

食品微生物學精要

Essentials of Food Microbiology

修訂版

原著 John Garbutt
審校 丘志威
編譯 吳定峰・丘志威

藝軒圖書出版社

食品微生物學 精 要

Essentials of Food Microbiology

修訂版

原著 John Garbutt
審校 丘志威
編譯 吳定峰・丘志威

藝軒圖書出版社

國家圖書館出版品預行編目資料

食品微生物學精要／John Garbutt 原著；丘志威·
吳定峰編譯．--修訂版．--臺北縣新店市：藝軒，
2005[民 94]
面：公分
參考書目：面
含索引
譯自：Essentials of food microbiology
ISBN 957-616-829-5（平裝）
1. 食品微生物學
369.36 94008720

Copyright © 1997 by John Garbutt
Published by Arnold, a Member of the Hodder Headline Group
本書譯自 Essentials of Food Microbiology
係經 by John Garbutt 授權藝軒圖書出版社印行中文版。
Chinese edition © 2003 by Yi Hsien Publishing Co., Ltd
All Rights Reserved

本書任何部份之文字或圖片，如未獲得本社書面同意，
不得以任何方式抄襲、節錄及翻印

新聞局出版事業登記證局版台業字第一六八七號

食品微生物學精要 (修訂版)

(平裝) 特價新臺幣 400 元

原著者：John Garbutt
審校者：丘志威
編譯者：吳定峰·丘志威
發行所：藝軒圖書出版社
發行人：彭賽蓮
總公司：台北縣新店市寶高路 7 巷 1 號 5 樓
電話：(02)2918-2288
傳真：(02)2917-2266
網址：www.yihscient.com.tw
E-mail:yihscient@ms17.hinet.net
總經銷：藝軒圖書文具有限公司
台北市羅斯福路三段 316 巷 3 號
(台大校門對面·捷運新店線公館站 4 號門出口)
電話：(02)2367-6824
傳真：(02)2365-0346
郵政劃撥：0106292-8
台大醫學院展售處
台北市仁愛路台大醫學院聯教館醫工室 B1
電話：(02)2397-5070
台中門市
台中市北區五常街 178 號
(健行路 445 號宏總加州大樓)
電話：(04)2206-8119
傳真：(04)2206-8120
大夫書局
高雄市三民區十全一路 107 號
(高雄醫學大學正對面)
電話：(07)311-8228

本公司常年法律顧問／魏千峰、邱錦添律師

二〇〇六年九月修訂版再刷

ISBN 957-616-829-5

本書如有缺頁、破損或裝訂錯誤，請寄回本公司更換。

讀者訂購諮詢專線：(02) 2367-0122

譯者簡介

丘志威 博士

美國康乃爾大學食品科學博士

輔仁大學學術副校長

輔仁大學食品營養學系教授

吳定峰 博士

美國密西根州立大學微生物學博士

嘉南藥理學院藥學系副教授

譯者序

自回國後，在大學講授食品微生物學也有十八個寒暑了。教學之初，國內大專院校所使用的原版食品微生物學教科書本來就不多，中文相關書籍就更少了。近五年來，食品微生物學書籍雖有增加，然而廣泛被採用為教科書者亦僅限於少數一、二個版本。至今，中文本或譯本，連同由大陸進口者已有四至五種。欲獲得一本內容簡潔扼要，毫不浪費篇幅，又適合大專用書的，只有這本《食品微生物學精義》（Essentials of Food Microbiology，作者 John Garbutt）。其優點就如同原著者在序言中提到，本書著重原理的介紹，特別在食品中毒方面著墨甚詳。

藝軒圖書公司董順福先生在兩年多前要我加入翻譯這本書的任務，由吳定峰博士翻譯第一稿，我則進行第二次翻譯及順稿的工作，由於行政工作繁忙，整整費時二年始得完成。要特別謝謝藝軒圖書公司董氏兄弟的耐心與支持，使本書得以順利出版。

翻譯這本書實在是一項困難的差事，譯者已竭盡所能，尋求坊間所有工具書，力求專有名詞譯名的正確及一致性。然而譯者才疏學淺，謬誤之處在所難免，尚祈專家先進不吝指正為禱。

丘志威 謹識

2003 年春 於輔仁大學

原 序

《食品微生物學精義》是我在一般全國文憑教育至碩士班各級食品課程中，講授微生物學和食品微生物學的經驗所發展而來的。本書的主要對象是進入大學尚未接觸過食品微生物學，而欲研習食品科學、食品科技和其他食品相關領域的大多數學生。修讀食品微生物學的學生，有的是慕名而來，有的是因為食品微生物學的知識是必要的，以便於理解食品生產、加工、品管、食品衛生、處理、配送、食品銷售和食品製造等各類科目。對食品與食品安全有興趣的人而言，本書應當是一本有用的資訊來源，包括餐旅管理、生物技術、應用生物、食品行銷、環境研究等領域的學生和毫無技術背景而進入食品業管理的大學畢業生。

