

高等學校教學用書

植物生物化學基礎

上 冊

В. Л. Кротович 著

李 華 蔡元定 郭興嘉譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



植物生物化學基礎

上 冊

B. Л. 克列托維奇教授著

A. И. 奧巴林院士校閱

李 華 蔡元定 郭興嘉合譯

鍾 家 棟 校 閱

高等教育出版社

本書係根據“蘇聯科學”出版社 (Государственное издательство «Советская наука») 1952 年出版的克列托維奇 (В. Л. Кретович) 教授著“植物生物化學基礎”(Основы биохимии растений) 一書譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為國立大學、農業大學及食品工業大學教學參考書。

全書計十四章,分上下兩冊出版。上冊共六章,論述靜態生物化學;下冊論述動態生物化學。

參加本書翻譯工作的為東北農學院蘇聯教材翻譯室李華、蔡元定、郭興嘉同志;參加校訂工作的為該校有機生化教研組鍾家棟同志。

本書原由財政經濟出版社出版,現轉移我社出版,用該社原紙型重印。

植物生物化學基礎

上 冊

В. Л. 克列托維奇教授著

А. И. 奧巴林院士校閱

李華 蔡元定 郭興嘉譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

上海勞動印製廠印刷 新華書店總經售

統一書號 13010·273 開本 850×1168 1/32 印張 10 1/16 插頁 1 字數 255,000

一九五五年八月財政經濟出版社初版

一九五七年六月新一版

一九五七年六月上海第一次印刷

印數 1—2,000

定價(8) 洋 1.20

上册目次

序言	1
緒論	3
參考文獻	21
第一章 蛋白質	23
第一節 蛋白質的一般性質	23
第二節 蛋白質的化學結構	25
(1) 各種氨基酸	27
(2) 氨基酸的一般性質	37
(3) 構成蛋白質的氨基酸成分及蛋白質分子的反應力	42
第三節 蛋白質的物理-化學性質	52
第四節 蛋白質的分類	59
(1) 簡單蛋白質	59
(2) 結合蛋白質	62
參考文獻	69
第二章 醣	73
第一節 單醣	74
(1) 單醣的通性	74
(2) 各種單醣及其某些衍生物的特性	89
第二節 多醣	93

(1) 第一類多醣(複醣或寡醣).....	93
(2) 第二類多醣.....	99
參考文獻.....	116
第三章 脂肪、類脂肪及脂溶色素	119
第一節 脂肪.....	120
第二節 蠟.....	124
第三節 磷脂.....	126
第四節 脂溶色素(葉綠素及類胡蘿蔔素).....	128
第五節 甾類化合物.....	138
參考文獻.....	140
第四章 維生素	142
第一節 脂溶性維生素.....	144
第二節 水溶性維生素.....	149
第三節 抗維生素.....	162
第四節 植物與微生物對維生素的需要.....	166
參考文獻.....	170
第五章 植物次生物質	172
第一節 脂肪族有機酸.....	173
第二節 芳香族化合物及氫化芳香族化合物.....	178
第三節 甙類.....	188
第四節 鞣質.....	194
第五節 精油及樹脂.....	198
第六節 橡膠及馬來樹膠.....	206
第七節 生物鹼.....	214

第八節 植物及微生物的生長刺激素、除莠劑、抗生素	221
(1) 除莠劑	225
(2) 抗生素	227
(3) 植物殺菌素	232
參考文獻	234
 第六章 酶	 237
第一節 酶的通性	237
第二節 各種酶的分類及性質	250
(1) 水解酶和磷酸化酶	251
(2) 分解酶類	285
(3) 氧化-還原酶類	290
(4) 移換酶	305
(5) 同分異構酶	311
參考文獻	312

序 言

蘇聯是一個科學突飛猛進的國家，在這個國家裏，從事於植物生化工作的研究人員日益增加，這門科學與國民經濟的許多部門的聯系亦日益加強；專門著作及期刊的數量逐漸增多；同時也積累了許多需要加以整理及綜合的實驗材料。此外，高等學校亦迫切需要一本新的植物生化參考書，希望這本書能反映出這門科學的最新成就。

