

全国高等院校基础微生物学教师暑期讲习班

基础微生物学讲义

1980年7月，上海

(附表)

[加拿大] 仇大健 编著

北京师范学院
生物系
资料室

复旦大学

一九八〇年

第一章 绪论

甲、微生物学发展史..... (2)

乙、微生物学的基本研究方法..... (2)

1. 显微镜术及光学原理..... (2)

① 明视野显微镜及染色技术

② 相差显微镜

③ 荧光显微镜

④ 电子显微镜

2. 微生物培养法..... (5)

① 微生物的组成成份

② 培养基的成份

③ 培养基的类型

(a) 合成培养基及天然培养基

(b) 液体培养基及固体培养基

(c) 增殖培养基

(d) 选择培养基

(e) 鉴别培养基

④ 微生物的生长条件

3. 微生物保藏法..... (8)

① 斜面低温法

② 甘油冰冻法

③ 冰冻干燥法

4. 灭菌法及消毒法..... (9)

① 加热法

- (a) 干热法
- (b) 加压蒸气法
- (c) 间歇蒸煮法
- (d) 低温杀菌法

- ② 过滤法
- ③ 辐射法
- ④ 化学药剂法

第二章 原生生物界

甲、生物体的一般特性.....	(11)
1. 细胞性生物.....	(11)
2. 原核生物及真核生物.....	(12)
3. 非细胞性生物—病毒.....	(12)
乙、原生生物的分类.....	(12)
1. 原核原生生物.....	(13)
2. 真核原生生物.....	(14)
① 藻类	
② 原生动物类	
③ 真菌类	

第三章 细菌的结构及生长

甲. 细菌结构.....	(18)
1. 荚膜.....	(20)
2. 细胞壁.....	(20)
3. 细胞膜.....	(24)
4. 鞭毛.....	(27)
5. 纤毛.....	(30)
6. 细胞内含物.....	(31)
7. 核糖体.....	(32)
8. 核质体.....	(33)
乙. 细菌生长	(35)
1. 生长测定法	(35)
① 细胞量的测定	
② 细胞数的测定	
2. 生长规律	(36)
① 延滞期	
② 对数期	
③ 稳定期	
④ 衰亡期	
3. 算术级数的生长	(39)
4. 连续培养	(39)
5. 同步生长	(42)
6. 环境条件对细菌生长的影响	(44)
① 营养基质浓度	(44)

② 水及游离子	(48)
③ 温度	(49)
④ 氢离子浓度	(52)
⑤ 氧气	(52)
⑥ 辐射	(53)
(a) 电离辐射	
(b) 紫外辐射	
(c) 可见光线	

第四章 代谢作用

甲. 生物能量学 (分解产能及光合产能) : (56)

1. 热力学原理

2. 能量转移媒解 (腺三磷及辅酶 I、II) : (57)

3. 能量产生之基本步骤

① 化能异养细菌

(a) 发酵性产能 (糖酵解作用, 即 EMP 途径)

(b) 呼吸性产能 (三羧酸或柠檬酸循环作用)

② 化能自养细菌

③ 光能细菌

(a) 放氧性 (植物型) 光合作用

(b) 非放氧性 (细菌型) 光合作用

乙. 合成作用 : (65)

1. 合成作用的三个先决条件

① 能量 (腺三磷)

② 还原剂 ($\text{NADP} \cdot \text{H}_2$)	(66)
(a) 化能异养细菌	
(b) 化能自养细菌	
(c) 光能细菌	
③ 简单有机或无机物质	(67)
(a) 碳	
(b) 氢 氧	
(c) 氮	
(d) 磷	
(e) 硫	
(f) 其他无机物	
2. 前体物合成过程	(69)
① 核苷酸及脱氧核苷酸的合成过程	(69)
② 氨基酸的合成过程	(71)
③ 卟啉、单糖及脂肪酸的合成过程	(72)
3. 聚合物 (高分子) 合成过程	(73)
① 多糖类	(73)
② 脂肪类	(74)
(a) 聚 β -羟基丁酸	
(b) 磷酸脂	
(c) 异戊二烯	
③ 核酸类	(76)
(a) 脱氧核糖核酸的结构及合成过程	(76)
(b) 核糖核酸的结构及合成过程	(79)
④ 蛋白质	(84)

