

微生物生理學

李銘亮 編著



藝軒圖書出版社

微生物生理學

李銘亮 編著

藝軒圖書出版社

國家圖書館出版品預行編目資料

微生物生理學／李銘亮編著.-- 第一版.--

臺北縣新店市：藝軒，2002[民 91]

面； 公分

參考書目：面

ISBN 957-616-659-4 (精裝)

1. 微生物學

369

91004964

◎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

微生物生理學

(精裝) 特價新臺幣

元

編著者：李 銘 亮

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](http://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)

電話：(02)2367-6824

傳真：(02)2365-0346

郵政劃撥：0106292-8

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

國際書局

台中市學士路 187 號

(中國醫藥學院附近)

電話：(04)2201-5386

大夫書局

高雄市三民區十全一路 107 號

(高雄醫學院正對面)

電話：(07)311-8228

本公司常年法律顧問／魏千峰、邱錦添律師

二〇〇二年四月第一版

ISBN 957-616-659-4

※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

前 言

本書的出版，代表數年來教學的記錄和對自己的一個交代，祇對微生物學或分子生物學有興趣者而寫，若看了這本書而有幫助，就是我的欣慰。

國內對於一些專有名詞的翻譯，目前少有統一，我在書中儘可能將英文原字於各章最先出現處列出，以表明原本英文的字義。特別一提是國內翻譯一些專有名詞似乎太過老舊了，因此我在書中覺得有責任將這些翻譯詞完全捨棄，譬如國外的微生物教科書已完全用 *cyanobacteria* 替代 *blue-green algae*，因為原本稱作藍綠藻事實上是細菌，所以我改用為藍綠菌稱呼；原本稱作肺炎雙球菌事實上因為沒有雙球菌的細菌屬，所以我將 *Streptococcus pneumoniae* 直接譯成肺炎鏈球菌，以還其原本鏈球菌之細菌屬屬性。

以往的細菌生理研究，多以伊氏大腸桿菌 (*Escherichia coli*) 和沙門氏鼠傷寒桿菌 (*Salmonella typhimurein*) 為材料研究取得資訊，但不表示所有細菌都順從這二種腸內細菌的模式，許許多多種環境生長細菌之生活方式非常不同於動物腸道的共生菌，各種微生物呈現的結構與生理多元性甚至讓微生物學家混淆，因此我在書中儘可能將特殊細菌的研究結果表明。舉二例如下：大腸桿菌在自然裡不行轉形作用 (transformation)，而研究轉形作用過去大都以革蘭氏陽性之肺炎鏈球菌為目標，然而研究肺炎鏈球菌轉形所得的知識又不同於研究革蘭氏陰性之流行性感冒嗜血桿菌 (*Haemophilus influenza*)，也不同於另一革蘭氏陽性芽孢桿菌屬 (*Bacillus*) 種類的轉形作用。第二例是革蘭氏陽性菌的細胞壁很不同於革蘭氏陰性菌的細胞壁，若僅以肽聚醣 (peptidoglycan) 描述細菌的細胞外圍是太過簡單了，當考慮到古細菌 (archaea) 細胞壁無典型的肽聚醣或完全沒有肽聚醣組成時，細菌細胞壁更不可簡單的以肽聚醣描述了事。

