

微生物学讲义

微生物学教研组

1960.9

沈阳农学院

植物学讲义

周志清 著

1954年

地质出版社

目 录

緒 論

第一編 微生物的普通形态学与分类学

第一章 細菌的形态学

§1 細菌的外形和大小	5
一、形态	5
二、細菌的大小	6
§2 細菌細胞的構造	6
一、細胞壁、莢膜和鞘	6
二、原生質和內含物	7
三、細胞核	7
四、芽胞	7
五、細菌的鞭毛和运动	8
§3 細菌的繁殖和菌落	8
§4 細菌的个体發育和生活史	9
§5 超显微鏡微生物	9
一、病毒	9
二、食菌体	10
三、細菌的过瀰形态	10

第二章 細菌和放綫菌的分类与鑑定

§1 細菌在生物系統中的地位	11
§2 細菌的分类原則和命名法	12
§3 細菌和放綫菌的分类法	13
一、眞細菌綱	13
二、粘細菌綱	15
三、螺旋体綱	15
四、放綫菌綱	15
§4 細菌和放綫菌的鑑定	16

第三章 眞菌（霉菌和酵母菌）的形态和分类

§1 霉菌的形态和繁殖	18
§2 霉菌的分类	20
§3 酵母菌的形态和繁殖	20

§4 酵母菌的分类	21
一、孢子酵母	21
二、无孢子酵母	21
三、类酵母、家酵母、野酵母和饲料酵母	22

第二編 微生物的普通生理学

第四章 微生物的营养

§1 微生物的細胞組成	23
§2 微生物的营养	25
一、碳素营养	25
二、氮素营养	26
三、礦質元素营养	27
四、維生素类生長輔助因素	27
§3 微生物对营养物質的吸收	28

第五章 微生物的呼吸作用

§1 酶的概念及其在新陳代謝中的作用	29
§2 呼吸作用的概念和类型	29
一、嫌气性微生物	30
二、好气性微生物	30
三、兼嫌气性微生物	31
§3 呼吸作用的生物学意义	32

第六章 外界环境条件对微生物的影响

§1 微生物和外界环境条件的密切关系	34
§2 物理因素的影响	34
一、温度	34
二、水分和渗透压	35
三、光綫	35
四、环境中氧化还原条件的影响	36
§3 化学因素的影响	36
一、营养性物質	36
二、非营养性物質	36
三、氫离子濃度	37
§4 外界环境条件对微生物遺傳性的影响	38
§5 滅菌和消毒	39
一、高温滅菌法	39

二、光綫滅菌法.....	41
三、藥物滅菌法.....	41
四、過濾除菌.....	41

第三編 微生物引起的自然界物質轉化

第七章 微生物引起的不含氮有機物的轉化

§1 發酵作用.....	43
一、酒精發酵.....	44
二、乳酸發酵.....	46
三、丁酸發酵.....	49
§2 不含氮有機物的氧化分解.....	50
一、酒精氧化為醋酸.....	50
二、脂肪和脂肪酸的氧化.....	51
三、霉菌所引起的碳水化合物氧化.....	51
§3 纖維素的分解.....	52
一、纖維素嫌氣性分解.....	52
二、纖維素好氣性分解.....	53
三、纖維素分解的生物化學.....	54
§4 果膠物質的分解與麻類的脫膠.....	55
一、麻類的嫌氣性脫膠.....	55
二、麻類的好氣性脫膠.....	56
三、用細菌制剂改善亞麻浸漬的方法.....	56
§5 沼氣發酵及其利用.....	57
一、甲烷發酵和發酵細菌.....	57
二、沼氣生產的條件.....	58
三、沼氣發展的前途和存在的問題.....	59

第八章 微生物引起的自然界氮素轉化

§1 自然界氮素循環的一般途徑.....	60
§2 氨化作用.....	61
一、尿素和尿酸的氨化作用.....	61
二、几丁質的氨化.....	61
三、蛋白質類的氨化.....	61
四、碳氮比對土壤中無機氮累積的影響.....	62
§3 硝化作用.....	64
一、硝化細菌.....	64
二、土壤中硝化細菌的發育條件.....	64

\$4 反硝化作用	65
\$5 生物固定大气中氮素的作用	66
一、生物固氮作用的意义和固氮微生物的种类	66
二、固氮菌	68
I. 固氮菌的形态和分类	68
II. 固氮菌的生理	69
III. 固氮菌的固氮效率和影响条件	69
IV. 影响固氮菌在土壤中活动强度的因素	70
V. 固氮菌的分布	71
VI. 固氮菌在农业生产中的应用	74
三、巴斯德梭菌	75
四、固氮须毛杆菌	76
五、固氮蓝藻	76
I. 固氮蓝藻的发现和概况	76
II. 固氮蓝藻的种类、形态和生理	77
III. 蓝藻的固氮能力和影响固氮蓝藻活动的环境条件	78
IV. 固氮蓝藻在提高土壤肥沃性中的作用	78
六、豆科植物的根瘤菌	79
I. 根瘤菌的形态特征和生理特征	80
II. 豆科植物根瘤菌的分类	81
III. 根瘤的形成；根瘤菌和豆科植物的关系	81
IV. 环境条件对根瘤菌固氮作用的影响	86
V. 根瘤菌在农业生产实践中的意义	88
七、生物固氮作用的化学机制	89