在寫這本書時，作者所抱定的任務是報導植物生化的現狀。同時本書是根據 A. И. 奧巴林院士為國立大學所擬訂的植物生化教學大綱、及 A. И. 奧巴林院士與本書作者為高等食品工業學校所擬訂的生化教學大綱的要求編寫而成的。

作者將 A. A. 日丹諾夫同志在討論 Г. Ф. 亞歷山大羅夫所著的哲學史教科書時所作的指示，作為本書的基礎。在說明與研討引證的材料時，作者是根據馬列學說的原理及列寧與斯大林的偉大的、創造性的思想。此外，作者還儘可能把我們祖國的學者在植物生化方面的成就完全反映出來。在書中也指出了植物生化與米丘林生物科學以及與社會主義國民經濟的實踐之間的緊密關係，同時也指出了植物生化方面各種非常重要而尚未解決的、需要繼續研究的問題。

無論是本書的各章或全部原稿都經過許多生化專家及生理專家的校閱，他們的批評給予作者莫大的幫助。

參加校閱全部原稿的有以下各位同志：A. Н. 別洛杰爾斯基 (Берозерский)，A. В. 布拉哥維辛斯基 (Благовещенский)，Г. В. 扎伯魯達 (Заблуда)，М. П. 茲娜敏斯卡雅 (Знаменская)，A. Л. 庫爾沙諾夫 (Курсанов)，С. Д. 黎沃夫 (Львов)，Н. М. 西沙克揚 (Сисакян)，

С. В. 索爾達金科夫(Солдатенков), В. А. 恩格里加爾特(Энгельгардт), В. В. 尤爾開維奇(Юркевич)。此外, 蘇聯科學院巴赫生物化學研究所的許多研究生以及食品工業的許多主要技師也提供了很多寶貴的意見。作者對所有以上諸位同志表示感謝。奧巴林院士在本書準備出版過程中給予許多幫助並提供了寶貴的意見, 作者應向他表示感謝。

作 者

1952 年 8 月

《真正的化學家應是一個理論家，又是一個實踐家》。

М. В. 羅蒙諾索夫

緒 論

生物化學又稱為生理化學，它是研究有機體的化學成分以及人、動物、植物與微生物在生命活動過程中所發生的各種化學變化的一門科學。所有這些化學變化構成了生物的新陳代謝作用，而新陳代謝作用則是我們稱之為生命的這種物質運動形式的基礎。

研究有機體內所含的各種物質為靜態生物化學(статическая биохимия)的任務。靜態生物化學與有機化學的關係非常密切。研究有機體生命活動過程中所發生的各種化學變化，也就是研究新陳代謝作用，為動態生物化學(динамическая биохимия)的任務。

必須着重地指出，靜態生物化學與動態生物化學兩者之間有着不可分割的關係，研究生化過程而不研究參於這些過程的物質是不可思議的。

自古以來，人類便已與很多作為各種生產事業(譬如，烤製麵包、製乾酪、釀酒、鞣革等)基礎的生化過程發生了關係。為了提高農田的產量以及為了利用各種植物來製造食品、藥品、染料、布疋、鞣質、香料等，便必須研究植物的成分以及各種物質對於植物發育及生長的影響。

為了與疾病作鬥爭，就必須研究健康人的身體內與病人身體內的生化過程以及各種治療藥劑對人體之影響。

在古代及中世紀時，關於有機體的成分以及關於有機體內所發生的各種生化過程之知識極為有限，而且也是偶然得到的。到中世紀時才

開始用化學方法研究植物、動物及人。第八世紀到第十世紀時在這方面的研究較多，尤其是發展了煉金術（化學之原始形式）的阿拉伯人貢獻最多；偉大的哲學家、自然科學家兼醫生阿布·阿里·依本孫（Абу Али Ибн-Сины）的著作更是有着特別重要的意義。

