

一一一

下 冊

В. Л. Кротович 著
蔡元定 龔立三 李 華譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



植物生物化學基礎

下 冊

B. Л. 克列托維奇教授著

A. И. 奧巴林院士校閱

蔡元定 龔立三 李華譯

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;下冊共八章,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蔡元定、龔立三、李華同志;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,用該社原紙重印。

植物生物化學基礎

下 冊

В. Л. 克列托維奇教授著 А. И. 奧巴林院士校閱

蔡元定 龔立三 李 華譯

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•274 開本 850×1168 1/32 印張 6 15/16 字數 158,000

一九五五年十二月財政經濟出版社初版

一九五七年七月新一版

一九五七年七月上海第一次印刷

印數 1—2,000 定價(8) 洋 0.80

下 冊 目 次

第七章 新陳代謝在有機體內所起的作用	317
參考文獻	327
第八章 光合作用和化學合成作用	328
參考文獻	342
第九章 植物機體內醣類的相互轉變	345
參考文獻	359
第十章 發酵和呼吸	362
第一節 引言	362
第二節 發酵	363
第三節 植物有機體的呼吸	368
第四節 植物的缺氧呼吸(分子內呼吸)	379
第五節 發酵過程與呼吸過程的化學反應歷程和相 互聯繫	384
參考文獻	404
第十一章 植物有機體中的有機酸代謝	409
第一節 低等植物的有機酸代謝	409
第二節 高等植物的有機酸代謝	420
參考文獻	431

第十二章 脂肪及類脂肪的代謝	434
參考文獻	446
第十三章 植物有機體的氨基酸代謝和蛋白質代謝	448
第一節 植物有機體對含氮化合物的攝取	448
第二節 氨基酸和蛋白質合成的生物化學	459
第三節 蛋白質和氨基酸異化的生物化學	468
第四節 結語	499
參考文獻	501
第十四章 有機體內新陳代謝諸過程的相互聯繫。外界環境與新陳代謝	505
參考文獻	525
附錄 C. M. 普羅科舍夫對本書的評論	529

《生物所特有的、不同於非生物的主要特性，是生物體中所含的物質與周圍環境中的物質之間不斷的進行着活躍的代謝。生物不斷的攝取物質，將所攝取的物質變成與自己相同的物質（吸收、同化），然後又改變它和排掉它。最簡單的細胞和原生質團的生命，以及生物的生活就是由這兩種變化（物質的吸收和累積——物質的排除和消耗）所組成的》。

K. A. 季米里亞捷夫

第七章 新陳代謝在有機體內所起的作用

我們引了季米里亞捷夫的話作為本章的題詞，在他的話中明顯地強調了沒有新陳代謝、沒有機體與外界環境之間經常不斷地相互作用便沒有生命的思想。這個新陳代謝在有機體內所起的作用的觀念，便是近代唯物主義生物學的基礎。同時近年來所積累的一切生物化學方面的材料，也都證實了恩格斯關於蛋白質在有機體的生命和新陳代謝上起着主導作用的思想。現代在生物化學上已普遍應用了《標記》原子的方法，用這個方法便有可能探求被同化的物質在有機體內的轉變情形。這個方法證明，任何組織，甚至看起來幾乎是無生命的組織（如骨骼、休眠的乾燥種子），都不斷地進行着新陳代謝作用，不斷地與周圍的外界環境以及有機體的其他器官和組織相互作用。例如，試驗表明，隨着食物呈蛋白質或氨基酸狀態被同化的氮，極快地進入所有的器官中，並與各種組織的蛋白質相作用，不斷地更新它們。

例如，用《標記》原子方法已經發現了：動物的骨骼、肌肉、腦和其他器官中所含的蛋白質，以及植物的葉、莖和種子中所含的蛋白

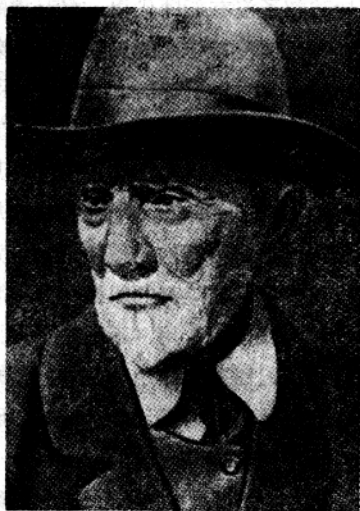
質，在該生物的一生中都不斷地與成食物或養料狀態被同化的物質以及動植物其他器官中所含的物質相互作用。

