

高等水产院校交流讲义

微生物学

上海水产学院編

水产加工专业用

农业出版社



目 录

| | |
|-----------------------|----|
| 第一章 緒 論 | 1 |
| 第一节 微生物学的对象及其任务 | 1 |
| 第二节 微生物学的发展簡史 | 3 |
| 第三节 我国微生物学的发展簡况 | 6 |
| 第二章 微生物的形态学 | 8 |
| 第一节 細菌的一般形态 | 8 |
| 第二节 放线菌和真菌的形态 | 14 |
| 第三节 超視微生物(病毒和噬菌体) | 22 |
| 第四节 微生物的分类系統 | 29 |
| 第三章 微生物的生理学 | 36 |
| 第一节 細菌的化学組成和物理性状 | 36 |
| 第二节 細菌的营养 | 37 |
| 第三节 微生物的酶 | 38 |
| 第四节 微生物的呼吸 | 42 |
| 第五节 細菌的新陈代谢 | 45 |
| 第六节 細菌的特殊代謝物质 | 54 |
| 第四章 外界环境对微生物的影响 | 56 |
| 第一节 物理因素对微生物的影响 | 56 |
| 第二节 化学因素对微生物的影响 | 65 |
| 第三节 生物因素对微生物的影响 | 69 |
| 第五章 細菌的变異性 | 76 |
| 第一节 微生物的变異性和細菌变异的理論 | 76 |
| 第二节 細菌变异的种类 | 78 |
| 第六章 微生物在自然界中的分布 | 81 |
| 第一节 土壤中的微生物 | 81 |
| 第二节 空气中的微生物 | 82 |
| 第三节 水中的微生物 | 82 |
| 第四节 其他 | 88 |
| 第七章 微生物在自然界物质轉化中的作用 | 89 |
| 第一节 由于微生物所引起的不含氮物质的轉化 | 89 |
| 第二节 由于微生物所引起的含氮物质的轉化 | 94 |

| | | |
|------------------|---------------------|-----|
| 第三节 | 硫、磷与铁的转化 | 99 |
| 第八章 | 食品的传染病和中毒 | 104 |
| 第一节 | 传染及病原微生物的概念 | 104 |
| 第二节 | 有机体对传染病的抵抗力 | 105 |
| 第三节 | 由食品传染的病症 | 106 |
| 第四节 | 食品传染病和食品中毒 | 107 |
| 第九章 | 鱼类加工品与微生物的关系 | 113 |
| 第一节 | 鱼类腐败与细菌的关系 | 113 |
| 第二节 | 盐干鱼类与微生物的关系 | 117 |
| 第三节 | 冷藏与微生物 | 124 |
| 第四节 | 罐藏与微生物 | 130 |
| 第十章 | 其他食品的重要微生物 | 142 |
| 第一节 | 果蔬类的微生物 | 142 |
| 第二节 | 肉类的微生物 | 145 |
| 第三节 | 蛋类的微生物 | 148 |
| 第十一章 | 食品保藏的微生物学原理 | 152 |
| 第一节 | 根据生机原理的保管法 | 152 |
| 第二节 | 根据回生原理的保管法和防腐法 | 152 |
| 第三节 | 根据不完全生机原理的保存法和防腐法 | 154 |
| 第四节 | 根据无菌原理的各种防腐方法 | 154 |
| 附 录 | | 156 |
| I | 微生物学的研究方法 | 156 |
| II | 细菌学名对照表 | 179 |
| III | 食品卫生及卫生鉴定 | 183 |
| 附微生物学实验指导 | | 187 |
| 实验一 | 玻璃器皿的灭菌法 | 187 |
| 实验二 | 显微镜的构造及使用方法 | 188 |
| 实验三 | 油浸镜的使用方法 | 189 |
| 实验四 | 细菌大小的测量法 | 190 |
| 实验五 | 标本制作及简单染色 | 192 |
| 实验六 | 革兰氏染色法——鉴别染色法 | 193 |
| 实验七 | 芽胞染色法 | 194 |
| 实验八 | 荚膜染色法 | 195 |
| 实验九 | 鞭毛染色法 | 196 |
| 实验十 | 悬滴本色检查 | 196 |
| 实验十一 | 活菌计数(平面培养法) | 197 |
| 实验十二 | 酵母菌的形态观察 | 198 |

| | | |
|------|---|-----|
| 实验十三 | 霉菌的玻片培养法 | 198 |
| 实验十四 | 普通培养基的制备 | 199 |
| 实验十五 | 马铃薯培养基的制备 | 201 |
| 实验十六 | 糖培养基的制备和细菌对糖类的作用 | 202 |
| 实验十七 | 微生物的接种、分离和菌落形态 | 203 |
| 实验十八 | 土壤中细菌的检查 | 203 |
| 实验十九 | 空气中细菌的检查 | 204 |
| 实验二十 | 水中细菌的检查 | 205 |
| 实验廿一 | 物理因素对微生物的影响(1.温度 2.热 3.光 4.渗透压) | 206 |
| 实验廿二 | 化学因素对微生物的影响(1.药物 2.pH) | 210 |
| 实验廿三 | 生物因素对微生物的影响(1.抗菌素 2.植物杀菌素 3.噬菌体) | 212 |
| 实验廿四 | 微生物的生化反应(1.细菌产生淀粉 2.细菌产生凝乳素 及 V.P. 实验 3.细菌产生 H_2S 的试验 4.明胶的液化) | 215 |
| 实验廿五 | 鱼肉的微生物检查(一) | 217 |
| 实验廿六 | 鱼肉的微生物检查(二) | 218 |
| 实验廿七 | 凝集反应(血型检定) | 218 |
| 实验廿八 | 罐头细菌检查(大实验) | 219 |
| 实验廿九 | 水中微生物检查(大实验) | 221 |
| 实验三十 | 粗制土霉素的方法 | 224 |
| 实验卅一 | 粗制金霉素的方法 | 226 |
| 附录: | 微生物实验室的一般设备 | 227 |
| | 主要参考文献 | 231 |

