

LỜI NÓI ĐẦU

Hoá sinh nghiên cứu thành phần cấu tạo và các quá trình chuyển hoá các chất trong hệ thống sống.

Hoá sinh không những hiểu được bản chất hoá học của các quá trình sống, mà còn giúp điều khiển các quá trình này theo hướng mong muốn của con người. Đã có rất nhiều thành tựu của hoá sinh được ứng dụng rộng rãi vào đời sống cũng như các ngành công nghệ thực phẩm, chăn nuôi, trồng trọt, dược phẩm,...

Giáo trình Hoá sinh nhằm trang bị những kiến thức cơ sở và hiện đại cho học sinh ở trường trung học chuyên nghiệp và là tài liệu tham khảo cho sinh viên hệ cao đẳng ngành Chế biến bảo quản thực phẩm và các ngành liên quan.

Giáo trình hoá sinh bao gồm 7 chương: Protein, glucit, lipit, enzym, vitamin - chất khoáng, các chất màu và chất thơm, hoá sinh các quá trình sản xuất.

Tôi xin chân thành cảm ơn những ý kiến đóng góp quý báu của các bạn đồng nghiệp trong quá trình biên soạn.

Rất mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của các bạn đồng nghiệp để sửa chữa, bổ sung.

Tác giả

ThS Lê Thị Thuý Hồng

BÀI MỞ ĐẦU

I. Đối tượng, lược sử phát triển hoá sinh

Hoá sinh học là môn khoa học nghiên cứu sự sống ở mức độ phân tử: cấu tạo hoá học của các phân tử sinh chất (Tĩnh hoá sinh), quá trình chuyển hoá các chất trong tế bào và cơ thể sống (Động hoá sinh), cơ sở hoá học của các quá trình hoạt động sống (Hoá sinh chức năng). Đối tượng nghiên cứu của hoá sinh rất rộng gồm thực vật, động vật, vi sinh vật và cả virus.

Hoá sinh sử dụng chủ yếu các phương pháp hoá học, phương pháp hoá lý và cả các phương pháp vật lý hiện đại như phương pháp nhiễu xạ röntgen, phương pháp cộng hưởng từ điện tử, cộng hưởng từ hạt nhân, các phương pháp đồng vị phóng xạ đánh dấu các chất...

Lịch sử hình thành và phát triển của hoá sinh gắn liền với những thành tựu của Hoá hữu cơ, Sinh lý học, Y học và các ngành khoa học khác. Từ cuối thế kỷ XVIII đã bắt đầu có những nghiên cứu về hoá sinh, tuy nhiên mãi đến thế kỷ XIX và đầu thế kỷ XX, hoá sinh mới trở thành một ngành khoa học độc lập.

Lược sử phát triển hoá sinh

- Nửa đầu thế kỷ XIX, sự kiện Vole (Friedrich Wohler, 1828) tổng hợp được urê đã chứng tỏ có thể tổng hợp được chất hữu cơ của cơ thể sống mà không cần “ lực sống”. Đây là công trình mở đầu quan trọng, góp phần đánh đổ quan niệm duy tâm về thế giới sống. Trong thời kỳ này đã có nhiều nghiên cứu về thành phần hoá học của tế bào thực vật, tế bào động vật; đã tách được một số enzym như: amilaza từ hạt lúa mạch nảy mầm, pepsin từ dạ dày, tripsin từ tuyến tụy

- Nửa cuối thế kỷ 19 đã có nhiều dẫn liệu về cấu trúc của các axit amin, saccharit, lipid, bản chất của liên kết peptit; bắt đầu có các nghiên cứu về axit nucleic. Ngoài ra người ta đã bắt đầu chú ý tìm hiểu và giải thích một số quá trình chuyển hoá các chất trong cơ thể sống, đặc biệt là quá trình lên men.

Năm 1897 Buchner (Eduard Buchner) đã thành công trong thí nghiệm lên men vô bào, kết quả này chứng tỏ có sự chuyển hoá các chất hữu cơ không cần đến hoạt động sống của tế bào, lại một lần nữa quan niệm duy tâm về sự sống bị tấn công. Chính công trình của Buchner đã thúc đẩy sự phát triển hoá sinh thành một chuyên ngành độc lập.

