

生物化學講義

上 冊

湖南醫學院生化教研組編

1955.8.

言

本書是根據生物化學教學大綱（全國教學大綱審訂會議定稿）所規定的內容來編寫的。以衛生部所推薦、莫斯科第一醫科大學茲巴士基教授著「生物化學」俄文1954年第二版為藍本，適當地添加了些有關我們祖先的醫學上的貢獻和成就的材料。由於不使學生負擔過重，以及對於醫學學生應避免過多地強調化學結構而忽略了機體代謝過程的知識；因此我們把前面的篇章，特別是醣和脂類的化學，這兩章的內容，精簡了許多。凡是醫學院有機化學課程內涉及到的材料，都給刪除了，以期符合於教學大綱上的要求。祇是在編排上我們仍按蘇聯教材上的次序，把醣和脂類的化學放在前面。此外，代謝總論、組織呼吸、水與無機鹽類代謝等章，在內容上和編排上都與蘇聯教材出入頗大。

我們的政治水平很低，業務知識也極有限，加以俄文基礎又差，因而學習蘇聯不深不透。對於蘇聯教材，以及巴甫洛夫學說，缺乏全面和細緻的鑽研，更談不上深湛的體會。由於以上這許多原因，和編印時的匆忙迫促，我們的缺點一定很多。各位老師與同學，在閱讀此書時，如果發現任何大小錯誤，務請直接提出批評和意見。我們將不僅是誠懇地接受而且表示由衷的感謝。

湖南醫學院生化教研組

1955年8月10日

「各位聽衆！化學想把它的手廣泛地伸
入到人類的各種事業中。」

—— 羅蒙諾索夫 (Ломоносов) ——

目 錄

上 冊

前 言

緒 論

第一編 有機體內重要物質的化學

第一章 蛋白質的化學.....14

蛋白質是生命的基礎.....14

蛋白質的概念.....16

蛋白質的理化性質.....18

蛋白質的化學成分.....26

氨基酸在蛋白質分子中的連接方式.....34

蛋白質的構造.....36

蛋白質的合成問題.....38

蛋白質的分類.....40

第二章 醣的化學.....54

醣的分類.....54

重要的醣和它們的生理功用.....55

醣的磷酸酯.....57

氨基醣·····	58
多 醣·····	59
黏多醣類·····	63
第三章 脂類的化學·····	66
通 性·····	66
脂類的分類與特性·····	67
脂肪與其構造·····	67
重要的脂酸·····	70
脂肪的理化性質·····	72
脂肪的乳化作用·····	73
類脂肪·····	74
磷 脂·····	74
固醇酯及固醇·····	81
第二編 生物化學上的活性物質	
第一章 酶·····	87
酶的概念·····	87
酶學說的發展史·····	87
酶作用的學說·····	89
酶的性質·····	92
酶的化學本質·····	97
酶的測定方法·····	99

酶的製備方法	100
酶的命名及分類	101
第二章 維生素	103
維生素研究發展史	103
維生素究竟是什麼	105
維生素缺乏症與不足症及其產生的原因	105
維生素的分類	107
維生素 A (抗眼乾燥病維生素)	108
維生素 D (抗佝僂病維生素)	114
維生素 E (生育醇)	118
維生素 K (止血維生素)	119
維生素 B ₁ (硫胺素,抗神經炎維生素)	123
維生素 B ₂ (核黃素)	127
維生素 PP (抗癩皮病維生素,尼克醯胺)	129
維生素 B ₆ (抗皮炎維生素)	132
汎 酸	133
生物素	135
對氨基甲酸	137
葉 酸	138
維生素 B ₁₂ (抗貧血維生素)	139
維生素 C (抗壞血酸)	140
維生素 P (檸檬素)	144

