



食品微生物学

食品科技学院



本课程的学习参考资料

1、参考书

- (1) 《微生物学教程》，周德庆，高等教育出版社
- (2) 《微生物学》，沈萍，高等教育出版社
- (3) 《食品微生物学》，杨洁彬，农业出版社
- (4) 《食品微生物学》，殷蔚申，中国财政经济出版社
- (5) “Modern Food Microbiology”, Jame M.Jay
- (6) “Brock's Biology of Microorganism 9TH”, Michael T. Madigan
John M. Martinko Jack Parker, Prentice Hall
- (7) “Microbiology”, Lansing M. Prescott, Donald Klein, John Harley
McGraw-Hill Higher Education
- (8) “Case Studies in Food Microbiology for Food Safety and Quality”,
Rosa K Pawsey
- (9) “Fundamental Food Microbiology”, Bibek Ray, Ray Ray

本课程的学习参考资料

2、参考杂志

“微生物学通报”、“微生物学杂志”、“食品科学”、

“生命的科学”、“工业微生物”、“微生物学进展”

“INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY”、

“Journal of Food Safety”、

“Food Microbiology”、

“Current Microbiology”、

“Microbiology and Molecular Biology

Reviews”、

“Trends in Microbiology”、

“Annual Review of Microbiology”、

“Journal of Bacteriology”、

“Applied Microbiology and Biotechnology”、

“International Microbiology”、

“Journal of Applied Microbiology”

第一章 绪论

- 一 微生物与你和我
- 二 微生物学的研究对象
- 三 微生物的特点
- 四 微生物学的发展简史
- 五 食品微生物学
- 六 食品微生物与未来



一、微生物与你和我

微生物无处不在，我们无时不生活在“微生物的海洋”中。

- t 细菌数亿/g土壤，土壤中的细菌总重量估计为： 10034×10^{12} 吨
- t 每张纸币带细菌：**900万个**；
- t 人体体表及体内存在大量的微生物：
 - 皮肤表面：平均10万个细菌/平方厘米；
 - 口腔：细菌种类超过500种；
 - 肠道：微生物总量达100万亿，
 - 粪便干重的1/3是细菌，每克粪便的细菌总数为：1000亿个；
- t 每个喷嚏的飞沫含4500-150000个细菌，重感冒患者为8500万；

时时刻刻与微生物“共舞”

微生物既是人类的敌人，更是人类的朋友！



微生物是一把十分锋利的双刃剑

微生物是人类的朋友！

- t 微生物是自然界物质循环的关键环节；
- t 体内的正常菌群是人及动物健康的基本保证；
帮助消化、提供必需的营养物质、组成生理屏障
- t 微生物可以为我们提供很多有用的物质；
有机酸、酶、各种药物、疫苗、面包、奶酪、啤酒、酱油等等
- t 基因工程为代表的现代生物技术；

少数微生物也是人类的敌人！

鼠疫 (plague) ;

天花 (variola virus) (smallpox);

艾滋病(AIDS , acquired immunodeficiency syndrome)

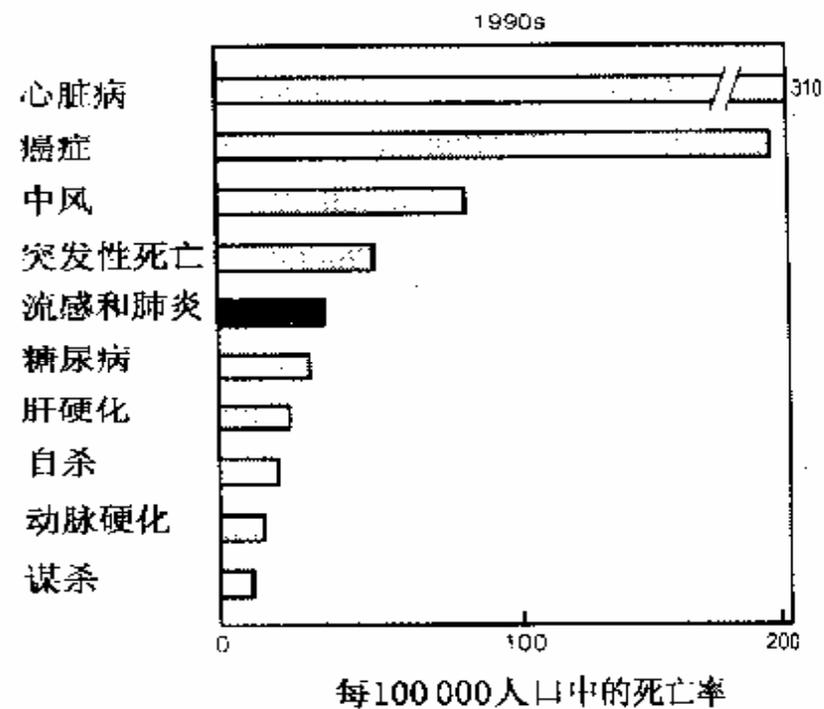
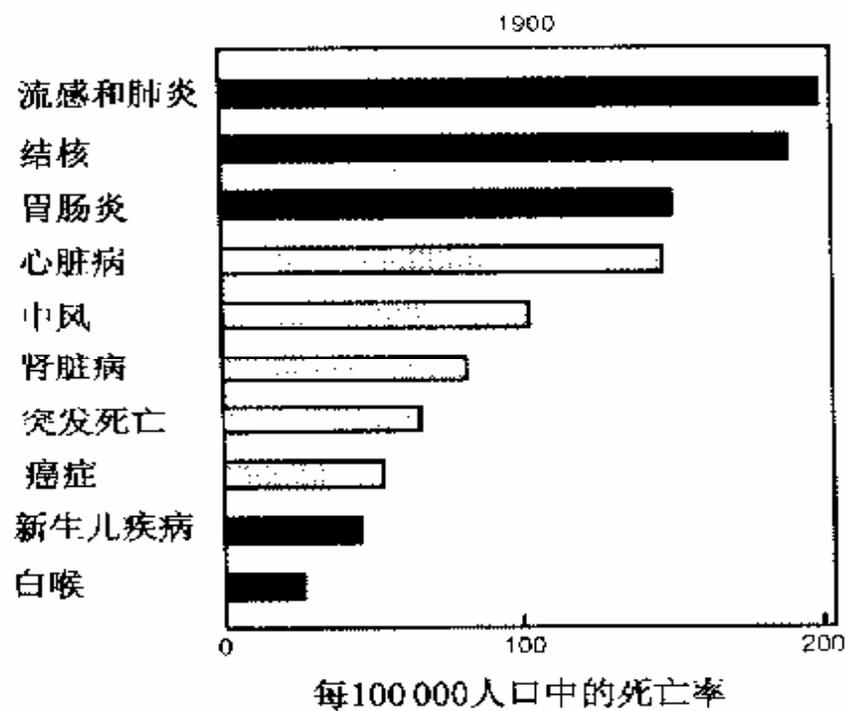
(human immunodeficiency virus) ;