第一章 緒 論

第一节 微生物学的对象及其任务

一、微生物学的定义

凡細小的而为肉眼所看不到的生物,称为微生物。研究微生物生命活动的科学,称为微生物学(Microbiology)。此名系由巴斯德(Louis Pasteur)所定,字意的来源 Micro 由希腊字 $\mu\kappa\rho\sigma$ (細小的)而来, Bio 由 Bios(生命)而来, Logy 即科学之意,三字合并而成。

微生物学是研究微生物的形态学(包括細胞学)、分类学和生理学,研究它們生活的环境条件和在物质轉化中所起的作用,以及控制它們生命活动的方法。

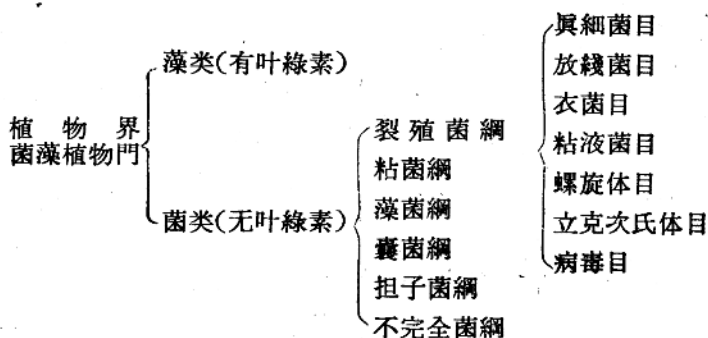
二、微生物在自然界中的地位

微生物是构造簡單、肉眼看不到的微小生物,种类繁多,分布广泛,在自然界中組成了最小的生活有机体。

关于微生物和其他生物間,以及各种微生物之間的相互关系,还没有全面的了解。微生物与大生物不同,不能单以形态来分类;一般是按照形态、生理、抗原构造和致病性等各种生物特性,綜合分析后才能鑑定,而为分类的依据。

微生物在生物学上的地位,尙未完全确定,往往兼具动物和植物的性质,但总的說来,它們的性质和植物更为接近。微生物中絕大多数是沒有叶綠素、沒有根茎叶的单細胞生物,一般用二分裂法繁殖,所以通常被列入菌藻植物門的裂殖菌綱;其中除衣菌及粘菌不致病外,細菌、放綫菌、螺旋体、立克次氏体及病毒中,均有致病性与不致病性的,大多数病原性真菌和青霉菌則属于不完全菌綱,至于粘菌綱、藻菌綱、囊菌綱、担子菌綱,則都沒有致病性。

微生物和其他植物的关系如下:



三、微生物学研究范围和任务

微生物学是生物学中的一个部門。微生物的个体虽然很小，但是它的基本特性，如发生发展、遗传性和变異性等都符合于一般生物学規律，符合进化論的原則的；其中最重要的一点，就是生物体与外界环境的統一性。

因此，微生物学是研究微生物的生命活动規律，以及在自然界中，特别是对人类所起作用的科学。又因微生物的种类繁多，个体微小，生命活动的方式又非常复杂，在研究的方法上又有它的特殊性，因此微生物学就成为生物学中一門独立的科学。

由于人类生活的实际需要，微生物学研究的范围日益广泛，同时微生物学的生命活动所引起的各种反应，对人类关系极为密切，这些作用有的是对我们有利的，也有的是有害的，为了控制微生物所引起的各种作用，使服从于生产上的需要及人类的利益，这就是研究微生物的目的。

根据人类的实际需要以及微生物学本身的发展，微生物学已有了专业的分工：

1. 普通微生物学 研究微生物一般形态和生理的規律性，分类法和基本的技术操作。
2. 农业微生物学 研究各种农作物病害的防治方法，及怎样利用微生物增强土壤肥力，怎样改造土壤，使它向着提高单位面积产量、改进质量的方向发展。
3. 兽医微生物学 研究对畜牧业及与动物性食品加工有关的微生物，以及诊断与防治牲畜传染病的方法。
4. 医用微生物学 研究病原微生物的一般生物学規律及其在一定外界环境条件下，与人类相互作用的关系，并且研究诊断及預防疾病的方法，也利用微生物作为向疾病和早衰作斗争的武器。
5. 工业微生物学 研究对酿造工业有关的微生物及医疗上应用的抗菌素的微生物，即利用微生物本身及它們在培养基中累积对人类有价值的产物。

四、微生物在水产方面的意义

水域也是微生物生活的主要場所，水产生物所需要的一切营养元素都是靠微生物的轉

化作用而来的。如藻类生长所需要的氮肥,是由各种微生物一系列的协同作用,将有机氮轉化为无机氮,供藻类生长;同时細菌本身也作为小动物的食料,所以可說微生物是水产生物营养物的供給者。