假定讀者以前就不具有微生物學的知識，因此本書納入了微生物學必需知曉的原理，在課文相關段落中顯現，並儘可能採用食品範例。食品微生物學是一門頗具挑戰和持續變化的學科領域，不可能以本書有限規模完全涵蓋。因而特別著重在原理的介紹以及提供範例，幫助學生理解主題領域。以食源性疾病對食品關心的人之重要性而言，我不須為提供該特定主題的篇幅而致歉。

以標的讀者僅具有有限的主題知識而言，我認為，完整的參考書目對本書並不適當。但是書末的附錄還是包含了進一步閱讀的一覽表，以協助學生擴展他們特定領域的學問或得到特定主題更詳細的資訊。

目次

1	揭開序幕 Setting the scene	1
2	微生物的構造 The structure of microorganisms	5
3	微生物的命名、分類與鑑別 The naming, classification and identification of micro-organisms	20
4	微生物的生長及族群 Growth of microorganisms and microbial populations	29
5	微生物的營養及培養 Microbial nutrition and cultivation	38
6	影響微生物生長的因素 Factors affecting the growth of micro-organisms	54
7	微生物的死亡及微生物族群 Death of micro-organisms and microbial populations	87
8	食品腐敗 Food spoilage	116
9	食源性疾病及食品中毒 Food-borne disease and food poisoning	135
10	發酵食品 Fermented foods	182
11	控制食品的微生物品質及安全性 Controlling the microbiological quality and safety of foods	207
	附錄—閱讀資料 Appendix-Further reading	246
	索引 Index	248

1

揭開序幕 Setting the scene

微生物科學

研究微生物學的進路

食品微生物學－其源起與範疇

微生物科學

The science of microbiology

微生物學是生物科學的分支，處理細菌、真菌、某些藻類、原生動物、病毒、類病毒及感染蛋白顆粒等微生物。雖然以這種方式將一些似乎沒有什麼關聯的生物體混為一談似顯牽強，但是從務實的觀點看來卻很合宜，同時基於以下大多數微生物的共同特質看來，亦有其合理的基礎：

- 它們通常太小，以致肉眼看不見，必須運用某種顯微鏡才能研究它們的構造。
- 和高等植物及動物比較起來，其細胞及其他構造相當簡單，且較少分化。
- 在實驗室的處理及培養方式通常大同小異。

大小是微生物學發展的一個主要關鍵。微生物學的源起可以追溯到 1677 年雷文霍克 (Antony van Leeuwenhoek) 發明了簡易顯微鏡及其所從事的早期觀察。他的早期顯微鏡首度觀察到原生動物、藻類、真菌和較大的細菌，但是要能看得見病毒，並且辨識出細菌及其他活生物體細胞構造間的不同，則必須等到電子顯微鏡問世之後。微生物的大小

差異極大，從肉眼剛好可看見的阿米巴原蟲 *Amoeba*，(直徑約 500 μm)，到最小的病毒 (Virus) (直徑約 20 nm)，相當於田徑跑道和一分錢硬幣的對比。部份微生物的大小範例示於表 1.1。

傳統上實驗室培養微生物的方式包含了純菌培養技術 (pure culture techniques)，意即將一個生物體從其自然棲息地分離出來，將此單一物種接種到無菌的營養環境 (培養基) 中，使其成長並進行研究。進行純菌培養涉及無菌技術 (aseptic techniques)，用以確保該生物體不會潛入實驗環境中，同時實驗工作者或環境中帶有的其他微生物也不會污染到純菌種。

純菌培養技術、培養基及無菌技術對微生物學的發展亦有其重要性。

研究微生物學的進路

Approaches to studying microbiology

微生物學已經發展成一個可以從許多視角來加以研究的科學。由於下列各學科的形成，我們可以針對個別種類進行專門的研究：

表 1.1 某些微生物的大小

生 物	大 小
阿米巴原蟲 (<i>Amoeba</i>)	50 μm 更小於此的生物體必須用顯微鏡才能看得見
真菌菌絲 (Fungal hyphae)	直徑 5~20 μm
酵母細胞 (Yeast cells)	10 x 8 μm
細菌 – 芽子包桿菌屬 (<i>Bacterium-Bacillus spp</i>)	2.8 x 1.5 μm
細菌 – 葡萄球菌屬 (<i>Bacterium-Staphylococcus spp</i>)	直徑 1.0 μm 更小於此的生物體必須用電子顯微鏡才能看見
病毒 – 噬菌體 (Virus-Bacteriophage)	頭 80 x 100 nm 尾 長度 110 nm
病毒 – A 型肝炎 (Virus-Hepatitis A)	直徑 30 nm

1 micrometre or micron (μm) = 10^{-6} metres.

