

SHIPIN

◀ 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

主 编◇贾洪锋

SHIPIN WEISHENGWU



重庆大学出版社

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

高职高专食品类专业系列规划教材

食品微生物

主 编 贾洪锋

副主编 段丽丽

参 编 (以姓氏笔画为序)

马 洁 王 俐 睿 刘 兰 泉 刘 建 峰

安 攀 宇 严 鹤 松 张 芳 张 红 娟

李 维 宗 宝 徐 培 戢 得 蓉

谭 国 强

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了食品微生物的相关内容。全书共分为8章,具体包括微生物的概念和特性、微生物(细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、病毒等)的形态和结构、微生物的营养与培养基、微生物的代谢、微生物的生长及控制、微生物与食品制造、微生物与食品腐败变质,以及微生物与餐饮食品加工。本书编写时本着实用、够用的原则,在内容上力求条理清晰、重难点突出,并努力与实际相结合,充分体现其实用性。

本书可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、发酵工程及餐饮食品等相关专业的教材,也可作为相关领域研究和技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

食品微生物/贾洪锋主编. —重庆:重庆大学出版社,2015.8

高职高专食品类专业系列规划教材

ISBN 978-7-5624-9268-9

I. ①食… II. ①贾… III. ①食品微生物—高等职业教育—教材 IV. ①TS201.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第148718号

高职高专食品类专业系列规划教材

食品微生物

主 编 贾洪锋

副主编 段丽丽

策划编辑:袁文华

责任编辑:陈 力 涂 昀 版式设计:袁文华

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

重庆华林天美印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:329千

2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-9268-9 定价:29.00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

SHIPIN

高职高专食品类专业系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN SHIPINLEI ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

编委会

总主编 李洪军

包志华	冯晓群	付 丽	高秀兰
胡瑞君	贾洪锋	李国平	李和平
李 楠	刘建峰	刘兰泉	刘希凤
刘 娴	刘新社	唐丽丽	王 良
魏强华	辛松林	徐海菊	徐衍胜
闫 波	杨红霞	易艳梅	袁 仲
张春霞	张榕欣		

高职高专食品类专业系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN SHIPINLEI ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

参加编写单位

(排名不分先后, 以拼音为序)

安徽合肥职业技术学院

重庆三峡职业学院

甘肃农业职业技术学院

甘肃畜牧工程职业技术学院

广东茂名职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广西工商职业技术学院

广西邕江大学

河北北方学院

河北交通职业技术学院

河南鹤壁职业技术学院

河南漯河职业技术学院

河南牧业经济学院

河南濮阳职业技术学院

河南商丘职业技术学院

河南永城职业技术学院

黑龙江农业职业技术学院

黑龙江生物科技职业学院

湖北轻工职业技术学院

湖北生物科技职业学院

湖北师范学院

湖南长沙环境保护职业技术学院

湖南食品药品职业学院

内蒙古农业大学

内蒙古商贸职业技术学院

山东畜牧兽医职业学院

山东职业技术学院

山东淄博职业技术学院

山西运城职业技术学院

陕西杨凌职业技术学院

四川化工职业技术学院

四川旅游学院

天津渤海职业技术学院

浙江台州科技职业学院



食品微生物是专门研究与食品有关的微生物以及微生物与食品关系的一门学科,是微生物学的一个重要分支,也是食品等相关专业的一门专业基础课程。本书编写时本着“实用、够用”的原则,在广泛收集已有著作、教材资料的基础上,吸收新的研究成果,对与食品联系较为紧密的内容进行了一定的丰富,而对与食品关系不太紧密且在其他课程中有所涉及的内容(如微生物的代谢、微生物的遗传变异和育种)进行了一定的精简;同时辅以较多的图表,以加深学生对文字内容的理解和掌握。

本书编写团队汇集了长期在高职高专院校第一线执教的老师,编写内容均为各自所熟悉的教学和科研内容,从而保证了本书在内容和表现形式上能更加贴近高职高专院校学生对食品微生物知识的需求。