另外,某些微生物对水产生物也有危害,如引起魚类广泛的传染病,在魚类养殖上造成巨大損失;貝藻类的病害也有不少是由于微生物的作用而引起的;对养殖漁撈工具方面,如繩纜网具的腐烂、木船的破坏等都对水产事业有严重的危害。

在污水中生长或养殖的魚貝类容易污染多种病菌;在国外有过因为食用了不洁的牡蠣而引起伤寒病流行的例子。又魚类加工品原料如洗滌不够充分,則易引起变质,对国計民生危害甚大。

此外,微生物現在已被不断运用到最新的經濟部門去,如近年的石油探矿工业已广泛运用微生物学的方法。其原理是在有石油的地区表层,不断放出含有石油的易燃气体,在含有这些气体的土壤中,能生长一种特殊的細菌(甲烷細菌),它能吸收气体的物质作为养料。而这种細菌在一般土壤中是不多見的,因此研究它們分布的情况,就可以获得关于石油分布地区的可靠資料。

微生物生命活动的意义既是这样的重大,因此我們除了研究它們的形态、分类和生理以外,更需进一步研究它們生命活动的一般条件,以及它們所引起的作用。只有这样,我們才可以学会支配微生物的生命活动,强使它們朝向人类所需要的方向发展。从而提高生产效率及产品质量,以滿足人民的需要。

第二节 微生物学的發展簡史

一、微生物学的发展初期

微生物学最早的揭露和記載是在十六世紀,但是微生物在人类日常生活实践中的应用,則在人类从事农业生产一开始就有这类事迹。我們祖先在上古时代就会制麴造酒。呂氏春秋(公元前二世紀)記載着夏禹时“狄仪作酒”。商周两朝,农业生产发达,用谷类酿酒已很普遍,甲骨文里遺留有許多殷商帝王用酒滂祭祀祖先的記載。礼記月令篇中,就有詳細的酿酒技术。北魏賈思勰(五世紀)的齐民要术中,有造麴酿酒的专篇,其中記載了十二种造麴法,以及用这些麴做成二十多种酒的方法。造麴中有“黃衣”、“黃蒸”等麴种,証明当时已經看見而認識了霉菌,并認識到它們在酿酒中的作用和培养它們、利用它們的方法。另外也記載了制醬造醋、作豆豉、醃酸菜等方法。又提到种过豆科植物的田地特別肥沃。这許多都是我国劳动人民生活实践中的創造,也是利用微生物的作用在发酵工艺方面的发明。在欧洲古希腊遺留下来的石刻上也画着酿酒的全部过程。至于烘制面包,制造牛乳酒等方法,也是很早以前就在許多民族中世代传授着。在和疾病作斗争方面,我国古医学家累积了許多丰富的科学論据,例如克制传染病的病原体,种痘预防天花的道理在明朝隆庆年間(十六世紀)董昌兰即有記載。

十七世紀时,俄国、朝鮮、日本都派留学生来我国学习种痘的技术(現认为十八世紀琴納所发明),所以种痘預防天花更是祖国古代医学的伟大貢獻。由此可知,人类在很早以前就已經学会了如何应用某些微生物的作用,来丰富生活的需要,以及如何控制微生物来防治疾病;但是长期以来,人們还不知道引起这种作用的媒介物。

微生物学发展比較迟的原因,不但因为微生物外形簡單,而且身体非常微小,其中大部分是肉眼所不能見到的,因此只有在光学仪器制造技术相当完善的时候,才能觉察它們的存在。但是由于当时社会制度和生产水平所限制,不可能发明精密的仪器来研究那些細小的微生物。

二、微生物的形态学时期

十七世紀末叶,由于社会經济发展的需要,由荷兰人安东·雷文虎克(Antony Van Leeuwenhoek 1632—1723)制造的粗制显微鏡已經問世,他用自己的显微鏡观察雨水、牙垢、腐敗肉汁及各种有机浸液,发现其中有大量微生物——球菌、杆菌、螺旋形菌等;这是第一次发现了細菌,从这个时代起,微生物开始进入了它的形态学上的研究阶段。

三、微生物学的生理学时期

1. 巴斯德(Louis Pasteur 1822—1895)在1860年才开始細菌的生理研究,他研究葡萄汁的变质問題和蚕的病害,証明了酒的变质是因为掺有各种腐敗菌,只要在压榨葡萄时,采取适当的措施,就能防止葡萄汁在发酵过程中变质。他倡用加热处理法,即現時广泛应用的“巴氏灭菌法”,大大地提高了酒的产量及品质。此后巴氏又研究了人畜的传染病,証明是由微生物所引起。他曾研究蚕的病害,找到了病原并介紹防治方法,解决了养蚕业的困难。

在1877年他証明了鸡霍乱菌是由一种特殊的細菌所引起,并且发现了用减弱毒力的鸡霍乱菌,可以減輕病症,并且很快恢复;恢复后再接种毒力强的鸡霍乱菌,就可免于感染;这种預防鸡霍乱的方法,就是我們現在所用的各种預防注射的开端。此后又用同样的方法来預防炭疽病。

最后他又研究了狂犬病,将患狂犬病病毒的病腦在23—25°C的条件下干燥,使毒力减弱,再把干燥的腦,用生理盐水制成浸出液,注射被狂犬咬伤的人,就能防治最可怕的狂犬病。所以巴斯德的一生对人类的貢獻是难以估計的。