第九章 微生物引起的自然界矿物元素的转化

\$1 自然界矿物元素转化的一般途径	92
\$2 硫的转化	93
一、硫化氢的形成	93
二、硫化氢和硫的氧化	93
\$3 磷的转化	95
\$4 钾的转化	98
\$5 铁的转化	99

第四编 土壤中的微生物学过程

第十章 土壤中的微生物

\$1 土壤中的微生物类群	101
---------------	-----

§2 土壤类型和土壤微生物的分布.....	103
§3 土壤理化条件, 土層深度和季節性变化对土壤中微生物分布的影响.....	106
§4 土壤中微生物間的相互关系.....	108
一、共生关系.....	109
二、互生关系.....	109
三、寄生关系.....	109
四、拮抗关系.....	109

第十一章 土壤中有机質的分解和腐植質的形成

§1 土壤中有機質的礦物質化.....	113
§2 决定着土壤中有機質礦物質化强度的条件.....	114
§3 土壤腐殖質的形成和微生物間的相互关系.....	114
§4 土壤团粒結構和微生物.....	115
§5 土壤中腐殖質的形成和分解調節.....	116
§6 厩肥和堆肥的微生物学.....	116

第十二章 土壤微生物和高等植物

§1 植物根际是土壤微生物的特殊的生态环境.....	119
§2 根际微生物.....	120
§3 菌根和菌根菌.....	123
§4 微生物和植物营养.....	124

第十三章 农业技术措施对土壤微生物活动的影响

§1 耕作对土壤中微生物的影响.....	130
§2 施肥对土壤中微生物的影响.....	131
§3 灌溉排水对土壤中微生物的影响.....	133
§4 “土壤貧乏” 和土壤的局部滅菌.....	134

第十四章 菌 肥

§1 菌肥的种类.....	135
§2 菌肥的制造.....	136
§3 菌肥的質量檢查.....	146

緒 論

§1 微生物学研究的对象和任务

細小的肉眼看不見的生物称为微生物，只有通过显微镜才能观察它們。微生物主要是一些單細胞的生物，少数是没有細胞結構的，也有一些是多細胞的，但是構造極其簡單。微生物包括：細菌、放線菌、真菌、某些低等藻类、原生动物以及病毒和食菌体。

微生物种类繁多，数量極大，分佈極广。土壤、食物、水和一切有机物存在的地方都是它們滋生繁殖的場所。一滴污水中可以有几千万个細菌，1克土壤中有几千万，几亿乃至几十亿个微生物。在空气中、海水和淡水中，甚至在荒漠中，在光秃的岩石上都有微生物的生長。人类在生活中工作中无时无刻地不与它們相接触，和它們有十分密切的关系。

微生物学研究微生物的形态学、分类学、生理学，研究微生物的生活条件和它們在自然界物質轉化中所起的作用及其与人生之关系，研究如何控制它們的活动，讓它們为人类服务，促進和利用它們的有益活动，抑制和避免它們的有害活动。

§2 微生物学发展簡史

人类在很早以前就会釀酒制醋。我們的祖先至少在殷商时代即已掌握了造酒的技術。呂氏春秋（公元前二百年）有夏禹时代仅秋造酒的記載，北魏賈思勰（五世紀）的齐民要術中，有造麴釀酒的專篇，其中記載了12种造麴法以及用这些麴做成二十多种酒的方法。造麴法中記有黃衣“黃蒸”等麴种，証明当时已認識了霉菌，并且知道了它們在釀酒中的作用，創造了培养利用它們的方法。我國劳动人民很早以前也就已經知道了用豆科植物作綠肥，豆科植物的后茬肥沃糞要腐熟而后用等等。如紀元前兩世紀的汜胜之書就已指出，肥田要熟糞，同書又指出，瓜与小豆間作，在齐民要術中写道：凡谷田，綠豆小豆底为上……“又写道，凡黍稷田，新开荒为上，大豆底次之，谷底为下”。而种痘预防天花更是祖國医学偉大貢獻之一。所有这些例子都說明了人类在發現微生物以前在工業、農業和医学之中即已經运用了微生物的作用。

一、微生物学發展的形态学階段

最早發現微生物是在十七世紀末期。荷蘭人列文虎克（Antonie van Leeuwenhock 1632—1723）用自磨的透鏡制成了最簡單的能放大160倍的显微镜，他用这种显微镜观察了牙垢、雨水、井水，發現其中有許多微小的动物，在其中象梭魚一样的运动。以后的100多年中間，人們虽然又進一步观察了微生物，也做了簡單的形态学的描繪和分类，但是对微生物的生活規律及其和人生的密切关系則是漠然无知的。