然而比較深入地研究自然界還是在十五世紀的下半葉，即文藝復興時代才開始，這時已摧毀了寺院的精神統治，自然科學開始從神學及黑暗勢力的桎梏下解放出來。此時在實驗化學發展的基礎上開始研究有機體的化學成分以及有機體內所發生的物質變化。由於需要創造一種一般性的理論來解釋各種化學變化，於是便產生了燃素學說。該學說風行於十七世紀與十八世紀，依照這個學說，則燃燒過程是由於在物體內存在着一種無重量的特殊物質——燃素而引起的。燃素學說促進了化學方面實驗研究的發展，而且使化學從荒誕無稽的煉金術士之臆說中擺脫出來。但是正如恩格斯所指出的一樣，燃素學說是「將事實的本末倒置，將反映當作被反應的客體」*的一種學說。

由於燃素學說並未反映出真正的實際情況，所以它仍然是一種變相的唯心主義。

俄國科學的鼻祖米哈依爾·華西里耶維奇·羅蒙諾索夫（Михаил Васильевич Ломоносов）發現了物質和運動不滅定律，給予自然科學中的唯心主義以致命的打擊。М. В. 羅蒙諾索夫最初是在 1748 年給彼得堡科學院院士、著名的數學家——劉納爾得·愛列爾（Леонард Эйлер）的信中提到了這個定律。他在信中寫道：「自然界中所發生的一切變化都有着這樣一個共同的本質，即一個物體失掉多少，另一物體便增加多少。因此，如果此處物質減少若干，他處物質便增加若干……。這個一般的自然規律也可擴展到運動的法則中：使別物體運動的那個物體失去了多少能，則從它那裏得到運動的物體便得了多少能」**。

*Ф. 恩格斯，自然辯證法，1948 年，第 28、29 頁。

**М. В. 羅蒙諾索夫，哲學論文選，1950，第 341 頁。

羅蒙諾索夫這個偉大的發現是科學中新紀元的開始，是在自然科學中(包括化學與生理學)應用精確定量方法的開端。根據羅蒙諾索夫所發現的物質不滅定律以及根據十八世紀末葉以前所掌握的大量實驗材料，拉瓦西以定量的方法研究與解釋了呼吸作用以及燃燒作用。由於化學定量方法的應用，植物營養包括最重要的光合作用的基本規律有可能來確定。Т. 索秀爾(Сосюр)、Ж. Б. 布先高(Буссенго)以及Ю. 李比西(Либих)等人關於植物營養的化學工作在科學概念之發展中起了重大作用。以後便愈益廣泛地、深入地開始用化學方法來研究生命現象。按照 А. И. 蓋爾琴(Герцен)的說法，「自然科學家有了顯微鏡之後便能深入地探求生命，觀察生命祕密。在研究生命的過程中，生理學家得到了化學家的幫助；關於生命的問題已更肯定地更完善地被提出來了；化學要求我們注意的不是一些類型及其變態，它在實驗室裏教我們探求生物體的祕密」*。

由於化學繼續應用於生物學中，於是在十九世紀末葉生物化學便與生物學分開而發展成科學的一個獨立分科。

生物化學是在有機化學的成就，用化學方法研究自然物質的範圍的擴大，及有機化合物合成方法之改善的基礎上發展起來的。然而從生物化學和生理化學的名稱即已反映出該門科學的特點了。

由於新陳代謝是有機體所有的機能及所有的生命活動現象的基礎，所以生物化學為研究生命的科學——生物學——的最重要部分之一。

無論在其本身的歷史發展方面，或在其內容與所用方法的實質方面，生物化學都與研究生命現象規律的科學——生理學——有着極其緊密的聯繫。生理學及與其有緊密關係的生物化學之質的特殊性，可用恩格斯的話來說明，恩格斯說：「顯然，生理學是生物的物理學，特別是生物的化學，但生理學却不再專門是化學了：一方面化學作用的範圍有

*А. И. 蓋爾琴，關於自然科學研究的信件，1946，第 21 頁。

了限制，但另一方面化學在這裏又昇高到更高級的階段》*。

生物化學是研究：1. 新陳代謝作用的各個階段及其相互連繫與相互的制約，2. 各種物質在有機體生命中所起的生理作用，3. 生物由極簡單的物質合成複雜物質之過程，4. 動植物遺體的生物化學的變化（淤泥和泥炭的形成，生物遺體的礦化）。

