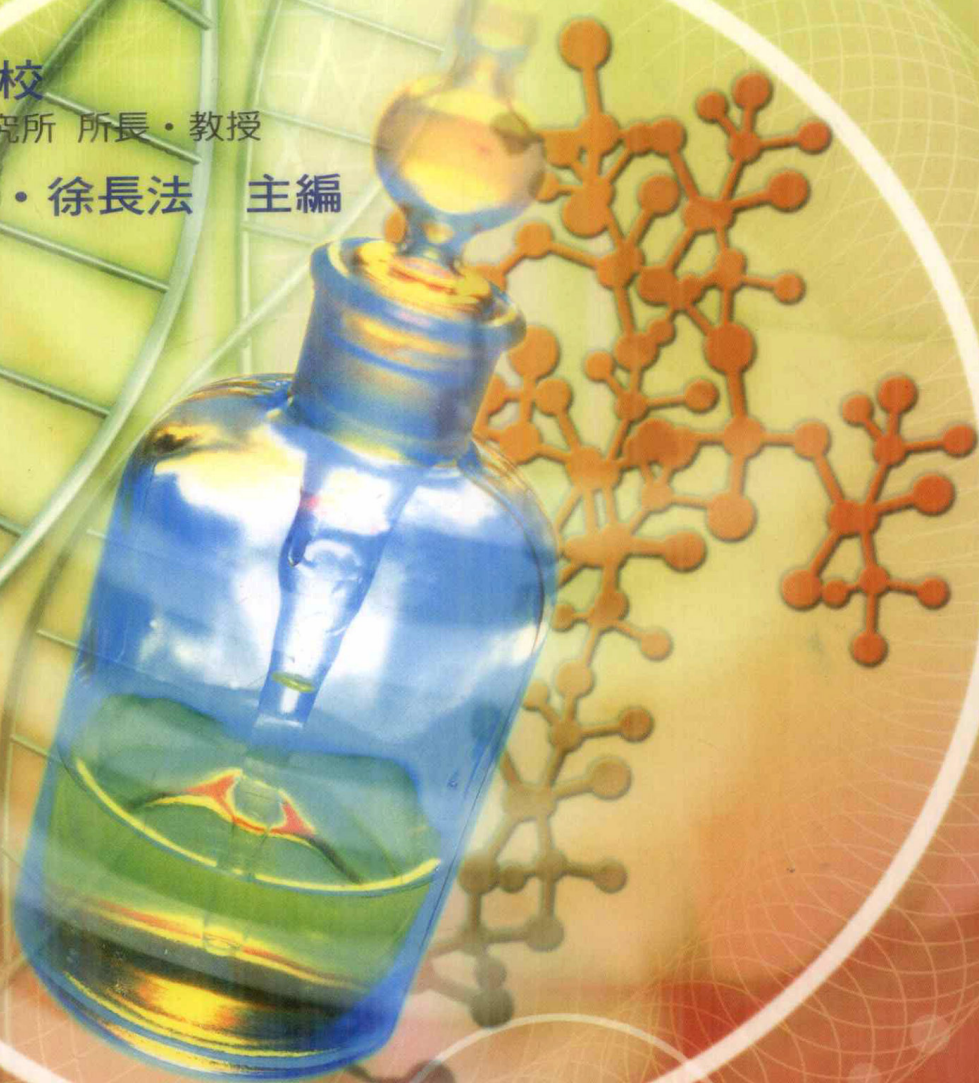


生物化學

下冊

張文章教授 審校
臺灣大學生化科學研究所 所長·教授
王鏡岩·朱聖庚·徐長法 主編



藝軒圖書出版社

生物化學

下冊

張文章教授 審校

臺灣大學生化科學研究所 所長

臺灣大學理學院化學研究所 博士

王鏡岩 朱聖庚·徐長法 主編

國家圖書館出版品預行編目資料

生物化學(下冊)/張文章審校,王鏡岩、朱聖庚、徐長法主編,第一版-臺北縣新店市:藝軒. 2007[民 96]

冊; 公分

參考書目:面

ISBN 978-957-616-898-7 (上冊:平裝)

ISBN 978-957-616-899-4 (下冊:平裝)

1. 生物化學

361.4

95022650

本書經高等教育出版社授權藝軒圖書出版社出版發行繁體字版

◎本書任何部分之文字或圖片,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

生物化學(下冊)

審校:張文章

主編:王鏡岩·朱聖庚·徐長法

發行所:藝軒圖書出版社

發行人:彭賽蓮

總公司:台北縣 23144 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)

