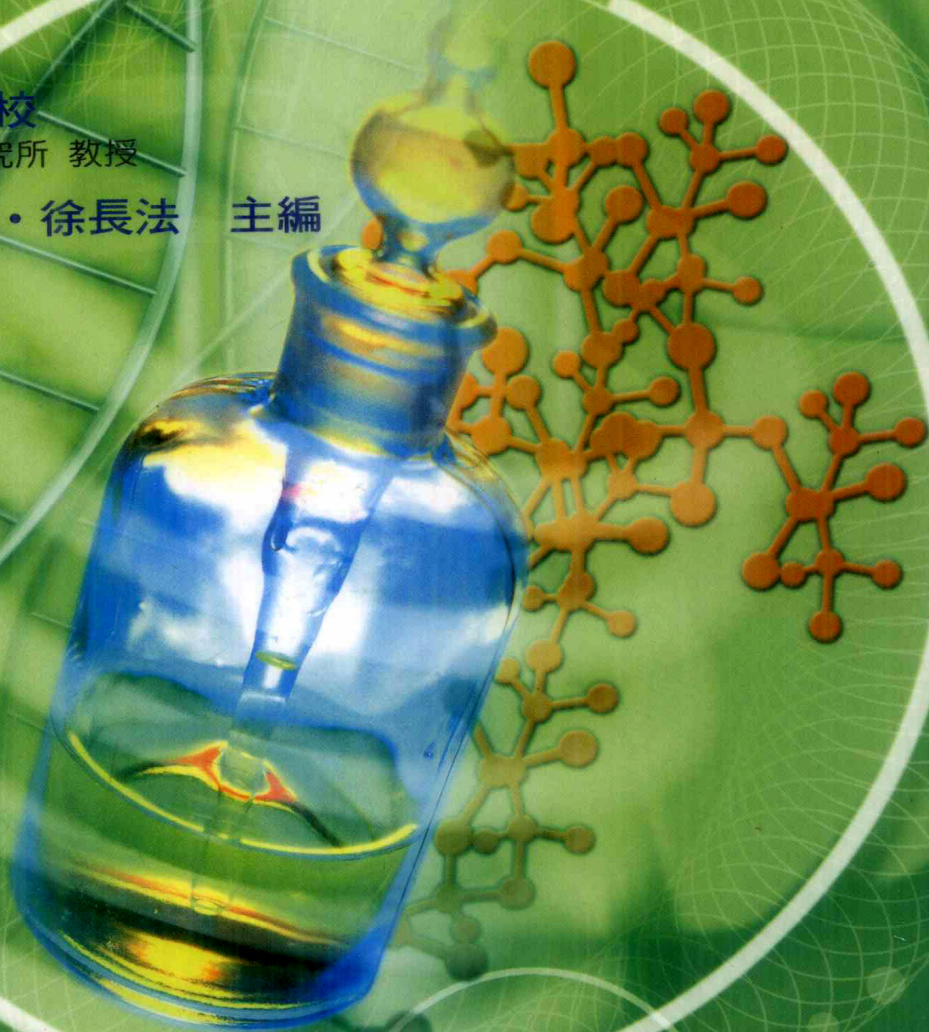


# 生物化學

上冊

邱式鴻教授 審校  
臺灣大學生化科學研究所 教授

王鏡岩·朱聖庚·徐長法 主編



藝軒圖書出版社

# 生物化學

上冊

藝軒圖書出版社

國家圖書館出版品預行編目資料

生物化學（上冊）/邱式鴻審校,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（上冊）

審校: 邱式鴻

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: 臺北縣 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.yihisient.com.tw](http://www.yihisient.com.tw)

E-mail: [yihisient@ms17.hinet.net](mailto:yihisient@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 978-957-616-898-7

\* 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 (上冊)