疯牛病(mad cow disease) (bovine spongiform encephalopathy, BSE)

埃博拉病毒 (Ebola virus) ;

SARS (SARS 冠状病毒) ;

禽流感 (Avian Influenza)



1990年和20世纪90年代美国人口死因位于前10位的死亡率比较

二、微生物学的研究对象

1 什么是微生物？

微生物(microorganism,microbe)是指需借助显微镜才能观察到的一群微小生物的总称



微生物包括：

- ∅ 原核微生物的类群：
细菌（bacteria）（真细菌eubacteria和古细菌archaea），放线菌（actinomycetes），支原体（mycoplasma），立克次氏体（rickettsia），衣原体（chlamydia），和蓝细菌（cyanobacteria）。
- ∅ 真核微生物包括：真菌（fungi），原生动物（protozoan），显微藻类（micro-algae）。
- ∅ 非细胞微生物包括：病毒（virus），类病毒（viroid），拟病毒（virusoid, viroid-like）朊病毒（prion, virino）。

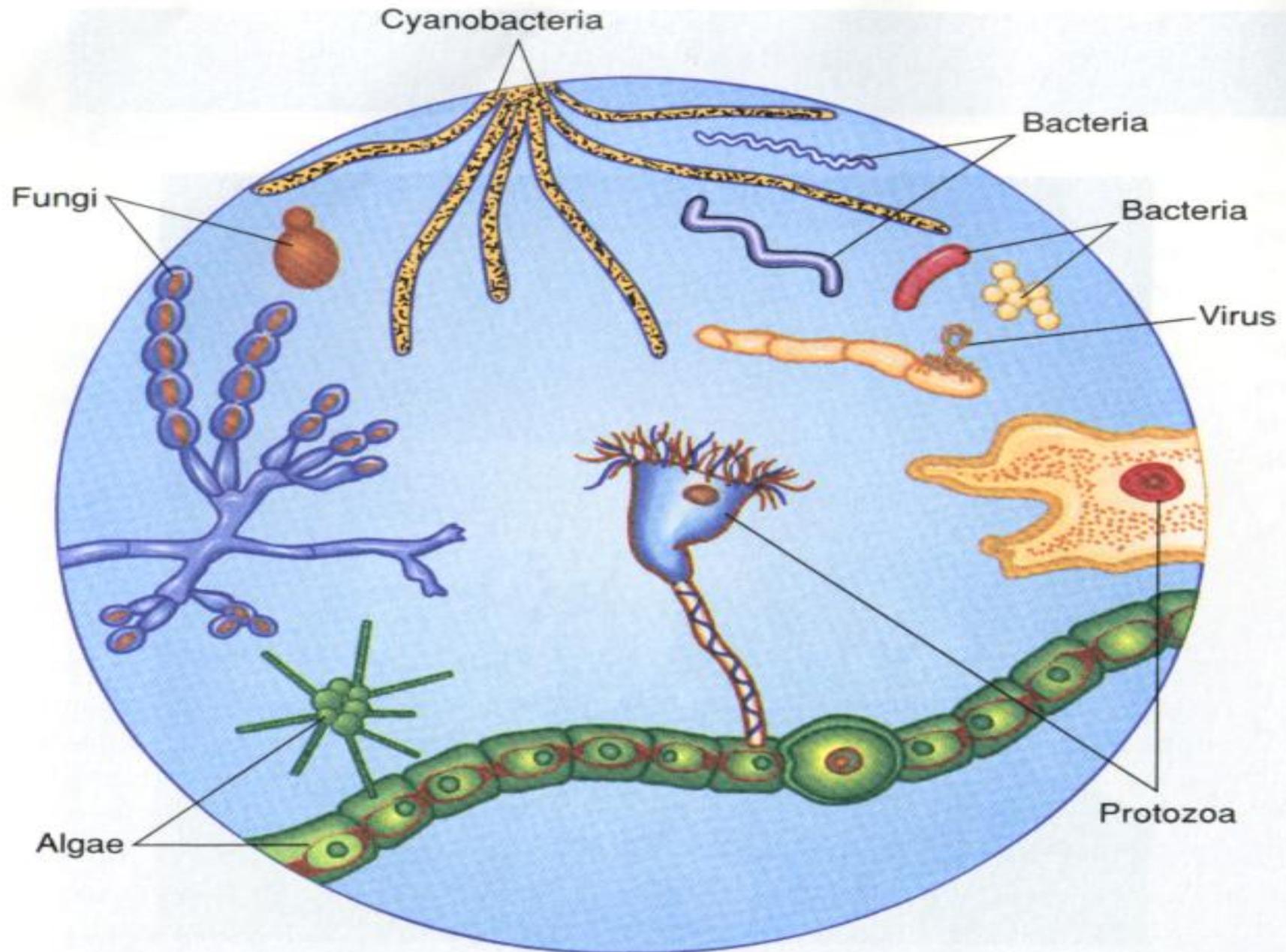


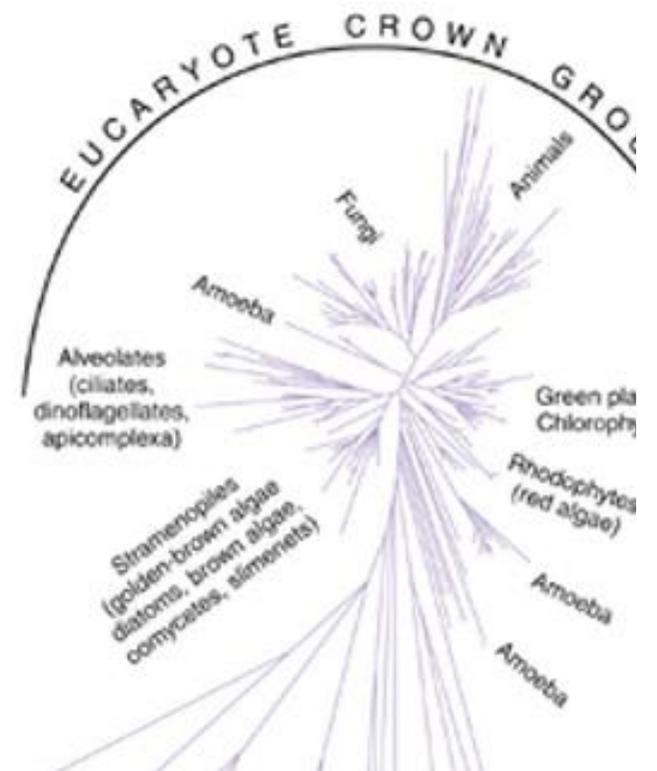
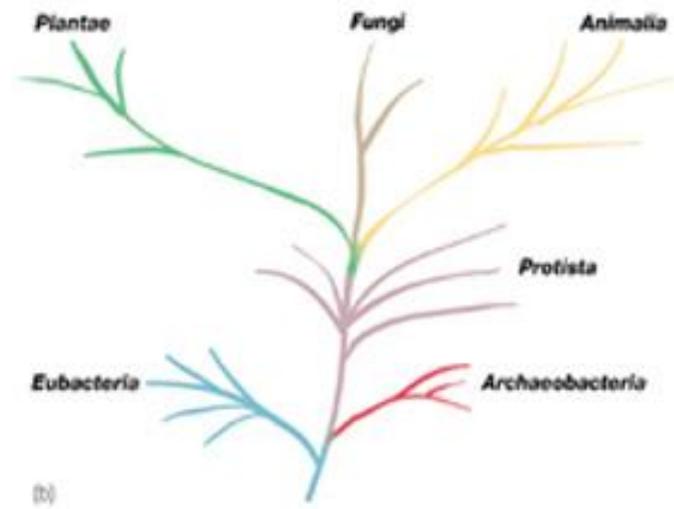
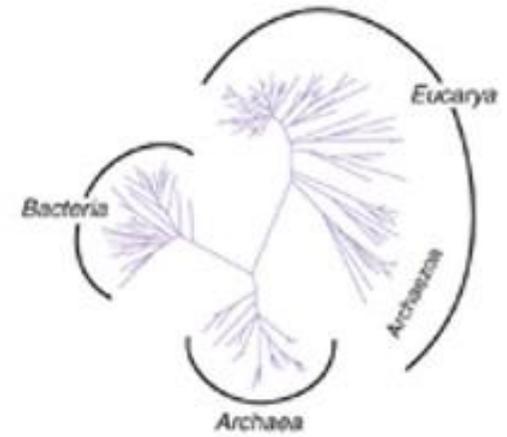
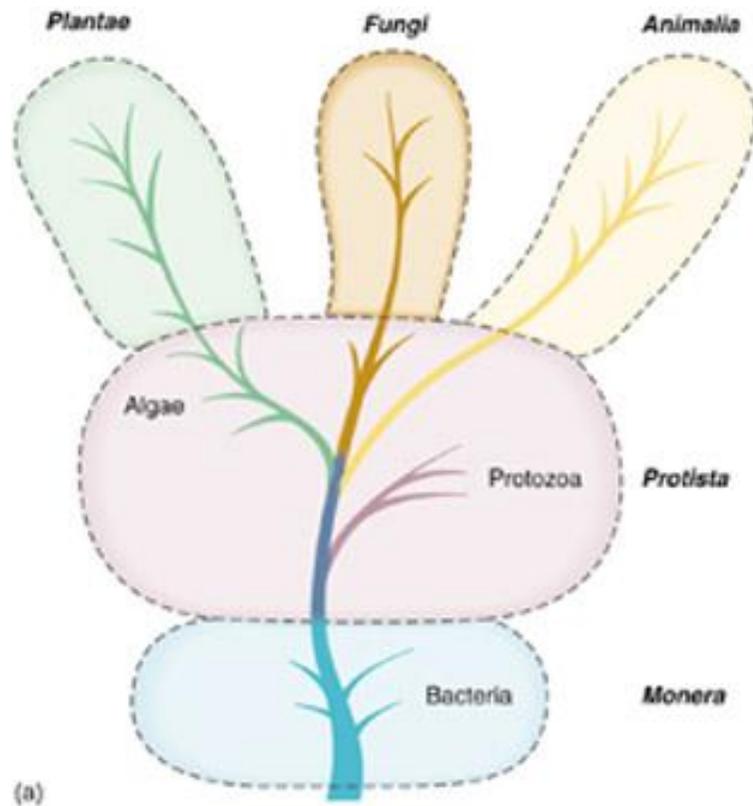
Figure 1.1
The diversity of the microbial world.