生物化學當前最重大的任務是以人工的方法合成負荷生命的物質——蛋白質。

關於這點 Ф. 恩格斯寫道：《……留下來需要做到的只有一件事，即說明生命是由無機界發生的問題。在科學發展的現階段，這就是意味着由無機物質合成蛋白質。雖然化學距離這個目標尚遠，但它解決這一任務的日期已日益接近了。如果我們回想一下，在1828年維列爾（Вёлер）就已由無機物質合成了第一種有機物——尿素，假使我們再注意一下，現在已可用人工方法不藉任何有機物質之助合成了無數的所謂有機化合物，那末我們便不會希望化學停留在蛋白質問題的面前。現在，凡是在化學上已準確知道其成份的任何有機物質，化學都可以製造出來。如果一旦確定了蛋白質的組成時，化學即可以着手製造有生命的蛋白質》**。

現在，科學已快要完成恩格斯所提出的任務——合成有生命的蛋白質。

細胞由非細胞的活質所形成，是一個非常重要的、而有待於現代生物化學作更進一步研究的問題。О. Б. 勒柏辛斯卡婭（Лепешинская）教授的研究證明了，Р. 微爾和（Вирхов）的主張——《細胞來自細胞》——是形而上學的、不符合實際情況的。Ф. 恩格斯早就指出，細胞是最初發生的活蛋白質在長期發育的過程中形成的。他寫道：《在有機生命中，應把細胞核的形成視為是活蛋白質極化的現象》***，恩格斯繼續指

*Ф. 恩格斯：自然辯證法，1948，第206頁。

**同上書，第158頁。

***同上書，第168頁。

出，甚至最簡單的近代生物也都是複雜的長期發育之結果。研究非細胞形態的活質之新陳代謝及闡明成爲細胞結構形成基礎的新陳代謝之變化是生物化學家的任務。

新陳代謝的各個過程與生物某些生理機能的協調也是近代生物化學中的一個極其重大的問題。研究有機體內的生化變化時必須要查明任何一種生理機能產生與發展的條件。在近代生物化學中這個極其重要的研究方向稱爲機能生物化學(Функциональная биохимия)。

有機界的發展、遺傳性及其變異性、新種的形成——所有這些生物科學中的基本問題只有在深入的生化研究，在闡明各種物質新陳代謝的規律，以及闡明外界環境條件影響所發生的新陳代謝變化的規律的基礎上，才可能加以研究並使其服從於人類的意志。

在整個自然科學發展歷史中，關於生命本質的問題，唯物主義的解釋與唯心主義的解釋之間不斷地進行着尖銳的鬥爭。

當時在生物學中主張活力說的唯心論者斷言，生命是某些不受物質與能量不滅定律支配的、人的智力與科學無法認識的力量之活動的結果。因此，唯心主義者早就認爲：企圖認識生命現象的本質以達到控制這些生命現象、使其適應於人的需要是完全不可能的。

羅蒙諾索夫所發現的物質及運動不滅的《普遍自然規律》是科學中極大的成就，也是唯心主義巨大的失敗。這個偉大的發現促使在研究各種生命過程中確立了唯物主義的原則，同時也促使生物學中運用精確的物理方法及化學方法。

在科學發展的過程中，活力說在實驗生物化學的進攻下不斷地敗退。

譬如，在當時曾圍繞着是否能够以純化學的方法合成各種有機化合物的問題展開過非常尖銳的鬥爭。活力論者肯定地說，有機化合物只能在動植物體內合成。然而在 Ф. 維列爾以人工方法由無機物合成了尿素、А. 布特列羅夫(Бутлеров)和費歇爾(Э. Фишер)合成了糖、М. 貝

特羅(Бертро)合成了脂肪、此外尚有很多化學家們在有機體外合成了許多在新陳代謝上起着重要作用的化合物之後，活力論者的這個主張便不攻自破了。偉大的俄國化學家 A. M. 布特列羅夫所創立的有機化合物的結構學說，是有機化合物合成的基礎。在這一學說的基礎上曾合成了許多各種各樣的有機化合物，由最簡單的醇類、酸類、醚類等起，直到糖、維生素、鞣質及其他化合物為止。現在，有機化學家與生物化學家已快要合成作為生命基礎的、最複雜的有機化合物——蛋白質。