本人應藝軒圖書公司委託審校《生物化學》繁體中文版。此書為中國北京高等教育出版社出版，由北京大學生命科學院生物系的生物化學教研室的研究教授為主，編撰而成，適用於大學本科生及研究生共用並推薦的優良教材。此書由1980年第一版的17章增為本書第三版的40章，變動改進很多，可見對岸近年來在生命科學及生化科技上的教材改進是有目共睹的。1990年代以來台灣留學生在美國大學幾乎已被大陸學生取代，值得台灣之生化教學同仁參考改進，如何因應生化科技的蓬勃發展，生化科學課程與研究教材的改革，應是重要因素之一。

無庸置疑地生物化學為所有現代生命科學的軸心 (Linchpin)。誠如本書編者所言，環顧國際上的幾本權威性的生化教科書，因為力求把重要的新成果收到書中，一些傳統基礎性的有機及物理化學背景知識只得從略，導致修習生化的學生對這種浩瀚深廣的生化領域，會有基礎知識不足的遺憾，顯然地這本書在編寫教材時已考慮到這個缺陷，讀者可由基礎性的章程如第一章的糖類，第二章脂質及第三章至第七章之氨基酸及蛋白質的描述體會到此書的編輯團隊已將基礎的有機及物理化學融入生物分子的描述及相關反應機制的說明，比現今大學常用的西文教科書內容更為詳盡及豐富，相信對研習近代生化科技是絕對裨益匪淺的，更可當作教學及研究人員之參考工具書，本人相信這是本書最大的優點。

本書分為上下兩冊，篇幅十分遼闊，上冊由本人審訂，這是書中編者所謂的靜態基礎性學程，而下冊（張文章教授擔任審校）則屬於生物分子功能性的動態描述，兩者相輔相成，連貫井然有序，從我們多年的教學經驗，的確感受到比目前採用的西文教科書較為系統化及規則化，將有助於生化科技領域之新進人員作為入門書籍，也可作為資深的教研專業人士當作生化 (Biochemistry) 及生物有機化學 (Bioorganic Chemistry) 的參考工具書籍。

最後值得一提的是台灣生化名詞之中文翻譯確實與本書簡體版差異頗巨，加上一些常用的用語也不盡相同，我們兩位審校者也同時參閱國立編譯館的統一科學名詞，盡力將兩岸不同的名詞用語統一規則化，但取捨之間還是傾向台灣生化學界之用詞，還請原書編者包容見諒！

國立臺灣大學生化科學研究所

邱式鴻

2007年2月



# 第三版序言

生命科學、資訊科學等的發展正值飛騰時期，人類在認識世界和改造世界的漫長歲月中，又將面臨一個重大的里程碑。其中，生物科學在近 20 年中出現了驚人的進展，它不僅吸引了學術界的極大關注，而且很大程度地影響了日常生活。生命科學所以成為領頭學科，其核心是生物化學的引人矚目的發展。只要翻翻文獻，甚至看看現今的教科書，就可明白：生物科學、生物技術的進步和發展與基礎領域生物化學的發展是不可分的。

今日的生物化學在廣度和深度上都發生了巨大變化，從中發展出分子生物學並已成為獨立學科就是一例。面對如此龐大的分量和廣泛的內容更新，怎樣寫出好的教科書，是我們作者的重要課題。環顧國際上幾本權威性的教科書，他們力求把重大的新成果收容到書中，內容越來越多，程度越來越深，這正是現代生物化學的本來面目。在此種背景下，一些基礎的內容只得從略，但篇幅仍然不斷擴充。另一方面，在動物學、植物學、遺傳學、生理學、醫學、農學、藥學及食品等等的學科中，作為基礎學科的生物化學，其學術吸引力越來越大。對於如此廣泛領域的學科，學習生物化學，必須作為他們主修學科的重要補充。不論把它當作副科也好，主科也好，學生們面對這樣龐大的新知識，新概念，時常會感到生物化學基礎知識的不足，或感到不知怎樣從那些週邊知識中找出核心的東西。顯然，解決這個問題的關鍵在於與生物化學進展相稱的教學安排，及課堂講授和教科書的寫作。

