

學生科學叢書

微生物的世界

著譯者：林良平等
編選者：曾惠中

正中書局印行

微生物的世界

主編者：科學月刊社

編輯小組：周成功 曹亮吉 張昭鼎

曾惠中 劉源俊

編選者：曾惠中

著譯者：黃檀溪 鮑運生 李聰輝

白壽雄 賴明洲 楊瑱容

王長君 林良平 潘子明

洪志松 林文郎



版權所有

翻印必究

中華民國七十五年一月臺初版
中華民國七十八年五月臺初版 第二次印行

學生科學叢書 微生物的世界

全一冊 定價新臺幣七五元

(外埠酌加運費滙費)

主編者	科	學	月	刊	社
著譯者	林	良	平		等
編選者	曾		惠		中
發行人	黃		肇		珩
發行印刷	正	中	書	局	

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號 (8260)
分類號碼: 360.23 (1,000) 協 (1.60)

正 中 書 局

CHENG CHUNG BOOK CO., LTD.

地址: 中華民國臺灣省臺北市衡陽路二十號

Address: 20, Heng Yang Road, Taipei, Taiwan, Republic of China

業務部電話: 3821153 3822815 門市部電話: 3822214

郵政劃撥: 0009914-5 FAX NO: (02) 382-2805

海 外 總 經 銷

OVERSEAS AGENCIES

香港總經銷: 集成圖書公司

總辦事處: 香港九龍油麻地北海街七號

電話: 3-886172-4 FAX NO: 3-886174

日本總經銷: 海風書店

地址: 東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地

電話: 291-4344 FAX NO: (03) 291-4345

東海書店

地址: 京都市左京區田中門前町九八番地

電話: 791-6592

泰國總經銷: 集成圖書公司

地址: 泰國曼谷羅華力路 233 號

美國總經銷: 華強圖書公司

Address: 135-18 Northern Blvd. Flushing, N.Y. 11354 U.S.A.

FAX NO: (718) 762-8889

歐洲總經銷: 英華圖書公司

Address: 14, Gerrard Street, London, W1 England

序 言

法國的偉大科學家，也是微生物學史上的巨人——巴斯德說過：「諸君，地球上最後的生命將屬於微生物。」（Messieurs, c'est les microbes qui auront le dernier mot.）在生命世界裏，形形色色的生物繁複而奇麗，其中隱藏的奧秘無窮無盡，有史以來，人類就未曾放棄尋求完滿的答案。微生物這羣「不起眼」的生物從十七世紀荷蘭的雷文霍克首次揭露其面目後，有關的研究至二十世紀幸賴生物學、化學及其他現代工藝的協助，已進步至與醫學、農學、工程、環境等緊密結合的龐大學問，不僅位居現代生物學的前端，為遺傳學、生物化學、分子生物學所不可或缺的研究對象，更因免疫學、遺傳學、醱酵學等的合作而創造了嶄新的工藝——遺傳工程學，而能為疾病防治、藥物生產、食品工業、環境污染、石油化學等各類應用開創新的紀元。

本書蒐羅科學月刊已刊載的有關微生物學基本學科及應用的介紹文章，包括細菌學、真菌學、病毒學、原生蟲學、藻類學等、食品微生物學及工業微生物學等，並配以微生物學最重要儀器之一的電子顯微鏡之介紹。雖不夠完備，唯期望讀者能從其中一窺微生物學的豐美，進而了解生命科學之精華。

曾 惠 中 謹識

目 次

序 言.....	I
第 一 篇 微小世界的主角——細菌.....	1
第 二 篇 原核生物界的建立.....	7
第 三 篇 漫談真菌.....	11
第 四 篇 毒蕈.....	23
第 五 篇 藻類奇觀.....	31
第 六 篇 臺灣的笠藻.....	39
第 七 篇 地衣植物簡介.....	45
第 八 篇 地衣的經濟用途.....	57
第 九 篇 顯微鏡下常見的原蟲.....	67
第 十 篇 攻擊細菌的粒子——噬菌體.....	75
第十一篇 寄生於細菌的細菌——噬食菌.....	85
第十二篇 單細胞蛋白質的展望.....	93
第十三篇 乳酸菌與人體健康.....	105
第十四篇 電子顯微鏡——走向極小世界.....	115
第十五篇 電子顯微鏡淺介.....	133
第十六篇 掃描式電子顯微鏡.....	145

