

生物化学

(初 稿)

复 旦 大 学 出 版

1 9 5 9

普通生化目录

第一章	緒論	1—6
第二章	蛋白質及核酸的化学	7—47
第三章	酶	48—79
第四章	激素	80—98
第五章	維他命和抗代謝物	99—136
第六章	新陳代謝總論	137—143
第七章	醣的代謝	144—198
第八章	脂質类的代謝	194—205
第九章	蛋白質的代謝	206—240
第十章	核酸的代謝	241—259
第十一章	无机盐的代謝	260—264
第十二章	組織的化学成份	265—268
第十三章	比較生化	269—286
附 录		

第一章 緒 論

生物化学是一門研究生命現象本質的科学。

恩格斯曾經說過：生命是蛋白質存在形式，这种存在形式实际上就是在于把这些蛋白質的化學的結構要素作經常的自我更新（恩格斯著反杜林論 1958）。既然蛋白質是生命的存在形式，而蛋白質是一種複雜的有機化合物，這說明了生物化学必然是在有机化学的基础上发展起来的一門科学。但是生物化学并不是有机化学，一切生物体中必然含有蛋白質这一成分，但是蛋白質并不等于生命，我們無論如何不能把試管里的蛋白質称为生命。因此正如恩格斯所說的蛋白質在生命中是以經常自我更新的形式存在的，也就是說經常地进行新陈代谢，由此可見仅仅是分析生物体中的物質，即使把最複雜的蛋白質分析出来也不能算是生物化学的全部或主要内容。生物化学实在是包括着两个方面：构成生物体的化学物质以及它們的代謝过程。因此有人把生物化学分为敘述的生物化学（或称靜态生物化学）和动态生物化学，这样的划分并不意味着生物化学发展史的两个阶段，而是同一种科学的两个必要的相互緊密联系的部分；要善于运用定性和定量的方法来測定生物体内的物質才能研究这些物質的代謝过程，才能了解这些代謝过程，才能使我們掌握生命的規律，这样才有可能改造自然，因此生物化学也和其他自然科学一样有一个共同的目的，就是要征服自然，为人类謀福利。

生物化学是研究各种生物体内化学变化的科学。各种生物有它們的共同性，也有它們的特殊性，生物化学既研究生命的基本的

现象，也研究某一特殊生物中的某一特殊问题。例如一切生物都含有蛋白质，因此蛋白质的代谢问题是一切生物的共同的和基本的问题。一切生物也都必须有能量的供给才能进行活动，因此能量的代谢和呼吸作用中的化学变化，也是最基本的问题之一。其他如酶、维生素等都是共同的问题。某些代谢为动物或植物所特有，例如光合作用，只有植物才有；神经活动中的化学变化，则只有动物才有，因此也有人把生物化学按其对象来分为动物生化和植物生化等。近年来关于微生物的生物化学方面的研究工作大大开展，因此也有人把这个领域称为微生物生化。

从上面的简单的叙述中我们可以看到生物化学对社会主义建设是起着一定的作用。

先从农业方面来看，农产品必须经过分析才能了解它们的营养价值，或其他经济价值，例如我们应该根据祖国丰富的农作物种类中的各种维生素含量以及其他营养价值，以便指导公共食堂的合理经营。例如我们要调查动植物资源，要分析清楚每一种动植物的特殊产物，才能有效地指导加工利用，例如我们应该了解有多少种植物可以产生橡胶，从什么植物可以提取某种生物碱等等。动植物的育种也必须依赖生物化学方法来测定所有成的品种是否合于要求。

其次农产品的储藏和加工也有赖于生物化学的研究，这在当前生产大跃进高潮中是有着深远的意义的，例如我们要防止蔬菜块茎在储藏时发芽，便要研究发芽的生化过程，以便加以控制而提高农产品的质量。

不只是农产品的加工中的质量可以依靠生物化学的研究而提高，而且农产品本身的质量的提高也有赖于生物化学的研究。我们应该总结农业丰产的经验，从而提高理论，并且研究生物体内糖类、脂肪、蛋白质、维生素、抗生素等合成的规律，以便更有效地控