2 微生物在生物界中的地位

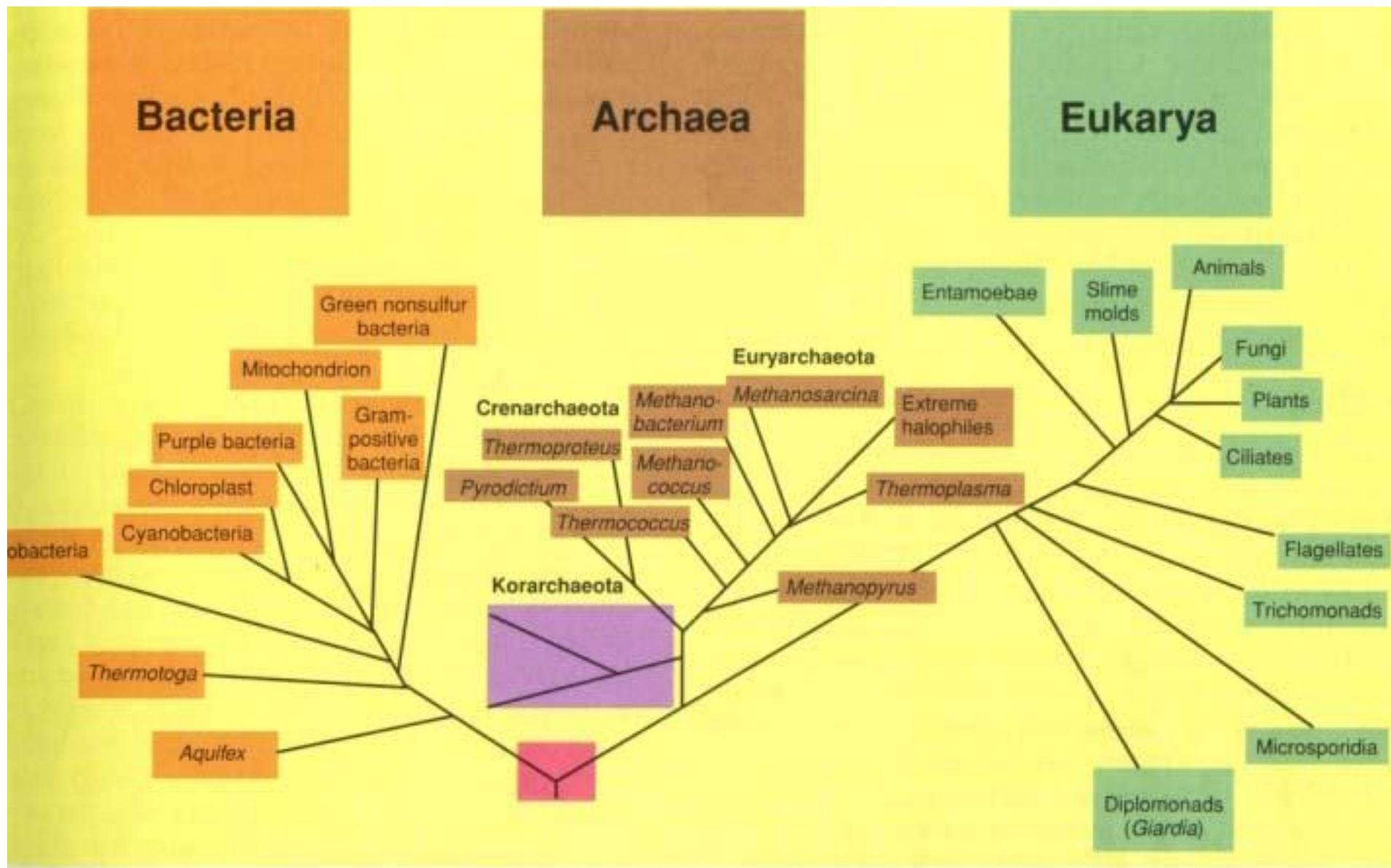
Whittaker的五界系统

P.H.Raven等的六界系统

Woese的三域系统

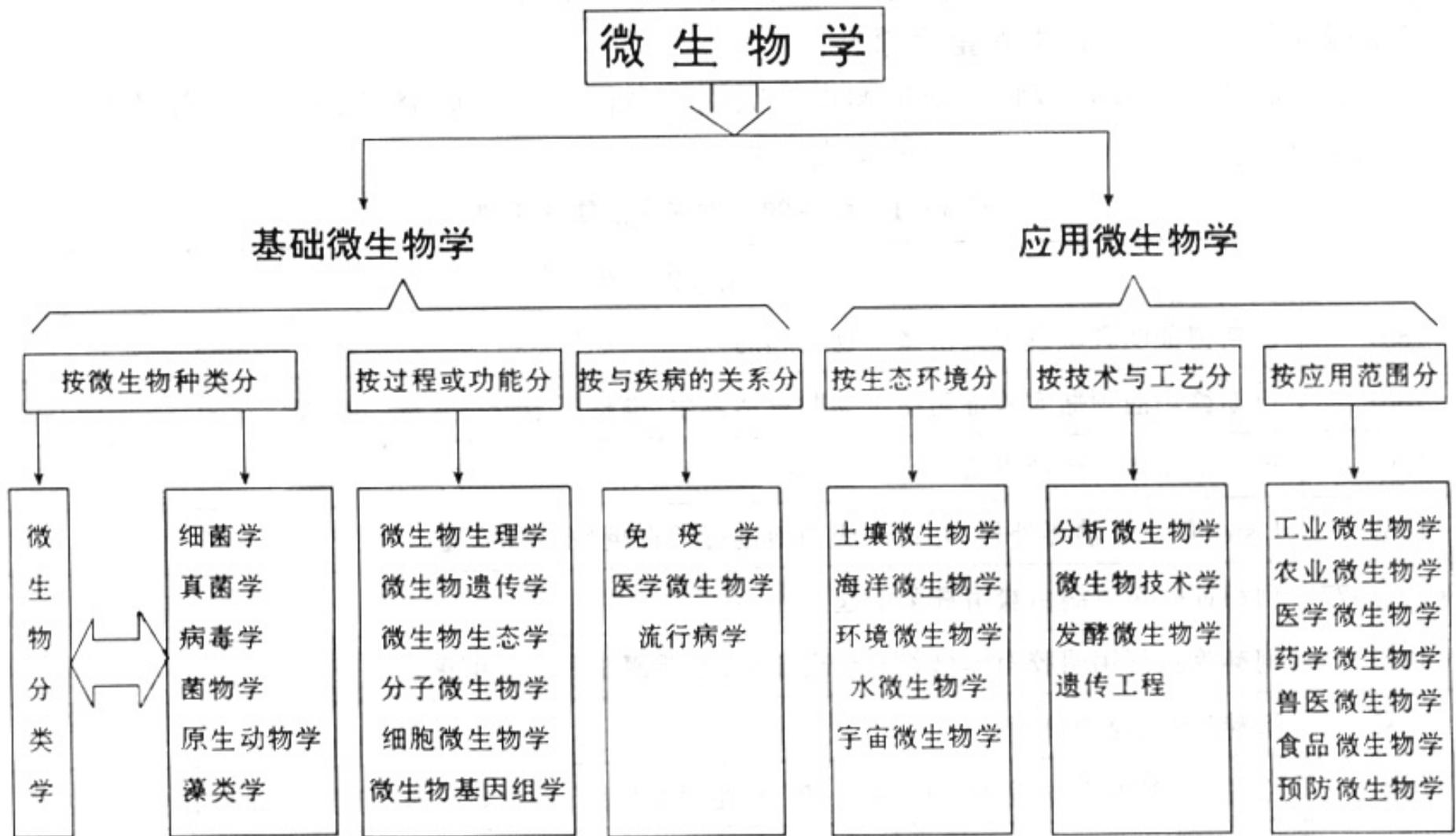


Woese三原界分类系统



3 研究内容及分科

微生物学是研究微生物在一定条件下的形态结构、生理生化、遗传变异以及微生物的进化、分类、生态等生命活动规律及其应用的一门学科。



微生物学的主要分支学科

三、微生物的特点

微生物

病毒
(Viruses)

原核生物： 真细菌、古生菌
(Procaryotes)

真核生物： 真菌（酵母、霉菌、蕈菌等）、
(Eucaryotes) 单细胞藻类、
原生动物等

微生物的共性

- 1 体积小、面积大
- 2 吸收多、转化快
- 3 生长旺、繁殖快
- 4 适应强、易变异
- 5 分布广、种类多

1 体积小、面积大

测量单位：微米或纳米

- t 杆菌的平均长度：2 微米；
- t 1500个杆菌首尾相连= 一粒芝麻的长度；
- t 10-100亿个细菌加起来重量 = 1毫克
- t 面积/体积比：人 = 1，大肠杆菌 = 30万；

2 吸收多、转化快

胃口大：

消耗自身重量**2000**倍食物的时间：

大肠杆菌：1小时

人：500年（按400斤/年计算）

食谱广：

纤维素、木质素、几丁质、角蛋白、石油、甲醇、甲烷、天然气、塑料、酚类、氰化物、各种有机物均可被微生物作为粮食

3 生长旺、繁殖快

大肠杆菌一个细胞重约 10^{-12} 克，平均20分钟繁殖一代

24小时后：4722366500万亿个后代，重量达到：4722吨

48小时后： 2.2×10^{43} 个后代，重量达到 2.2×10^{25} 吨

相当于4000个地球的重量！

4 适应强、易变异

抗（逆）性强：

抗热：有的细菌能在265个大气压，250℃的条件下生长；

自然界中细菌生长的最高温度可以达到113℃；

有些细菌的芽孢，需加热煮沸8小时才被杀死；