И. Б. 米丘林曾指出過：《在每粒種子的機體中，即使還處於休眠狀態（乾燥狀態）的種子機體中，生命作用亦不停止，仍然不斷地進行着新陳代謝作用，不過這時的新陳代謝作用比較緩慢而已，這種作用保持着胚細胞的生命，同時這種代謝作用能否正常進行，完全決定於種子在發芽前所處的環境條件》（米丘林全集，第一卷，1948, 287 頁）。

無機的、無生命的物體，也能發生與外界環境相互作用的過程，不過在這種情況下這種相互作用所發生的化學反應是使這個物體破壞。在活的有機體內藉新陳代謝作用不斷地將所同化的無生命物質改造成生物體的物質。正如恩格斯所指出的，在這種狀況下，新陳代謝是有機體生存的必要條件，是維持有機體生命的條件。

在有機體發生的歷史過程中形成的新陳代謝的特點和規律，是有機體遺傳特性的基礎。植物的某個種或某一品種、動物的某個種所固有的諸性狀，都是在歷史上由於外界環境條件的影響而形成的，並且都是由於新陳代謝特殊形式而產生的。

近代的生物化學擁有大量說明外界環境條件對有機



依凡·符拉奇米洛維奇·米丘林(1855—1935)

體的新陳代謝與有機體的化學性狀有巨大影響的材料。

例如，在潮濕、熱量不足的氣候條件下（譬如說在英國）長成的小麥，蛋白質含量極低，不高於 10%；而在伏爾加河東岸、烏克蘭或北高加索的條件下長成的同品種小麥所結的籽粒，蛋白質含量高達 25%。一種生長在塔什克蘇維埃社會主義共和國高山地帶的植物 *Prangos pabularia* 是羊的極好飼料；同一種植物如生長在塔什克斯坦平原上便會累積大量毒物而不適於作羊的飼料。

北美一枝黃 (*Solidago*) 是一種橡膠植物，它在希賓山 (Хибинь) 祇能累積 0.2% 的橡膠，而在北高加索却能累積 8% 的橡膠。

在外界環境條件改變的影響下，植物內所形成的各種物質的成分在性質上亦會發生重大的變化。例如，大家知道，油料植物如栽培在北方或山上，所產的油中不飽和脂肪酸的含量，要比同一種植物但栽培在南方或平原上的高得多。

因此，外界環境條件的改變、生活條件的改變，會使新陳代謝的方式改變。這種新陳代謝方式的改變，又會「迫使植物體發育的方式改變。因此，發育方式改變是遺傳性改變的基本原因」*。

米丘林生物學的這個基本原理，是改造有機體的本性以及育成新的、更優良的作物類型之基礎。正是由於合理選擇生活條件，由於定向影響新陳代謝、定向教養及選擇植物，才育成了根中含糖量達 20% 的現今甜菜品種，或種子內含油量達 57% 的某些向日葵品種。李森科院士及其同事們所進行的研究，是外界環境條件及新陳代謝的定向改變對於植物一定有所影響之極好證明。這些研究工作表明，藉定向改變外界環境條件的方法，可以使新陳代謝和植物發育的方式發生如此巨大的變化，以致這些變化能遺傳給後代，並且會引起新的植物類型的出現。例如，用定向影響處在一定

* Т. Л. 李森科：論生物科學的現狀，第 29 頁，莫斯科，1948 年。

發育階段的春播穀類作物的方法，經過兩三代後可以將它變成秋播穀類作物。同樣，如改變小麥的播種期及播種條件，亦可將硬粒小麥(*Triticum durum*)變成軟粒小麥(*Triticum vulgare*)。