制这些产物的质与量。这方面最突出的例子要算是青霉素的生產,由于初步認識了青霉素的化学本质及青霉菌产生青霉素的一些生化过程,通过培养成分的改变,我們能控制青霉素的质,并且提高青霉素的产量。对于一般农作物产物的质量还不能如此有效地控制,但是没有理由說生物化学工作者不可能为农业生产作出那样的贡献。

对于光合作用本质的充分了解,甚至于可以使我們完全以人工方法将二氧化碳与水藉太阳能来制造食物,这是共产主义生物化学工作者应有的理想。

生物化学不仅可以服务于农业和工业,而且也可以服务于医学。体内病理的状态,往往是由于組織的化学成分或功能的改变,因此病理上的不少問題,往往可以从生物化学的观点来接近,例如有些細菌性的疾病是由于細菌产生的毒素所致,又如如在治疗与預防上的免疫反应也是一个生物化学的問題。在帮助診斷上生物化学也起着不小的作用,例如糖尿病、腎脏病、黃胆病等的診斷。近年来在癌的早期診斷上,生物化学家也作过不少努力,例如苏联发现癌病早期与血的凝固有关。

生物化学虽然在工农医各方面都有密切的关系,但是它发展成一門独立的科学,还是近五十年来事,在五十多年前生物化学中一部分内容包括在有机化学中,另一部分内容則包括在生理学中。

在古代由于人类物质生活的需要,我們的祖先在生产、飲食、医疗各方面累积了丰富的經驗和知識,例如我国的劳动人民早在公元前22世紀(夏禹)的时候就能酿酒,在公元前12世紀(周期)时已經知道制醬,而酒和醬的制造在今天看来就是酶学的应用問題。又例如公元前4世紀庄子已記載癭病,即甲状腺肿,公元4世紀葛洪已知用含碘丰富的海藻治疗癭病。公元7世紀唐朝孙思邈即有

脚气病的詳細記載，知道這是一種食米區的病，當時所用以治脚气病的藥如防風、車前子、桑葉、杏仁及大豆芽，經近代分析已知其中的有效成分為維他命 B_1 。可見我們的祖先在生物化學方面早有驚人的成就。但是由於近百年來帝國主義者的侵略，清朝和國民黨反動派對科學的摧殘，自然科學便不得發展，在這段時間內歐洲的自然科學則有極大的發展，趕上而且超過了我們的成就，而且使生產實踐中的知識逐漸發展成為一門獨立的生物化學科學。但是我們可以相信生產力已經得到充分解放的中國，在共產黨的領導下，自然科學又將在短期內趕上而且超過世界水平，保持中華民族傳統的光榮。現在先把近百年來生物化學如何在蘇聯及歐美國家中發展成為獨立的科學的簡史作一扼要的說明。

生物化學這門科學當然是通過廣大的勞動人民的生產實踐加上無數科學工作者的辛勤勞動建立發展起來的，而不是少數天才所創造的；但是為了說明方便起見我們將用一些代表性的工作來說明這一科學的發展，當然這裡只能舉出一些最為突出的例子，最能看出發展趨向的例子。

前面講過我國勞動人民在公元前 22 世紀已經知道釀酒，可是還不知道其中的化學變化。

Кирхгоф (1764—1833) 認識了發芽的大麥能使澱粉變為麥芽糖，麥芽糖則又能變為葡萄糖。

Pasteur (1822—1895) 發現葡萄糖發酵後產生酒精，而且證明這是由於酵母菌所起的作用。

1871 Манассеина 將酵母菌磨碎後發現仍有發酵作用，這發現在 1897 又為 Büchner 所証實。這些實驗是離體的生化變化的研究的開始，離體的試驗便於對於生命現象進行分析的研究，就象發酵這樣一個現象到目前已經了解是通過一二十步化學變化而進行的，而且每一步化學變化都藉一種酶催化而成的。離體試驗在生