1 nanometer (nm) = 10^{-9} metres.

人類肉眼的解析極限約為 200 μm 。

採用油鏡的光學顯微鏡之解析極限為 0.20 μm 。

- 細菌學 (Bacteriology) – 對細菌的研究；
- 黴菌學 (或真菌學) (Mycology) – 對真菌的研究；
- 原生動物學 (Protozoology) – 對原生動物的研究；
- 藻類學 (Phycology, 或 Algology) – 對藻類的研究；
- 病毒學 (Virology) – 對病毒的研究。

另一個不同的進路是從整體的觀點來看這些微生物在構造、生物化學、生理學及遺傳學等方面的基本特質。雖然生物體的構造可能存在著重大的差異，但是所有的生物體，包含大多數的微生物在內，具有相似的 DNA 控制機制以及相似的生化特質。由於微生物在實驗室的控制條件下相當容易大量成長，它們已被證明是研究一般細胞在細胞階段之運作方式的重要工具。我們也可以從應用的

觀點來研究微生物，亦即探討微生物和環境及人類活動之間的關係。這個觀點也開創出許多專門的研究領域：

- 醫學微生物學，涵蓋病理學（疾病的研究）、免疫學（免疫系統如何運作，以避免微生物的侵入）及流行病學（疾病如何傳染與蔓延）的某些層面。
- 農業微生物學，研究畜產疾病、植物疾病及土壤微生物學。
- 工業微生物學/生物技術，研究大規模工業工程中微生物的使用。
- 食品微生物學，研究微生物在食品腐敗、食品製造、食品保存及食品媒介疾病上所扮演的角色。

這些專門領域沒有一項可以單獨進行，例如，食品微生物學包含了製造發酵食品及生產單細胞蛋白質之工業微生物及生物技術

的許多層面。食品媒介疾病的研究則涉及醫學微生物學及農業微生物學的層面。

專業知識必須建立在對基本原理的理解之上。例如，食品微生物學者必須對微生物構造、微生物的分類與認定、微生物如何生長、影響其生長的的因素及如何控制其生長、微生物的死亡、微生物的營養及如何在實驗室培養等都要有所瞭解。

食品微生物學－其源起與範疇

Food microbiology-its origins and scope

雖然早期對食品腐敗的過程、食品保存的方法及食品發酵就已經有所認識，但是一直到十九世紀，食品與微生物之間的關係才被確立。1837 年，許旺（Schwann）提出酒精發酵中所出現的酵母是一種極微小的植物，而在 1857 年至 1876 年間，巴斯德（Pasteur）證明微生物是食物及飲料產生化學變化的原因所在。如今看來，他們的觀察為食品微生物學奠定了發展的基礎。在這些早期的發現之後，很快地，有關微生物在食品保存、食品腐敗及食物中毒所扮演角色的知識突飛猛進，直到食品微生物學逐漸自成一門學科。現在，食品微生物是一個高度發展的知識領域，其主要興趣請見圖 1.1。

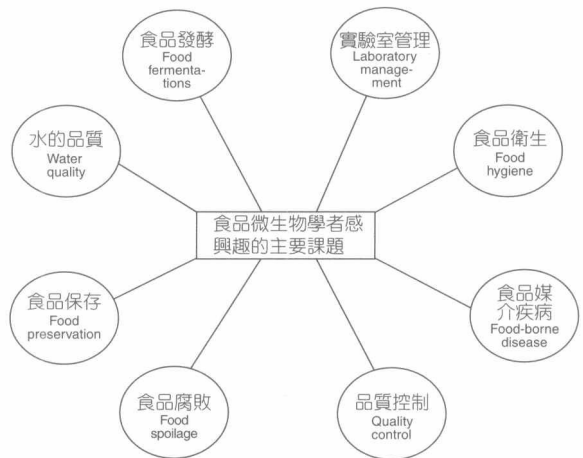


圖 1.1 食品微生物學者感興趣的主要課題

食品微生物學者並非對所有的微生物都具備同等的興趣。細菌是他們的關心所在，黴菌與酵母菌也具有相當的重要性，病毒則較為次要。這些生物體與食品製造及消費的關聯摘要於圖 1.2。