第一篇 微小世界的主角——細菌

細菌是一類構造簡單的單細胞生物，體型極小，約爲長 $0.4 \sim 10 \mu$ 、寬 $0.2 \sim 1 \mu$ ，必須用顯微鏡始能觀察。從前分類學家將細菌歸爲低等植物，但自近代細胞學、生化學、遺傳學發達後，微生物學家認爲細菌應屬於獨特的一類，爲動植物界以外的另一王國——原生生物界（kingdom protista）。地球上最先出現的生命可能是極類似細菌的原始生物，目前的高等動植物都是由此原始生物演進而來的。某些細菌可導致嚴重疾病，威脅人類的生存，而大多數細菌卻俾益於民生。

細菌可能是生物界中數量最多的一種生物，地球上幾乎無處不有。土壤中繁衍著許多細菌，尤其是在上層部分。在每立方英尺的空氣內，細菌的數目超過 100 個。氣流可以將細菌帶到 17,000 公尺的高空，而深度達 10,700 公尺的海中也有細菌的踪影。

凡是與空氣接觸的物品就會帶菌，而細菌遇有食料充足之處，就能生長與繁殖。通常動物在出生或孵化前，體內是無菌狀態的，然而在出生過程或孵化時很快地污染了母體或卵殼上的細菌，因而在極短時間內，細菌已經佈滿了牠的口、鼻、喉部、消化道以及生殖道；這些細菌絕大多數是有益的，比如人和動物腸道中的細菌能協助分解某些食物，動物體內的組織通常是無菌的，除非生病而被病菌侵入。

一、有益的細菌

細菌在自然界的物質循環中扮演極重要的角色，所有的動物及植物死亡後，其軀體都會被細菌分解成簡單的化學分子，而再為活的生物吸收利用。細菌也可以把空氣中游離的氮元素轉化為動植物利用的狀態，像這類「固氮」菌在豆科植物的根瘤中最多，如果固氮細菌不存在，造成水中與土壤中的氮素短缺，那麼所有的動物或植物終將滅絕。

人類利用細菌來製造奶油乳、乳酪、醋、泡菜等，所憑藉的是細菌可進行一種稱為「發酵」的作用。細菌也被用來在污水處理廠中淨化廢水，有些科學家甚至在努力培育可以淨化河川或湖泊污染的細菌。

二、有害的細菌

許多細菌會使動物和人類生病，比如炭疽病、白喉、百日咳、淋病、梅毒、麻瘋、肺炎、破傷風、傷寒、痢疾、肺結核等可怕的傳染病都是細菌作祟。某些細菌卻使白菜產生黑腐現象或使玫瑰長出腫瘤。

細菌若污染了食品、乳品或飲料，會造成腐敗現象，如果我們貪吃不合標準的罐頭或貯存不良的食物，便很容易遭致食物中毒，比如臘腸毒、沙門氏菌症等。

三、細菌的形態和構造

通常我們把細菌依它們的外形區分為四羣：圓的稱為球菌、長圓

柱形的稱為桿菌、圓柱形而有彎曲的稱為弧菌，而螺旋狀的稱為螺旋菌。（見圖 1-1(a)(b)(c)）如果把細菌切開了來觀察，細菌的最外層，是結實的保護層稱作細胞壁，它圍裹著整個菌體。細胞壁富於彈性，上面有很多小孔，只能讓小分子通過，因此細菌並不能吸收大分子的食物，不過細菌可以分泌分解酵素把大分子化解為小分子後再吸收利用。

某些細胞的細胞壁外，有一層黏液狀，像果凍般的莢膜，形狀不太一定，具有保護細菌的功能，以抵抗細菌周圍的化學物質的侵害，因此有莢膜的細菌格外不易用藥劑殺死。在細胞壁裏面緊貼著一層薄薄的脂肪膜，也就是細胞膜，細胞膜包裹著細菌的所有生命物質——細胞質，它是細胞內外的交換站，有一些具有攜帶養分和廢物功能的分子可以在此執行物質吸收與排放的任務。細胞膜中含有許多酵素，可以促使養分分解產生能量，也會合成或製造細菌細胞的結構或重要的分泌物。細菌的繁殖是靠細胞分裂，細胞膜又和分裂有密切關係，它可幫助遺傳物質如去氧核糖核酸（DNA）來複製自己。

