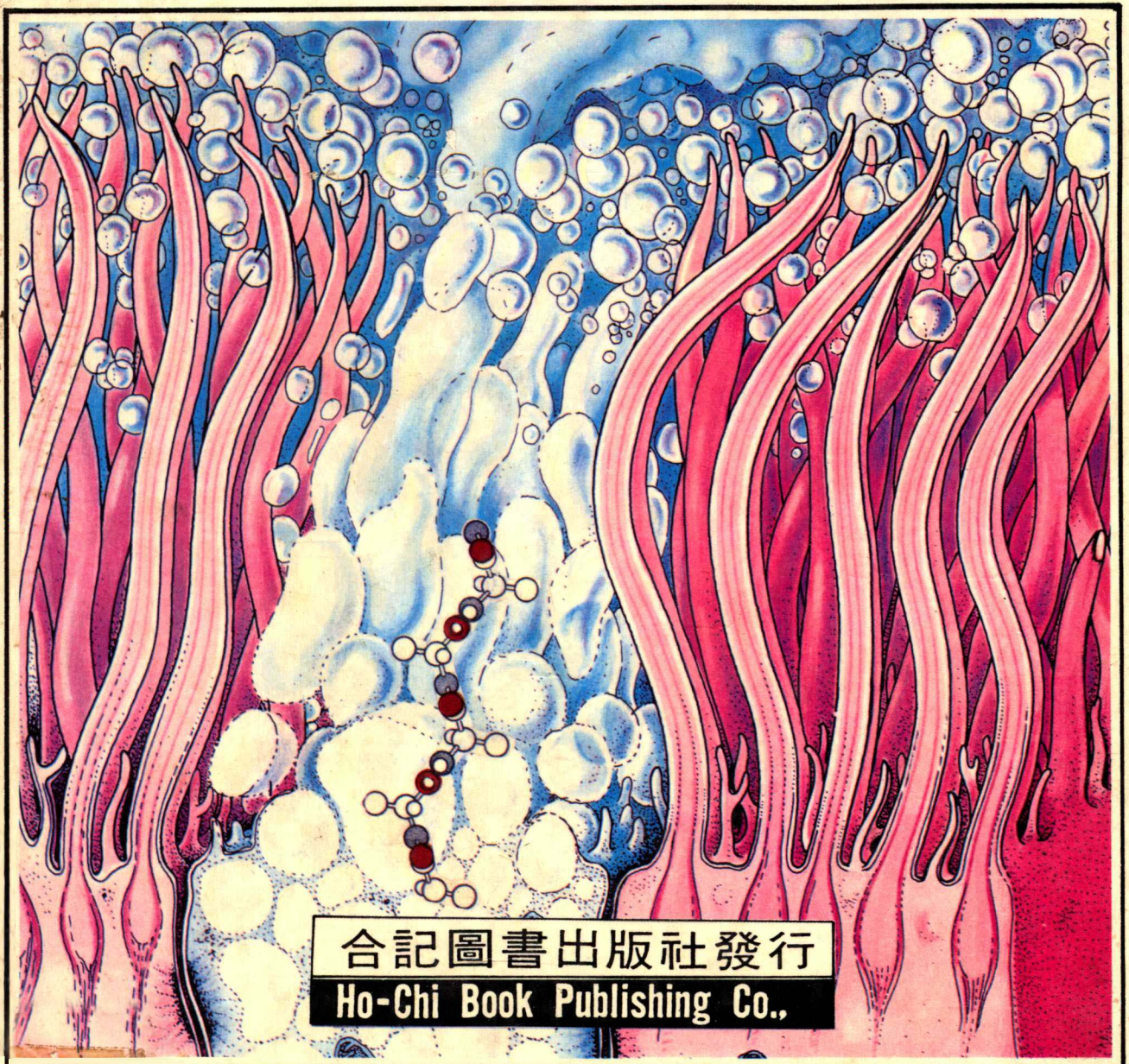


Lehninger 生物化學

下冊

國立台灣大學醫學院生化學研究所 理學碩士陳長安·蘇清正譯

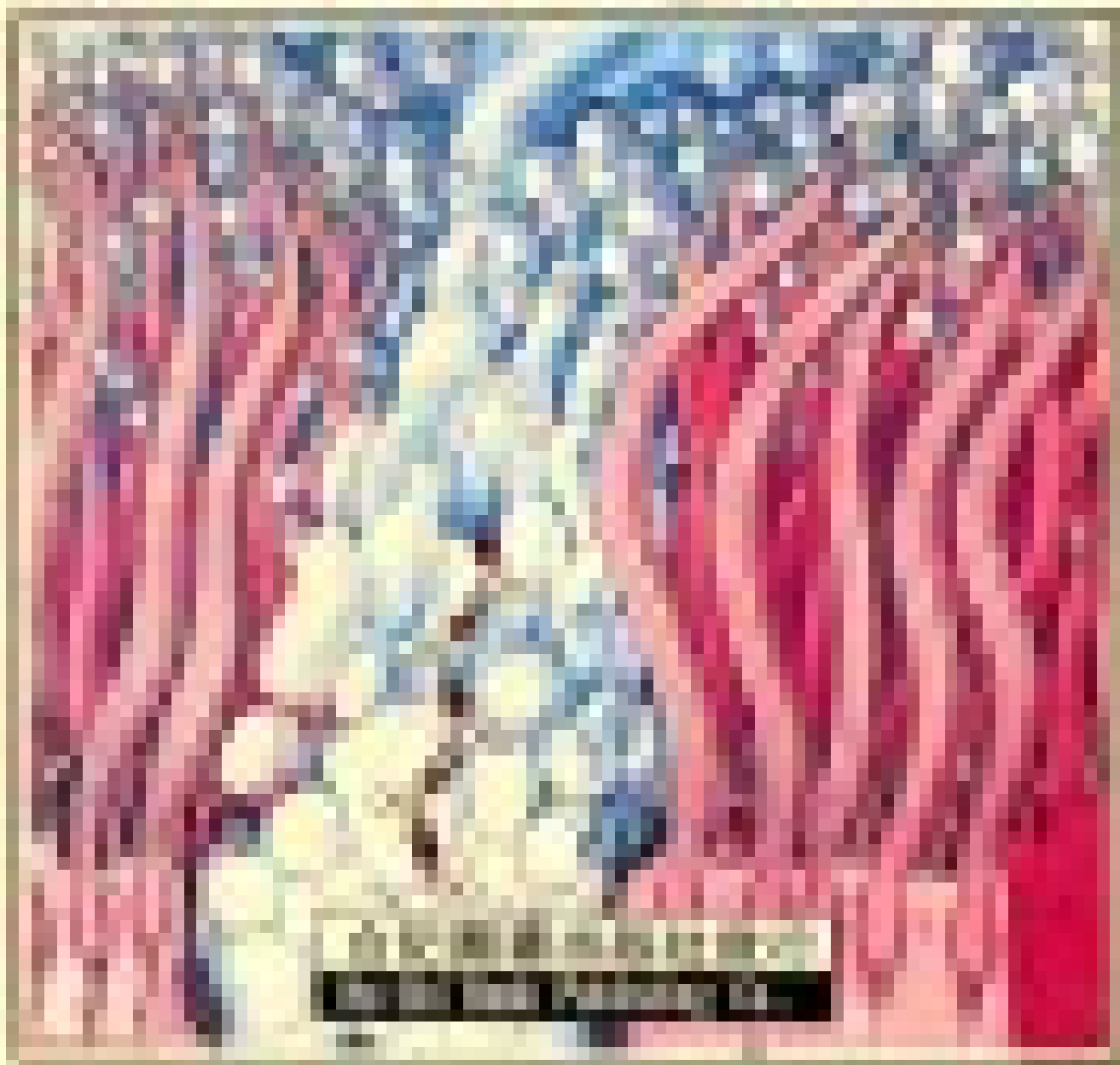


合記圖書出版社發行
Ho-Chi Book Publishing Co.,

Lehninger 生物化學

下冊

LEHNINGER PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY, THIRD EDITION, PART 2



著作權註冊臺內著字第 號
出版登記局版臺業字第〇六九八號

下冊 生 物 化 學

實價：新台幣 元整

譯 著 者：陳 長 安・蘇 清 正
發 行 人：吳 富 章
發 行 所：合 記 圖 書 出 版 社
地 址：台 北 市 吳 興 街 249 號
總 經 銷：合 記 書 局
郵 政 劃 撥：0 0 0 6 9 1 9 - 2 號
發 行 日 期：
著 作 完 成 日 期：

地址：台北市吳興街249號
電話：7019404・7071647
分店：台北市石牌路二段120號
電話：8 3 1 6 0 4 5
分店：台北市羅斯福路四段12巷7號
電話：3951544・3411444
分店：高雄市北平一街一號（自由路口）
電話：（07）3226177

香 港 代 理：藝 文 圖 書 公 司