二、微生物学發展的生理学階段和分科

直到十九世紀的中葉，偉大的学者巴斯德（Louis pasteur 1821—1895法國人）开始揭开了微生物生命活动規律及其和人类的关系的秘密。他首先發現了葡萄汁釀酒是一种微生物的作用。而酒变酸又是另一种微生物的作用。这两类不同的微生物要求不同的生活条件。因此，可通过控制它們的生活条件的方法，使釀酒能得到予期的良好結果。后来他又研究了

蚕病，以致人畜的病害，如鷄霍亂、炭疽、狂犬病等都是貢獻極大的工作。他不但弄清了這些病的病原都是微生物的感染，也研究出了防治這些疾病的方法。

巴斯德一生辛勤的科学工作，奠定了微生物学的科学基礎。

苏联偉大的学者К. А. Тимирязев 在紀念巴斯德的一篇文中写道：他的一生給人类的生活帶來了史无前例的影响。“他的工作在人类最早的三門应用科学中～医学、工藝学、農学～都引起了变革。”这句话一方面說明了巴斯德工作的偉大，也說明了微生物学和这三門科学具有極密切的关系。

几乎与巴斯德同时，德國的微生物学家柯赫(Robert Koch 1843—1910) 在微生物学的發展中也有很大貢獻。他对于傳染病的病原菌学說有重要貢獻，并創造了許多微生物学的研究方法，其中包括利用固体培养基和分离細菌純培养的方法。

俄國微生物学家伊凡諾夫斯基(Д.И.Ивановский 1864—1920) 于1892年發現煙草花叶病原体是一种比細菌更小，光学顯微鏡所不能看見的微生物，称为病毒，并創造了傳染病的病毒学說。這項發現，不僅擴大了人类对微生物界領域的認識，更重要的是：由于病毒的發現，对于生物与非生物之間的發生学上的关系，得到了進一步的物質証据，从而更加充实了辯證唯物主义的宇宙觀与世界觀。

列文虎克在十七世紀發現細菌，巴斯德及柯赫等人的成就，以及十九世紀的后半世紀微生物学蓬勃的發展都不是偶然的，而是社会歷史發展的必然結果。

歐洲在十七世紀資本主义已經开始發展，为了擴大貿易，打开海路，促進了航海業的發展。航海業的發展推动了光学器械的發展。而列文虎克就是当时最善于磨顯微鏡的(他是顯微鏡制造的奠基人)，因而發現了細菌。

到十九世紀的片中叶，歐洲資本主义有了更加蓬勃的發展，特別是農產品加工業如釀酒和养蚕業的巨大發展，要求科学上提出建議和保證生產的發展，从而推动了科学的進步。

伴隨着工農業的發展，生產力進一步提高，特別是苏联十月社会主义革命的成功，微生物学有了突飛猛進的發展。微生物学已形成了許多新的分科。二十世紀微生物学的發展史，是微生物学分科的發展史。按学科分科，形成了微生物的形态学(細胞学)、分类学、生理学和微生物的遺傳学等等。按任务分科，形成了工業微生物学、農業微生物学和医药衛生微生物学。

§3 农业微生物学及其发展

農業微生物学的發展与俄國和苏联微生物学家的劳动是分不开的。

俄國的微生物学家С.Н.Виноградекий(一八五六——一九五三)在十九世紀的末叶，陸續發現了硫細菌、鐵細菌和硝化細菌，并且指出了它們的化能自养的特性。一八九三年他又分离出了嫌气性固氮梭菌。此外，在土壤微生物的研究方法方面，也作出了突出的貢獻。

現代土壤学奠基人之一，俄國学者П.А.Костилев(1845—1895) 研究了土壤中的微生物，以及它們在土壤有机質分解和腐植質形成中的作用，并为土壤形成学說的生物学規律打下了基礎。

卓越的苏联学者В.Р.Вильямс(一八六三～一九三九) 把農作學原理和土壤肥沃性學說与微生物学緊密的联系起來，進一步推动了土壤微生物学的發展。

近代的苏联微生物学家如А.А.Имшенечкий、Н.А.Краси́ньков、Е.Н.Мишустин、

М.В.Федоров等人对土壤微生物学都有很大贡献。

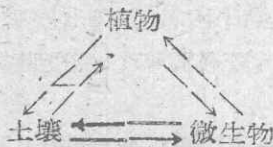
本課是農業微生物学，我們的任务是在研究微生物学的一般知識基礎上，着重研究与農業生產有密切关系的一些問題。