- Nửa đầu thế kỷ XX đã đạt được nhiều thành tựu về hoá sinh dinh dưỡng, phát hiện một số bệnh liên quan tới dinh dưỡng không đủ chất. Đã phát hiện được các Vitamin và xác định vai trò của chúng trong cơ thể. Xác định được bản chất hoá học của enzym là protein. Trong giai đoạn này cũng đã xác định được các phản ứng của quá trình lên men và oxi hoá

sinh học

Đến năm 1950, về cơ bản đã xác định được tính chất các chất chủ yếu cấu tạo cơ thể sống và các con đường chuyển hoá chúng trong cơ thể.

Từ sau 1950 đến nay đã đạt được những thành tựu đáng kể trong nghiên cứu cấu trúc phân tử protein, axit nucleic, liên quan giữa cấu trúc và chức năng, xây dựng lý thuyết về các chất xúc tác sinh học, đề ra được cơ chế quá trình tổng hợp protein, axit nucleic và cơ chế điều hoà các quá trình sinh tổng hợp này.

Trong 20 năm gần đây đã tổng hợp được một số protein có hoạt tính sinh học bằng phương pháp hoá học, công nghệ sinh học

Từ 1961 – 1966 đã có hàng loạt công trình nghiên cứu cấu trúc phân tử axit nucleic và vai trò của chúng trong quá trình tổng hợp protein.

Năm 1961 đã đề ra được mô hình điều hoà hoạt động gen.

Từ 1970 đã bắt đầu nghiên cứu tổng hợp gen bằng phương pháp hoá học

II. Hoá sinh ở Việt Nam

Ở nước ta, trong 40 năm qua Hoá sinh cũng đã có được những đóng góp nhất định vào các lĩnh vực y học, nông, lâm, ngư nghiệp, công nghiệp thực phẩm, và cũng có được một số đóng góp cho sự phát triển Hoá sinh của thế giới

Các kết quả nghiên cứu hoá sinh ở nước ta trong thời gian qua tập trung vào một số vấn đề sau:

- Về hoá sinh thực vật, đã có các nghiên cứu điều tra hoá sinh một số cây quan trọng như lúa, đỗ tương, lạc và các loại cây họ đậu khác nhằm nâng cao năng suất, chất lượng dinh dưỡng của hạt, nâng cao hiệu quả sử dụng chúng, và tính chống chịu của chúng

- Về hoá sinh động vật, các nghiên cứu tập trung phục vụ công tác lai tạo giống bò, tìm hiểu cơ chế một số bệnh ở lợn, gà và phương pháp phòng trừ

Các nghiên cứu về enzym nhằm tách, tinh sạch enzym, tạo ra các chế phẩm có độ sạch khác nhau, nghiên cứu tính chất, cấu trúc, liên quan giữa cấu trúc và hoạt tính sinh học của enzym, khả năng ứng dụng enzym trong thực tế. Các enzym được chú ý nhiều nhất và đã được sử dụng ở quy mô thử nghiệm: bromelin (proteinaza của dứa), pepsin, tripsin... Đối với các enzym này đã lựa chọn được nguyên liệu rẻ tiền, quy trình công nghệ đơn giản, chế độ bảo quản, và đã được áp dụng thử trong công nghiệp thực phẩm, công nghiệp nhẹ, y học.

Ngoài ra, đã tiến hành nghiên cứu một số protein có hoạt tính sinh học khác (protein ức chế tripsin và các proteinaza khác...) cũng như các chất có hoạt tính sinh học phân tử thấp được tách từ các nguồn động, thực vật Việt Nam

Những kết quả nghiên cứu về hoá sinh của nước ta đã được công bố ngày càng nhiều ở các tạp chí, các hội nghị trong nước và quốc tế

III. Một số phương pháp nghiên cứu hoá sinh

Ngày nay, hoá sinh phát triển với tốc độ nhanh chóng vượt bậc cũng là nhờ đã tận dụng được các phương pháp nghiên cứu của nhiều ngành khoa học khác nhau. Đó là các phương pháp hoá học, lý học, hoá lý.

1. Phương pháp hóa học

Từ năm 1828 Wohler đã tổng hợp được chất hữu cơ đầu tiên là urê từ các chất vô cơ. Sau đó nhiều chất đã được tổng hợp bằng con đường hoá học: pepsin, hoocmon, vitamin...