物化学研究中有其重要的意义,也有其一定的局限性,这就要依賴辯証唯物主义的思想方法作为指导,方能得出正确的結論。

1926 Summer 得到脲酶的結晶,对于酶和蛋白質的研究起了-一定的推动作用。蛋白質在生物体内的主要作用(即使不是唯一的作用)是它的催化作用,生物体内的一切生物化学变化也几乎全部有酶参加在内,例如醱酵、呼吸、光合作用、血的凝固、神經活动的傳导等等全都如此,因此酶的研究是近代生物化学研究的中心問題之一。而对于酶本質的認識的經過也多少可以說明生物化学的发展情况。

1935 Schoenheimer 和 Rittenberg 开始系統地应用示踪元素研究代謝作用,为今天广泛应用示踪元素在生物化学研究上开辟了寬广的道路,在医药和农叶上应用示踪元素,苏联的科学家們尤其作出了許多卓越的貢獻,而生物化学的重要問題的研究上今天也几乎沒有不用到示踪元素的了。

1944 Avery, McCleod 和 McCarty 等人发现細菌的特性可以通过核酸而傳遞,这个工作的重要性可以与 Summer 的工作相提并論。蛋白質和核酸是生物体内的两种普遍存在的重要的大分子化合物,而代謝作用和遺傳現象可以說是生命的两大基本特征,1900 年以前世界聞名的大化学家 Willstätter 及其学派始終認為酶并不是蛋白質,Summer 的工作証明了在代謝作用中扮演主角的酶是蛋白質,而 Avery 的工作則証明了在遺傳現象中扮演主角的是核酸。

1945—1953 Sanger 系統地进行了蛋白質分子內氨基酸排列的研究,終於确定了胰島素分子的結構,使得可以更为精确地分析分子結構与功能的关系。

从以上少数例子中可看到生物化学中进展的情形,并且也可以約略看到生物化学怎样成为今天这样一門动态的、精密的科学。

生物化学中最为重要的物质是蛋白质和核酸。蛋白质结构在十多年前只能画出一个轮廓,例如知道其中含有氨基酸,氨基酸是由肽键连接起来的,此外还有二硫键,氢键等,形状是球状的或是纤维状的,是伸展的或是折叠的或是螺旋形的等等,今天已能更精确地写出一些蛋白质的分子式了。

核酸的结构虽然还没有象蛋白质那样分析得清楚,不过在1953年 Watson 和 Crick 所提出的创造性的结构理论使我们也已经能够画出核酸结构的轮廓,可以预料在不久的将来核酸的分子式也有可能写出来。

可以看到生物化学的发展和对于大分子的了解有关,因此它非但需要古典的化学分析方法,而且还需要大分子的特有的分析法,在这方面有 1923 Tiselius 发明的电泳装置,1925 Svedberg 发明的超离心机,这些技术的发明大大地推动了生物化学的研究。此外如色层分离方法本身虽然多用在小分子的研究上,但是由于它的简便快捷而且可以区别结构近似的物质,因此对于鉴定大分子降解物,也即对于蛋白质分子的化学结构上起很大的作用,对于其他方面的生物化学研究上也有莫大的帮助。色层分离的类型很多,其中要以 1944 Martin 等人发明的纸层析法应用最为普遍。

另一方面从近年来生物科学的发展可以看到形态结构的研究逐渐由可见的,以及显微的结构趋向超显微的结构,在这些超显微的结构上可以说形态学和生理学或生物化学合而为一了。近年来的各方面的研究都说明生物体内一种物质必定在一定的超显微结构状态才发生一定的作用,因此超显微结构也未始不可以说是生物化学的一部分。也可以这样说:在化学方面研究工作由小分子而大分子,在结构方面则由显微结构而超显微结构,事实上生物化学近年来进展很快的一个部门也就在这边缘上,电子显微镜这一技术的发明对于生物化学以及其他有关学科起着很大的推动作用。

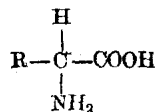
第二章 蛋白质及核酸的化学

蛋白质和核酸可以说是组成细胞的最重要最基本的物质，在原生质内，除了水以外，蛋白质是含量最多的一种物质了。蛋白质的生理功能是多样化的，例如代谢作用中必不可少的催化剂——酶——便是蛋白质；动物体内起着传递氧气作用的呼吸色素是一种复合蛋白质，进行动物肌肉的收缩也是由于蛋白质分子改变所造成。

