

關於蛋白質結構 問題的討論

C. E. 布烈斯列爾 等著
A. Γ. 柏森斯基

科學出版社

關於蛋白質結構問題的討論

C. E. 布烈斯列爾 等著

A. T. 柏森斯基

何 開 玲 等譯

李 亮 曹天欽 等校

科 學 出 版 社

1955 年 7 月

內 容 提 要

蛋白質的結構問題，目前蘇聯正在熱烈展開討論。本書收集了蘇聯雜誌上最近發表的有關蛋白質結構問題的8篇論文；主要內容是介紹蘇聯科學家在研究蛋白質結構問題方面的成就及現代蛋白質結構理論，同時列舉實例充實了多肽學說的內容，並對加大里洛大學派的二酮吡嗪學說——吡嗪脲學說展開了熱烈的討論與批評。

關於蛋白質結構問題的討論

原著者	C. E. 布烈斯列爾等 A. F. 柏森斯基
翻譯者	何開玲等
出版者	科學出版社 北京朝陽門大街117號 北京市書刊出版業營業許可證出字第061號
印刷者	上海中科藝文聯合印刷廠
總經售	新華書店

1955年7月第一版	書號：0257 印張：3 23/25
1956年10月第二次印刷	開本：787×1092 1/25
(滬)2,481—4,206	字數：79,000

定價：(10)0.57 元

目 錄

蛋白質的結構·····	C. E. 布烈斯列爾	(1)
關於蛋白質結構的現代概念·····	B. M. 奧列霍維奇	(11)
關於蛋白質二酮吡嗪構造學說的商討·····	Э. A. 梅德維傑夫	(37)
蛋白質的化學本質·····	Н. И. 加夫里洛夫	(41)
論 Н. И. 加夫里洛夫的“蛋白質的化學 本質”一文·····	M. C. 烈森切科	(57)
蛋白質分子結構理論問題·····	A. Г. 柏森斯基 B. A. 別里采爾	(66)
對柏森斯基和別里采爾的“蛋白質分子 結構理論問題”一文的簡評·····	C. E. 布烈斯列爾 Д. Л. 塔耳姆德	(86)
論蛋白質分子結構·····	A. Г. 柏森斯基 B. A. 別里采爾	(91)

蛋白質的結構

C. E. 布烈斯列爾

蛋白質是生命的基礎

Ф. 恩格斯(Ф. Энгельс)在他著名的生命定義中,第一次指出蛋白質在自然界中有最重要的意義。他寫道:“生命是蛋白質的存在形式,這種存在的形式,實質上就是在於把這些蛋白質的化學的構成要素,作經常的自我更新。”¹⁾

研究一下我們關於蛋白質性質的知識在“反杜林論”寫成後 73 年中所發生的變化,是有趣味的。

在恩格斯的時代,全部細胞原生質及鳥卵的“蛋白”被認為是蛋白質。現在我們知道,原生質和卵是化學性質上極其不同的物質——各色各樣的蛋白質、核酸、醣、類脂質等等所組成的複雜體系。生物化學分別研究這些不同類的物質。可以把它們分離開來,單獨地一一加以研究。

在活的有機體內,各類物質不是孤立的,而能從一類變成另一類,並且能彼此互相結合形成各種化合物。蛋白質也能與非蛋白質的物質相結合而形成所謂結合蛋白(核蛋白、磷蛋白、脂蛋白及其他等等)。

在上一世紀,關於“蛋白質”的概念帶有集合的性質,蛋白質的化學獨立性還完全不曾研究。現在,化學已認識到蛋白質是一類確定的大分子化合物,在成分和結構上以完全明顯的特徵區別於其他所有的有機物質。現代的生物化學家沒有人會再堅持 18 世紀荷蘭化學家姆耳傑爾(Mulder)的見解,那時他認為包羅萬象的蛋白物質是

