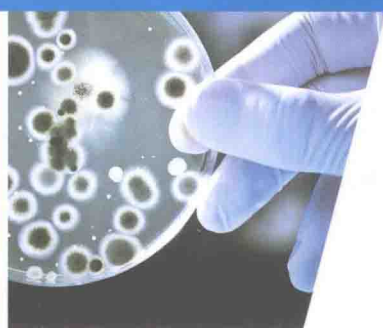




中等职业教育“十二五”规划教材

微生物学基础

主编 赵金海



 中国轻工业出版社

中等职业教育“十二五”规划教材

微生物学基础

主 编 赵金海



中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

微生物学基础/赵金海主编. — 北京: 中国轻工业出版社, 2012.2

中等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5019-8568-5

I. ①微… II. ①赵… III. ①微生物学—中等专业学校—教材 IV. ①Q93

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第263165号

责任编辑: 白 洁

策划编辑: 白 洁 责任终审: 唐是雯 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男 责任校对: 杨 琳 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2012年2月第1版第1次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 17

字 数: 337千字

书 号: ISBN 978-7-5019-8568-5 定价: 30.00元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

110077J3X101ZBW

前言

到目前为止,绿色的地球是唯一为人类所认知的一块生命的栖息地。在地球的陆地和海洋,与人类相依相存的是另一个缤纷多彩的生命世界。在这个目前对人类仍有太多未知的生命世界里,除了我们熟知的动物、植物,还有一个神秘的群体。它们太微小了,以至用肉眼看不见或看不清楚,它们的名字叫微生物。微生物虽小,但它们和人类的关系非常密切。有些对人类有益,是人类生活中不可缺少的伙伴;有些对人类有害,对人类生存构成了威胁;有的虽然和人类没有直接的利害关系,但在生物圈的物质循环和能流中具有关键作用。

微生物学是食品生物工艺专业中一门重要的专业基础课程,本书以工业微生物基本知识为主线,以理论与实践的有机结合为主导,运用现代职业教育理念,体现中职教育特色,结合微生物培菌工、微生物检验工国家职业标准和酿酒、生物发酵相关岗位要求,实施模块化教学和行动导向教学法,突出基础性、实用性、应用性的特点。

全书共分九个单元,每个单元再分若干个模块,其中穿插21个技能训练项目。每个单元均有知识目标、小结和思考练习题,对有技能训练项目的单元还有技能目标。在模块学习中把一些常识性、趣味性、拓展性的知识等通过“知识链接”或“你知道吗”等形式供学生阅读与思考,以拓展学生的知识面,开阔思路。附录 I 提供3套微生物学实验技能综合测试题、附录 II 染色液的配制、附录 III 常用培养基配方、附录 IV 常用试剂和指示剂的配制、附录 V 常用的微生物学名、附录 VI 洗涤液的配制与使用。此外,为利于学生自我测试配套有2套微生物学自测试题。最后附有书中各种题目的答案。

本书由赵金海高级讲师任主编并编写第一、第五单元,杨灵编写第二单元和微生物自测试题,王亚红编写第三单元,付香斌编写第四单元,宋淑红编写第六、第七单元,丁琳编写第八单元,申灵编写第九单元和附录 I ~ VI。全书由赵金海统稿。