141	維生素缺乏病與不足病發生的機制	145
第三章 激 素		
147	激素的概 念	147
149	甲狀腺的激素	149
152	甲狀旁腺的激素	152
152	腎上腺的激素	152
155	胰腺的激素	155
156	性腺的激素	156
159	腦下垂體的激素	159
161	生長素 (生長素) 及生長素	
161	催乳素 (催乳素) 及催乳素	
161	催產素 (催產素) 及催產素	
161	促腎上腺皮質素 (促腎上腺皮質素) 及促腎上腺皮質素	
161	促性腺素 (促性腺素) 及促性腺素	
161	促甲状腺素 (促甲状腺素) 及促甲状腺素	
161	促肾上腺皮质激素 (促肾上腺皮质激素) 及促肾上腺皮质激素	
161	促甲状腺素释放素 (促甲状腺素释放素) 及促甲状腺素释放素	
161	促性腺素释放素 (促性腺素释放素) 及促性腺素释放素	
161	促甲状腺素释放素抑制素 (促甲状腺素释放素抑制素) 及促甲状腺素释放素抑制素	
161	促性腺素释放素抑制素 (促性腺素释放素抑制素) 及促性腺素释放素抑制素	
161	促甲状腺素释放素抑制素 (促甲状腺素释放素抑制素) 及促甲状腺素释放素抑制素	
161	促性腺素释放素抑制素 (促性腺素释放素抑制素) 及促性腺素释放素抑制素	
161	促甲状腺素释放素抑制素 (促甲状腺素释放素抑制素) 及促甲状腺素释放素抑制素	
161	促性腺素释放素抑制素 (促性腺素释放素抑制素) 及促性腺素释放素抑制素	
161	促甲状腺素释放素抑制素 (促甲状腺素释放素抑制素) 及促甲状腺素释放素抑制素	
161	促性腺素释放素抑制素 (促性腺素释放素抑制素) 及促性腺素释放素抑制素	
161	促甲状腺素释放素抑制素 (促甲状腺素释放素抑制素) 及促甲状腺素释放素抑制素	
161	促性腺素释放素抑制素 (促性腺素释放素抑制素) 及促性腺素释放素抑制素	

緒 論

生物化學在高等醫學院校的基礎課程中，佔有非常重要的地位，它不僅是研究生物機體化學成份的科學，而且是研究機體內進行的、作為機體生命活動基礎的、化學過程的科學。生物化學的首要任務，在於培養學生運用辯證唯物的、和生理的觀點，來正確理解在人和動物機體中進行的化學過程。

人類和動物的機體，都具有一定的物質組成。他們自食物中取得自己所需要的營養素，藉一連串的互相關係的化學反應，分解成為比較簡單的物質而被吸收。這就是消化吸收的過程。這些較簡單的物質，在機體內又藉另一系列的反應，或重新綜合成為機體的新成份，以代替舊的成份，或者和陳舊的組織成份一道，遭到破壞、產生能力，以維持生命活動。最後排出所產生廢物。生物機體就這樣與其周圍環境進行物質交換。從消化吸收到廢物排泄，其間所包括的一切化學反應，就稱為新陳代謝。據估計一個人的一生中，與外界交換物質的數量，將近一百噸（包括水在內），可見這裏面情況非常複雜。生物化學的目的，不僅是要正確地理解這些複雜的化學過程，而且還要掌握牠們進行的規律，以便利利用它們來改造自然，使其更好為人類崇高事業——社會主義和共產主義事業——服務。

作為一門獨立的科學來說，生物化學還祇有六十餘年的歷史。但是在人類實際生活中，對這方面很早就已經積累了豐富的經驗。尤其是我國古代祖先，貢獻最多。從今天有記載的證據來看，我國文明也是最早。例如發酵是典型的生化作用，釀酒又是發酵中的一種。我古代戰國策上有記載，說夏禹時儀狄始作酒，夏禹距今已經是四千餘年了。後來喝酒的人也漸漸增加，近年出土的文物中，古代酒具不少。就是很好的證據。不僅如此，左傳上載着魯宣公 12 年時（公元前 597 年），叔展用酵母治胃病。後人見他有神效，稱為神麴。至今酵母仍舊是常用的健胃藥物。其他如醋、醬、豆豉之類的東西，也都在周禮上就有記載（公元前 12 世紀）。這時也知道製糖。詩經上有「萑荼如飴」的記載，飴即麥芽糖。從這些記載中，可以看出我們祖先的智慧。他們不但很精細地觀察到微生物所引起的多種化學變化。而且能夠充分利用這些變化為人類服務，或製成食品，或用於防治疾病。