電話:(02) 2367-6824

傳真:(02) 2365-0346

郵政劃撥:01062928

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

二〇〇七年四月第一版 ISBN 978-957-616-899-4

※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

審校序 (下冊)

本書由北京大學沈同、王鏡岩、趙邦悌諸教授及其同事於1980年編寫，其後數年修訂成二版，於2002年完成第三版的編修。本書集合十餘位學者之心力，經過二十多年，完成了這本內容豐富而新穎的生物化學教材，實屬難能可貴。

誠如編者在第三版序言所述，本書編寫的目標有數項：與國際接軌，要包含最新的內容；教科書力求讀了能懂；基本概念要深入淺出，循序漸進；對於物理化學、有機化學的基礎要有扼要的提示和解說；此外，還要加入一些具有啟發性的歷史內容。編者也提到，本書除了作為教科書之外，還要有工具書的功能，以滿足研究人員與技術人員的需求。

鄙人應藝軒圖書出版社之託，詳細校閱了本書繁體中文版的下冊。細覽全書之後，深深感佩編者團隊合作及毅力，完成了他們原先設定的目標。本書的出版提供廣大中文讀者進入生物化學領域一個最好的途徑；同時也提供專業人士一本內容詳實的參考書。

鄙人多年來教授生物化學，深切體會學習生物化學的主要障礙有二：其一為學生的化學基礎不足，無法充份理解生化反應之機制；其二，龐大的生物化學知識很難記憶。針對第一個障礙，本書提供了必要的物理化學及有機化學的基本概念，有助於生化反應機制之理解。至於內容繁雜，不易記憶的問題，固然有賴於教師作有系統的講解，但更重要的是，學生們應投入更多的努力，詳細研讀，並加以歸納、分析，方能理出頭緒；如此才能將龐雜的知識化為有系統的學問。

由於每個學系或研究所在生化課程上配置的上課時數差異頗大，如果上課時數不多，授課教師可針對學生的背景與需求，就本書中選取適當的章節作為授課之教材。

生物化學名詞的中文翻譯是學界長期的困擾，本書簡體字版本所用名詞與台灣學界習用者多有差異，鄙人雖盡力將其改成台灣學界的用詞，但疏漏錯誤之處一定不少，敬請讀者不吝指正。

國立台灣大學生化科學研究所

張文章 謹識

2007年2月

目次 (下冊)

第十九章 代謝總論 001

- 一、分解代謝與合成代謝 002
- 二、能量代謝在新陳代謝中的重要地位 002
- 三、輔酶 I 和輔酶 II 的遞能作用 004
- 四、FMN 和 FAD 的遞能作用 005
- 五、輔酶 A 在能量代謝中的作用 006
- 六、新陳代謝的調節 006
- 七、代謝中常見的有機反應機制 007

- (一) 基團轉移反應
(group-transfer reaction) 009

- (二) 氧化反應和還原反應
(oxidation and reduction) 012

- (三) 消除、異構化及重排反應 013

- (四) 碳-碳鍵的形成與斷裂反應 015

新陳代謝的研究方法 020

- (一) 使用酶的抑制劑 022
- (二) 利用遺傳缺陷症研究代謝途徑 022
- (三) 氣體測量法
(manometric method) .. 024
- (四) 同位素示蹤法 025
- (五) 核磁共振波譜法 026

提要 028

習題 030

主要參考書目 030

第二十章 生物能學 033

一、有關熱力學的一些基本概念 033

- (一) 體系的概念、性質和狀態 033
- (二) 能的兩種形式——熱與功 034
- (三) 內能和焓的概念 034
- (四) 熱力學第一定律 (first law of thermodynamics) 035
- (五) 化學能的轉化 037
- (六) 熱力學第二定律和熵的概念 037
- (七) 自由能的概念 039

二、化學反應中自由能的變化和意義 042

- (一) 化學反應的自由能變化公式 042
- (二) 標準自由能變化和化學平衡的關係 043
- (三) 標準生成自由能及其應用 044
- (四) 偶聯化學反應標準自由能變化的可加性及其意義 047
- (五) 化學反應和自由能關係的進一步說明 047
- (六) 能量學用於生物化學反應中的一些規定 048
- (七) ΔG^0 、 ΔG 以及平衡常數計算的舉例 049