原生動物及藻類對食品的生產、加工及消費幾乎沒有直接的影響。食品媒介疾病可由某些原生動物所引起，其他原生動物則對廢棄物的處理極為重要。藻類用於生產褐藻酸鹽類（alginates），有些可用於生產單細胞蛋白質，有些海藻則會產生連同海鮮一起被吃下去的毒素。

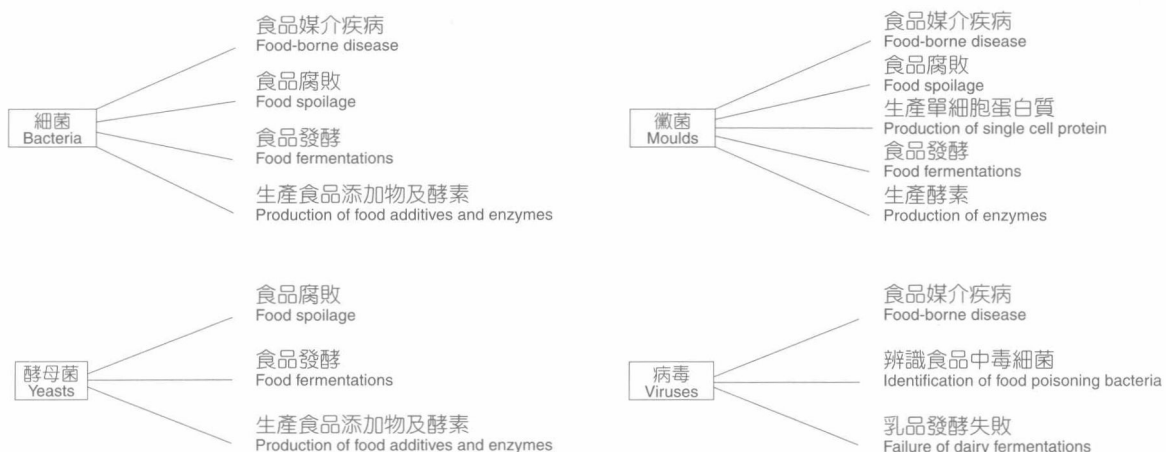


圖 1.2 微生物的種類及其與食品的關聯

2

微生物的構造

The structure of microorganisms

細 菌

真菌的構造

病 毒

細 菌

Bacteria

細菌的細胞

THE BACTERIAL CELL

細菌是相當簡單的單細胞生物體，也是我們所知的最小的自由活動生物。大部份細菌的細胞面積為直徑 $0.2\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ 之間，長度為 $0.5\ \mu\text{m} \sim 10.0\ \mu\text{m}$ 之間，遠在肉眼可看到的極限之下，意味著細菌構造只能在某種型式的顯微鏡下才能觀察得到。

以可見光（即亮視野）顯微鏡研究細菌

STUDYING BACTERIA WITH THE VISIBLE LIGHT (BRIGHT FIELD) MICROSCOPE

複合式亮視野顯微鏡是實驗室用以觀察細菌的標準設備，它能夠對細胞的形狀及其染色特性提供有用的訊息。細菌細胞的這些特質在辨識上是很重要的。如果你只是將細菌放在載玻片上置於顯微鏡下，你將很難進行觀察，因為細胞與背景之間的對比十分有限。為了克服這個難題並強化其對比，在進

行觀察之前一般都會利用不同類型的染劑予以染色。各種染劑染色技術的引介，對細菌學的初期發展而言，是一項重要的發明。舉例而言，甲基藍（methylene blue）被用來加在細菌抹片上，細菌會吸而與核糖核酸結合，將細菌染成藍色。大多數的細菌會被這種方式簡單地染色，將其放在可見光顯微鏡下將呈現出個別細菌的形狀（細胞形態學，cell morphology）、相對的大小，以及細菌在群體裏的排列方式（群體形態學，group morphology）。圖 2.1 呈現的是可以透過簡單染色技術，再利用可見光顯微鏡看見的細菌的形狀及排列。

革蘭氏染色法

GRAM STAIN

革蘭氏染色法是染色技術中特別重要的一個方法，而且在和可見光顯微鏡（visible light microscope）一起使用時，能夠呈現出細菌的形狀與排列以及它們的革蘭氏反應（Gram reaction），也就是該生物體為革蘭氏陽性（Gram positive）或革蘭氏陰性（Gram