(a) 蛋白质合成作用的起始阶段	(85)
(b) 蛋白质合成作用的延伸阶段	(86)
(c) 蛋白质合成作用的终止阶段	(89)
4. 分解作用与合成作用的相互关系	(90)
(a) 制造烯醇式草酰乙酸	(91)
(b) 制造烯醇式磷酸丙酮酸	(92)
丙. 调节作用	(93)
1. 酶合成的调节作用	(94)
① 酶合成的诱导作用	(96)
② 酶合成的阻遏作用	(97)
(a) 分解物阻遏作用	
(b) 末端产品阻遏作用	
2. 酶活性的调节作用 (末端产品抑制作用)	(100)
3. 核酸合成的调节作用	(105)
① 脱氧核糖核酸合成的调节作用	(105)
② 核糖核酸合成的调节作用	(108)

第五章 病毒

甲. 引言	(109)
乙. 病毒的一般性质	(110)
1. 病毒形态	(110)
2. 病毒的化学成份	(110)
3. 病毒核酸的特性	(111)
4. 病毒的复制	(116)

5. 病毒分类.....	(118)
丙. 噬菌体.....	(118)
1. 噬菌体的种类及一般性质.....	(118)
2. 烈性噬菌体.....	(122)
① 双链 DNA 烈性噬菌体.....	(122)
(a) 噬菌体 T 7.....	(123)
(b) 噬菌体 T 4.....	(126)
② 单链 DNA 烈性噬菌体	(128)
③ 单链 RNA 烈性噬菌体	(129)
3. 温和噬菌体.....	(130)
① 入噬菌体.....	(130)
② 其他温和噬菌体	(134)
丁. 动物病毒.....	(135)
戊. 植物病毒及类病毒 (VIROID).....	(137)

第六章 遗传与突变

甲. 引言.....	(139)
1. 遗传物质——核酸	(139)
① 肺炎双球菌实验	(139)
② 噬菌体 T 2 实验	(140)
③ 杂种烟草花叶病毒实验	(140)
2. 突变	(140)
1 正性变种及负性变种	(140)
2 乳糖操纵子内各种基因的突变	

乙. 突变的化学基础	(148)
1. 化学诱变剂	(149)
① 碱基类似物	(149)
② 体外化学诱变剂	(150)
③ 艾姆氏试验	(150)
2. 物理诱变剂	(150)
① 短波辐射	(150)
(a) 光复活作用	
(b) 黑暗修复作用	
② 加热	(153)
3. 碱基的增补及删除作用 (移码突变)	(153)
4. 抑制性突变	(154)
① 基因内抑制性突变	(154)
② 基因外抑制性突变	(155)
丙. 突变的本质	(156)
1. 自发性	(156)
① 彷徨试验	(156)
② 影印接种试验	(157)
2. 群体动态	(157)
3. 选择与适应	(160)
丁. 遗传互补作用	(160)
1. 基因外补作用	(161)
2. 基因内补作用	(161)
戊. 遗传重组	(162)
1. 细菌重组的一般特性及重组模型	(162)

2. 转化作用	(165)
3. 转导作用	(168)
① 普遍性转导作用	(168)
② 特异性转导作用	(169)
4. 接合作用	(171)
5. 接合作用及转导噬菌体在遗传工程学上的应用 (分离乳糖操纵子实验)	(175)
己. 质粒	(176)
庚. 噬菌体遗传	(180)

第七章 细菌分类

甲. 细菌分类原则	(182)
1. 种、属及双名法	(182)
2. 阶级分类法	(183)
3. 数值分类法 (亚当氏分类法)	(184)
4. 遗传分类法	(184)
① DNA 的碱基组份分析	(184)
② 核酸杂合法	(186)
③ 血清反应法	(188)
乙. 细菌的主要类群	(189)
1. 光合菌	(189)
① 蓝色光合菌	
② 紫色光合菌	
③ 绿色光合菌	

2. 粘细菌	(190)
3. 有鞘菌	(190)
4. 芽细菌及柄细菌	(191)
5. 螺旋体	(191)
6. 螺菌	(191)
7. 革兰氏阴性厌氧杆菌及球菌	(191)
8. 革兰氏阴性兼性厌氧杆菌	(192)
9. 革兰氏阴性厌氧菌	(192)
10. 革兰氏阴性球菌及短杆菌	(192)
11. 革兰氏阴性厌氧球菌	(192)
12. 革兰氏阴性化能自养菌	(192)
13. 产甲烷菌	(193)
14. 革兰氏阳性球菌	(193)
15. 产内生孢子杆菌及球菌	(193)
16. 革兰氏阳性杆菌	(194)
17. 放线菌及附属菌类	(194)
18. 立克次氏体	(195)
19. 枝原体	(195)
丙. 鉴定细菌类别的几个基本步骤	(195)

