

高等学校教学用书



植物生物化学基础

B. Л. 克列托維奇著

高等教育出版社

高等学校教学用书



植物生物化学基础

(原文第二版)

B. Л. 克列托維奇著
A. И. 奧巴林院士校閱
龔立三等譯

高等教育出版社

本書系根据“蘇維埃科学”出版社（Государственное издательство «Советская наука»）出版的克列托維奇教授（В. Л. Кретович）著“植物生物化学基础”（Основы биохимии растений）一書 1956 年第二版譯出。原書經苏联高等教育部审定为国立大学、农学院和工学院教科書。

原書 1952 年第一版由李华、蔡元定、郭兴嘉、龔立三譯（龔家栋教授校）成中譯本，分上下兩册由財政經濟出版社出版。

原書第二版由龔立三在原書第一版中譯本的基礎上譯成中譯本，合并一册出版。

本書作者曾來函委托譯者代為修正本書原文二版中的若干部分，中譯本內有⊖符号的地方即為修正的部分，特此說明。

植物生物化学基础

B. Л. 克列托維奇著

龔立三等譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号
（北京市書刊出版業營業許可證出字第 054 号）

上海洪興印刷厂印刷 新华书店发行

統一書号 13010·483 开本 850×1168 1/32 印張 16 1/4/16 插頁 1
字數 405,000 印數 1—4,500 定價 (8) 洋 2.40

1958 年 12 月第 1 版 1958 年 12 月上海第 1 次印刷

第二版中譯本序

頃接譯者來函，欣悉拙著“植物生物化學基礎”第二版業已譯成中文。因而，中國的大學生、研究生和專家將有可能使用本書的修訂本。蘇聯科學院主席團曾授予該版本以蘇維埃生物化學創始者 A. H. 巴赫院士獎金。

我的平凡勞動如對培養偉大的中國的年青專家幹部有所裨益，則不勝欣慰之至。

B. 克列托維奇教授



1958年2月11日於莫斯科

第二版序言

植物生物化学基础第一版問世以來，已經四年了。在这期間，由于生物化学迅速發展，积累了許多有关植物体化学成分和新陈代谢生物化学方面的新穎資料。同时，在公开发表的書評中以及在公开討論本書时的發言中，發表了許多值得在新版本再版时考虑的宝貴見解和意見。由于必須保持本書原有的份量，因此在增添新資料的同时也就删除了意义不太大的以及某些陈旧的資料。

鑒于書評家的意願和教科書的多面性，第二版中部分材料用小体字排印，这些乃是对农学院和食品工学院学生來說并不必要的知識，而对專門學習生物化学的大学生來說却是必要的知識。

作者認為本書改版的主要任务就是在批判性地研究国内外生物化学文献的基础上尽可能明晰且均衡地反映出生物化学的基本現狀。

作者

一九五六年七月

第一版序言

苏联是一个科学突飞猛进的国家,在这个国家里,从事植物生物化学方面的研究人員日益增加,这門科学与国民經济的許多部門的联系也日益加强;專著和期刊的数量逐渐增多;积累了許多需要加以整理和綜合的實驗材料。同时,高等学校迫切需要一本新的植物生物化学参考書,希望本書能反映出这門科学的最新成就。

作者編写本書时所抱定的任务是报导植物生物化学的現狀。同时本書是根据 A. II. 奥巴林院士为国立大学所拟訂的植物生物化学教学大綱以及 A. II. 奥巴林院士与本書作者为高等食品工業院校所拟訂的生物化学教学大綱的要求編写而成的。

在說明与研討引証的材料时,作者是根据馬克思列宁主义理論的原理及偉大的馬克思列宁主义創造性的思想。同时,作者尽可能把我們祖國的学者在植物生物化学方面的成就完全反映出来。書中也指出了植物生物化学与米丘林生物学以及与社会主義国民經济的實踐之間的紧密关系,同时也指出了植物生物化学方面各种非常重要而尚未解决的、需要繼續研究的問題。

無論是在本書的各章或全部原稿都經過許多生物化学專家和生理學專家的校閱,他們的批評給予作者莫大的帮助。

A. H. 別洛杰尔斯基, A. B. 布拉哥維辛斯基, Г. B. 扎伯魯达, M. II. 茲娜敏斯卡雅, A. JI. 庫尔薩諾夫, C. Д. 黎沃夫, H. M. 西薩江, C. B. 索尔达金科夫, B. A. 恩格里加尔特, B. B. 尤尔开維奇曾經詳細校閱全部原稿;此外,苏联科学院 A. H. 巴赫生物化学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