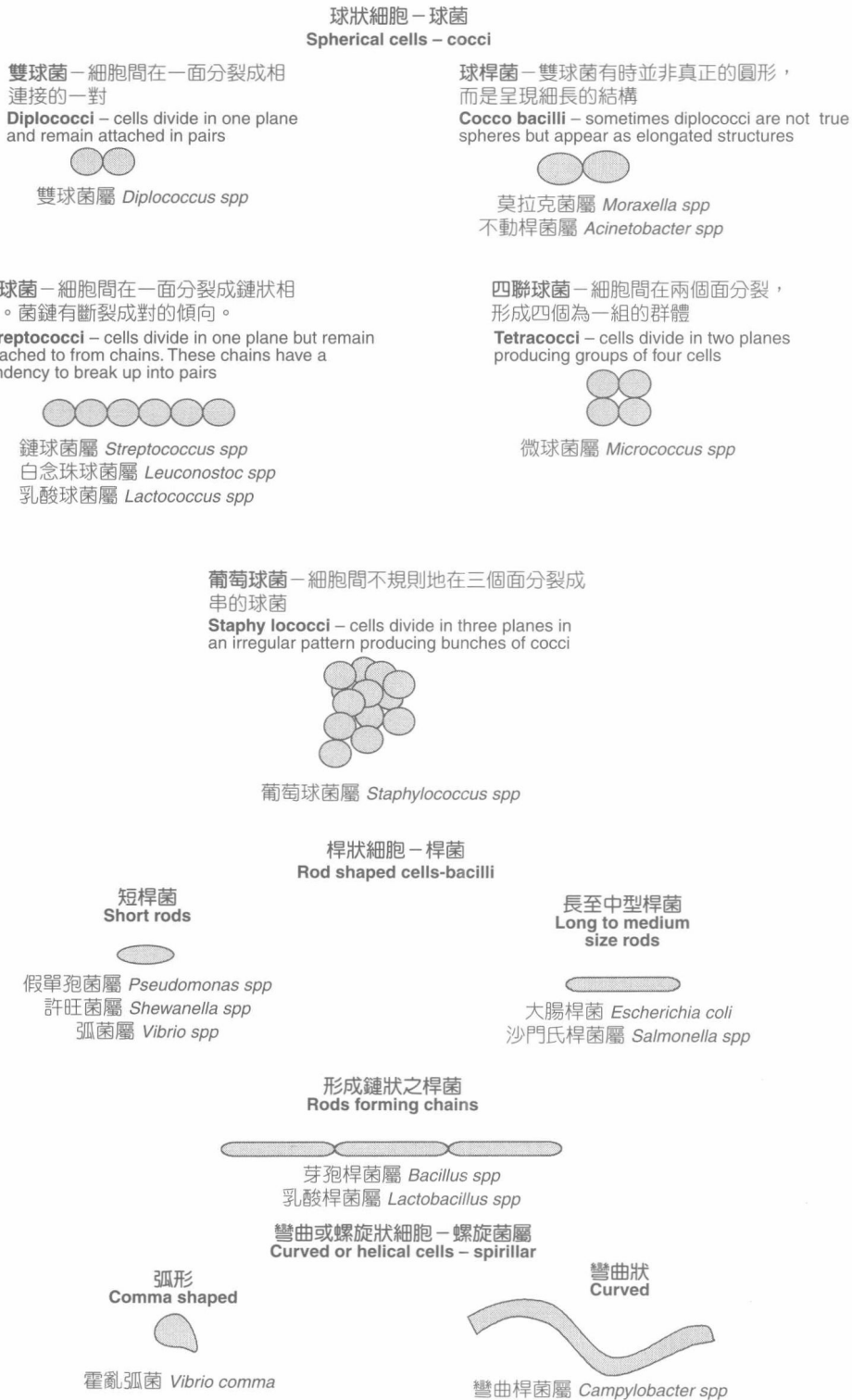


圖 2.1 細菌類型及其排列

negative)。這項技術是一位丹麥醫師革蘭(Christian Gram)在1884年所發明，用來辨識臨床樣本中的細菌。目前革蘭氏染色法是辨識未知細菌的第一個例行步驟，在許多情況下被廣泛使用。

革蘭氏染色法將細菌區分為兩個主要組群—當去色劑作用在細菌上時，能保有透明紫色碘化合物者(革蘭氏陽性)，及無法維持住染劑者(革蘭氏陰性)。圖2.2為此技術的摘要。

微生物的革蘭氏反應在某種程度上是由細胞的生理狀況所決定。操作革蘭氏染色法時，必須採用新鮮的培養液——最多十八小

時(隔夜)，越年輕越好，重點在於細菌必須仍在活躍地生長中。有些革蘭氏陽性菌，包括許多形成孢子(spore-forming)的細菌及微球菌屬(*Micrococcus spp*)，會因為老化而無法保留住透明紫色的碘化合物。較老的培養液可能混雜出現革蘭氏陽性與革蘭氏陰性的細菌，有時也會只出現革蘭氏陰性菌。這類的細菌稱為**革蘭氏變異種**(Gram variable)。所有革蘭氏陽性菌一旦死亡或開始分解，將失去其革蘭氏染色特質。