2. 柯赫(R. Koch 1843—1910)是德国杰出的微生物学家。他首先发现了結核病和霍乱的病原菌,在研究过程中他不仅确定了許多病原菌的特性,并且发现了防止細菌传染的方法。必須特別指出,他在研究过程中創造了固体培养基,这一发明在細菌学发展上起了重大的作用。在固体培养基上,我們就能把一种細菌从多种細菌的混合液中,或者从含有多种細菌的病人的排泄物中,分离出来,成为純种培养。在研究每种細菌的生理特征时,沒有柯赫的固体培养基是不可能的。他規定了病原菌鑑定的方法和步驟,即柯赫法则。

3. 伊凡諾夫斯基(Д. И. Ивановский 1864—1920)在1892年首先发现病毒,証明患烟

草花叶病的烟叶滤过液,具有使健康烟叶患花叶病的能力。发现烟草花叶病病原体是滤过性病毒。这一发明給微生物生理学开辟了新的領域,扩大了生活物质的界限,不論在理論上和實踐上都具有重大的意义。

4. 維諾格拉斯基(С. Н. Виноградский 1856—1953)是土壤微生物学的創始人和奠基人。他創立了关于土壤細菌及其在自然界中参与物质循环的学說。証明了以无机盐肥沃土壤的过程是因为土壤中特殊的硝酸細菌和固氮菌的活动而实现的。他所著“土壤微生物論文集”,是全世界土壤微生物学范疇內的經典著作。

5. 尼基斯基(Я. Я. Никитинский)創立了隔离微生物的四大类食品保藏方法。即:

- (1)根据生机原理的保藏方法;
- (2)根据回生原理的保藏方法;
- (3)根据不完全生理原理的保藏方法;
- (4)根据无菌原理的保藏方法。

四、免疫学的萌芽时代

人們知道,人体对很多传染病的再度传染,表现不感受状态。自从传染过程的原理被揭露以后,牛痘苗、鸡霍乱菌苗和炭疽菌苗等,都得到了广泛的应用。

梅契尼可夫(Мечников 1845—1916)在免疫問題上作过长期的精确研究工作,指出白血球的吞噬作用,在机体和传染病病原体的斗争中起着主要作用,因此建立了噬菌免疫学說。

同时,他又是天才的防止人类早衰理論的創始人。他认为人类腸道中有許多腐敗細菌发育,它們生命活动的产物,可使有机体逐渐中毒,这是人类早衰的根源,因此建議用乳酸菌作为这种腐敗菌的对抗者,以防止人类早衰。

这种拮抗作用方面的研究,是抗菌素学說发展的基础。

五、微生物学現代的进展

最近几十年来,随着物理学化学等方面的发展,微生物学也有新的发展。

1. 佛来明(Fleming)1929年,发明了青霉素。

2. 路司加(E. Ruska)1932年,制成第一架电子显微镜,給微生物学,特别是病毒学的研究創立了新的条件。

3. 杜麦克(Domagk)1935年,发明了白浪多息(Prontosil)。此后,化学治疗及抗菌素治疗方面有了迅速的进展。

4. 米丘林(1855—1935)給微生物学进一步发展指出了道路,他正确地解决了生物进化过程和生物体与周围环境之間的关系問題,因而发展了微生物變異的学說。他証明了一种細菌在試管內能因营养条件的改变,使新陈代謝类型发生改变,可使該菌轉变为另一种細菌,因而使細菌朝着我們所需要的方向发展,为社会主义生产以及为預防人畜传染病而服务。

5. 巴甫洛夫(1849—1936)对于传染及免疫理论的研究占有重要的地位。依照巴甫洛夫的学说,疾病决不是微生物与机体细胞之间的单独作用;而机体免疫的产生,也不是机体免疫性的唯一手段。在免疫过程中,高级神经具有重要的调节作用。

微生物学的知识,在我国古代就有独特的创造,但因过去长期受封建制度的束缚及帝国主义的侵略,使我国处在半封建半殖民地的社会,微生物学也和其他科学一样,处在极其落后的状态。自从中华人民共和国成立以来,在党和人民政府的深切关怀下,这门科学也和其他科学一样,获得了迅速的发展。

第三节 我国微生物学的发展概况

解放前,在帝国主义和反动统治的年代里,仅仅在某些学校中开置些医用细菌学或植物病理学和酿造学等。新中国成立后,才开始学习苏联先进经验并在综合性大学设置了微生物专业。

1953年创办了微生物学杂志,广泛地交流微生物学研究工作中的经验,提出微生物学工作者团结起来,反对帝国主义利用有害微生物屠杀世界爱好和平的人类;学习苏联微生物学研究的先进成就,结合具体工作,发扬创造性的学术研究方法,为新中国的经济和文化事业服务。

在1956年又提出微生物学的基本规划,研究微生物的系统与生态、构造与功能、营养与代谢、遗传与变异,以及与其他有机体的相互关系和病毒学等。

从1958年大跃进以来,科学研究的设置及研究工作,都获得巨大的成果。

一、在工业微生物方面

在抗菌素及拮抗微生物的利用方面,有很大的发展。生产有青霉素、链霉素、金霉素、氯霉素、合霉素和其他新抗菌素;并研究抗菌素生产原料及改良条件,提高产量。另外还找到了抑制癌的放线菌素K和防止蚕流感的Viotoxin。在微生物生理生化方面的研究,也取得很大的成就。在微生物良种选育工作方面,选出具有高蛋白酶或高淀粉酶活性的麴霉,同时定向培育方面获得了耐高浓度糖液和耐高温的酵母等。

