

Instant Notes

微生物學速成

Microbiology 2/e

原著

J. Nicklin

K. Graeme-Cook

R. Killington

編譯

周純芬

國立陽明大學微生物暨免疫學研究所博士

彭洪文

國防醫學院醫學士暨醫學科學研究所博士



BIOS

合記圖書出版社 發行

Instant Notes

微生物學速成

Microbiology 2/e

原著

J. Nicklin

K. Graeme-Cook

R. Killington

編譯

周純芬

國立陽明大學微生物暨免疫學研究所博士

彭洪文

國防醫學院醫學士暨醫學科學研究所博士



BIOS

合記圖書出版社 發行

微生物學速成 / J. Nicklin, K. Graeme — Cook,
R. Killington 原著 ; 周純芬, 彭洪文 編譯.

-- 初版. -- 臺北市 : 合記, 2005 [民 94]

面 ; 公分

參考書目 : 面

含索引

譯自 : Instant Notes Microbiology, 2 nd ed

ISBN 986-126-174-5 (平裝)

1. 微生物學

369

93021078

書 名 微生物學速成
編 譯 周純芬 彭洪文
執行編輯 林麗淑
發行人 吳富章
發行所 合記圖書出版社
登記證 局版臺業字第 0698 號
社 址 台北市內湖區(114)安康路 322-2 號
電 話 (02)27940168
傳 真 (02)27924702
網 址 www.hochi.com.tw

總 經 銷 合記書局
北 醫 店 臺北市信義區(110)吳興街 249 號
電 話 (02)27239404
臺 大 店 臺北市中正區(100)羅斯福路四段 12 巷 7 號
電 話 (02)23651544 (02)23671444
榮 總 店 臺北市北投區(112)石牌路二段 120 號
電 話 (02)28265375
臺 中 店 臺中市北區(404)育德路 24 號
電 話 (04)22030795 (04)22032317
高 雄 店 高雄市三民區(807)北平一街 1 號
電 話 (07)3226177
花 蓮 店 花蓮市(970)中山路 632 號
電 話 (03)8463459

郵政劃撥 帳號 19197512 戶名 合記書局有限公司

西元 2005 年 1 月 10 日 初版一刷

Preface

前言

第二版的「微生物學速成」在許多章節中，都經過更新與改寫，包括參考第一版讀者們的建議、微生物分類學上的新進展和分子生物學的新視野。

生物化學的部分（第貳段落）因作者的關係，而完全重寫。近來因原核生物分類上的更動，必須加上新主題「原始細胞生物」（肆-5）。另外，為跟上分子生物學知識的快速發展腳步，也做了不少更新。

第一版中的藻類與原核生物，在本版中合併成一個新的章節，稱為「原核生物」，藉以反映目前對於這群微生物的新證據與觀念。整個章節中，也改用新的真菌與原核生物的分類學名詞。

病毒學的內容，仍維持基礎知識的介紹。但隨著分子與免疫學研究技術的精進，使我們在獲取病毒、其複製機轉和與宿主間相互作用機轉的知識上，既快速又扎實。在本版中，除了更新病毒的分類外，也探討新的趨勢如 C 型肝炎。此外，在病毒學段落中，有一章探討的是蛋白原體（prions）（不是病毒），與移性海綿狀腦病變。

我們很感謝讀者們如同審查委員一般的回饋，更期望本版的內容，能儘可能完全涵蓋他們的寶貴建議。

Preface

譯者序

這是一本深入淺出、精簡扼要、適合入門，也適合重點複習及快速閱讀，能帶給讀者完整的微生物概念的好書，在二十一世紀最具潛力的生物科技如火如荼的時代裡，是一本值得一讀與收藏的好書。

綜覽全書，可發現本書有以下特點：

1. 重點整理單元，能為讀者在最短的時間裡，了解每一章節的全貌，也可以用來作為重點複習用。
2. 每一章節的內容，均以最精簡的文字與圖像表達方式，將概念完整地呈現出來，使讀者在最短的時間內，便可以快速擷取概念的精髓。
3. 書本最後的檢索部份，能協助讀者快速查閱特定的標題，也能進一步了解相同標題，在其他相關主題中扮演的角色，在連結各主題的概念上，發揮重要功能。當然，它也發揮了部份字典的功能。在閱讀微生物學時，不啻為一個很好用的工具。