核酸存在于细胞核和细胞质内，与生物的繁殖有密切的关系，近年来由于遗传学与生物化学的相互推动，核酸已经被认为是遗传信息的携带者。自然界中最低等的生物如病毒主要是由蛋白质及核酸组成，它们可以完全不含脂肪或糖。从化学的观点来看，这二种物质都是大分子，它们在物理化学性质上有不少相似之处，在生物学意义上，它们二者之间也有密切的联系，特别是在它们的生物合成过程上，它们之间有相互依赖的关系。关于蛋白质和核酸的结构和代谢可以说是近年来生物化学的重点。

一、氨基酸的种类及一般性质

如果将蛋白质用酸来进行水解作用，可以得到许多氨基酸，这些氨基酸都有一个共同之点，就是它们都是 α -氨基酸，具有如下的结构：



氨基 ($-\text{NH}_2$) 是位在从羧基 ($-\text{COOH}$) 数过来第一个碳原子上 (即称为 α -碳原子), 因此这个 α -碳原子就是一个不对称碳原子了, 这四个基团—— R , H , NH_2 , COOH ——如果排列不同, 我们就可以得到二个称为 L-型和 D-型的异构体, 这两个异构体的化学性质都是相同的, 但在旋光仪中观察, 则发现它们旋光的方向是恰恰相反, 一个向左, 另一个向右, 偏歪的角度是相等的, 但是我们并不能把每一个向右的氨基酸都称为 D-型, 每一个向左的氨基酸都称为 L-型; 因为如果在 R 基团里还有一个不对称碳原子, 那么最后它所表现出的向左或向右的角度是由这分子里二个不对称分子共同决定的; 所谓 L 和 D 只是指 α -碳的构型, L 和 D 是依据一个标准的物质决定的, 这个标准便是 L-丝氨酸^① 或 L-甘油醛, 在这个分子里, 只具有一个不对称碳原子, 因此从构型来讲 (即是从四个基团的排列次序来讲) 只有二个不同的型式, 从旋光的方向来讲也只有二个异构体, 因此在这个化合物里我们可以人为地规定 L-型是向左的, D-型是向右的; 也可以相反的规定 L-型是右旋的 D-型是左旋的。任何一个氨基酸改变到丝氨酸的结构时, 它的旋光方向是向右的话, 那么我们就称那个原来的氨基酸为 L-型, 不管这个原来的氨基酸本身在旋光仪中表现是左旋还是右旋的, 习惯上我们用 L 和 D 表示氨基酸的构型, 用 (+) 和 (-) 表示它们实际的旋光方向, 我们切不可把构型和旋光方向混淆起来, 谁也不能从构型来推测旋光方向。氨基酸的构型是一个很重要的概念, D-和 L-型氨基酸虽然在化学结构上的差异不大, 但是它们的生理功能非但不相同, 而且在某些情形下它们是互相抵触的。例如有人

① Biochemical Society Symposia No. 1 1948 (The relation of optical form to Biological activity in the Amino-acid series. p. 90 Nomenclature of amino acids).

用一种乳酸菌 (*Lactobacillus arabinosus*) 做实验发现在培养基中 D-亮氨酸的浓度逐渐增加时乳酸菌的生长被抑制的程度也逐渐

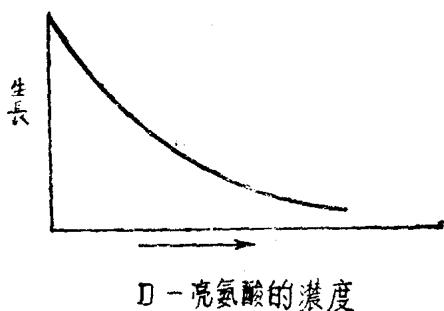


图 1

(Biochemical Society Sympos. № 1, 1948 p. 61)