二、在农业微生物方面

细菌肥料的研究与生产在全国普遍开展,先后制造有固氮菌、磷细菌、硅酸盐细菌和各种抗生素等。并在各地人民公社推广了土法制造细菌肥料。此外还研究了土壤中微生物的组成、土壤微生物与高等植物之间的关系、土壤微生物的分类和生理,以及研究土壤微生物的方法等。在植病防治研究方面,对控制小麦锈病、赤霉病及稻瘟等流行病都作了很多工作,为进一步有效地防治这些病害创造了条件。在兽医方面制造了各种疫苗,对兽疫的防治起了很大的作用。

三、在医用微生物方面

有关病毒方面找到了流感病毒的主要类型,搞清了它的演变程序,获得了有效的疫苗,并发现柴胡、黄连等中药对流感病毒有抑制作用;对乙型脑炎进行了研究,并制造出疫苗,对沙眼、传染性肝炎、猪喘气病的研究也获得了一定的成果。

其他如水生微生物、海洋微生物、地质石油微生物,以及发霉腐败微生物等,也开展了研究工作。

总之,我国微生物学在短期内,从“一穷二白”的状态达到上述的发展水平,说明党的领导的正确和社会主义制度的优越性。不过从形势要求和国际水平来看,还不能满足已有的成就,因此今后在微生物学各个主要领域方面,还要加强研究工作,密切联系实际,以便更好地为生产服务,为人民的保健事业服务。

第二章 微生物的形态学

在微生物学的研究范围中,虽然包括有细菌、放线菌、真菌、螺旋体、立克次氏体、若干藻类、原生动物以及滤过性病毒和噬菌体等,但就本课程内容所涉及的,仍以细菌为主,故本章将以细菌为重点而叙述。

第一节 细菌的一般形态

一、细菌的大小

细菌的大小通常用微米(简写为 μ)计算,1微米等于 $\frac{1}{1000}$ 毫米(mm),球状细菌直径一般是0.5—1微米,杆状细菌大小一般是宽0.5微米,长1—4微米。如大肠杆菌长2—3微米,宽0.5—1微米,流行性感胃杆菌仅长0.7—1.5微米,宽0.2—0.4微米。

二、细菌的基本形态

细菌的基本形态可分为球菌、杆菌和螺菌三类(图1)。

1. 球菌 单独存在时呈球形。按其分裂的方向和分裂后的排列情况,可分为:

(1) 双球菌: 由一个平面分裂,分裂的两个菌体成对存在,如肺炎双球菌;

(2) 链球菌: 也是由一个平面分裂,分裂的菌体联在一起呈链状存在;

(3) 四联球菌: 由二个互相垂直的平面分裂,分裂后四个联在一起;

(4) 八叠球菌: 由上下、前后、左右三个互相垂直的平面分裂,分裂后八个排列在一起;

(5) 葡萄球菌: 由二个或数个平面作不规则的分裂,分裂后的菌体聚集在一起,

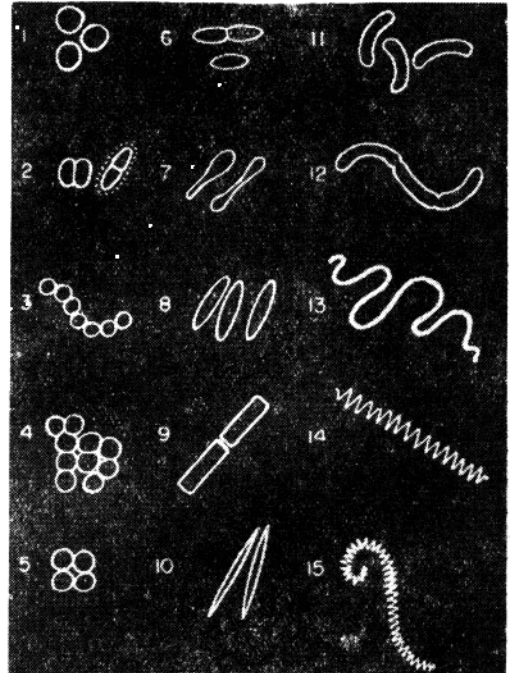


图1 各种细菌的形态模式图
1—5-各种球菌; 6—10-各种杆菌; 11—15-各种螺菌。

好象一串葡萄。

2. 杆菌 菌体呈杆状,有的是直的,有的稍弯。菌体的末端多呈圆形,亦有呈方形的。若菌体短粗,全体呈卵圆形时,称球杆菌。大多数的杆菌是单独存在的,有的杆菌在分裂后仍连在一起,呈现链状,叫做链杆菌。

有的杆菌生出侧枝,称为分枝杆菌。例如结核杆菌(特别是禽型的)。有的杆菌的末端膨大,称为棒状杆菌,如白喉杆菌。

3. 螺菌 菌体呈弯曲形。可分为弧菌、螺菌和螺旋体三类。

(1)弧菌: 菌体只有一个弯曲,呈逗点状,如霍乱弧菌;

(2)螺菌: 菌体呈数个迴转,较为坚韧,如鼠咬症螺菌;