微生物的生命活动和農業生產有十分密切的关系。土壤是由岩石風化而來，微生物在岩石風化中起很大作用。氮素是土壤中重要的，作为特征的成分，而岩石中不含氮素。微生物才是土壤中氮素累積的基本因素。

自然界物質在不断轉化，因此生命才永恒地延續下去。而在自然界有机質的分解中，微生物起着絕對作用。在土壤中有大量的微生物，它們在完成土壤中一系列的营养元素轉化的过程，植物才得以正常的生長發育。也正因为土壤中有大量的微生物，土壤才具备有生物性質，才把土壤看作是生命的活躍的自然体。

不僅如此，在植物根系的周圍，有比根系範圍外的一般土壤中多数倍，数十倍到数千倍的微生物。事实上植物根系处在微生物緊密的包圍之中。这些微生物直接影响着植物营养，它們不但把植物不能吸收的营养物質轉化成可吸收的形态，而且以本身活动的產物影响植物生長，并且創造植物吸收养料的条件。

同样，植物也以它强大的根系在影响着微生物。而土壤是植物和微生物的生活环境，植物和微生物又是影响土壤和土壤形成的条件，因此三者形成了密切的相互关系（如圖）。



由此可見，一切農業技術措施都直接的或間接的影响微生物生命活动，和微生物有密切关系。

有机肥料的堆制，保藏都是根据微生物学的原理。而施用菌肥則更是直接应用微生物提高產量的措施。

農產品貯藏加工和微生物学有密切的联系。鹽漬、蜜餞、青貯、干制等等是抑制腐敗微生物的活动措施，而釀造和發酵則是促進有益微生物的活动过程。

此外，農作物的病害和家畜、家禽的病害，都直接和微生物有关，它們已分別成为植物病理学，兽医微生物学的研究对象，不屬於本課範圍之內。

从上面簡短的敘述可知，微生物学和農業科学技術的关系十分密切，它是農業科学基礎理論的一个方面，同时也是農業科学中的一个專門学科。

§4 我国农业微生物学的发展

解放前，我國科学工作者虽然也做一些農業微生物学方面的工作，但当时的工作都是些零星的，脫离生產实际的，因此，没有什么成效。

解放后，祖國的面貌有了根本的改变，農業微生物学在我國也有了迅速的發展。建國后的第二年，在东北就开始了大量的有关大豆根瘤菌的研究工作，在華北則开始了花生根瘤菌的研究工作，很快地就取得了良好成績。

随着生產建設和科学文化的發展，在高等院校和科研机关逐步建立起了微生物学實驗室和研究据點，并培养起一支微生物学工作者的隊伍。十年來，農業微生物学工作方面的成就

同样是巨大的。我們应用了世界各國目前所应用的所有的菌肥种类，而且創制了新品种，如抗生菌肥料的推广，应以我國为首。尤其在大躍進的1958年，菌肥的制备和应用已成为群众性的了。

由于貫徹毛主席農業八字憲法而掀起的高額丰產运动，各地創造了举世无双，空前未有的高產紀錄。为了总结这一經驗，1959年在全國范围内，广泛地开展了以研究丰產田土壤中微生物动态为中心的科學活动。僅科学院系統的單位，就总结出了論文30篇左右，而数目更多的農業科学院和高等院校的系統的工作还未包括在內。这些工作結果，已为正确地运用毛主席的農業八字憲法提供了初步的資料。此外，在堆厩肥中微生物学过程，利用細菌接种促進堆肥腐熟方面；在土壤微生物和高等植物間相互关系方面；在土壤微生物分类和生理生化方面也都开展了些工作。放射性同位素也已在農業微生物学工作中运用了。

1959年11月下旬，中國科学院在沈陽召开了土壤微生物学研究工作座談会，會議提出了1960年和今后几年的土壤微生物学研究工作的几个主要方向：

1. 从微生物学方面來总结農業丰產經驗；其中包括研究各种丰產技術措施对微生物动态的影响，研究主要作物的根际微生物和丰產田土壤中微生物間的相互关系；
2. 从微生物学方面总结農民積肥、造肥、保肥的先進經驗；
3. 关于菌肥的研究，其中包括研究，各种菌肥的施用条件，选育当地的优良菌株，各种菌肥作用的實質，寻找創制新的菌肥等等；
4. 土壤微生物生态地理分佈的研究；
5. 改進和創造土壤微生物的研究方法；
6. 微生物基本理論的研究，其中包括，微生物的分类，生理生化，固氮菌的固氮作用机制等等。

从前面簡短敘述可以看出，農業微生物学在我國是很年青的，但她已有一个良好的基礎，一开始就包括了微生物学的各个方面的工作，气魄極其雄偉。特別是有党的正确領導，在总路綫的光輝照耀下，我國的農業微生物学将会更加蓬勃地發展起來，迅速結出碩果，在社会主义建設中立功。

