

商业技工学校试用教材

食品微生物

SHANG YE CHU BAN SHE

中国商业出版社

商业技工学校试用教材

食 品 微 生 物

孙悦迎 编

中国商业出版社

商业技工学校试用教材

食品微生物

孙悦迎 编

中国商业出版社出版发行

新华书店科技发行所经销

铁道部印刷厂印刷

787 × 1092毫米 32开 9.875印张 222千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数：1—10000册 定价：3.75元

ISBN7-5044-0262-1/TS·46

编 审 说 明

《食品微生物》一书是糕点专业的专业基础课教材。按照商业部颁发的技工学校糕点专业教学计划和教学大纲的要求编写。经审定，作为商业、供销、粮食技工学校糕点专业教材。也可作为办有食品、粮食加工等专业的职工中专、职业中学及培训班教学用书。

本书试用本由西安市服务学校孙悦迎同志编写。经陕西省微生物研究所张叔凤副研究员、西北大学生物系宋家琨副教授审阅。

本书于1985年经商业部教育司审定，作为试用教材内部发行。这次修订出版，由原作者孙悦迎同志对全书作了修改和补充，以适应技工学校食品、糕点专业教学使用。倘有错误或不足之处，请不吝提出宝贵意见，以便再版时更正。

中华人民共和国商业部教材编审委员会

一九八八年十月

目 录

绪言	(1)
一、微生物的定义	(1)
二、微生物的特点	(1)
三、微生物在自然界的作用及其与人类的关系	(4)
四、食品微生物研究的对象和学习任务	(4)
第一章 微生物的形态与结构	(6)
第一节 细菌	(6)
一、细菌的形态及大小	(6)
二、细菌的菌落形态	(9)
三、细菌的细胞结构与功能	(11)
四、细菌的繁殖	(18)
五、细菌的染色	(18)
六、食品中常见的细菌	(20)
第二节 酵母菌	(23)
一、酵母菌的形态及大小	(23)
二、酵母菌的菌落特征	(24)
三、酵母菌的细胞结构	(24)
四、酵母菌的繁殖	(26)
五、食品中常用的酵母菌	(27)
第三节 霉菌	(29)

一、霉菌的形态与结构	(29)
二、霉菌的菌落特征	(31)
三、霉菌的繁殖	(31)
四、食品中常见的霉菌	(37)
第四节 食用菌	(40)
一、食用菌的形态结构	(40)
二、食用菌的繁殖方式和生活史	(44)
三、食品中常见的食用菌	(45)
第五节 放线菌	(50)
一、放线菌的形态结构	(50)
二、放线菌的菌落特征	(51)
三、放线菌的繁殖	(52)
第六节 病毒	(52)
一、病毒的特点	(52)
二、病毒的形态结构与繁殖	(53)
三、病毒的危害和应用	(55)
第二章 微生物分类	(58)
第一节 微生物的分类单位和命名	(58)
一、微生物的分类单位	(58)
二、微生物的种、变种、亚种、型、株和群的概念	(59)
三、微生物的命名	(60)
第二节 微生物分类系统	(62)
一、细菌的分类系统	(62)
二、放线菌的分类系统	(62)
三、霉菌的分类系统	(62)
四、酵母菌的分类系统	(63)

第三节	微生物分类依据	.....	(63)
一、	个体形态与菌落形态	.....	(63)
二、	生理特性和生化反应	.....	(63)
三、	血清反应	.....	(64)
四、	生活史	.....	(64)
五、	生态	.....	(65)
第四节	微生物分类对食品生产的指导作用	.....	(65)
第三章	微生物营养	.....	(68)
第一节	微生物所需的营养物质	.....	(68)
第二节	微生物的营养类型	.....	(72)
第三节	微生物营养吸收机制	.....	(74)
一、	细胞膜的通透性	.....	(75)
二、	营养物质透过细胞的方式	.....	(75)
第四节	培养基的制备及接种	.....	(79)
一、	制备培养基的原则	.....	(79)
二、	培养基的类型	.....	(81)
三、	培养基的制备方法	.....	(86)
四、	微生物接种和分离	.....	(88)
第四章	微生物的代谢活动	.....	(90)
第一节	微生物生命活动中的酶	.....	(90)
一、	酶的一般概念	.....	(90)
二、	酶催化作用的特点	.....	(91)
三、	酶的结构	.....	(93)
四、	酶作用机制	.....	(93)
五、	影响酶反应速度的因素	.....	(94)
六、	微生物产生的酶类	.....	(98)
第二节	微生物的呼吸	.....	(105)