1) Ф. 恩格斯:“反杜林論”,三聯書店中文版,1954 年,第 94 頁。

存在的。由於實驗方法的發展，20年前還認為是不確定的“繁複的”混合物的蛋白質，已可以分成有確定組成和分子量的化學上單獨的物質了。

結晶法對於解決分離個別蛋白質的問題有極大的意義。重複結晶的提純是古老的慣用的化學方法。原來對於蛋白質說來這一方法仍未失去它的效用，但當然有若干限度；例如，蛋白質能形成固體溶液和混合結晶體，不下於低分子物質。但是就是依靠蛋白質的結晶方法，現在已研究了多數單獨的蛋白質體。首先應該強調——蛋白質的多樣性反映了生物的種類是極其多種多樣的。

在這一類物質的範圍內，存在着極其多種多樣的同系物。蛋白質微妙的性質、它的分子量、結晶形與其他的蛋白質特性可以有極大

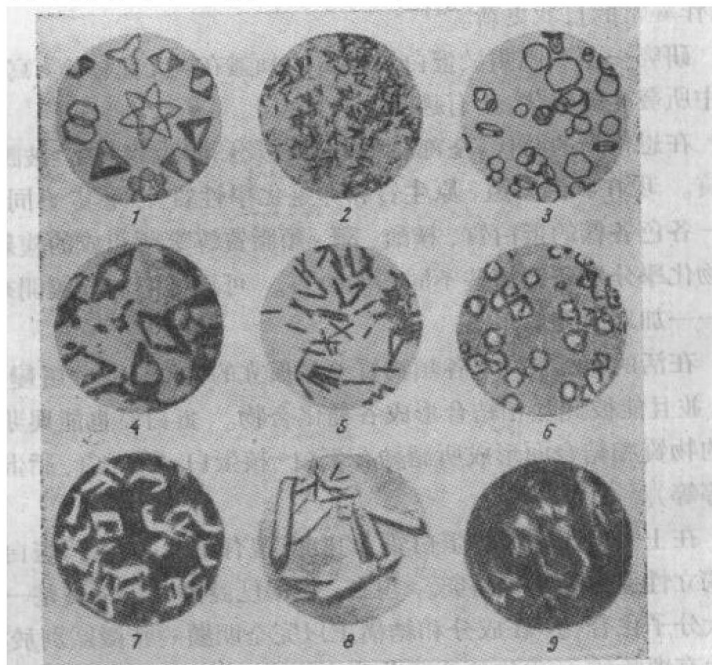


圖1 蛋白質結晶形的顯微照相

- | | | | |
|----------------|-----------|------------|----------|
| 1. 麻仁蛋白； | 2. 雞卵清蛋白； | 3. 巴西葉蛋白； | 4. 胃蛋白酶； |
| 5. 氧合血紅蛋白(馬的)； | 6. 脲酶； | 7. 胰凝乳蛋白酶； | |
| 8. 血漿清蛋白(馬的)； | 9. 纖維蛋白。 | | |

的區別。圖 1 指出動物和植物有機體的許多蛋白質的晶體。個別蛋白質的分離及提純的方法，使得我們能用同樣的基本概念，也就是過去化學曾為其他有機物所發展的基本概念來研究它們。

但是，蛋白質不僅是屬於化學的，而且還屬於生物學的。當然它們的分子具有一定的成分和結構，但是它們是由於適應外界條件的全部進化過程所形成的，生物界在數百萬年的時期中經歷着這種進化過程。無疑的，現代的蛋白質和蛋白分子的結構反映了這一適應過程，周圍非生物界的變化（溫度、水分、光線等等）也參與其中，而同時，各種生物彼此間最複雜的聯系〔在一種情況下——共生現象（симбиоз），而另一種情況下——拮抗作用（антагонизм）〕也參加在這一適應過程中。因此不能用純化學觀點來看蛋白質，也就是說不可以脫離了生物學、脫離了進化過程來看蛋白質。恩格斯所指出的蛋白質的獨特作用已被自然科學全部發展所證實了。誠然，如上所述，原生質和雞卵除含有蛋白質外，還含有其他生命必要的組成部分（例如，核酸），但是，正是蛋白質才具有最重要的生物學功能。