不但如此，而且試驗還表明，在山區的一定的生活條件總體的影響下，小麥會變成黑麥。

新陳代謝是由無數個在有機體內進行的、作為同化與異化過程基礎的化學反應所組成。所有這些反應都極密切地相互結合着。近代實驗生物化學所獲得的材料證明，營養物質的吸收與消化的過程(同化作用)和它們的分解及排泄過程(異化作用)之間有着極密切的相互聯繫和不可分離性。在研究及敘述作為某些化合物(例如糖)代謝基礎的反應時，有時常忘掉了它們的代謝與蛋白質、脂肪、維生素、無機物質等等的代謝有着極密切的聯繫。代謝的各個方面的這種相互聯繫，有機體內新陳代謝的這種統一，可用無數的例子加以說明。其中某些例子將在第十四章中討論。

有機體內營養物質同化與異化時所發生的各個反應是相互聯結的，並且彼此有着極其密切的相互聯繫，這不僅表現在這些反應的協調性和一定的順序性上，而且表現在有機體一生中所發生的能的各種轉變的聯結性上。營養物質的同化、它們的轉變以及形成原生質與貯存物質的有機化合物之合成，都需要不斷地供給能才能進行。綠色植物是靠葉片在光合過程中所吸收的太陽能來同化二氧化碳和形成有機物質的。許多微生物則是靠它們在氧化各種無機物質(氫、硫化氫、氨、亞硝酸、鐵的化合物)時所產生的能來同化二氧化碳和合成有機化合物的。由於在這種情況下是靠氧化過程時所放出的能來合成有機化合物，所以這種生物合成稱為化學合成。最後，在靠現成的有機化合物為生的所有其他微生物、動物以及人的機體內，是靠呼吸或發酵作用所產生的能來進行作為

同化作用基礎的合成反應的。但是必須注意，含葉綠素的植物進行合成作用時所需的能，也有一部分是呼吸作用所產生的。

可見，所有生物都是從與同化作用同時進行的異化作用（各種無機物質的氧化、呼吸或發酵）中獲取進行合成反應與同化過程所必需的能。在一種酶催化反應（通常是氧化-還原反應）所釋放出來的游離能，便用來進行同時發生的另一種催化反應（通常是需要消耗一定量能的合成反應）。

如果在有機體內各個代謝反應不這樣結合，如果沒有可以積蓄氧化-還原反應所產生的游離能的特殊體系存在，那麼也就不可能有生命。可積蓄游離能和可藉高能鍵傳遞游離能以供進行合成反應之用的體系中的最重要體系，大概是「三磷酸腺甙-二磷酸腺甙」的體系。

由上可見，活有機體內所進行的各個生化反應，有着不可分離的相互聯繫。新陳代謝的各個的化學反應的這種密切的相互聯繫，不僅表現在其化學和能量的協調性上，而且表現在生物體各個部分和各個器官的新陳代謝的相互聯繫和結合上。大家知道，魏斯曼-摩爾根主義的形而上學的和反科學的本質就是在於，摩爾根主義者認為有特殊的、不受外界環境影響的「遺傳物質」存在，並且他們認為這種遺傳物質就是染色體。他們否認在原生質與含染色體的細胞核之間有相互作用和新陳代謝。根據他們的概念，含在染色體中的「遺傳物質」是不受包圍着染色體的軀體和原生質的影響的。同時他們還斷言，細胞核就是細胞內蛋白質的生化轉變和合成的中樞。所有近代實驗科學的材料都證明這些形而上學的概念是完全錯誤的。

許多觀察證明，細胞內不斷地進行着細胞核與細胞質之間的新陳代謝。例如，藉助於「標記」磷原子的研究表明，細胞核與染色

體最重要的成分——核酸和核蛋白，由於細胞核與細胞質之間的新陳代謝會不斷地變化和更新。在細胞分裂時期，核中胸腺核酸的含量激烈增加，而這種增加是由於細胞質中所含的核酸進入核內的緣故。

同時，說明在細胞的各個部分內新陳代謝的強度的材料指出，細胞質中的酶的活性要比細胞核中的大得多；例如，試驗確定，式肽酶、多肽酶、精氨酸酶、磷酸酶、核酸酶、氧化-還原酶都是如此。

