

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

細菌

胡先驥著



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千種

總編纂  
王雲五

商務印書館發行

04057E

江公雲卿遺象

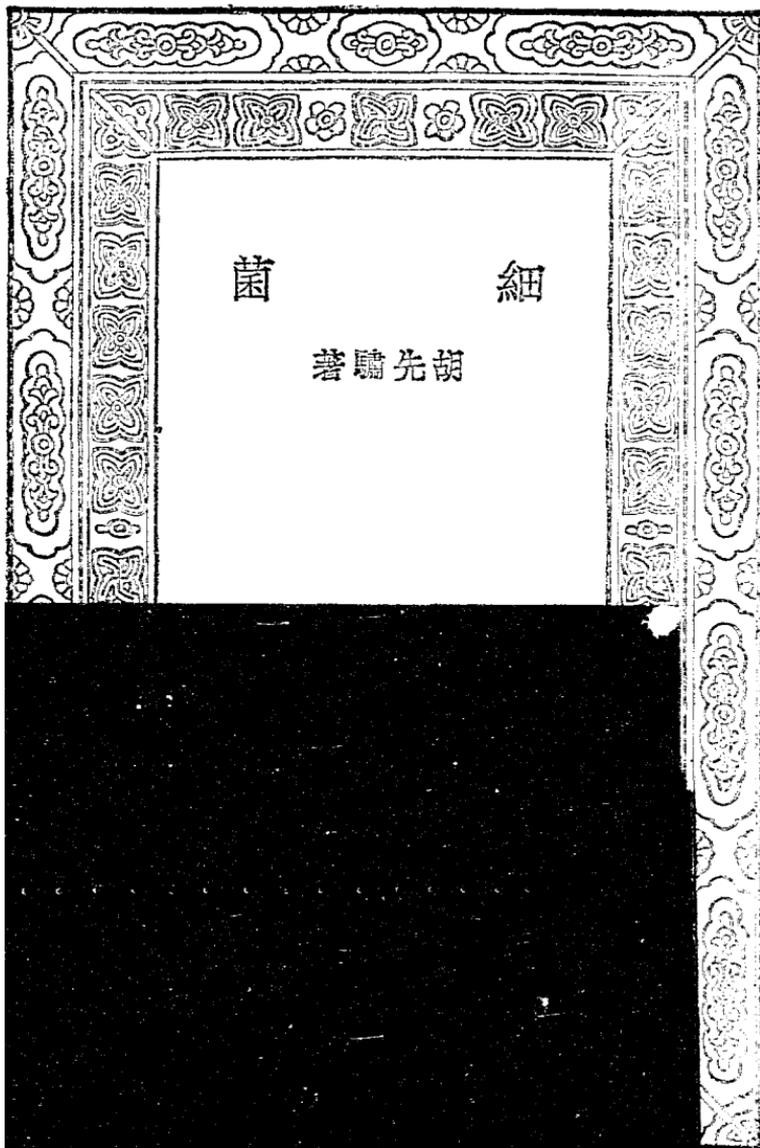


吾族僻處山隅。而歷朝科第聯綿。人文蔚起。蓋由我祖我宗。以耕讀傳家爲勸率而然也。科舉旣廢。里中  
卽立小學。以訓育子姓。惟兵燹以後。墳籍蕩然。予叔父漢珊公特購四部備要一部。贈諸鄉校。俾治國  
學者有所考索。嘉惠後學。誠盛事也。愚兄弟趨庭之暇。稔聞先君雲卿公稱述先會大父大文公讀  
書勵行之盛德。及先大父采東公掩骼建祠之懿聞。輒殷殷以敬宗睦族相勸。予小子秉承庭訓。毋  
敢或忘。近見海上書坊印行萬有文庫一種。卷帙浩博。而於各種科學之精要咸備。洵爲治科學者之津  
梁。爰承遺志。購貽族人。里中有此兩書。好學之子弟。雖杜門里術。負笈無資。亦可致力自修。期學業之深  
造。更望里中父老。因是益搜求圖籍。以爲興立圖書館之美舉。他日者人才輩出。族姓光大。將以此爲其  
嚆矢焉。而先大夫未竟之素志。亦得以補償一二。是則愚兄弟之大願也。至於藏守護持。毋使放失。毋供  
鼠竄。則有吾鄉校中有典守之責者在。是爲敘。

中華民國二十一年歲次壬申仲夏旌德江庶咸笑逸全識

2121.6

(1)7/500



菌 細

著 贖 先 胡

# 細菌

## 目次

一	定名	一
二	細菌學之略史	二
三	細菌學之範圍	五
四	細菌之界說	七
五	細菌在宇宙間之分布	九
六	細菌之形態	一一
七	細菌之分類	一六
八	細菌之生活及其作用	一八
九	細菌與疾病	二七

# 細菌

## 一定名

生物界中有一大支生物焉，其體極微，極離窶之明，不能或察，大氣陸地江河中，靡不遍布，此卽世人所謂之『微生物』或『微生蟲』是也。然微生蟲之『蟲』字，原係指昆蟲環節蟲等而言，以較此微小生物，大有繁簡高下之別。且蟲爲動物，此支生物則爲植物，故此名極不相宜。至微生物一名，則宜包微生植物微生動物而言，故亦未妥。醫學界曾創一『穉』字以代之，然意義甚晦，亦不通行。其名之最佳者，自當首推植物學家所用之『裂殖菌』(Schizumycoetes)一名詞，以與裂殖藻(Schizophyta)對待，爲能寓意義於名中。然醫學界最通行之『細菌』一名，亦無大缺點，茲編爲通俗起見，故仍用之。

## 二 細菌學之略史

謂宇宙間尙有若干目不能見之微生物之思想，古來哲學家常有之，所謂『蠻觸巢於蚊睫』，卽其一例也。希臘羅馬之昔賢，亦常有此想。然真確之發明，則自荷蘭精於製造顯微鏡之雷文鶴 (Leeuwenhoek) 氏始。雷氏曾以其所造之顯微鏡，觀察各種微細之物，一日乃發見有能自由運動之生物。氏因於一千六百八十三年將其觀察之所得，函告英國倫敦皇家學會，於是生物界一大紀元乃開幕矣。

雷氏之研究，孤立無助者幾一世紀，直至丹麥動物學家繆勒爾 (O. F. Müller) 始爲科學之研究。繆氏頗知研究此等生物之困難，然卽以當時之困難，氏對於細菌之構造，猶能多有發明。有數種細菌，氏之鑑定，極爲精密，至今日尙能依據其紀載，以鑑定其爲屬於何羣云。

