

第一讲 撩开微生物的面纱

武汉大学 生命科学学院

陈向东 教授



武汉大学
Wuhan University

一、撩开微生物的面纱

(一) 微生物的“海洋”

(二) 微生物的特点

今天会从这两个方面来介绍



(一) 微生物的“海洋”

微生物无处不在

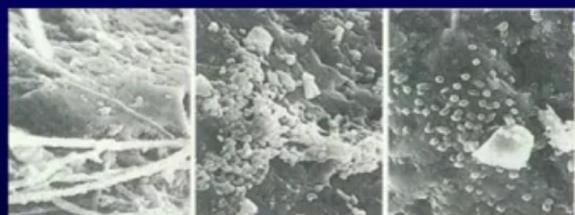
我们时刻都生活在“微生物的海洋”中

微生物的 海洋 里面



(一) 微生物的“海洋”

- ▲ 土壤是微生物的大本营，随便抓起一把泥土，里面的微生物数量都远远超过地球上人口的总和；



土壤中的微生物（扫描电镜照片）

图片来自《Brock Biology of Microorganisms (第8版)》

我们从土壤里面随便抓一把

(一) 微生物的“海洋”

- ▲ 土壤是微生物的大本营，随便抓起一把泥土，里面的微生物数量都远远超过地球上人口的总和；

按 Esc 退出全屏模式。



土壤中的微生物（扫描电镜照片）

图片来自《Brock Biology of Microorganisms (第8版)》

我们从土壤里面随便抓一把

(一) 微生物的“海洋”

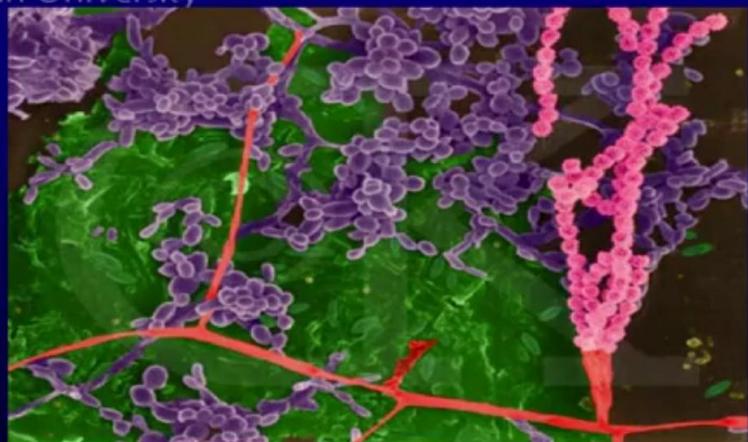
- ▲ 土壤是微生物的大本营，随便抓起一把泥土，里面的微生物数量都远远超过地球上人口的总和；
- ▲ 每张纸币带细菌：900万个；



看到有人数钱是怎么在数啊



武汉大学
Wuhan University



图片来自<http://www.pbrc.hawaii.edu/>

是我们切菜的菜板

武汉大学公开课：微生物的世界



Wuhan University



图片来自<http://www.pbrc.hawaii.edu/>

02:18 / 45:17

音量 网易公开课



凤凰网科技 > 数码 > 手机 > 正文

英国调查发现手机细菌上百万 要比马桶脏

2010年08月25日 16:10 人民网 【大 中 小】 【打印】 共有评论0条

按 Esc 退出全屏模式。

手机隐藏大量细菌 肮脏菌量超过马桶。

如果不注意，手机将会成为人们感染疾病的发源地！尽管这个消息似乎有些耸人听闻。但英国的科学家已经证实，除了辐射，手机还可能对人们的健康造成危害。英国《每日邮报》近日报道，英国研究人员表示，手机上充满了致病细菌，每平方厘米“驻扎”的细菌部队竟有数万之多，超过一个门把手、一只鞋，甚至一个卫生间的马桶等细菌“基地”。手机对于大人的健康影响越来越大，所以比马桶还要脏。