编写过程中得到河南省轻工业学校领导的大力支持,在此表示衷心感谢。

本书为中等职业学校食品生物工艺、发酵工艺等专业的教学用书,也可用作微生物培菌工、微生物检验工职业技能培训教材,还可作为食品、生物企业菌种扩培人员的参考用书。

限于作者知识和能力,书中可能存在一些不足之处,欢迎同行和读者批评指正。

编者

目 录

第一单元 基本知识	1
模块一 认识微生物	1
一、微生物的定义	1
二、微生物在动植物及人类生命活动中的作用	3
三、微生物的主要类群	6
四、微生物的主要特点	6
五、微生物的分类单位和命名	8
六、微生物的应用	13
模块二 微生物实验操作的基本要求	15
一、无菌操作	15
二、微生物实验的安全要求	19
三、微生物实验室要求	21
四、微生物实验常用设备及器材	21
单元复习题	26
第二单元 微生物形态观察技术	27
模块一 显微镜的种类及结构	27
一、普通光学显微镜的基本构造	28
二、普通光学显微镜的光学原理	30
三、几种特殊的光学显微镜	32
模块二 显微镜操作技术	33
一、准备工作及观察要求	33
二、光源的调节	33
三、低倍镜的使用方法	34
四、高倍镜的使用方法	34
五、油镜的使用方法	35
六、显微镜使用后的处理	35
七、显微镜的维护和保养	36
【技能训练1】普通光学显微镜的使用	37
模块三 细菌形态观察技术	39
一、细菌的形态和大小	39
二、细菌细胞的构造	41

三、细菌的生长繁殖	47
四、细菌的群体特征	47
五、常用常见的细菌	49
【技能训练2】细菌的简单染色法	52
【技能训练3】细菌的革兰氏染色法	55
模块四 放线菌形态观察技术	57
一、放线菌的形态和构造	57
二、放线菌的生长繁殖	60
三、放线菌的菌落特征	61
四、常用常见的放线菌	62
五、放线菌与细菌的比较	64
【技能训练4】放线菌形态观察	65
模块五 酵母菌形态观察技术	66
一、酵母菌的形态和构造	67
二、酵母菌的生长繁殖	70
三、酵母菌的菌落特征	71
四、常用常见的酵母菌	72
【技能训练5】酵母菌的形态观察	74
模块六 霉菌形态观察技术	75
一、霉菌的形态和构造	75
二、霉菌的生长繁殖	76
三、霉菌的菌落特征	81
四、常用常见的霉菌	82
【技能训练6】霉菌的形态观察	86
单元复习题	89
 第三单元 微生物培养技术	91
模块一 微生物的营养	91
一、微生物的化学组成	91
二、微生物的营养要素	91
三、微生物的营养类型	94
四、营养物质进入微生物细胞的方式	95
模块二 培养基制备技术	96
一、培养基的配制原则	96
二、培养基的种类	99
【技能训练7】培养基制备技术	102

模块三 微生物控制技术	103
一、控制微生物生长的物理方法	104
二、控制微生物生长的化学方法	108
【技能训练8】干热灭菌	111
【技能训练9】高压蒸汽灭菌	113
【技能训练10】紫外线杀菌实验	114
【技能训练11】化学药剂对微生物生长的影响	114
模块四 微生物的生长	116
一、接种技术	116
二、影响微生物生长的主要因素	119
三、微生物的生长规律	121
【技能训练12】微生物的接种技术	123
模块五 微生物的代谢	124
一、微生物的新陈代谢	124
二、微生物的产能代谢	126
三、微生物的代谢调节	128
模块六 微生物的培养方法	129
一、实验室的微生物培养法	130
二、生产实践中的微生物培养法	131
单元复习题	133
 第四单元 微生物生长测定技术	 135
模块一 微生物细胞数测定技术	135
一、显微镜直接计数法	135
二、平板菌落计数法	136
三、最大可能数计数法	136
四、光电比浊计数法	137
五、薄膜计数法	137
【技能训练13】显微镜直接计数法	138
【技能训练14】平板菌落计数法	141
【技能训练15】比浊法测定大肠杆菌的生长曲线	143
【技能训练16】空气中微生物的测定	145
模块二 微生物生长量的测定技术	147
一、测体积法	147
二、重量法	147
三、生理指标法	147