一、呼吸作用的性质	(105)
二、微生物呼吸的类型	(106)
第三节 微生物的物质代谢	(107)
一、碳水化合物代谢	(107)
二、脂肪代谢	(111)
三、蛋白质代谢	(111)
四、微生物的代谢产物	(112)
第五章 微生物生长及其控制	(115)
第一节 微生物的生长规律	(115)
一、微生物生长的测定方法	(115)
二、微生物的生长曲线	(118)
第二节 环境因素对微生物的影响	(122)
一、温度	(122)
二、pH值	(125)
三、水分	(127)
四、渗透压	(128)
五、射线	(129)
六、氧化剂	(130)
七、有机化合物	(130)
第三节 食品工业控制和杀死有害微生物 的方法	(131)
一、灭菌、消毒和防腐	(131)
二、食品生产中控制和杀死有害微生物 的方法	(131)
第六章 微生物在食品工业上的应用	(142)
第一节 微生物发酵产物的利用	(142)
一、利用酵母菌生产面包	(142)

118 页

二、利用细菌生产发酵乳制品	(143)
三、利用微生物生产柠檬酸	(146)
四、利用微生物生产食用色素	(147)
五、利用微生物生产微生物多糖	(147)
六、利用微生物生产香料化合物	(150)
第二节 微生物酶の利用	(151)
一、酶在面包工业中的应用	(151)
二、酶在生产糖品和新型人工甜味剂中的应用	(153)
三、酶在乳制品中的应用	(154)
四、酶在蛋制品中的应用	(155)
第三节 微生物菌体的利用	(156)
一、利用酵母菌生产菌体蛋白和高效营养食品	(156)
二、利用食用菌菌体生产疗效食品和名贵补药	(161)
第七章 微生物与食品变质	(166)
第一节 微生物引起食品变质的基本因素	(166)
第二节 食品腐败变质的过程	(173)
一、蛋白质食品的变质	(173)
二、食品中脂肪的酸败	(175)
三、碳水化合物食品的变质	(176)
第三节 食品中的微生物	(176)
一、糕点中的微生物	(176)
二、鲜蛋中的微生物	(178)
三、乳及乳制品中的微生物	(181)
四、肉类中的微生物	(184)

五、罐藏食品中的微生物	(186)
第四节 食品被污染后对人体的危害	(189)
一、细菌性食物中毒	(189)
二、真菌性食物中毒	(192)
三、消化道传染病	(196)
第八章 食品中的微生物检验	(199)
第一节 食品中的细菌学检验	(199)
一、食品中的细菌学标准	(199)
二、食品细菌学一般检验方法	(200)
三、食品原料和制品的细菌学检验和指标	(210)
第二节 食品中的霉菌检验	(219)
一、一般检验方法	(219)
二、食品中常见产毒霉菌的鉴定	(221)
第三节 食品生产中酵母菌的检验	(223)
一、酵母菌的规格标准	(223)
二、检验方法	(224)
第九章 微生物菌种的选育和保藏	(227)
第一节 微生物菌种的选育	(227)
一、菌种的筛选	(227)
二、菌种的培育和诱变	(229)
第二节 菌种保藏	(239)
一、菌种保藏原理	(239)
二、菌种保藏方法	(239)
第三节 菌种的衰退与复壮	(244)
一、菌种衰退的现象和原因	(245)
二、菌种复壮	(246)
第四节 食品生产中酵母菌的保藏和复壮	(248)

附录一：食品微生物实验指导	(251)
〔实验须知〕	(251)
〔实验一〕显微镜的使用方法	(252)
〔实验二〕细菌的形态观察和染色技术	(257)
〔实验三〕酵母菌形态观察	(262)
〔实验四〕霉菌和放线菌的形态观察	(264)
〔实验五〕培养基的配制与灭菌	(265)
〔实验六〕理化因素对微生物的影响	(272)
〔实验七〕微生物显微镜直接计数法	(275)
〔实验八〕微生物平板菌落计数法	(279)
〔实验九〕食品中细菌学检验	(281)
〔实验十〕食品中霉菌的检验	(284)
〔实验十一〕菌种保藏	(286)
〔实验十二〕微生物菌种的分离和纯化	(288)
附录二：常用培养基的配制	(289)
附录三：常用染液、指示剂的配制	(297)
附录四：几种常用消毒剂的配制	(298)
附录五：斜面移接操作图	(300)
附录六：平板划线操作图	(301)