為此，我們認為，一方面，新的教科書必須與國際接軌，最新的重要內容不可忽視；另一方面，面對我國大、中學教育和廣大師生的實際，必須以我為主，不能照搬。寫出的教科書力求讀了能懂，基本概念，基本問題，寫得深入淺出，循序漸進，講解明白。例如，涉及物理化學、有機化學的基礎，還要作一些扼要的提示和解說；又如，在章節安排上，為使讀者先認清構成生物體的各種物質的性質，打好基礎，我們仍採取了受讀者廣泛認同的先“靜態”後“動態”的安排，不僅如此，在靜態方面的寫作，我們還用了相當大的篇幅。第三版和前兩版的主要區別在於從章節上進行了調整。從第二版 23 章擴展為第三版的 40 章。例如，在第二版，我們把蛋白質列為一章，第三版已經發展為五章；酶由原來的一章發展為三章；核酸由一章發展為四章；糖代謝由一章發展為四章，其中著重增加了寡糖和糖蛋白生物合成的內容；脂質代謝由一章發展為兩章；在蛋白質的分解代謝中，增加了全新的內容；生物固氮作用從一節發展為一章；在核酸代

謝中，由過去的內容擴展為五章；基因重組和遺傳密碼都分別單列為獨立的兩章。有些章節的名稱和內容也都作了調整。在各章節中都增添新的內容，在深度、廣度等方面都有所發展，並注意加入一些具有啟發性的有關的歷史內容。另外，為滿足更多的讀者，如研究生、教師、研究人員和技術人員等的需要，我們力求使本書帶有工具書的性質。例如，書中關鍵字第一次出現，都給了英文名稱，書後附有較詳細的索引，英漢名詞對照等。此外各章還附有：提要、習題、參考書及文獻等等。書成之後，我不敢妄言上述的目的已經達到，擺出以上想法，只是略表作為主編的初衷。

本書緣起於 20 年前，沈同先生和我、趙邦悌以及其他同事為十年動亂後的教育復蘇，編寫了《生物化學》教科書第一版，於 1980 年由高等教育出版社出版。其後，為適應科學和教育的發展，又改寫了第二版，於 1990 年出版。現又已度過生物化學大變化的十年，沈同先生已過世，我和朱聖庚、徐長法同志主持了這第三版的改寫。沒有前兩版的出版，沒有參加前兩版編寫的同仁們的辛勤耕作，沒有全國各同行和學生們的鼓勵和建議，就不可能有這第三版的出版。在第三版出版之際，現列出前兩版的作者名單，表示我們對那些已辭世的同仁的深痛懷念，對因故不能再擔負第三版寫作的同仁表示深切謝意：

第一版 主 編：沈同、王鏡岩、趙邦悌

編寫者：沈同、王鏡岩、趙邦悌、李建武、徐長法、朱聖庚、俞梅敏

第二版 主 編：沈同、王鏡岩

編寫者：沈同、王鏡岩、趙邦悌、李建武、徐長法、朱聖庚、俞梅敏、楊端、楊福愉、黃有國

我們感謝高等教育出版社、北京大學生命科學學院和生物化學及分子生物學系的負責同志在第三版的編寫過程中給予的人力、物力支援。還要感謝編者的家人們，首先是他們的精神支援，此外在幕後都為此書付出了許多辛勤勞動，例如，搜索資料，抄寫稿件，互相聯繫以及家務勞動等等。他們是文重先生和王蘭仙、王錦蘭、洪朝陽、黃儀秀、鹿慶芳等女士。我們還要感謝王世珍、楊興文、劉志華和高教出版社的鄧捷、田軍等先生在本書編寫過程中給予的大力支持和幫助。因時間倉促，書中出現的各種錯誤和問題，望讀者見諒並請隨時指正，以便加以修改。