因此，所有上述近代生化材料都證明，有機體內新陳代謝的各個生化轉變和各個方面都有着極密切的聯繫並且是相互制約的。

組成有機體內新陳代謝的各個生化反應的這種驚人的協調性和聯合性，究竟為什麼會產生呢？這個問題是生物學的主要問題之一，並且自從有了這門科學以來，唯心主義和唯物主義便圍繞着這個問題展開了激烈的鬥爭。

生物學中的唯心主義者——活力論者認為，有機體新陳代謝和生命的規律性，是由於有一種特殊的、非物質的力量存在的緣故，而這種力量是不可能研究和超越人的認識範圍之外的。活力論者稱這種特殊的、非物質的力量為「生命力」。這種關於有某種特殊的、非物質的、控制着有機體生命的力量存在的觀念，隨着時間的轉移和隨着實驗科學的成就而改變着自己的形式。例如，近代的唯心主義者施遼琴格爾（Шрёдингер）在他的關於從物理學觀點來看什麼是生命的這本演講集中，便試圖回答這個問題，並認為染色體是生命的基礎，他寫道：染色體是「任何時候都是已按着神的意思達到量子力學的極奇妙的創造物」。

不論活力論者稱「生命力」做什麼——靈魂、「隱德萊希」（Эн-телехия）、物質之外的操縱者等等，但是他們歸根到底都是用神的創造意志來解釋有機體的新陳代謝和發育規律的。因此，活力論

承認自己無力根據實驗科學的材料、根據物理學和化學的定律來認識生命現象的本質。因此，活力論是宗教的變相，它限定了我們認識自然界的界限，限制了控制生命過程以便爲人類服務的可能性。

斯大林同志在他的天才著作《辯證唯物主義和歷史唯物主義》中指出，《唯心主義否認世界及其規律底可知性，不相信我們知識底確實性，不承認客觀真理，並認爲世界上充滿着科學永遠不能認識的“自在之物”，而馬克思主義的哲學唯物主義却與此相反，認爲：世界及其規律完全可能認識，我們對於自然界規律的那些已由經驗和實踐考驗過的知識是具有客觀真理意義的確實知識，世界上沒有不可認識之物，而只有現在尚未認識、但將來却會由科學和實踐力量揭示和認識之物》*。

生理學和生物化學的整個發展歷史都證明，活力論者的基本理論——生命現象不可知論，是錯誤的。它證明了活力論的不斷失敗，證明了活力論在科學和實踐的材料之前不斷地後退。例如，活力論者曾預言過，科學無力用純化學作用的方法製造在動物和植物體內所形成的有機化合物，但是後來這個預言完全被有機化學的發展推翻了。恩格斯在批判唯心主義者的世界不可知論和有不可思議的“自在之物”存在的觀念時就已着重地指出了這一點。他寫道：《把這些以及其他一切哲學上的奇想駁斥得最徹底的乃是實踐，即實驗與工業。既然我們能够用親自製造出自然界某一現象、依這現象的條件把它產生出來、並使它爲我們的目的服務的事實，來證明我們對於這一現象認識的正確，那末康德所說的不可捉摸的“自在之物”就完結了。在動植物體內所構成的種種化學物質，當有機化學沒有開始把它們一一製造出來時，便是這種“自在之物”，

* 斯大林著：辯證唯物主義和歷史唯物主義。

而當有機化學開始把它們一一製造出來時，“自在之物”就變成了爲我之物了，例如，“阿里查林”即茜草色素，我們現在已不是從田野裏生長的茜草根中取得，而是又便宜又簡單地用煤焦油製造了》*。

近年來的化學成就極好地證實了上面恩格斯所說的話之正確性。確實如此，有機化學家不僅已能合成像茜素這些比較簡單的化合物，而且已能合成在動植物體內形成的複雜化合物，例如脂肪、醣類、烯萜類、類胡蘿蔔色素、維生素。現在有機化學家和生物學家將近完成極困難和極複雜的任務，那就是合成生命的負荷者和基質——蛋白質。