地址：香港九龍又一村之路30號
地上後座
電話：3-805705・3-805807

中華民國七十四年八月初版
中華民國七十五年九月二版

版權所有※翻印必究

內 容

CONTENTS

編譯者序

原著者序

第一部份 生物分子 1

- 第1章 生物化學：生物體的分子邏輯 3
- 第2章 細胞 15
- 第3章 生命物質的組成：生物分子 47
- 第4章 水 69
- 第5章 胺基酸和肽類 97
- 第6章 蛋白質：共價結構與生理功能 127
- 第7章 纖維狀蛋白質 157
- 第8章 球狀蛋白質：血紅素的構造與功能 181
- 第9章 酵 素 217
- 第10章 各種酵素功能中的維生素及微量元素 259
- 第11章 碳水化合物：構造與生物性功能 291
- 第12章 脂質與細胞膜 317
-

第二部份 生物能量學與新陳代謝 345

- 第13章 新陳代謝的測定 347
- 第14章 A T P 環和細胞的生物能量學 375
- 第15章 醱解反應：葡萄糖分解代謝 413
- 第16章 檸檬酸循環 455
- 第17章 電子傳遞，氧化磷酸化和ATP 產生的調節作用
491
- 第18章 動物組織裡脂肪酸的氧化作用 539

第19章	胺基酸的氧化分解作用：尿素循環	563
第20章	動物組織裡碳水化合物的生合成	595
第21章	脂質的生合成	621
第22章	胺基酸和核苷酸的核苷酸的生合成	657
第23章	光合作用	691