本課主要参考書

1. 陈華癸等編 微生物学
2. 樊廣笙等編 微生物学
3. 陈華癸編 土壤微生物学
4. 費多罗夫 (Федоров) 微生物学 (中譯本)
5. 費多罗夫 (Федоров) 土壤微生物学 (中譯本)

緒論部分参考書

1. 上記各書的緒論部分
2. 張憲武解放以來土壤微生物学的發展

“土壤”1959年10期

3. 中國科学院土壤微生物研究工作座談会的总结
(尚未公开发表)

第一編 微生物的普通形态学與分类学

第一章 細菌的形態

§1 細菌的外形和大小

一、形态

細菌为微小的肉眼不可見的單細胞微生物，或單細胞的集集体。外部形态簡單，可分为三种基本形态：球狀，杆狀和螺旋狀。

1. 球菌：

圓球形，單个存在时为正圓形，若成对或更多細胞積聚时呈圓或正圓形。球菌分裂后集聚状态不同，形成形状不同的群体，但每个細胞仍为一个独立个体。球菌可分为下列各类：

- ① 單球菌：細胞分裂后各自分散單独存在。如白色小球菌 (*Micrococcus candidus*)。
- ② 双球菌：細胞分裂后，每兩個联合成对。如肺炎双球菌 (*Diplococcus pneumoniae*)。
- ③ 鏈球菌：細胞沿一个平面分裂，分裂后成串球狀。如乳酸鏈球菌 (*Streptococcus Lactis*)。
- ④ 四联球菌：細胞沿兩個垂直面分裂，四个細胞相联。如四联球菌 (*Micrococcus tetragenus*)。

⑤ 八叠球菌：細胞沿三个垂直面分裂，八个或十六个細胞叠合排列成捆紮的包裹狀。如黃色八叠球菌 (*Sarcia lutea*)。

⑥ 葡萄狀球菌：細胞分裂向多方向進行而先規則，形成葡萄狀如金黃色葡萄狀球菌 (*Micrococcus aureus*)。

2. 杆菌

多为圓柱形，棒狀、或为長橢圓形，長通常为寬的2到10倍兩端有的鈍圓形如枯草杆菌，有的截平如炭疽杆菌，或尖銳如纖維粘菌。自然界的細菌以杆菌最多。杆菌分裂后由于集聚状态不同可分为：

- ① 單杆菌：如大腸杆菌 (*Bacterium coli*)。
- ② 双杆菌：如肺炎杆菌 (*Bacterium pneumoniae*)。
- ③ 鏈杆菌，[如枯草桿菌] 蕈狀孢杆菌等 (*Bacillus mycoides*)。

根据能否形成芽孢又可分为：

- ① 有芽孢杆菌，如枯草杆菌 (*Bacillus subtilis*)。
- ② 无芽孢杆菌：如固氮菌 (*Atotobacter*) 螢光杆菌 (*Pseudomonas fluorescens*)。

2. 螺旋菌

弯曲的杆菌。有的只有一个弯曲，呈弧狀称为弧菌 (*Vibrio*)。有的呈多个弯曲，5—6个或更多，有螺旋菌 (*Spirillum*) 和螺旋体 (*Spirochaeta*)。

除此三种基本类型之外，尚有絲狀細菌，称为衣細菌，胞呈鏈狀，外具一共同鞘套。也有

分枝的細菌，如分枝桿桿菌，細胞有一個小突起或短分枝，也有呈繁復的分枝，如放線菌。

二、細菌的大小

細菌的大小以微米 (μ) 來表示。 $1\mu = \frac{1}{1000}$ mm。球菌細胞的直徑一般為 $0.5-1.0\mu$ 偶爾可見大的球菌，最大的硫磺細菌直徑可達 13μ 。桿菌的大小以長寬起表示，一般為 $1-4 \times 0.5-1.0\mu$ 但也有特殊大的如貝氏硫磺菌屬的細菌 (*Beggiatoa mirabilis*)。直徑可達 50μ ，也有極小的可以通過孔隙較大的細菌漏斗，如侵肺桿菌 (*Bact. pneumosintis*)，它們的大小僅為 $0.5-1.0\mu \times 0.1-0.15\mu$ 。