蛋白質的機能。生物界主要的明顯的特徵是新陳代謝過程，它是複雜的藉催化機構而進行的一連串的化學反應。生物界的反應通常在稀水溶液內、溫度不超過 40°C 、在正常大氣壓下進行。然而有機體內的化學反應，其速度往往是非常快的。許多蛋白質（按照許多學者的意見——全部蛋白質）是新陳代謝中的個別反應的催化劑，並且是非常強的催化劑。奧巴林（А. И. Опарин）院士比較過氧化氫酶的蛋白質內所含有的鐵原子與元素狀態的鐵在分解過氧化氫的反應中所表現的催化能力時，得到的比率是 10^{10} ，就是說過氧化氫酶內 1 毫克的鐵，其催化能力相當於 10 噸的鐵元素。

在新陳代謝反應內蛋白質的催化能力是蛋白質最重要的機能——酶促作用。蘇維埃生物化學奠基人之一，阿列克瑟·尼科拉也維契·巴赫（Алексей Николаевич Бах）院士，同時也是現代酶學說的創始人。他指出在每一種情況下，酶的機能原為一定的蛋白質所具有，而且從有機體中分離出來的純蛋白質也可看到這一機能。藉結晶法

分離蛋白質的現代技術，已可能獲得最高度並且最標準的活性比率（удельная активность）的酶製品。蛋白質的酶促作用的活性比率，像晶體的溶解度、分子量以及蛋白質顆粒的電荷一樣，現在亦是它純度的重要標準了。

許多蛋白質具有所謂激素的機能；也就是說，當這些蛋白質從內分泌腺製造出來，流入血液內的時候，在中樞神經系統相互作用下，在整個有機體內表現調節新陳代謝的一定過程的特性。

調節醣氧化過程的胰島素是這一類最重要的激素的例子。激素的機能是為純的分離出來的蛋白質所固有的，但只有在有機體完整的條件下才能研究它們。

免疫性是蛋白質另一種重要的生物學上的機能。

免疫性是動物在進化過程中所形成的典型的適應機能，這種機能是用來與微生物和進入有機體內的蛋白質毒素作鬥爭的。任何天然未分解的蛋白質，進入高級動物的血液內，即使是極微量的，也足以促使在有機體內形成特殊的新的蛋白質——抗體，它與有機體內的外來蛋白質——抗原——一起特殊的反應。

任何整體的蛋白質對不同的有機體有對抗的機能（антигенная функция）。在血清中存在着一類蛋白質（它們常常組成所謂 γ -球蛋白），它們是對抗一定抗原的抗體，假使有機體遇到相當的抗原就發生免疫作用（在有機體的生活條件中，不斷地產生着對抗各種抗原、例如微生物等的免疫作用）。

蛋白質的免疫機能可以詳細地研究以及定量鑑定；它們也為個別的蛋白質所具有的。

蛋白質的生命現象。上面我們還只講到蛋白質的特殊的生物學機能的個別例子而已。

“蛋白質是活的嗎？”這是個常常可以聽到的問題，從上面所講的，自然得出了這個問題的答覆。很明顯的，個別取出來的蛋白質——這一句話的現代意義就是說，從它原來存在的介質內所提取出來的化學上單純的物體——不是活的，因為它不參與新陳代謝過程。

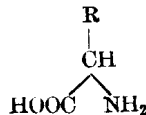
但若將它帶入適當的介質裏，保持一定的外界條件，每一個別的蛋白質就能表現個別的生物學機能——酶或激素的機能，對有機體起抗原的作用等等，也就是說參與生命的過程。

總的講來，有生命的性質是由所謂“活的蛋白質”所表現的，“活的蛋白質”是物質的複雜體系，這些物質包括各色各樣的蛋白質、核酸等。這一物質體系近於恩格斯所了解的“蛋白質”這一名詞。“活的蛋白質”已由勒柏辛斯卡婭 (O. B. Лепешинская) 和她的合作者從雞蛋或從若干簡單有機體的原生質內獲得了。在這些“活的蛋白質”內已完全呈現了新陳代謝和生長發育的能力，一直到從無結構的物質形成細胞。因此，在“活的蛋白質”內有這種自然環境，個別的單純蛋白質進入其中就充分地實現它們的生物學潛能。