宝贵的意見，作者对以上諸位同志表示感謝。A. И. 奧巴林院士在本書准备出版过程中給予許多帮助并提供了宝贵的意見，作者应向他表示謝意。

作者

1952年8月

目 录

第二版中譯本序	
第二版序言	
第一版序言	
緒論	1
参考文献	19
第一章 蛋白質	21
第一节 蛋白質的一般性質	21
第二节 蛋白質的化学結構	23
(1) 氨基酸的一般性質	25
(2) 各种氨基酸	30
(3) 構成蛋白質的氨基酸成分及蛋白質分子的反应力	40
第三节 蛋白質的物理和化学性質	48
第四节 蛋白質的提取及其同一性的确定	56
第五节 蛋白質的分类	60
(1) 簡單蛋白質	60
(2) 結合蛋白質	63
参考文献	71
第二章 醣	75
第一节 單醣	76
(1) 單醣的通性	78
(2) 各种單醣及其某些衍生物的特性	90
第二节 多醣	95
(1) 第一类多醣(复醣或寡醣)	95
(2) 第二类多醣	102
参考文献	120
第三章 脂肪、类脂肪及脂溶色素	122
第一节 脂肪	123

第二节 蠟	127
第三节 磷脂	129
第四节 脂溶性色素(叶綠素及类胡蘿卜素)	131
第五节 甾类化合物	138
参考文献	141
第四章 維生素	143
第一节 脂溶性維生素	145
第二节 水溶性維生素	151
第三节 抗維生素	166
第四节 植物与微生物对維生素的需要	169
参考文献	174
第五章 植物次生物質	177
第一节 脂肪族有机酸	178
第二节 芳香族化合物及氫化芳香族化合物	183
第三节 甙类	193
第四节 鞣質	200
第五节 香精油及树脂	204
第六节 橡膠及馬來树膠	212
第七节 生物鹼	220
第八节 植物及微生物的生長刺激素、除莠剂、抗生素	227
(1) 除莠剂	231
(2) 抗生素	232
(3) 植物杀菌素	238
参考文献	240
第六章 酶	243
第一节 酶的通性	243
第二节 各种酶的分类及性質	259
(1) 水解酶和磷酸化酶	260
(2) 分解酶类	295
(3) 氧化-还原酶类	300
(4) 移換酶	316
(5) 同分异构酶	324
参考文献	326
第七章 新陳代謝在有机体内所起的作用	329

参考文献	338
第八章 光合作用和化学合成作用	339
参考文献	356
第九章 植物体内的醣类相互转变	359
参考文献	373
第十章 发酵和呼吸	375
第一节 引言	375
第二节 发酵	376
第三节 植物体的呼吸	381
第四节 植物的缺氧呼吸(分子内呼吸)	398
第五节 发酵过程与呼吸过程的化学历程和相互联系	398
参考文献	414
第十一章 植物体的有机酸代谢	418
第一节 低等植物的有机酸代谢	418
第二节 高等植物的有机酸代谢	428
参考文献	439
第十二章 脂肪及类脂肪的代谢	441
参考文献	452
第十三章 植物体的氨基酸和蛋白质代谢	454
第一节 植物体对含氮化合物的摄取	454
第二节 氨基酸和蛋白质合成的生物化学	464
第三节 蛋白质和氨基酸异化的生物化学	473
第四节 结语	501
参考文献	503
第十四章 有机体内新陈代谢诸过程的相互联系, 外界环境与新陈代谢	507
参考文献	522
附录 C. M. 普罗科舍夫对本书原文第一版的评论	525

緒 論

“真正的化学家應該既是理論家，又是實踐家”。

M. B. 罗蒙諾索夫

生物化学又称为生理化学，它是研究有机体的化学成分以及人、动物、植物与微生物在生命活动过程中所發生的各种化学变化的一門科学。所有这些化学变化構成生物的新陳代謝作用，而新陳代謝作用則是我們称之为生命的这种物質运动形式的基础。

研究有机体内所含的各种物質为静态生物化学的任务。静态生物化学与有机化学的关系非常密切。研究有机体生命活动过程中所發生的各种化学变化，也就是研究新陳代謝作用的化学方面为动态生物化学的任务。必須着重指出，静态生物化学与动态生物化学兩者之間有着不可分割的关系，研究生物化学过程而不研究参与这些过程的物質是不可思議的。

自古以来，人类便与很多作为各种生产事業（烤制面包、制干酪、釀酒、鞣革等）基础的生物化学过程發生了关系。为了提高农田的产量以及为了利用各种植物来制造食品、藥品、染料、布匹、鞣質、香料等，必須研究植物的成分以及各种物質对于植物發育和生長的影响。