國立臺灣師範大學生物系

李 銘 亮

公元 2002 年 3 月

目次

第一章 微生物生理學的介绍 1

第一節 研究微生物生理所使用的細胞、
培養基和生長狀態 2

1. 微生物細胞 2

2. 培養基 3

3. 生長狀態 3

第二節 微生物的生長與細胞分裂 3

1. 微生物的細胞分裂 4

微生物生理作用的效率與細胞大
小 4

微生物的細胞分裂理論 4

2. 微生物細胞的生長測量 5

直接細胞計數 6

活菌測量 6

細胞質量的測量 7

細胞乾重及有機物乾重的測量 7

蛋白質測量 8

DNA 測量 8

第三節 細胞的組成、生物合成與能量產
生 9

1. 微生物細胞的化學組成 9

2. 生長中原生質成分形成的動力
觀 12

3. 氧化還原與發酵作用 14

4. 能量產生 15

5. 氮之併入 16

6. 簡介細菌細胞的結構組織 16

第四節 微生物的生長需求 18

1. 營養 18

2. 氧氣 20

3. 二氧化碳 21

4. 溫度 21

5. 氫離子濃度 21

第二章 微生物細胞的構造與功能 23

第一節 細胞核與類核 24

1. 真核細胞的細胞核 24

2. 細菌基因體 24

3. 細菌的類核 25

4. 真核細胞的 Nucleosomes 和原核細菌
的似 Nucleosome 結構 26

5. 細菌的似 Histone 蛋白質 26

6. 質體 28

第二節 細胞質裡的構造 28

1. 細胞液 28

2. 核糖體 29

3. 粒線體和葉綠體 30

4. 氣泡 32

IV 微生物生理學

5. 細胞包涵體 33

第三節 細菌外套 35

第四節 細胞漿膜 35

1. 細胞漿膜的性質 36
2. 古細菌的細胞漿膜 37
3. 細胞漿膜的功能與通透性 38
4. 細胞漿膜的合成 39
5. 其他的細胞膜構造 39

第五節 細菌的細胞壁 40

1. 細菌肽聚糖的結構 40
2. 胞壁酸與 Teichuronic Acids 45
3. 革蘭氏陰性細菌的細胞外套 48
革蘭氏陰性細菌的細胞外膜 48
脂質多醣 50
安定細胞外膜的壁質脂蛋白質、
OmpA 和內外膜之連接處 52
Porins 53
腸內細菌的共同表面抗原 54
4. 細胞週質間隙 54
5. Acid-Fast 細胞壁 55
6. 古細菌細胞壁 55
7. Autolysins 56

第六節 細菌細胞的外表層 57

1. 莢膜或 Glycocalyx 57
2. 黏液層 62
3. 菌鞘 63
4. 結晶式表面層或蛋白質外衣或 S Layers 或 RS Layers 63
5. 真核細胞的表面 64

第七節 細菌細胞的附肢 64

1. 細菌鞭毛 64
2. 細菌線毛與針刺 66
3. 線毛的變異 68

第八節 內孢子 69

第三章 微生物的輸送與運動 71

第一節 細胞膜的選擇性通透理論 72

第二節 營養輸送的形式與細胞外套的特性 73

1. 輸送形式 73
2. 蛋白質媒介輸送的性質 73
3. 革蘭氏陰性細菌壁質囊的結構與輸送 75
細胞週質間隙 75
細胞膨壓 76
4. 研究細胞膜輸送作用使用的 Ionophores 77

第三節 細胞膜的擴散作用 78

1. 簡單擴散或被動擴散作用 78
2. 促進式擴散作用 78

第四節 細胞膜的次級主動輸送與 Group Translocation 79

1. 化學滲透壓推動的次級主動輸送 79
2. 滲透壓休克敏感的輸送系統 81
一些 traffic ATPase 輸送系統的例子 82
3. Group Translocation 85
4. 受質攝取的結論 88