▲ 人体携带的微生物数据：

皮肤表面：

平均**10万个细菌/cm²**

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**



口腔中的细菌（扫描电镜照片）

图片来自《Microbiology: An Introduction (第9版)》

我们即使是经过仔细地清洗以后



爱课程
Wuhan University

每个喷嚏飞沫含
4500个-15万个细菌



图片来自《Brock Biology of Microorganisms (第8版)》

这个喷嚏出来的微生物也是很多



武汉大学
Wuhan University

微生物是人类的朋友：

- ▲ 微生物是自然界物质循环的关键环节；
- ▲ 体内的正常菌群是人及动物健康的基本保证；
- ▲ 微生物可以为我们提供很多有用的物质；
- ▲ 基因工程为代表的现代生物技术离不开微生物。

相关话题在第7讲展开



微生物是人类的敌人：

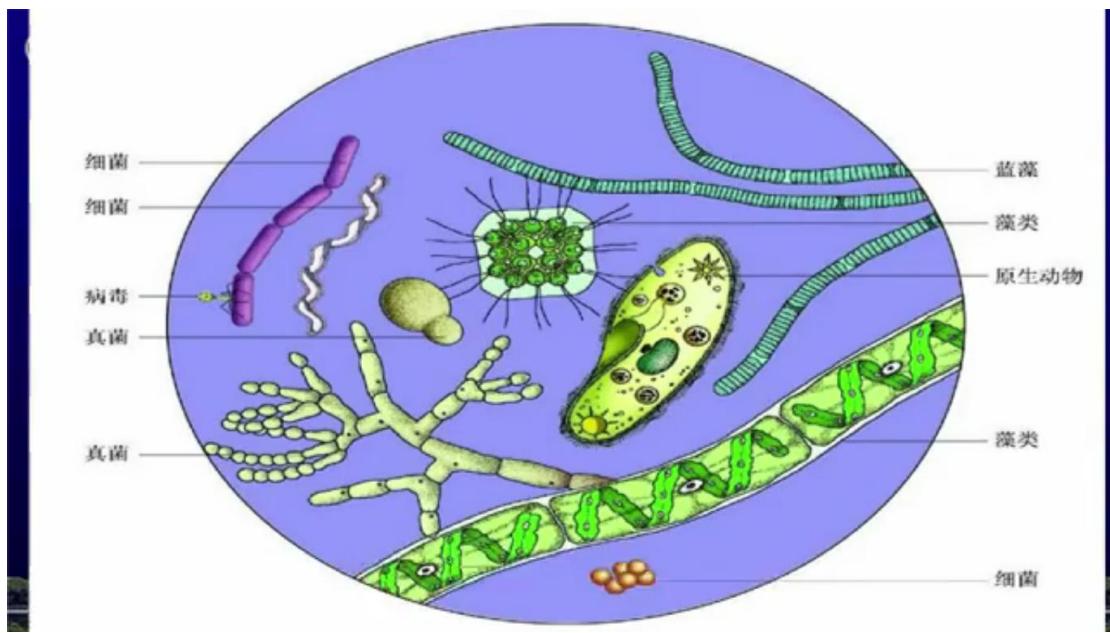
- ▲ 造成物质的腐烂变质；
- ▲ 引起动植物疾病。

相关话题在第8讲展开

因为 比如说我们做一碗饭



认为的核心范围的这种微生物类型



(二) 微生物的特点:

个体小、结构简、食谱广、易培养、
胃口大、繁殖快、分布广、抗性强、
种类多、变异易、起源早、发现晚。

我们可以用这样

1. 个体小

测量单位：微米（ μm ）或纳米（ nm ）



不同放大倍数下细菌和针尖的对比（扫描电镜照片）

图片来自《Brock Biology of Microorganisms (第8版)》

就是个体很微小

1. 个体小

测量单位：微米（ μm ）或纳米（ nm ）

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

这样大的比表面积特别有利于它们和周围环境进行物质、能量、信息的交换。微生物的其他很多属性都和这一特点密切相关。

我们能够体会到微生物到底有多小



2. 结构简

- 无细胞结构（病毒）；
- 单细胞；
- 简单多细胞；

病毒结构很简单



3. 食谱广

微生物获取营养的方式多种多样，其食谱之广
是动植物完全无法相比的！

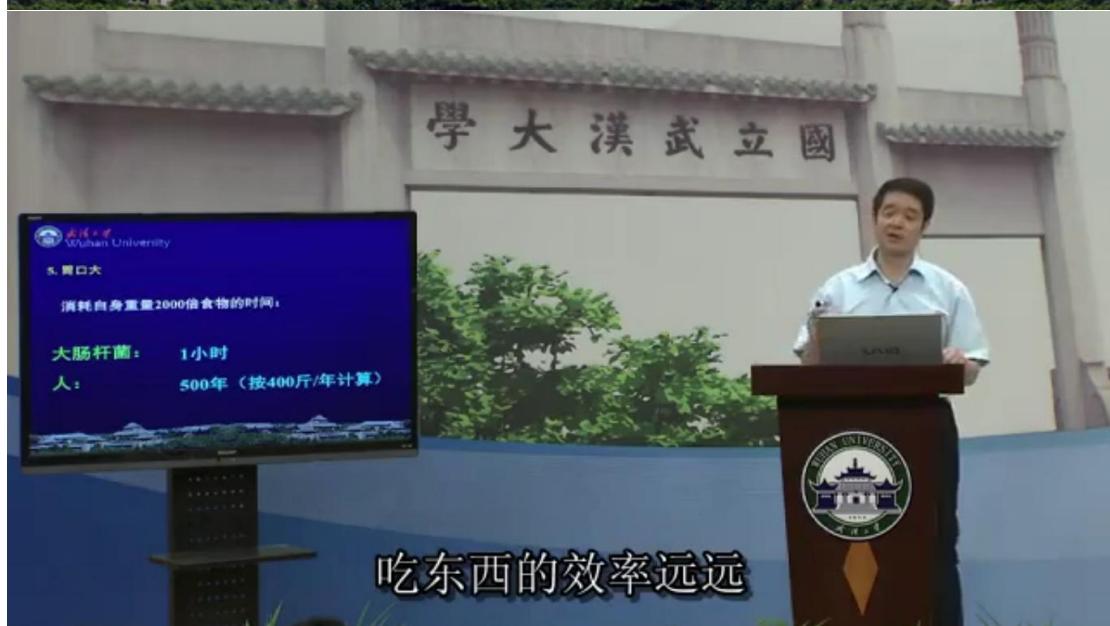
纤维素、木质素、几丁质、角蛋白、石油、甲醇、
甲烷、天然气、塑料、酚类、氰化物、各种有机物
均可被微生物作为粮食。

对于微生物来说

4. 易培养

很多常见细菌都可以非常方便地进行人工培养。

很多细菌都可以很方便地进行人工培养





6. 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

后者相当于4000个地球的重量！

48个小时以后



6. 繁殖快

一头500 kg的食用公牛， 24小时生产 0.5 kg蛋白质， 而同样重量的酵母菌， 以质量较次的糖液（如糖蜜）和氨水为原料， 24小时可以生产 50000 kg优质蛋白质。

你养一头500公斤的食用公牛



7. 分布广

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

在自然界中（土壤、水体、空气，动植物体内和体表）
都生存有大量的微生物！

统计表明，微生物占地球生物总量的60%。

然后很多人到不了的地方



7. 分布广

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

在自然界中（土壤、水体、空气，动植物体内和体表）
都生存有大量的微生物！

统计表明，微生物占地球生物总量的60%。



武汉大学

學大漢武立國

7. 分布广
人迹可到之处，微生物的分布必然很多，而人迹难至的地方，也有大量的微生物存在！

- ▲ 数十公里的高空；
- ▲ 数千米的地下；
- ▲ 强酸、强碱、高热的极端环境；
- ▲ 常年封冻的冰川；
- ▲ ...