很明顯的，要闡明“活的蛋白質”的性質，比之於闡明“純的”單獨的蛋白質的結構，是無比地更複雜的任務（也是更巨大的任務）。雖然，就是後者這一比較有限的課題也還遠未完全解決而是值得大大注意的問題。

蛋白質分子的結構和性質

在偉大的俄羅斯生物化學家阿歷克山大·雅柯夫列維契·丹尼列夫斯基 (Александр Яковлевич Данилевский) 的著作裏，已經奠定了我們關於蛋白質性質的現代知識的基礎。我們想像蛋白質是呈長鏈狀分子的形式，這些分子是由數千數萬個鏈環組成的；普通成分的氨基酸就是長鏈的鏈環，它組成蛋白質大分子的“脊椎”。酸性的羧基

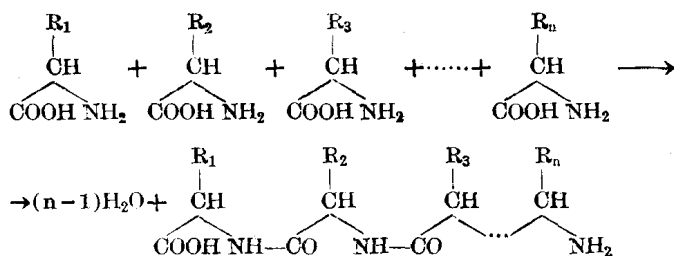


(COOH) 和鹼性的氨基 (NH₂) 處於氨基酸的同一碳原子上（就是 α-位置上）。氨基酸以 R 基的結構彼此互相區別。約有 30 種不同的氨基酸加入蛋白質分子的組成中；其中有一些是很簡單的：例如甘氨酸的 R 基是簡單的氫原子，其他的氨基酸則有複雜的組成。但是要組

成每一種一定蛋白質的大分子，必需有一整套氨基酸。同時在蛋白質的大分子組成內，有時可能包含某一種氨基酸的數百個鏈環，而其他某一些氨基酸的鏈環則總共只有 1—2 個而已。

測定蛋白質的氨基酸組成和測定蛋白質長鏈內各種氨基酸交替排列的方式，是現代蛋白質分析化學最重要的課題。許多學者〔奧列霍維契 (В. Н. Орехович)、索洛夫耶夫 (Л. Т. Соловьев)〕正順利地研究着這一課題，並且我們知識的領域是越來越擴展了。正如 А. Я. 丹尼列夫斯基所首先指出的一樣，個別的氨基酸鏈環之間的連接，是由於羧基和氨基脫去一分子水構成所謂肽鍵 —CO—NH— 而形成的。

說明從氨基酸形成蛋白質大分子的圖解方程式可以寫成下列形式：



對於某些蛋白質而言， n 的數目可達到數萬之多。因此，蛋白質鏈含有側基所形成的“纓子” $\text{R}_1, \text{R}_2, \dots, \text{R}_n$ ，其中 30 多種我們已知的氨基酸基以各種不同的組合依次交替排列着。

E. 費什爾 (E. Fischer) 用肽鍵人工地連接了一些氨基酸形成了多肽。在費什爾的時代，就是在這世紀的初期，化學家還沒有關於高分子化合物的概念。他們認為所有的有機化合物是由不大的分子組成(微分子)。因此把費什爾的人造多肽與蛋白質錯誤地混為一談。現在我們確切地知道：在蛋白質內所有的大分子整個是由各個單獨的鏈環藉化學的共價鍵結合而成的。

蛋白質的微結構和大結構 (микро-и макроструктура)。近年在科學文獻上討論着這個問題：在蛋白質鏈中除了肽鍵外，是否還有一些別的鍵存在。在最偉大的蘇維埃化學家尼古拉·德米特里耶維契·

澤林斯基(Николай Дмитриевич Зелинский)院士和他的合作者加夫里洛夫(Н. И. Гаврилов)的許多研究中指出,蛋白質內氨基酸之間的鍵大約有 20% 屬於另一種鍵,其性質不同於肽鍵,也即是氨基酸形成特殊的環狀的結合,稱為脒。Н. И. 加夫里洛夫和他的合作者從幾種氨基酸鏈環合成了若干最簡單的脒。現在,關於蛋白質內氨基酸之間存在着與肽鍵不同的另一些化學鍵的數量的問題,還不能認為已徹底闡明。在這方面還須要補充實驗工作。無論如何,現在大家同意蛋白質的大分子內大部分的鍵(不少於 $\frac{3}{4}$)是肽鍵。