第三部份 人體生物化學的一、二事 731

第24章	消化運輸及新陳代謝之整合性	733
第25章	荷爾蒙〔(激素)〕	771
第26章	人體營養	809

第四部份 遺傳訊息的分子級傳遞 849

第27章	DNA：染色體及基因的構造	851
第28章	DNA的複製與轉錄	897
第29章	蛋白質的合成及其調節	931
第30章	再談基因一、二事：修補，突變，重組及株選	975
附錄A	生化學文獻報告上常見的簡寫	1010
附錄B	單位簡寫，字首，常數，和轉換因子	1012
附錄C	國際原子量	1013
附錄D	對數表	1014
附錄E	問題解答	1016
附錄F	語彙集	1033
	提供圖表的芳名錄	1063
	索引	1065

章節的標題

LIST OF TOPICS

第一部份 生物分子 1

第1章 生物化學：生物體的分子邏輯

3

- 識別生物的特質 3
- 窮究生活狀態的生化學 4
- 含有機巨分子的所有生物體都根據共同通則而構成的 5
- 活細胞中能量和物質的轉換 7
- 酶，活細胞的催化劑可促進有機化的化學反應系列 8
- 細胞以化學的形式傳遞能量 9
- 細胞代謝有一固定的調節 10
- 活的生物體能夠準確的複製自己 10

第2章 細胞 15

- 所有的細胞都具有某些共同的結構特徵 15
- 細胞必須具有非常小的尺寸 16
- 細胞可分成二大類：原核細胞和真核細胞 17
- 原核細胞為最簡單和最小的細胞 18
- 大腸菌是最有名的原核細胞 20
- 真核細胞的細胞核是非常複雜的結構 24
- 粒線體是真核細胞的動力工廠 25
- 內質網形成管道穿過細胞質 27

高爾基體是分泌性的細胞器官 28

溶體為水解酶的袋子 29

過氧體為過氧化囊泡 29

細胞的收縮過程中微細纖維的功能

29

微細管也有細胞運動的功能 30

微細纖維，微細管和微細柱網構成細

胞骨骼 30

纖毛和鞭毛使細胞有推進的力量

31

細胞質也含有顆粒體 33

胞質液是細胞質的連續性水相 33

細胞膜有大的表面積 33

很多動物細胞表面也含有“觸角”

35

真核植物細胞具有許多特徵 36

病毒為超大分子的寄生體 37

摘要 40

推薦讀物 41

問題 42

第3章 生命物質的組成：生物分子

47

生命物質的化學組成與地殼上物質組成的差異 47

大部份的生物分子為碳化合物 48

有機生物分子具有特殊的外形和大小

49

有機生物分子的官能基決定它們的化學性質 50

很多生物分子具有不齊性 52
細胞主要類別的生物分子都是非常大的分子 55
巨分子是由建造基石的小分子構成的 56
建造基石分子具有簡單的結構 57
細胞的結構有其階層體系 59
生物分子藉化學性演化首先出現 60
化學性演化是可以模擬的 62
摘要 64
推薦讀物 65
問題 65

第 4 章 水 65

由於氫鍵導至水分子不尋常的物理性質 69
氫鍵常見於生物系統中 71
水具有不尋常的溶劑性質 72
溶質改變水的性質 73
利用平衡常數來表示可逆反應的平衡點 75
利用平衡常數表示的離子化反應 76
從 PH 值表示 H^+ 和 OH^- 的濃度 78
酸和鹼反映出水的性質 79
弱酸滴定曲線的特質 81
弱酸和其共軛鹼混合物為一緩衝劑 83
磷酸鹽與重碳酸氫鹽為生物最重要的緩衝系統 85
水的環境對生物的適宜性 89
酸雨正污染我們的湖泊與溪流 90
摘要 91
推薦讀物 92
問題 92

第 5 章 胺基酸和肽類 97

胺基酸具有共同的構造特徵 98

幾乎所有的胺基酸都具有一個不齊碳 98
立體異物是以它們的絕對構形為基礎來命名 100
蛋白質之光學活性胺基酸都是 L 形式的立體異構物 103
胺基酸可以它們的 R 基團為基礎來分類 104
8 種胺基酸具有非極性的 R 基團 104
7 種胺基酸具有不帶電荷的極性 R 基團 106
2 種胺基酸具有負電極（酸性）的 R 基團 106
3 種胺基酸具有帶正電荷（鹼性）R 基團 107
有些蛋白質也含有“特殊”的胺基酸 107
胺基酸在水溶液中的離子化 107
胺基酸具有酸和鹼的作用 108
胺基酸具有特殊的滴定曲線 109
利用滴定曲線來預測胺基酸的電荷 110
胺基酸具有不同的酸—鹼性質 111
胺基酸的酸鹼性質可做為分析的基礎 112
濾紙電泳法可按照電荷來分離胺基酸 113
離子交換色層分析法為最常使用的分離法 114
胺基酸具有的化學反應特性 115
肽類的胺基酸鍵 116
肽類可按它們離子化的行為來分離 117
肽類具有化學反應特性 118
有些肽類具有強力的生理活性 119
摘要 120
推薦讀物 121
問題 121