第八章 微生物在生物界中的作用

甲. 微生物种间的关系	(197)
1. 互生关系	(197)
2. 拮抗关系	(197)

3. 共生关系	(197)
4. 寄生关系	(198)
乙. 微生物与植物及动物之间的相互关系	(198)
1. 共生关系	(198)
2. 寄生关系	(199)
丙. 病原微生物的致病原理	(199)
1. 侵袭力	(199)
2. 毒素	(199)
① 外毒素	
② 内毒素	
丁. 人体对微生物的防御机制	(200)
1. 非特异性防御机制	(201)
① 炎症反应及吞噬作用	
② 非免疫性补体作用	
③ 干扰素作用	
2. 特异性防御机制 (免疫力)	(203)
① 引言	(203)
② 抗体的性质	(204)
(a) 免疫球蛋白的种类	
(b) 免疫球蛋白的构造	
(c) 免疫球蛋白的抗体活性	
③ 抗体与抗原的结合作用	(206)
(a) 沉淀反应	
(b) 中和反应	
(c) 凝集反应	

- (d) 吞噬细胞及补体结合反应
- ④ 抗体的产生 (208)
 - (a) 与免疫有密切关系的两种淋巴细胞 (B 淋巴细胞及胸腺淋巴细胞)
 - (b) 浆细胞
 - (c) 初次反应及再次反应 (回忆反应)
 - (d) 胸腺淋巴细胞
- ⑤ 过敏现象 (变态免疫反应) (211)
 - (a) 速发型反应
 - (b) 缓发型反应
- ⑥ 免疫的应用 (211)
 - (a) 预防接种 (人工、自动免疫)
 - (b) 治疗应用 (人工、被动免疫)
 - (c) 诊断应用
 - (d) 在微生物分类上的应用
- 戊 化学治疗法 (212)

附录：教学图表 (见另册)

第一章 绪论

微生物是一群个体微小，结构简单的生物。它们的种类极多，目前所知的便有十万种左右。依其结构，微生物可分为原核细胞性生物（包括细菌、放线菌、立克次氏体等），真核细胞性生物（包括藻类、原生动物类及真菌类）及非细胞性生物（包括各类病毒）三大类。微生物在自然界里分体极广，无论在空气、水、土壤或动、植物体上，都有它们存在。甚至在极冷的南、北极，和极热的矿泉里，我们都可以发现微生物。由于微生物个体微小，结构简单，它们能迅速从外界环境吸取养料，以高速繁殖，但亦易受外界环境影响而发生变异。

对人类而言，微生物有下列三项主要作用：（1）疾病：很多微生物能引起疾病，如伤寒杆菌，痢疾变形虫，天花病毒等等，危害我们的健康。此外，它们还能在家畜、家禽及农作物体上引起传染病，造成经济上的损失。（ii）工、农业生产：微生物的多样性代谢产品可用来发展工业及农业。例如微生物的酶及发酵作用可用于食品、酿造、化工原料等工业，固氮及根瘤菌可用来制作菌肥，杀螟杆菌可用来消灭植物病虫害等等。（iii）元素循环作用：在自然界中，元素不断地从非生命物质状态转变成有生命物质状态，然后再从有生命物质状态转变成非生命物质状态。微生物在这个元素循环过程中，有非常重要的作用。如以碳、氮、硫为例，在自然界中，这三种元素通常都以高度氧化^无机物状态存在，如 CO_2 ， NO_3^- ， S^0 等。在生物体内，它们又以高度还原有机状态存在，如 $-\text{CH}_2-$ ， $-\text{NH}_2$ ， $-\text{SH}$ 等。所以这些元素必须先被还原后，才能被高等动物或植物吸收。微生物能在有氧及

无氧的条件下，将这些元素还原，如图 1-1。同时，它们还能将有机物，如生物的尸体及排泄物进行分解，以完成元素循环作用。

甲、微生物学发展史

远在雷文虎克第一次在显微镜下直接观察到微生物个体前（1677年），中国古代人民已经知道了微生物的作用。根据甲骨文纪载，我国人民在公元前十七世纪已经知道利用微生物的发酵作用来制酒及醴（甜酒）。此外，在一千五百年前，中国就有了酒曲、酱、酢、豉、酪等发酵产品及发现了根瘤菌的肥效作用。在医学微生物学上，我国也有悠久的历史及辉煌的成就。例如在黄帝内经《素问·刺法论》中就有“五疫之至，皆相染易，无问大小，病状相似”的说法这不正是传染病的特征么？宋朝太医局九科内包括各种因“风邪”所致的风科。至公元十六、七世纪时，由我国古代医学家发明的“人痘接种法”辗转传去欧洲，终于在1796年由英人发扬成牛痘接种法。