為什麼不能認為合成的多肽或脒是蛋白質呢?這是因為這些比較簡單的低分子物質不具有任何一種蛋白質所固有的特性。合成的多肽和脒不具有任何一種天然蛋白質的生物學機能。合成的多肽和脒與生物學上的物質有些近似的唯一特性——就是它們能被分解消化,能被從有機體內分離出來的酶所分解。但是現在已經確定,在有機體內存在着一些酶,能分解並參加到完全不同於生命過程的物質(像氯仿或苯等)的代謝上。因此任何一種物質能被酶分解這一事實本身不能作為它的生物學作用的證明。

假使注意我們全部已知的材料,我們應該承認蛋白質分子的個別鏈環或若干鏈環的低分子結合物——多肽和脒——不具有蛋白質的特質。它們祇是蛋白質的碎片而不是蛋白質。蛋白質所以不同於其他有機物的新特質,祇呈現在蛋白質的大分子內,也就是說這些特質與它們的高分子性質聯系着。因此可以確信蛋白質的各種生物學機能緊密地聯系着它的大分子結構,也就是與蛋白質顆粒結構的整體相聯系。

近年來,蛋白質分子的大結構正用現代方法——超離心機、電泳裝備、電子顯微鏡、X-射線結構分析等方法——積極地研究着。已經確定[斯維德別爾格(T. Svedberg)],蛋白質具有一定的分子量並以此顯著地區別於其他大分子的化合物。除此以外,在溶液內蛋白質大多成球形,就是說它們的大分子呈緊密的球形或橢圓形,直徑有數十毫微米(圖 2)。這一事實怎樣能與蛋白質分子內存在着長達數

百毫微米的肽鏈這一點相一致呢？這是很明顯的，在球形的大分子內多肽鏈應當彎曲起來，以便形成緊密的球形。

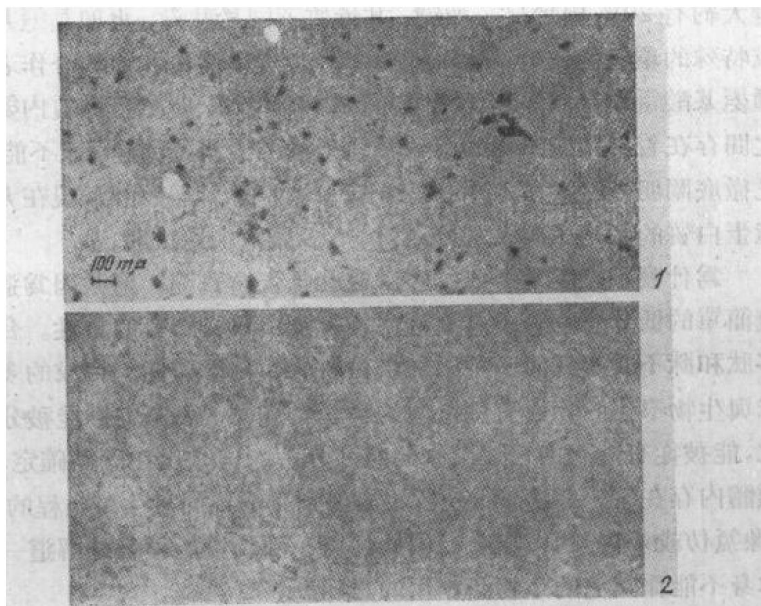


圖 2 用電子顯微鏡拍出的蛋白質大分子的照片

1. 血藍蛋白(球形直徑約 29 毫微米)； 2. 麻仁蛋白(球形直徑約 11 毫微米)。

關於蛋白質大結構的新概念。根據關於分子的吸引力(сила сцепления)和排斥力(отталкивание)的現代概念，可能建立與實驗相一致的關於蛋白質大分子的概念[塔耳姆德(Д. Л. Талмуд)和布烈斯列爾(С. Е. Бреслер), 1944]。爲了這種直線形的大分子(如蛋白質)能夠形成緊密的球形，多肽鏈必需縮成螺旋形。怎樣使多肽鏈接受這樣的結構呢？