到了漢晉時代（公元前 221 年到公元後 588 年）方士欲求長生不老，鍊丹的風氣很盛。最初自硃砂中鍊出水銀（淮南子）。其後又自若干礦石中提鍊出砒、硫、鉛等物。東漢魏伯陽鍊丹書中，有製鉛的記載。魏晉葛洪（278—339）所著抱朴子，有汞、砒、硫、鉛等提鍊方法的記載。這些有毒的物質，自然不能延年益壽。方士們荒謬唯心的觀點，應當批判。但我們的祖先，在所有人類科學知識還很幼稚的時候，就知道鍊丹，而且留下來昇華蒸餾等科學實驗方法，真是其他民族所不能及。在公元前一世紀的時候，還知道利用這些煉出的成品，作醫療用途。〔見神農本草經，如水銀調豬油，或雄黃（ As_2S_3 ）調豬油治癬疥〕。西洋人

開始鍊丹時就要比中國晚得多。而水銀軟膏的使用，亞拉伯人較我們晚數百年，歐洲人較我們晚一千餘年。

隋唐以來（588—960年）。我國文化中心，漸次南移，所見疾病愈多，鬥爭經驗更爲豐富。而對於甲狀腺腫，腳氣病，夜盲症等的防治問題貢獻最大。莊子（公元前4世紀）中稱甲狀腺腫爲癭病，並指出此病多見於山區，認爲與飲水有關。葛洪（公元278—339）時已使用海藻治癭。唐朝王燾有治癭處方36種，其中27種都有含碘植物。這種發現，較任何民族爲早。歐洲人直到1170年才知道用海藻治甲狀腺腫。又如腳氣病的防治問題，在七世紀時（581—682）孫思邈即知道很多。他不但知道用什麼藥物治療腳氣病，而且知道它是食米區的病。他又將腳氣病分爲「腫」、「不腫」和「腳氣入心」三類。同時孫思邈又首先採用豬肝治療夜盲，至今食用豬肝仍歸是大家公認有效的辦法。此外，中藥蒼朮、細辛、決明子等，也常用於治目疾，它們都富於胡蘿蔔素（即維生素A元）。足見我祖先的智慧，和他們對醫學的偉大貢獻。

自宋朝到元朝（960—1369年）動物臟器和特別飲食常被用於治病。宋代利用動物臟器治病的風氣最盛。如羚羊角、雞胃、羊靨、蟾酥、胎盤等，用得恰當時，都很有效。這種寶貴的經驗，實在是近代激素治療方法的先驅。10世紀以後，我國人非常講究飲食衛生，出有很多專著。如聖濟總錄中的「食治」，忽思慧的「飲膳重要」；和近代醫院食譜很相類似。13世紀李杲更極力提倡營養療法。和近世新的醫理不謀而合。

明代李時珍（1522—1596）悉心研究本草集其大成，寫出本草綱目一書，共載藥1880種。他對動、植、礦物，以及許多代謝產物，都作

了詳盡的調查研究。不但發揮了祖國豐富資源的力量；而且本草綱目一書，已先後譯成數國文字，流傳很廣，對世界醫學及生物學貢獻之大，難以估計。毫無疑問我們今天的生物科學家，要發揚我們祖先在生物科學中的光輝成就，使生物科學能更好為人類服務。

17世紀以後，滿清政府統治中國。200年來，我中華民族遭到殘酷的壓迫。社會的發展也停滯於封建的階段，文化科學得不到發展，與歐洲的情況完全不同。特別是當資產階級的民主主義革命在歐洲取得勝利以後，科學在工業資本主義發展的過程中，也跟着發展了，而且進行得很快。相形之下，顯得我們更加落後。