第五節 真核生物與原核生物的鞭毛構造

與作用 89

1. 真核生物的鞭毛構造與作用 89

2. 細菌鞭毛的構造 90

3. 細菌鞭毛的機械運動 91

第六節 細菌鞭毛基因的調節與變異 92

1. 細菌鞭毛 Regulon 的調節 92

2. 鞭毛的 Phase Variation 93

第七節 群體移動的現象 95

第八節 其他形式的運動 96

1. 鞭毛運動的一些變異 96

2. 螺旋體運動 97

3. 滑行運動 98

第九節 趨性 100

1. 化學趨性 100

2. 其他趨性 104

第四章 微生物的碳水化合物代謝與能量產生 105

第一節 生物巨分子建材的合成 105

1. 基本生物合成途徑 105

2. 生物合成的需求 108

3. 氮、硫與磷的細胞併合 109

氮的併合 109

硫的併合 110

磷的併合 111

4. 多元營養及在豐富營養裡的適應 111

第二節 基礎生物能量學 112

1. Entropy 與自由能 113

2. ATP之更新及其能量儲藏角色 114

3. 生物的還原氧化反應 114

第三節 燃料途徑 115

1. 葡萄糖的糖解代謝途徑 118

Embden-Meyerhof-Parnas

Pathway 118

Oxidative Pentose Phosphate

Pathway 120

Phosphoketolase Pathway 120

Entner-Duodoroff Pathway 122

2. 受質階級磷酸化作用 123

第四節 發酵作用 126

第五節 碳元素之流通-TCA 和 Glyoxylate 循環 127

1. Tricarboxylic Acid Cycle 127

2. Glyoxylate Cycle 130

第六節 在中央燃料途徑的前驅代謝物補充反應 132

第七節 呼吸作用 134

1. 電子傳遞系統 134

2. 質子動力與 ATP 形成 136

3. 電子攜帶分子 138

NADH Dehydrogenase 138

輔助酵素 Nicotinamide Adenine Dinucleotide 139

Flavoproteins 139

Coenzyme Q 139

Nonheme Iron Proteins, Fe-S 140

Cytochromes 142

4. 原核生物與真核生物呼吸作用的比較 143

5. 質子動力的測量 143

6. 有氧呼吸作用的平衡計算 144

第八節 替代性的能量產生模式與無氧呼吸作用 145

1. 替代性的能量產生 145

2. 無氧呼吸作用 146

第九節 其他糖類的代謝 147

1. 乳糖和半乳糖的使用 147

2. 麥芽糖的利用 148

3. Mannitol 等糖醇的利用 149

4. Fucose 和 Rhamnose 的利用 150

5. Melibiose、Raffinose、Stachyose 和 Guar Gum 的代謝 152

6. Pectin 的分解和 Aldohexuronate 途徑 153

7. 纖維素的分解 155

8. 澱粉、肝糖和相關化合物的利用 157

第五章 發酵作用 161

第一節 發酵的定義 161

第二節 細菌多元的 Pyruvate 代謝 163

第三節 發酵平衡 164

第四節 酵母菌發酵的其他面觀 165

1. 加入 Sodium Sulfite 對酵母菌發酵的影響 165

2. 鹼性條件對酵母菌發酵的影響 165

3. 加入 Pi 對酵母菌發酵的影響 166

4. 加入氧氣對酵母菌發酵的影響 166

5. 酵母菌酒精發酵使用了四種 Alcohol Dehydrogenase Isozymes 166

第五節 乳酸發酵 168

1. 乳酸發酵 168

2. 乳酸產生菌在氧氣下的反應 171

3. 不同碳水化合物受質的乳酸發酵 173

第六節 產生 Butyric Acid 和溶劑的發酵 174

第七節 混合酸發酵 179

第八節 Propionic Acid 發酵 183

第九節 醋酸發酵 185

第十節 非糖受質之發酵 187

第六章 微生物的自營營養 189

第一節 自營營養的介紹 189

第二節 光能的吸收 191

第三節 產氧氣光合作用 195

第四節 非產氧氣光合作用 198

1. 紫色非硫細菌 198

2. 紫色硫細菌 200

3. 綠色硫細菌 201

4. 綠色非硫細菌 202

第五節 鹽桿菌產生 ATP 的紫色膜 203

第六節 固定二氧化碳的暗反應 204

1. Calvin-Benson 循環 205

2. 還原性 TCA 循環 206

3. Hydroxypropionate 途徑 207

4. C₄ 途徑 207

第七節 利用氫氣的細菌 208

1. 嗜溫化學無機物與有機物異營營養的
氫氣氧化細菌 209
2. Carboxydophilic CO-Oxidizing Bac-
teria 210
3. 醋酸產生菌 210
4. 嗜熱氫氣細菌 211
5. 混合營養氫氣細菌 212
6. 甲烷產生菌 212
7. 其他利用氫氣的自營細菌 213