三、高能磷酸化合物 050

Contents

(一) 高能磷酸化合物的概念	050
(二) 高能磷酸化合物及其他高能化合物的類型	050
(三) ATP 的結構特性	054
(四) 細胞內影響 ATP 自由能釋放的因素	056
(五) ATP 在能量轉運中的地位和作用	057
(六) 磷酸肌酸和磷酸精氨酸及其他貯能物質	058
(七) ATP 斷裂形成 AMP 和焦磷酸的作用	060
(八) ATP 以外的其他核苷三磷酸的遞能作用	061
(九) ATP 系統的動態平衡	062
提要	063
習題	065
主要參考書目	066

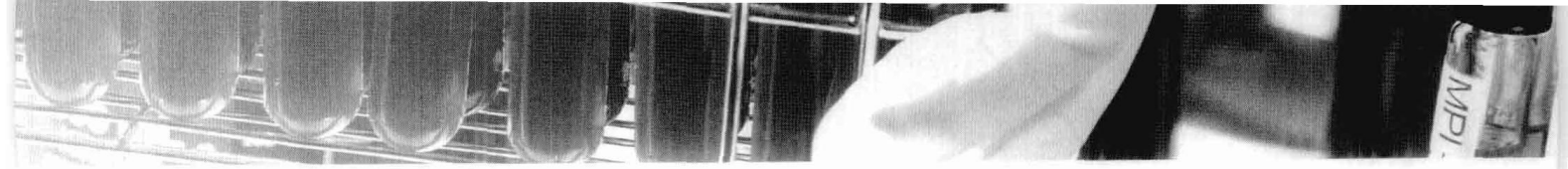
第 21 章 生物膜與物質運輸 069

一、被動運輸與主動運輸	069
(一) 被動運輸 (passive transport)	070
(二) 主動運送 (active transport)	070
二、小分子物質的運輸	071
(一) Na^+ 和 K^+ 的運輸	073
(二) Ca^{2+} 的運輸	075
(三) 三類驅動離子的 ATP 酶	078
(四) 陰離子運輸 (anion transport)	079
(五) 糖和氨基酸的運送	080

(六) ATP/ADP 交換體 (ATP/ADP exchanger)	082
三、生物大分子的跨膜運輸	083
(一) 胞吐作用	083
(二) 胞吞作用	084
四、離子載體 (ionophores)	086
(一) 纈氣黴素	087
(二) “A23187” 載體	088
(三) 尼日利亞菌素	088
(四) 短桿菌肽 A	088
五、生物膜運輸的分子機制	089
(一) 移動性載體模型	089
(二) 孔道或通道模型	089
(三) 構形變化假設	089
提要	092
習題	092
主要參考書目	093

第 22 章 糖酵解作用 095

一、糖酵解作用的研究歷史	095
二、糖酵解過程概述	098
三、糖酵解和酒精發酵的全過程圖解	100
四、糖酵解第一階段的反應機制	100
(一) 葡萄糖的磷酸化	100
(二) 葡萄糖-6-磷酸異構化形成果糖-6-磷酸	104
(三) 果糖-6-磷酸形成果糖-1, 6-二磷酸	106
(四) 果糖-1, 6-二磷酸轉變為甘油醛-3-磷酸和二羧丙酮磷酸	107
(五) 二羧丙酮磷酸轉變為甘	



油醛-3-磷酸	109
五、酵解第二階段——放能階段的反應機制	111
(一) 甘油醛-3-磷酸氧化成 1, 3-二磷酸甘油酸	111
(二) 1, 3-二磷酸甘油酸轉移高能磷酸基團形成 ATP	113
(三) 3-磷酸甘油酸轉變為 2-磷酸甘油酸	114
(四) 2-磷酸甘油酸脫水生成磷酸烯醇式丙酮酸	116
(五) 磷酸烯醇式丙酮酸轉變為丙酮酸並產生一個 ATP 分子	117
六、由葡萄糖轉變為兩分子丙酮酸能量轉變的估算	118
七、丙酮酸的去路	119
(一) 生成乳酸	120
(二) 生成乙醇	121
八、糖酵解作用的調節	123
(一) 磷酸果糖激酶是關鍵酶 ..	123
(二) 果糖-2, 6-二磷酸對酵解的調節作用	124
(三) 己糖激酶和丙酮酸激酶對糖酵解的調節作用	125
九、其他六碳糖進入糖酵解途徑	126
(一) 果糖	126
(二) 半乳糖	128
(三) 甘露糖	131
提要	131
習題	133
主要參考書目	134