再後之大進步，則基於愛變剖格 (Ehrenberg, 1795-1876) 之研究。氏之關於浸液動物

(infusion animals) 或浸液蟲 (Infusoria) 研究之著作，於一千八百三十八年刊行，其書將前此關於細菌研究之結果，搜集靡遺。而其大功，尤在其研究細菌之系統。彼於此時，已能將今日所謂之細菌分爲若干羣，且能認定各羣較大之細菌，如螺旋狀細菌與數種原蟲等之特性。其所立桿菌 (Bacterium) 螺旋菌 (Spirillum) 之名，雖意義漸有變遷，然尚通行於今日細菌學中也。

愛變剖格之後二三十年中細菌學日有進步，其中最著名之人物中，杜若汀 (Dujardin) 勃蒂 (Perty) 柯恩 (Cohn) 賴格里 (Nägeli) 首屈一指。然諸氏之成績，猶遠不及巴司德 (Pasteur)。在巴氏研究之先，細菌與多數日用習見之現象，如腐敗，朽爛，發酵等作用之關係，僅有猜度而無切實之證明。巴司德 (1822-1859) 對於自然發生 (spontaneous generation) 及發酵之研究，乃與細菌學以一關於生物界前此未有之重要。前此目前所習見而不可解之現象，每每泛謂爲空氣中之氮或別種無機物所致者，今乃證爲細菌及其類似之物之作用。巴氏證明腐敗與朽爛非生命『自然發生』之泉源，而爲微生物營養作用之化學分解之表現；發酵作用，非如大化學家李泌希 (Liebig) 所付度爲將死或已死之酵母菌在其分子分解時牽動與之相接觸之繁複有機分子。

所致，而爲生存與正生長酵母菌求達其營養作用所致也。自巴氏研究以後，此類微細之生物，初僅爲生物學家視爲有研究之意味者，乃在自然科學中，占一極重要之位置；而其活動與能力，皆與人生日用刻刻休戚相關焉。故吾人欲認一人爲細菌學之鼻祖，則舍巴氏以外，殆無其人矣。

巴氏之研究，爲細菌學開新紀元。確克 (Robert Koch) 之研究，則使細菌學成爲一獨立之生物科學。在一千八百七十六年，確氏證明一種特種細菌 (Bacterium anthracis) 爲牛之一種特種病（癰或脾臟熱病）之主因，其證據之顯明，一時大引起科學界之注意，致有多數學者用『微生物說』爲同等之研究。在一千八百八十二年，確氏且對於細菌研究之方法，爲一莫大之貢獻，是爲固體培養劑之發明。此法一出，遂能分離單種之細菌而爲純粹培養。在此法未發明之前，欲分離單種之細菌，極其困難，且無把握。研究家每每不知其所研究者，爲一種細菌，抑多種細菌，其研究方法因而不能統一，而結果亦每不可靠。自確氏示知如何取得不雜外物之一細胞或一羣細胞後，嗣大進步乃能發生。此後細菌學進步之速，大非偶然之事，實由於確氏之發明有以致之也。

### 三 細菌學之範圍

一如其他發達極速之科學，細菌學發達不久，即又分支矣。細菌與疾病之關係，早已引起一般學者之注意。其與病理與醫術有關之處，不久即有一派學者為專門之研究。近日則又有分為病理與衛生兩門之趨勢。在病理細菌學所研究者，為細菌及其所分泌之毒質在動物體中之影響及其分布，與動物體對於細菌侵入所起防禦或其他之反應。衛生細菌學所研究者，則為細菌已離動物體中，而傳播於外界之門路及方法，與夫致病細菌在水中，土中，大氣中生活之狀況與壽命，以及如何再能與健康之個體接觸之機會。又細菌不僅有害，且有多種極有功於人類，而為世界所一日不可缺者。在農業則細菌有改變土壤性質，增加肥料之功。又乳酪，乳酥，豆腐乳，皮蛋，醬，醬油，酸菜等物，皆必須細菌始能奏功。即工業界之製革，漚麻，甚而製造烟葉，皆必須憑藉細菌之力。故農業工業，又各有研究細菌學之專攻。然在此致用之問題外，其根本研究之關於細菌之構造，發達，生理，及效

能，則又各支細菌學所共同注意者也。

## 四 細菌之界說

裂殖菌或細菌爲微小之植物，無葉綠素，以二裂方法而繁殖；其個體爲單獨細胞，形或圓，或長圓，或棒形，或螺旋形，有時亦組成線狀體，或其他形狀之羣體；其特性爲缺少普通生物界所習見之有性生殖 (sexual reproduction) 及普通之細胞核 (nucleus)。此二性質與藍綠藻 (Cyanophyceae) 同，故藍綠藻又名裂殖藻，而多認爲細菌所自出。然細菌中如 *Sarcina* 則與綠藻 (Chlorophyceae) 中之 *Palmellaceae* 有相似之處，而黏質細菌 (Mycobacteriaceae) 則極與黏菌 (Myxomycetes) 有關，又藍綠藻所無之性質，如顫毛 (cilia) 內孢子 (endospore) 細菌乃或有之，是又與鞭毛原蟲如 *monas*, *Chromulina* 有關之表示。又其內孢子之構成與酵母菌之孢子構成，頗有似處，若 *Bacillus inflatus*, *B. ventriculus* 等，果爲在同一細胞中構成一個以上之內孢子，則與酵母菌之關係益顯（酵母菌一細胞中每發生四內孢子）。又裂殖菌中如

*Clostridium*, *Plectridium* 等，產孢子之細胞，能增大其體積，亦其一證。且酵母菌亦有極微小細菌，而間或僅有一內孢子者。又無顫毛而不能運動之細菌，其內孢子之構成，與接合藻 (*Conjugatae*) 之有單性孢子 (*azygospore*) —— 卽平常應有二精子配合而成之孢子，今乃由一精子發達而成者——非僅偶然之相似，數種波髮藻科 (*Ulothricaceae*) 藻類，若體積縮小，卽與之神似也。邁葉爾 (*Meyer*) 認此種爲厚殼孢子 (*chlamydospore*)，克勒卜司 (*Klebs*) 則認爲子囊孢子 *carpospore*，或與酵母菌之內孢子相類之厚殼孢子云。邁葉爾 又認通常細菌之分節細胞爲環節孢子 (*oidium*)，自卜勒忽德 (*Brefeld*) 發現菌類中小環節孢子與厚殼孢子之常存，遂使所謂爲細菌者不過退化之真菌之猜度，益有憑證。卽數種細菌如 *Bacterium vermiciforme*, *B. pedicellatum* 所特有，一偏生長與發生蒂與鞘之特性，亦爲數種藻類如 *Oocardium*, *Hydrurus* 及數種矽藻 (*diatom*) 所共有者也。總而論之，細菌甚似一雜亂之羣體，在今日學術界之程度，殆無從以細別其源流焉。