(3)螺旋体: 呈螺旋状,菌体无鞭毛,其内有类肌。能作类似螺旋状的伸缩运动,其弯曲度亦可变更。

三、细菌细胞的基本构造

细菌菌体微小,在普通光学显微镜下不能辨别其详细的构造,须应用各种染色法,并用相差显微镜和电子显微镜观察,才能对它们的构造有所认识。兹将细菌的基本构造列述如下(图2):

1. 细胞壁 包围在原生质膜的外面,在结核杆菌中其厚度为0.023微米,用高渗液使胞浆分离时,在普通显微镜下可以看到细胞壁。它具有一定的坚韧性与弹性,故可以保持细菌的外形。对普通染料不易着色。当细菌分裂时,细胞壁向内凹陷或生成横隔,然后分裂成为二个菌体。

细胞壁的化学成分随细菌种类而不同,一般是糖、蛋白质和脂类的复合物。蛋白质和多糖具有特异的抗原性,可以作为细菌分组和分型的根据。某些细菌含有纤维素和半纤维素的细胞壁。

2. 原生质 细胞的原生质呈胶状体。其化学成分随菌种、菌龄和培养基的成分而不同。一般含有蛋白质、脂类、糖、核酸、酶类、水和无机物等。在生长活动时期,核酸的含量增多,所以对硷性染料的着色较深而且均匀。

原生质的外面被有原生质膜,由蛋白质、核酸和脂类组成。它是一种半透性膜,能调节细胞内外物质的交换。

3. 细胞核 关于细菌是否含有细胞核以及核质的存在的状态等问题,过去有过较长时间的争论,近来由于染色技术的进步以及电子显微镜的应用,已经在许多细菌中发现有细胞核(如粘细菌等),有些细菌没有明显核的结构,称之为核质(如葡萄球菌等)。细胞核或核质

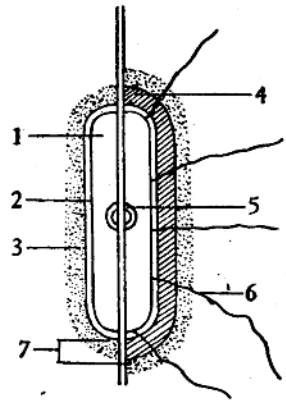


图2 细菌细胞的模式构造
左方: 无荚膜及鞭毛菌 1—胞浆; 2—胞浆膜; 3—胞壁。
右方: 有荚膜及鞭毛菌 4—荚膜; 5—芽胞; 6—鞭毛; 7—粘液层。

含有脱氧核糖、核酸、蛋白质、磷脂、糖原、酶类和无机物等物质。菌体中脱氧核糖核酸可以携带抗原性(型别)和耐药性等性质,由细菌的某一菌株转移同一菌种的其他菌株,并且可遗传下去。

4. 内含物 原生质含有各种内含物。它是细菌新陈代谢的产物或是贮备的营养物质,其化学成分是糖、脂类、含氮物(迂迴体)或无机物(硫、碳酸钙等)。迂迴体主要是核蛋白组成的,广泛地存在于许多细菌和真菌中。

四、细菌细胞的特殊构造

1. 鞭毛 许多杆菌、弧菌和螺菌具有鞭毛,很纤细,在普通显微镜下需以特殊染色法才能看到。应用电子显微镜观察,发现鞭毛是由原生质生长出来的,穿过胞膜而游离于菌体的外部;鞭毛含有蛋白质,它和肌球蛋白很相近。

一般认为鞭毛是细菌运动的类器官。在显微镜下可以看到有鞭毛的细菌,由一个地方跑到另一个地方,这和不能运动的细菌呈现的布朗运动不同。

鞭毛抗原具有特异性,与相应的抗血清发生作用。这对细菌的鉴定很有帮助。

按鞭毛的排列、位置及其数目(图3),可以将具有鞭毛的细菌分为下列几类:

- (1) 单毛菌: 菌体的一端具有一根鞭毛,例如霍乱弧菌;
- (2) 丛毛菌: 在菌体的一端或两端有一束鞭毛,例如螺菌;
- (3) 周毛菌: 在菌体的周围生鞭毛,例如大肠杆菌。

2. 荚膜 许多细菌如肺炎球菌、肺炎杆菌、炭疽杆菌等都能产生荚膜。有荚膜的细菌常呈粘滑的外观(光滑型)。荚膜的生成与外界环境有关。上述细菌当由人体和动物体中分离出来时,或在含有血清、牛乳的培养基中生长时,才生成荚膜。对于普通染色法不易着色。细菌的荚膜成分随菌的种类不同而异,肺炎球菌的荚膜由多糖组成,枯草杆菌的荚膜,含多肽也有多糖。具有荚膜的细菌不易被白血球吞噬,故在有有机体内可繁殖生长。

3. 芽胞 许多杆菌可以生成芽胞。芽胞具有高度的折光性,其外膜的渗透性低,故用普通染色法不易着色。经加热后芽胞的渗透性增加,能吸收碱性染料。当着色后,则不易脱色。

(1) 芽胞的形状: 各种细菌芽胞形状、大小及其菌体内的位置是比较固定的,因此有助于菌种的鉴别。芽胞呈球形或椭圆形,位于菌体的中央或末端,或靠近末端。芽胞的大小或比菌体略小,如炭疽杆