Năm 1953, Sanger tìm ra phương pháp xác định trình tự axit amin, nhờ đó ông đã khám phá ra cấu trúc bậc nhất của insulin

Năm 1961, bằng thực nghiệm Nirenberg và Matthaei đã phát hiện ra axit poliuridilic, là mã di truyền của poliphenylalanin từ đó khám phá ra toàn bộ mã di truyền.

2. Phương pháp vật lý

Từ năm 1930 Linus Pauling và Robert Correy đã bắt đầu dùng tia X để phân tích cấu trúc chính xác của axit amin và peptit, đã thu được độ dài của các liên kết và góc đo giữa các liên kết trong mạch peptit, từ đó dự đoán được cấu hình của protein

Năm 1953 Watson và Crick đã dùng nhiễu xạ tia X để nghiên cứu AND và đề ra mô hình xoắn kép của AND. Từ đó biết được cấu trúc bậc ba và bậc bốn của protein.

Nhờ phương pháp dùng đồng vị phóng xạ, người ta đã đi sâu nghiên cứu các quá trình trao đổi chất trong tế bào

Nhờ kính hiển vi điện tử có độ phóng đại 200.000 – 250.000 lần, phát hiện các cấu trúc cỡ 10^{-8} m, con người có thể nhìn thấy và chụp được hình của các bộ phận nhỏ nhất trong tế bào.

3. Phương pháp hoá lý

Nhờ các phương pháp hấp phụ lựa chọn, đã tách được các protein hoặc enzym ra khỏi hỗn hợp, chất thu được có độ tinh sạch cao, như tách riêng tripsin và amilaza ra khỏi tụy tạng.

Ngày nay, các phương pháp điện di, sắc ký đều được sử dụng rộng rãi, nhằm nghiên cứu thành phần và đặc điểm cấu tạo của các chất, cũng như để làm tinh sạch và định lượng chúng

⇒ Hoá sinh là khoa học đòi hỏi sự chính xác cao

CHƯƠNG 1: PROTEIN

1.1. KHÁI NIỆM, VAI TRÒ, GIÁ TRỊ CỦA PROTEIN TRONG ĐỜI SỐNG VÀ TRONG CHẾ BIẾN LƯƠNG THỰC

1.1.1. Khái niệm

Protein là các polime phân tử lớn chủ yếu bao gồm các L- α – axit amin kết hợp với nhau qua liên kết peptit.

1.1.2. Vai trò sinh học của protein

Protein là thành phần không thể thiếu được của tất cả các cơ thể sống, nhưng lại có tính đặc thù cao cho từng loài, từng cá thể của cùng một loài, từng cơ quan, mô của cùng một cá thể. Protein rất đa dạng về cấu trúc và chức năng, là nền tảng về cấu trúc và chức năng của cơ thể sinh vật.

1.1.2.1. Xúc tác

Các protein có chức năng xúc tác các phản ứng gọi là enzym. Hầu hết các phản ứng của cơ thể sống, từ những phản ứng đơn giản nhất như phản ứng hydrat hoá, phản ứng khử nhóm cacboxyl đến những phản ứng phức tạp như sao chép mã di truyền... đều do enzym xúc tác. Enzym làm tăng tốc độ phản ứng lên ít nhất hàng triệu lần. Đến nay đã biết và phân loại được hơn 3500 enzym.

1.1.2.2. Vận tải

Một số protein có vai trò như những 'xe tải' vận chuyển các chất trong cơ thể. Ví dụ: Hemoglobin, mioglobin (ở động vật có xương sống), hemoxiamin (ở động vật không xương sống) kết hợp với oxy rồi tải oxy đến khắp các mô và cơ quan trong cơ thể. Nhờ các chất "tải" O_2 này, mặc dù độ hoà tan trong nước của O_2 thấp, vẫn đảm bảo thoả mãn được nhu cầu oxy của cơ thể.

Hemoglobin vận chuyển O_2 trong máu, mioglobin dự trữ O_2 trong cơ. Ngoài ra, hemoglobin còn chuyên chở CO_2 và H^+ , ion sắt (Fe^{2+}) được vận chuyển trong huyết tương nhờ transferin, còn khi nó được dự trữ trong gan lại do một protein khác thực hiện, đó là ferritin

1.1.2.3. Chuyển động

Protein là thành phần chủ yếu của cơ. Sự co cơ được thực hiện nhờ chuyển động trượt của hai protein dạng sợi : sợi to chứa protein miozin và sợi mảnh chứa các protein actin, troponiozin và troponin. Ở mức độ hiển vi cũng thấy protein tham gia vào các chuyển động.