從酶學說的發展史中可以找到許多在關於生命本質和新陳代謝規律的問題方面科學勝利和活力論失敗的極鮮明的例子。在路易·巴士德（Луи Пастёр）進行他的卓越研究的時期，通常認為發酵作用是由於某些微生物（酵母、細菌或黴菌）對糖的作用而引起的。巴士德氏指出，只有由於某些微生物生命活動的緣故，糖溶液才能發酵，巴氏稱這些微生物爲《活體酶》（организованные ферменты）；而一種相反的觀點是認爲，發酵純粹是一種由於一些特殊物質對糖分子進行催化作用所產生的純化學過程，但是這種觀點並無實驗的根據。

不久以後生物學家就自酵母中獲得了一種不含細胞、但與活酵母一樣也能引起發酵的液汁。可見，發酵的複雜過程是藉助於酵母液中所含的酶而實現的。由於這個發現，稍後便極仔細地研究了酵母液的催化體系、以及該催化體系中所含的各種酶。

活力論者爲了回答科學的這個成就便提出了新的反對意見。他們指出，生醇發酵是一種分解過程，在生理條件下由可溶性酶

* 恩格斯：費爾巴哈與德國古典哲學的終結。

(胃蛋白酶、澱粉酶或脂肪酶) 所催化的反應是使複雜的有機化合物(蛋白質、澱粉或脂肪)分解。他們着重地指出,機體獨有的特性是能在生理條件下(即在比較低的溫度下,沒有強酸、強鹼和壓力的影響等等)合成複雜有機化合物。活力論者指出,在有機體外似乎不可能發生這類的酶催化反應。

關於這一點, K. A. 季米里亞捷夫曾寫道, 酶 «具有專門分解性質的因子的作用; 可以說: 那裏有複雜的物質(例如, 蛋白質)和酶, 那裏就可能出現這些複雜物質的各式各樣的分解產物, 但是這祇說明了問題的一半, 並且這一半還是有機體化學本性的最不重要的一半。而相反的和極重要的各種現象(由比較簡單的物質形成複雜的物質)又是在那些因子的影響下發生的呢, 這個問題仍懸而未決。暗中又出現了生命力的幻影……。活力論者會說: 你們的可溶性化學酶祇能破壞; 而創造、合成這是生命的祕密»*。

活力論者的這個反對意見亦為後來的生物化學發展所推翻了。在生理條件下, 藉助於酶已能合成脂肪和許多多醣(蔗糖、棉實糖、乳糖、直鏈澱粉)。目前已證實了藉酶合成各種肽的可能性。因此, 這個反對意見也被推翻了。

但是活力論者又提出了新的論據。他們指出, 原生質具有不對稱性, 因而祇有活質才具有不對稱合成(由於這種合成的結果便形成旋光化合物)的能力, 在有機體外不可能製造旋光化合物。

確實如此, 如果我們藉助於酶來進行不對稱合成, 而結果所生成的化合物大半是右旋異構物或左旋異構物, 那麼酶本身原是不對稱的物質, 它是由於原生質活動的結果而形成的。但是沒有某種旋光物質(該物質是原生質活動的產物)參加, 能否產生初級的不對稱化合物呢? 在純物理或化學的力量的影響下, 能否產生初級的

* 季米里亞捷夫全集, 第 8 卷, 第 181 頁, 1939 年。

不對稱呢？活力論者認為這是不可能的。

但是活力論就是在這個問題上，也如同在其他問題上一樣，在事實的攻擊之下不得不讓步了。試驗表明，在偏極光影響下進行的光化學反應，會生成旋光化合物。例如，某些丙酸衍生物以及忽布（хмель）果實中所含的所謂忽布酸（хмелевые кислоты），在偏極光影響下便生成旋光化合物。因此關於在物理力量影響下進行的初級不對稱合成的問題，已在實驗中解決了。

在地球上生命發生的最初幾個階段中所形成的氨基酸與蛋白質的微小的初級的不對稱，由於不對稱化合物的積累會逐漸增大，因為在有機界發展的過程中，高度的不對稱會為最簡單的有機體造成一定的生物學優點。