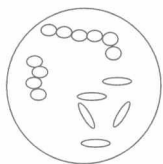
細菌的構造

BACTERIAL CELL STRUCTURES

與細菌細胞有關(如孢子之類)的某些構造，可以用特殊染色技術在亮視野顯微鏡下呈現出來。但是，如同用來辨識鞭毛的技術一樣，某些技術在操作上可能相當困難，且結果不甚可靠。表2.1列出可以結合可見光顯微鏡與染色或其他技術來獲得的訊息。這些訊息有助於辨識實驗室培養菌或取自自然棲地之樣品的例行檢驗。

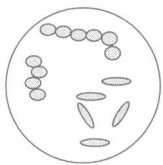
為了清楚看見構造上的細節，必須運用如電子顯微鏡般較為複雜的技術。這是因為亮視野顯微鏡的解析能力有限。顯微鏡的解析能力取決於微小細節的呈現及緊鄰物體的區隔。一般實驗室顯微鏡使用約可放大1000倍的鏡組，其最大解析度不過 $0.2\ \mu\text{m}$ 。這意味著無法看見小於 $0.2\ \mu\text{m}$ 的物體，而且更為靠近的物體將無法被區隔開來。電子顯微鏡具有高達100,000倍的放大效果，同時可以解析相距2.5 nm的物體。透過電子顯微鏡，我們可以研究細菌的某些細微結構，不論是整體或已分解成不同成份的細菌。其內部構造可以結合穿透式(transmission)電子顯微

製備的細菌抹片未染色前是無法看見細菌
Bacterial cells are difficult to see in prepared smears without staining



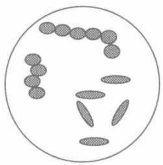
經加熱固定後的細菌抹片以結晶紫染色，將所有細胞染成紫色。

A heat-fixed smear is stained with crystal violet dye. All cells stain purple



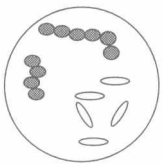
然後將細菌抹片以碘溶液(將碘置入碘化鉀)處理。由於結晶紫與碘形成複合體，顏色變深。

The smear is then treated with iodine solution (iodine in potassium iodide). The colour intensifies owing to the formation of a crystal violet-iodine complex in the cells



接著，將脫色劑(乙醇、丙酮、乙醇+丙酮或碘丙酮)加入抹片。有些細菌保留染劑—革蘭氏陽性，其他細菌—革蘭氏陰性—維持未染色狀態，且難以觀察得到

Next, the smear is treated with a decolorizer (ethanol, acetone, ethanol + acetone or iodine acetone). Some cells retain the dye—Gram positive. Other cells—Gram negative—remain unstained and difficult to see



最後以番紅(對比染料)將革蘭氏陰性菌染成粉紅色。

The smear is finally treated with safranin (counterstain), which stains the Gram-negative cells pink

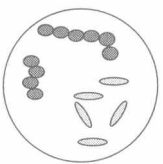


圖2.2 革蘭氏染色技術

表 2.1 實驗室中可輕易呈現的細菌構造

細胞特質	呈現方法
細胞形狀	簡單染色或革蘭氏染色法
細胞的相對大小	簡單染色或革蘭氏染色法
群體形態學	簡單染色或革蘭氏染色法
細胞的革蘭氏反應	革蘭氏染色法
鞭毛的存在	間接透過懸滴活動力法
孢子的存在	孢子染色，例如熱孢子染色法

鏡及重金屬染色加以研究，細胞的表面則可以利用掃描式（scanning）電子顯微鏡來觀察。此外，可以用化學方法更詳盡地瞭解細菌構造。電子顯微鏡使微生物學家得以證實圖 2.3 所列出的結構。這個細菌構造的觀點呈現出的是在許多細菌中——而非針對特定種類——所發現的結構。

所有細菌細胞皆有：

- 細胞壁（黴漿菌屬除外）；
- 細胞膜；
- 細胞質；
- 單一染色體；
- 核糖體

只有部份細菌具有：

- 莢膜（capsules）；
- 糖盞（glycoealx）；
- 纖毛（fimbriae, pili）
- 間體（mesosomes）及相關構造；
- 鞭毛（flagella）
- 內含顆粒（儲存顆粒 storage granules）；
- 孢子。