當科學在發展的過程中，唯心論者與唯物論者展開了劇烈的鬥爭。例如唯心論者認為某些物質能夠燃燒，是由於牠們具有那些不燃燒的物質所沒有的「燃燒素」。根據唯心論者們的說法，這種「燃燒素」，又是人們所不易理解的、有着負重量的、怪東西。他們甚至認為有機體內的化學變化，乃至於有機化合物的形成，沒有一樣不是由某種超自然的不可認識的特殊「活力」所支配着，因此就有所謂「活力論」出現。他們認為有機物質的變化，不是按照化學上的規律進行的，也不能用化學的方法去研究它。因而把它們自己陷入到矛盾的深坑裏無法解脫。就是這種「不可知」的荒謬理論，嚴重地阻礙了科學的進步。

唯物主義世界觀與唯心主義世界觀的鬥爭，又一次在化學領域中出現，毫無疑問的這一鬥爭正是社會中敵對階級的矛盾。「活力論」永遠是為反動集團利益服務的，因此反動集團不顧一切竭力支持它。偉大的俄羅斯學者羅蒙諾索夫(Ломоносов. 1711—1765)所發現的物質不滅與

運動不滅的定律，給予唯心論者以致命的打擊。羅氏寫着：「自然界中所發生的一切變化，都是這樣地進行着，在一個物體上失去了多少物質，在另一個物體上就增加了等量的物質。……這原則也可以擴張到運動的規律……。」這一個規律確定了包括生物在內的自然界一切變化的唯物理論基礎。因為它推翻了「活力論」以及其他唯心論者不可告人秘密。法國的拉瓦錫氏 (Lavoisier 1743—1794) 就是根據羅氏的理論發現了燃燒和呼吸的化學本質，該氏認為在呼吸過程中也和燃燒一樣，氧被消耗，放出 CO_2 來，就是氧化過程，這種氧化在體內產生熱能。他就這樣，打垮了「燃燒素」的說法；而且發現了機體的重要生活機能，呼吸化學的本質。這就使人們不得不承認生活機能是可知的。

不僅如此，羅門諾索夫又最先確定了化學與生物學間的正確關係。他曾指出化學對醫學的重要意義，他說：「沒有充分的化學知識的人，決不能成爲一個盡善盡美的醫務工作者」。羅氏不僅是一位天才的科學家，而且是一位唯物主義的思想家。他發現生物和非生物界的現象，同樣受自然規律的控制。因而指出化學不僅對研究無生物，即對研究生物中的變化，也是可能而且非常重要的。這就給生物化學奠定了基礎。過去的有機化學家受了活力論者的影響，認為有機化合物祇能在生物體內形成，由於在那裏有一種神祕不可知的活力存在。1828年渥勒氏首次用人工方法由無機物合成脛，更加證實了羅氏的觀點。又給「活力論」再一次嚴重的打擊。脛綜合的成功，爲生物化學的發展打下一定的基礎。近五十年來，「活力論」的崩潰，才使得生物化學有迅速發展的可能。

繼着尿素的合成之後，布特列洛夫氏又綜合了構成生命物質之一的醣類。這時有些有機化學家，專研究機體組織器官的化學成分。證明了生命物質的基礎，是由蛋白質、脂肪與醣三種物質所構成的。這些物質的研究，引向生物化學發展的途徑。舍夫列爾，證明脂肪是脂酸的甘油酯。貝特洛氏接着用人工方法綜合了脂肪。丹尼列夫斯基教授，甚至研究了生命物質中最重要的和最複雜的一個(蛋白質)，並指出它的構造，是由許多氨基酸通過肽鏈結合而成的。愛米爾費舍氏，綜合了長達 18 個氨基酸的多肽。指出它和蛋白質間性質異同之處，確定了蛋白質肽鏈構造的學說。接着還有許多類似的重要發現，就不一一記載。這不過是在無數出色的生物化學家當中，舉出三數個例子而已。這一階段代表着從有機化學發展到敘述生物化學的時期。一切生物都是由一些不同的化合物組成，研究這些化合物的成分、構造、和性質，作為瞭解生物組成成分與內部環境的基礎，這一切都屬於敘述生物化學。