Ví dụ, sự chuyển động của nhiễm sắc thể trong quá trình phân bào, hoặc sự chuyển động của các tinh trùng bằng roi...

1.1.2.4. Bảo vệ

Các kháng thể trong máu động vật có xương sống là những protein đặc biệt có khả năng nhận biết và 'bắt' những chất lạ xâm nhập vào cơ thể như protein lạ, virut, vi khuẩn hoặc tế bào lạ làm mất tác dụng của chúng. Như vậy protein có tác dụng nhận biết và loại trừ chúng ra khỏi cơ thể. Chẳng hạn, interferon là một protein kháng thể có thể chống sự nhiễm virut ở động vật có xương sống. Một số protein như trombin tham gia trong quá trình đông máu, bảo vệ cơ thể khỏi bị mất máu. Ở một số thực vật có chứa các protein có tác dụng độc đối với động vật, ngay cả ở liều lượng rất thấp chúng có tác dụng bảo vệ thực vật khỏi sự phá hại của động vật.

1.1.2.5. Truyền xung thần kinh

Một số protein có vai trò trung gian trong phản ứng trả lời của tế bào thần kinh đối với các kích thích đặc hiệu.

Ví dụ, rodopsin là protein cảm nhận ánh sáng có ở tế bào võng mạc mắt, nó được tổng hợp khi điều kiện ánh sáng yếu. Hoặc khi có mặt axetylcholin, lập tức tế bào sẽ tổng hợp protein tiếp nhận để truyền xung thần kinh ở xinap (điểm nối giữa các tế bào thần kinh).

1.1.2.6. Điều hoà

Một số protein có chức năng điều hoà quá trình truyền thông tin di truyền, điều hoà quá trình trao đổi chất.

Ở vi khuẩn, sự điều hoà quá trình biểu hiện gen nhờ protein repressor có thể làm ngừng quá trình sinh tổng hợp enzym của các gen tương ứng. Ở cơ thể đa bào, sự điều hoà là do sự phối hợp của các hormone. Nhiều hormone, chẳng hạn như insulin có vai trò điều hoà lượng đường trong máu; hormone tiroit của tuyến giáp điều hoà sự lớn của cơ thể, đều là những protein hoặc polipeptit.

1.1.2.7. Kiến tạo chống đỡ cơ học

Các protein này thường có dạng sợi như: sclerotin trong lớp vỏ ngoài của côn trùng; fibroin của tơ tằm, tơ nhện; collagen, elastin của mô liên kết, mô xương. Collagen bảo đảm độ bền và tính mềm dẻo của mô liên kết.

1.1.2.8. Dự trữ dinh dưỡng

Protein còn là chất dinh dưỡng quan trọng cung cấp các axit amin cho phôi phát triển.

Ví dụ : Ovalbumin trong lòng trắng trứng, gliadin trong hạt lúa mì, zein của ngô, casein của sữa, feritin (protein dự trữ sắt) trong lá.

1.1.3. Giá trị dinh dưỡng của protein

Protein là hợp phần chủ yếu, quyết định toàn bộ các đặc trưng của khẩu phần thức ăn. Protein cung cấp năng lượng cho cơ thể, 1 g protein cung cấp 4,1 kcal.

Khi thiếu protein trong chế độ ăn hàng ngày sẽ dẫn đến nhiều biểu hiện xấu cho sức khoẻ như suy dinh dưỡng, sút cân mau, chậm lớn (đối với trẻ em), giảm khả năng miễn dịch, khả năng chống đỡ của cơ thể đối với một số bệnh.

Xem phụ lục I, tiêu chuẩn ăn về nhiệt lượng, protein, lipit, glucit / ngày / người.

Thiếu protein sẽ gây ảnh hưởng xấu đến hoạt động bình thường của nhiều cơ quan chức năng như gan, tuyến nội tiết và hệ thần kinh.

Thiếu protein cũng sẽ làm thay đổi thành phần hoá học và cấu tạo hình thái của xương (lượng canxi giảm, lượng magiê tăng cao).

Do vậy mức protein cao chất lượng tốt (protein chứa đủ các axit amin không thay thế) là cần thiết cho mọi thức ăn trong lứa tuổi.