一般細菌的大小可參看表 1

表 1

球 狀 細 菌		細胞直徑 (μ)	
尿 球 菌	<i>Micrococcus ureae</i>	1.0—1.5	
乳 酸 鏈 球 菌	<i>Streptococcus lactis</i>	0.5—0.8	
金黃色葡萄狀球菌	<i>Micrococcus aureus</i>	0.8—1.0	
大 八 選 球 菌	<i>Sarcina maxima</i>	4.0	
圓 褐 固 氮 菌	<i>Azotobacter chroococcum</i>	4.0—6.0	
大 硫 黃 菌	<i>Tniphysa Volutans</i>	7.0—18.0	
杆 狀 細 菌		長度 (μ)	寬度 (μ)
變 形 杆 菌	<i>Proteus vulgaris</i>	0.5—4.0	0.4—0.5
大 腸 杆 菌	<i>Bacterium coli</i>	1.0—2.0	0.5
寶 氏 乳 酸 杆 菌	<i>Lactobacterium delbruckii</i>	2.8—7.0	0.4—0.7
枯 草 杆 菌	<i>Bacillus subtilis</i>	1.2—3.0	0.8—1.2
大 芽 孢 杆 菌	<i>Bacillus megatherium</i>	3.0—3.9	1.0—2.0
螺 旋 狀 細 菌		長度 (μ)	寬度 (μ)
霍 亂 弧 菌	<i>Vibrio cholerae</i>	1.0—3.0	0.3—0.6
紅 色 螺 旋 菌	<i>Spirillum rubrum</i>	1.0—3.2	0.6—0.8
大 螺 旋 菌	<i>Spirillum Volutans</i>	10—20	1.5—2.0
梅 毒 螺 旋 體	<i>Treponema pallidum</i>	6—14	0.25—0.8

細菌的形態和大小，常因培養基的性質，培養時間和條件的不同而有變化，不適宜的培養基或培養時間過長，可使細菌形成畸形體。在滲透壓高的培養基中的細菌和老年的培養，一般個體略小，適宜的培養基中的細胞較大。細菌大小，以長度變化最大，幾乎所有的細菌均能在 $1-10\mu$ 之間變動，然而寬度則比較固定，所以細菌的寬度是鑑定菌種的重要特徵之一。

§ 2 細菌細胞的構造

細菌細胞的構造和一切生物細胞相同，重要可分為細胞壁和原生質兩部分。不過細菌細胞更為簡單，一般沒有獨立的細胞核，一個細胞即一個個體。

一、細胞壁，莢膜和鞭

細菌的細胞壁很薄，具有一定的硬度并有彈性和伸展性。細胞壁是保持細菌具有一定形狀的基礎。

細菌細胞壁的化學成分與植物細胞壁不同，它幾乎沒有纖維素，它的主要成分是半纖維素以及複雜的多糖，也有含氮的擬脂和几丁質。

有些細菌在生命活動過程中分泌粘性物質，積聚在細胞壁外，使細胞壁粘液化。當積聚量較多并濃縮后形成一層囊膜，這種囊膜稱為莢膜。有莢膜的細菌在液體培養基中發育時，常使培養液具有粘性；在固體培養基表面上形成的菌落，呈濕潤粘稠的狀態。在進行細菌染色時，莢膜不着色或着色很淺，莢膜的成分為多糖，糖蛋白或果膠物質。許多具莢膜的細菌聚在一起時，形成菌膠團。

莢膜的形成立受環境和培養條件的影響。有些細菌在碳素養料豐富而氮素養料缺乏的培養基中生長時，容易形成較厚的莢膜。

在細菌的絲狀體外圍有一種鞘，它也是細菌細胞壁粘液化的表現，在個別代表菌的鞘中，還沉淀有一些無機物質，如鐵細菌的鞘，其中有鐵質沉淀。

二、原生質和內含物

在細胞內壁半流動的膠體物質即原生質。靠近細胞壁的原生質存一層構造致密而濃稠的部分。即原生原膜，染色時多染成深色。原生質膜具半透滲性，通過它細菌進行新陳代謝。

原生質的成分以複合蛋白質為主，也含有似脂類。細菌的幼年細胞，原生質稠密均勻容易染色，老年細胞則出現液泡，呈多孔構造，染色則不均勻。這種現象是否顯著，隨菌種不同也有所不同。

在成長的細菌細胞原生質內，常見有各種顆粒狀的內含物，它們是新陳代謝過程中的產物。有的是貯存的營養物質如不含氮的淀粉，肝糖、脂肪滴、和含氮的振轉菌素等。有的是代謝的廢物和草酸鹽的結晶。

三、細胞核

細菌細胞的原生質內，一般沒有分化的獨立的細胞核，但是構成細胞核的核染色質在細胞內則是普遍存在的。根據蘇聯微生物學家А.А.имшенецкий的意見。核質在細菌細胞內呈三種形式存在，依細菌種類而不同。

1. 核質均勻地分散在原生質中，無任何構造，這是最原始的形式，稱為擴散核。細菌多呈這種狀態。

2. 在細胞中可以看到核質呈顆粒狀態分散在原生質中，然而尚未結合在一起。

3. 核質聚集成一個或幾個顆粒，形成原始的細胞核。有些粘液細菌具有原始核。

四、芽胞

一些細菌（主要是桿菌、球菌只有一種），在發育的一定階段、在適當的環境條件下，在細胞的內部形成一個芽胞（極少的種可能形成兩個芽胞），細菌的芽胞一定在細胞的內部，但其位置則可有不同。有的位於菌體中央部位。稱為中央芽胞，有的位於菌體的一端稱為端生芽胞，芽胞一般為圓形或橢圓形，其大小有的相當於菌體的寬度，有的比菌體小，也有的則較菌體寬大，從而使菌體形成梭狀或鼓槌狀。