王鏡岩執筆

2002 年 4 月

# 第二版序言

1980年由北京大學沈同、王鏡岩、趙邦悌主編的《生物化學》上、下冊，經過8年的試用，受到廣大讀者歡迎，1988年被評為國家優秀教材，並獲得優秀教材獎。

鑒於生物化學發展迅速，新進展層出不窮，為了引進最新內容，故決定重新改編，作為《生物化學》第二版。

《生物化學》第二版改編的指導思想和第一版基本相同。力求反映生物化學領域的新進展；儘量包括較廣泛的普通生物化學內容，為高等學校生化專業學生提供一本教科書，為廣大讀者提供較廣博的生物化學基本知識；為便於讀者學習，對有關重要的有機化學、物理化學等基礎知識作扼要闡述；各章設有提要、習題及主要參考書；並附有生物化學方面的主要期刊、生物化學大事年表、常用生化名詞縮寫、生化名詞英漢對照、索引等。

第二版的作者除第一版的作者沈同、王鏡岩、趙邦悌、李建武、徐長法、朱聖庚、俞梅敏等外，又增加了楊端，並約請了中國科學院生物物理所楊福愉、黃有國編寫有關生物膜的兩章。

全書分上、下兩冊，共23章。

在編寫過程中，受到高等教育出版社和許多高等院校同行以及廣大讀者的熱情鼓勵和支持。1988年在廈門及1989年在大連召開的會議上進行了審稿，參加會議的有：復旦大學、南京大學、南開大學、吉林大學、武漢大學、廈門大學、蘭州大學、南京大學醫學院、北京師範大學、華東師範大學、東北師範大學、遼寧師範大學、陝西師範大學、高等教育出版社等單位。與會代表以極認真的態度閱讀初稿，提出寶貴意見，甚至糾正個別錯誤，特此表示感謝。

應特別感謝張庭芳同志對蛋白質、酶、激素等章的認真審閱及建議；感謝吳相鈺同志對光合作用的認真審閱及建議；感謝化學系物理化學教研室儲德瑩同志對生物能學和生物氧化二章的認真審閱及建議。

還應感謝使用過《生物化學》第一版的各校師生所提出的寶貴意見。北京大學生物系歷屆用過第一版教材的師生們，在認真鑽研的基礎上，對內容提出過中肯的意見，這些都對我們在編寫第二版時起了很好的作用，特致謝意。我們還感謝王世珍同志在編寫索引及抄稿中給予的大力支持。最後，我們還想對北京大學生物系、生化教研室的全體同志表示謝意，沒有他們的支援這本書是無法完成的。



高等教育出版社譚麗霞、田年擔任本書責任編輯，在編輯加工中作了大量細緻工作，對一些章節的修改提出了看法。高教出版社尹文君為本書描繪大部分插圖，在此一併表示感謝。

《生物化學》第二版的編寫及出版都是非常倉促的，書中錯誤和問題肯定不少，歡迎讀者批評指正。

主編 沈同、王鏡岩  
1989年12月

# 第一版序言

本書是根據教育部 1977 年 10 月在成都召開的高等學校生物學教材會議制訂的《生物化學》教材大綱編寫的。可供綜合性大學、師範院校生物系生物化學專業學生的試用教材，也可供其他專業的學生及研究生、教師和科技工作者參考。

由於近幾十年來生物化學的發展極其迅速，生物化學教材的篇幅也越來越大。為了在較短時間內編寫出一本反映當代生物化學的面貌與水平的教材，我們組織了較多的人員參加本書的編寫工作，並根據各人學術上的專長分別撰寫有關章節。由於生物化學領域內各分支學科的發展速度並不是一致的，所以本書各章的篇幅大小也相差較為懸殊。本書力求在闡述各種生物化學物質的基本理化特性和生物化學知識的基礎上，盡可能反映現代生物化學的新進展。蛋白質、核酸、酶等生物大分子的結構與功能在本書中佔有較多的篇幅。