能順利完成本書的翻譯工作，我們要感謝兒子的支持，使這本書能順利完成。我們願將此書出版的喜悅，與他共享。

周純芬
彭洪文

Abbreviations

縮 寫

A	adenine (腺嘌呤)
ABC	ATP-binding cassette (ATP 結合匣)
ACP	acyl carrier protein (醯基攜帶蛋白)
ADP	adenosine 5'-diphosphate (腺嘌呤 5'-雙磷酸鹽)
Ala	alanine (丙胺酸)
AMP	adenosine 5'-monophosphate (腺嘌呤 5'-單磷酸鹽)
A-site	amino-acyl site (ribosome) [胺醯位 (核糖體)]
ATP	adnosine 5'-triphosphate (腺嘌呤 5'-三磷酸鹽)
ATPase	ATP synthase (ATP 合成酶)
BHK	baby hamster kidney (幼蒼鼠腎臟)
Bp	base pair (鹼基對)
C	cytosine (胞嘧啶)
C-phase	Chromosome replication phase (bacterial cell cycle) [染色體複製期 (細菌的細胞週期)]
cAMP	cyclic adenosine 5'-monophosphate (環腺嘌呤 5'-單磷酸鹽)
CAP	catabolite activator protein (異化物活化蛋白)
CAT	chloramphenicol acetyl transferase (氯黴素轉乙醯酶)
CFU	colony-forming unit (菌落形成單位)
CMV	cytomegalovirus (巨細胞病毒)
CNS	central nervous system (中樞神經系統)
CoA	coenzyme A (輔酶 A)
CPE	cytopathic effect (細胞病理效應)
CRP	cAMP receptor protein (cAMP 受器蛋白)
CTL	cytotoxic T lymphocyte (細胞毒殺性 T 淋巴球)
Da	Dalton (道爾頓)
D-Ala	D-alanine (D-丙胺酸)



DAP	meso-diaminopimelic acid (新-雙胺基庚二酸)
D-Glu	D-glutamic acid (D-麩胺酸)
DHA	dihydroxyacetone (雙羥化丙酮)
DNA	deoxyribonucleic acid (去氧核糖核酸)
dNTP	deoxyribonucleoside triphosphate (去氧核糖核苷酸三磷酸鹽)
DOM	dissolved organic matter (溶解的有機物質)
D-phase	division phase (bacterial cell cycle) [分裂期 (細菌的細胞週期)]
Ds	double-stranded (雙股)
EF	elongation factor (延長因子)
EM	electron microscopy (電子顯微鏡)
ER	endoplasmic reticulum (內質網)
FAD	flavin adenine dinucleotide (oxidized) [黃素腺嘌呤二核苷酸 (氧化態)]
FADH ₂	flavin adenine dinucleotide (reduced) [黃素腺嘌呤二核苷酸 (還原態)]
FMN	flavin mononucleolides (黃素單核苷酸)
G	guanine (鳥糞嘌呤)
G-phase	gap phase (bacterial cell cycle) [間隔期 (細菌的細胞週期)]
GTP	guanosine 5'-triphosphate (鳥糞嘌呤 5'-三磷酸鹽)
HA	hemagglutination (紅血球凝集)
Hfr	high frequency recombination (高頻率重組反應)
HMP	hexose monophosphate pathway (己糖單磷酸鹽路徑)
HSV	herpes simplex virus (疱疹病毒)
I	inosine (肌醇)
ICNV	International Committee on Nomenclature of Viruses (國際病毒命名委員會)
Ig	immunoglobulin (免疫球蛋白)
IHF	integration host factor (宿主嵌入因子)
Inc group	incompatible group (of plasmids) [(質體) 不相容群]
IS	insertion sequence (插入序列)
Kb	kilobase (千鹼基)
KDO	2-keto-2-deoxyoctonate (2-酮-2-去氧辛糖化物)
KDPE	2-keto-2-deoxy-6-phosphogluconate (2-酮-2-去氧-6-磷酸葡萄糖化物)
Lac	lactose (乳糖)
LBP	luciferin-binding protein (螢光素結合蛋白)
LPS	lipopolysaccharide (脂多醣)
MAC	membrane-attack complex (攻膜複合體)
MCP	methyl-accepting chemotaxis protein (接收甲基化學趨性蛋白)