芽胞的形成，開始是一部分原生質和核質在細菌細胞的一定部位集結濃縮，逐漸脫水，然後在周圍發生堅厚的芽胞壁，使芽胞與菌體其他部分分隔。芽胞形成后，菌體即喪失活性，最後細胞壁粘化溶解，芽胞遂成為一個獨立休眠狀態的生物體。

芽胞壁分內壁和外壁兩層。滲透性極小，因此染色時不易着色，并能抵抗不良環境條件，如干燥、高溫以及化學藥品的作用等。

芽胞在環境適宜時吸水而發芽，形成一個新的個體，以後再進行繁殖。可見芽胞并不起繁殖作用，而是起保護作用。

五、細菌的鞭毛和運動

有些細胞具有鞭毛，當鞭毛伸長擺動時即可推動細菌前進和轉動。鞭毛是細長的原生質絲，由原生質向胞壁外穿出，引長作波狀彎曲。直徑很小，一般僅有細菌寬度的 $1/20$ ，約為 $0.02-0.05\mu$ 。這個寬度已超出了普通光學顯微鏡的可見範圍，因此需用電子顯微鏡或用特殊染色法，使它們膨大後始可觀察。

鞭毛在菌體上着生的部位和數量不同，可以分為三類：

1. 單鞭毛菌：只生一根鞭毛，如霍亂弧菌、螢光桿菌、運動時直線前進。
2. 叢生鞭毛菌：在菌體的一端或兩端着生一叢鞭毛，前者如藍乳桿菌，后者如波狀螺旋菌，前者是直線前進或輕微擺動，后者擺動前進。
3. 周生鞭毛菌：鞭毛分布在菌體全身如大腸桿菌、枯草桿菌等。細菌運動時滾動前進。

細菌常常只是在培養的初期（12—24小時內）形成鞭毛，運動性很強。例如霍亂弧菌一秒鐘可推進 30μ ，約等於菌體長度的15倍，但一般細菌則等於菌體大小的距離。培養稍久，鞭毛脫落即逐漸喪失其運動性。不適宜的溫度和PH值，都會妨礙它們的運動。細菌的鞭毛是菌種鑑定的重要特征之一。

除具有鞭毛的細菌能運動外，尚有螺旋體和粘液細菌能運動。前者靠細胞中央的彈性軸絲，使細胞伸縮，后者則靠菌膠團中的鞭每個細胞的彎曲伸展而運動。其餘不具鞭毛的細菌則不能運動。

§3 細菌的繁殖和菌落

細菌主要是靠簡單的橫分裂繁殖。細菌發育成長後即開始分裂。分裂的方式可分為兩種：

1. 橫隔膜分裂：分裂時在細胞的中部發生隔膜，向內作環狀推進。在中央部癒合，將細胞分隔為二。然後在分隔處產生雙層細胞壁，形成二個細胞。絕大部分細菌經此種方式繁殖。
2. 綫縮法分裂：又名連結分裂。有少數細菌的細胞開始分裂時，在細胞中部發生綫縮現象。逐漸形成8字形，最後形成兩個細胞。如食纖維粘細菌（*Cytophaga*）即以此法分裂繁殖。

也有個別細菌如螺旋體，它們不是橫分裂而是縱分裂。它們的分裂隔膜可能是沿長軸排列的。

此外，有些高級的細菌如在細菌目中的鐵細菌，在它們綫狀體的先端的部分，細胞可以形成具鞭毛的游動孢子或不運動的分生孢子。每個孢子繼續分裂成新的個體。

環境適宜時，細菌繁殖得極快。約經 $20'$ — $30'$ 即可分裂一次。因此，如有一個生活力旺盛的細胞，在適宜的條件下繼續繁殖，可得出下列驚人的數字：

5 小時	1024 個
10 小時	26,2144 萬

15小时	26527.5636万2.6亿)		
20小时	1910亿6720万 (80毫克)。		
25小时	82克	30小时	89.2公斤
40小时	18841.6吨		

然而在自然界是没有这种情况的。因为在它们新陈代谢过程中，是不可能较久地保持其适宜条件的。但是这种速度给我们一个启示。即当我们人工繁殖某种细菌时，如果条件适宜的话，在很短时间内便可获得大量的细菌。

细菌在固体培养基上发育并大量繁殖时，形成大量细菌积聚。从而肉眼可以看到，这种细菌的集合体称之为菌落，菌落是细菌种内共同生活的一种形式。菌落如果生长在固体培养基的表面，称为表面菌落。如果生长在中和固体培养基之下，则称为埋藏菌落或深层菌落。