我們上面已經提到，蛋白質的大分子是由具有“纓子”側基的多肽鏈組成的。這種側基屬於各種氨基酸基團，它們的性質是極不相同的，可以分成三類。

第一類的側基有碳氫化合物的性質，就是說不含任何活性基團。這一類與水的結合力很低，它妨礙蛋白質溶解於水。這些基團通常

叫做疏水基團，它們的數量常常達到側基總數的一半。

含有羧基(COOH)和氨基(NH_2)的側基應該屬於第二類，它們在水溶液內電離，也就是羧基帶有負電，而氨基帶正電。這些基團與水有巨大的結合力——它們是親水的，促使蛋白質溶解。

最後，含有羥基(OH)的側基組成第三類，它們佔據第一類和第二類之間的中間地位。大分子的疏水基團佔據分子的體積的三分之一以上；自然，它們力求縮在一起，在水中形成小滴，如同脂肪或碳氫化合物的小滴一樣。這個趨向的原因是在於碳氫化合物的基團與水的結合力很小，而彼此之間的結合力較大。因此大分子的“脊椎”——它的多肽鏈——應當捲成螺旋形，這樣一來使得疏水基團大部處在螺旋的內部，而親水基團則在外部。當疏水基團能真正形成具有最小表面積的小滴時，像煤油滴在水中一樣，則球形的外表面將被電離了的基團蓋住，這種電離了的基團具有與水結合的性質。蛋白質分子的這種大結構與它的易溶性相符合。

為什麼蛋白質的大分子不完全是球形（如超離心機的研究所指出），而通常是有些伸長的呢？問題在於蛋白質的球形表面是帶電的。雖然在它裏面由於 COOH 基和 NH_2 基的存在而有兩性的電荷，但這些基團的數量是不相等的。因此整個蛋白質是帶電的，可以在電泳器內測定，由於同性電荷相斥的結果，球形伸長了。

我們在實驗中發現的蛋白質顆粒的形狀，是由於力求聚集蛋白質成圓滴的吸引力和力求伸直它成鏈形的排斥力之間折衷調和的結果而獲得的。自然，蛋白質的大分子非常不穩定（活動的），對外界環境成分中一切可能的變化有極靈敏的反應。假使在電離了的基團之間加入電力，那麼排斥力減小，蛋白質的形狀就將接近於球形。假如相反地，排斥力增加，那麼蛋白質就伸長了。如此可以解釋蛋白質在有各式各樣的物質存在時所表現的性質的許多事實。從這個觀點看來也可以得到本質上正確的概念，來說明在所謂蛋白質的變性和在它結晶時，蛋白質顆粒的大分子內所發生的較大變化。

假使將蛋白質溶液加熱，那麼我們在上面說過的已被充分調整

好的大結構就發生變化。不規則的熱力運動擾亂了內部的排列，破壞了蛋白質結構的方式，這種方式是由分子的吸引力和排斥力所建立的。結果得到不規則的畸形結構，其中疏水基團並不好好地隱藏在大分子內部，變形的結果喪失了球形。在這種變性的情況下蛋白質的溶解度變小。在一定溫度範圍內變性是可逆的——當溶液冷卻時，我們重新得到原來的規則的球形顆粒。然而當強熱時，例如在溶液沸騰時就產生不可逆的蛋白質變性。此時它通常變成完全不溶解了。煮硬的雞蛋是這一類變性的最日常的例子。變性過程不僅只是在溫度的作用下發生，而且受其他許多因素的影響。在生物學中和工業上變性過程是很重要的。

晶體內蛋白質的大結構。還應該講講關於晶體內蛋白質的大結構，此種結構是從 X-射線結構分析上知道的。很明顯的，它也和球形不同。多肽鏈在晶體內排列成極特殊的形式。它捲成很峻峭的螺旋形，它的內部不可能容納任何基團，並且除此以外，這樣峻峭的螺旋排列在晶體內成平面的鋸齒層。我們可以想像電爐上的螺旋的排列來譬喻類似的多肽鏈的結構。