本书在内容上共分为8个项目,涵盖了微生物的概念和特性、微生物(细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、病毒等)的形态和结构、微生物的营养与培养基、微生物的代谢、微生物的生长及控制、微生物与食品制造、微生物与食品腐败变质,以及微生物与餐饮食品加工等内容。编写时力求条理清晰、重点难点突出,并努力与实际相结合,体现实用性。本书可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、发酵工程及餐饮食品等相关专业教材,也可作为相关领域研究和技术人员参考用书。

本书由贾洪锋(四川旅游学院)担任主编,段丽丽(四川旅游学院)担任副主编,马洁(湖北轻工职业技术学院)、王俪睿(河南濮阳职业技术学院)、刘兰泉(重庆三峡职业学院)、刘建峰(湖北轻工职业技术学院)、安攀宇(四川旅游学院)、严鹤松(湖北轻工职业技术学院)、张芳(河南鹤壁职业技术学院)、张红娟(陕西杨凌职业技术学院)、李维(四川旅游学院)、宗宝(广西邕江大学)、徐培(四川旅游学院)、戢得蓉(四川旅游学院)和谭国强(湖南食品药品职业学院)参与了编写。具体分工如下:项目1由贾洪锋编写;项目2由徐培、李维编写;项目3由刘兰泉、安攀宇编写;项目4由王俪睿、段丽丽编写;项目5由刘建峰、严鹤松、马洁编写;项目6由张红娟编写;项目7由宗宝、戢得蓉编写;项目8由张芳编写;附录由贾洪峰编写;全书由贾洪锋统稿。西南大学李洪军教授及相关专家对本书的编写大纲和编写内容进行了审定,特此致谢。同时感谢四川旅游学院阎红教授和重庆大学出版社的大力支持。

由于编者水平和时间有限,书中的不足、错误和缺点在所难免,敬请广大读者和同行专家批评指正,并提出宝贵意见。

编者
2015年5月



项目 1 绪 论	1
任务 1.1 微生物的概念及特点	1
任务 1.2 微生物在自然界中的分布	5
任务 1.3 微生物与人类的关系	6
任务 1.4 微生物学的发展	9
任务 1.5 微生物学及其分支学科	13
任务 1.6 食品微生物及其研究的内容和任务	13
【项目小结】.....	13
【复习思考题】.....	14
项目 2 微生物的形态和结构	15
任务 2.1 细菌	15
任务 2.2 放线菌	31
任务 2.3 酵母	33
任务 2.4 霉菌	38
任务 2.5 病毒	44
任务 2.6 微生物的分类与命名	49
【项目小结】.....	50
【复习思考题】.....	50
实训 2.1 普通光学显微镜的构造及使用	51
实训 2.2 细菌的简单染色法和革兰氏染色法	55
实训 2.3 细菌、放线菌、酵母菌和霉菌形态及培养特征的观察	57
实训 2.4 微生物细胞大小的测定	59
项目 3 微生物的营养与培养基	62
任务 3.1 微生物细胞的化学组成	62
任务 3.2 微生物的营养	63
任务 3.3 微生物的培养基	70
【项目小结】.....	74
【复习思考题】.....	74
实训 3.1 马铃薯葡萄糖培养基(PDA)的制备	75



项目 4 微生物的代谢	78
任务 4.1 微生物的能量代谢	78
任务 4.2 微生物的物质代谢及其产物	83
任务 4.3 微生物的代谢调节	89
【项目小结】	90
【复习思考题】	90
项目 5 微生物的生长及控制	91
任务 5.1 微生物生长的概念及测定方法	91
任务 5.2 微生物的生长规律	93
任务 5.3 影响微生物生长的因素	95
任务 5.4 有害微生物的控制	97
任务 5.5 微生物的遗传变异和育种	100
【项目小结】	106
【复习思考题】	106
实训 5.1 微生物细胞的显微镜直接计数	107
实训 5.2 微生物细胞的平板菌落计数	109
实训 5.3 微生物接种技术	112
实训 5.4 微生物的分离和纯化	114
实训 5.5 环境条件对微生物生长的影响	117
实训 5.6 微波的杀菌作用	120
项目 6 微生物与食品制造	122
任务 6.1 细菌与食品制造	122
任务 6.2 酵母菌与食品制造	133
任务 6.3 霉菌与食品制造	139
任务 6.4 微生物酶制剂及其应用	145
【项目小结】	149
【复习思考题】	149
实训 6.1 泡菜的制作	150
实训 6.2 酸奶的制作	152
项目 7 微生物与食品的腐败变质	154
任务 7.1 食品中微生物的污染来源及其途径	154
任务 7.2 微生物引起食品腐败变质的原因	156
任务 7.3 各类食品的腐败和变质	161
任务 7.4 食品腐败变质的控制	170
【项目小结】	179