第 23 章 檸檬酸循環

135

一、丙酮酸進入檸檬酸循環的準備階段——形成乙醯-CoA	135
(一) 催化丙酮酸轉變為乙醯-CoA 的反應步驟	136
(二) 對丙酮酸脫氫酶複合體結構和裝配的深入探討	140
(三) 丙酮酸脫氫酶複合體催化反應的簡單圖解	140
(四) 砷化物對硫辛醯胺的毒害作用	140
(五) 丙酮酸脫氫酶複合體的調控	142
二、檸檬酸循環概貌	142
三、檸檬酸循環的反應機制	143
(一) 草醯乙酸 (oxaloacetate) 與乙醯-CoA 縮合 (condense) 形成檸檬酸	144
(二) 檸檬酸異構化形成異檸檬酸	147
(三) 異檸檬酸氧化形成 α -酮戊二酸	148
(四) α -酮戊二酸氧化脫羧形成琥珀醯-CoA	150
(五) 琥珀醯-CoA 轉化成琥珀酸並產生一個高能磷酸鍵 ..	151
(六) 琥珀酸脫氫形成延胡索酸	152
(七) 延胡索酸水合形成 L-蘋果酸	154
(八) L-蘋果酸脫氫形成草醯乙	

Contents

酸	155
四、檸檬酸循環的化學總結算	156
五、檸檬酸循環的調控	158
(一) 檸檬酸循環本身制約系統的調節	158
(二) ATP、ADP 和 Ca^{2+} 對檸檬酸循環的調節	159
六、檸檬酸循環的雙重作用	159
七、檸檬酸循環的發現歷史	161
提要	162
習題	163
主要參考書目	164

第 24 章 生物氧化—電子傳遞和氧化磷酸化作用 167

一、氧化-還原電勢	167
(一) 氧化-還原電勢	168
(二) 生物體中某些重要的氧化-還原電勢	171
(三) 電勢和自由能的關係	173
(四) 標準電動勢和平衡常數的關係	174
二、電子傳遞和氧化呼吸鏈	174
(一) 電子傳遞過程	174
(二) 呼吸鏈概念的建立	176
(三) 電子傳遞鏈	176
(四) 電子傳遞鏈各個成員	179
(五) 電子傳遞的抑制劑	188
三、氧化磷酸化作用	190
(一) 粒線體的結構	190
(二) 氧化磷酸化作用機制	191
(三) 質子梯度的形成	194
(四) ATP 合成機制	197

(五) 氧化磷酸化的解偶聯和抑制	201
(六) 胞液內 NADH 的再氧化	204
(七) 氧化磷酸化的調控	205
(八) 葡萄糖徹底氧化的總結算	208
(九) 氧的不完全還原	208
提要	211
習題	214
主要參考書目	215

第 25 章 戊糖磷酸途徑和糖的其他代謝途徑 217

一、戊糖磷酸途徑	217
(一) 戊糖磷酸途徑的發現	217
(二) 戊糖磷酸途徑的主要反應	218
(三) 戊糖磷酸途徑反應速度的調控	222
(四) 戊糖磷酸途徑的生物學意義	225
二、糖的其他代謝途徑	226
(一) 葡糖異生作用	226
三、葡萄糖出入動物細胞的特殊運輸機構	233
四、乙醯酸途徑	235
五、寡糖類的生物合成和分解	237
(一) 概論	237
(二) 乳糖的生物合成和分解	237
(三) 糖蛋白的生物合成	241
(四) 糖蛋白糖鏈的分解代謝	253
提要	253

習題	255
主要參考書目	257

第 26 章 糖原的分解和生物合成 259

一、糖原的生物學意義	259
二、糖原的降解 (glycogen breakdown)	260
(一) 糖原磷酸化酶	261
(二) 糖原脫支酶 (glycogen debranching enzyme) (包括糖基轉移酶)	265
(三) 磷酸葡萄糖變位酶 (phosphoglucomutase) 的作用	267
(四) 葡萄糖-6-磷酸酶	268
三、糖原的生物合成	269
(一) 糖原生物合成的研究經歷了緩慢的歷程	269
(二) 催化糖原合成的三種酶	270
四、糖原代謝的調控	273
(一) 糖原磷酸化酶的調控機制	275
(二) 對糖原合酶的調控	278
(三) 肝臟中糖原代謝調控的特殊性	279
(四) 激素對糖原代謝的調節和激素效應的串級放大系統	280
(五) G 蛋白及其對激素信號的傳遞作用	284
(六) 糖原累積症	285