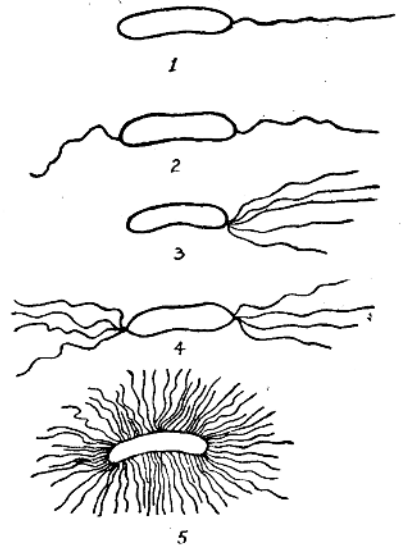


图3 细菌鞭毛的数目及排列
1—偏端单毛菌; 2—两端单毛菌; 3—偏端丛毛菌; 4—两端丛毛菌; 5—周毛菌。

菌的芽胞；或比菌体大，如存在于菌体的中央，则呈梭状；若位于菌体的末端，则呈鼓槌状，例如破伤风杆菌的芽胞(图4)。

芽胞含有酶类、蛋白质、核酸、脂类和钙、钾、铜、锰等无机物。芽胞中水分的含量比菌体少。

(2)芽胞的生成：芽胞的形成过程，是由菌体原生质失去水分，逐渐地浓缩，而后在上面形成二层致密的膜。外面一层含有很多树脂和类脂质，使它几乎不能透水，里面一层，一般认为在芽胞发芽时，对于构成细胞膜是有作用的。

(3)芽胞的发芽：芽胞遇到适宜的温度和湿度后，又可重新发芽成为繁殖体。开始时，芽胞渐渐膨大，水分增加，折光性减低，大小约增加两倍。芽胞内的酶开始活跃，由于外膜的水解作用，在外膜上产生了小孔，新的个体由小孔长出，最后脱离外膜而独立生活。

一个细菌只能形成一个芽胞，一个芽胞亦只能形成一个菌体。故细菌芽胞的形成不是细菌的繁殖现象(图5)。

(4)芽胞的抵抗力：芽胞对于高温、干燥和消毒药物的抵抗力，远比繁殖体大。其原因是：

- ①芽胞外膜的透过性低，化学药品不易进入芽胞内；
- ②芽胞中的酶类对热的抵抗力比繁殖体中的酶类为高；
- ③芽胞含水较少，所以加热时其中所含的酶类和蛋白质不易凝固。

芽胞具有抗原性，它和繁殖体的抗原性不同，这表示芽胞在形成过程中菌体成分发生了改变。

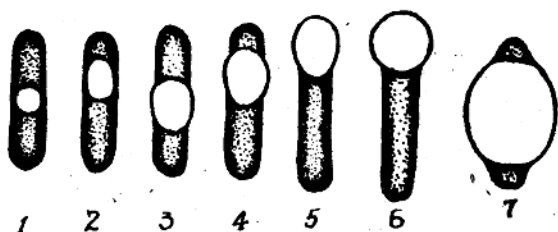


图4 细菌的各种芽胞形状

1—球形，中央，细胞不膨大；2—卵圆，偏端，细胞不膨大；3—球形，中央，细胞膨大；4—卵形，偏端，细胞膨大；5—卵圆，极端，细胞膨大；6—球形，极端，细胞膨大；7—大，卵圆形，中央(仿Frobisher)。

五、细菌的繁殖与生长

1. 生长繁殖的条件：

(1)营养物：一般细菌需要的营养物有碳源(碳酸盐、糖类等)、氮源(铵盐、硝酸盐、蛋白质、氨基酸等)、水、无机盐类和维生素等。

(2)酸碱度：一般细菌生长最适宜的pH值为7.0—7.6。

(3)温度：各种细菌各有最适宜的生长温度，一般致病菌为37°C。

(4)气体：需氧菌在有氧情况下才能生长。二氧化碳在代谢上具有重要的作用。自养菌以二氧化碳作碳源，异养菌如布氏杆菌在初次分离时，需要在含有二氧化碳的环境中才能生长，其他的异养菌生长时也需要少量的二氧化碳。由于代谢过程中所生成的二氧化碳可以满足此种需要，所以不必特别补充。二氧化碳的主要功用为合成有机酸和核酸等。固氮菌和