MEM	minimal essential medium (最低必須培養基)
MHC	major histocompatibility complex (主要組織相容複合體)
m.o.i.	multiplicity of infection (感染繁殖率)
MRNA	messenger ribonucleic acid (信息核糖核酸)
MTOC	microtubule organizing centre (微管組織中心)
NAD ⁺	nicotinamide adenine dinucleotide (oxidized form) 〔煙醯胺腺嘌呤二核苷酸 (氧化態)〕
NADH	nicotinamide adenine dinucleotide (reduced form) 〔煙醯胺腺嘌呤二核苷酸 (還原態)〕
NADP ⁺	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (oxidized form) 〔煙醯胺腺嘌呤二核苷酸磷酸鹽 (氧化態)〕
NADPH	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (reduced form) 〔煙醯胺腺嘌呤二核苷酸磷酸鹽 (還原態)〕
NAG	N-acetyl glucosamine (N-乙醯氨基葡萄糖)
NAM	N-acetyl muramic acid (N-乙醯胞壁酸)
NB	nutrient broth (營養肉湯)
NTP	ribonucleoside triphosphate (核糖核苷三磷酸鹽)
O	operator (操作子)
OD	optical density (光學密度)
Omp	outer membrane protein (外膜蛋白)
P	promoter (啟動子)
PCBS	polychlorinated biphenyls (多氯連苯)
PCR	polymerase chain reaction (聚合酶連鎖反應)
PEP	phosphoenol pyruvate (磷酸烯醇丙酮酸鹽)
Pfu	plaque-forming unit (溶菌斑形成單位)
PHB	poly-β-hydroxybutyrate (聚-β-羥化丁酸鹽)
Phe	phenylalanine (苯丙胺酸)
P _i	inorganic phosphate (無機性磷酸鹽)
PMF	proton motive force (中子推動力)
PMN	polymorphonucleocyte (多形核球)
PP _i	inorganic pyrophosphate (無機性焦磷酸鹽)
PPP	pentose phosphate pathway (五碳糖磷酸鹽路徑)
PS	photosystem (光系統)
PSI and II	photosystems I and II (光系統 I 和 II)
P-site	peptidyl site (ribosome) 〔胜肽位 (核糖體)〕



R	resistance (plasmid)〔抵抗力(質體)〕
r	rho factor (rho 因子)
RBC	red blood cell (紅血球)
redox	reduction-oxidation (還原－氧化)
RER	rough endoplasmic reticulum (粗糙型內質網)
RNA	ribonucleic acid (核糖核酸)
rRNA	ribosomal RNA (核糖體 RNA)
rubisco	ribulose biphosphate carboxylase〔核酮糖雙磷酸鹽(羧化酶)〕
S	Svedberg coefficient (Svedberg 係數)
snRNA	small nuclear ribonucleic acid (小型核性核糖核酸)
SPB	spindle pole bodies (紡槌極體)
ss	single-stranded (單股)
T	thymine (胸腺嘧啶)
TCA	tricarboxylic acid (三羧酸)
TCID	tissue culture infective dose (組織培養感染劑量)
tRNA	transfer RNA (轉運 RNA)
Trp	tryptophan (色胺酸)
TSB	tryptone soya broth (胰朧黃豆肉湯)
U	uracil (尿嘧啶)
U _L , U _S	unique long, unique short (唯一長, 唯一短)
UDP	uridine diphosphate (尿苷二磷酸鹽)
UDPG	uridine diphosphate glucose (尿苷二磷酸化葡萄糖)
UV	ultraviolet light (紫外光)

Contents

目 錄

前言	iii
譯者序	v
縮寫	xi

單元 壹

微生物的世界

壹-1 微生物的世界 (The Microbial World)	1
--	---

單元 貳

微生物的代謝

貳-1 異營性途徑 (Heterotrophic Pathways)	5
貳-2 電子傳遞、氧化性磷酸化反應及脂肪酸的 β -氧化反應 (Electron transport, oxidative phosphorylation and β -oxidation of fatty acids)	13
貳-3 自營性反應 (Autotrophic reactions)	18
貳-4 生合成途徑 (Biosynthetic pathways)	24