4

二、菌种保藏的方法	181
三、主要菌种保藏机构	184
【技能训练20】菌种保藏	185
单元复习题	188
第八单元 环境微生物技术	189
模块一 微生物在自然界中的分布	189
一、土壤中的微生物	189
二、水体中的微生物	190
三、空气中的微生物	192
四、工农业产品中的微生物	192
五、正常人体及动物体上的微生物	193
六、极端环境中的微生物	194
模块二 微生物与生物环境间的关系	195
一、互生	196
二、共生	196
三、寄生	198
四、拮抗	198
五、捕食	199
模块三 微生物与环境保护	199
一、微生物对污染物的降解与转化	199
二、重金属的转化	200
三、污染介质的微生物处理	201
四、环境污染的生物修复	204
五、环境污染的微生物监测	205
【技能训练21】水中细菌总数的测定	207
【技能训练22】水中总大肠菌群的测定——多管发酵法	209
单元复习题	214
第九单元 病毒学技术	215
模块一 病毒概况	215
模块二 病毒的形态结构和化学组成	217
一、病毒的大小	217
二、病毒的形态	218
三、病毒的结构与功能	219
四、病毒结构的对称性	222

五、噬菌体	223
模块三 病毒的生命周期	225
一、附着	225
二、入侵	226
三、脱壳	226
四、合成	226
五、组装	226
六、释放	226
单元复习题	227
附录 I 微生物学实验技能综合测试题	228
附录 II 染色液的配制	231
附录 III 常用培养基配方	233
附录 IV 常用试剂和指示剂的配制	236
附录 V 常用的微生物学名	237
附录 VI 洗涤液的配制与使用	239
微生物学基础自测试题	240
参考文献	243
单元复习题及微生物学基础自测试题参考答案	244

第一单元 基本知识

知识目标

1. 了解微生物与微生物学概念。
2. 懂得微生物在动植物及人类生命活动中的作用。
3. 了解微生物的类群和特点。
4. 了解微生物的命名和分类方法。
5. 了解微生物的应用。
6. 熟悉无菌操作技术。
7. 了解微生物实验室常用设备与器材。

模块一 认识微生物

一、微生物的定义

微生物（microbe, microorganism）非分类学上的名词，来自法语“Microbe”一词。微生物是指大量的、极其多样的、不借助显微镜看不见的微小生物类群的总称。因此，微生物通常包括病毒、亚病毒（类病毒、拟病毒、朊病毒）、具原核细胞结构的真细菌、古生菌以及具真核细胞结构的真菌（酵母、霉菌、蕈菌等）、原生动物和单细胞藻类，它们的大小和特征如表 1-1 所示。但是也有些例外，如许多真菌的子实体、蘑菇等通常肉眼可见，某些藻类能生长几米长。一般来说微生物可以认为是相当简单的生物，大多数的细菌、原生动物、某些藻类和真菌是单细胞的微生物，即使为多细胞的微生物，也没有许多的细胞类型。病毒甚至没有细胞，只有蛋白质外壳包围着的遗传物质，且不能独立存活。

表 1-1 微生物形态、大小和细胞类型

微生物	大小近似值	细胞的特性
病毒	0.01~0.25 μm	非细胞的
细菌	0.1~10 μm	原核生物
真菌	2 μm ~1m	真核生物
原生动物	2~1000 μm	真核生物
藻类	1m至几米	真核生物

与食品、生物工业有密切关系的主要是细菌、酵母菌、霉菌、放线菌和部分专门侵害微生物的部分病毒（噬菌体），这些微小生物虽然种类不同，形态和大小各异，但是，它们的生物学特性比较接近，所以人们赋予其一个共同的名称——微生物。

微生物学（microbiology）是生物学的分支学科之一。它是在分子、细胞或群体水平上研究各类微小生物（细菌、放线菌、真菌、病毒、立克次氏体、支原体、衣原体、螺旋体原生动物以及单细胞藻类）的形态结构、生长繁殖、生理代谢、遗传变异、生态分布和分类进化等生命活动的基本规律，并将其应用于生物发酵、医学卫生和生物工程等领域的科学。

人类与微生物之间的关系可以说是由来已久。在古代，人们就能利用微生物的发酵作用来酿酒、制作食品。但同时人们也承受着微生物所带来的危害。中世纪，鼠疫、炭疽、天花等疾病的频频爆发，给人类生命带来了灾难。如今，微生物在农业、工业、环保等领域仍发挥着巨大的作用，而很多由微生物带来的疾病，如SARS、禽流感、艾滋病等，仍然时时威胁着人类的健康。