包括长年封冻的冰川

武汉大学 Wuhan University

英河流发现高空细菌 可制造成微生物燃料电池

更新：2012-02-29 10:54:22 作者：Leopeng 来源：四川电视台 直播！1920x《字号：大 中 小》
中国科学院近日在黄河一条河段中发现了通常生活在高空气中的细菌种类。这种细菌有望为世界提供新的能源。这种神秘的细菌是在黄河的砾石地区威尔河（Willow River）河口被发现的。用这种细菌含有的微生物燃料电池可以产生电力。

负极 质子 H⁺ 正极 细菌构成的生物膜

这种细菌名为“同温层芽孢杆菌”(*Geobacillus stratosphericus*)，其通常存活于距离地面20公里(12英里)的高空。此次在河中发现它们，可能是因为大气循环将它们带下来的。这一大气循环让水流上升，并再次落下。

是叫做同温层芽孢杆菌

▲ 20世纪80年代，美国能源部地下科学计划（Deep Subsurface Program）

不同深度土层土壤中的微生物数量（个 / g）

土层深度	细菌	放线菌	真菌	藻类
3-8 cm	9,750,000	2,080,000	119,000	25,000
20-25 cm	2,179,000	245,000	50,000	5000
35-40 cm	570,000	49,000	14,000	500
65-75 cm	11,000	5000	6000	100
135-145 cm	1400	—	3000	—
3500-4500 m	100	—	—	—

资料来源：M. Alexander, *Introduction to Soil Microbiology*, 2nd ed. New York: Wiley, 1991

另外 在地下很深的地方



爱课程

學大漢武立國

▲ 20世纪80年代，美国能源部
地下科学计划（Deep Subsurface Program）

TABLE 27.1 Microorganisms per Gram of Typical
Garden Soil at Various Depths

Depth (cm)	Bacteria	Azotobacter	Fungi	Algae
3-8	9,750,000	2,080,000	119,000	25,000
20-25	2,179,000	245,000	50,000	5000
35-40	570,000	49,000	14,000	500
65-75	11,000	5000	6000	100
135-145	1400	—	3000	—
3500-4500 m	100	—	—	—

*Azotobacter bacteria.

Sources: Adapted from M. Alexander, *Introduction to Soil Microbiology*, 2nd ed. New York: Wiley, 1991; U.S. Department of Energy Deep Subsurface Microbiology Program.

美国当时这个核废料要埋藏



武汉大学
Wuhan University

20世纪90年代初期从地下数公里发现的超微型细菌，用代谢产生的CO₂作指标，计算出这些超微菌的代谢速率仅为地上正常细菌的10⁻¹⁵，有人认为它们需要100年才能分裂一次。

微生物学（全彩色版），高等教育出版社，2009

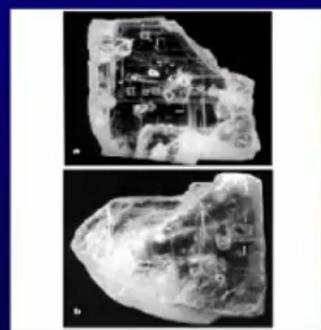
(1)作为地质标记

(2)分离有用的蛋白（基因）——大多可能是未被认识的微生物

如果说我们用



武汉大学
Wuhan University

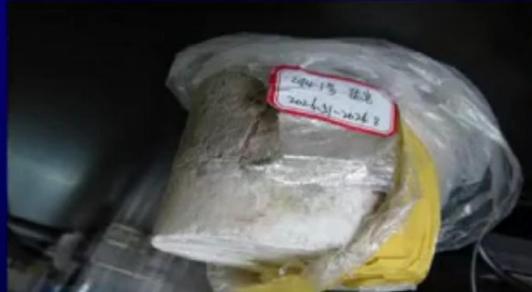


Isolation of a 250 million-year-old halotolerant bacterium from a primary salt crystal (从原始盐岩中分离的一株已存活2.5亿年的嗜盐细菌), *Nature*, 19 October 2000, Vol 407: 897 - 900
如果该细菌确实以芽孢的形式在盐矿中休眠了2.5亿年, 将大大改变人们对生命极限的认识。