Hàm lượng protein trong các cơ thể sống tương đối khác nhau, chủ yếu từ hai nguồn: protein động vật và protein thực vật.

Nguồn protein động vật phổ biến là các loại thịt gia súc gia cầm, cá, tôm, trứng, sữa. Các loại động vật khác như cua, cáy, tép, các động vật thân mềm cũng là nguồn protein đáng được lưu ý khai thác. Ngày nay người ta còn chú ý khai thác các nguồn protein động vật chưa được tận dụng hợp lý như các phế thải lò mổ, đặc biệt là tiết và xương.

Nguồn protein thực vật quan trọng là hạt các loại đậu, đặc biệt là đậu tương. Các loại bèo dậu, tảo, nấm cũng là những nguồn protein quý giá đang được chú ý khai thác.

Bảng 1-1. Hàm lượng protein trong một số nguyên liệu thực vật

Tên thực phẩm	Protein (%)	Tên thực phẩm	Protein (%)
Gạo trắng	6,7	Đậu nành	34,3
Gạo đỏ	7,1	Đậu trắng	21,4
Ngô	7,0	Đậu xanh	23,8
Ngô ngọt	3,7	Đậu tương	34 – 40
Lúa	7 – 8	Đậu Hà Lan	6,5
Bột mì hạng 1	11,0	Lạc nhân	25,7

Lúa mì trắng	11,1	Vừng	23,2
Lúa mì đen	7,9	Hướng dương	24,1
Lúa mạch	6,9	Hạt dẻ	14,4
Kê proso	7,6	Cùi dừa	5,6
Kê sorgo	7,4	Rau các loại	1-3
Đậu đỏ	25,4	Quả các loại	0,4-1

1.1.4. Vai trò của protein trong công nghệ thực phẩm

Ngoài giá trị sinh học và dinh dưỡng trong công nghệ sản xuất lương thực, protein cũng có vai trò rất quan trọng.

Protein là chất có khả năng tạo cấu trúc, tạo hình khối, tạo trạng thái cho các sản phẩm lương thực. Nhờ khả năng này mới có quy trình công nghệ sản xuất ra các sản phẩm tương ứng từ các nguyên liệu giàu protein.

Ví dụ: Protein trong bột mì có tính dai, dẻo, kéo thành sợi nên ứng dụng trong sản xuất mì sợi, mì tôm,...

Ví dụ: Các axit amin (sản phẩm thủy phân của protein) tác dụng với đường có tính khử khi gia nhiệt tạo thành melanoidin, là chất có màu vàng nâu và có hương thơm đặc trưng tạo hương và màu sắc cho một số các sản phẩm như bánh mì, bánh bích quy,...

Các protein còn có khả năng cố định mùi tức là khả năng giữ hương được lâu bền cho các sản phẩm chế biến lương thực.

1.2. CẤU TẠO PHÂN TỬ PROTEIN

1.2.1. Thành phần nguyên tố của protein

Tất cả các protein đều chứa các nguyên tố C, H, O, N. Một số còn chứa một lượng nhỏ S.

Tỷ lệ % khối lượng của các nguyên tố như sau:

C	50 - 55 %	H	6,5 – 7,3 %	O	21 – 24 %
N	15 – 18 %	S	0 – 0,24 %		

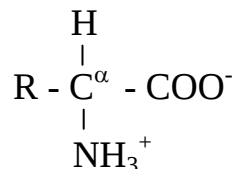
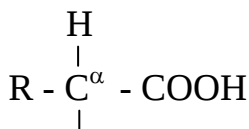
Ngoài ra một số protein còn chứa một lượng rất nhỏ các nguyên tố khác như: P, Fe, Zn, Cu, Mn, Ca...

1.2.2. Đơn vị cấu tạo cơ sở của protein

Protein được cấu tạo từ bởi các axit amin, khi thủy phân hoàn toàn phân tử protein sẽ thu được các axit amin, chủ yếu là L - α - axit amin.

Axit amin là những hợp chất hữu cơ mạch thẳng hoặc mạch vòng trong phân tử có chứa ít nhất 1 nhóm amin ($-NH_2$), và một nhóm cacboxyl ($-COOH$).