在細胞質內，細菌也具有一個核區，不過這種「核」和高等生物不同，它沒有核膜圍繞，因此遺傳物質只是捲曲纏繞在一起而已。（見圖 1 - 2）

四、細菌的行動和繁殖

細菌是單細胞生物，本身的運動靠一種稱為鞭毛的構造，不斷地揮動而扭動菌體甚至向四方游動而能作快速運動。在顯微鏡下，你可以看到會運動的細菌不停地向各方向擠、推、碰，而在整個視野中亂竄，好不熱鬧。只有長有鞭毛的細菌才能運動，鞭毛是深植於細胞質中

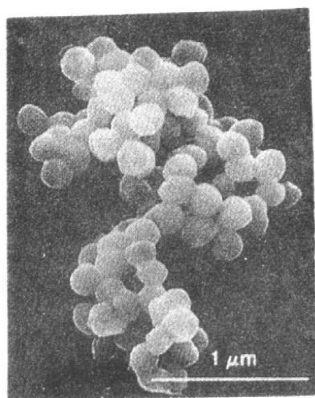
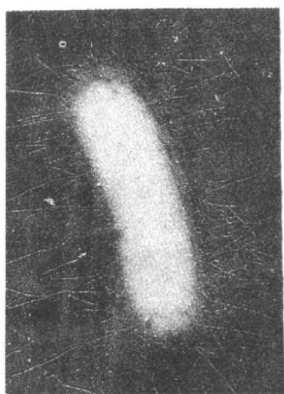


圖 1 - 1. (a)球藻



(b)桿菌。



(c)螺旋菌。

的運動器官，它的構造精巧而有強大的運動力，沒有鞭毛的細菌是不會自行動作的。

絕大部分的細菌繁殖是靠分裂方式，稱為裂殖，它是一種無性繁殖，本身的基因只是複製而並未與其他細菌的基因有交換機會。不過，有少數的細菌可以交配，互相交換彼此的遺傳物質，而有些細菌可以拾取死亡的細菌的基因。更有一些細菌被病毒侵入後，會被帶走一部分基因而傳給別的細菌。

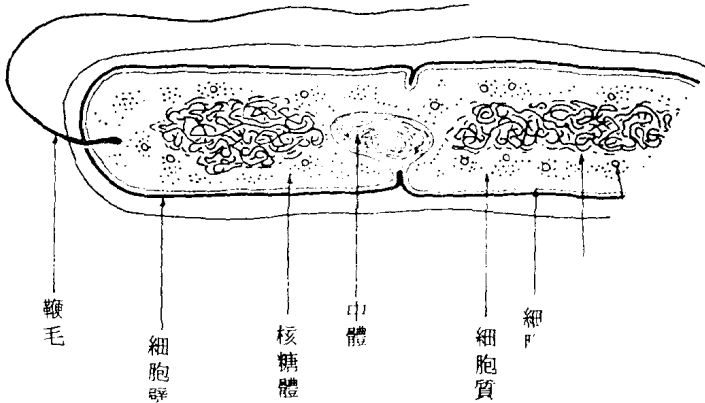


圖 1 - 2, 細菌的

細菌一般來說對熱和乾燥的變形態成為芽胞，具有堅硬的它，等到環境好轉，芽胞會

細菌繁殖的速度是非以增加一倍的數目，因六個小時內，一個細菌可

菌可以繁殖成十億噸的重量，當然實際上這是不可能的，因為養分的輸送和廢物的排除都是有限的。

五、細菌是怎麼生存的？

細菌多半是靠腐生的方式過活，也就是從死去的動物或植物屍體獲取養分，其他的細菌以寄生度日，它們在活的動植物身上竊取生活資源。但是，自然界中仍然有獨立自主的細菌，就是一批光合細菌；光合細菌和綠色植物一樣，可以從陽光以光合作用的方式捕捉能量，而將空氣中的二氧化碳轉化為醣類作為養分。另外，化學合成細菌的技術也很高明，它們把柏油、清潔劑、噴射機油、油漆、紙張等「食物」分解而捕捉能量來生活。

和人類一樣，細菌呼吸時需要氧氣，稱為需氧菌，可是也有一些細菌不要氧氣，稱為厭氧菌。

六、如何殺死細菌？

陽光、熱、紫外線或酒精、氯、碘等化學品可以把細菌殺死，但些殺菌方式同樣可以殺死所有的細胞，因此如果要殺死身體裏的我們就要採取有選擇性的方式，比如抗生素是一種很有效的殺菌劑，它可以溶掉細菌的細胞壁使它無法活下去，然而人體細胞並沒受抗生素影響了。