第6章 蛋白質：共價結構與生理功能

127

蛋白質具有很多不同的生物功能

128

酶 128

運輸蛋白質 128

營養性與貯存性蛋白質 129

收縮性或運動性蛋白質 129

結構性蛋白質 129

防禦性蛋白質 130

調節性蛋白質 130

其他的蛋白質 130

有些蛋白質含有胺基酸所沒有的化學

基團 130

蛋白質也可根據外形來分類 132

蛋白質經水解產生它們的胺基酸

132

蛋白質為非常大的分子 133

蛋白質能夠被分解與純化 134

多肽鍵的胺基酸序列能夠測定出

136

第1步驟：決定胺基酸的組成 137

第2步驟：確認胺基酸和羧基端的殘

餘基 137

第3步驟：多肽鏈的細斷化 138

第4步驟：肽類片斷序列的確認

139

第5步驟：利用第2種方法將原來的

多肽鍵分解 139

很多其他蛋白質的序列已都確立了

140

第6步驟：利用重疊法確立肽類片斷

排列次序 141

胰島素為第1個被確認出序列的蛋白

質 142

不同物種的同源蛋白質具有同源序

144

免疫反應能夠偵測同源蛋白質間的差

異 146

蛋白質產生的結構改變叫做變性

148

摘要 149

推薦讀物 150

問題 151

第7章 纖維狀蛋白質 157

組態與構形有不同的意義 157

令人不解地，天然存在的蛋白質僅以
一種或極少數的構形存在 158

α -角蛋白是表皮細胞製造的纖維狀
蛋白質 159

角蛋白的X-射線分析顯示其有重覆
的構造單元體 160

肽類X-射線的研究顯示肽類鏈應是
堅實且平面的 160

α -角蛋白質中的多肽鏈形成 α -螺
旋體 161

有些胺基酸與 α -螺旋體不共存

163

α -角蛋白質含有很多可與 α -螺旋狀
構造共存的胺基酸 163

天然 α -角蛋白的 α -螺旋形多肽鏈，
經極度的扭曲而成繩索狀 164

α -角蛋白質的水不溶性是胺基酸非
極性R基的結果 164

β -角蛋白質的多肽鏈，具有不同的
構形： β 構造 165

電燙頭髮是項生化工程傑作 166

膠原蛋白和彈力蛋白是結締組織中的
主要纖維狀蛋白質 167

膠原蛋白是體內含量最多的蛋白質
168

膠原蛋白既有人們熟悉的也有不尋常
的性質 169

膠原蛋白中的多肽是三股的螺旋形構
造 169

彈性蛋白的構造使彈性組織有特異的
性質 171

纖維狀蛋白質對吾人有何有關蛋白質
構造的啓示 172

細胞內的其他種纖維狀或線狀蛋白質
173

摘要 174

推薦讀物 175

問題 176

第8章 球狀蛋白質：血紅素的構造與功能 181

球狀蛋白質的多肽鏈是緊密摺疊的
181

肌球蛋白的 X - 射線分析是件突破性
成就 182

來自不同種類的肌球蛋白有相似的構
形 185

每種球狀蛋白質的三級構造都具獨特
性 185

胺基酸的順序決定三級構造 189

使球狀蛋白質的三級構造安定的四種
不同力量 190

多肽鏈的摺疊速率頗重要 191

複組成單元有三級和四級兩種構造
192

血紅素的完整構造已由 X - 射線分析
揭曉 193

肌球蛋白與血紅素的 α 和 β 鏈有幾近
相同的三級構造 195

其他複組成單元蛋白質的四級構造也
已決定 196

紅血球特化成携氧的工具 197

肌球蛋白與血紅素的氧結合曲線不同
197

氧的協調性結合增進血紅素當氧攜帶
者的效率 199

血紅素也輸送 H^+ 和 CO_2 199

血紅素的氧合作用改變其本身的三度
空間的構形 201

鎌狀細胞貧血是血紅素的分子性疾病
205

鎌刀一細胞血紅素的胺基酸順序有改
變 207

成鎌刀狀是血紅素 S 分子黏結在一起
的傾向所致 207

含有“錯誤”胺基酸的蛋白質是基因
突變的結果 209

鎌刀狀血紅素的分子治療法能否求得
? 210

摘要 210

推薦讀物 211

問題 212

第9章 酵素 217

生化學史大部份為酵素研究史 218

蛋白質的諸般性質酵素都有 219

酵素依其催化的反應而分類 220

酵素以降低活化能而增進化學反應的
速率 221

基質濃度對酵素催化的反應速率有深
遠的影響 222

基質濃度與酵索性反應速率之間有定
量上的關係 223

每一酵素對某特定的基質有其特異的
 K_M 226

許多酵素催化有二基質的反應 228

酵素各有其最適的 pH 229

酵素能加以定量 229

酵素對其基質有特異性 231

酵素能受特殊的化學藥劑抑制 232

有二種可逆性抑制劑：競爭性與非競
爭性 233

非競爭性抑制作用也是可逆的但非因
基質而呈可逆性 235

甚多因素與酵素催化效率有關 236

由 X - 射線分析已得知許多重要的酵
素構造特性 237

酵素系內有節律器或調節性酵素
243

異位酶的調節是靠調節分子的非共價
性結合 244

異位酶可由調節因子加以刺激或抑制
245

異位酶不遵循MICHAELIS-MEN-
TEN行爲 246

異位酶的各次單元之間能互相溝通信
息 247

有些酵素係藉共價性改變而受調節
248

許多酵素以多種型態存在 250

由於基因的突變，酵素的催化作用有
可能受損 251

摘要 252

推薦讀物 253