第八節 硝化細菌 214

1. 氨氧化菌 214
2. 亞硝酸氧化菌 215

第九節 硫細菌 216

1. 硫桿菌 217
2. 其他硫氧化自營菌 219

第十節 鐵氧化細菌 220

1. 酸性環境的亞鐵氧化 220
2. 中性環境的亞鐵氧化 221
3. 黃鐵礦的氧化 222
4. 金屬的滲濾作用 222

第十一節 自營者之前驅代謝物的形
成 223

附錄 甲基營養菌 223

1. 甲烷營養菌 224
2. 其他甲基營養細菌和酵母菌 226

第七章 生物合成作用與生物巨分子的
聚合作用(一) DNA 合成 227

第一節 新陳代謝的概述 227

第二節 DNA 巨分子的結構特性 230

1. DNA 的基本結構 230

2. 其他 DNA 形式 232

第三節 DNA 的聚合作用 232

1. 大腸桿菌的 DNA Polymerases 及其聚
合作用 233DNA Polymerases 及其聚合作
用 233

DNA Polymerases 的校正功能 235

2. 大腸桿菌染色體 DNA 的複製原
點 2353. 細菌染色體 DNA 的合成啟動 237
從 oriC 啟動複製的調節 237

Prepriming 241

發動 DNA 合成 241

4. 啟動後之延長合成 244

DNA Polymerase III 以雙體形式作
用 247

5. 複製終止 247

6. DNA 複製的速度 249

7. 當複製叉遇見蛋白質時 249

第四節 線形 Replicon 的複製問題 250

第五節 其他 Replicon DNA 複製系統的
例子 2511. ϕ X174 251

2. T7 噬菌體 253

3. λ 噬菌體 254

4. T4 噬菌體 254

5. 真核細胞粒線體 256

6. 分離酵母菌 Replicon 的複製原點 257

第八章 生物巨分子的聚合作用(二)

RNA 與蛋白質的聚合 259

第一節 從基因表現至蛋白質的合成 259

1. 遺傳訊息碼 260

第二節 RNA 的合成 261

1. 轉錄作用的啟動和轉錄裝置 261

RNA Polymerase 的組成與功能 262

RNA Polymerase 的最小轉錄單位 264

不同轉錄時期中 RNA Polymerase 的形態改變 265

RNA Polymerase Holoenzyme 尋找及結合起動子的解釋模型 266

起動子單位 266

起動子序的突變分析 269

RNA Polymerase 接觸起動子地點的分析 270

以不同的 Sigma (σ) 因子管制轉錄啟動 271

RNA Polymerase 與其他蛋白質的交互作用 273

負超螺旋形式起動子對於啟動轉錄的效應 273

轉錄程序的啟動 274

2. 轉錄的延長合成 275

3. 轉錄終止的二種信號與轉錄終止作用 276

獨立於 Rho 的轉錄終止 278

依靠 Rho 的轉錄終止 279

Rho 因子的作用機制 280

核糖體轉譯作用與轉錄終止的關係 281

mRNA 在轉錄後之 Polyadenylation 處理 282

4. 安定性 RNA 的合成速率 282

5. RNA 的轉錄後處理 282

安定性 RNA 的轉錄後處理 282

參與安定性 RNA 轉錄後處理的酵素和核苷序 284

6. RNA 的更新 285

7. 16S rRNA 核苷序當作遺傳分類的標記 285

第三節 蛋白質的合成 286

1. 轉譯作用的成員 286

形成 Aminoacyl-tRNA 287

2. 轉譯程序 288

啟動轉譯 288

延長聚合的循環 289

胜肽鍵的轉位作用與胜肽鍵的形成 291

轉譯終止 291

從無意義訊息碼轉變為有意義時 292

轉譯作用的校正及核糖體編輯 292

3. 原核細胞與真核細胞在蛋白質合成的一些差異 293

4. 蛋白質的正確摺疊與 Chaperones 294

5. 不正常蛋白質與正常蛋白質的分

解 295

胞壁酸的生物合成 324

第九章 細胞結構的形成 299

第一節 類核的結構與形成 300

1. DNA 結合蛋白質 300
2. Repetitive Extragenic Palindromes 序 302
3. 類核的形成 303

第二節 細胞 Polysome 的組合 304

1. rRNA 的處理 305
2. 核糖體次單位的組合 305

第三節 細胞液的組合 306

第四節 細胞外套的組合與細胞週質 308

1. 細胞漿膜的合成 309
 - 脂質的插入 309
 - 細胞膜蛋白質的併入細胞膜 310
 - 輸出蛋白質的交通 310
 - 細胞膜的成長 315
2. 細胞週質 318

第五節 細胞壁的組合 318

1. 細菌的細胞壁合成 319
 - 第一時期 319
 - 第二時期 320
 - 第三時期 321
 - 第四時期 322
2. 盤尼西林結合蛋白質 322
3. 革蘭氏陽性細菌的壁質組合 323
 - 細胞壁的維持 323
 - 革蘭氏陽性球菌細胞壁的成長 323

第六節 革蘭氏陰性細菌細胞外膜的形成 324

1. 脂質多醣的生物合成與組合 325
 - 外膜磷酸脂質的組合 326
 - LPS 合成的缺陷突變株 326
2. 外膜蛋白質的組合 326
 - 脂蛋白質的組合 327
3. 外膜的自我組合 327