在蛋白質的晶體內，像實驗所指出的，第三類叫做氫鍵的結合力有極大的意義。這些氫鍵性質上是靜電態的，產生在蛋白質鏈的肽基 —CO—NH— 之間。在晶體的結構中側基 $R_1, R_2, \dots, R_n$ 之間的吸引力只有次要的作用。蛋白質的所有一對對的 —CONH— 基之間的巨大吸引力使得它不易於變形，像在溶液內所呈現出的那樣。當蛋白質的大分子進入溶液內時，必然地使得蛋白質肽基之間大多數的氫鍵分解，因為肽基之間的氫鍵為 —CONH— 基與溶劑（水）之間新產生的氫鍵所代替。此時蛋白質的大結構變更了——在蛋白質側基之間的吸引力的影響下蛋白質變成球形，這種球形上面已經講過了。

蛋白質大結構的實驗研究是困難的課題。在這裏有許多地方還須要闡明和證實；許多理論必須逐步改進，但是這裏可以看到新的資料的發展和迅速的累積。

[何開玲譯自“蘇聯自然雜誌”，1952年，第8期]

關於蛋白質結構的現代概念

B. M. 奧列霍維奇

I

大家公認蛋白質是一切生物最重要的基礎，因而引起各門專業的學者對蛋白質問題的重視。最近 10—15 年中在這個問題的解決上已有了頗大的進展。現在，我們國內和國外很多實驗室正順利地研究着蛋白質的結構、代謝、性質及其生物學作用的許多問題。

同位素指示劑法、色層分析法、電泳法、超離心法、氨基酸的定量測定法、紅外線和紫外線的分光譜、X-光譜、電子顯微鏡以及其他等等方法的創造與改良，使許多過去不能解決的蛋白質的化學問題和生物化學問題得到了解答。到目前為止所積累的關於蛋白質的事實，已可能組成關於蛋白質結構和性質的頗為明確的概念。

在一百多年以前荷蘭化學家姆耳傑爾 (Mulder) 最初試圖構成關於蛋白質化學性質的概念，他在 1838 年發表了所謂 *протеин* 學說。根據這一概念，認為所有動物和植物的基礎物質是一種單一的化學物質——*протеин*，姆耳傑爾給它一個實驗式 $C_{40}H_{30}N_5O_{12}$ 。自然界中所有各色各樣的蛋白質，姆耳傑爾以下列方法解釋：每一種蛋白質由不同數量的 *протеин* 分子加上若干分子的硫及磷（對於各種蛋白質數目是不同的）成為混合物狀態組成。這一主張在發表後的第一年中得到上一世紀化學界一致的擁護，但在 1846 年受到俄羅斯學者 Н. Э. 略斯科夫斯基 (Ляковский) 嚴格的批評，他寫道：

“新學說的公式已經為某些化學家接受，用來標誌蛋白質類物質或其分解產物的合理組成；一般說來，雖然姆耳傑爾為解決關於蛋白質類物質的化學結構的爭論問題而完成的新工作是廣泛的；雖然這

一化學家具有信心，依靠所說的工作捍衛自己的主張，認為以前的實驗結果可作為 *протеин* 新概念的良好確證，認為 *протеин* 仍舊存在於科學上，認為它沒有分解產物，在某種意義上可作為組成蛋白質及其他等等的有機基團，好像醋酸是組成醋酸酯的有機基團一樣；最後，雖然別爾采利烏斯 (Берцелиус) 給予姆耳傑爾以支持；但一般說來，我們可以重複地說，*протеин* 學說的統治差不多已經受到致命的打擊。從最近的化學文獻中很容易證明這一點。”¹⁾