機體的生命活動，必然依賴外界供給食物，作為建造機體的物質基礎和其活動的能力源泉。而食物又必須先被消化，經過新陳代謝，使活質有着不斷的消耗與恢復和再生的現象。在機體內發生的這一切化學反應，亦即作為生命基礎的化學反應，都必然服從於物質化學變化總的法則。研究生物新陳代謝的工作，就屬於動的生物化學。在這一方面同樣也有許多卓越的貢獻。例如：巴士德氏首先對發酵的研究，以及後來引起的李畢赫氏對巴氏學說的批判，因而確定了酶作用的意義(見酶章)。路寧氏對維生素及其在營養上和有机體的生活機能上、重要意義的發現。俄國生理學家謝契諾夫在研究氣體代謝、尤其是研究 CO_2 與血液的

結合機構中獲得的成就。巴赫與巴拉金氏對於機體內氧化作用機構的研究，使我們明確了生物的呼吸作用。還有奇米亮捷夫對葉綠素在植物光合作用中的功用之研究……等等。這些輝煌的成就都為動態生物化學的發展奠定了牢固的基礎。但是在近代動的生物化學史上起決定作用的，還是俄國偉大的生理學家巴甫洛夫氏。他對於消化生理學的卓越研究，同時也是生化研究的光輝範例。他不僅研究了腸胃分泌功能與其意義，同時也研究了食物在腸胃道中所起的化學變化。巴氏的工作，不僅創立了現代消化生理學，也創立了現代消化生物化學。

敘述生物化學與動態生物化學，並非生化發展史上的兩個階段，而是近代生化中的兩個互相聯系的重要部分。如果沒有敘述生化的知識，則動態生化的研究將無法進展。同樣沒有動態生化的許多資料，也確實不可能研究敘述生化的問題。

生物化學本身的發展，在一定程度上雖有賴於生理學、有機化學、和理論化學的發展。而其哲學理論部分，則依賴於辯證唯物主義的世界觀。近代生物化學的理論基礎，是與米丘林巴甫洛夫學說分不開的。巴甫洛夫氏在他的消化生理研究中，就已確定了，機體對一切外界條件的改變，都是以新陳代謝的變化來回答的。他認為有機體和周圍的自然環境，是統一的整體。巴氏說：「……動物有機體是一個極端複雜的系統，是由幾乎無數個部份所構成的。這些部份彼此互相聯系，並與周圍自然界結合成為統一的整體。……」米丘林也堅持着這個觀點，他認為：「有機體和它所必需的生活條件是統一的」。生命的本質，最基本的就是機體與外界條件的關係。機體自外界攝取食物，經過無數有規律的化

學反應，變成爲機體自己的內部物質。稱爲同化作用。這種內部物質是活的。它同機體內其他成分一起進行代謝，再變成廢物排出體外，稱爲異化作用。機體的新陳代謝是永遠地在進行着的。若一旦停止，生命也就完結了。作爲生命基礎的新陳代謝的主要特徵，就是建設和破壞、氧化和還原、同化和異化、許多相互排斥過程的統一。生命的本身也就是在這種矛盾中發展起來的。新陳代謝既受機體內外條件的影響。而且最後巴甫洛夫氏又確定了機體與外界的聯系，是通過中樞神經系統；特別是大腦皮質，來實現的。因此聯系生理機能，高級神經活動、及內外環境條件、來研究新陳代謝，就非常重要。這就是巴甫洛夫所指出的、近代生物化學正確的發展方向。也就是所謂機能生物化學。牠必然是建築在辯證唯物主義理論基礎上的。

近三十年來中國生化發展的情況：現代生物化學在我國開始比較的晚，1926年、中國生理學會成立，創辦了「中國生理學雜誌」。其內容包括生理、生化、藥理及其他生物科學。這一創舉展開了研究的風氣。雖然我國現代生化歷史很短，但我國學者無論是在蛋白質、氨基酸、酶、抗生素、食物營養、激素、物質代謝、及臨床生化等方面，都有一定的貢獻。已經建立了的實驗室在抗日戰爭期間都受到戰爭的破壞。學者們不但是在研究工作中遇到各種難以想像的困難。在反動的國民黨統制之下，他們真正是食不得飽，衣不蔽身。然而他們並沒有因此而放鬆自己的工作。生理雜誌不能繼續出刊，就編印了「生化簡報」和「成都生理學分會的簡報」。通過這些刊物大家在患難中互相鼓舞，緊密地互相聯系，以滿腔的熱忱，爭取抗戰的勝利。指望復原後，能展開科學研究工