为了与疾病作斗争，必須研究健康人体内与病人体内發生的过程以及各种治疗藥剂对人体的影响。

在古代和中世紀，关于有机体的成分以及关于有机体内所發

生的各种过程的知識極為有限，而且也是偶然得到的。到中世紀才开始用化学方法研究植物、动物和人。第八世紀到第十世紀，这方面的研究較多，尤其是發展了煉金术（化学的原始形式）的阿拉伯人貢獻最大；偉大的哲学家、自然科学家兼医生阿布·阿里·依本孙的著作更是有着特別重要的意义。

然而比較深入地研究自然界还是在十五世紀的下半叶，即文艺复兴时代才开始，当时摧毀了寺院的精神統治，自然科学开始从神学和黑暗势力的桎梏下解放出来。此时在实验化学發展的基础上开始研究有机体的化学成分以及有机体内所發生的物質变化。由于需要創造一种一般性的理論来解釋各种化学变化，于是便产生了燃素学說。該学說風行于十七世紀与十八世紀。依照这个学說，燃燒过程是由于在物体內存在着一种無重量的特殊物質——燃素而引起的。燃素学說促进了化学方面实验研究的發展，而且使化学从荒誕無稽的煉金术士的臆說中摆脱出来。但是正如恩格斯所指出的，燃素学說是“將事实的本末倒置，將反映当作被反映的客体”^①的一种学說。

可見，燃素学說并未反映出真正的实际情况，它仍然是一种变相的唯心主义。

俄国科学的鼻祖米哈依·华西里耶維奇·罗蒙諾索夫發現了物質和运动不灭定律，給予自然科学中的唯心主义以致命的打击。M. B. 罗蒙諾索夫最初是在 1748 年給彼得堡科学院院士、著名的数学家——刘納尔得·愛列尔的信中提到了这个定律。他在信中写道：“自然界中所發生的一切变化都有着这样一个共同的本質，即一个物体失掉多少，另一物体便增加多少。因此，如果此处物質减少若干，他处物質便增加若干…。这个一般的自然規律也可扩展到运动的法則中：使別物体运动的那个物体失去了多少能，則从

^① 恩格斯，自然辯証法，1955，26—27 頁。

它那里得到运动的物体便得了多少能”^①。

罗蒙諾索夫这个偉大的發現是科学中新紀元的开始,是在自然科学中(包括化学与生理学)应用精确定量方法的开端。根据罗蒙諾索夫所發現的物質不灭定律以及根据十八世紀末叶以前所掌握的大量实验材料,拉瓦西以定量的方法研究与解釋了燃燒作用以及呼吸作用。由于化学定量方法的应用,植物营养包括最重要的光合作用的基本規律有可能来确定。T. 索秀尔、M. B. 布先高以及 H. 李比西的工作对植物营养的化学机制的科学概念的發展起了重大作用。以后便愈益广泛地、深入地开始用化学方法来研究生命現象。按照 A. H. 盖尔琴的說法,“自然科学家有了显微镜之后便能深入地探求生命,观察生命秘密。在研究生命的过程中,生理学家得到了化学家的帮助;关于生命的问题已更肯定地更完善地被提出来了;化学要求我們注意的不是一些类型及其变态,它在实验室里教我們探求生物体的秘密”^②。

由于化学繼續应用于生物学中,于是在十九世紀末叶生物化学便与生物学分开而發展成为科学的一个独立分科。

生物化学是在有机化学的成就、用化学方法研究自然物質的範圍的扩大以及有机化合物合成方法的改善的基础上發展起来的。然而从生物化学或生理化学的名称即已反映出这門科学的特点了。

由于新陳代謝是有机体所有的生命活动現象及所有的机能的基础,所以生物化学为研究生命的科学(生物学)的最重要部分之一。

無論在其本身的發展史方面,或在其內容与所用方法的实质方面,生物化学都与研究生命現象規律的科学——生理学——有着極其紧密的联系。生理学及与其有紧密关系的生物化学的質的

① M. B. 罗蒙諾索夫,哲学論文选,1950, 341 頁。

② A. H. 盖尔琴,关于研究自然科学的信件,1946, 21 頁。

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，但生理學卻不再專門是化學了：一方面化學作用的範圍有了限制，另一方面化學在這裡又升高到更高級的階段”^①。

生物化學是研究新陳代謝作用的各個階段及其相互連系與相互制約，研究各種物質在有機體生命中所起的生理作用，研究生物由極簡單的物質合成複雜的有機物質的過程，以及研究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^②，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借任何有機物質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分的任何有機物質，化學都可以製造出來。如果一旦確定了蛋白質的組成時，化學便可以着手製造有生命的蛋白質”^③。