## 五 細菌在宇宙間之分布

細菌發生極早之論據，可以在化石中之遺迹以定之。雖吾人不能全憑不完全之岩石記載，然變若德 (Renault) 與萬雷簡 (Van Tieghem) 之研究，極足證明大部分細菌皆生存於泥盆紀與石炭紀之時。

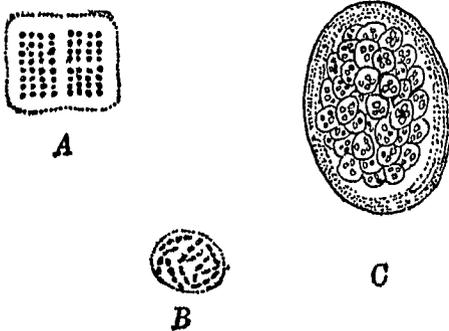
細菌無葉綠質，不能製造食物，故皆為死體或生物之寄生。其為死體寄生者，幾於無在不有，如池塘溝渠港汊江河海洋中皆有之，尤以在沼澤，溝洫，垃圾，土壤中含有有機物浸液者為最多。任何液體，如血液，尿，乳，痰，酒等之含有有機物者，或固體之食物如蔬菜肉食等，若暴露於空氣中而溫度溼度適宜時，不久即為細菌所麩集。然細菌雖遍布於大氣中及暴露之物之外面，其分布殊不均勻。大氣中細菌，未必衆多如一時所猜度者。種種考證，知在高山或北地鄉野中，大氣中含細菌極少，甚或無之。即同在一城市中，其分布亦不均勻，有時麩集如雲，而時有細菌絕蹤之隙地。但在試驗室或

培養細菌之所，則空氣中含有極多之細菌。大體論之，以其體質之輕微，故風雨溫度等皆與其分布有關也。其爲生物寄生者，或寄生於人類或動物各種器官中，其生活與分布之情形亦極爲複雜。植物受害較少，其故則以高等植物體中酸質過多，每不利於細菌之生活故，然亦有寄生於植物者。動物食道中，除分泌酸質之處外，皆有多數之細菌。然非皆有有害於寄主者，惟或有間接之損害，如細菌能毀齒，卽爲阻礙消化之遠因是也。



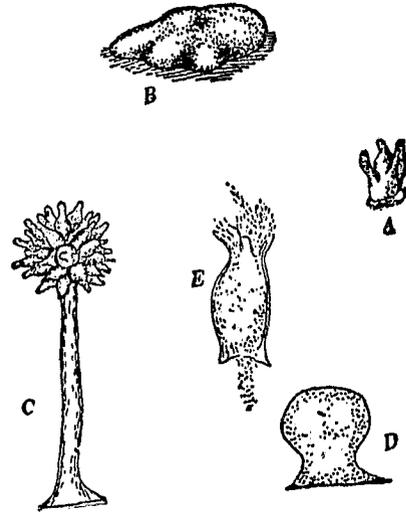
第一圖 各種細菌之形態及其頭毛之狀況

- A. *Bacillus Subtilis*, Cohn, 與 *Spirillum undula*, Ehrenb.
- B. *Planococcus citreus* (Menge), Migula.
- C. *Pseudomonas pyocyanea* (Gesard), Migula.
- D. *P. macroselmis*, Migula.
- E. *P. synchyana* (Ehrenb.), Migula.
- F. *Bacillus typhi*, Gafky.
- G. *B. vulgaris* (Hauser), Migula.
- H. *Microspira Comma* (Koch), Schroeter.
- J. K. *Spirillum rubrum*, Esmarsch.
- L. M. S. *undula* (Müller), Ehrenb.



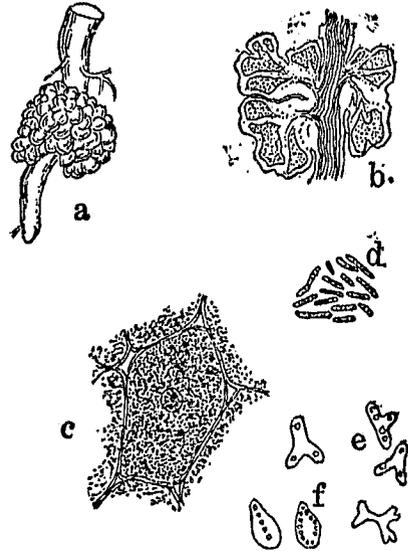
第二圖 細菌團之形狀

- A. *Bacterium merismopedioides*, Zopf. 之方形細菌團
- B. *Myconostoc* 之圓形細菌團
- C. *Beggiatoa roseo-persicina* 之多數卵形細菌團實為一卵形膠質體所包被



第三圖 黏質細菌之形態

- A. *Myxococcus digelatus* 之赤色孢子器 (x 120)
- B. *Polyangium primigenum* 之赤色孢子器 (x 40)
- C. *Chondromyces apiculatus* 之橙黃色孢子器
- D. 初生之孢子器 (x 45)
- E. 單個之孢囊萌發 (x 200)



第四圖 豆科植物之根瘤菌

- a. *Lupinus* 之根瘤 自然大
- b. 根與根瘤之直剖 g. 輸導管 w. 細菌組織
- c. 細菌組織之一細胞表示原形質與細胞核中俱充滿有細菌
- d. 根瘤中退化之細菌
- e. f. *Vicia villosa* 與 *Lupinus albus* 之變形細菌 (ex 600; a-f x 1500)

## 六 細菌之形態

細菌或爲單獨細胞，或爲線狀及其他形狀之羣體，以分裂之情形而異。其單細胞者，有時小至千分之一公釐，大者亦厚至千分之四或五公釐，甚有千分之七或八公釐，其長度或與厚度等，或數倍之。在線形羣體，則在未用染色劑時，其單獨之細胞，每難分辨，故其線體之長度，每數百倍於闊度也。其扁平狀或圓形之羣體，可數倍或數百倍於個體細胞，每個細胞之形狀，或爲一小球形，或爲直曲拗轉之線形，棍形，其全體之直徑不必一律，兩端或圓或扁，且有尖者，平常祇循一方向分裂——向長軸橫裂——故羣體常作長棍狀，但在等直徑之細胞，亦間有循二、三方向分裂，而成無限大之扁形圓形或不規則形之羣體。細菌細胞皆有一胞膜，費歇爾 (Fischer) 及他人用細胞退縮法會證明之。其胞膜與高等植物者異，不呈纖維質 (cellulose) 之反應，亦無真菌胞膜所含之 chitin，而屬於蛋白質，顯爲原形質所變化。然如在 *B. tuberculosis*，則細胞之分析，顯知有多量之纖維