【复习思考题】	179
实训 7.1 鲜肉中菌落总数的测定	179
实训 7.2 蔬菜和水果中酵母菌和霉菌的测定	182
实训 7.3 牛奶中大肠菌群的测定	185
实训 7.4 食品中金黄色葡萄球菌的快速检测(Petrifilm™测试片法)	188
项目 8 微生物与餐饮食品加工	193
任务 8.1 餐饮食品加工基本流程	193
任务 8.2 餐饮食品加工过程中可能出现的微生物污染	198
任务 8.3 餐饮食品加工中微生物污染的控制	200
【项目小结】	206
【复习思考题】	206
实训 8.1 餐饮加工环境中各类主要微生物的测定	207
附 录	210
附录 1 培养基和试剂	210
附录 2 1 g(mL) 检样中最可能数(MPN)检索表	213
参考文献	215

学习目标

1. 了解微生物在自然界中的分布、微生物学的发展、微生物学及其分支学科。
2. 熟悉有益微生物和有害微生物与人类的关系、食品微生物的研究内容。
3. 掌握微生物的概念及特点、食品微生物的概念。

知识链接

食品的产生起源于8 000~10 000年以前。推测在这段时间的早期,出现了食品腐败和食物中毒问题。随着制作食物的出现,由于不恰当的保存方法引起了食物的迅速腐败,其所造成的疾病传播问题也就出现了。最早的酿造啤酒的证据可以追溯到古巴比伦时代(大约公元前7 000年)。公元前3 000—1 200年,犹太人用死海中获得的盐来保存各种食物;中国和希腊人的食物中就已经有盐腌鱼。中国人和古巴比伦人早在公元前1 500年就制作和消费发酵香肠。但遗憾的是,当时的人们并不知道食品发酵、食品腐败和食物中毒的原因是微生物。

任务 1.1 微生物的概念及特点

1.1.1 微生物的概念

微生物(microorganism, microbe)通常是指所有形体微小、个体结构简单的单细胞或多细胞,甚至没有细胞结构的微小生物的通称。包括细菌、真菌、病毒、原生生物和某些藻类等。

由于微生物的个体微小(一般小于0.1 mm),肉眼看不见或看不清,因此必须借助显微镜才能观察(图1.1)。然而在微生物中也有一些例外,一些藻类和真菌较大且明显可见,如蘑菇和某些大型的藻类;另外,近年来还发现了两种不用显微镜就能观察到的细菌——硫珍珠状菌(*Thiomargarita*)和费氏刺骨鱼菌(*Epulopiscium fishelsoni*),如图1.2所示。但是大多数微生物的个体都十分微小。