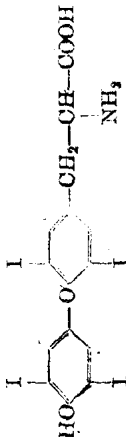
增加。蛋白质中所含的氨基酸几乎没有例外地都是 L-型的,但是也有不少具有抗菌作用的多肽中有 D-氨基酸存在。例如短杆菌肽-S (Gramicidin S) 中的苯丙氨酸是 D-型的,短杆菌肽 D 中的缬氨酸也是 D-型的。旋光的方向程度虽然在理论上并不象构型那么重要,但是它们的实际意义也是很大的,例如我们可以利用旋光度来检定某一氨基酸的纯度。

氨基酸分类的方式很多,按照有机化学上习惯的分类可以分为脂肪族氨基酸,芳香族氨基酸和杂环的氨基酸等三类;也可以根据氨基酸的性质分为中性、酸性、硷性,含硫氨基酸等类。兹将各种氨基酸列表如下:

氨基酸名称	拉丁名	缩写符号	结构式	说明
1 甘氨酸	glycine	gly	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	不含不对称碳原子， 脱脂族，只有一氨基 一羧基
2 L(+) 丙氨酸	Alanine	Ala	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	脂肪族，只含一氨基，一 羧基
3 L(+) 丝氨酸	Serine	Ser	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CHCOOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	同 上
4 L(-) 苏氨酸	Threonine	Thr	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CHCHCOOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	同 上
5 L(+) 缬氨酸	Valine	Val	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}-\text{CHCOOH} \\ \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	同 上
6 L(-) 正亮氨酸	Non-leucine	Nleu	$\begin{array}{c} \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	同 上
7 L(+) 亮氨酸	Leucine	Leu	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	同 上
8 L(+) 异亮氨酸	Isoleucine	Ileu	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	脂肪族，含一氨基，一 羧基

9	L(+) 半胱氨酸	Cysteine	C ₂ SH	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	脂肪族, 含硫氨基酸 含一氨基, 一羧基
10	L(+) 胱氨酸	Cystine	Cys	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \quad \quad \\ \text{S} \quad \text{NH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	脂肪族, 含二氨基, 二羧基
11	L(+) 甲硫氨酸	Methionine	Met	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CHCOOH} \\ \quad \quad \\ \text{S} \quad \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	脂肪族, 含一氨基, 一羧基
12	L(-) 苯丙氨酸	Phenylalanine	Phe	$\begin{array}{c} \text{OH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	芳香族, 含一氨基, 一羧基
13	L(-) 酪氨酸	Tyrosine	Tyr	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	同 上
14	L(-) 组氨酸	Histidine	His	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHCOOH} \\ \quad \quad \\ \text{N} \quad \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{H} \end{array}$	杂环, 含一氨基, 一羧基

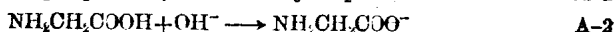
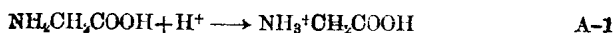
16	L(-) 脯氨酸	Proline	Pro	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \\ \\ \text{H} \end{array} $	杂环, 含一氨基, 一般基
16	L(-) 羟脯氨酸	Hydroxyproline	Hypro	$ \begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \\ \\ \text{H} \end{array} $	同上
17	L(-) 色氨酸	Tryptophane	Try	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{NH} \quad \text{NH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \\ \\ \text{H} \end{array} $	同上
18	L(+) 天门冬氨酸	Aspartic acid	Asp	$ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CHNH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array} $	脂肪族, 含一氨基, 二羧基
19	L(+) 谷氨酸	Glutamic acid	glu	$ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CHNH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array} $	同上

20	L(+) 精氨酸	Arginine	Arg	$\text{NH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)-\text{NH}(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{COOH})-\text{NH}_2$	脂肪族, 碱性氨基酸
21	L(+) 赖氨酸	Lysine	Lys	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	同上
22	瓜氨酸	Citrulline	Cit	$\text{NH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{COOH})-\text{NH}_2$	一般蛋白质中不含此氨基酸
23	鸟氨酸	Ornithine	Orn	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	同上
24	3:5 二碘酪氨酸	3:5 Di-iodo-tyrosine			从甲状腺中分离出来
25	甲状腺素	Thyroxine			从甲状腺中分离出来