不同细菌形成的菌落各有其不同的特征。可以从形态方面相区别，作为菌种鉴定的依据。

细菌在液体培养基中繁殖时，一般则分散在培养液中。但由于各种细菌的生活习性不同，也会表现不同特征。如有的细菌则形成均一的混浊，有的则形成沉淀或浮膜。这些性状也可作为菌种鉴定的参考。

§4 细菌的个体发育和生活史

生物的个体发育各有其一定过程，然而大部分细菌的个体发育过程是不很明显的，它们以一个细胞分裂成两个子细胞，子细胞很快地长成母细胞一样的状态 and 大小，再行繁殖为第三代。

但是有些细菌从外部形态变化，可以看出其个体发育过程，完成一个生活史。例如枯草杆菌，在幼年时期是单杆菌，有周生鞭毛能运动。后来失去鞭毛进行分裂成长链状。经过一段时间这长链中的每个杆菌又形成鞭毛开始运动，而后又分散为单个细胞，回复到最初的发育形态。经过多次重复这一发育过程后，在长链中的杆菌内开始形成芽胞，细菌又失去鞭毛不再运动，以后变成独立的芽胞。芽胞在适宜条件下发芽成一正常运动的细菌，再重复上述的发育过程。

§5 超显微微生物

细菌虽然很小，但还有比细菌更小的微生物。以致用普通光学显微镜不能看到它们。因此我们称这类微生物为超显微微生物，超显微微生物包括病毒和食用菌体两类。光学显微镜分辨限为0.2微米，病毒和食用菌体的个体小于0.2 μ ，它们的大小以毫微米(m μ)表示。现则多用电子显微镜来研究它们。

一、病毒

俄国的微生物学家Д.И.Ивановский在1892年研究烟草花叶病时，发现一种有传染性的有机体，它们的个体极小，一般的光学显微镜不能见，并且通过细菌滤器，故又称为过滤见病毒。

最小的病毒仅为100—200毫微米。大多数病毒为圆形，有的呈丝状、桿状、蝌蚪形，甚至还有的是方块状或长针状的结晶。没有细胞结构，所以说病毒是前细胞生物。

病毒的组成主要是蛋白质，而且是以核蛋白为主，此外也有脂肪和碳水化合物以及无机盐类。

病毒具有严格的寄生性，只能在活細胞中生長。而不能在体外生長。即使在搓碎了的新鮮的寄主植物組織內，都不能使其再生。

它們具有傳染性，但具有專性，一定种类的病毒只能在不同的寄主中或同一寄主的不同器官中生長。它們的繁殖速度很快，接种到植物体中的病毒，四周內蛋白質量可以增加一百万倍。

陽光對它們有殺傷力。加熱到 $55^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ 則可殺死病毒。但能抵抗高溫。某些藥物也可以殺死病毒。

二、食菌体

食菌体最初是在兩種細菌培養中發現的，一九一五年英國學者陶爾德(Twort)在培養葡萄球菌時，發現在菌落上有象被食過的透明的斑塊，并能逐漸擴大。用接种針在這種斑塊部分接觸後，再在另一發育完整的菌落上划綫，划過的部分不久即開始溶解而發生疫斑，并逐漸向兩側擴張，一九一七年法國學者第赫蘭爾在痢疾桿菌的液體培養中發現了菌體被溶化的現象。他將患痢疾而巳恢復了健康的病人糞便，經細菌過濾器過濾後，取得澄清的濾液，加入痢疾桿菌的培養基中，發現了同樣的溶解現象，可見，細菌是被另一種更微小的生物的作用而溶解的。雖然在當時不能用顯微鏡觀察到，但從傳染性和繁殖能力的特性可以證明它們的存在。第赫蘭爾認為它們是有生命的，并称之为食菌体。

食菌体是細菌的寄生生物。它們也只能在活細菌細胞上寄生，也具有專性。它們的大小平均有 $0.03\sim 0.1\mu$ 。關於病毒的和菌食体的大小，可參看表2。

表2 微生物体大小比較表 (Stanley 1947)

微生物及其他生活物質	直徑或長×寬 (μ)
紅血球	7500
靈桿菌	$750\times 30\sim 500$
天花病毒	210×260
烟草花叶病毒	15×280
狂犬病毒	125
流行性感冒病毒	115
葡萄狀球菌噬菌体	100
T_2 大腸桿菌噬菌体	60×80
T_3 大腸桿菌噬菌体	45
蕃茄矮縮病毒	26
黃熱病毒	22
血紅素分子 (馬)	3×15
鵝蛋白分子	25×10

在電子顯微鏡下放大兩萬倍時，發現它們是圓形、橢圓形的顆粒。它們繁殖得很好。一每發育24小時的痢疾桿菌液體培養，引進食菌体5—6小時後，痢疾桿菌就可被全部溶解，食菌体增加幾千萬倍。

食菌体能抵抗低溫 and 干燥， 100°C 高溫則可殺死，陽光對它們也有殺傷力。

三、細菌的過濾形态