問題 254

第10章 各種酵素功能中的維生素及微 量元素 259

維生素是必需的有機微量營養素
260

維生素是輔酶及酵素的輔酶基之必需
組成份 260

維生素可分成兩類 261

噻胺是以噻胺焦磷酸鹽形式發揮功能
262

核黃素是核黃核苷酸的組成份 265

菸醯胺是輔酶 NAD 及 NADP 的活化
基 266

泛酸是輔酶 A 的組成份 267

吡哆醇（維生素 B₆）在胺基酸的代謝
非常重要 268

生物素是 Biocytin 之有效成份，也
是某些羧化反應酵素的輔酶基
270

葉酸是輔酶四氫葉酸的前驅物質
271

維生素 B₁₂ 是輔酶 B₁₂ 之前驅物
273

維生素 C 的生化功能尚未知道 275
脂溶性維生素是異戊雙烯類的衍生物
275

維生素 A 可能有好幾種功能 276

維生素 D 是激素的前驅物 278

維生素 E 防止細胞膜被氧化 280

維生素 K 是羧化作用的酵素成份之一
280

許多無機元素為動物營養所必需
281

有許多需要鐵之酵素 282

銅也在某些氧化性酵素內發生作用
283

鋅是許多酵素作用所必備的 283

錳離子為好幾個酵素所必需 284

鈷是維生素 B₁₂ 之一部份 284

硒是必需的微量元素也是毒素 284

其他微量元素是某些酵素所必需
285

摘要 285

推薦讀物 286

問題 287

第11章 碳水化合物：構造與生物性功 能 291

以糖單位的數目為準碳水化合物分為
三類 291

單醣有兩族：醛醣和酮醣 292

常見的單醣有一些不對稱中心 293

常見的單醣以環狀型式存在 295

簡單的單醣是還原劑 298

雙醣含有兩個單醣單元 298

多醣含有許多的單醣單元 301

有些多醣作為細胞燃料的貯存機構
301

纖維素乃含量最豐的構造性多醣
303

細胞壁富含構造性和保護性的多醣
306

醣蛋白是——混成分子 308

動物細胞之表面含有醣蛋白 308

酸性黏多醣和蛋白醣是結締組織的重
要成份 310

摘要 311

推薦讀物 312

問題 313

第12章 脂質與細胞膜 317

脂肪酸是大部份脂質組成份的建造基石 317

三醯基甘油酯是甘油與脂肪酸的酯化物 320

三醯基甘油酯是儲存性脂質 322

蠟是長鏈醇類的脂肪酸酯 323

磷酯類是細胞膜脂類的主要成分 325

神經脂質也是一種重要的細胞成分 326

固醇類是無法皂化的脂質，另具有特別的功能 329

脂蛋白兼有脂質和蛋白質的特性 330

極性的脂質形成細微粒，單層脂和雙層脂 332

膜的主要成份是極性脂質和蛋白質 333

膜有流動鑲嵌的構造 335

膜有特別的邊或非對稱性 336

紅血球的細胞膜已有詳細的研究 337

植物毒蛋白能結合或凝集某些細胞是特殊的蛋白質 338

膜有很複雜的功能 339

摘要 340

推薦讀物 341

問題 342

第二部份 生物能量學與新陳代謝 345

第13章 新陳代謝的測定 347

活生物體參與碳和氧的循環 347

在生物圈中，氮是循環性的 349

新陳代謝途徑是由一連串的酶系所促成的 350

新陳代謝包括代謝（分解性）途徑合

成（生合成的）途徑 351

代謝途徑滙集於少數的終產物 352

生合成的途徑趨向於產生多種產物 353

相對應的代謝與合成途徑之間有許多重大的差異 355

由代謝到合成的反應 AP P 擔任攜能的工作 357

NADP以還原力形式攜帶能量 358

細胞的新陳代謝是種既經濟又嚴密控制的過程 359

新陳代謝途徑受三種層次控制 360

次級新陳代謝作用 361

新陳代謝序列的確認，有三種主要的方法 362

有機體的突變種可用於確認新陳代謝中間步驟 362

同位素追蹤劑提供新陳代謝研究的有力方法 365

新陳代謝途徑局限在細胞內的特定區 366

摘要 368

推薦讀物 370

問題 371

第14章 ATP 環和細胞的生物能量學 375

熱力學第一、第二定律 375

第一定律 376

第二定律 376

細胞需要自由能 379

化學反應之標準自由能變化能加以計算 379

不同之化學反應有特定的 $\Delta G^{\circ'}$ 值 381

$\Delta G^{\circ'}$ 和 ΔG 之間有重要的不同處 382

化學反應之標準自由能值有加成性 383

ATP 是細胞內產能與需能活動間的

主要化學連繫物 384
ATP 的化學性已為人們深知 386
ATP 水解時有一特別之標準自由能
387
何以 ATP 水解會有相當高的標準自由能？ 388
ATP 在磷酸轉移的反應中，當共通的中間物 389
葡萄糖分解成乳酸時，生成兩種超高能磷酸鹽化合物 391
從 ATP 將磷酸鹽基轉移到接受者的分子上，並將之賦與能量 393
ATP 用作肌肉收縮的能源 394
磷酸肌是肌肉高能磷酸鹽暫時儲存型 397
ATP 也供能量給主動運輸將物質運送通過細胞膜 398
ATP 也能分解成 AMP 和焦酸鹽 400
除了 ATP 以外，還有其他富含能量的 5'-三磷酸核苷酸 403
ATP 系是在動力穩定下發揮功能 405
摘要 406
推薦讀物 407
問題 408