随着科学的发展，人们开始逐渐认识、研究、了解微生物，形成了微生物学这一学科。人们利用微生物的特点趋利避害，为人类服务，并积极预防各种微生物所带来的疾病。微生物学的黄金时代始于19世纪中叶，并在20世纪得到了延续。荷兰人列文虎克（Leenwenhork）于1676年制造出可放大200倍的第一架原始显微镜，他利用该显微镜从容器的积水、井水、牙垢以及人与动物的粪便中，首先看到了球形、杆形和螺旋形的微生物，他的发现为微生物学黄金时代的到来奠定了基础。

19世纪中叶，法国伟大的微生物学家巴斯德为了解决发酵工业所遇到的困难和预防危害人类和动物健康的烈性传染病，经过科学研究后发现，有机物质的发酵与腐败是由于空气中微生物的污染，传染病的流行是由于病原微生物的传播。继巴斯德之后，德国医生科赫（德国细菌学家、医学家，结核菌、霍乱菌发现者，曾获1905年诺贝尔生理学-医学奖）从观察炭疽病原菌的特性和生长开始，创造了染色方法、固体培养基以及试验性动物感染等手段。这些试验方法的发明，使得1875年后的短短十余年间，发现了数十种人和动物的病原菌。19世纪末的另一个重大发现证实了可滤过的微生物，即病毒也能引起感染。病毒不仅比细菌小，更重要的是病毒需要寄生于活细胞中才能完成它本身的复制。1889年，首次发现人畜共患的口蹄疫是由病毒引起的传染病。不久，许多病毒被相继发现。

19世纪是微生物学奠定和开始发展时期。自从20世纪开始，微生物学进入了一个新的阶段，即微生物的基本生理机制，特别是微生物代谢作用的研究。微生物学从1900—1950年和生物化学的联系越来越密切，生物化学促进了微生物生理学的发展。微生物发展由宏观进入微观阶段，特别在20世纪30年代出现了电镜，

突破了光学显微镜分辨率极限的局限,使微生物学有了长足的发展,进入了微生物学发展新的阶段:分子微生物学阶段。

微生物学的发展经历了19世纪到20世纪初,20世纪40~70年代的两个发展黄金时期。第一个时期是微生物学形成独立学科的过程,并以传染病病原的研究取得辉煌成绩为标志;第二个时期是微生物学的纵深发展期,形成了多个分支学科,并对遗传学和分类学发展做出了突出贡献。而20世纪70年代末到90年代初的几十年间,微生物学的发展远远落后于动物学、植物学和人类相关的学科,可谓其发展的低谷期。但在1995年第一株细菌全基因组序列公布后,基因组学和蛋白质组学为代表的各种“组学”在微生物中的研究方兴未艾,为该学科的发展带来了强劲的活力,使其发展走出低谷。目前,与人类健康和疾病相关的研究成果突出,微生态的研究也渐入佳期,细胞微生物学方兴未艾,嗜极微生物(在极端环境中生长的微生物。所谓极端环境是指只有一些有限的有机体能够生长的环境,如地热环境、极地、酸性和碱性的泉,以及海洋深处的高压冷环境)和古生菌(古生菌在构造方面与细菌相似,但只有细胞膜而缺少细胞壁;在遗传方面与真核生物相似。很多古生菌生存在极端环境中,如高温、低温、高盐、强酸和强碱。古生菌通常对其他生物无害)的研究已经成为热点,元基因组学的研究和进化生物学的研究进展迅速,以及合成生物学的发展,都标志着微生物学第三个黄金发展时期的到来,该时期将以系统微生物学和整合微生物学的快速发展为标志。

二、微生物在动植物及人类生命活动中的作用

(一) 微生物在植物生命活动中的作用

1. 源源不断地供给植物所需要的原料

绿色植物最大的特性就是能将自然界中的无机物转化成有机物,即通过光合作用将 CO_2 和 H_2O 合成糖类有机物,能将无机态氮和各种的矿物质元素转化成其他有机物。而这些无机物的源源不断供应就依赖微生物将大量的有机物分解成无机物和 CO_2 ,归还到土壤和大气中,以供植物用来合成有机物。据估计,地球上的 CO_2 有90%是靠微生物的分解作用形成的。