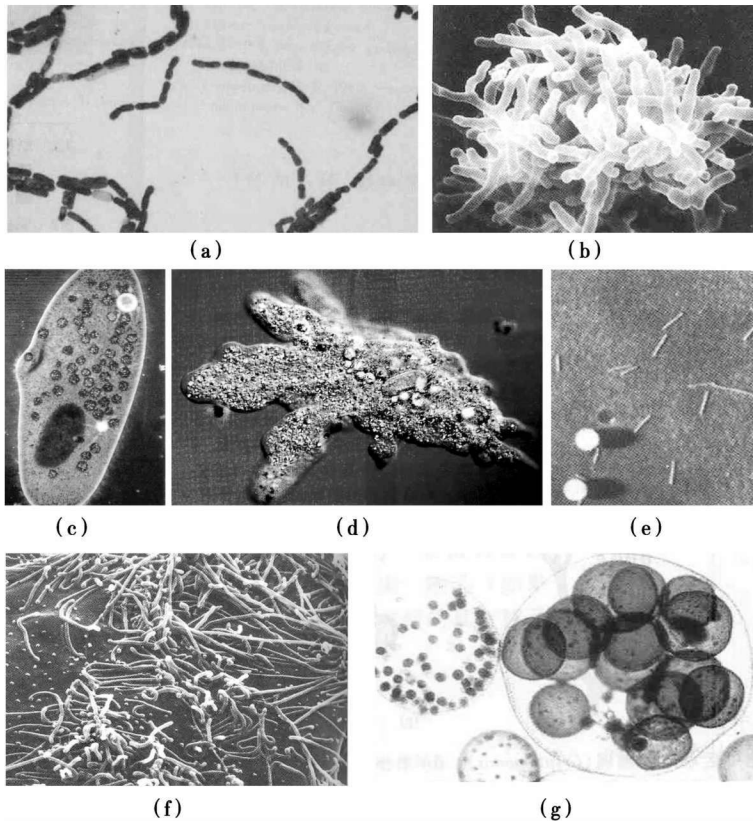
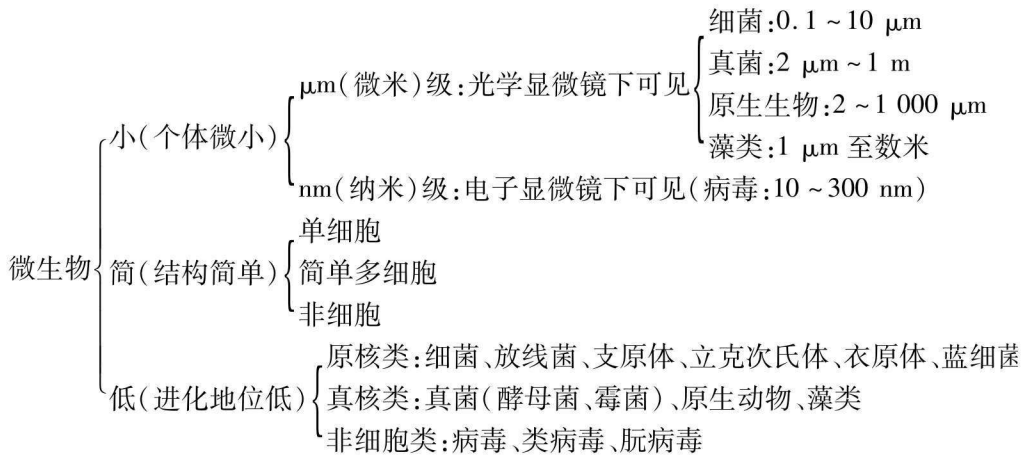


图 1.1 显微镜下的微生物

- (a) 巨大芽孢杆菌(*Bacillus megaterium*), 光学显微镜($\times 600$);
- (b) 放线菌(*Actinomyces*), 扫描电镜($\times 21\ 000$);
- (c) 草履虫(*Paramecium*), 光学显微镜($\times 115$);
- (d) 原生动物(阿米巴变形虫(*Amoeba proteus*)), 相差显微镜($\times 160$);
- (e) 烟草花叶病毒(Tobacco mosaic virus, TMV), 透射电镜(白色球状物为对比物:直径 264 nm 的乳胶颗粒);
- (f) 肺炎支原体(*Mycoplasma pneumoniae*), 扫描电镜($\times 26\ 000$);
- (g) 团藻属(*Volvox*), 光学显微镜($\times 450$)

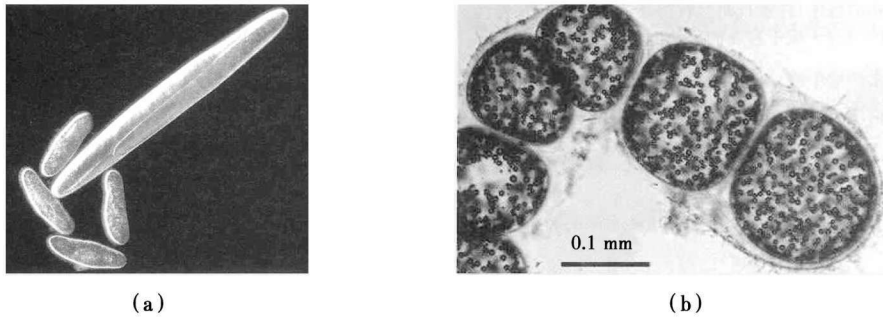


图 1.2 个体较大的细菌

- (a) 上端是费氏刺骨鱼菌(*Epulopiscium fishelsoni*), 下端是对比之下像侏儒似的草履虫($\times 200$);
 (b) 光学显微镜下的纳米比亚硫珍珠状菌(*Thiomargarita namibiensis*), 其外部为黏液鞘, 内部有硫滴