在研究酒精發酵的化學本質時亦引起了長期的而且非常激烈的爭論。站在活力說立場的學者們認為只有活的酵母細胞才能引起發酵，並且認為細胞外的發酵是不可能的。然而生物化學家們經過長期的研究以後已由酵母細胞中分離出能引起酒精發酵的製品。

莫爾根主義是生物學中近代的一種變相唯心主義。這個反動學說認為，有機體內的新陳代謝與所有的生命活動（包括遺傳性在內）都受一種特殊的、含於細胞核內的「遺傳物質」所控制。莫爾根主義者不顧事實而斷言，「遺傳物質」本身不參加新陳代謝作用而且是不變的。有些莫爾根主義者竟說，有機體的一切機能以及某種動植物所特有的新陳代謝都是在神的意志影響下產生的。因此，莫爾根主義是唯心主義的變形，是反動學說的典型，這種反動學說用 A. A. 日丹諾夫的話來描述極為恰當，日丹諾夫說：「現代的資產階級科學正把新的論點供給僧侶階級及宗教哲學，因此對於這種新的論點我們必須無情地加以揭穿」*。

辯證唯物主義在研究生命本質時是以恩格斯在當時極明確地表述在下面話中的原理為依據，恩格斯說：「生命是蛋白體存在的方式，而蛋白體與外界環境之間不斷地進行着的新陳代謝是蛋白體存在方式的主要因素，因此，當新陳代謝停止時生命亦隨之停止，蛋白質便分解」**。

*A. A. 日丹諾夫：1947年6月24日在亞歷山大羅夫《西歐哲學史》一書討論會上的發言，國家政治書籍出版社，1951年，第42頁。

**恩格斯：自然辯證法，1948，第246頁。

由恩格斯這一原理可以得出兩個非常重要的原則性結論。第一：蛋白質是生命的物質基礎，最複雜的有機化合物，並具有極多樣化的化學機能。第二個結論：各種生命機能是有機體與周圍外界環境不斷相互作用的結果，亦是新陳代謝作用的結果。

因此，近代唯物主義的生物學認為：有機體內沒有任何不可知的力量或過程；而且認為蛋白質化學結構的確定以及新陳代謝各種過程的本質的闡明，不僅能夠解決科學中一個最大的問題——以人工方法製造活質，同時也能使我們控制有機體，使其向人類所希望的方向改變。

李森科院士在全蘇列寧農業科學院具有歷史意義的 1948 年的會議上的報告中用下面的話表述了這種思想：《同化形式的改變，新陳代謝形式的改變是生物本性改變的原因》，他繼續說道：《如果能改變生物體新陳代謝的形式，那麼就能改變遺傳性》。

因此，唯物的米丘林生物學指出，只有在深入研究新陳代謝的各種過程以及控制這些過程的基礎上，才可能定向地改變有機體之遺傳性，才可能培育出新的更有價值的動植物品種，才可能提高畜牧業的生產力與農作物的產量。

生物化學在十九世紀已成為一門獨立的科學。但生物化學在二十世紀才開始蓬勃發展。

現在，生物化學是分枝極多的一門科學，它包括許多已發展成獨立科目的部分。

由於研究對象的不同，生物化學可分為植物生物化學與動物生物化學。此外由於蛋白質性質的酶有異常重大的作用（幾乎是有機體內所有化學過程的催化劑），因此生物化學又單獨成立一科酶學（ферментология）來研究酶的性質、酶作用的條件及酶在新陳代謝中的作用。

生物化學對於醫學、農業以及工業的很多部門都有着巨大的實用意義。由於許多動植物原料加工工業部門中生化過程起着極重要的作用，以及由於有必要對加工技術加以科學論證及改善，於是創立了工業