（作者：曾惠中）

第二篇 原核生物界的建立

細菌這類小到肉眼看不到的生物，自從 1675 年由雷文霍克（Leeuwenhoek）發現後，很快就引起人類對它的研究興趣。它是我們日常生活中接觸最多、關係最密切的生物；例如在我們的皮膚上或是消化管中就有許多各式各樣的細菌生活著；在我們呼吸的空氣中也含有密度相當高的細菌。它也是地球上數目最多、分佈最廣的生物，然而它在生物世界中的分類地位，過去一直沒有定論。在傳統的分類學上，由於細菌具有植物細胞所有的細胞壁，故被歸屬於植物界中。

在微生物沒有發現之前，自然界中的生物毫無困難地可以分成植物和動物兩界，後來人類發明了顯微鏡，許多肉眼看不到的小生物就陸續地被發現了，而有關這些微生物的分類也就引起了分類學家長期的爭論；在這期間有許多不同的主張被提出來，其中最主要的有 1866 年和 1878 年海克爾（Haeckel）所提出的主張，他將生物分成植物界、動物界和原生物界等三界；在他的原生物界中包括了主要的單細胞生物如原生動物、單胞藻類、真菌類以及細菌等。在海克爾那個時代，由於研究方法還不夠進步，對於細胞內部的結構和理化性質尚無深入研究，所以海克爾所提出的原生物界主要是根據形態及大小而將不同的單細胞生物包括在同一界中，後來由於電子顯微鏡的發明，比較細胞學、遺傳學以及分子生物學的進步，證明了細菌和藍綠藻非常類似，而細菌和原生動物、真菌、動物細胞以及植物細胞之間則有基

本上的重要差異，因此海克爾的主張如果以今天的知識水準看起來就顯得不夠完整了。

有關細菌的分類地位，在過去除了海克爾的主張外，還有許多其他的看法，其中有郝格（Hogg）（1860）和考培蘭（Copeland）（1947, 1956）所提出的 *Proctoctista*，英得林（Enderlein）（1925）的 *Mychota* 以及考培蘭（Copeland）（1938）的 *monera* 等，然而這些主張都跟海克爾的主張一樣，沒有得到分類學家的普遍支持。

近年來，由於對細菌深入研究的結果，細菌學家證明了細菌細胞具備了許多與動物或植物細胞不同的性質，其中最重要的有下列三點：

(一)細菌的核質在形態、結構上不同於動、植物細胞的核質：細菌的核質由一束雙股的 DNA 組成，無核膜將核質與細胞質分開，其 DNA 成環狀（故又稱環狀染色體），所有的遺傳基因形成單一連鎖羣，並且在 DNA 上沒有組織蛋白。

(二)細菌缺少粒線體、色原體或高氏體之類的胞器。

(三)細菌的核糖體小於動、植物的核糖體：細菌的核糖體分散在細胞質內，其分子量約為 2.7×10^6 ，如以它在超高速離心時的沉降系數（S 值）表示時則為 70 S；動、植物的核糖體比細菌的約大 50%，其 S 值是 80 S。

根據以上三點以及其他性質，細菌學家在 1974 年出版的貝給氏鑑別細菌學手冊（*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*）第八版中建立了包括細菌、藍綠藻、菌質（*mycoplasma*）以及立克次小體在內的原核生物界（*Procaryotae*），其中並不包括病毒，因為病毒究竟是生物或非生物，在目前尚無定論。

貝給氏手冊這本書的編著是集合世界上有成就的細菌學家合力寫成的，因此這本書向來是細菌分類學家的依據，原核生物界這一主張

在這本書中提出，自然而然地就被所有的細菌學家接受了。至於有關這一界的細部分類（界以下的門、綱、目、科等），書中只提出初步的安排，相信在不久的將來會有對原核生物界較完善的分類大綱出現。

參考文獻

1. R.H. Whittaker 1959 "On the Broad Classification of Organisms." *Quart. Rev. Biol.* 34 : 210 ~ 226
2. A. Allsopp 1969 "Phylogenetic Relationships of the Prokarya and the Origin of the Eucaryotic Cell." *New Phytol.* 68:591 ~ 612
3. R.E. Buchanan and N.E. Gibbons 1974 "*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*," 8th ed. Baltimore : Williams Wilkins Co. pp. 4~9.