第15章 醱解反應：葡萄糖分解代謝

4/3

醱解反應是大部份生物體的中樞性途徑 413
ATP 的形成與醱解反應耦合 415
很多自由能仍然保持在醱解的產物物理 416
醱解反應有 2 個相 416
醱解反應藉由磷酸化中間產物進行的 419
醱解反應第 1 相產生六碳醱鏈斷裂的結果 419
葡萄糖磷酸化 419

葡萄糖 6- 磷酸轉化成果糖 6- 磷酸 421
果糖 6- 磷酸經磷酸化成果 1,6- 雙磷酸 422
果糖 1,6- 雙磷酸的裂解 422
三碳醱磷酸的互變 423
醱解作用的第 2 相能保存能量 424
甘油醛 3- 磷酸氧化成 3-磷酸甘油磷酸 424
從 3- 磷酸甘油磷酸轉移磷酸給 ADP 426
3- 磷酸甘油酸轉化成 2- 磷酸甘油酸 427
2- 磷酸甘油酸脫水形成磷酸烯醇丙酮酸 428
從磷酸烯醇丙酮酸轉移磷酸基給 ADP 428
丙酮酸還原成乳酸 429
總平衡式 430
從肝醱和其他碳水化合物經由“餵食”途徑導入中樞醱解途徑 431
其他的單醱類能夠進入醱解作用序列 434
雙醱類首先必須水解成單醱類 437
葡萄糖殘餘基進入醱解反應序列的調節 437
激素對醱解酶 a 和 b 互變的終極調節作用 440
醱解序列本身在 2 個主要位置進行調節作用 441
在整個細胞中醱解反應的調節步驟如何協同一致？ 443
酒精發酵與醱解反應們的差異只在於其最後的步驟 444
摘要 446
推薦讀物 448
問題 449

第16章 檸檬酸循環 455

葡萄糖氧化成 CO_2 和 H_2O ，所釋出

的能量比醱解反應多很多 457
丙酮酸必須先被氧化成乙醱輔酶 A 和
CO₂ 457
檸檬酸循環是一種環狀的酶系統，而
不是線狀的 461
檸檬酸循環的觀念是如何起源的？
462
檸檬酸循環有 8 個步驟 464
乙醱輔酶 A 與草醱酸縮合形成檸檬酸
464
異檸檬酸去氫化生成 α- 酮基戊二酸
CO₂ 465
α- 酮基戊二酸氧化成丁二酸和 CO₂
465
丁二醱輔酶 A 轉化成丁二酸 466
丁二酸去氫化成延胡索酸 467
胡延索酸水化成蘋果酸 468
蘋果酸去氫化形成草醱酸 468
檸檬酸循環的摘要 468
為什麼要有檸檬酸循環？ 469
檸檬酸循環的同位素試驗 470
丙酮酸轉化成乙醱輔酶 A 的調節作用
470
檸檬酸循環的調節 473
檸檬酸循環中間產物可做為其他的代
謝用途，以及能夠重新被補充
474
乙醱酸循環為修飾過的檸檬酸循環
476
葡萄糖異化作用的次要途徑：五碳醱
磷酸途徑 477
從葡萄糖至葡萄糖酸和壞血酸的次要
途徑 479
摘要 480
推薦讀物 481
問題 482