細菌的細胞壁

Bacterial cell walls

細胞壁是包圍細胞膜一層大致上可說是堅固的物質，負責賦予細胞形體。除了黴漿菌屬（mycoplasmas）之外，所有細菌都有細胞壁。細胞壁的功能在於保護細胞免於滲透

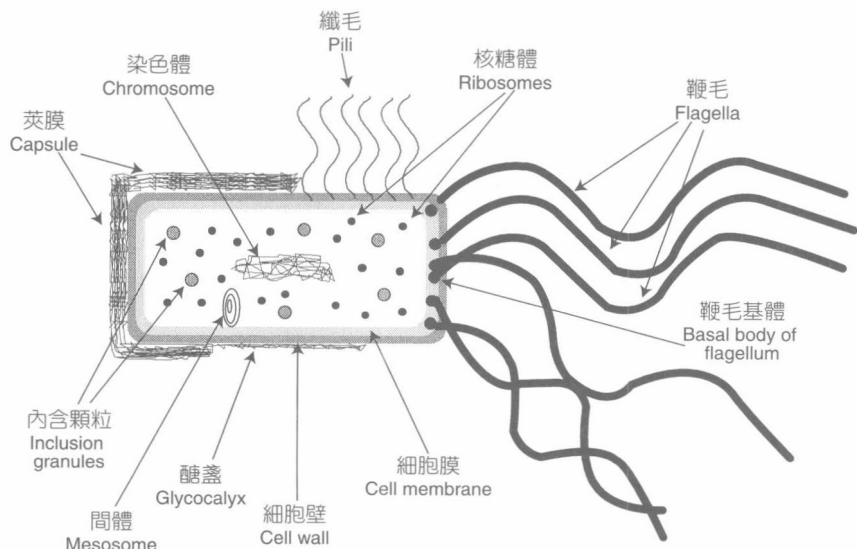


圖 2.3 電子顯微鏡下的細菌細胞構造

性溶菌作用 (osmotic lysis) 及機械性損傷。大多數細菌含有一個由 *N*-乙醯胺基葡萄糖 (*N*-acetyl glucosamine) 及 *N*-乙醯胞壁酸 (*N*-acetyl muramic acid) 交替形成的聚合物 (polymer)。*N*-乙醯胺基葡萄糖是一種胺糖，同時也是構成黴菌菌絲壁及昆蟲外骨骼幾丁質 (chitin) 的成份。*N*-乙醯胞壁酸是細菌細胞壁所特有的胺糖。這兩種胺糖所構成的長鏈，彼此會藉胺基酸鍵結，以形成肽聚醣 (peptidoglycan, 又稱胞壁質 murein, 黏肽 mucopeptide 或黏複合體 mucocomplex) 的三級構造。細胞壁的機械性強度主要來自肽聚醣鏈之間的肽交聯作用 (cross links)。

革蘭氏陽性菌與革蘭氏陰性菌在細胞壁的化學結構上差異極大。革蘭氏陽性菌的細胞壁幾乎完全由肽聚醣所構成。除了肽聚醣之外，也有稱為磷壁酸質 (teichoic acids) 的物質存在。磷壁酸質和肽聚醣之間的共價鍵會提升其機械性強度。革蘭氏陰性菌之細胞壁，肽聚醣層則薄得多 (約為革蘭氏陽性細胞的 1/10)，只有少數的肽交聯連結，同時沒有具強化功能的磷壁酸質，導致革蘭氏陰性菌的細胞壁明顯較為脆弱。在肽聚醣層之外的是一層脂蛋白 (lipoprotein)、磷脂 (phospholipid) 及革蘭氏陰性菌細胞壁所特

有的多醣聚合物，稱為脂多醣 (lipopolysaccharide)。細胞壁的這個外層有時也稱為外囊 (outer envelope) 或外膜 (outer membrane)，其結構也與其他生物性包膜相似。它的結構極為複雜，同時是誘發哺乳類形成抗體與引發革蘭氏陰性菌毒性，導致發燒、休克或其他由這些細菌所造成之症狀的體細胞或 'O' 型抗原性的所在。它也可以做為一道牢不可破的保護性屏障，以防止可能具有毒性的化學物質到達細胞表面。例如，有些抗體不會穿透外膜。存在於外膜的孔蛋白 (pore proteins)，是養份進出細胞的管道。圖 2.4 概述了革蘭氏陽性與革蘭氏陰性菌細胞壁的不同。細菌的革蘭氏反應顯然與細胞壁結構的差異有關。

和真正細菌細胞壁不同的是，古細菌 (archaebacteria) ——如極度嗜鹽菌 (extreme halophiles) ——的細胞壁是由蛋白質、醣蛋白 (glycoproteins) 與多醣 (polysaccharides) 所構成。它們欠缺正常細胞壁的機械性強度。

細胞膜 (漿膜或細胞質膜)

The cell membrane (plasma or cytoplasmic membrane)