（選自科學月刊第七卷第三期。作者：黃檀溪）

第三篇 漫談真菌

在人類還沒有發現微生物以前，所有的生物不是歸屬於動物界就是植物界，並無介乎兩者之間的過渡型生物。然而到了十九世紀，生物學家逐漸發現微生物幾乎是綜合了植物與動物的原始特徵，於是植物學家與動物學家開始互搶地盤，爭論不休。這個問題便愈鬧愈嚴重，微生物在分類上的地位始終在議論紛紛中猶豫不決。1866 年德國生物學家海克爾（Haekel）索性另闢蹊徑創建了一個嶄新的「王國」，認為微生物應該自成第三個單元，即原生生物界（protista）；換句話說，凡是組織構造簡單的生物，不論單細胞或多細胞都應該屬於這一界。原生生物界裏依細胞構造的差異又可區分為高等原生生物（或稱真核類 eucaryotic）與低等原生生物（或稱原核類 procaryotic）。真核類具有真正的細胞核與核膜，核內可以找到染色體，並能進行有絲分裂，細胞質裏有產生或捕捉能量的小器官，如粒腺體或葉綠體以及許多微管構造，而司運動的小器官如纖毛或鞭毛等其基本構造也比較複雜。至於原核類的這些構造不是付諸闕如就是太過簡單。本文所談的真菌（fungi）在這王國裏是屬於真核類的一分子，它和它的「親戚」的關係有如圖 3-1。

真菌滋生於世界各處，不但數量驚人，其種類之多（超過四萬種），僅次於開花的高等植物；時至今日，每年仍有新種陸續發現。小型的真菌，只有在顯微鏡下才能一睹它的芳容；較大型的真菌往往具

有瑰麗的色澤，或逗人喜愛的姿態。

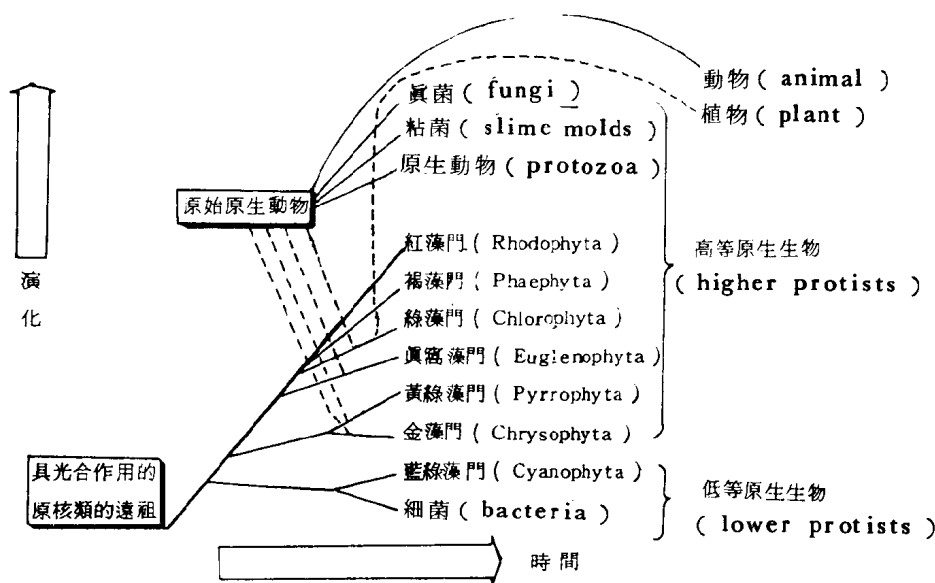


圖 3 - 1.

真菌與人類的關係太密切了，它們有的是救命恩物，如青黴菌即為一例（見圖 3-2）；有的卻是殺人的劊子手，如麥角菌（ergot）是。不特此也，為害農作物生長的銹病菌（rust）和露菌病菌（mildew），引起香港腳的病菌，做饅頭和釀酒用的酵母菌……全都屬於真菌這個大家庭。

在自然界裏，所有的真菌都是最重要的管家，也是最優秀的廢物處理專家，由於它們孜孜不倦地埋頭苦幹，把動植物產生的有機廢物