提要	285
習題	287
主要參考書目	288

第 27 章 光合作用 289

一、光合作用的概況	289
(一) 光合作用的發現	289
(二) 光合作用的場所——葉綠體	290
(三) 光合作用的總過程	292
(四) 光的本性	294
二、葉綠素的光反應性：光吸收	296
(一) 葉綠素吸收光能	296
(二) 輔助色素擴展光吸收的範圍	298
(三) 葉綠素在膜上被組織成光合單位	300
(四) 葉綠素通過激子傳遞把吸收的能量彙集到作用中心	301
三、光驅動電子流：中心光化學事件	302
(一) 光合細菌只有一個光化學作用中心	302
(二) 高等植物和藻類具有兩個光系統	306
(三) 放氧光合生物中光作用中心的結構	308
(四) 真核光合電子傳遞的 Z 圖式	310
(五) 水的光解與放氧	314
(六) PS I 和 PS II 在類囊體膜上的定位	315
四、光驅動的 ATP 合成：光合磷酸化	316

Contents

(一) 電子傳遞與光合磷酸化相 偶聯	317	(三) β -氧化	346
(二) 光合磷酸化的機制——化 學滲透	318	(四) 脂肪酸氧化是高度的放能 過程	352
(三) 循環和非循環光合磷酸 化	318	三、不飽和脂肪酸的氧化	354
(四) 鹽細菌的光合磷酸化	319	(一) 不飽和脂肪酸的氧化	354
(五) 光合作用中能量的利用效 率	320	(二) 奇數碳原子脂肪酸的氧化 生成丙醯-CoA	356
五、暗反應：CO ₂ 固定	321	(三) 脂肪酸還可發生 α -或 ω -氧化	358
(一) CO ₂ 固定與核酮糖-1, 5-二 磷酸羧化酶/加氧酶	321	四、酮體	359
(二) Calvin 循環	324	(一) 乙醯-CoA 的代謝結局	359
(三) CO ₂ 固定的調節	328	(二) 肝臟中酮體的形成	359
六、光呼吸和 C ₄ 途徑	329	(三) 肝外組織使用酮體作為燃 料	361
(一) 核酮糖二磷酸加氧酶反 應：光呼吸	329	五、磷脂的代謝	361
(二) CO ₂ 固定的 C ₄ 途徑	331	(一) 膜結構脂類——磷脂和糖 脂	361
(三) 景天酸代謝	333	(二) 磷酸甘油酯是磷脂酸的衍 生物	362
提要	334	(三) 磷脂的代謝	362
習題	335	六、鞘脂類的代謝	364
主要參考書目	337	(一) 鞘磷脂	365
		(二) 鞘糖脂	366
		七、甾醇的代謝	369
		(一) 概論	369
		(二) 膽固醇的代謝	369
		八、脂肪酸代謝的調節	372
		(一) 脂肪酸進入粒線體的調控	373
		(二) 心臟中脂肪酸氧化的調節	373
		(三) 激素對脂肪酸代謝的調節	374

第 28 章 脂肪酸的分解代謝 339

一、脂質的消化、吸收和傳送	339
(一) 脂肪的消化發生在脂質— 水的界面處	340
(二) 膽鹽促進脂類在小腸中被 吸收	342
(三) 吸收	342
二、脂肪酸的氧化	343
(一) 脂肪酸的活化	343
(二) 脂肪酸轉入粒線體	344

(四) 根據有機體代謝需要的調 控	374
(五) 長時間膳食的改變導致相 關酶水平的調整	375
提要	375
習題	376
主要參考書目	377

第 29 章 脂類的生物合成 379

一、貯存脂肪	379
(一) 貯存脂肪	379
(二) 脂肪肝	380
二、脂類的合成	381
(一) 脂肪酸的生物合成	381
(二) 其他脂類的生物合成	393
提要	434
習題	436
主要參考書目	437

第 30 章 蛋白質降解和氨基酸的 分解代謝 439

一、蛋白質的降解	439
(一) 蛋白質降解的特性	439
(二) 蛋白質降解的反應機制	441
(三) 有機體對外源蛋白質的需 要及其消化作用	443
二、氨基酸分解代謝	444
(一) 氨基酸的脫氨基作用	445
(二) 氧化脫氨基作用：麩氨酸 脫氫酶	450
(三) 其他的脫氨基作用	450
(四) 聯合脫氨基作用	

(transdeamination)	451
(五) 氨基酸的脫羧基作用	452
(六) 氮的命運	453
三、尿素的形成	455
(一) 尿素循環的發現	455
(二) 尿素循環	456
(三) 尿素循環的調節	459
四、氨基酸碳骨架的氧化途徑	461
(一) 形成乙醯-CoA 的途徑	462
(二) α -酮戊二酸途徑	468
(三) 形成琥珀醯-CoA 的途徑	474
(四) 形成延胡索酸途徑	474
(五) 形成草醯乙酸途徑	474
五、生糖氨基酸和生酮氨基酸	476
六、由氨基酸衍生的其他重要物質	479
(一) 氨基酸與一碳單位	479
(二) 氨基酸與生物活性物質	482
七、氨基酸代謝缺陷症	488
提要	490
習題	491
主要參考書目	493