單元 參

資訊的貯存與轉移

參-1	DNA 的結構與組織 (Structure and organization of DNA)	29
參-2	DNA 的複製 (DNA replication)	34
參-3	細胞中的 RNA 分子 (RNA molecules in the cell)	40
參-4	轉錄 (Transcription)	42
參-5	基因表現的調控 (Control of gene expression)	48
參-6	蛋白質的結構 (Structure of proteins)	55
參-7	轉譯 (Translation)	59

單元 肆

細菌的結構與功能

肆-1	原核生物的分類 (Prokaryote taxonomy)	67
肆-2	原核細胞的結構 (Prokaryote cell structure)	72
肆-3	細菌的細胞封皮及細胞壁合成 (Bacterial cell envelope and cell wall synthesis)	77
肆-4	細菌的運動及化學趨性 (Bacterial movement and chemotaxis)	86
肆-5	原始細胞生物 (The Archaea)	90
肆-6	研究室內的生長 (Growth in the laboratory)	93
肆-7	原核生物的生長和細胞週期 (Prokaryote growth and cell cycle)	97
肆-8	研究微生物使用的技術 (Techniques used to study microorganisms)	102
肆-9	顯微鏡 (The microscope)	107

單元 伍

細菌遺傳學

伍-1	突變 (Mutations)	111
伍-2	突變的產生 (Mutagenesis)	116
伍-3	重組與跳躍 (Recombination and transposition)	119
伍-4	DNA 修復機制 (DNA repair mechanisms)	124
伍-5	質體 (Plasmids)	127
伍-6	F 質體與接合 (F plasmids and conjugation)	130
伍-7	噬菌體 (Bacteriophage)	134
伍-8	噬菌體的複製 (Replication of bacteriophage)	141
伍-9	轉移 (Transduction)	145
伍-10	轉形 (Transformation)	149

單元 陸

環境中的細菌與原始細胞生物

陸-1 環境中的原核生物 (Prokaryotes in the environment)	151
陸-2 工業上的原核生物 (Prokaryotes in industry)	158
陸-3 細菌性疾病綜論 (Bacterial disease-an overview)	162
陸-4 人體的防禦機制 (Human defense mechanisms)	166
陸-5 侵入人體與聚生 (Entry and colonization of human hosts)	171
陸-6 細菌的毒素與人體疾病 (Bacterial toxins and human disease)	178
陸-7 細菌性感染的控制 (Control of bacterial infection)	182

單元 柒

真核微生物綜論

柒-1 分類學 (Taxonomy)	187
柒-2 真核細胞的結構 (Eukaryotic cell Structure)	190
柒-3 細胞分裂和套數 (Cell division and ploidy)	197

單元 捌

真菌與相關植門

捌-1 真菌的結構與生長 (Fungal structure and growth)	203
捌-2 真菌的營養 (Fungal nutrition)	208
捌-3 真菌的繁殖 (Reproduction in fungi)	211
捌-4 真菌對環境的正面效應 (Beneficial effects of fungi in their environment)	218
捌-5 真菌對環境的負面效應 (Detrimental effects of fungi in their environment)	222

單元 玖

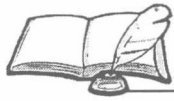
葉綠生物與原生生物

玖-1 葉綠生物與原生生物的分類及結構 (Chlorophyten and Protistan taxonomy and structure)	225
玖-2 葉綠生物與原生生物的營養及代謝 (Chlorophyten and Protistan nutrition and metabolism) ...	234
玖-3 葉綠生物與原生生物的生命週期 (Life cycles in the Chlorophyta and Protista)	240
玖-4 葉綠生物與原生生物對環境的正面效應 (Beneficial effects of the Chlorophyta and Protista) ..	248
玖-5 葉綠生物與原生生物對環境的負面效應 (Detrimental effects of Chlorophyta and Protista) ..	251



單元 拾 病毒

拾-1	病毒的結構 (Virus structure)	253
拾-2	病毒的分類 (Virus taxonomy)	258
拾-3	病毒蛋白 (Virus proteins)	263
拾-4	病毒核酸 (Virus nucleic acids)	269
拾-5	細胞的培養與病毒的生長 (Cell culture and virus growth)	276
拾-6	病毒的評估方法 (Virus assay)	280
拾-7	病毒的複製 (Virus Replication)	284
拾-8	病毒的感染 (Virus infection)	290
拾-9	病毒及免疫系統 (Viruses and the immune system)	296
拾-10	病毒疫苗 (Virus vaccines)	300
拾-11	抗病毒的化學治療 (Antiviral chemotherapy)	304
拾-12	植物病毒 (Plant viruses)	309
拾-13	蛋白原體移性海綿狀腦病變 (Prions Transmissible spongiform encephalopathies; TSEs)	314
參考文獻		321
索引		325