第七節 細菌鞭毛的組合 328

第八節 線毛的組合 330

第九節 莢膜的組成 331

1. 莢膜聚合物的形成 331
2. Dinucleotide 前驅物的重要性 332
3. 胞外多醣形成的調節 332

第十章 細菌細胞生長和族群增殖 335

第一節 細胞培養與增殖 335

1. 單批培養 336
 - 遲緩期 336
 - 指數期與無限制生長 337
 - 平衡生長 338
 - 營養濃度對於生長速率的影響 339
 - 從對數生長期到靜止期 339
 - 死亡期 340
2. 添加式單批培養 340
3. 連續培養 341
 - 生長的產量 344
 - 維持能量 345
 - 平衡生長的應用 346

4. 同步培養 346

第二節 相關於生長的放射性化學測量 348

1. 放射性標識物的選擇 348
2. 穩定狀態的放射性標識 349
3. 短時間放射性標識 350
4. mRNA 的放射性標識動力 351

第十一章 細菌的基因體與質體以及可轉位遺傳元素 353

第一節 細菌基因體的一般特性 354

1. 細菌基因的排列形式 355

第二節 質體——一種遺傳的附屬成員 358

1. 質體的多元性與分類 359
 - 接合性與非接合性質體 359
 - 單一備份與多備份質體 360
 - 質體的不相容群 360
 - 廣與窄宿主域的質體 361
2. 質體訊息的功能 362
 - Resistance (R)質體 363
3. 質體複製的調控 364
4. 質體的保留與維持質體存在的多元系統 366
 - 質體的分離系統 367
 - 毒癮系統 367

第三節 可轉位的遺傳元素 368

1. 可轉位遺傳元素的種類 368
 - Insertion sequences 368
 - Transposons 368

2. 轉位作用 370
 - 轉位遺傳元素的轉位形式 371

3. 轉位作用的機制 373
 - 轉位作用開始的共同中間物 373
 - 經相互融合的複製式轉位作用 374
 - 非複製式轉位作用 375

4. 轉位的結果 376
5. Transposons 的例子 378
 - Tn10 378
 - TnA 379

6. 可反轉遺傳元素 381
7. 接合式轉位作用 381
8. 演化上的思考 382

第十二章 細菌的突變與 DNA 修補 383

第一節 突變產生 383

1. 表型突變 384
2. 基因型突變 384

第二節 突變的形式 385

1. 鹼基序脫失 385
2. 鹼基序二倍複製 385
3. 鹼基序反轉 386
4. 鹼基序移位 388
5. 鹼基序取代 388
6. 壓制性突變 389
7. 讀格移換突變 389