第17章 電子傳遞，氧化磷酸化和 ATP
產生的調節作用 491

電子傳遞和氧化磷酸化發生在粒線體
內膜 493

電子轉移反應為氧化還原的反應
494

每對共軛氧化還原對都有其特定的標
準電位 496

電子轉移伴隨發生自由能變化 498
在電子傳遞鏈上有很多電子攜帶者
500

吡啶核苷酸具有滙集的功能 500
NADH 去氫酶從 NADH 接受電子 (NADH)
502

泛醇為一種脂肪性醇 504

細胞色素為攜帶電子的原血紅素蛋白
505

不完全還原的氧分子會造成細胞損害
506

電子攜帶者通常排成特殊的序列發揮
功能 507

電子傳遞的能量都利用氧化磷酸化保
存下來 509

ATP 的合成酶已被分離且可重新組
合 510

電子傳遞的氧化還原能量如何傳送給
ATP 合成酶？ 512

目前還沒有發現連接電子傳遞至 ATP
合成的“高能”中間產物 513

氧化磷酸化反應需要完整的內膜結構
514

粒線體的內膜不能夠透過 H⁺，OH⁻，
K⁺ 和 Cl⁻ 離子 514

氧化磷酸化可被去耦合劑阻止 514

某些離子攜帶劑 (Ionophores) 會阻
止氧化磷酸化反應 514

電子流會造成呼吸的粒線體排出 H⁺
515

化學性滲透假說認為質子梯度從電子
傳遞中攜帶能量給 ATP 合成

- 515
電子傳遞的能量還可做其他目的之用途 517
細菌和葉綠體也含有輸送H⁺的電子傳遞鏈 519
粒線體內膜含有專一性的輸送系統 521
粒線體外NADH的氧化作用需要梭系統 522
葡萄糖完全氧化可合成38個ATPs 523
藉細胞的能量需要來調節由氧化磷酸化所形成的ATP 525
能量價為細胞能量狀況的另一個指數 526
醱解反應，檸檬酸循環，和氧化磷酸化之間具有彼此連鎖協同一致的調節作用機轉 527
細胞含有其他使用氧的酵素 529
摘要 531
推薦讀物 532
問題 533
- 第18章 動物組織裏脂肪酸的氧化作用 539
在粒線體裡，脂肪酸被活化與被氧化 539
脂肪酸藉由3個步驟的運輸程序進入粒線體 540
脂肪酸的氧化可分成兩個階段 543
在飽和脂肪酸氧化作用的第1階段有4個步驟 544
第一次去氫化步驟 544
水化的步驟 544
第二次去氫化步驟 546
裂解步驟 546
脂肪酸氧化的第1階段產生乙醯輔酶A和ATP 547
脂肪酸氧化的第2階段為乙醯輔酶A經由檸檬酸循環的氧化 548
不飽和脂肪酸的氧化需要2個額外的酶催化步驟 549
含奇數碳脂肪酸的氧化作用 551
降膠糖素，某些植物的毒性物質，可抑制脂肪酸的氧化作用 553
肝中酮體的形成，以及它們在其他器官的氧化作用 554
脂肪酸氧化與酮體形成的調節作用 556
摘要 557
推薦讀物 559
問題 559
- 第19章 胺基酸的氧化分解作用：尿素循環 563
 α -胺基團的轉移是由轉胺酶催化的 563
從麩胺酸形成氨 566
胺基酸的碳骨架經由20種不同的途徑分解 568
當分解時，有10種胺基酸生成乙醯輔酶A 569
某些人先天上有苯丙胺酸異化作用的缺陷 572
五種胺基酸轉化成 α -酮基戊二酸 576
三種胺基酸轉化成丁二醯——輔酶A 576
苯丙胺酸和酪胺酸產生延胡索酸 576
草醯乙酸的途徑 577
有些胺基酸能夠轉化成葡萄糖和酮體 577
胺對動物具有毒性 578
麩醯胺將胺從很多末梢組織攜至肝臟中 578
丙胺酸將肌肉的氨攜帶至肝臟 579
胺基氮素的排泄為另一個生化問題 581
麩醯胺酶參與氨的排泄 582

- 尿素是利用尿素循環形成的 582
 尿素循環有好幾個複雜的步驟 584
 尿素合成花費的能量 587
 尿素循環的遺傳缺陷導致血中過量的
 氨 588
 鳥、蛇和蜥蜴等都排泄尿酸 588
 摘要 589
 推薦讀物 590
 問題 591
- 第20章 動物組織裏碳水化合物的生
 成 595
- 葡萄糖新生作用的途徑與醱解作用的
 途徑共用 7 個步驟 596
 丙酮酸轉化成磷酸烯醇丙酮酸需要一
 道分路 598
 葡萄糖新生作用的第 2 分路反應為果
 糖 1,6 — 雙磷酸轉化成果糖 6
 — 磷酸 599
 第 3 個分路反應為葡萄糖 6 — 磷酸
 轉化成游離的葡萄糖 600
 葡萄糖新生作用相當耗費 600
 葡萄糖新生作用和醱解反應可交互調
 節 601
 檸檬酸循環的中間產物也是葡萄糖的
 前驅物 602
 大部分胺基酸為生醱性 603
 肌肉運動恢復時，就會產生葡萄糖新
 生作用 603
 在反芻動物體內，葡萄糖新生作為一
 種具有特殊活性的程序 604
 飲用酒精會抑制葡萄糖新生作用
 605
 碳水化合物代謝的“無益循環”
 606
 肝醱的生合成進行的途徑與肝醱分解
 的途徑不同 607
 肝醱合成酶與肝醱磷解酶交互的調節
 609
 肝醱代謝易招致遺傳缺陷 611
- 乳糖合成的調節是很獨特的方法
 612
 摘要 613
 推薦讀物 614
 問題 615
- 第21章 脂質的生合成 621
 脂肪酸合成是以特殊途徑進行的
 621
 丙二醱 — 輔酶 A 是從乙醱 — 輔酶
 A 形成的 623
 脂肪酸合成酶系統具有 7 個活性部位
 625
 脂肪酸合成酶的硫氫基首先裝載醱基
 627
 每次添加 2 — 碳單元需要進行 4 個
 步驟 628
 縮合步驟 628
 3 — 酮基還原步驟 629
 去水化步驟 630
 飽和反應步驟 630
 棕櫚酸為其他長鏈脂肪酸的前驅物
 633
 脂肪酸生合成的調節作用 634
 三醱甘油和磷脂醱甘油生合成都由共
 同的前驅物起始 635
 三醱甘油生合成被激素調節 637
 三醱甘油：某些冬眠動物的能量來源
 637
 磷酸甘油酯的生合成需要一個頭部基
 團 639
 磷脂醱膽鹼的製造有 2 種不同的途徑
 642
 極性脂質被安插入細胞膜中 643
 脂質代謝易招致遺傳缺陷 644
 有許多溶體的疾病 646
 胆固醇和其他類固醇也可以從 2 —
 碳前驅物製造 647
 異戊醱焦磷酸為很多其他脂溶性生物
 分子的前驅物 650