Công thức cấu tạo tổng quát của axitamin :



Dạng không ion hoá

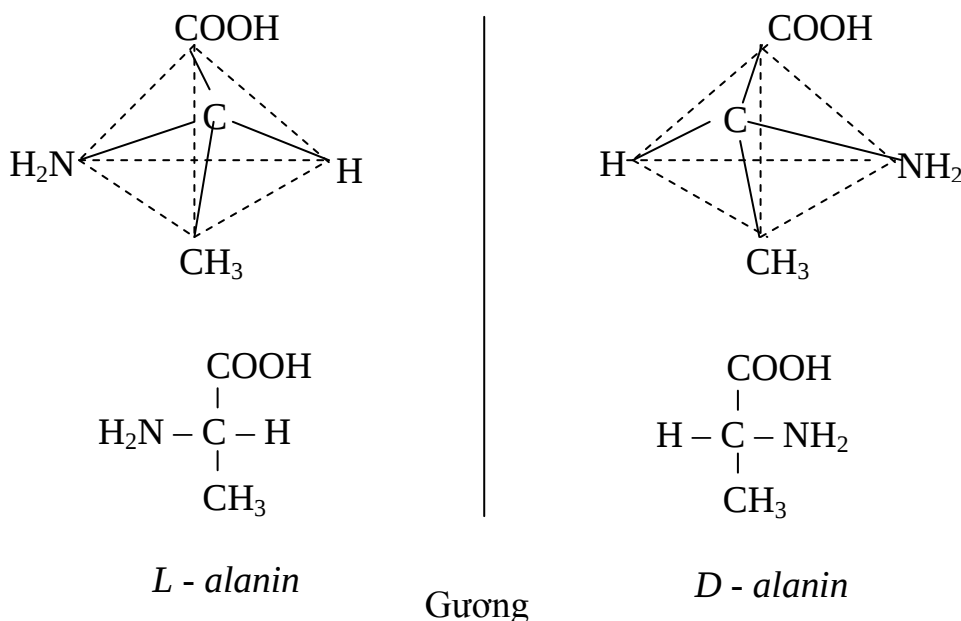
dạng ion lưỡng cực

R- được gọi là mạch bên hay nhóm bên, vậy các axit amin chỉ khác nhau ở mạch R.

Cacbon ở cạnh nhóm cacboxyl được gọi là C^{α} .

Trong môi trường trung tính axit amin tồn tại chủ yếu ở dạng ion lưỡng cực. Nguyên tử cacbon α của axit amin liên kết với bốn nhóm khác nhau nên gọi là nguyên tử cacbon bất đối (C^*). Do đặc điểm này axit amin có tính hoạt động quang học, mỗi axit amin có hai đồng phân quang học. Chúng khác nhau do có cấu tạo đối xứng qua gương, bao gồm axit amin dạng L và axit amin dạng D (xuất phát từ chữ La tinh Leius có nghĩa là quay trái và dextrus có nghĩa là quay phải). Tuy nhiên, chỉ có dạng L – axit amin mới tham gia cấu tạo nên phân tử protein.

Ví dụ: Axit amin alanin có hai đồng phân quang học là L – alanin và D – alanin, chúng có cấu tạo không gian đối xứng qua gương.



Mặc dù protein rất đa dạng nhưng hầu hết chúng đều được cấu tạo từ 20 L - α - axit amin và 2 amit tương ứng.

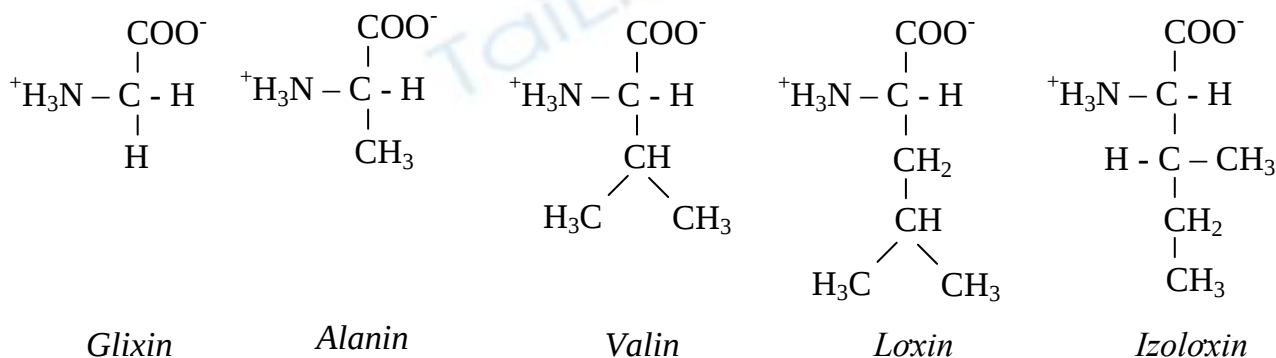
Căn cứ vào đặc điểm cấu tạo của mạch bên, người ta chia axit amin thành các nhóm sau :

