，形态也可以随之而改变，但是在一定的环境条件下，各种细菌经常保持着一定的形态。

细菌具有三种基本形态：球状、杆状和螺旋状。分别称为球菌、杆菌和螺形菌。

1. 球菌

球形的细菌称为球菌，单独存在时为圆形，几个细菌联在一起时其接触面稍为扁平。按其分裂方向和分裂后排列状态，可以分为：单球菌、双球菌、四联球菌、八叠球菌、链球菌和葡萄球菌。见图1-1。

单球菌 球菌在分裂后,细胞分散单独存在的称为单球菌。

双球菌 球菌在分裂后,细胞成双排列的称为双球菌。

四联球菌 球菌的分裂在两个垂直面上,分裂后四个细胞联合在一起,形成两对细胞,如田字形的称为四联球菌。

八叠球菌 球菌经过三次相互垂直的平面分裂,分裂后八个细胞

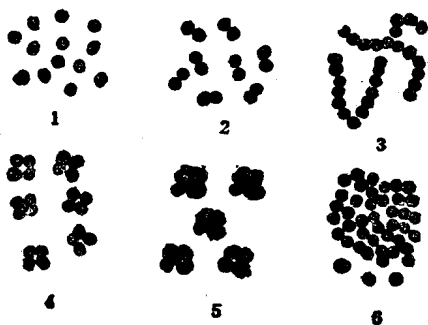


图 1-1 球菌的形态

1—单球菌 2—双球菌 3—链球菌 4—四联球菌 5—八叠球菌 6—葡萄球菌

分两层排列在一起,成为一个立方形的称为八叠球菌。

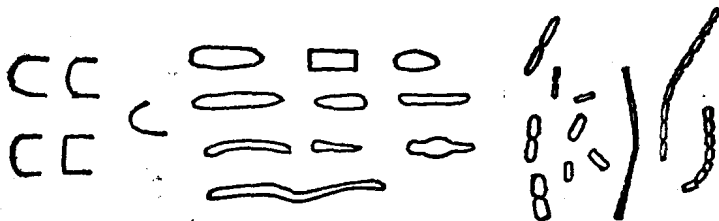
链球菌 分裂后的球菌相接成链状排列的称为链球菌。

葡萄球菌 球菌在许多面上进行分裂,分裂后的许多细胞紧密聚合在一起,好象一串葡萄,就称为葡萄球菌。

2. 杆菌

杆状的细菌称为杆菌。因菌种不同,菌体细胞的长短、粗细和菌体细胞的两端的形状都有差异。见图1-2。

根据杆菌长度的不同,一般以长杆菌、短杆菌、球杆菌的名称



(1) 杆菌菌端的形状

(2) 杆菌的各种形状和排列

图 1-2 杆菌的形状和排列

来区分。根据菌体两端的不同形状特点,有些杆菌一端膨大,另一端细小,形如棒状的称棒状杆菌。形如梭状的称梭状杆菌。排列成对的杆菌称双杆菌。形成链状的称链杆菌。能形成芽孢的称为芽孢杆菌;不能形成芽孢的称为无芽孢杆菌等。

3. 螺形菌

菌体略弯,呈香蕉状的称弧菌。菌体弯曲,回转如螺旋状的,称螺菌。见图1-3。

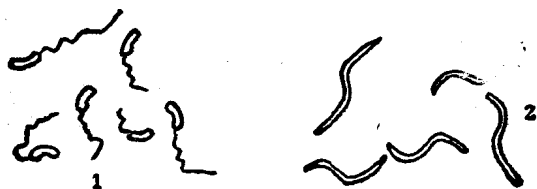


图 1-3 螺形菌的形态

1—弧菌 2—螺菌

(二) 细菌的大小

细菌的大小因种类的不同有很大的差异。所有的细菌必须借助于显微镜才能观察,因此,测量细菌的大小也必须在显微镜下进行。通常用测微计来测量细菌的大小,用微米(μ)来表示细菌大小的单位。一微米等于千分之一毫米。

测量球菌的大小只需测量其直径。测量杆菌与螺形菌需测量其长与宽。但测量螺形菌长度时,只测量其弯曲形的总长度,而不是其真正的长度。细菌细胞的大小见表1-1。

虽然细菌的大小差别很大,但一般都不超过几个微米。大多数球菌的直径为0.5~2.0微米。杆菌一般宽为0.5~1.0微米。长为1~5微米。产芽孢的细菌一般比无芽孢的细菌大些。

表 1-1

细菌的大小

球 菌	直 径(微米)
金黄色葡萄球菌 (<i>Staphylococcus aureus</i>)	0.8~0.9
溶血链球菌 (<i>Streptococcus haemolyticus</i>)	0.7~0.9
乳链球菌 (<i>Streptococcus lactis</i>)	0.5~0.6
褐色球形固氮菌 (<i>Azotobacter chroococcum</i>)	0.4~6.0

杆 菌 及 螺 形 菌	宽度(微米)	长度(微米)
大肠埃希氏杆菌 (<i>Escherichia coli</i>)	0.5	1.0~2.0
普通变形杆菌 (<i>Proteus vulgaris</i>)	0.5~1.0	1.0~3.0
伤寒沙门氏菌 (<i>Salmonella typhi</i>)	0.6~0.7	2.0~3.0
肉毒梭状芽孢杆菌 (<i>Clostridium botulinum</i>)	0.8~1.2	4.0~6.0
枯草芽孢杆菌 (<i>Bacillus subtilis</i>)	0.5~0.8	1.6~4.0
巨大芽孢杆菌 (<i>Bacillus megatherium</i>)	1.0~1.5	3.0~6.0
霍乱弧菌 (<i>Vibrio cholerae</i>)	0.4	2.0
红色螺菌 (<i>Spirillum rubrum</i>)	0.6~0.8	1.0~3.2

(三) 细菌的菌落特征

细菌的菌落是指细菌接种到一定的培养基上，置于一定的温度环境中，经过一定时间的培养后，在培养基的表面或里面，由一个菌体进行繁殖而积聚了许多菌体细胞，最后形成能被人们肉眼所能看到的一个群体，这群体即称为菌落。不同的菌种有不同的菌落形态。见图1-4。

菌落的大小、颜色、边缘形态、表面形态、粘稠度等形态构造和形成的时间。对于不同细菌种类来说是各有不同的特点。例如：溶血链球菌、红斑猪丹毒丝菌 (*Erysipelothrix rhusiopathiae*)等