1.1.2 微生物的特点

虽然微生物的个体极其微小,但是具有代谢活力强、生长繁殖快、适应性强、易变异、分布广、种类多等特点。

1) 代谢活力强

微生物的体积小,比表面积(表面积/体积)大,例如直径为 $1.0 \mu\text{m}$ 的球菌的比表面积可达 60 000,而直径为 1 cm 的生物体的比表面积仅为 6,两者相差 10 000 倍。正是由于微生物的体积小、比表面积大,所以微生物能更加有效和迅速地与外界环境进行物质交换,吸收营养物质和排泄废弃物,具有极大的代谢速率。其代谢速率通常比高等动植物的代谢速率高数十倍、百倍甚至数千倍。发酵乳糖的细菌在 1 h 内可分解其自重 1 000 ~ 10 000 倍的乳糖;产朊假丝酵母(*Candida utilis*)合成蛋白质的能力比大豆强 100 倍,比食用公牛强 10 万倍。

正是由于微生物具有代谢活力强的特点,因此可将微生物作为“活的化工厂”来快速生产人类需要的代谢产物和发酵产物。

2) 生长繁殖快

微生物具有极高的生长和繁殖速度。在合适的生长条件下,大肠埃希氏菌(*Escherichia coli*,简称大肠杆菌)细胞每分裂 1 次的时间是 12.5 ~ 20 min。如按 20 min 分裂 1 次计,则每小时可分裂 3 次,每昼夜可分裂 72 次,后代数为 4 722 366 500 万亿个(重约 4 722 t),48 h 为 2.2×10^{43} 个(约等于 4 000 个地球的重量)。但是事实上,由于各种客观条件(环境条件、营养、代谢产物等)的限制,细菌的指数分裂速度只能维持数小时,因而在液体培养基中,细菌细胞的浓度一般仅能达到 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL。

微生物的生长繁殖快,因此在发酵工业上它的生产效率高、发酵周期短。如生产用作发面鲜酵母的酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*),其繁殖速度不算太高(2 h 分裂 1 次),但在单罐发酵时,几乎每 12 h 即可“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”,其对缓和人类面临的人口增长与食物供应矛盾也有着重大



的意义。例如,500 kg 重的食用公牛,每昼夜只能从食物中“浓缩”0.5 kg 重的蛋白质,而同样重的酵母菌,只要以质量较次的糖液(如糖蜜)和氨水为主要养料,在 24 h 内即可真正合成 50 000 kg 的优良蛋白质。但是,对于危害人、畜和植物等的病原微生物或使物品发生霉腐的霉腐微生物来说,它们的这个特性就会给人类带来极大的麻烦甚至严重的危害,因而需要认真对待。

3) 适应性强、易变异

微生物有极其灵活的适应性,这是高等动植物所无法比拟的。其原因主要也是其体积小和比面积大。为适应多变的环境条件,微生物在长期的进化过程中产生了许多灵活的代谢调控机制,并有种类较多的诱导酶(可占细胞蛋白质含量的 10%)。

微生物对环境条件尤其是恶劣的“极端环境”所具有的惊人适应力,堪称生物界之最。例如在海洋深处的某些硫细菌可在 250 °C 甚至在 300 °C 的高温条件下正常生长;大多数细菌能耐 -196 ~ 0 °C (液氮)的低温,甚至在 -253 °C (液态氢)下仍能保持生命;一些嗜盐菌甚至能在约 32% 的饱和盐水中正常生活;许多微生物尤其是产芽孢的细菌可在干燥条件下保藏几十年、几百年甚至上千年;在抗辐射能力方面,大肠杆菌的辐射半致死剂量是人和哺乳动物的 10 倍,酵母菌是 30 倍,而耐辐射戴因氏球菌 (*Deinococcus radiodurans*) 可达到 750 倍。在抗静水压方面,酵母菌为 500 个大气压,某些细菌、霉菌为 3 000 个大气压,植物病毒可抗 5 000 个大气压。地球上大洋最深处的关岛附近的马里亚纳海沟,那里的水压约为 1 103.4 个大气压,仍有细菌生存。