1.2.2.1. Axit amin mạch thẳng

a. Axit monoamin monocacboxyl

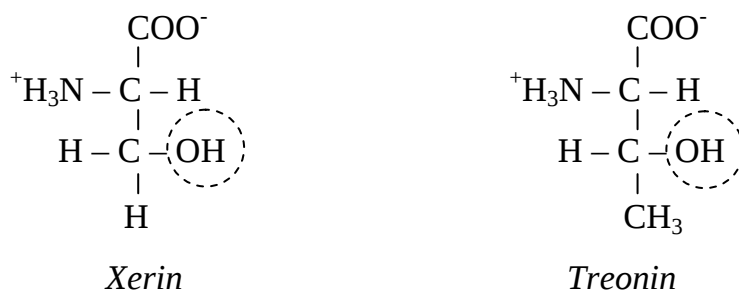
- Axit amin mạch hydrocacbon

Nhóm này gồm năm axit amin. Đơn giản nhất là glixin, mạch bên chỉ có một nguyên tử hydro, nó cũng là axit amin duy nhất không chứa cacbon bất đối. Bốn axit amin còn lại có mạch bên không phân cực, thể hiện tính kỵ nước và chứa ít nhất một nguyên tử cacbon bất đối. Trong phân tử của các axit amin này đều có chứa một nhóm amin, một nhóm cacboxyl.



- Axit amin hydroxyl

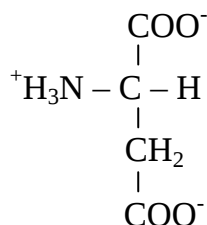
Thuộc nhóm này có hai axit amin: xerin và treonin. Chúng giống với nhóm trên ở chỗ chỉ có một nhóm amin, một nhóm cacboxyl và cũng là mạch thẳng, nhưng có chứa một nhóm hydroxyl (- OH) ở mạch bên.



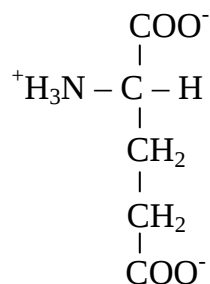
b. Axit monoamin dicacboxylic

Hai axit amin thuộc nhóm này là axit aspartic và axit glutamic. Trong phân tử của chúng có một nhóm amin và hai nhóm cacboxyl. Ở pH sinh lý (pH = 6 –7) các axit amin

này tích điện âm, vì vậy chúng cũng được gọi là aspartat và glutamat để nhấn mạnh tính axit của chúng.



Aspartat

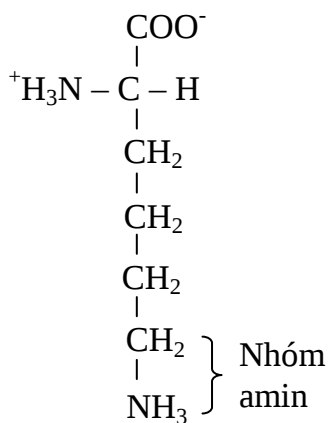


Glutamat

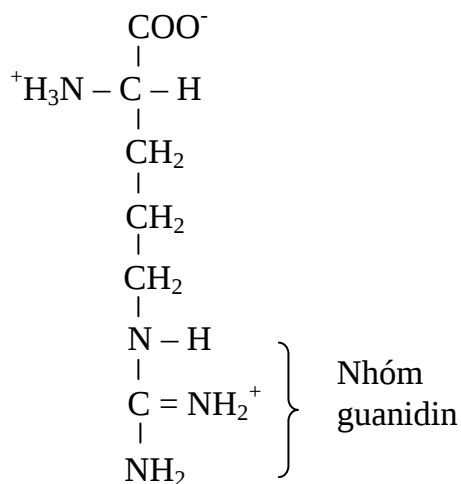
c. Axit diamin monocarboxylic

Mạch bên của hai axit amin thuộc nhóm này chứa các nhóm thể hiện tính kiềm. Ví dụ, nhóm amin thứ hai của Lizin; nhóm guanidin của arginin.