抗寒：有些微生物可以在-12℃ ~ -30℃的低温生长；

抗酸碱：细菌能耐受并生长的pH范围：pH 0.5 ~ 13；

耐渗透压：蜜饯、腌制品，饱和盐水（NaCl, 32%）中都有微生物生长；

抗压力：有些细菌可在1400个大气压下生长；

变异易:

个体小、结构简、且多与外界环境直接接触
繁殖快、数量多



突变率: 10^{-5} – 10^{-10}

短时间内产生大量的变异后代

5 分布广、种类多

人迹可到之处，微生物的分布必然很多，
而人迹不到的地方，也有大量的微生物存在！

- t 数十公里的高空（最高为离地85公里，须用火箭采样）；
- t 几千米的地下；
- t 强酸、强碱、高热的极端环境；
- t 常年封冻的冰川；

目前已定种的微生物只有大约20万种，但一般认为目前为人类所发现的微生物还不到自然界中微生物总数的2%，真正利用的不到1%。

四、微生物学的发展简史

发展时期	经历时间	特点和标记	代表人物
史前期	8000前~ 公元1676	人类已在应用微生物，如发酵、酿造等，但未发现微生物的存在	各国劳动人民
初创期	1676 ~ 1861	世界上第一次发现了微生物的存在(当时称为“微动物”)	Anthony Van Leeuwenhoek(1632—1723) (自制了世界上第一台显微镜，为世界上第一个看到细菌的人)
奠基期	1861年 ~ 1897年	开创了寻找病原微生物的“黄金时期”，并从形态描述进到生理学研究的新水平	Louis Pasteur (1822—1895) (微生物学的奠基人)， Robert Koch (1843—1910) (细菌学的奠基人)
发展期	1897年 ~ 1953年	①用无细胞酵母汁发酵酒精成功，开创了微生物生化研究的新时期 ②“普通微生物学”作为一门学科开始形成	① E. Buchner ② M. Doudoroff
成熟期	1953年 以后	DNA结构的双螺旋模型建立。微生物成为分子生物学中的重要研究对象。20世纪70年代后微生物成为生物工程学科的主角	J. D. Watson和H. F.C.Crick(DNA双螺旋结构模型的创立)