绪 言

一、微生物的定义

在生物界，除常见的动、植物外，还生存着一个十分庞杂的生物类群，它们的个体很小，一般肉眼看不见，必须借助光学显微镜或电子显微镜将其放大几百倍，甚至几万倍才能看到。所以微生物是指“生物界形体微小的单细胞或个体结构较为简单的多细胞，甚至没有细胞结构的低等生物”。它一般包括真菌（酵母菌，霉菌等）、细菌、放线菌、立克次氏体、支原体和病毒等。

在生物学发展的历史上，曾把所有生物分为动物界和植物界，微生物的类群也分归上述二界。经实践证明把微生物笼统地归于植物界和动物界是不合适的。1965年，魏塔克提出将所有生物分为五界系统，即将所有具有细胞结构的生物分为原核生物界（包括细菌与蓝藻），原生生物界（包括大多数藻类与原生动物），真菌界（包括酵母菌与霉菌等），植物界与动物界的五界系统，目前比较被普遍接受。此外有人主张将非细胞结构的病毒等另立为病毒界。据此，微生物学研究的对象在生物分类系统中分别属于病毒界、原核生物界、真菌界和原生生物界的部分种类。

二、微生物的特点

从生物进化的角度来看，微生物与植物、动物部有着

“亲戚关系”，通常认为他们都是由共同的祖先所延续的后代，他们除了共有的新陈代谢、生长繁殖、遗传变异等生物特性外，微生物还表现出他特有的性状，主要有以下几个方面：

1. 分布广。微生物是自然界分布最广的一群生物。无论是动、植物体内外，还是高山、陆地、海洋、淡水、空气都有微生物存在，可称得上是无处不有，无孔不入。但是微生物聚集最多的地方还是在土壤中，因为土壤具备了微生物生存所依赖的各种营养物质和生活条件（如温度、湿度等）。据统计，一克土壤就含有数百亿至几十亿个微生物，其中以细菌为最多，约占土壤微生物总量约70~80%，放线菌、真菌次之，其它类群较少。

2. 种类多。微生物的种类也是可观的。在自然界，已发现的真菌约十万种左右，细菌约一千多种，放线菌约五百多种。而且不同种类的微生物具有不同的代谢方式，能分解各种各样的有机物。因此，在自然界中虽然存在着千万种分解程度难易不同的物质，而亿万年来地面上并没有堆积起任何一种物质。这就是因为不同种类的微生物能分解不同的物质所致。但目前，研究应用的微生物种类仅占自然界已被发现总数的10%左右。因此，微生物应用于科学的潜力是很大的，蕴藏的资源也是十分丰富的。

3. 繁殖快。微生物的繁殖速度是非常快的，以大肠杆菌为例，在适宜的条件下，20~30分钟即可繁殖一代，24小时可繁殖72代，菌体数目可达 47×10^{32} 个，如果把这些细胞排列起来，可将整个地球表面盖满。但是，随着菌体数目的增加，营养物质的迅速消耗，代谢产品逐渐积累，pH值等条件的改变，导致微生物的繁殖速度永远也达不到上述数目。

但是与高等动、植物相比,其生长速度仍要快千万倍。例如,培养酵母菌菌体生产蛋白质,每8~12小时就可以收获一次,若种大豆生产蛋白质,最短也要一百天。

4. 代谢能力强。由于微生物的个体很小,具有极大的表面积和容积的比值,因为它们能够在有机体与外界环境之间迅速交换营养物质与废物。从单位重量来看,微生物代谢强度比高等动、植物的代谢强度大几千倍至几万倍。例如,酒精酵母,一公斤菌体就可把几千公斤糖发酵生成酒精。如用乳酸菌生产乳酸,每一个细胞产生的乳酸为其体重的 10^3 至 10^4 倍。一种产朊假丝酵母合成蛋白质的能力比食用牛高一万倍左右。而且,植物生长所需的二氧化碳,90%都是由微生物分解有机物产生的,他们一方面间接的为动、植物提供食物;另一方面又将动、植物的遗骸消除。