微生物的个体一般都是单细胞、简单多细胞或非细胞的,它们通常都是单倍体,同时它们具有繁殖快、数量多和与外界环境直接接触等原因,即使其变异的频率十分低(一般为 $10^{-5} \sim 10^{-10}$),也可在短时间内产生大量变异的后代。利用微生物易变异的特点可以进行菌种选育,在短时间内获得优良菌种,提高产品质量和生产效率。1943 年,每毫升青霉素发酵液中产黄青霉 (*Penicillium chrysogenum*) 只产约 20 单位的青霉素,而病人每天却要注射几十万单位。通过世界各国微生物遗传育种工作者的不懈努力,使该菌变异产量逐渐累积,加上其他条件的改进,目前其发酵水平每毫升已超过 5 万单位,甚至接近 10 万单位。

4) 分布广、种类多

微生物体积小、生长繁殖快、适应性强、易变异,因此只要生活条件合适,就可迅速繁殖。地球上除了火山的中心区域外,从土壤圈、水圈、大气圈直至岩石圈,到处都有微生物的踪迹。动物体内、植物体表面、土壤、河流、空气、平原、高山、深海、冰川、海底淤泥、盐湖、沙漠、油井、地层下以及酸性矿水中,都有大量与其相适应的微生物在活动着。图 1.3 中显示的是人们生活中所用的针尖上的细菌。



图 1.3 针尖上的细菌

迄今为止,人们所知道的微生物约有 10 万种,而目前估计人类至多开发利用了已发现微生物种数的 1%。

任务 1.2 微生物在自然界中的分布

1.2.1 土壤中的微生物

由于土壤具备了各种微生物生长发育所需要的营养、水分、空气、酸碱度、渗透压和温度等条件,因此土壤是微生物生活的良好环境。对微生物来说,土壤是微生物的“大本营”;对人类来说,土壤是人类丰富的“菌种资源库”。

尽管土壤中各种微生物含量的变动很大,但每克土壤的含菌量大体上有一个 10 倍系列的递减规律:细菌($\sim 10^8$) > 放线菌(孢子数)($\sim 10^7$) > 霉菌(孢子数)($\sim 10^6$) > 酵母菌($\sim 10^5$) > 藻类($\sim 10^4$) > 原生动物($\sim 10^3$)。由此可知,土壤中所含的微生物数量很大,尤以细菌为最多。据估计,每亩耕作层土壤中,细菌湿重为 90 ~ 225 kg;以土壤有机质含量为 2% 计算,则所含细菌干重约为土壤有机质的 1%。通过土壤微生物的代谢活动,可改变土壤的理化性质,进行物质转化,因此,土壤微生物是构成土壤肥力的重要因素。

1.2.2 水中的微生物

在自然界的江、河、湖、海等各种淡水与咸水水域中都生存着相应的微生物。由于不同水域中的有机物和无机物种类和含量、光照度、酸碱度、渗透压、温度、含氧量和有毒物质的含量等差异很大,因而各种水域中的微生物种类和数量有明显的差异。

在洁净的湖泊和水库蓄水中,因有机物含量低,故微生物数量很少($10 \sim 10^3$ 个/mL)。典型的清水型微生物以化能自养微生物和光能自养微生物为主,如硫细菌和铁细菌等,以及含有光合色素的蓝细菌、绿硫细菌和紫细菌等,也有部分腐生性细菌。

流经城市的河水、港口附近的海水、滞留的池水以及下水道的沟水中,由于流入了大量的人畜排泄物、生活污水和工业废水等,因此有机物的含量大增,同时也夹入了大量外来的腐生细菌,使腐败型水生微生物尤其是细菌和原生动物大量繁殖,每毫升污水的微生物含量达到 $10^7 \sim 10^8$ 个。