四、微生物学的发展简史

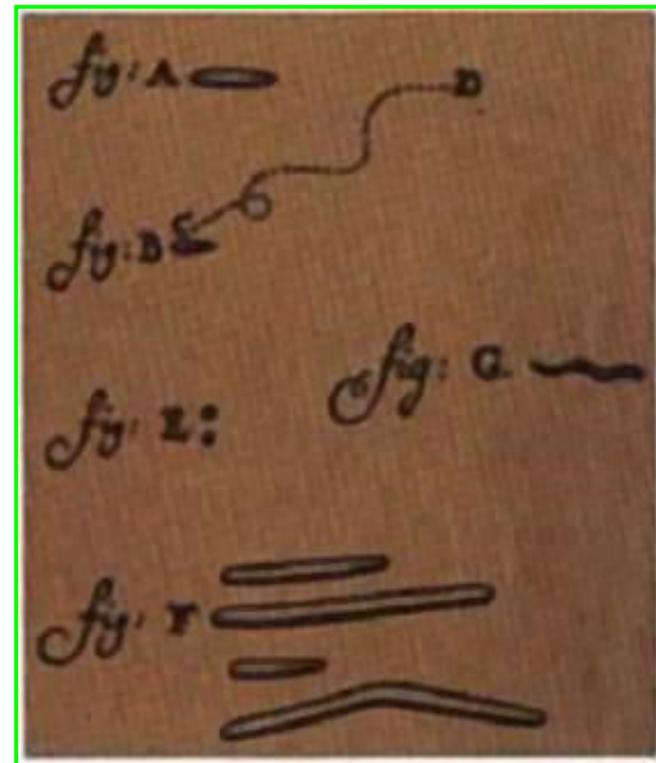
(一) 发现和认识微生物以前的历史

- t 我国8000年前就开始出现了曲蘖酿酒；
- t 4000年前埃及人已学会烘制面包和酿制果酒；
- t 2500年前发明酿酱、醋，用曲治消化道疾病；
- t 公元六世纪(北魏时期)贾思勰的巨著“齐民要术”；
- t 公元2世纪，张仲景：禁食病死兽类的肉和不清洁食物；
- t 公元前141年-208年间，华佗：“割腐肉以防传染”；
- t 公元九世纪痘浆法、痘衣法预防天花；
- t 1346年，克里米亚半岛上的法卡城之战(鞑坦人-罗马人)；
- t 16世纪，古罗巴医生G.Fracastoro：疾病是由肉眼看不见的生物(living creatures)引起的；
- t 1641年，明末医生吴又可也提出“戾气”学说；

（二）初创期（1676~1861）—对形态的观察期



1676年，微生物学的先驱荷兰人列文虎克（Antony van leeuwenhoek）首次观察到了细菌。

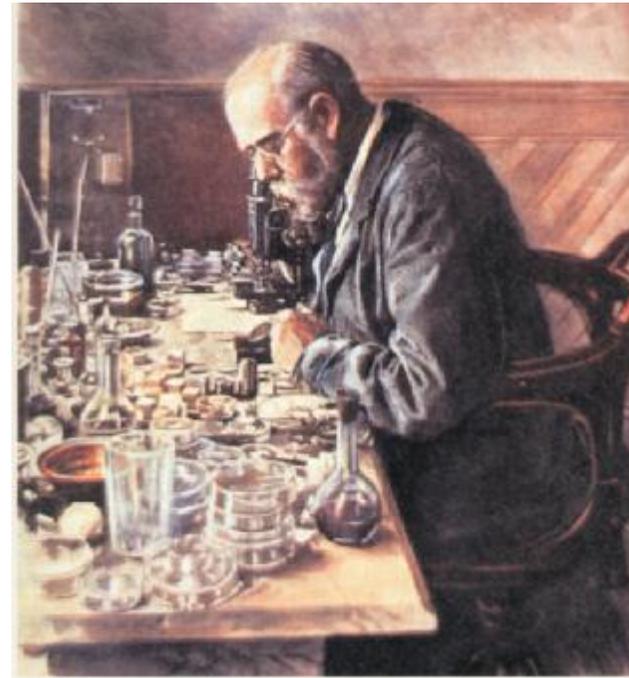


(三) 奠基期 (1861-1897) —— 生理学阶段

主要代表人物有:



法国的巴斯德(Louis Pasteur 1822-1895)



德国的科赫 (Robert Koch 1843-1910)

巴斯德的主要贡献

(1) 彻底否定了“自然发生” (spontaneous generation)学说；

著名的曲颈瓶试验无可辩驳地证实，空气内确实含有微生物，是它们引起有机质的腐败。

(2) 发现并证实发酵是由微生物引起的；

化学家出身的巴斯德涉足微生物学是为了治疗“酒病”和“蚕病”

(3) 免疫学——预防接种

首次制成狂犬疫苗

(4) 其他贡献

巴斯德消毒法：60~65℃作短时间加热处理，杀死有害微生物

柯赫的主要贡献

- (1) 微生物学基本操作技术方面的贡献
 - a) 细菌纯培养方法的建立
 - b) 设计了各种培养基，实现了在实验室内对各种微生物的培养
 - c) 染色观察和显微摄影

(2) 对病原细菌的研究作出了突出的贡献：

a) 具体证实了炭疽杆菌 (*Bacillus anthracis*) 是炭疽病的病原菌；

b) 提出了柯赫法则 (图)

Koch's postulates

1 The organism should be constantly present in animals suffering from the disease and should not be present in healthy individuals.