作。不幸事與願違，反動政府不顧人民的反對掀起了內戰。一方面弄得民不聊生，科學研究機構陷入停頓狀態。另一方面帝國主義勢力侵入到每一個角落，我國科學領域也殖民地化了。在這種形勢之下整個的我國科學前途快要斷送了的時分全國獲得了解放。

隨着人民政權的建立和發展中國科學也獲得了新生。——它已經是人民所愛護的為人民服務的科學了。1950年中國科學院正式宣佈生理生化研究所的成立。在這裏、有着最近代的設備和長遠的研究計劃。中央衛生研究院也建立了營養學方面研究的機構，專研究有關國民營養問題。1951年中國生理學會舉行了解放後的第一次全國代表大會，決議恢復學報改用中文出版。1953年12月又發行了科學文摘，「生化與營養」。1954年8月到1955年2月中央衛生部召開了兩次有關展開科學研究工作的座談會，號召全國各高等醫學院校普遍展開科學研究工作，同時並製訂了全國的衛生科學研究計劃，其中有許多工作是屬於生化範疇之內的。同時全國各地都掀起了學習蘇聯、學習巴甫洛夫學說的高潮。1955年中國科學院成立了四個學部，更加強了全國科學研究工作的領導。這一切都標誌着中國科學的新氣象——蓬蓬勃勃、欣欣向榮的氣象。

中國科學本身雖有長遠歷史，但由於社會發展長期停頓在封建社會，學術發展也停滯了。近代科學研究是跟着資本主義的侵襲而輸入中國的。因此一開始就蓋上半殖民地的烙印，受着英美的影響，崇尚個人興趣，追求枝節問題，脫離生產實際。我們過去的科學水平不高，基礎薄弱，這並不是說過去中國科學家沒有付出勞動。實際上許多科學家是下過一番工夫有所貢獻的。不過在反動統治下，工業落後、科學家的創

造和著作在中國得不到賞識，常常要拿到外國去評價去發表。這樣科學當然不能夠發展。

現在革命勝利，打破了封建桎梏，解除了半殖民地的枷鎖。正進行着偉大的社會主義工業建設工作，為科學發展提供了有利條件，正如恩格斯所說：「技術大部分是從屬於科學的狀況，那末科學的狀況還更多的要從屬於技術的狀況和需要。倘若社會上有了一種技術上的需要，那就比十個大學還能推動科學前進。」目前全國大規模的工業建設已經向科學家們提出了很多迫切的重大的理論問題和科學技術問題。隨着建設的發展必然會不斷地提出更多新的問題，要求得到解決，這就是科學事業的推動力。一切科學家祇要努力工作、忠於科學事業、一定會得到黨和政府的支持，使我們能夠獲得成就。而這些成就不論大小都會得到人民的尊敬和鼓勵。這樣的科學事業、才真是人民的事業。人民的力量，就能推動科學事業迅速地前進。

今日國家對科學技術有着迫切的需要，而舊社會遺留給我們的科學基礎又是那麼薄弱，所幸我們有着偉大的蘇聯在科學上輝煌的成就，可以作為我們的榜樣。假定我們沒有學習蘇聯組織和領導革命的方法。沒有深入學習和適當地運用蘇聯革命的理論與經驗。中國人民的革命就不會勝利。勝利後也難於鞏固。同樣我們的科學家必須堅決地向蘇聯學習，許多事實證明蘇聯專家對我們偉大無私的幫助，解決了許多工業技術上重大而且複雜的問題，大大地提高了我們的科學水平。但是學習蘇聯是一個長期的工作。今天還才開始。蘇聯建國三十多年無比豐富的經驗，決不是短時間內可學完的。蘇聯的科學進展的速度真是日新月異。難道我