2. 提高土壤肥力,增加粮食产量

土壤是植物生长发育的基地,它最根本的特征是具有肥力,即能够提供植物生长发育需要的水分、养分和空气。因此,植物生长良好与否直接依赖于土壤肥力,而土壤肥力又依赖于其中的微生物活动。具体表现如下:①固氮微生物可把大气中的氮转化为氮素化合物,供植物吸收。②土壤中的各种植物残体及排泄物,通过土壤微生物的作用,分解和转化,形成腐殖质,把分散的土壤颗粒粘结成稳固的团粒结构,从而改善了土壤的水、肥、气等条件,提高土壤肥力。③土壤中某些处于有机或无机状态的养分,通过土壤中多种微生物的分解,使之成为

植物所能利用的状态。如磷细菌能分解含磷的有机物成为植物易于吸收的磷酸盐；硅细菌能分解土壤里的硅酸盐，分离出植物可吸收的钾。现在人们制成微生物肥料，施到田里，能提高土壤肥力，增加粮食产量。

（二）微生物在动物生命活动中的作用

1. 提高动物摄取营养物质的吸收利用率

动物区别于植物的显著特点之一，就是动物本身不能直接将环境中的无机物转化成为有机物。因此，动物只有直接或间接地摄取现成的有机物，作为自身的营养物质。而微生物能提高动物摄取营养物质的吸收利用率。例如植食性动物，它们所摄取的营养物质中含有极高的纤维素，不易被消化利用。因此人们采取细菌饲料或发酵饲料的方法，其目的是利用微生物所具有的分解多糖物质的各种酶，进行直接的分解和降解有机废弃物的主要成分——纤维素、半纤维素、木质素、果胶质等。据试验分析：经培养蘑菇后的稻草、麦秆，粗蛋白含量增加2~3倍，粗脂肪提高2~5倍，而畜、禽难以吸收利用的纤维素含量降低20%~50%，木质素降低20%~30%。

2. 增加了动物的生产效益

据报道，用稻草加入牛粪发酵制成蘑菇培养料，除产出大量鲜菇外，将收菇后的培养料用来喂猪，其营养价值相当于二级饲料米糠。还有饲料中加入5%饲料酵母，对猪增重提高15%~20%，对鸡可提高产蛋率20%~30%，对奶牛每1t饲料可增产牛奶6~7t。

（三）微生物在人类生命活动中的作用

1. 净化人类生存的基地

环境的好坏直接影响人类的生命活动。当今随着工业的迅速发展、人口的高度密集，将污水、污物注入水体，造成环境严重的污染，直接危害人类的身体健康。为了保护环境，除去环境中对人类有害的物质，现在采取了微生物的处理办法：即利用微生物将含碳有机污物分解成 CO_2 、 H_2S 等气体；将含氮有机污物分解成氨、硝酸、亚硝酸等；将汞、砷对人类有毒的重金属在水体中得到转化，达到污水净化目的。

2. 提供人类生存所需的物质

随着人类生活水平的不断提高，需求的物质更加丰富。而微生物学的不断发展和研究，提供了大量而丰富的物质资源。例如应用于酿造工业、发酵工业的酒精酵母菌、啤酒酵母菌等，生产出大批的工业酒精、葡萄酒、啤酒，既发展了工业，又丰富了人类的物质需求；应用于医药工业的多种抗生素、疫苗等，丰富了治病的药品，提高了治病的效果，保障人类的身体健康；为了解决在农村中能源的不足，充分利用微生物的分解作用，利用畜、禽粪便以及用过的培养饲料生产沼气，解决人类的照明、做饭和生产等方面的问题，提高了生物能的回收和利用效率。