本書共分 17 章，分上、下兩冊出版。上冊包括糖、脂類、蛋白質、核酸、酶、維生素與輔酶、抗菌素、激素等八章。下冊包括代謝總論、生物氧化、糖代謝、脂類代謝、蛋白質分解及氨基酸代謝、核酸的降解與核苷酸代謝、核酸的生物合成、蛋白質的生物合成和物質代謝的相互聯繫和調節控制等九章。每章末尾都附有提要和習題，本書所用術語的譯名主要以科學出版社的《英漢生物化學辭彙》為根據，重要的術語在書中第一次出現時都附有外文。各章末均列出主要參考書目。

參加本書編寫的有北京大學生物系生物化學教研室沈同、王鏡岩、趙邦悌、李建武、徐長法、朱聖庚，俞梅敏。全書的統一編校工作是在沈同教授領導下由王鏡岩和趙邦悌二人完成的。

參加本書審稿工作的有：復旦大學和南京大學（主審單位），中國科技大學、南開大學、吉林大學、四川大學和廈門大學等單位的代表。他們對本書各章提出了許多寶貴的修改意見。

在本書編寫過程中張庭芳同志對蛋白質、核酸、酶等章提出了修改意見。吳相鈺、茹炳根二同志對酶一章，顧孝誠、譚慎操二同志對蛋白質一章，馬樹義同志對核酸一章提出了修改意見。於永彬同志在照相製圖上給予很大協助。

人民教育出版社安名勳同志擔任本書的責任編輯，在編輯加工過程中對本書一些章節作了修改、補充，並編寫了本書索引、生化名詞英漢對照及常用生化名詞縮寫等。本書大部分插圖由人民教育出版社焦東立同志描繪。

由於編者水平所限，書中肯定會有不少錯誤，希望讀者批評指正。

編者  
1980年8月

# 目次(上冊)

## 第1章 糖類 ..... 001

一、引言	001
(一) 糖類的存在與來源	001
(二) 糖類的生物學作用	001
(三) 糖類的元素組成和化學本質	002
(四) 糖的命名與分類	003
二、旋光異構	004
(一) 有關旋光異構的幾個概念	004
(二) Fischer 投影式	006
(三) 結構的 <i>RS</i> 表示法	007
三、單糖的結構	008
(一) 單糖的鏈狀結構	008
(二) D系單糖和L系單糖	010
(三) 單糖的環狀結構	011
(四) 單糖的構形	014
四、單糖的性質	018
(一) 單糖的物理性質	018
(二) 單糖的化學性質	021
五、重要的單糖和單糖衍生物	030
(一) 單糖	030
(二) 單糖磷酸酯	034
(三) 糖醇	037
(四) 糖酸	039
(五) 脫氧糖	040
(六) 氨基糖	041
(七) 糖苷	043
六、寡糖	047

(一) 結構與性質	047
(二) 常見的二糖	049
(三) 其他簡單寡糖	054
(四) 環糊精	055
七、多糖	056
(一) 同多糖	057
(二) 雜多糖	065
八、細菌雜多糖	071
(一) 細菌細胞壁的化學組成	071
(二) 肽聚糖的結構	073
(三) 磷壁酸	074
(四) 脂多糖	074
(五) 莢膜多糖	077
九、糖蛋白及其糖鏈	078
(一) 糖蛋白的存在和含糖量	078
(二) 糖鏈結構的多樣性	079
(三) 糖肽連鍵的類型	079
(四) 糖鏈的分類	080
(五) 糖鏈的生物學功能	084
(六) 糖鏈參與分子識別和細胞識別	085
(七) 糖鏈與糖蛋白的生物活性	087
(八) 血型物質	088
(九) 凝集素	091
十、糖胺聚糖和蛋白聚糖	093
(一) 糖胺聚糖	093
(二) 蛋白聚糖	096
十一、糖鏈的結構分析	099
(一) 糖鏈結構分析的一般步驟	100
(二) 用於糖鏈結構測定的一些方法	102