所有以上所述清楚地證明了科學的進步，並且是季米里亞捷夫思想的例證。季米里亞捷夫曾在他的演說《活力論與科學》中指出，《着手解釋某種現象時，決不可從這種現象無法解釋的理論出發。活力論者一定是沒有成果的……。活力論的勝利僅僅是由於科學沒有成功，而與活力論相反的觀點的勝利便是科學的勝利》*。

由於實驗生理學和生物化學在用物理與化學的規律來說明生命現象方面有了一些成就，於是便產生了一種傳播極廣的觀念，就是認為活有機體是一部最複雜的機器，它全部而且完全受物理與化學規律的支配。這種觀念便是機械唯物論的基本觀念，它否認生命現象具有某種特殊性，否認有特殊的生物學規律。

辯證唯物主義認為，物理學與化學的規律完全可應用在生命現象上。但是辯證唯物主義又認為，祇用一些物理與化學規律來說明生命現象是不夠的，生命現象受本身特殊的生物學規律支配。

從下面恩格斯的話中可以明白機械唯物論在生命現象的本質

* 季米里亞捷夫：活力論與科學，全集，第5卷，第188頁，1938年。

一問題方面的局限性，恩格斯說：「當化學能製造蛋白質時，化學過程便超越過自己原來的範圍……。它開始進入某種內容更豐富的領域——有機生命領域。生理學當然就是生物的物理學，特別是生物的化學，但這種化學已不再專門是化學了：一方面，化學的有效範圍受了限制，但是在另一方面，化學在這裏又提高到某種更高級的階段。」*

參 考 文 獻

- Э. 包杜英：動態生物化學基礎，外國文獻出版社，1948。
- П. В. 馬卡洛夫：細胞的物理-化學性質及其研究法，榮膺列寧勳章的列寧格勒大學出版部，1948。
- А. И. 奧巴林：生命，普通生物學雜誌，第12卷，第369頁，1951。
- В. А. 魯賓：新陳代謝在有機體與環境的相互關係方面所起的作用，*蘇聯科學院通報*，生物學之部，№6，1950。
- Н. М. 西沙克揚：門德爾-摩爾根主義的生物化學概念的唯心主義本質，*反對反動的門德爾-摩爾根主義*，蘇聯科學院出版社，1950。
- Н. М. 西沙克揚：論新陳代謝的內在與外在的統一，*哲學問題*，№1，1952。
- Н. М. 西沙克揚和 С. М. 普羅科舍夫：新陳代謝的生物學作用，*近代生物學的哲學問題*，論文集，第346頁，蘇聯科學院出版社，1951。
- А. П. 捷連梯耶夫和 Е. И. 克拉布諾夫斯基：關於絕對的不對稱合成的問題，*國立莫斯科大學學報*，第151期，第8冊，1951。

* 恩格斯：自然辯證法，第206頁，1948年。

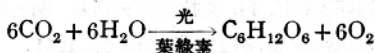
《在地球表面所發生的任何一種過程，再沒有像陽光照射在綠葉上時葉中所發生的那種尚待深入研究的過程這樣值得普遍的注意。從化學的觀點看，這是無機物質（二氧化碳和水）變為有機物質的過程。從物理學、動力學的觀點看，這是一種日光的動能變成化學勢能、變成潛能的過程。從上面兩種觀點看，這是地球上生命的各種表現歸根到底都要依賴它的一種過程》。

K. A. 季米里亞捷夫

第八章 光合作用和化學合成作用

綠色植物藉助於太陽能同化二氧化碳和形成有機物質的過程，稱為光合作用。這個過程是地球上有機化合物形成的主要源泉。它也是地球上產生游離氧的唯一源泉。由於氧佔地殼重量的49.5%，由於氧為呼吸所必需的物質，因此無怪乎季米里亞捷夫論述了植物的世界作用。季米里亞捷夫對於葉綠素與光合過程所做的研究是經典的研究。

光合作用的總方程式如下：



這個方程式表示，植物自空氣中吸取的二氧化碳，在葉綠素所攝取的陽光的影響下與進入植物體內的水相作用，結果便放出游離氧並形成一分子己糖。

大多數植物的綠葉在陽光下極易生成的光合作用最初的可見的產物是澱粉。它是由光合作用時所形成的己糖合成的。用碘試驗