生物化學，它包括穀物及烤製麵包的生物化學、釀酒生物化學、製茶生物化學等等。

研究植物體的化學組成及植物體內所發生的各種生化過程的植物生物化學，對於植物栽培以及食品工業的很多部門都有着巨大的意義。植物生物化學對於植物栽培的意義首先是在於：研究植物的新陳代謝的各種過程使我們有可能控制植物的發育。

只有深入地認識光合作用時所發生的生化過程之本質，才能更有效地利用日光能，才能最後實現 K. A. 季米里亞捷夫關於以人工方法由二氧化碳與水藉太陽能之助製取營養物質的理想。

蘇聯傑出的博物學家 B. И. 維爾納德斯基 (Вернадский) 院士指出此一問題的重要性時寫道：「若可以直接利用太陽能，人便能掌握綠色植物的能的來源，而我們現在祇能藉植物之助利用這種能做為我們的食物及燃料。一旦食物不必藉生物之助而有直接合成的方法發現時，即將根本改變人類未來的面貌」*。

如果能明確醣、蛋白質、脂肪、維生素、生物鹼以及其他化合物在植物體內合成的規律，那末我們就可能為農作物創設一定的條件，以達到獲得多量的某種物質的目的。

我們以生物化學的方法使新陳代謝向一定方向改變，便能創造出在經濟上最有價值的新植物類型。

很多植物新品種的培育完全是以生物化學方法為基礎，因為在培育新品種時必須利用生物化學的方法測定該品種內某種物質（蛋白質、醣、油、澱粉、維生素等）的含量。因此擬定新的迅速的而且相當精確的快速定量測定法、來測定植物原料中某種物質的含量有着很大的意義。

深入地研究植物和植物各種器官（如種子、塊莖等）的新陳代謝以及各種外界因素對它們的新陳代謝之影響，是植物生物化學當前複雜而重要的任務。這對於瞭解貯藏的植物原料穀物、果實或蔬菜中所發

*B. И. 維爾納德斯基，生物地質化學大綱，蘇聯科學院出版，1940年，第55頁。

生的各種新陳代謝過程、以及決定原料的耐藏性和損失的大小的過程有着巨大的意義。A. И. 奧巴林院士指出，所謂物質在貯藏時所發生的《正常損失》，事實上就是由於我們的無知和不瞭解穀物、甜菜、馬鈴薯及其他有生命的原料的細胞和組織內所發生的內部生化過程之結果。只有在深入研究植物性貯藏原料內所發生的生化過程本質及研究各種因子對這些過程影響的基礎上，才可能最合理地貯藏大量的某種植物原料，才可能使損失減低到最小程度。

生物化學在改良食品工業加工過程以及創造新的植物性食品原料加工的工序和原理方面，都起着很大的作用。

在斯大林五年計劃的年代裏蘇聯食品工業已在嚴格的科學基礎上發展成為巨大的、具有高度技術水平的和機械化的國民經濟部門。食品工業的每一部門中都在進行着大規模的科學研究，而在這些巨大的研究工作中生物化學家起着極其重要的作用。由於蘇聯學者們進行了深入的生化研究，已經大大地改善了很多加工過程，甚至有些工業部門全部重新改建。我們只要略舉數例便可充分說明這種情況。

在烟草工業中，烟草的發酵在過去很長時期內都受着季節的限制，即只能在溫度條件適宜的情況下才能進行烟草原料加工的這個重要過程。蘇聯學者 A. И. 斯米爾諾夫 (Смирнов) 教授深入地研究了發酵時的各種生化過程以及促使這些過程進行的條件，然後他發明了一種在任何季節都可進行烟草發酵的新方法。根據他所提出的方法已經建立了專門的發酵工廠，這種工廠在精密控制的條件下在任何季節都可以開工。不受季節限制的發酵方法帶給蘇聯烟草工業極大的利益。

A. И. 奧巴林、A. Л. 庫爾沙諾夫及其同事在製茶生物化學方面的研究，可以作為改善食品工業加工過程的第二個重要範例。他們的研究揭露了茶葉加工時所發生的生化過程的本質，以及這些生化過程對於成品質量的影響。根據這些研究已改善了製茶的技術並在茶廠內實行生化檢查制度以便獲得品質較高的茶葉，結果成效很好。