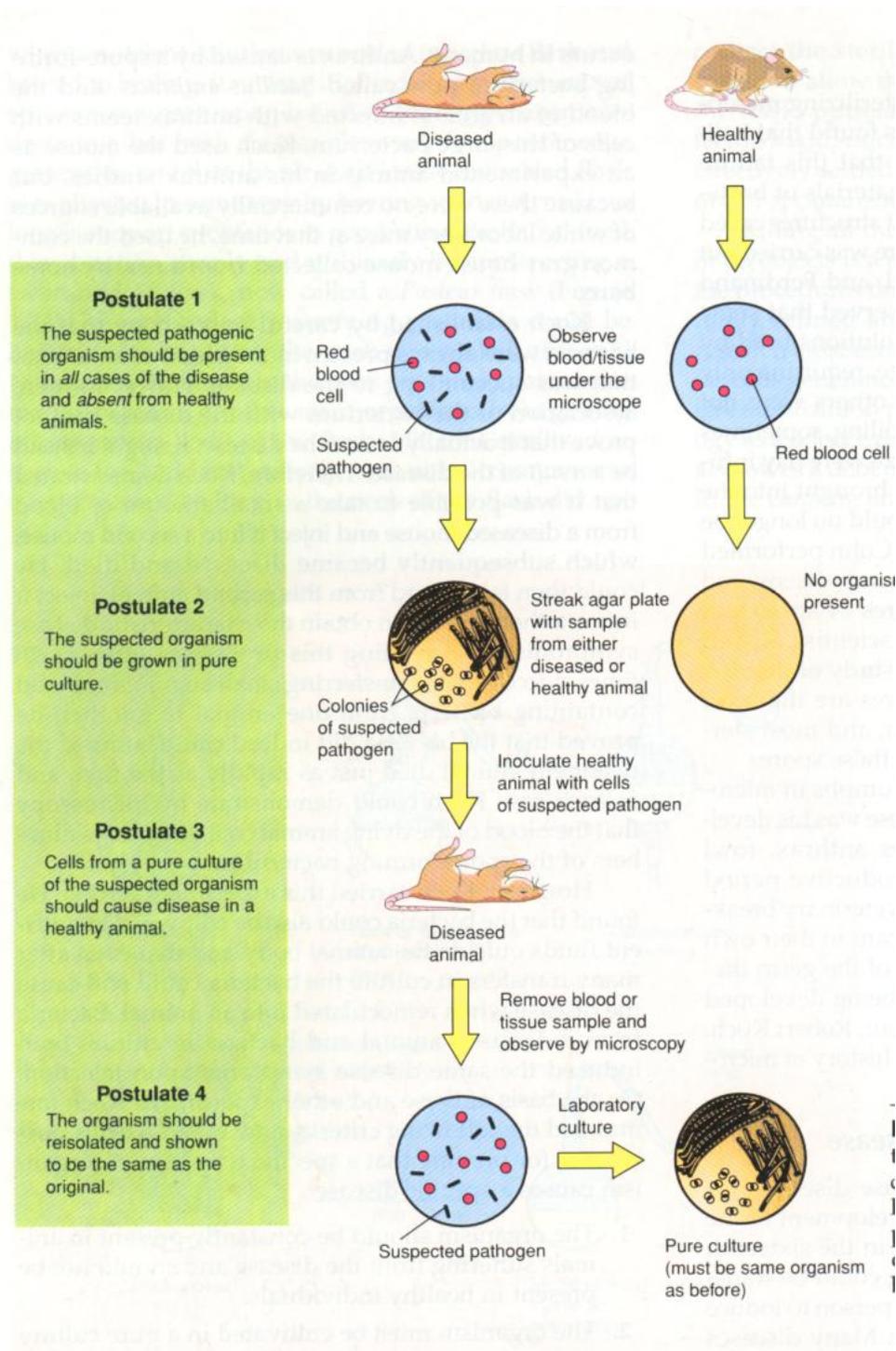
2 The organism must be cultivated in a pure culture away from the animal body.

3 Such a culture, when inoculated into susceptible animals, should initiate the characteristic disease symptoms.

4 The organism should be reisolated from these experimental animals and cultured again in the laboratory, after which it should still be the same as the original organism.

c) 发现了肺结核病的病原菌； (1905年获诺贝尔奖)

图柯赫法则



(四) 发展期(1897-1953)—生化研究阶段

- (1) 微生物研究进入生化水平：1897年德国科学家布赫纳（E. Buchner）对磨碎了的酵母菌的发酵作用，用酵母菌压出液中的“酒化酶zymase”将葡萄糖发酵成酒精，这一结果首次将微生物的生命活动与酶的化学紧密结合起来，从而开创了微生物生化研究的新时代。
- (2) 出现了新的应用微生物分支学科，如抗生素。
- (3) 出现了寻找微生物有益代谢产物的热潮。维生素、酶、抗生素等。
- (4) 普通微生物学的形成：研究微生物的基本生物学规律。

（五）成熟期（1953-）-----分子生物学阶段

DNA是生命遗传物质，但作为生命遗传信息和传递物质的DNA最早是由埃弗里、马克洛埃德和马克卡提（O. T. Avery, C. M. Macleod & M. McCarty 1944）在细菌中发现而提出的。他们将光滑型肺炎链球菌的DNA提取出来，加到粗糙型肺炎链球菌培养物中，发现粗糙型肺炎链球菌产生了光滑型变株。到1953年，由华特生和克里克（J. D. Watson & F. H. Crick）发现了细菌染色体的双螺旋结构（发表在《自然》杂志上），标志着微生物学发展的成熟。

具体表现

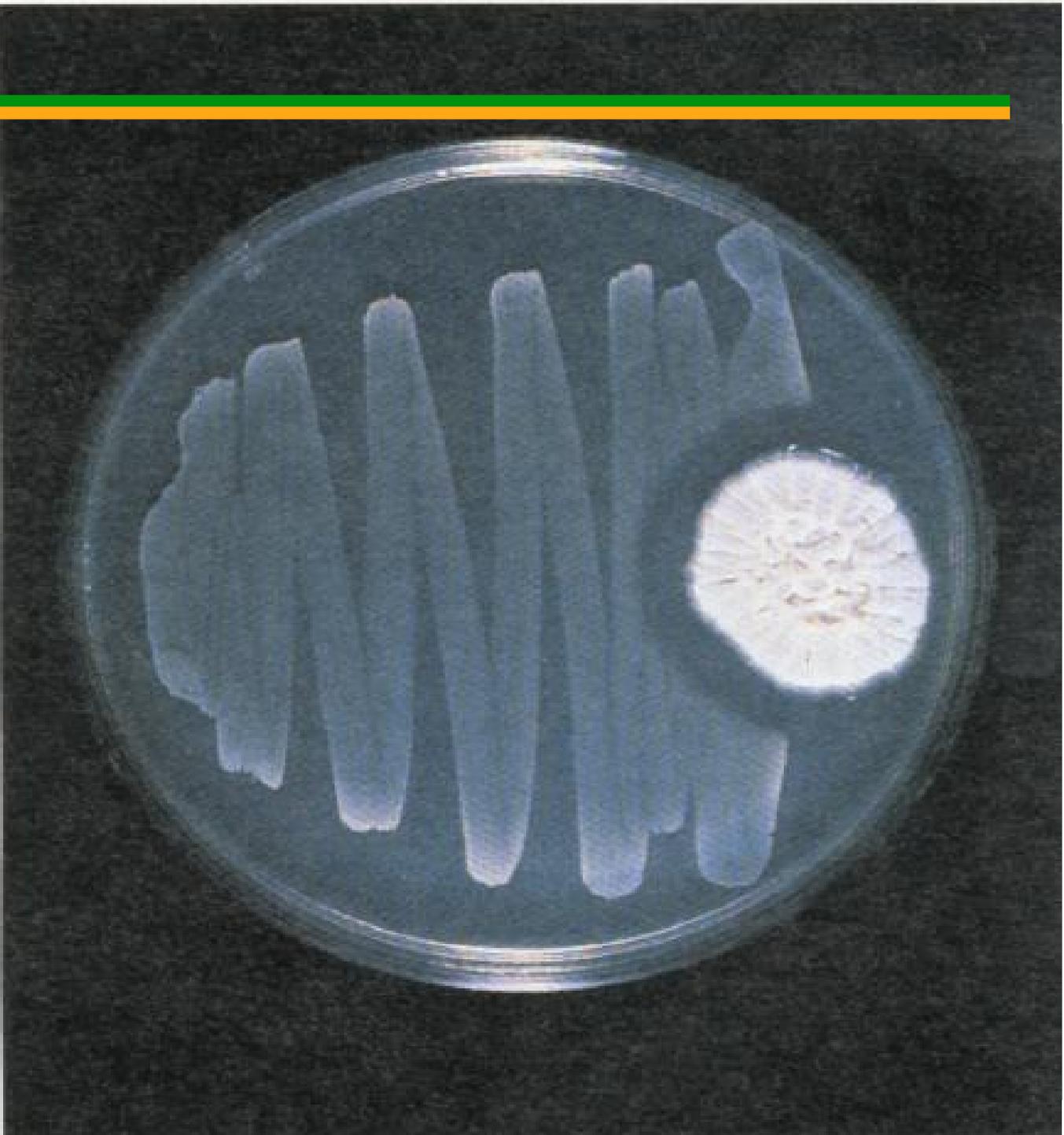
1. 微生物学从一门在生命科学中较为孤立的以应用为主的学科，迅速成为一门十分热门的前沿基础学科。
2. 在基础理论研究方面，逐步进入到分子水平研究领域，微生物迅速成为分子生物学研究的最主要对象。例如人类基因组计划（30亿美元），模式生物细菌和酵母。
3. 在应用研究方面，至70年代初，有关发酵工程的研究与遗传工程、细胞工程和酶工程等密切结合，微生物已成为新的生物工程中的主角。