就连人类维持正常生命活动,也需要微生物的作用。例如人体的肠道中存在微生物,正是微生物的存在合成了人体需要的维生素K、维生素B₁₂、烟酸、核黄素、氨基酸等不可缺少的物质。



知识链接

微生物的发现

1675年6月16日,一位荷兰学者在寄给英国皇家学会的一封信中写道:“前天我把一些完整的胡椒放在井水里,当再观察井水时,我发现一小滴水里有许多极小的动物,它们种类不一、大小不同,简直不可思议,它们像鳝鱼,弯曲着运动,总是头在前方游个不停,尾巴从不向前,尽管他们运动得非常缓慢,但是这些极小的动物会同样自如地向前向后运动”。1676年10月9日的另一封信中,他说:“1675年,在一个上了釉的新瓦罐中,盛着不过几天前的雨水。我发现水中生活有小生物。这件事情吸引我去集中注意力观察……那些比水中肉眼可见的要小万倍的小动物。”他把这些大量的、不可思议的小东西称作“微生物”。英国科学家饶有兴致地阅读了这些信件,却完全没有意识到这个发现的重大意义。这个荷兰学者,就是生活在17世纪的生物学家列文虎克(1632—1723),他的发现表明人们正在迈入一个当时人们还完全陌生的领域——微生物的世界。由于微生物天生具有“体积小,种类众多,分布极广,繁殖速度快,代谢能力强”等特点,人们长期生活于其中,却对它一无所知,生活和命运一直受到微生物的摆布和捉弄。

列文虎克的工作使人们开始主动地去认识微生物世界中各种奇妙的生物体,微生物世界的大门响起了敲门声。尽管他可能不是最早观察到细菌和原生动物的,但他是第一个报道自己发现的人,并做了准确的描述和绘图,为微生物的存在提供了有力的证据。列文虎克出生在荷兰的德尔夫特,六岁时丧父,一生中受过正规教育。他十六岁到阿姆斯特丹一家布店当学徒,六年后又回到故乡,自营商店。年轻时,列文虎克便擅长磨制显微镜,一生中他制作了247台显微镜和172个镜头,但限于当时的条件,他制作的最好的显微镜仅能放大200~300倍。列文虎克用自制的显微镜进行了许多生物实验。1668年他证实了意大利生物学家马尔比基关于毛细血管的发现,1676年他用自制的单式显微镜首次亲眼观察到细菌,1683年他精确地把所看到的细菌绘制成图,并在1684年的《伦敦皇家学会会报》上发表。1695年,他根据自己的观察积累撰写的《安东·列文虎克所发现的自然界秘密》一书出版,书中详细记载了他的大量观察结果,特别强调了他所发现的“微动物”。1680年他被选为英国皇家学会会员。列文虎克的发现具有划时代意义,但他只是一位敏锐的观察家,没能从“微动物”的形态生理特点等方面做进一步的深入研究,同时限于历史条件和当时的科学发展水平,他的发现没能引起人们的足够重视,所以,从他发现“微动物”到巴斯德研究酒类变质这近两个世纪的漫长岁月里,有关微生物的研究基本上停留在形态学的描述上。

三、微生物的主要类群

微生物分类是按微生物的亲缘关系相似程度把它们归入各分类单元或分类群，以得到一个反映微生物进化的自然分类系统、可供鉴定用的检索表以及可给出符合逻辑的名称的命名系统。

微生物的主要类群包括：细菌、放线菌、霉菌、酵母菌、立克次氏体、支原体、衣原体、病毒以及单细胞藻类和原生动物等各种生物类群，组成十分庞杂。常见的微生物类群主要有细菌、放线菌、霉菌、酵母菌四类，其中又以细菌最为常见。

四、微生物的主要特点

1. 体积小、比表面积大

微生物大小一般以微米（ μm ）计，体积小但比表面积（表面积/体积）大，这就使微生物有一个巨大的营养吸收、代谢废物排泄以及与外界进行物质交换的面积。这一特点也是微生物与一切大型生物相区别的关键所在。