就是在2000年的时候



武汉大学
Wuhan University



地下2000米深处



地下600—700米深处

盐岩样品 (中国科学院武汉岩土力学所提供)

上述盐岩均形成于5—6千万年以前

是取自于地下2000米深





8. 抗（逆）性强

抗热： 加热煮沸8小时或121℃15分钟才能杀死细菌的芽胞；

抗寒： 有些微生物可以在-12℃ ~ -30℃的低温生长；

耐酸碱： 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；

当然这个抗性强指的是



武汉大学

Wuhan University

极端环境微生物

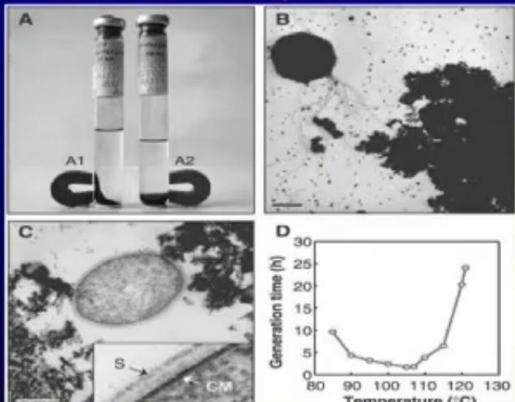


冰天雪地的



武汉大学

Wuhan University



在温度达到 121 °C 时，“121株”
还可进行繁殖。甚至在130 °C的条件
下它还能存活2个小时。

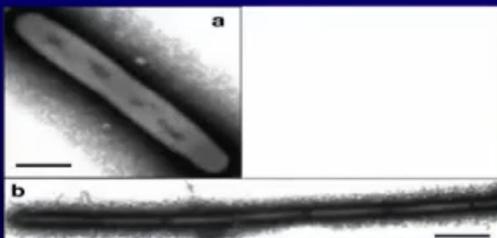
Extending the Upper Temperature Limit for Life (延伸生命生存的温度上限) *Science*, August 15, 2003, VOL 301: 934

它的生长温度可以到121 (摄氏) 度

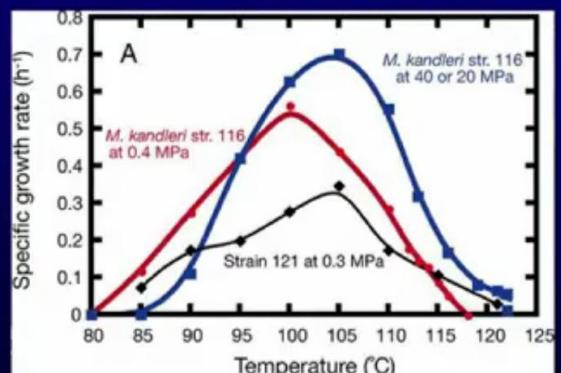


Cell proliferation at 122 °C and isotopically heavy CH₄ production by a hyperthermophilic methanogen **under** high-pressure cultivation (高压培养条件下细胞在122 °C仍可繁殖)