質。在他種則胞膜能漲大成膠質體，若此種漲大之胞膜緻密而常存，則謂之爲鞘。有時紅黃藍綠等分泌色素，積於胞膜，而鐵質細菌之胞膜，則有氯化鐵積於其上焉。細菌細胞之所含者，如用適宜之染色法，在較大之種，則現爲一團同質之原形質，及不規則之細胞穴，內含液體，散布其中，則有一或數個染色甚深之顆粒，原形質自身有時亦帶有鮮紅黃等色素，有時尚有染色甚深之顆粒以外之物。華特 (Ward) 諸人曾發見在數種細菌含有可用碘素染爲藍色，一如澱粉之類之物，即在完全無澱粉之培養劑中生長者亦有之，在他種則有可爲碘素染爲褐色，如 glycogen, amylo-dextrin 之類之物。油或脂肪之質點亦所常有。在硫黃細菌則含有多數硫黃之顆粒。至細菌是否有如平常植物細胞所有之細胞核，則大爲疑問，在大多數細菌中未曾見有如高等植物細胞核，遂有人謂彼染色甚深之顆粒爲細菌之原始胞核，而稱之爲染質粒。然究不能據爲定論。第近年來衛多夫士忌 (Vejdovsky) 孟苦 (Menc) 之研究，則證明在較大細菌中，曾發見有其構造與分裂，皆與高等植物相同之細胞核。蕭定 (Schaudinn) 則認 *B. butschlii* 之所有者爲彌散之胞核 (diffuse nucleus)。可知大多數細菌，或因其體過小，致胞核不易察見，或所有者爲彌散胞核，恐非絕對無胞

核也。多種細菌如懸於液體中，能自由運動，其運動之工具，則爲顫毛或鞭毛。此等顫毛，或在生存與未染色之細菌，不易得見。若夫勒 (Löffler) 始發明特種染色之方法，用此法製染，顫毛乃明現，爲細微之細胞內原形質引伸體，與藻類苔類之游泳孢子精子等所具者相同。此種顫毛，費歇爾證明由細胞膜上小孔中穿出，以後則附著胞膜上而不能內縮。此種顫毛或僅存在於一時，其數目或以培養劑之性質不同而有差異，然其分布之情狀，在適當之生長時，則有一定。總而論之，有無顫毛者，有僅有一鞭毛者，有兩端各有一鞭毛者，有僅一端有一簇顫毛者，有兩端各有一簇顫毛者，有全身密布有顫毛者。然不可盡據此以爲分類之區別，蓋同種之細菌在一端或兩端可有一二或數顫毛也。然一二與五六顫毛之差則可據以區分其種類。在顫動硫黃細菌 (Beggiatoa)，其長棍狀之體，有一種緩慢之顫動，與藍綠藻中之顫藻 (Oscillatoria) 之顫動相同，此種既無顫毛，且有甚堅密之胞膜，其所以能運動之故，尙不可知也。

不論何種形狀之細菌，其生長之狀況，多爲伸長；再則向長軸橫生一隔膜，而成兩細胞，或繼續分離，或暫時或較久連續。此種分裂，至再至三。在前者一母體細胞，分裂爲二子體細胞，其性質與母

胞若。在後者則連續成爲線狀體，或在分數方向分裂時，則成爲盤狀、球狀及其他形狀羣體。有時一羣細胞，忽從大羣體中分離。在數種線狀體之細菌，每生至一定長度時，即分裂爲二等長之段。每段繼續增長，繼續分段不已。其分裂頗速，一細胞在數鐘時。每分至百數十萬細胞。以種類培養劑及溫度之不同，或成無數獨立之細胞。或下沈結爲塊；或上浮結成薄膜。此種情形，有時能表示重要性質焉。有時多數細胞聚集於一種膠狀體之中，成一種休息期間之羣體，名爲細菌團 (*zoogloea*)。其性質與藻類如葛仙米 (*Nostoc communis*) 之膠質團極相似。此種膠質團或爲培養液表面上薄膜，或爲沈下之不整齊之塊或分支之體，蓋爲多數細菌在休眠期間以其漲大之膠質胞膜黏合而成者也。其構成之法，爲一或數個母體細胞，加速分裂，成爲一大羣，而各個細胞繼續分泌細胞膜，細胞膜吸取多量之水而膨脹成膠質體，細胞即休伏於其中焉。此種膠質體，或爲胞膜質，或爲蛋白質，或堅硬如角質，或稀如膠狀溶液，有時外物亦羶雜其中，或數種不同之細菌集合爲一體。細菌團在初期之形狀，常因種類而異，或球形，或卵形，或網狀，線狀，灌木狀，摺狀。至增大或與其他細菌團接合時，則形狀每每更變。較老之細菌團，或沈澱氯化鐵於膠質體中，至環境適宜時，潛伏之細菌，乃離

細菌團出而活動，生長分裂如前。在固體培養劑中細菌團或變硬成角質，惟浸於水中，則形狀如常。細菌一種最顯著之繁殖，是爲孢子之產生。現知多種細菌皆有此種休眠期之繁殖體。初時所發見者爲鏈形孢子(arthrospore)與內孢子。然鏈形孢子實非真正孢子，不過平常之營養細胞，分離後卽入休伏時期者，在有內孢子之種類亦有之。真正之孢子爲內孢子，其成也始於營養細胞之原形質中之一小顆粒，此顆粒逐漸長大，在數鐘之內，將全部原形質吸收罄盡，乃發達一薄而有抵抗力之外膜，成一圓形，卵形，或長卵形孢子，體較母體細胞爲小，而虛實其中。在最簡單最微細之細菌，從未發見有孢子。平常每一營養細胞中只能有一個孢子。在運動極活潑之細菌細胞中，亦能產生孢子。

造成孢子所需之狀況，每每不同。在不需空氣之種類，則造成孢子時不需多量氧氣；在需要空氣之種類，則需要氧氣甚多。每種俱有其各異之最適宜之溫度，有數種且須有一定之培養劑，若故爲改變其環境，細菌學者每能使之發達成無孢子之支族。在此種支族孢子之產生可無期延緩之，其生活力毒性等等性質，皆可因之而改變。增加酸質，毒素，或溫度，皆可有此結果。