# Contents

提要	106	(一) 甘油磷脂的結構	146
習題	109	(二) 甘油磷脂的一般性質	147
主要參考書	111	(三) 幾種常見的甘油磷脂	149
<b>第2章 脂質</b>	<b>112</b>	(四) 醚甘油磷脂	150
		(五) 鞘磷脂	151
一、引言	112	六、糖脂	153
(一) 脂質的定義	112	(一) 鞘糖脂	153
(二) 脂質的分類	112	(二) 甘油糖脂	155
(三) 脂質的生物學作用	115	七、萜和類固醇	155
二、脂肪酸	116	(一) 萜	156
(一) 脂肪酸的種類	116	(二) 類固醇	158
(二) 天然脂肪酸的結構特點	117	(三) 膽固醇和非動物固醇	159
(三) 脂肪酸的物理和化學性質	122	(四) 固醇衍生物	161
(四) 脂肪酸鹽與乳化作用	123	八、脂蛋白	163
(五) 必需多不飽和脂肪酸	124	(一) 血漿脂蛋白的分類	164
(六) 類二十碳烷	125	(二) 血漿脂蛋白的結構與功能	165
三、三醯甘油和蠟	128	九、脂質的提取、分離與分析	167
(一) 甘油取代物的構型	129	(一) 脂質的有機溶劑提取	167
(二) 三醯甘油的類型及二醯甘油、單醯甘油	130	(二) 脂質的層析分離	167
(三) 烷醯醯基甘油	131	(三) 混合脂肪酸的氣液層析分析	168
(四) 三醯甘油的物理和化學性質	131	(四) 脂質結構的測定	168
(五) 蠟	134	提要	169
四、脂質過氧化作用	135	習題	170
(一) 自由基、活性氧和自由基鏈反應	135	主要參考書	172
(二) 脂質過氧化的化學過程	140	<b>第3章 氨基酸</b>	<b>173</b>
(三) 脂質過氧化作用對有機體的損傷	142	一、氨基酸——蛋白質的構件分子	173
(四) 抗氧化劑的保護作用	144	(一) 蛋白質的水解	173
五、磷脂	146	(二) $\alpha$ -氨基酸的一般結構	174
		二、氨基酸的分類	174
		(一) 常見的蛋白質氨基酸	175

(二) 不常見的蛋白質氨基酸	180
(三) 非蛋白質氨基酸	181
三、氨基酸的酸鹼化學	182
(一) 氨基酸的兩性離子形式	182
(二) 氨基酸的解離	183
(三) 氨基酸的等電點	187
(四) 氨基酸的甲醛滴定	189
四、氨基酸的化學反應	190
(一) $\alpha$ -氨基參加的反應	190
(二) $\alpha$ -羧基參加的反應	193
(三) $\alpha$ -氨基和 $\alpha$ -羧基共同參加的反應	194
(四) 側鏈 R 基參加的反應	195
五、氨基酸的光學活性和光譜性質	200
(一) 氨基酸的光學活性和立體化學	200
(二) 氨基酸的光譜性質	202
六、氨基酸混合物的分析分離	207
(一) 分配層析法的一般原理	207
(二) 分配柱層析	210
(三) 紙層析	211
(四) 薄層層析	212
(五) 離子交換層析	212
(六) 氣液層析	213
(七) 高效液相層析	215
提要	216
習題	216
主要參考書	218