PNAS, August 5, 2008 vol. 105 no. 31 10949–10954



Methanopyrus kandleri strain 116的电镜片

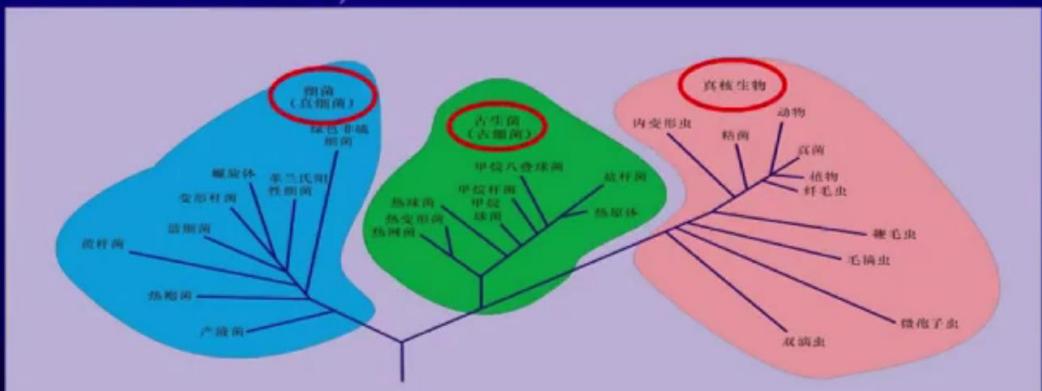


9. 种类多

- ▲ 微生物的生理代谢类型多；
- ▲ 代谢产物种类多；
- ▲ 微生物的种数“多”；

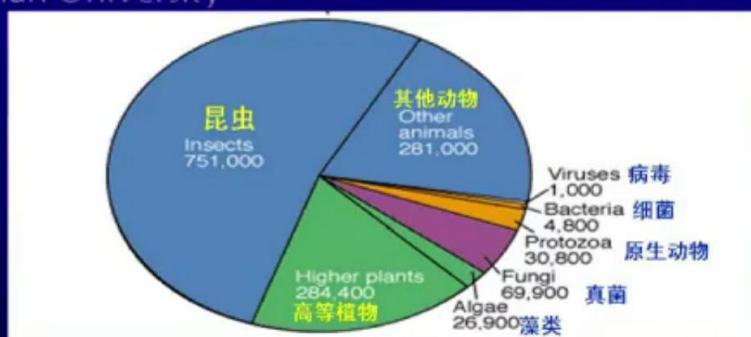
实际上和我们前面讲到的几个特点





Carl Woese三域分类系统

微生物在整个生物分类系统中的跨度超过2 / 3
进行分类的系统之一



各类生物的已知物种数量

图片来自《Microbiology: An Introduction (第9版)》

虽然目前已定种的微生物只有大约10万种，远较动植物为少，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1%。