略斯科夫斯基當時是在國外，在李比希 (Liebig) 實驗室內工作，從事檢查姆耳傑爾的實驗材料，首先他發現不可能得到如姆耳傑爾所說的 *протеин* 的均一的化學組成。略斯科夫斯基及其他研究者所研究的所有的蛋白質有各種的元素成分，其中特別重要的是略斯科夫斯基發現硫是蛋白質分子的組成部分。這一最大的發現是創立蛋白質的現代概念中第一個重要的步驟，它揭露了姆耳傑爾的錯誤，以新的方式照耀了全部蛋白質化學問題。

其他俄羅斯學者——П. А. 依爾揚科夫 (Ильенков) 和 А. И. 霍德涅夫 (Ходнев) 積極地支持略斯科夫斯基的發現。依爾揚科夫在他科學活動的第一年就非常注意酪蛋白的製備化學及研究這類蛋白質的元素成分。依爾揚科夫這樣記載着自己的實驗：“我拿普通市售的乳渣，用熱水洗之，不加熱溶解在碳酸鈉內，溶液放置一晝夜：在溶液表面聚集了一層濃的脂肪，很容易拿去；以後倒入稍許過量的硫酸，我得到酪蛋白的沉澱；我以榨乾法把它和液體分離，以水洗滌一次，再一次溶解在碳酸鈉中，重新放置，重新以硫酸沉澱，最後以水洗過，假使它仍含有脂肪的話，再用酒精及醚洗去少量留下的脂肪，依照這一方法很容易製備大量的純酪蛋白。

以後的分析給我們保證了事實上這是純粹的酪蛋白，至少到現在為止我們在這一方面所知道的是如此。”²⁾

- 1) “姆耳傑爾學說的蛋白質公式，醫學博士尼古拉·略斯科夫斯基獲得物理學和化學博士學位的論文”，1862年，第67頁。
- 2) “論製備乾酪的化學過程，哲學研究生巴甫洛夫·依爾揚科夫獲得技術學碩士學位而寫的論文”，1847年，第28頁。

上述資料使依爾揚科夫相信略斯科夫斯基是正確的。哈爾科夫大學霍德涅夫教授特別積極地擁護略斯科夫斯基的發現。他在1847年出版的第一本俄羅斯生物化學教本上堅決地反對姆耳傑爾錯誤理論，熱烈地支持略斯科夫斯基所發展的關於蛋白質的新概念。姆耳傑爾受到意外的打擊，這打擊來自“一個俄國的年青學者 Г. 略斯科夫斯基這一方面，他指出：不只是姆耳傑爾所得的 *протеин* 的分子式和它的化合物不正確，而且 *протеин* 本身是什麼東西也是成問題的。

這裏講到的一切，我們將力求以較詳細的說明來證明關於蛋白質的學說。

這些物質，由於它們在動植物有機體內所起作用的重要性，以及它們在有機界的普遍分佈，無疑的，在植物和動物體內所有的有機化合物中間，它們在生理學方面佔據着首要地位。它們存在於植物有機體的各個部分：在根內、莖內、葉內、花內、果實和汁液內；在動物體內則形成血液、肌肉，形成許多其他液體及固體部分的主要成分，從最初的胚胎開始到衰老為止。有時是可溶性的，有時是不溶解的；在前一種情況下，與植物和動物的體液在一起，從一個地方轉移到另一個地方，在有機體需要它們的地方聚積起來。在第二種情況下則進入固體組成部分中：骨骼、肌肉、各種膜等，再根據需要的程度而溶解；普通兩者一起供作在動物體內完成的許多化學變化的材料。”¹⁾

隨着俄羅斯學者之後，外國最大學者，包括李比希、別爾采利烏斯等人相繼擁護略斯科夫斯基的學說。在一極短時期內姆耳傑爾的 *протеин* 學說已被徹底揭穿，而俄羅斯學者所發展的關於自然界中蛋白質的多種多樣性的概念獲得了勝利。雖然姆耳傑爾的老概念不時企圖復活，但總是遭到破產，因為所有越來越新的事實使 *протеин* 學說的擁護者不得不放下武器。假使不考慮 С. С. 彼羅夫(Перов)的話，在這一世紀中就幾乎不再有這樣的企圖了，因為單一的蛋白質的

1) “А. 霍德涅夫副官在哈爾科夫大學講授的生理化學課本”，第一卷，哈爾科夫，1847年，第233頁。