欧美科学家在近八十年来在微生物学上也取得了一些伟大的成就（表 1-1）。最近一、二年间，微生物学家利用质粒遗传工程学，已能用细菌制造出我们所需的各种生物化合物，如胰岛素，生长激素及病毒干扰素。所以，微生物学的未来发展是目前无法限量的，加以适当的应用，它一定会给人类带来更大的福利。

乙、微生物学的基本研究方法

1. 显微镜术及光学原理：

由于微生物个体过于微小，我们无法以肉眼直接观测，而必须利用显微镜将它们放大几百至几万倍才能看到。目前常用的显微镜包括明视野显微镜、相差显微镜、荧光显微镜及电子显微镜

四种，无论是那一种显微镜，它们的光学原理都一样，如图 1-2 a。虽然显微镜的主要作用之一是将物体放大，但单单放大并不能使观测者看到清晰的形象，所以显微镜必须有将物体放大及产生清晰形象的双重作用。根据物理原理，任何光学仪器都有一定的清晰限度 (RESOLVING LIMIT)，其值与入射光的波长，媒介的折光系数及光线入射角度的大小有一定的关系：

$$\text{清晰限度} = \frac{\lambda}{2 \times n \times \sin \theta}$$

因为清晰限度值越小，我们便得观测越小的物体。所以在应用显微镜时，应尽量减小入值及增大 n 及 θ 值。利用可见光为光源时，我们可以用波长较短的蓝色光以取得低入值，同时可以缩短接物镜与观测物体间的距离以增加 θ 值。此外，我们还可以利用油镜来增加 n 值及避免光线重复折射的坏处 (图 1-2 b)。在一般实验室所用的显微镜，它们的清晰限度可以下式求得：

$$\lambda_{\text{蓝光}} = 450 \text{ nm}, \theta = 67^\circ, n_{\text{油镜}} = 1.52$$

所以，

$$\text{清晰限度} = \frac{450 \text{ nm}}{2 \times 1.52 \times 0.92} = 160 \text{ nm}$$

大部份细菌的直径都在 1000 nm (1 μm) 以上，所以应用这种显微镜，我们可得清晰的细菌个体形象。

① 明视野显微镜及染色技术：在通常情形下，光源直接通过标本玻璃片进入接物镜，形成一圈明亮的视野，这种显微镜叫做明视野显微镜。因为微生物，尤其是细菌，在强光下有透明或半透明的个体及有与玻璃板相似的折光系数，在明视野显微镜下观察时甚难看清楚，因此观察细菌时，我们通常都将其染色，增

加菌体与玻璃片的色差，以便观察。

因为细菌表膜有蛋白质等带有电荷的分子。我们可以用带有正电荷的碱性染料（如结晶紫、孔雀绿、番红等）或带有负电荷的酸性染料（如伊红、刚果红等）将其染色。如果只用一种染料，这种方法称为单染色法，它可以帮助观察，但不能鉴别细菌的种类。所以在通常情形下，微生物学家都用两种以上的染料将细菌染色，以便鉴别细菌，这种方法叫做复染色法或鉴别染色法。最常用的复染色法为革兰氏染色法，它将细菌分为紫色的革兰氏阳性菌及红色的革兰氏阴性菌两大类。这两类细菌在化学组成及生理性质上有很大的差异（详情见第三章甲节），所以革兰氏染色法在鉴别细菌上很有帮助（详情见第七章乙节）。

有些微生物的个体特别纤细（如梅毒螺旋体），即使在染色后也很难观测清楚；有的细菌的外表结构部份（如荚膜）又很难染色及允许染料透入，在这种情形下，可以将菌体埋在一层很薄的中性染料中（如印度墨汁），利用其透明性质而观察其外形。这种方法叫做负染色法。

除了将细胞壁染色外，我们还可以用各种不同的染料来染细菌的特殊构造，如以 LEIFSON 染色法染鞭毛，FEULGEN 染色法染核酸，ZIEHL-NEELSON 染色法染芽孢等。

② 相差显微镜——用细菌作一般染色时，必须经过处理后（如加热）才能染色，而各种处理方法往往又会使细菌变形，造成假象。而且染色过程又会杀死细菌，使我们无法观测菌体的运动规则及生理变化（如芽孢形成过程）。在1953年，荷兰物理学家周尼克利用光波的特性造出可以观测活菌的相差显微镜，使我们进一步了解细菌的特性。相差显微镜的基本原理很简单，