相关内容在第5讲介绍

那么这个图显示的是地球上

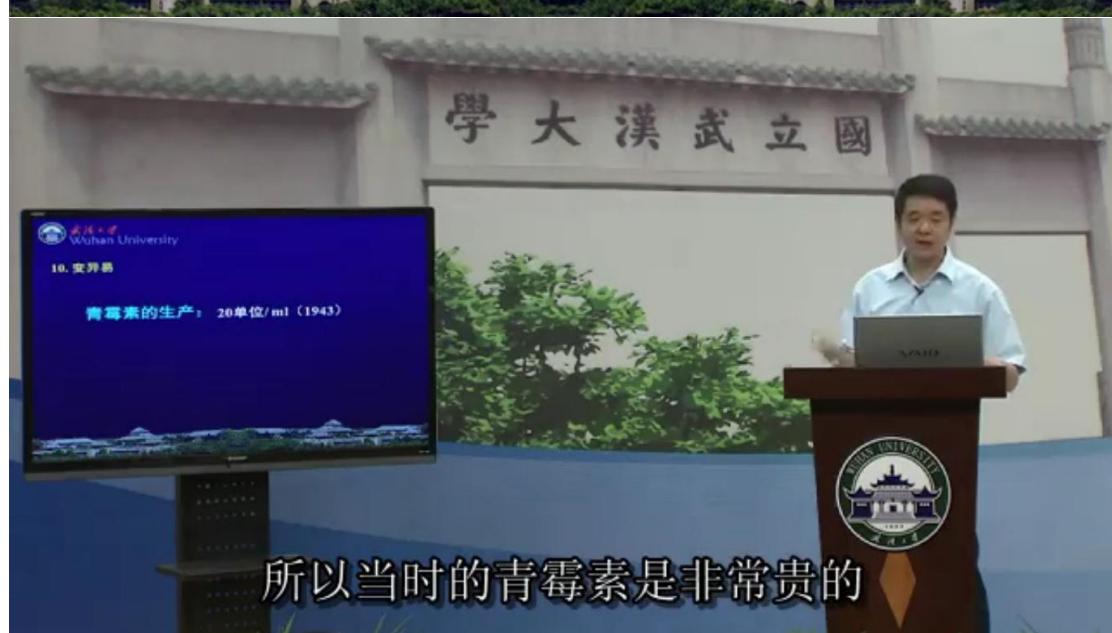
10. 变异易

微生物个体小、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
变异易





10万 单位/ ml

10. 变异易

青霉素的生产: 20单位/ ml (1943)

数百万-千万单位/次

青霉素的用量: 最高: 10万单位/天 (20世纪40年代)

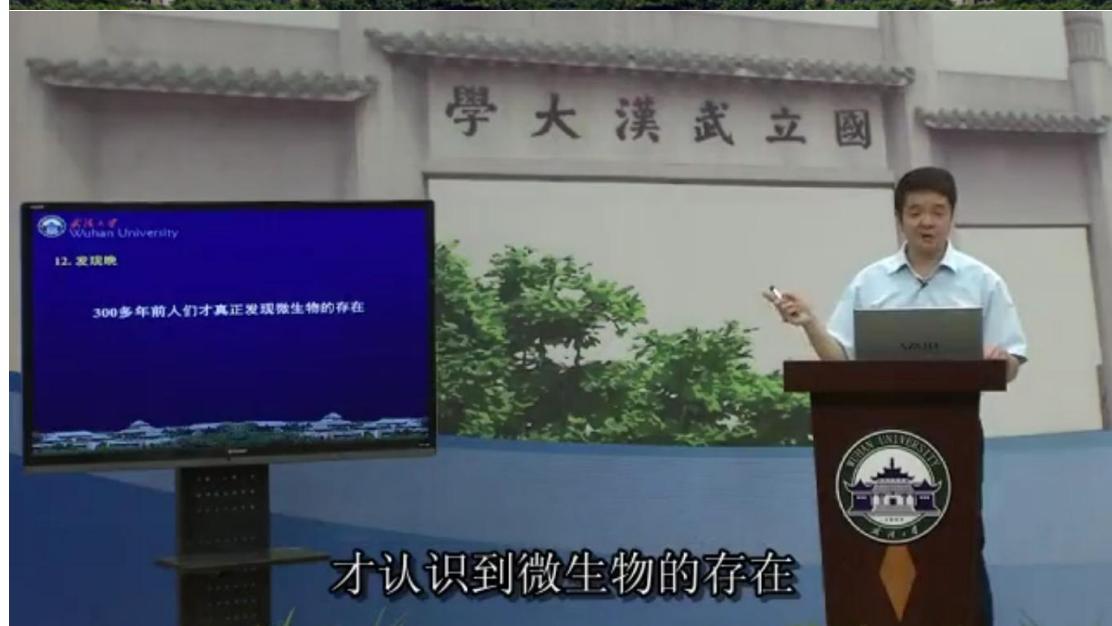




11. 起源早

38~35亿年前，生命在海洋中出现。

微生物是在38到35亿年前





微生物的世界

- 一、撩开微生物的面纱
- 二、微生物猎人传
- 三、曾被列文虎克称为“小动物”的微生物：细菌
- 四、被家养的微生物：酵母和霉菌
- 五、微生物世界的新大陆：古生菌
- 六、没有细胞结构的微生物：病毒
- 七、微生物：人类不可或缺的亲密朋友
- 八、从未停止的博奕：病原微生物的感染与机体的抗感染免疫

但这里要强调的是