微生物学发展过程中的重大事件

时间	重大事件
1857	巴斯德证明乳酸发酵是由微生物引起的
1861	巴斯德用曲颈瓶实验证明微生物非自然发生，推翻了争论已久的“自生说”
1864	巴斯德建立巴氏消毒法
1867	Lister创立了消毒外科，并首次成功地进行了石炭酸消毒试验
1867-1877	柯赫证明炭疽病由炭疽杆菌引起
1881	柯赫等首创用明胶固体培养基分离细菌，巴斯德制备了炭疽菌苗
1882	柯赫*发现结核杆菌
1884	柯赫法则首次发表；Metchnikoff*阐述吞噬作用；建立高压蒸汽灭菌和革兰氏染色法
1885	巴斯德研究狂犬疫苗成功，开创了免疫学
1887	Richard Petri发明了双层培养皿
1888	Beijerinck首次分离根瘤菌
1890	von Behring*制备抗毒素治疗白喉和破伤风

微生

1891	Steinbe
1892	Ivanow 硫循环
1897	Btlchne
1899	Ross* _证
1909- 1910	Rickett
1928	Griffith
1929	Fleming
1935	Stanley
1943	hnia*和 所致; Chain*
1944	Avery _等 素



微生物学发展过程中的重大事件

1946-1947	Lederberg*和Tatum发现细菌的接合现象、基因连锁现象
1949	Enders*、Robbins*和Weller*在非神经的组织培养中，培养脊髓灰质炎病毒成功
1952	Hershey*和Chase发现噬菌体将DNA注入宿主细胞； Lederberg*发明了影印培养法； Zinder和Lederberg发现普遍性转导
1953	Watson*和Crick*提出DNA双螺旋结构
1956	Umberger发现反馈阻遏现象
1961	Jacob*和Monod*提出基因调节的操纵子模型
1961-1966	Holley*、Khorana*、Nirenberg*等阐明遗传密码
1969	Edelman*测定了抗体蛋白分子的一级结构
1970-1972	Alber*、Nathans*和Smith*发现并提纯了限制性内切酶； Ternin和Baltimore发现反转录酶
1973	Ames建立细菌测定法检测致癌物； Cohen等首次将重组质粒转入大肠杆菌成功

微生物学发展过程中的重大事件

1975	Kohler和Milstein* 建立生产单克隆抗体技术
1977	Woese 提出古生菌是不同于细菌和真核生物的特殊类群; Sanger* 首次对 ϕ X174噬菌体DNA进行了全序列分析
1982- 1983	Cech* 和 Altman* 发现具催化活性的RNA(ribozyme); McClintock* 发现的转座因子获得公认; Prusiner* 发现朊病毒(prion)
1983— 1984	Gallo 和 Montagnier 分离和鉴定人免疫缺陷病毒; Mullis* 建立PCR技术
1988	Deisenhofer 等发现并研究细菌的光合色素
1989	Bishop* 和 Varmus* 发现癌基因
1995	第一个独立生活的生物(流感嗜血杆菌)全基因组序列测定完成
1996	第一个自养生活的古生菌基因组测定完成
1997	第一个真核生物(啤酒酵母)基因组测序完成

*为诺贝尔生理学 and 医学奖获得者

五、食品微生物学及其研究内容

(一) 食品微生物学是微生物学的一个分支学科

(二) 食品微生物学与微生物学的侧重点不同

微生物学： 探讨微生物的一般规律

食品微生物学： 探讨食品与微生物之间的关系

(三) 食品微生物学也是一门涉及多学科领域的科学

(四) 食品微生物学研究内容

（四） 食品微生物学研究内容

食品微生物学是研究食品的原料、产品及其加工、贮存中有关微生物的种类、性状及其作用的科学，进而，在食品制造和保藏过程中充分利用有益微生物的作用，抑制有害微生物的生长繁殖，防止食品腐败变质和疾病的传播。

1. 普通微生物学的主要内容
2. 微生物在食品工业中的应用
3. 微生物与食品的腐败变质

六、 食品微生物与未来

- 1 微生物资源的开发和利用
- 2 菌种改良和基因工程
- 3 微生物在农副产品加工中的利用
- 4 微生物性不安全因素的控制和消除