摘要 651

推薦讀物 652

問題 653

第22章 胺基酸和核苷酸的核苷酸的合成 657

有些胺基酸必須從食物中獲得 657
麩胺酸，麩醯胺和脯胺酸有一共同的
生合成途徑 658

丙胺酸，天門冬胺酸和天門冬醯胺也
起源自中樞代謝物 660

酪胺酸是從必需胺基酸苯丙胺酸製成
的 660

半胱胺酸是從2種其他胺基酸，蛋胺
酸和絲胺酸製成的 661

絲胺酸為甘胺酸的前驅物 662

必需胺基酸的生合成 664

胺基酸的生合成是在異位調節控制下
664

胺基酸生合成也可以改變酶的濃度來
調節 667

甘胺酸為紫質的前驅物 668

有些遺傳疾病會造成紫質衍生物的積
蓄 668

原血紅素基團的分解生成胆色素
670

嘧啶核苷酸是由複雜的途徑製成的
670

嘧啶核苷酸生合成是利用迴饋控制來
調節 672

嘧啶核苷酸是從天門冬胺酸和核醣磷
酸製造的 673

嘧啶核苷酸生合成的調節作用 674
核醣核苷酸為去氧核醣核苷酸的前驅
物 675

在人體內，嘧啶分解成尿酸 677

嘧啶鹼基可藉由救援途徑再循環
678

尿酸生產過量會導致痛風 679

氮循環 679

並非很多生物體都能夠固定氮素
680

氮素固定作用是一種複雜的酶催化程
序 681

摘要 683

推薦讀物 684

問題 685

第23章 光合作用 691

光合作用程序是如何發現的？ 692

光合作用的生物體非常廣泛 692

光合作用生物體依賴各種不同的氫供
應者 694

光合作用具有光明和黑暗相 695

植物的光合作用發生在葉綠體 695

吸收光線來激動分子 697

葉綠素為主要吸收光線的色素 699

色素質體也含有附屬色素 700

色素質體膜含有2種類的光化學反應
系統 701

受光照射的葉綠體會誘發電子流
702

捕捉光能促使電子流“上行” 703

光系統I和II協同一致從H₂O攜帶電
子至NADP 704

Z體系顯示出光合作用電子傳遞的能
量輪廓 705

有好幾個電子攜帶者參與光合成的的
電子傳遞作用 705

ADP 磷酸化與光合作用的電子傳遞
耦合在一起 707

葉綠體也會促進循環性電子流和循環
性光磷酸化反應 708

光合作用磷酸化類似氧化磷酸化
708

植物光合作用的整個方程式 709

光合作用形成六碳醣包含有二氧化碳
的淨還原作用 710

二氧化碳被固定在磷酸甘油酸 711

葡萄糖是藉卡爾文循環從CO₂製造而

成 711
葡萄糖爲植物性碳水化合物 蔗糖
、澱粉和纖維素的前驅物 715
黑暗反應的調節作用 716
熱帶植物可使用 C₄ 或稱 Hatch-
slack 途徑 717
C₄ 途徑可濃縮 CO₂ 719
光呼吸作用限制 C₃ 植物的效率
720
光呼吸作用爲溫帶農業的一大重要問
題 721
嗜鹽性細菌可使用光能製造 ATP
722
光合作用生物體爲設計陽光能量細胞
的模式 722
摘要 723
推薦讀物 724
問題 726

第三部份 人體生物化學的一、二事

731

第24章 消化運輸及新陳代謝之整合性

733

食物經酶消化以備吸收 733
碳水化合物之消化 734
蛋白質的消化 736
脂肪之消化 740
肝臟的處理和養料的分送 741
醣在肝中遵行五種代謝途徑 741
轉變成血醣 742
轉變成肝醣 742
轉變成脂肪酸和膽固醇 742
氧化降解成二氧化碳 743
經五碳醣磷酸鹽途徑降解 743
胺基酸也有五種代謝途徑 743
運輸至其他組織 743
合成爲肝蛋白和血漿蛋白 743
脫氨和降解 744
參與葡萄糖—丙胺酸循環 744

轉變成核苷酸及其他產物 744
脂肪遵行五種途徑 745
氧化成 CO₂ 並產生 ATP 745
酮體的生成 745
膽固醇及膽鹽的生合成 745
血漿脂蛋白的生合成 745
血漿游離脂肪酸的生合成 745
每一器官有其特殊新陳代謝功能
746
骨骼肌用 ATP 作間歇性的機械功
746
心肌必須不斷地且有規律地工作
748
腦需能以傳導神經衝動 749
脂肪組織的新陳代謝很活躍 751
腎臟用 ATP 作滲透的工作 752
血液是非常複雜的液體 755
血液輸送大量氧氣 756
血紅素是氧的攜帶者 757
紅血球也運輸 CO₂ 759
糖尿病的診斷與治療有賴於生化測量
760
發生於糖尿病的酮症 763
嚴重糖尿病伴生的酸中毒 763
摘要 764
推薦讀物 765
問題 765

第25章 荷爾蒙（（激素））

荷爾蒙在複雜的相關體系中發生作用
771
荷爾蒙的一些特性 773
荷爾蒙可分成三類：肽類、胺類、類
固醇類 773
有些多肽類是以不活性前驅物的型態
製造 774
濃度很低時荷爾蒙即有作用且大部份
存在的時間很短 774
有些荷爾蒙的作用是立即性的；有些
則甚緩慢 775