## 七 細菌之分類

細菌分類極爲困難，有以產生鏈形孢子或內孢子之法分類者；有以其生理上特性，如產生細菌團，變膠質爲液體，分泌各種色素，使或種培養劑發酵而發散碳氫二，或他種氣體，或致各種動物之病狀等以分類者。此種分類，皆不可恃。用生理上特性分類之系統，尤爲醫術細菌學家所主持，其最著者有米格爾 (Miquel)，愛生堡格 (Eisenberg)，熱蒙 (Lehmann)，芮蒙 (Neumann) 諸氏之分類法。至用形態上之異點分類者，亦有多人，而以德同理 (De Toni)，德維桑 (Trevisan)，費歇爾 (Frischer)，米古拉 (Migula) 諸人所擬者爲佳，就中費米二氏者尤佳。今日分類植物學家皆大同小異隨之。茲以奧國維也納大學植物教授黃衛德士坦 (von Wettstein) 所著植物分類學 (Handbuch der Systematischen Botanik) 所用者譯於下方：

(1) 眞細菌部 (Eubacteria) 單獨細胞或成盤狀，球狀，或線狀羣體，若成膠質團體，亦無

一定之形狀。

(一) 球菌科 (Coccaceae) 單獨細胞球形，其繁殖或取其體之一二三方向分裂。

(二) 桿菌科 (Bacteriaceae) 單獨細胞棍桿形，正直，無鞘，繁殖取一方向分裂。

(三) 螺旋菌科 (Spirillaceae) 單獨細胞棍桿狀，彎曲，無鞘，繁殖取一方向分裂。

(四) 鞘菌科 (Chlamydo bacteriaceae) 單獨細胞爲一公共之鞘所環繞，繁殖取一

二三方向分裂。

(五) 顫菌科 (Beggiatoaceae) 細胞成線形，堅著，無鞘，繁殖取一方向分裂，細胞內常

有硫黃質點。

(2) 黏質細菌部 (Myxobacteria) 細胞羣聚於膠質體中，最後此體乃成爲定形子囊狀

之組織。

(1) 黏質細菌科 (Myxobacteriaceae) 膠質羣體極似黏菌 (Myxomycetes) 之原

形體 (Plasmodium)，既而發生有定形子囊狀之組織。

## 八 細菌之生活及其作用

細菌之爲物，若僅自生自滅，與環境無關，則吾人研究之，決不如是之專精，亦猶藍綠藻等，其研究僅限於植物家而已。其作用之最顯著者，爲致動植物之病及死體之腐敗，此爲日常習見之事，盡人皆知者。然苟細意研究之，則尤可見造物無盡之祕藏，今分述之如下。

細菌生活最簡單之作用，是爲發熱。平常有機物經細菌生活而腐敗時，其溫度每較四周之環境爲高，溫牀之作用，卽利用動物糞肥腐敗所發生之熱以促成植物之生長也。自然然燒之現象，亦卽發熱細菌之所致。雖自發熱至於然燒中間一切之經過，未能明悉，然已知細菌之活動爲其一種原因。細菌又有發光之能力，此現象嘗於魚與肉之腐敗時見之。食鹽與鎂鹽有益於磷光細菌之生長，至少必需有其一方能發光，同時必需有充分之空氣。發光之細菌，多在海水中與海中動物體上。發光之細菌，目前所知者二十八種。其光之強，可以攝影。至所以發光之故，則由於光素(Photogen)

所致，爲一種酵素（zymase）相類之物存於原形質中者也。

細菌生活所致之化學產物，可分爲四大類：（一）分泌物，細菌細胞分泌之物以供其生活之某種作用者也；此種化合物，或存於細菌體中，或流轉於外。（二）排泄物，細菌營養作用所棄之廢物，排泄於外者。（三）分解物，各種食物經細菌生活作用而分解者；其性質半以營養料之性質半以特種細菌之作用而定，多由細菌分泌之酵素所釀成。（四）細胞所有物，包括原形質，將變成原形質之同化物質，與原形質將變化爲廢物而尙未盡變者。然此等分法，亦不盡妥洽。細菌生長時，每發生各種色素，竟不知其自何而成，可歸於何目也。

多數細菌，不含色素，其細菌羣體，以肉眼視之，常作灰色。其含有色素者，或色素成顆粒狀而散於原形質外之培養劑中，或溶解於其周圍之液體中。各種色素如紫，青，藍，綠，黃，橙黃，紅等，細菌界皆具之。同一種在不同之環境中，常產不同或異量之色素，尤以培養劑及溫度之變遷爲然。故有色素之種類，或變爲無色，無色素者或變爲有色。平常須有充分之氧氣，方能發生色素；然亦有適得其反者。又有數種化合物能輔助色素之產生。色素之性質亦各不同，有類於脂肪質色素者，有類於煤類

色素者。色素在細菌生活之關係，言人人殊，有謂爲細菌生活之副產物，於細菌生理無關者。然少數色素與氮氣爲暫時之結合，一如血赤素 (hemoglobin)，有於必要時能釋放氮氣之效。

細菌分泌物之最要者，是爲酵素。多種細菌生活史中之化學變化，非細菌直接所致，而必賴一種媒介物如酵素者爲之助。酵素有由細菌分泌於體外，以分解其四周之養料者；有藏於細菌體中，必待食物爲細菌所吸收之後，而始分解於其細胞之內者。細菌所分泌之酵素，種類極多，故其所能利用之養料亦極多。凡吾人所知之酵素，細菌界皆具之。各種細菌常具有特種之酵素，且能用酵素之性質以爲分類之標準。一種細菌可分泌數種酵素，有數種細菌能分泌多種酵素。在不同之環境中亦能產生不同之酵素。

鞘菌科細菌有數種具有沈澱氯化鐵於其鞘或原形質中之特性。常發見於自來水鐵管中，致成惡色之褐色物，有時將水管堵塞。其飄浮於水中者，常引起多數居民之惶恐，實則無甚大害。亦有可能取用錳元素。其作用尙未十分確定，有謂於細菌生活有關者，有謂無關者。然有人證明至少在數種，利用鐵之化合物之分解，爲其生活能力之泉源焉。

生物體中各重要原素，硫亦居其一，故生物質腐敗時常發氫二硫，蛋黃腐敗時所作臭氣，卽此之故也。多數日常之細菌，皆能分解蛋白質而釋放氫二硫。氫二硫又可由各種無機硫酸鹽之分解而得。其有此分解無機硫酸鹽而釋放氫二硫之能力之細菌，只有 *Spirillum desulfuricans* 一種。