第 31 章 氨基酸及其重要衍生物 的生物合成 495

一、概 論	495
二、脂肪族氨基酸的生物合成	500
(一) 麩氨酸族氨基酸的生物合成： L-麩氨酸，L-麩醯氨酸，L- 脯氨酸	500
(二) 天冬氨酸族的生物合成： L-天冬氨酸，L-天冬醯氨 酸，L-甲硫氨酸，L-蘇氨酸	

Contents

.....	506
(三) 丙酮酸族的生物合成： L-丙氨酸、L-纈氨酸、 L-白氨酸	511
(四) 絲氨酸族的生物合成：L- 絲氨酸、L-甘氨酸、L-半 胱氨酸的生物合成及固硫 作用	513
三、芳香族氨基酸及組氨酸的生物合成	515
(一) 苯丙氨酸、酪氨酸及色氨 酸的生物合成	515
(二) 組氨酸的生物合成	519
四、氨基酸生物合成的調節	522
(一) 通過終端產物對氨基酸生 物合成的抑制	522
(二) 通過酶生成量的改變調節 氨基酸的生物合成	524
五、氨基酸轉化為其他氨基酸及其他 代謝物	525
(一) 氧化氮的形成	525
(二) 麩胱甘肽 (glutathion)	526
(三) 肌酸 (creatin) 的生物合 成	528
(四) 卟啉 (porphyrin)，血質 (heme) 的生物合成	529
(五) 短桿菌肽 S (gramicidin S)	537
(六) D-氨基酸的形成	540
提要	540
習題	541
主要參考書目	542

第 32 章 生物固氮

543

一、生物固氮作用及固氮生物類型	544
(一) 根瘤菌與豆科植物根的共 生	545
(二) 自生固氮微生物	546
二、固氮酶的結構與功能研究	547
三、固氮的基因表現調控	551
(一) 自身固氮	551
(二) 共生固氮	551
四、生物固氮的基因工程	554
(一) 使非豆科植物轉變為固氮 作物	554
(二) 提高現有固氮作物的固氮 能力	555
提要	556
習題	557
主要參考書目	557

第 33 章 核酸的降解和核苷酸代謝

559

一、核酸和核苷酸的分解代謝	559
(一) 核酸的解聚作用	559
(二) 核苷酸的降解	560
(三) 嘌呤鹼的分解	561
(四) 嘧啶鹼的分解	564
二、核苷酸的生物合成	564
(一) 嘌呤核糖核苷酸的合成	564
(二) 嘧啶核糖核苷酸的合成	572
(三) 脫氧核糖核苷酸的合成	575

三、輔酶核苜酸的生物合成	580
(一) 菸鹼醯胺核苜酸的合成	581
(二) 黃素核苜酸的合成	581
(三) 輔酶 A 的合成	582
提要	584
習題	585
主要參考書目	585

第 34 章 DNA 的複製和修復 ... 587

一、DNA 的複製	587
(一) DNA 的半保留複製	588
(二) DNA 複製的起點和方式	590
(三) DNA 聚合反應有關的酶	595
(四) DNA 的半不連續複製	604
(五) DNA 複製的拓撲性質	606
(六) DNA 複製的過程	609
(七) 真核生物 DNA 的複製	614
二、DNA 的損傷修復	618
(一) 錯配修復	619
(二) 直接修復	620
(三) 切除修復	621
(四) 重組修復	622
(五) 求救反應 (SOS) 和易錯修復	623
三、DNA 的突變	625
(一) 突變的類型	625
(二) 誘變劑的作用	626
(三) 誘變劑和致癌劑的檢測	629
提要	630

習題	632
主要參考書目	633

第 35 章 DNA 的重組 ... 635

一、同源重組	635
(一) Holliday 模型	636
(二) 細菌的基因轉移與重組	637
(三) 重組有關的酶	640
二、特異位置重組	642
三、轉座重組	648
(一) 細菌的轉座因子	649
(二) 真核生物的轉座因子	652
提要	655
習題	657
主要參考書目	658

第 36 章 RNA 的生物合成和加工 ... 659

一、DNA 指導下 RNA 的合成	659
(一) DNA 指導的 RNA 聚合酶	659
(二) 啟動子和轉錄因子	665
(三) 終止子和終止因子	672
(四) 轉錄的調節控制	675
(五) RNA 生物合成的抑制劑	679
二、RNA 的轉錄後加工	684
(一) 原核生物中 RNA 的加工	684
(二) 真核生物中 RNA 的一般加工	688
(三) RNA 的拼接、編輯和再編	