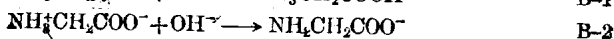
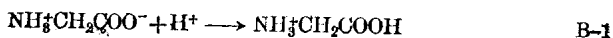
氨基酸的理化性质：

1. 氨基酸是两性离子(zwitter ion)

氨基酸分子内含有硷性的氨基和酸性的羧基，可以和酸或硷起作用，过去长期认为氨基酸在水溶液中是以不带电荷的分子形式存在，当其和酸或硷起作用的时候，起了下列的变化：



如果氨基酸果真是不带电荷的中性分子的话，那么为什么氨基酸的许多性质不与简单的有机酸或胺一样呢？例如氨基酸一般都是固体，而且熔点很高，往往在 200°C 以上仍旧没有熔化，并且往往就分解了，而与它们的分子量相似的胺或有机酸熔点都是很低的，我们知道一般无机盐的熔点都是很高的，在无机盐的结晶中正负二种离子是相间隔地排列着的，由于静电的引力使分子与分子不易分开。从氨基酸具有高的熔点这一点也说明氨基酸分子内是含有正负两种离子的，最有力的证据是从红外线的吸收光谱（雷蒙氏光谱）中得来的，简单地說就是象乙酸丙酸等有机酸在红外线吸收光谱中，显出一条代表羧基的吸收光带，而氨基酸则没有，只有当它们在酸性溶液中，才显出与乙酸丙酸等相同地位的一条吸收光带，因此說氨基酸在水溶液中并不含有 COOH 基。根据这些以及其它很多的事实，目前已经公认为氨基酸是以两性离子状态存在，它们与酸或硷作用时，实际上是起了这样的变化：



把 A-1, A-2, 和 B-1, B-2, 对比一下，可以看出，当氨基酸和酸或硷作用之后的产物是完全一样的，但是氨基酸原先存在的形式却是絕然不同的。从 B-1 B-2 中可以看到加入的 H^+ 是阻碍羧基的解离，同样加入的 OH^- 是阻碍氨基的解离，而从 A-1, A-2

看来則与此恰恰相反。究竟那一种解釋正确,可以从氨基酸的蟻醛滴定來說明,下图表示的是甘氨酸在各种不同濃度的甲醛中的滴定曲綫;可以看到在甲醛存在时,用酸来滴定甘氨酸时,曲綫的形状不变,而当用硷来滴定时,曲綫的形状显然与沒有甲醛存在时的曲綫不同。

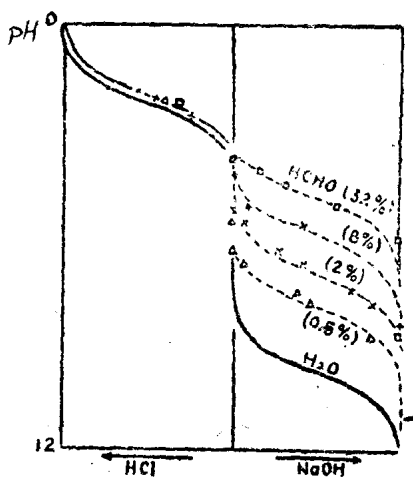


图 2 蟻醛定滴定曲綫
当量濃度

我們已經知道甲醛是与氨基結合的,因此,如果酸滴定时不起变化的話,那么酸所作用的基团就不應該是氨基,相反的,硷对不同濃度的HCHO存在时的滴定曲綫是不同的,所以硷所作用的基团必然是氨基了。因此氨基酸的蟻醛滴定支持了氨基酸是以二性离子形式存在的新概念。

2. 等电点: 氨基酸既含有酸性的羧基与硷性的氨基,故具有二性电解质的性質,因此在不同的pH溶液中,氨基酸所帶正負电荷的情况也各不相同,当正負电荷相等时溶液的pH就称为这个氨基酸的等电点,例如从甘氨酸的滴定曲綫中可以看到它的等电点在pH6左右。