## 第 4 章 蛋白質的共價結構 219

一、蛋白質通論	219
(一) 蛋白質的化學組成和分類	219

(二) 蛋白質分子的形狀和大小	221
(三) 蛋白質構形和蛋白質結構的組織層次	223
(四) 蛋白質功能的多樣性	225
二、肽	226
(一) 肽和肽鍵的結構	227
(二) 肽的物理和化學性質	230
(三) 天然存在的活性肽	232
三、蛋白質一級結構的測定	234
(一) 蛋白質測序的策略	234
(二) N-末端和 C-末端氨基酸殘基的鑑定	235
(三) 雙硫橋的斷裂	238
(四) 氨基酸組成的分析	238
(五) 多肽鏈的部分裂解和肽段混合物的分離純化	239
(六) 肽段氨基酸序列的測定	243
(七) 肽段在多肽鏈中次序的決定	248
(八) 雙硫橋位置的確定	248
(九) 蛋白質測序舉例	249
(十) 蛋白質序列數據庫	251
四、蛋白質的氨基酸序列與生物功能	252
(一) 同源蛋白質的物種差異與生物演化	252
(二) 同源蛋白質具有共同的演化起源	255
(三) 血液凝固與氨基酸序列的局部斷裂	257
五、肽和蛋白質的人工合成	262
(一) 肽的人工合成	263

# Contents

(二) 胰島素的人工合成	266
(三) 固相肽合成	267
提要	269
習題	270
主要參考書	273

## 第5章 蛋白質的三維結構 274

一、研究蛋白質構形的方法	274
(一) X射線繞射法	274
(二) 研究溶液中蛋白質構形的 光譜學方法	276
二、穩定蛋白質三維結構的作用力	280
(一) 氫鍵	281
(二) 凡得瓦力(凡得瓦相互作用)	281
(三) 疏水作用(熵效應)	282
(四) 鹽鍵	284
(五) 雙硫鍵	284
三、多肽主鏈折疊的空間限制	285
(一) 醯胺平面與 $\alpha$ -碳原子的二 面角( $\phi$ 和 $\psi$ )	285
(二) 可允許的 $\phi$ 和 $\psi$ 值:拉氏構 形圖	285
四、二級結構:多肽鏈折疊的規則方式	288
(一) $\alpha$ 螺旋	288
(二) $\beta$ 折疊片	291
(三) $\beta$ 轉角和 $\beta$ 凸起	294
(四) 無規捲曲	295
五、纖維狀蛋白質	295
(一) $\alpha$ -角質蛋白	295
(二) 絲心蛋白和其他 $\beta$ -角質蛋 白: $\beta$ 折疊片蛋白質	297
(三) 膠原蛋白:一種三股螺旋	299
(四) 彈性蛋白	303
(五) 肌球蛋白和原肌球蛋白	304
六、超二級結構和結構域	306
(一) 超二級結構	306
(二) 結構域	308
七、球狀蛋白質與三級結構	311
(一) 球狀蛋白質的分類	311
(二) 球狀蛋白質三維結構的特 徵	316
八、膜蛋白的結構	318
(一) 膜內在蛋白	318
(二) 脂錨定膜蛋白	321
九、蛋白質折疊和結構預測	323
(一) 蛋白質的變性	323
(二) 氨基酸序列規定蛋白質的 三維結構	325
(三) 蛋白質折疊的熱力學	327
(四) 蛋白質折疊的動力學	328
(五) 蛋白質結構的預測	332
十、次單元締合和四級結構	335
(一) 有關四級結構的一些概念	335
(二) 四級締合的驅動力	337
(三) 次單元相互作用的方式	337
(四) 四級結構的對稱性	340
(五) 四級締合在結構和功能上 的優越性	343
提要	344
習題	346
主要參考書	349

## 第6章 蛋白質結構與功能的關係

351

- 一、肌紅蛋白的結構與功能……………351
  - (一) 肌紅蛋白的三級結構……………351
  - (二) 輔基血紅素……………353
  - (三)  $O_2$  與肌紅蛋白的結合……………354
  - (四)  $O_2$  的結合改變肌紅蛋白的構形……………355
  - (五) 肌紅蛋白結合氧的定量分析(氧結合曲線)……………356
- 二、血紅蛋白的結構與功能……………358
  - (一) 血紅蛋白的結構……………359
  - (二) 氧結合引起的血紅蛋白構形變化……………361
  - (三) 血紅蛋白的協同性氧結合(Hb 氧結合曲線)……………364
  - (四)  $H^+$ 、 $CO_2$  和 BPG 對血紅蛋白結合氧的影響……………367
- 三、血紅蛋白分子病……………371
  - (一) 分子病是遺傳的……………371
  - (二) 鐮刀狀細胞貧血病……………372
  - (三) 其他血紅蛋白病……………375
  - (四) 地中海貧血……………376
- 四、免疫系統和免疫球蛋白……………377
  - (一) 免疫系統……………377
  - (二) 免疫系統能識別自我和非我……………379
  - (三) 在細胞表面的分子相互作用引發免疫反應……………381
  - (四) 免疫球蛋白的結構和類別……………384
  - (五) 基於抗體-抗原相互作用的