海洋是地球上最大的水体。海水与淡水最大的差别在于其中的含盐量。含盐量越高,则渗透压越大,反之则越小。因此海洋微生物与淡水中的微生物在耐渗透压能力方面有很大的差别。此外,在深海中的微生物还能耐很高的静水压。例如,少数微生物可以在 600 个大气压下生长。如水活微球菌(*Micrococcus aquivivus*)和浮游植物弧菌(*Vibrio phytoplanktis*)等。

1.2.3 空气中的微生物

空气中并不含微生物生长繁殖所需要的营养物质和充足的水分,而且日光中还有有害



的紫外线的照射,因此不是微生物良好的生存场所。然而,空气中还含有一定数量的微生物。这是由于土壤、人和动植物体等物体上不断以微粒、尘埃等形式飘逸到空气中而造成的。

凡是含尘埃越多的空气,其中所含微生物的种类和数量也就越多。因此,灰尘可被称作“微生物的飞行器”。一般在畜舍、公共场所、医院、宿舍、城市街道的空气中,微生物的含量较高,而在大洋、高山、高空、森林地带、终年积雪的山脉或极地上空的空气中,微生物的含量就极少。

1.2.4 食品上的微生物

食品是用营养丰富的动植物原料经过人工加工后的制成品,其种类繁多。由于在食品的加工、包装、运输和贮藏等过程中,都可能遭到霉菌、细菌和酵母等的污染,在合适的温、湿度条件下,它们又会迅速繁殖。因此,食品上常常有各种微生物分布着,且保存时间稍长,就会使食品迅速变质,详细的内容见项目7。

图1.4所示为腐乳生产中豆腐坯表面生长的毛霉。

1.2.5 人体内的微生物

在人类的皮肤、黏膜以及一切与外界环境相通的腔道,如口腔、鼻咽腔、消化道和泌尿生殖道中经常有大量的微生物存在着。生活在健康动物各部位,数量大、种类较稳定且一般是有益无害的微生物,称为正常菌群。如鼻黏膜上皮细胞上的金黄色葡萄球菌,如图1.5所示。



图1.4 腐乳生产中豆腐坯表面生长的毛霉

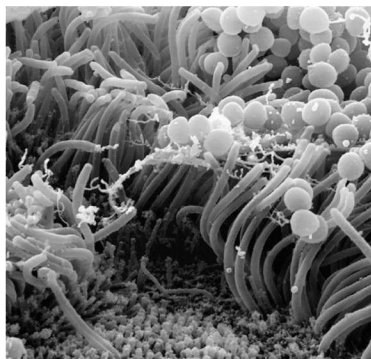


图1.5 鼻黏膜上皮细胞上的金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus* bacteria),扫描电镜

任务1.3 微生物与人类的关系

叠层石(stromatolites)是成层的岩石,由矿物质沉积物插入微生物垫结合而形成(图1.6)。其中的微生物垫由蓝细菌和其他微生物构成。在早期地球无氧的情况下,其中的微

生物产生的氧气使得地球上的氧变得丰富。由此可见,没有微生物的存在就没有地球生物,同时也没有依赖氧气的人类。

微生物分布广泛,与人类的关系极其密切。微生物已在食品、发酵、医药、化工、农业、畜牧业、纺织、皮革、造纸、能源、石油、环保等方面发挥着重要的作用。根据微生物与人类之间的关系,可将微生物分为有益微生物和有害微生物两大类。

1.3.1 有益微生物

有益微生物是指可应用于食品制造、工业生产、人体保健等方面的微生物。如酿酒酵母、乳酸菌、醋酸杆菌、黑曲霉等。

1) 微生物与食品工业

微生物在食品工业中的应用分为3种方式,如下所述。

(1) 微生物菌体的应用

如供人们食用的食用菌;蔬菜、乳类及其他多种食品发酵中添加的乳酸菌使得最终产品中含有大量的乳酸菌菌体,不但可以用于产品的发酵,同时可为人体补充乳酸菌;以微生物来生产蛋白质所获得的单细胞蛋白也是人们对微生物菌体的利用。

(2) 微生物代谢产物的应用

人们食用的很多食品都是利用微生物发酵作用产生的代谢产物来生产的,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、酱油等。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。白酒酿造中的糖化过程就是利用微生物所产生的淀粉酶将原料中的淀粉水解成葡萄糖,以供酵母菌发酵所需。