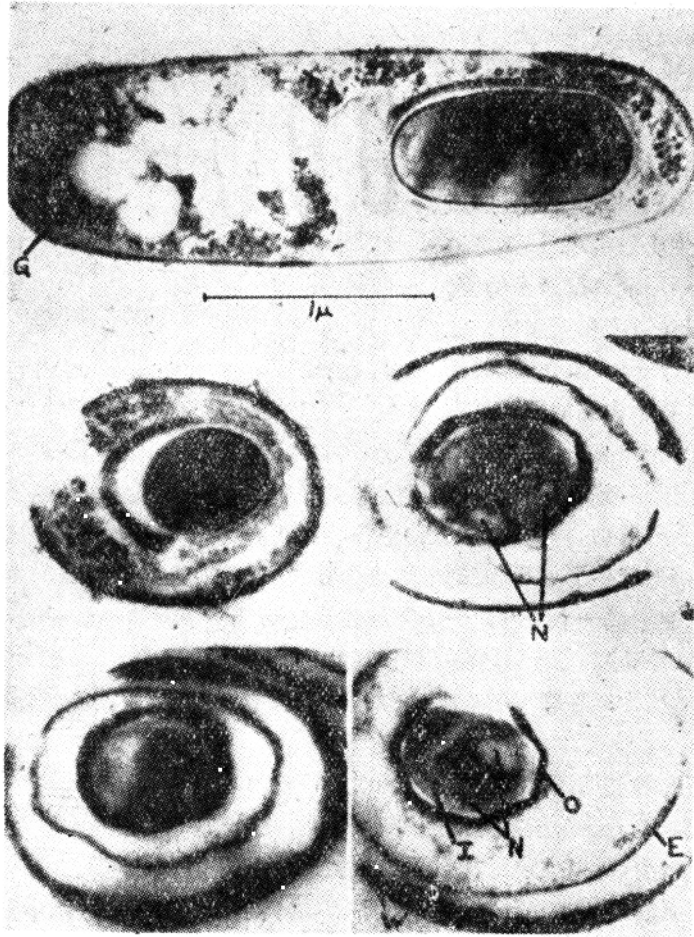


图 5 芽胞的形成过程

蜡质芽胞杆菌 (*Bacillus cereus*) 超薄切片电子显微镜摄影(38600倍)

E—孢子外壁; O—胞核的外膜; I—胞核的内膜; N—核质; W—孢子囊壁; G—致密微粒。

根瘤菌可以利用空气中游离氮合成氨基酸。

2. 繁殖方式(图6) 细菌最普通的繁殖方式是二分裂法, 就是一个细菌分成二个, 二个分成四个, 如此继续下去。球菌由于沿一个平面或几个平面分裂, 故呈链状、葡萄状、双球状、四联球菌、八叠球菌等排列方式。杆菌一般沿横轴分裂。

3. 繁殖速度 细菌的繁殖速度随细菌的种类和外界环境而改变。某些细菌如大肠杆菌, 繁殖很快, 在适宜环境下, 每 17 分钟就可分裂一次。固氮菌繁殖较慢, 约 6 小时才分裂一次。营养物质、温度、pH 值和通气情况等都能影响细菌的繁殖速度。

4. 生长曲线(图 7) 细菌在液体培养基中培养时, 它的生长具有一定的规律性。以菌数的对数作纵座标, 时间作横座标, 所画得的曲线叫做生长曲线。细菌生长过程可分为下列四

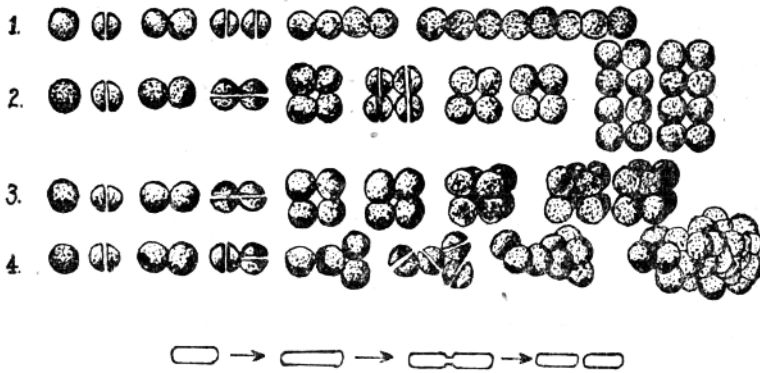


图 6 细菌的繁殖方式——二分裂

个时期。

(1) 缓慢期(适应期): 细菌刚接种于培养基时, 一般不立即开始分裂, 故菌数不增加。以后菌体逐渐长大, 代谢作用加强。

(2) 对数生长期: 此时细菌以最快的速度繁殖, 菌数按倍数增加。

(3) 稳定期: 由于营养物的消耗和有毒产物(有机酸、过氧化氢等)的积蓄, 繁殖速度逐渐下降, 增加的菌数和死亡的菌数大约趋于平衡, 故菌数维持恒定状态。

(4) 衰落期: 细菌死亡数超过繁殖数, 菌数减少, 最后繁殖停止。

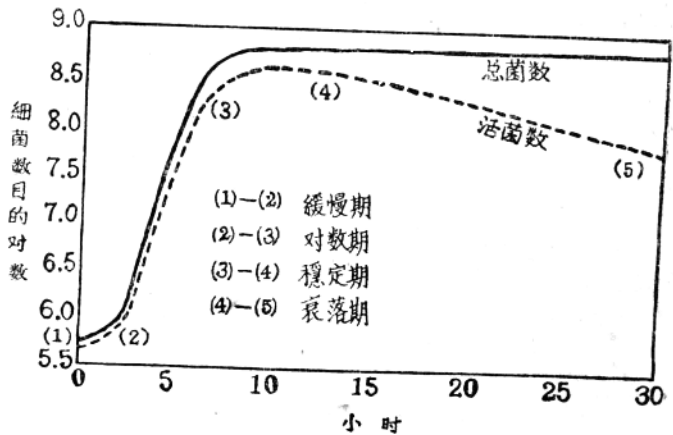


图 7 细菌的生长曲线

5. 菌落 细菌在固体培养基中生长时, 在一定的地方生长繁殖, 经过一定时间后, 可以在培养基上看到一个一个的细菌集团, 这些集团叫做菌落。各种细菌在一定培养基上生成的菌落, 由于细菌的成分、构造、分裂和排列方式不同, 而呈一定的形态、色彩和硬度。这些性质, 有助于细菌的鉴定(图 8、9)。