生化分析方法……………388

- 五、肌球蛋白絲、肌動蛋白絲與肌肉收縮……………390
  - (一) 肌纖維的結構……………390
  - (二) 肌原纖維由粗絲和細絲構成……………392
  - (三) 骨骼肌的相關蛋白質……………394
  - (四) 肌肉收縮的機制：肌絲滑動模型……………395
- 六、蛋白質的結構與功能的演化……………398
  - 提要……………399
  - 習題……………401
  - 主要參考書……………404

## 第7章 蛋白質的分離、純化和表徵

405

- 一、蛋白質的酸鹼性質……………405
- 二、蛋白質分子的大小與形狀……………407
  - (一) 根據化學組成測定最低相對分子質量……………407
  - (二) 滲透壓法測定相對分子質量……………407
  - (三) 蛋白質的擴散和擴散係數……………409
  - (四) 沉降分析法測定相對分子質量……………410
  - (五) 凝膠過濾法測定相對分子質量……………415
  - (六) SDS 聚丙烯醯胺凝膠電泳法測定相對分子質量……………416
  - (七) 蛋白質分子的形狀……………417
- 三、蛋白質的膠體性質與蛋白質的沉澱……………418



# Contents

(一) 蛋白質的膠體性質	418
(二) 蛋白質的沉澱	419
四、蛋白質分離純化的一般原則	420
五、蛋白質的分離純化方法	421
(一) 根據分子大小不同的純化方法	422
(二) 利用溶解度差別的純化方法	426
(三) 根據電荷不同的純化方法	430
(四) 利用選擇性吸附的純化方法	437
(五) 利用對配體的特異生物學親和力的純化方法	439
(六) 高效液相層析和快速蛋白質液相層析	440
六、蛋白質的含量測定與純度鑑定	440
(一) 蛋白質含量測定	440
(二) 蛋白質純度鑑定	442
提要	442
習題	443
主要參考書	445

## 第 8 章 酶通論 446

一、酶催化作用的特點	447
(一) 酶和一般催化劑的比較	447
(二) 酶作為生物催化劑的特點	448
二、酶的化學本質及其組成	452
(一) 酶的化學本質	452
(二) 酶的化學組成	452
(三) 單體酶、寡聚酶、多酶複合體	453

三、酶的命名和分類	456
(一) 習慣命名法	456
(二) 國際系統命名法	457
(三) 國際系統分類法及酶的編號	457
(四) 六大類酶的特徵和舉例	460
四、酶的專一性	464
(一) 酶的專一性	464
(二) 關於酶作用專一性的假說	467
五、酶的活力測定和分離純化	468
(一) 酶活力的測定	468
(二) 酶的分離和純化	471
六、核酶	474
(一) 核酶 (ribozyme) 的概念	474
(二) 核酶的種類	477
(三) 核酶的研究意義及應用前景	478
七、抗體酶	479
八、酶工程簡介	481
(一) 化學酶工程	481
(二) 生物酶工程	484
提要	486
習題	487
主要參考書	489

## 第 9 章 酶促反應動力學 490

一、化學動力學基礎	490
(一) 反應速率及其測定	491
(二) 反應分子數和反應級數	491
(三) 各級反應的特徵	493
二、受質濃度對酶反應速率的影響	496