細胞膜是一層薄而有彈性、用以界定細

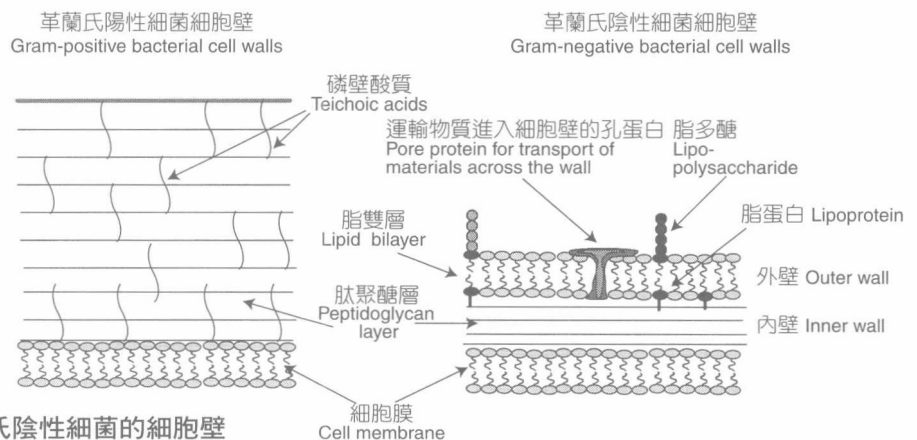


圖 2.4 革蘭氏陽性與革蘭氏陰性細菌的細胞壁

胞質與外在環境的脂質與蛋白質包囊。這層膜的厚度只有 7 nm，由內部包埋著蛋白質分子（嵌入蛋白質 integral protein）與其他蛋白質（周邊蛋白質）的磷脂雙層所組成。

細胞膜的功能：

- 形成細胞質與外在環境的界限。
- 控制物質進出細胞。細胞膜蛋白質做為水與其他物質快速通過細胞膜的孔道。透性酶（permeases）（運輸酵素）則移動養分通過此膜。
- 某些細菌具有與細胞膜相連的呼吸（respiratory enzymes）。
- 細胞分裂時，遺傳物質依附在細胞膜上，在重新分配兩個新細胞的遺傳物質上扮演著某種角色。
- 胞外酵素（exo-enzymes）之所以分泌至細胞表面與細胞膜有關。

細胞質

Cytoplasm

細菌細胞中的細胞質是一種含有蛋白質，包含酵素蛋白質、碳水化合物、脂質、無機鹽與新陳代謝廢棄物的水混合物（含水量約 75%）。其中也有核糖體與細胞 DNA。

細胞之基因體

The bacterial genome

基因體（genome）一詞所指的是生物的遺傳物質。對細菌而言，這包含一個單一圓形染色體和任何相關的質體（plasmid）或基因副體（episomes）。這個主要的圓形染色體是一個雙股的 DNA 分子，包含了控制細胞發展與代謝活動的所有訊息（約 4,000 個基因）。這個雙股 DNA 分子折疊成一個直徑約 0.2 μm 的密實塊，佔據了細胞細胞質的 15~

25%。DNA 分子由 RNA 與蛋白質造成極度纏繞的情形。

質體（Plasmids）是與主要染色體全然不同的微小遺傳物質。在細菌中，它們是由 5~10 個基因所構成的微小圓形結構，攜帶著不是細胞生存所必需，但可以幫助其適應不斷變動之環境條件的訊息。舉例而言，質體中的遺傳物質可能帶有能夠使細菌抵抗抗生素的訊息或促使細胞分解異常化合物的訊息。質體能夠從這個細菌轉移到另一個細菌上，有時在不同種類的細菌間也有此情形。

核糖體

Ribosomes

核糖體是由蛋白質和 RNA 所組成的微小圓形體（直徑 25 nm）。核糖體負責細胞內蛋白質的合成，在細菌內的含量豐富。細菌在甲基藍的鹼性染料中呈現出強烈的染色反應，主要原因即在於其含有大量的核糖體。據我們所知，細菌核糖體是 70s 的核糖體（s 指沉降係數（Svedberg）單位，測量粒子在高速離心機中沉澱之相對速度的單位）。

莢膜，黏液層

Capsules, slime layers

許多細菌會產生逸出於細胞壁外的物質，形成額外的表層。這些表層如果緊密附著於細胞壁上，並且可以在光學顯微鏡下呈現出來的話，稱為莢膜。如果容易脫落且使細菌周圍的環境變得黏滑，則稱為黏液層。

莢膜一般是由多醣類構成，但也有多肽（polypeptide）莢膜。莢膜的化學成份可取決於該生物取得碳的來源，換言之，如果可取得的碳源是碳水化合物，莢膜會由多醣類組成，但如果只能取得胺基酸，其成份就是多