Contents

碼	692
(四) RNA 生物功能的多樣性	707
(五) RNA 的降解	710
三、在 RNA 指導下 RNA 和 DNA 的合成	711
(一) RNA 的複製	711
(二) RNA 的逆轉錄	714
(三) 逆轉座子的種類和作用機制	721
提要	725
習題	728
主要參考書目	729

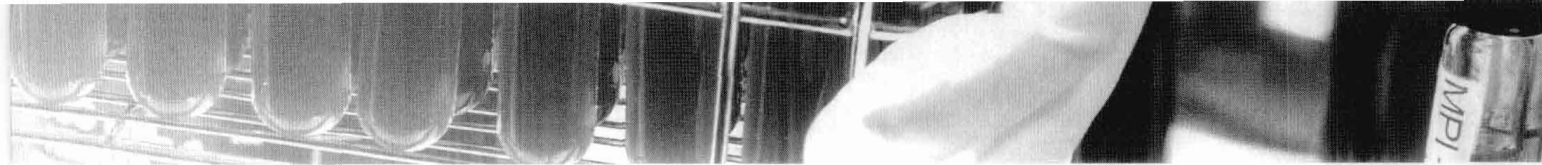
第 37 章 遺傳密碼 731

一、DNA 是遺傳信息的攜帶分子	731
(一) 細胞含有恒定量的 DNA	731
(二) DNA 是細菌的轉化因子	733
(三) 病毒是游離的遺傳因子	734
二、RNA 傳遞和加工遺傳信息	735
(一) RNA 的拼接	735
(二) RNA 的編輯	735
(三) RNA 的譯碼和再編碼	736
三、遺傳密碼的破譯	737
四、遺傳密碼的基本特性	741
(一) 密碼的基本單位	741
(二) 密碼的簡並性	742
(三) 密碼的變偶性	743
(四) 密碼的通用性和變異性	744
(五) 密碼的防錯系統	746

提要	747
習題	748
主要參考書目	749

第 38 章 蛋白質合成及轉運 751

一、蛋白質合成的分子基礎	751
(一) mRNA 是蛋白質合成的模板	752
(二) tRNA 轉運活化的氨基酸至 mRNA 模板上	755
(三) 核糖體是蛋白質合成的工廠	758
二、轉譯的步驟	761
(一) 氨醯-tRNA 合成酶幫助使氨基酸結合到特定的 tRNA 上	762
(二) 每一個氨醯-tRNA 合成酶可識別一個特定的氨基酸和與此氨基酸對應的 tRNA 的特定部位	763
(三) 氨醯-tRNA 合成酶能夠糾正醯化的錯誤	764
(四) 一個特殊的 tRNA 啟動了蛋白質的合成	764
(五) 轉譯開始於 mRNA 與核糖體的結合	765
(六) 蛋白質因子幫助的蛋白質合成起始	766
(七) 在氨基酸的摻入過程中有 3 個重複的延伸反應	767
(八) 核糖體反應中 GTP 的作用	770
(九) 轉譯的終止需要釋放因子	



和終止密碼子的參加.....	771
(十) 核糖體在轉譯中能跳躍式 讀碼.....	772
(十一) 蛋白質合成的抑制劑 ..	772
三、蛋白質的運輸及轉譯後修飾	773
(一) 蛋白質通過其信號肽引導 到目的地.....	773
(二) 一些粒線體葉綠體蛋白質 是轉譯完成後被運輸的 ..	775
(三) 分泌型的真核蛋白在內質網 (endoplasmic reticulum, ER) 內合成	776
(四) 高爾基體中多肽的糖基化 修飾及多肽的分類	777
(五) 大腸桿菌蛋白質在轉譯的 同時也在被運輸	777
提要	778
習題.....	779
主要參考書目	780

第 39 章 細胞代謝與基因表現調 控 781

一、細胞代謝的調節網絡	781
(一) 代謝途徑交叉形成網絡 ..	782
(二) 分解代謝和合成代謝的單 向性	784
(三) ATP 是通用的能量載體 ..	786
(四) NADPH 以還原力形式攜 帶能量	786
(五) 代謝的基本要略在於形成 ATP、還原力和構造單元 以用於生物合成	787
二、酶活性的調節.....	789