其作用與之相反者，則有真正之硫菌一族。彼能使氫二硫氯化以成硫酸。此類細菌，多生於硫黃泉溝渠或藪澤中含有多數腐敗緩慢之有機物者。蓋在此等處所，氫二硫極多，利於彼等生活也。此類細菌屬於顛菌科，有 *Beggiatoa* 與 *Thiothrix* 兩屬。此外則有不作線形無色之硫黃細菌 (*Thiophysa*) 等，又有赤色或紫色之硫黃細菌，極爲有趣。此類細菌屬於赤色細菌科 (*Rhodobacteriaceae*)。其所含之色素，亦爲脂肪色素之類。其性喜光，故有人謂其性質有類於普通綠色植物之葉綠質也。

硫黃細菌之生理，與其他植物大異。其細胞原形質中，俱含有粉末狀之硫素。其生理爲先將氫二硫氯化使之變爲游離之硫素，再將硫素氯化成爲硫酸，其體中所含之碳酸化合物，則立時將所

成之硫酸中和之。經此種化合作用，細菌乃得其生活所需之能力，蓋氫二硫實此等細菌之食物也。氫二硫爲彼等獨項食物，若此化合物缺乏，在一至二晝夜時，其體中之硫素完全用盡，細菌即將飢餓而死矣。此種細菌可不須他種有機化合物而能生存，與利用鐵素及硝酸鹽之細菌，同爲植物界中最奇異之現象也。

日常現象中人人所習知者，有腐敗一事。生物界中最顯著之一現象，厥爲死亡，無論何種大小動物皆有死。雖互相噉食，亦不足以盡其死體。然世界卒不致爲死體充塞者，則以死體一經腐敗，卽逐漸消滅也。至死體所以能消滅者，則以細菌故。細菌叢生於死體中，分解其氫化物，發生糞臭素 (alkaloid) 等惡臭之物，與鹵精，磷，氮，氫，氫二硫，氫素等之氣體，與含氫素物，芳香物等易於蒸發之物。通常同一腐敗在有氮與無氮之情況中，其化合物之性質常異。在後者更易發生惡臭之氣體云。

植物亦有死體。然植物之死體，纖維質居其最大部分。平常分解動物死體之氫化物之細菌，不能分解纖維質。此責任乃在纖維質細菌。先有一類畏空氣之細菌分解其植物膠質 (pectin)，使植物體中之纖維，一一分離。此作用吾人亦利用之，漚麻其一例也。然此類細菌不能分解纖維之本體，

河渠泥沼中另有他種畏空氣之細菌，乃能分解纖維質，使成碳氫二與沼氣。若其中有硫酸鈣，則沼氣與之合而成碳酸鈣，氫二硫與水。平常沼澤中每有氫二硫與沼氣，即是故也。

吾人日常所見醋之製造，由於酒精氫化之變為醋酸。其步驟則為先將酒精變為醛 (aldehy-  
de) 與水，再由醛氫化而成醋酸，最後且將氫化為碳氫二與水。製醋之法，即只使其氫化作用不至  
末期而止也。此種氫化為數種細菌所致，內中有四種（即 *Bacterium aceti*, *B. pasteurianum*,  
*B. kützingianum*, *B. xylinum*）之作用，則已知之甚詳。據近日之研究，知細菌真菌甚而至高  
等植物之細胞，皆有一種特種酵素，名為氫氣酵素 (oxidase)，此等酵素之功用，乃為氫化他種有  
機化合物。酒之化醋，即氫氣酵素所致也。

世間動物皆排泄尿素，每日全世界尿素之出產，至少在數十萬噸以上。尿素雖為氫化物，然植  
物不能直接吸收之，則此巨量之尿素，消歸何處乎？則又因細菌之功而世界始不為尿素充塞也。先  
是有一類細菌分泌一種尿素酵素 (urase)，使尿素變為碳酸鹵精，一部分碳酸鹵精乃水解而化  
氣。肥料曝露日久，則肥性日損，職是故也。其他部分則經他種細菌之作用而化為硝酸鹽。此作用又

分兩步驟，先有一類亞硝酸鹽細菌將硝精化為亞硝酸鹽，再由一類硝酸鹽細菌將亞硝酸鹽變為硝酸鹽。後者細菌較前者為小。若無前者先將硝精化為亞硝酸鹽，彼亦不能利用硝精以為硝酸鹽。亦猶亞硝酸鹽細菌不能直接利用尿素，以化亞硝酸鹽，而必先經過尿素細菌之化成硝精之作用也。以此數種細菌之關聯作用，彼動物所排泄之無用之尿素，乃一變為植物所必需之硝酸鹽肥料，此實細菌之大有功於生物界與農業者也。此外又有一類氮素固定裂殖菌，能吸收空中之游離氮素，使之變為氮素肥料，則有利於農業者尤大矣。

因氮素固定一問題，又引起生物界中最有趣之一現象，是為共生。農家習知豆科植物最有益於土地，故各國皆種苜蓿、車軸草、大豆等豆科植物以為肥田之用。豆科植物之有此種功用者，則由於其根上寄生有一種氮素固定裂殖菌。此類細菌侵入其根部，致寄主根部生瘤，是名曰根瘤。細菌寄居此根瘤中，吸取寄主身中各種有機養料，同時其所固定之氮素，寄主亦吸取之。寄主所得者每較所失者為多，故每每在素未栽種豆科植物之田土中，以其中無此項細菌之故，栽植豆科植物，生長乃極衰弱。今日農家遇有此等情況時，必須取含有此項細菌之土，與豆科植物種子攪和，而種之。

田中，始能望其繁茂焉。

此等共生現象，最顯著者厥爲豆科植物之根瘤細菌。然以近日細菌學者如薄底耶 (Portier) 諸人之研究，則證明共生細菌之重要，遠非前人所能夢及。薄氏初研究小鞘翼蟲 (Nepitica) 一屬之幼蟲，發見此類幼蟲之能消化植物細胞，完全恃其胃腸中之細菌以消化植物細胞之胞膜質，幼蟲方得以消化植物細胞內之原形質。再則蛀食木質之蟲，其胃液不能消化木質，但其胃中之細菌乃能消化木質。在數種幼蟲體中，此類細菌乃穿入腸內之皮細胞而漸爲之消化。其流入血液中之者，乃爲白血輪所吸收；其未爲白血輪所吸收者，乃於內部組織中變爲休眠孢子而逐漸分布繁殖於卵中，至卵孵化時，其幼蟲體中復有此項共生細菌。不但昆蟲體中有共生細菌，薄氏考得卽哺乳動物體中亦有之。薄氏且以爲細胞中之胞微體 (mitochondria)，卽爲共生細菌，而謂世界中生物舍細菌外，其餘一切動植物體中，皆有共生細菌，亦皆賴此共生細菌而生存。薄氏又考得生物所不可缺之生活質 (Vitamin)，亦爲共生細菌之產物。薄氏復以爲雄精子對於受精作用所以占最要之地位者，亦以卵珠中無胞微體無共生細菌，而精子中則富有之之故。於此可知共生作用之重要，