第三節 自發性的突變 390

1. 自發性突變的產生 390
2. 自發性突變是否在不良環境增加的爭議 390

第四節 突變劑 392

1. 物理性突變劑 392

2. 化學性突變劑 393

3. 生物性突變劑 394

第五節 DNA 的修補系統 395

1. 光再活化作用 396

2. 剪除修補 396

核甘剪除修補 396

鹼基剪除修補 399

3. 錯誤配對修補 400

錯誤配對修補對於新與舊鏈的分別 400

4. 耐受系統 401

複製後 DNA 鏈交換修補或可再取系統 401

耐受系統 402

5. 反應於 Methylating 和 Ethylating Agents 的適應性反應 403

6. 由 RecA 發動的 SOS 可誘導的修補 404

7. Weigle 氏噬菌體再活化和 Weigle 氏突變形成作用 407

第六節 真核細胞的 DNA 修補系統 407

第十三章 細菌遺傳物質的傳送 409

第一節 轉形作用 410

1. 革蘭氏陽性細菌的轉形作用 410

鏈球菌的轉形作用 410

芽孢桿菌的轉形作用 413

2. 革蘭氏陰性細菌的轉形作用 414

嗜血桿菌的轉形作用 414

奈氏球菌的轉形作用 415

3. 人工的轉形作用 415

第二節 轉導作用 416

1. 一般性轉導作用 417

2. 特殊性轉導作用 419

3. Lysogenic Conversion 421

第三節 接合作用 422

1. 大腸桿菌 F 質體的接合作用 424

F 因子 424

接合作用的程序 425

接合作用的障礙 428

性傳送抑制 428

Hfr 的形成 429

F' 的形成 431

Cis-Trans 互補測驗 431

2. 革蘭氏陽性細菌的接合作用 432

腸內球菌的接合作用 432

鏈黴菌的接合作用 433

革蘭氏陽性細菌藉接合式 Transposons 主導之接合傳送 433

第四節 Exogenotes 進入細胞後的命運 436

第十四章 細菌 DNA 的併合重組和核酸的限制與修飾系統 439

第一節 遺傳的併合重組 440

1. 同質 DNA 併合重組 440

在 chi 序切斷產生必要的單股 3' 末端 441

RecA 蛋白質參與的單股併合 442

單股侵入未找到同質區前可能複製 443

單股侵入前其贈予偶合和接收偶合都需解螺旋形成單股區 443

由 RecA 主導形成異偶合交會中間物 444

異偶合交會中間物的分枝遷移 444

解釋一般性 DNA 併合重組的模型 445

Holliday Junction 的形成、遷移與解開 445

2. DNA 併合重組作用的遺傳 448

3. 地點專一的 DNA 併合重組 449

λ 噬菌體的地點專一性 DNA 併合重組 449

第二節 細菌核酸的限制與修飾酵素系統 452

1. 限制與修飾系統的分型與作用 454

2. 第一型限制與修飾酵素系統 455

3. 第二型限制與修飾酵素系統 457

4. 第三型限制與修飾酵素系統 459

5. 其他的修飾系統 459

第十五章 新陳代謝反應的調和 461

第一節 各獨立途徑相調和的證據 461

第二節 二種調節模式-酵素活性和酵素數量 463

第三節 酵素活性的調節 465

1. Allosteric 交互作用 465

2. 以反饋抑制調控生物合成途徑 466

3. 中央燃料反應和生物合成途徑的調

節 468

以 Adenylates 作用為 Allosteric Effectors 470

Pyridine Nucleotides 的調節 472

4. 以共價鍵形式修飾酵素 473

第十六章 各別操作組基因表現的調控 477

第一節 轉錄作用啟動的調控 478

1. 起動子之核苷序與基因活化 479

正面與負面調控的分別 480

2. DNA 結合蛋白質 482

3. 正面調節起動子的四種模式 483

4. 負面調節起動子的例子 484

5. 自我調節的例子 485

第二節 提前轉錄終止的調控 485

第三節 轉譯作用的調控 487

第四節 多元調控機制的演化 490

第五節 Lac 操作組的調控描述 491

1. 操作組模型的歷史背景 491

2. 操作組的結構 493

操作組的一些構造基因被集合一起調節表現 494

3. 由突變發覺操作組和調節基因的成員及操作組功能的遺傳分析 495

4. Lac 壓制因子的分離與作用 498

Lac 壓制因子的分離 499

Lac 壓制因子的結構 500

Lac 壓制因子作用的專一性 501

5. 由 CAP 參與的代謝物調控 502
由 Cyclic AMP 活化 CAP 調節因子 503

CAP 活化的三種模式 505

6. 其他的參與者 507

7. 以 Lac 操作組為範例 508

第六節 糖類受質 Galactose 和 Arabinose

操作組的調節 508

1. Galactose 操作組 508

2. Arabinose 操作組 509

第七節 Tryptophan 操作組的調控描述 511

1. 背景 511

2. Tryptophan 的壓制作用 512