壹-1. 微生物的世界 (The Microbial World)

重點整理

什麼是微生物？	微生物是一種微小的生物，在正常情況下，必須借助顯微鏡才能看見。這類生物包括病毒、細菌、原始細胞生物、真菌及原生生物。
原核生物及真核生物	微生物分屬三大生物門：細菌、原始細胞生物及真核生物。細菌及原始細胞生物為原核生物，其餘為真核生物。原核生物與真核生物最主要的不同是真核生物具有細胞核及其他膜包性胞器。
微生物學的重要性	在生活上微生物扮演著不可或缺的角色，例如它們在土地的化學循環及土壤肥沃度上發揮的功能，它們也能用來製造食物、藥物及工業化合物。在負面效應方面，微生物能導致植物、動物產生疾病及造成食物的腐敗。在實驗室中則廣泛地利用微生物研究細胞的各種反應過程。

什麼是微生物（What is a microbe）？

微生物是指一大群差異性很大的生物，這群生物只有一個共同的特徵—非借助顯微鏡無法看到。微生物包括病毒（viruses）、細菌（bacteria）、原始細胞生物（archaea）、真菌（fungi）及原生生物（protista），其相對大小及特性列於表 1。然而這類生物也有肉眼可見者，如許多真菌的子實體，及近年來分離出的細菌 *Thiomargarita namibiensis* 其細胞寬度可達 0.75 毫米。

一般微生物沒有複雜的多細胞結構，大多數的細菌、原始細胞生物、真菌及原生生物都是單細胞微生物。即使是多細胞的微生物，也傾向只含少數幾種細胞。病毒不是細胞，它僅由一層蛋白質外套包裹著遺傳物質，無法獨立生存。

表 1 微生物的種類、大小及細胞型式

微生物	大小	細胞特性	本書章節
病毒	0.01-0.25 μm	非細胞	拾
細菌	0.1-750 μm	原核細胞	肆、伍、陸
真菌	2 μm $\rightarrow$ 1 m	真核細胞	柒、捌
原生生物	2-1000 μm	真核細胞	玖

十六世紀中葉顯微鏡發明後，微生物學仍未見發展，直到十七世紀末葉，虎克（Robert Hook）及雷文霍克（Antoine van Leeuwenhoek）第一次記錄他們從顯微鏡下觀察到的真菌、細菌及原生生物後才開始蓬勃發展。十九世紀末，人類開始瞭解微生物在環境及醫藥上扮演的角色，巴斯德（Louis Pasteur）推翻生源論（spontaneous generation，認為生命源自無機物），柯霍（Robert Koch）發明純種培養（pure culture）技術（見肆-8），使他可以毫無異議地證明，特定的細菌可以引發特定的疾病。自此微生物學在環境科學以及生命科學上的研究發展便一日千里。

原核生物及真核生物（Prokaryotes and eukaryotes）

微生物世界中含有三大細胞系列[或稱為門（kindoms）或區間（domains）]，這些細胞系列經 DNA 序列分析後，發現在生命發展史的早期就分為細菌（Bacteria）、原始細胞生物（Archaea）及真核生物（Eukarya）（圖 1）。所有的細菌和原始細胞生物都是微生物，真核生物則包含高等植物及動物，而真菌和原生生物則歸類為微生物。細菌和原始細胞生物具有原核的細胞結構，細胞內沒有明顯的核膜，且細胞內也沒有複雜的胞器，如真核生物用來生產能量的粒腺體（mitochondria）或葉綠體（chloroplasts）。原核生物也沒有內質網（endoplasmic reticulum）和高基氏體（Golgi apparatus）。真核生物具有細胞核，與原核生物有許多差異（見表 2 及本書其他章節）。由於粒腺體和葉綠體在結構上，與一些原核細胞非常相似，目前認為真核細胞中的胞器，是來自演化早期胞內共生的結果。