而細菌與生物界尤有極大之關係焉。

## 九 細菌與疾病

以上所陳，爲細菌普通生活之狀況，今乃言細菌與疾病之關係。生物之疾病，可分爲兩類：一爲生理之疾病，乃因生理作用，失其故常所致；一爲他種生物寄生所致。寄生之生物分動植二大類，植物寄生又有細菌、真菌，及種子植物三大類。平常又分細菌爲生體寄生、死體寄生兩大類，致疾病者，生體寄生細菌也。然二者初無絕對之區別，有一類細菌，本爲死體寄生的，然遇有機緣，亦能爲生體寄生；至生體寄生的，又可變爲死體寄生，至同一種細菌以環境之變遷，其致病之能力，可因之而或增或減。又據近日之研究，每有不致病之種類，亦分泌與致病細菌所分泌同類之毒素。尤可見致病與否，不足爲固定之區別也。

細菌可致動物之病，亦可致植物之病；不過植物之致病細菌，植物學家研究之期稍後，故知之不及人類之致病細菌之詳。有多數細菌所致之病，乃認爲生理的病，然亦有認爲細菌所致之病，一

經細究，乃知爲無據者。至在已經確實證明之細菌病害，則多由於輸導管之被細菌充塞，使植物體中之營養液汁不能流轉，而枝幹枯萎。植物之細菌病，當於植物病理學中詳述之，茲不贅論。

至細菌與人類最重要之關係，厥爲其能致人類與家畜之各種重要疾病。人類之疾病，除由於生理作用與寄生環蟲，寄生蜘蛛，致瘡疾痢疾之寄生原生動物，及數種真菌與酵母菌所致外，多數由於細菌所致。最劇烈之傳染病，如肺癆，肺炎，腦膜炎，破傷風，瘧症，白喉，傷寒，楊梅，白濁，麻風，天花，猩紅熱，丹毒，鼠疫等等，皆細菌所致。歐洲十四世紀時爲鼠疫致死之人，至有二千五百萬之多。美國一千九百十三年患肺癆致死者十四萬人。其餘各種傳染病之劇烈，要與之相若，可見細菌與疾病關係之重要矣。

細菌致病之能力，以各種情形而定，第一須視寄主之性質，可致病於此種動物者，未必能致病於他動物，傷寒之細菌，可致人類之重病與死亡者，牛雖吞之亦無絲毫之危險。故致病與否，實無一定之界限。又如上文所言生體寄生與死體寄生，亦無絕對之分別，如破傷風 (*tetanus*) 之細菌，本生於土中者，然一入人體，即可致死焉。

細菌之致病與否，又每以個人之情形而異，第一則年齡極有關係，幼年之人，每易罹病，多種病症，雖小兒有之，或在小兒則尤危險，卽此之故。飢渴疲勞與大暑大寒，亦爲致病之由。重傷風與肺炎，皆流行於嚴寒之時，卽大寒之時易於罹病之故也。大傷元氣之病症，如猩紅熱，傷寒，天花等，嘗能引起他種病症。局部器官之損傷，亦爲使病菌易於侵入之原因，產婦之易得產褥熱，卽其一例也。

不但寄主之情形，爲細菌能否致病之標準，細菌自身之情形，亦大有關係。細菌之致病能力，亦與寄主之感病性同，各有差異，每每一種致病細菌之變種，其致病能力，或強或弱。以此之故，加以寄主身體之感病性有強弱，同一病症，乃有輕重之殊。試驗證明在某種動物體中，以經數次之傳染，其致病能力乃益增，又或以幾經傳染，而致病能力乃漸減。一種細菌之致病能力，或以高溫度或以殺菌藥之故而漸減。而傳染之時，同時輸入體中之細菌數目之多寡，亦與能否致病有關，若爲數過少，亦不能致病也。

又細菌侵入之路，亦與致病之輕重有關。試驗示知若以傷寒細菌加入家兔食餌中，致病不甚劇，若注射於腹膜，則能致死。又亞洲霍亂症之細菌，若吞入腹內，致病乃較皮下注射爲重。又器官之

生活力弱者，嘗易爲病菌所侵入，如人類之扁桃腺，卽多種病菌最易侵入之處也。同時生理上之不適，與外物之傷害，亦易致病，如吸入灰塵本不致病，而爲肺病之根源，胃病亦足使人易於感受霍亂。病害之由於細菌者，可分爲兩大類：（一）由於細菌周布全身者；（二）由於生於一處之細菌分泌毒素周遍全身者。白喉與破傷風，卽由於其毒素之害，而在初侵入之處之細菌本身，爲害殊不甚大也。至傷寒與肺炎，則細菌遍布血管中，不過此種細菌或亦能在人體中分泌毒素，惟用人工培養未能分泌毒素耳。故二者亦無絕對之區別也。

致病細菌分布之狀況，各各不同，如毒素類之病症，其細菌僅繁殖於一處，白喉破傷風是也。又有先繁殖於一處，日後乃逐漸推廣者，如丹毒等病是也。又有先由一處侵入，乃隨血液流轉至他處，乃廣集而致病者，又有始終繁殖於血液中而周遍全體者。

有時兩種病菌，同時或先後侵入而致病。白喉與猩紅熱，楊梅與白濁，肺炎與傷寒，每每先後發生，甚而同時發生。平常先後發生者，後來之病菌，常以先入之病菌使寄主身弱而始能侵入。又有兩種細菌同時侵入時，此種能助彼種之勢力，而使病症增劇。此種混合之傳染，醫家極畏之。

除少數死體寄生之細菌之能致人之病者，如破傷風等外，其餘寄生之細菌，皆不能長久生存於人體之外。故其傳染多由於直接與患者或患者體上之棄物接觸而得。病菌之抵抗力，各各不同。瘁症與白濁之細菌，死亡最速；肺炎與霍亂之細菌次之；肺病與傷寒之細菌，則抵抗力極強。每每病菌能生存於健康之人體中甚久，故患傷寒與白喉之人，病愈後，其致病之細菌，尙能生存其體中至數月甚至數年之久。又與患者接觸之人，自身雖不罹疾，然可傳之於他人。