2) 微生物与农牧业

利用微生物可生产菌体蛋白饲料、发酵饲料、益生菌饲料添加剂、微生物农药、微生物肥料、农用抗生素等。与豆科植物共生的根瘤菌能在根部形成根瘤(图1.7),并将空气中的氮还原成氨,为植物提供氮素营养,以减少化肥的施用量并提高作物的产量。



图 1.6 叠层石

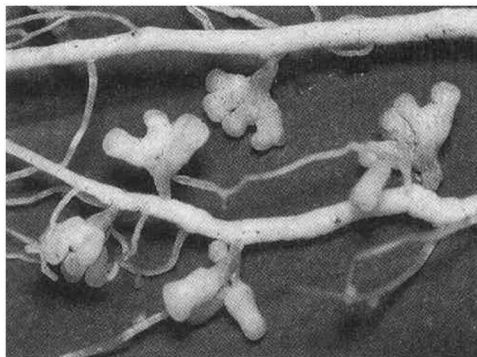


图 1.7 苜蓿中华根瘤菌(*Sinorhizobium meliloti*)在白
色草木樨(*Melilotus alba*)根部形成的固氮根瘤



3) 微生物与医疗卫生

微生物在医疗卫生中的应用主要是利用微生物生产抗生素类药物,现在所使用的绝大多数抗生素都是利用微生物发酵生产的。其次是利用基因工程菌生产干扰素、功能肽、胰岛素、疫苗等生物制品。

4) 微生物与工业

微生物可产生大量的酶和代谢产物,因此广泛应用于酶制剂工业、氨基酸工业、有机酸工业、生物化工、纺织、皮革、造纸、能源、石油等工业领域中。

5) 微生物与环境保护

微生物在污水处理、垃圾处理、有机物降解等过程中起着重要的作用,对环境保护有巨大的贡献。

6) 微生物与人体保健

微生态制剂(probiotics)是可以促进健康和生长的活微生物或物质的通俗说法,在这些制剂中,绝大多数含有乳酸杆菌和(或)链球菌,以及双歧杆菌。越来越多的证据表明,某些微生态制剂对人的健康有相当大的益处,主要包括:抗癌活性、控制肠道病原体、降低血清胆固醇浓度等。

1.3.2 有害微生物

有害微生物可对工业、农牧业、食品工业和医疗卫生等领域产生一定的危害,其中与食品关系最为密切的是引起食品的腐败变质以及引起人类的食物中毒和疾病。造成食品腐败变质的微生物称为腐败微生物。引起人类食物中毒的微生物(包括因感染而发生疾病的微生物)称为病原微生物。

食品能为人们提供丰富的营养,同样也是微生物生长的良好环境。因此,微生物不但能用于食品的生产,同样也能引起食品的腐败变质,从而使食品的营养价值降低甚至完全丧失。

肉类和乳制品营养价值高,含有容易利用的碳水化合物、脂肪和蛋白质,因此成为腐败变质的理想环境。含有碳水化合物较多的水果和蔬菜容易受到霉菌和细菌的污染而引起腐败变质。谷物在潮湿的条件下容易受到霉菌的污染而引起腐败变质,更为重要的是某些霉菌的生长还伴随着有毒有害物质的产生。如潮湿条件下的谷物和坚果制品容易产生黄曲霉毒素。

食品中微生物导致的中毒和疾病(表 1.1 和表 1.2)同样影响着人们的生活。根据卫生部发布的中国疾病预防控制中心网络直报系统收集的全国食物中毒类突发公共卫生事件(食物中毒事件)情况,从 2010—2014 年,全国共报告食物中毒类事件 895 起,其中由微生物所引起的食物中毒事件占 37.1%,中毒人数占总中毒人数的 46.4%,死亡人数占总中毒人数的 18.1%。在微生物引起的食物中毒事件中,主要是由副溶血性弧菌、沙门氏菌、变形杆菌、致泻性大肠杆菌、金黄色葡萄球菌及其肠毒素、蜡样芽孢杆菌和肉毒毒素等引起食物中毒。