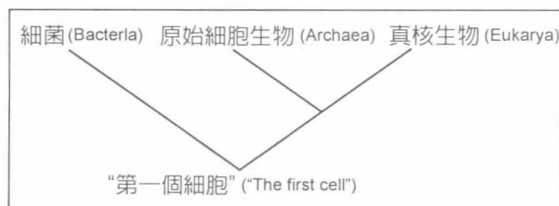


圖 1 由同一共同祖先演化出的三大細胞系列。

微生物學的重要性（The importance of microbiology）

微生物在生命各層面幾乎無所不在，以下僅能列出其中的一小部份。

表 2 原核生物與真核生物在遺傳及細胞組織上的主要不同點

原核生物 (prokaryotes)	真核生物 (eukaryotes)
遺傳物質的組織與複製	
DNA 游離在細胞質中	核膜內有 DNA 和一個核仁
通常只有一條染色體，但有例外	多於一條染色體，每條可能有兩份（雙套；diploid）
DNA 與類組織蛋白（histone-like）結合	DNA 與組織蛋白（histone）結合在一起
可能含染色體外之質體（plasmid）DNA	很少發現有質體
訊息 RNA（mRNA）很少有內序（intron）	所有基因都有內序
細胞以無性的二分法分裂複製	細胞以有絲分裂複製
以交接、轉殖及轉形傳遞遺傳物質	以有性生殖傳遞遺傳物質，減數分裂產生單套配子（gametes），再融合成雙套受精卵
細胞的組織	
細胞膜含有 hopanoids（原始細胞生物除外） 含脂多醣（lipopolysaccharides）及 台口酸（teichoic acids）	細胞膜含有脂醇（sterols）
在細胞膜上進行能量代謝反應	大多含有粒腺體（有些厭氧微生物則無）
在膜系統及細胞質的囊泡（vesicles）上進行 光合作用	藻類及植物細胞含有葉綠體 胞內膜、內質網及高基氏體與蛋白質的合成及運送 有關 具有如溶小體（lysosomes）和過氧小體（peroxi- somes）等膜囊泡結構 微管（microtubules）組成的胞骨（cytoskeleton）結構
由鞭毛蛋白（flagellin）組成的鞭毛結構	鞭毛是由複雜的 9+2 微管排列結構組成
70S 核糖體	80S 核糖體（粒腺體和葉綠體的核糖體則為 70S）
細菌細胞壁組成為肽多醣（peptidoglycan） 原始細菌（archaebacteria）則含不同的聚 合物	多醣性細胞壁，大多為纖維素（cellulose）或 幾丁質（chitin）

- 環境：微生物專司環境中碳、氮及磷等生命必須化合物的循環（見陸-1），它們可採用與植物共生的方式，協助維持土壤肥沃度，及清除環境中的有毒物質（又名生物治療；bio-remediation；見捌-4）。有些微生物是植物的致病因子，可以摧毀重要的糧食作物。而有些微生物則可用作生物控制劑，用來抵抗疾病。

- 醫學：目前已知道有些微生物會導致疾病。人類的病原生物包括病毒（例如天花病毒（*Variola virus*）會造成天花，見拾-8）、原生生物（如瘧原蟲（*Plasmodium*）造成瘧疾，見玖-5）及細菌（霍亂弧菌（*Vibrio cholera*）導致霍亂，見陸-3）。而目前所知並無致病性的原始細胞生物。微生物不但能提供抗生素，協助對抗非病毒性的感染（陸-7），也供應我們許多重要的藥物。
- 食物：人類在食物製作過程中使用微生物，如起司、麵包、酒精飲料及調味品如醬油等，已有上千年的歷史（陸-2）。此外，微生物也會造成食物的腐敗，一些致病性的微生物，也經常附著在食物上（陸-5）。
- 生物技術：傳統上，微生物被用來生產許多重要的化學藥品，如丙酮（acetone）、丁醇（butanol）及醋酸（acetic acid）（陸-2）。近年來，遺傳工程技術的快速發展，已能在細菌中進行單殖（clone），並大量生產具有醫藥價值的蛋白鏈（如胰島素）。
- 研究：由於微生物比動植物都易於操作，因此微生物一直是研究生物化學及遺傳的理想系統。且微生物可以在短時間內大量繁殖，使研究人員在很低的成本下，便可獲得大量的研究材料。另一項優點是道德上，不至於有人會反對用微生物作為實驗材料。