恩格斯的這些話着重說明了蛋白質在生命現象中起着決定性的作用，同時指出了解決最大的自然科學問題之一（人工合成活質問題）的途徑。

自從恩格斯“自然辯證法”問世以來，在這方面，科學得到很大的成就。細緻地研究了許多蛋白質的成分和性質，指出了蛋白質

① ② 恩格斯，自然辯證法，1955，204頁。

③ 同上書，204頁。

化学結構的基本規律，确定了作为机体内新陳代謝和蛋白質变化基础的最重要反应类型。創立了地球上生命起源的唯物理論，这一理論为现今大多数研究工作者所公認。

可見，科学快要完成恩格斯提出的任务——合成蛋白質。

細胞由非細胞的活質所形成，是一个非常重要的、而有待于現代生物化学作更进一步研究的問題。Φ. 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过程中形成的。他写道：“在有机生命中，应把細胞核的形成視為是活蛋白質極化的現象”^①，恩格斯繼續指出，甚至最簡單的近代生物也都是复杂的長期發育的結果。研究非細胞形态的活質之新陳代謝及闡明作为細胞結構形成基础的新陳代謝之变化是生物化学家的任务。

新陳代謝的各个过程与有机体某些生理机能的協調也是近代生物化学中的一个極其重大的問題。研究有机体内的生化变化时必须查明任何一种生理机能产生与發展的条件。在近代生物化学中这个極其重要的研究方向称为机能生物化学。

有机界的發展、遺傳性及其变异性、新种的形成——所有这些生物科学中的基本問題只有在深入的生化研究，在闡明各种物質新陳代謝的規律，以及闡明外界环境条件影响所發生的新陳代謝变化的規律的基础上，才可能加以研究并使其服从于人类的意志。

在整个自然科学發展历史中，关于生命本質的問題，唯物主义的解釋与唯心主义的解釋之間不断地进行着尖銳的斗争。

当时在生物学中主張活力說的唯心論者断言，生命是某些不受物質与能量不灭定律支配的、人的智力与科学無法認識的力量作用的結果。因此，唯心主义者早就認為：企圖認識生命現象的本質以达到控制这些生命現象，使其适应于人的需要是完全不可能的。

① Φ. 恩格斯，自然辯証法，1955，156 頁。

M. B. 罗蒙諾索夫所發現的物質及运动不灭的“普遍自然規律”是科学中極大的成就，也是唯心主义巨大的失敗。这个偉大的發現促使在研究各种生命过程中确立了唯物主义的原則，同时也促使生物学中运用精确的物理方法和化学方法。

在科学發展的过程中，活力說在实验生物化学的进攻下不断地敗退。

譬如，在当时曾圍繞着是否能够以純化学的方法合成各种有机化合物的問題展开过非常尖銳的斗争。活力論者肯定地說，有机化合物只能在动植物体内合成。然而在 Ф. 維列尔以人工方法由無机物合成了尿素，A. 布特列罗夫和 Э. 費雪合成了糖，M. 貝特罗合成了脂肪。此外，尚有很多化学家們在有机体外合成了許多在新陳代謝中起着重要作用的化合物，活力論者的这个主張便不攻自破了。偉大的俄国化学家 A. M. 布特列罗夫所創立的有机化合物的結構學說，是有机化合物合成的基础。在这一學說的基础上曾合成了許多各种各样的有机化合物，由最簡單的醇类、酸类、醚类等起，直到醣、維生素、鞣質及其他化合物为止。現在，有机化学家与生物化学家已快要合成作为生命基础的、最复杂的有机化合物——蛋白質。

在研究酒精發酵的化学本質时引起長期的而且非常激烈的爭論。站在活力說立場的学者們認為只有活的酵母細胞才能引起發酵，并且認為細胞外的發酵是不可能的。然而生物化学家們經過長期的研究以后已从酵母細胞中分离出能引起酒精發酵的制品。

虽然科学在認識生命現象的規律方面有所成就，但現今仍有一些自然科学工作者对生命的實質保持唯心的、有时公然神秘的概念。例如著名的物理学家 Э. 施列金潔在“从物理学观点生命究竟是什么”講义中談到有机体各式各样的死亡以及某种植物特有的新陳代謝都是在神的意志的影响下發生的。类似这样的观点就

是一種變相的唯心主義，就是一個反動學說的示例。

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的，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”^①。

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，而且能夠控制有機體，使其向人類所希望的方向改變。

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，才可能定向改變有機體的遺傳性，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

^① 恩格斯，自然辯證法，1955，244頁。