細菌離人體之路徑，嘗能影響於傳染之路徑。傷寒嘗因糞尿之排洩而由溝渠以入河湖等水道傳於遠處；白喉或以學童之飲水黏附茶杯之上而傳於其他兒童；肺癆或因患肺癆之人，噴嚏咳嗽時，唾沫之四濺，而傳於其近旁之人；至楊梅白濁之因性交而傳染，又盡人所知者也。

與感性相對者爲抗病性，即不被某種致病細菌之侵害也。抗病性可分爲天然的與人爲的兩種。天然的抗病性即個人自然不至爲某種病菌之侵害之謂也。其所以有此抗病性之故，則不甚明瞭，據今日所知，則或因某種病菌不宜於繁殖於某種動物或某個體之中；或某種動物或某個體不致受某種細菌所分泌之毒素之侵害；或體中本有可以殺病菌之化合物，或體中之白血輪能吞

噬細菌；或體中有一種膠黏細菌之化合物；名爲膠黏素 (agglutinin) 者，將侵入體中之細菌膠黏爲一團，使之不能活動，又或白血輪本不能吞噬細菌，體中有一種阿卜桑寧 (opsonin)，能改變細菌之性質，使白血輪能吞噬之。凡此種種，皆可致天然抗病性。此種抗病性，不但以人種而異，且以個人而異，同一個人，且以身體健康之情況而異也。

至人爲的抗病性，又可分爲自動被動兩種，茲分論之如下：

吾人習見但凡患有極劇烈之傳染病而得痊愈之病人，對於此病在長期或短期中，每不至再患。故昔時有利用傳染之法，而求得抗病性者，如用吹痂之法以種天花是也。然近代致人爲的抗病性之方法，則與之稍有不同，第一將某種病菌生於一種不適宜之環境，使其致病之能力減弱，再種入人體中，又或使病菌先寄生於他種動物體中，再取而種入人體，此法亦可使其致病能力減弱。如此施種以後，體中即可起一種反應，使不爲此種細菌侵害，再逐漸施種致病能力較強之變種，至最後則對於此種病有完全抗病性矣。另一法則施種已經殺死之病菌，亦有同等之效果，蓋細菌雖死，其毒素仍在細菌體中也。此法較前法爲良者。則在施劑之分量，可以隨意增減，因之得以逐漸增加。

至達到有完全抗病性之目的。第三法則注射由細菌體中分出之毒素，其效果亦相等，結果之抗病性，不但能抵抗此種毒素，亦可抵抗此種病菌之自身也。若注射之毒素極爲劇烈，則第一次注射加熱，或加有他種化合物之毒素，以後乃逐漸增加毒素之分量也。又或注射不致病之細菌，及他種化合物於身體之某部，亦可引起某部分普通之抵抗力，此種抵抗力，僅以本個體爲限，不能傳之於他個體。

上陳之抗病性之由來，則以動物體中能產生一種抵抗毒素之化合物，此種化合物，可由一個體中取出而注射於他個體，而使之得同等之抗病性。但取之於他個體者，其作用僅以取得之量爲限，其自身不能產生抗毒之化合物，故謂爲被動的。平常有機化合物，可分爲兩大類：一爲不能引起抵抗物者，如多數植物毒素如鹼性物等；一爲能引起抵抗物者，如細菌毒蛇毒等。抵抗物又可分爲三類：一爲但與毒素連合而不改變其物理的狀況者，普通之抗毒素是也；二爲與之連合之外，而尚能改變其物理的狀況者，如沈澱素 (precipitin)，膠黏素等是也；三則與之連合之外，尚使之與血清中所含之第三物連合而同時能使毒素分解或消化者，如阿卜桑寧是也。對於病菌之抗毒血清，

又可分爲抗毒與抗菌之兩種。

抗毒之血清，有中和病菌毒素之能力。此種血清，若先期注射，對於此種病菌之毒素有抗毒性。若俟得病後方注射，亦能愈病，不過注射之量須較多。此種血清製造之法，爲將毒素逐漸增加，以注射於他動物體中，近日皆用馬以爲製造此項血清之用。法將毒素逐漸用皮下注射法注射，毒素分量之增加，不可過驟，否則血清抗毒之能力不大，而馬之身體將受虧，取出之血清，乃時時以標準量之毒素試驗，以定其抗毒能力之大小，至已有標準功效時，乃製之發販。

抗菌之血清之製法，亦與製抗毒血清之方法相似，不過必須用活細菌或死細菌注射於製血清之動物體中，使之有最大之自動的抗病性。此種動物之血清，若取出以注射於他動物，即可使他動物有抗此種病菌之能力，且所須之量極微；但不能抗此種病之毒素耳。

兩種血清性質之區別，在抗毒血清中之抗毒素，能與病菌之毒素化合，而改變其性質，使之不再有毒。至抗菌血清，則有殺菌，或膠黏細菌成團，使之不能活動，或改變細菌之性質，使之易爲白血輪所吞噬之能力，但不能中和毒素也。

最後關於細菌與疾病之關係，有一點可注意者，卽光能殺菌是也。細菌不畏嚴寒，雖在攝氏零度下二百五十二度亦不致死；細菌亦頗能耐高溫度，如癱病之細菌，可生存於攝氏一百度之高溫度中。然僅須反射之光，卽能殺之。試驗考知日光中之藍紫色及外紫色之光線，皆有殺菌之力，此卽江河陽地等暴露區域中，日光能殺多量細菌之故也。同時復試得致病之細菌，如癱之病菌，傷寒病菌等，畏光特甚。又試得弧狀電光，亦富有殺菌之光線，近日已有利用電光治病者矣。又試得有時雖光力不強，或暴露之時太短，致未能殺菌，然亦能減輕其致病之能力。因此可知街道居室，如寬敞軒亮，卽可減少疾病之傳布也。

#### 參考書

大英百科全書 (Bacteriology) 條。

Edwin O. Jordan: A Textbook of General Bacteriology.

von Wettstein: Handbuch der Systematischen Botanik.

科學第六卷第三期 胡先驌 譯『有益之微生物與生活質』一文。

細菌

科學第七卷第一期曹梁廈著『微生物』一文。

三六

編主五雲王  
庫文有萬

種千一集一第

菌 細

著 驢 先 胡

路山寶海上  
館書印務商 者刷印兼行發

埠各及海上  
館書印務商 所 行 發

版初月十年八十國民華中

究必印翻權作著有書此

---

The Complete Library

Edited by

Y. W. WONG

BACTERIA

By

HU SIEN SIU

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.

Shanghai, China

1929

All Rights Reserved

040578



2121.6