(一) 酶促反應的前饋和反饋 ...	790
(二) 產能反應與需能反應的調 節	793
(三) 酶活性的特異激活劑和抑 制劑	794
(四) 蛋白酶解對酶活性的影響	796
(五) 酶的共價修飾與連續激活	796
三、細胞結構對代謝途徑的分隔控制	799
(一) 細胞結構和酶的空間分布	799
(二) 細胞膜結構對代謝的調節 和控制作用	802
(三) 蛋白質的定位控制	804
四、細胞信號傳遞系統	805
(一) 門控離子通道和神經信號 的傳導	805
(二) 激素和遞質受體的信號轉 導系統	808
(三) 細胞增殖的調節	812
五、基因表現的調節	814
(一) 原核生物基因表現的調節	815
(二) 真核生物基因表現的調節	826
提要	837
習題	840
主要參考書目	841

Contents

第 40 章 基因工程及蛋白質工程 843

- 一、DNA 克隆的基本原理 843
 - (一) DNA 限制酶與連接酶 843
 - (二) 分子克隆的載體與宿主系統 847
 - (三) 外源基因導入宿主細胞 853
- 二、基因的分離、合成和測序 855
 - (一) 基因資料庫的構建 855
 - (二) cDNA 資料庫的構建 857
 - (三) 克隆基因的分離與鑑定 860
 - (四) 聚合酶鏈式反應擴增基因 864
 - (五) DNA 的化學合成 869
 - (六) 基因定位突變 870
 - (七) DNA 序列的測定 872
- 三、克隆基因的表現 874
 - (一) 基因表現的調控元件 875
 - (二) 非融合蛋白和融合蛋白的表現 875
 - (三) 外源基因在真核細胞中的表現 876

- 四、蛋白質工程 882
 - (一) 蛋白質的分子設計和改造 883
 - (二) 蛋白質的實驗演化 883
 - (三) 蛋白質工程的進展 885
- 五、基因工程的應用與展望 887
 - (一) 基因工程開闢了生物學研究的新紀元 888
 - (二) 基因工程促進了生物技術產業的興起 889
 - (三) 基因工程研究的展望 891
- 提要 893
- 習題 895
- 主要參考書目 896

生化名詞英漢對照 897

常用生化名詞縮寫 971

名詞索引 985

第十九章

代謝總論

在本書上冊的各章中，討論了構成生物體的主要分子：糖類、脂類、蛋白質、酶、核酸、維生素和激素等，以及生物膜的結構。這些物質在生物體內都不是孤立存在的，彼此之間有著錯綜複雜的關係。而且這些物質都不是靜止不變的，它們都在不停地發生著化學變化。生物體自外界攝取物質，即營養物質，以維護其生命活動。這些物質進入體內，轉變為生物體自身的分子以及生命活動所需的物質和能量等等。營養物質在生物體內所經歷的一切化學變化總稱為新陳代謝（metabolism）。

新陳代謝簡稱代謝，是生物體表現其生命活動的重要特徵之一。生物體內的新陳代謝並不是完全自發進行的，而是靠生物催化劑——酶來催化的。酶是推動生物體內全部代謝活動的工具。由於酶作用的專一性，每一種化學反應都有特殊的酶參與作用。每種特殊的酶都有其調節機制。它們使錯綜複雜的新陳代謝過程成為高度協調的、高度整合在一起的化學反應網絡。

生物體內酶催化的化學反應是連續的，前一種酶的作用產物往往成為後一種酶的作用受質。這種在代謝過程中連續轉變的酶促產物統稱為代謝中間產物（metabolic intermediates），或簡稱代謝物（metabolites）。

代謝通過一系列連續的反應，無論是外界引入的或是體內形成的有機分子，最後都轉變成代謝的最終產物。新陳代謝途徑中的個別環節，個別步驟稱為中間代謝（intermediary metabolism）。

人們往往將新陳代謝的功能概括為五個方面：①從周圍環境中獲得營養物質。②將外界引入的營養物質轉變為自身需要的結構元件（building blocks），即大分子的組成前體。③將結構元件裝配成自身的大分子，例如蛋白質、核酸、脂類以及其他成分。④形成或分解生物體特殊功能所需的生物分子。⑤提供生命活動所需的一切能量。

雖然新陳代謝包括數以千計的不同酶的催化反應，但通過仔細地分析研究，仍然可以從錯綜複雜的代謝網絡中總結歸納成一些具有共同規律的途徑，並將這些途徑稱之為主要代謝途徑（central metabolic pathways）。人們還發現，這些主要代謝途徑，在千差萬別的生物界都具有相當的普遍性。

下面我們對新陳代謝再作一些進一步的闡述。