3. Tryptophan 操作組的 Attenuation 調節 514

4. Attenuation 作用 514

5. 支持的許多證據 517

6. Attenuation 與生長生理 518

第八節 未參與核糖體拋錨的 Attenuation 調節作用 519

1. PyrBI 操作組與 RNA Polymerase 暫停的調控策略 519

2. PyrC 操作組參與 Shine-Dalgarno 序隱藏的調控策略 520

第九節 細胞膜媒介的 Put 系統調控 521

第十節 以 RNA 為調節因子調控基因表現 522

1. 由反義 RNA 阻止轉譯的效應 523

2. 處理適當的 RNA 二次結構於產生有功能的 mRNA 523

3. 原核或真核生物都需要切割 RNA 先驅分子再釋放有功能的 rRNAs 524

第十七章 多基因與全盤性調控系統 525

第一節 各別操作組的共同調節 525

第二節 調控網路名稱的命名: Regulation、Modulon 和 Stimulon 等 526

第三節 多基因調節網路的介紹 528

第四節 二個主要的多基因系統 531

1. 燃料基因的代謝物壓制作用 531

2. Stringent 調節網路 534

第五節 多基因系統的訊號傳遞 540

1. 雙件組的磷酸化調節系統 541

2. 大腸桿菌的雙件組調節系統 544

第六節 其他的多基因調控網路 545

1. 磷酸網路 545

2. 氮網路 547

3. Arginine Regulon 551

4. 呼吸途徑的調控網路 551

有氧呼吸電子傳遞鏈的終端酵素 552

無氧呼吸電子傳遞鏈的終端酵素 553

呼吸酵素基因表現的調控 554

5. 滲透壓調節與 Porin 的表現 557

6. 熱休克反應 559

7. 氧化作用的壓抑 561

第七節 經磷酸化作用使雙件組反應得以

越界調節 563

1. 以 PHO Stimulon 為例描述越界調節 563
2. 其他的越界調節證據 565
3. 越界調節的可能化學基礎 566

第八節 識別多基因系統的方法 567

第十八章 細菌的細胞週期與細胞分裂 571

第一節 研究細菌細胞週期的一些策略 571

1. 觀察單一細胞的成長 572
2. 用非同步無干擾生長的細胞研究 572
- 放射性標識細胞與自我顯像 572
- 使用電子顆粒分析儀或電子顯微鏡測量 573
- 使用 Flow Cytometry 法 573
- 依細菌年紀取樣的離心法 573
3. 細胞分裂的同步化 573
4. 用“Baby Machine”依年紀取樣 574

第二節 細菌的細胞週期 574

1. 細菌細胞週期的定義 575
2. 細菌 DNA 複製啟動的調節 577

第三節 細菌染色體的分配作用 579

1. 染色體的物理性分離 579
- Par 突變株 581
2. 細菌相當於真核細胞 Mitosis 的分配結構與作為 581

細菌染色體是否有一個固定連於細胞膜如著絲點的相當構造？ 582

染色體分配結構是在細胞膜還是細胞壁上？ 583

分配系統是否保留於整個細胞週期中？ 585

第四節 細胞分裂 586

1. 細胞分裂的遺傳研究 587
- FtsZ 蛋白質 589
- mra 操作組 591
2. 細胞分裂的地點 591
3. 微染色體的複製 593
4. 細胞分裂的時機 593
5. 細胞分裂與質體複製 594

第五節 革蘭氏陽性細菌的細胞分裂 594

1. 革蘭氏陽性桿菌 594
2. 革蘭氏陽性球菌 596

第十九章 細菌生長的調節 599

第一節 生長速率的調控 599

1. 生長速率變化和巨分子合成率的關係 600
2. 生長速率變化與巨分子組成比例的關係 601
3. 變換於二個恆定狀態生長的狀況 602
4. 生長率對於 DNA 合成的調節 603
5. The Helmstetter-Cooper 實驗 603
6. 生長率對於核糖體合成的調控 605
7. 生長率對於核糖體蛋白質合成的調

控 605	內孢子形成的分期 623
8. rRNA 和 tRNA 合成的調控 607	內孢子形成的生理與遺傳 625
9. 生長率對於細胞大小的調整 609	內孢子形成作用的發動 627
10. 生長率對於其他蛋白質合成機器成員的調控 610	從 Stage II 至 Stage III 的轉變 629
第二節 解釋生長的被動調控模式 611	前身孢子的演發 630
第二十章 細菌的分化 613	內孢子形成的最後時期 631
第一節 解決營養問題的一些策略 615	細菌內孢子的活化、萌發和向外成長 632
1. 黏黴菌 615	2. 鏈黴菌 635
2. 黏球菌：一種捕食者 615	3. 靜止生長期 636
3. 根瘤菌：一種營養寄生者及固氮者 617	細胞形態縮小的適應 636
4. 藍綠菌：自由生活的固氮者 619	細胞表面改變的適應 637
第二節 柄生桿菌的地點佔領 620	染色體 DNA 的地形改變 637
第三節 對於環境攻擊的抵抗 622	剝奪碳與氮源後的適應 637
1. 內孢子的形成 622	第四節 其他的原核生物分化例子 640
	參考資料 641