5. 容易培养。许多微生物能在常压常温下借助于多种农副产品,工业废物作为营养进行繁殖。所以根据微生物营养要求比较粗放、生产条件比较简单的特点,人们可以因地制宜,就地取材地利用有益微生物生产人类所需的物质。例如,利用廉价的山芋干为原料发酵生产柠檬酸,利用酿造制作原料的废渣培养真菌生产菌体蛋白。因此,利用微生物作用生产人类需要的多种美味食品,进而在工厂生产“粮食”是指日可待的。

6. 容易变异。由于微生物是单细胞和结构简单的多细胞生物,对外界环境敏感抵抗能力差,当环境剧烈变化时,多数个体因死亡而被淘汰。但有的个体却易于适应新的环境生存下来,并发生变异,变异性状经细胞分裂在后代中表现出来。微生物的这一特点对人类来说,既是优点,又是缺点,在工业生产中,人们常采用物理或化学的方法进行诱变育

种，提高菌种的生产能力。但在生产中，菌种如保存不当或生产条件突然改变，其优良性状很易发生退化。

三、微生物在自然界的作用及其与人类的关系

从微生物的特点可以看出，微生物种类多能分解各种各样的物质，因而在自然界进行着缓慢而持续不断的转化作用。由于它们的活动使动植物特别是植物的残体，又重新变为植物的养料，使植物得以茂盛地生长，使自然界的废物得以分解，为人类的衣食住行提供了间接的帮助。但是，世间的一切事物总是一分为二的，微生物一方面能为我们生产许多人类所需要的物品，能利用微生物的代谢产物，菌体生产多种食品。并用于生产各种抗菌素等药品，而另一方面，却又是危害人和动植物的凶手。例如它可以使食品腐败变质，让人畜、禽等动物感染病菌而生病，使植物发生病害等。由此可见，人类天天都在直接或间接地受到微生物的益处或危害。

四、食品微生物研究的对象和学习任务

食品微生物是微生物的一个分支，它主要研究的对象是与食品工业关系密切的六大类微生物，即细菌、放线菌、酵母菌、食用菌、霉菌及病毒。这些微生物的知识可应用于食品工业的各个方面。例如：

1. 生产多种发酵产品和营养食品如面包类、酒类、饲料酵母、营养素等。
2. 开展食品保藏，如罐藏、冻藏、盐腌、蜜饯等。
3. 各种食物原料和制品的防腐防霉。
4. 食物中有害物质的检测和食物中毒的预防分析。因

此，食品微生物这门课程，就是研究与食品有关的微生物的性状，代谢产物以及在各种条件下微生物与食品之间的相互关系。学习食品微生物的目的，就是为了认识、分析、掌握运用食品微生物的基本理论知识和基本实验技能，在食品的具体生产操作中，按照食品卫生法的有关规定保证人身的安全，促进健康、民族发展有着极为重要关系，因而，利用有益微生物，控制和预防有害微生物，为提高生产效益，预防食品变质，杜绝食物中毒奠定理论基础。

当今，食品微生物被作为发展食品工业的一门新型学科被广泛应用，学习这门学科不仅是从事食品工作必备的知识，也对我们日常生活有所帮助，因此，食品微生物是我们必修的一门专业基础课。

第一章 微生物的形态与结构

人类要控制有害微生物，利用并发展有益微生物，首先必须认识微生物，辨别各类菌的形态和细胞结构特征。本章重点阐述细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、病毒及与食品工业关系密切的部分大型真菌（食用菌）等。

第一节 细 菌

一、细菌的形态及大小

细菌的形态常因生活环境条件的改变而改变，但是在一定的环境条件下，各种细菌都保持着一定的形态。细菌的基本形态有球状、杆状、螺旋状三种，分别称为球菌、杆菌、螺形菌。

1. 球菌。细胞呈球状或近似球状的细菌，被称为球菌（图1-1）。球菌是细菌中最普通的类型。球菌分裂产生的新细胞之间，常保持着一定的排列方式。球菌在一个平面上分裂，分裂后的细胞分散并单独存在的，称为单球菌。球菌分裂后，细胞成双排列的，称为双球菌。球菌在两个垂直面上分裂，分裂后四个细胞联合在一起，每四个菌体呈正方形排列的，称为四联球菌。球菌经三次相互垂直面的分裂，分裂后八个细胞在一起成一立方形的，称为八叠球菌。分裂后的球菌相接成链状的排列称为链球菌。