举例：比表面积乳酸杆菌：120000，鸡蛋：1.5，人（90kg）：0.3。

2. 吸收多、转化快

这一特性为微生物高速生长繁殖和产生大量代谢物提供了充分的物质基础。

举例：3g地鼠每天消耗与体重等重的粮食；1g闪绿蜂鸟每天消耗两倍于体重的粮食；大肠杆菌每1h消耗2000倍于体重的糖；发酵乳糖的细菌在1h内就可以分解相当于其自身重量1000~10000倍的乳糖，产生乳酸；1kg酵母菌体，在1d内可发酵几千公斤的糖，生成酒精。

3. 生长旺、繁殖快

微生物具有极高的生长繁殖速度，如大肠杆菌*E.coli* 20~30min分裂一次，若不停地分裂，48h分裂 2.2×10^{43} 次。但随着菌数增加、营养消耗、代谢物的积累，将限制其生长速度。这一特性可在短时间内把大量基质转化为有用产品，缩短生产周期。也有不利一面，如污染杂菌使啤酒变酸或使谷氨酸发酵出现倒罐现象。常见微生物繁殖情况示例见表1-2。

举例：谷氨酸短杆菌：摇瓶种子→50t发酵罐，52h内细胞数目可增加32亿倍。利用微生物的这一特性就可以实现发酵工业的短周期、高效率生产。例如生产鲜酵母时，酵母菌每2h分裂一次，12h可收获一次，一年可收获数百次，要比其他动植物快得多。

表1-2 常见微生物繁殖情况示例表

微生物名称	世代时间/min	每日分裂次数	温度	每日增殖率
乳酸菌	38	38	25	2.7×10^{11}

续表

微生物名称	世代时间/min	每日分裂次数	温度	每日增殖率
大肠杆菌	18	80	37	1.2×10^{24}
根瘤菌	110	13	25	8.2×10^3
枯草芽孢杆菌	31	46	30	7.0×10^{13}
光合细菌	144	10	30	1.0×10^3
酿酒酵母	120	12	30	4.1×10^3
小球藻	7h	3.4	25	10.6
念珠藻	23h	1.04	25	2.1
硅藻	17h	1.4	20	2.64
草履虫	10.4h	2.3	26	4.92

4. 适应强、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。其原因主要是因为其体积小和面积大，即比表面积大。为了适应多变的环境条件，微生物在其长期的进化过程中就产生了各种代谢调控机制，并有种类很多的诱导酶（可占细胞蛋白质含量的10%）。

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，加之它们具有繁殖快、数量多和与外界直接接触等原因，即使其变异频率十分低（一般为 $10^{-10} \sim 10^{-5}$ ），也可以在短时间内产生大量变异后代。最常见的变异形式是基因突变，它可以涉及诸如形态构造、代谢途径、生理类型以及代谢产物的质或量的变异等。

人们利用微生物易变异的特点进行菌种选育，可以在短时间内获得优良菌种，提高产品质量。这在工业上已有许多成功的例子。但若保存不当，菌种的优良特性易发生退化，这种易变异的特点又是微生物应用中不可忽视的。微生物还有极其灵活的适应性，对极端环境具有惊人的适应力。

5. 分布广、种类多

微生物在自然界是一个十分庞杂的生物类群。迄今为止，我们所知道的微生物约有10万种。它们具有各种生活方式和营养类型，它们中大多数是以有机物为营养物质，还有些是寄生类型。微生物的生理代谢类型之多，是动植物所不及的。分解地球上贮量最丰富的初级有机物——天然气、石油、纤维素、木质素的能力，属微生物专有；微生物有着多种产能方式，如细菌光合作用、嗜盐菌紫膜的光合作用、自养细菌的化能合成作用、各种厌氧产能途径；生物固氮作用；合成各种复杂有机物——次生代谢产物的能力；对复杂有机物分子的生物转化能力；分解氰、酚、多氯联苯等有毒物质的能力；抵抗热、冷、酸、碱、高渗、高压、高辐射剂量等极端环境能力；以及独特的繁殖方式——病毒的复制增殖等。