Mạch bên của các axit amin kiềm có tính phân cực mạnh nên nó rất ưa nước. Lizin và Arginin trong môi trường trung tính (pH = 7) đều tích điện dương thể hiện tính bazơ mạnh. Trong phân tử có hai nhóm amin và một nhóm cacboxyl.

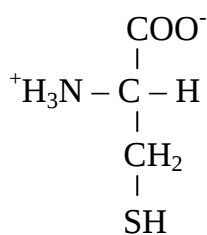


Lizin

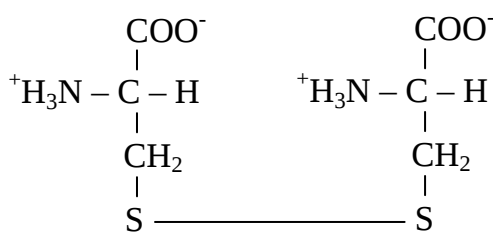


Arginin

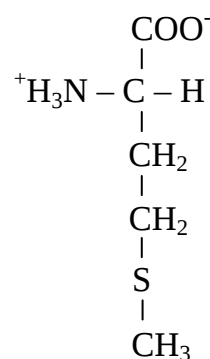
d. Axit amin có chứa lưu huỳnh



Xistein



Xistin

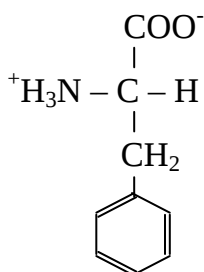


Metionin

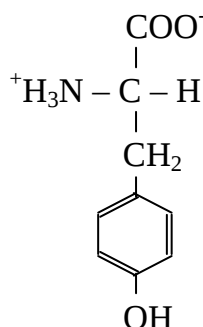
Nhóm này gồm có hai axit amin là Xistein và Metionin. Khi oxy hoá hai nhóm (- SH) của hai phân tử xistein tạo thành xistin có chứa cầu (- S - S). Sự tạo thành cầu disunfua trong phân tử protein có vai trò quan trọng đối với cấu trúc và chức năng của protein. Khi khử các cầu disunfua thường làm thay đổi đáng kể cấu trúc và hoạt tính sinh học của protein.

1.2.2.2. Axit amin vòng thơm

Phenylalanin: chứa một vòng phenyl gắn với nhóm metylen (- CH₂ -), đây là dẫn xuất phenyl của axit amin alanin



Phenylalanin



Tyrosin

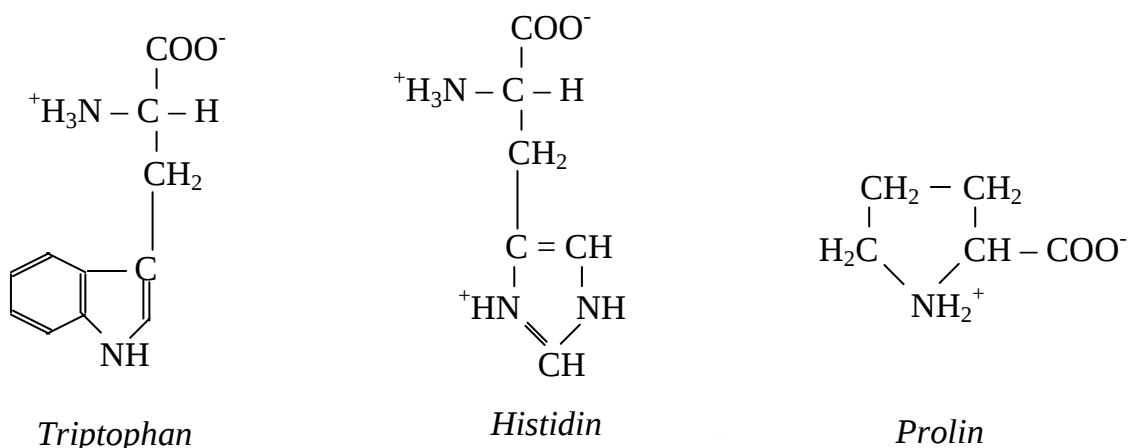
Tyrosin cũng chứa một vòng thơm và một nhóm hydroxyl (- OH).

1.2.2.3. Axit amin dị vòng

Triptophan có mạch bên là một vòng indol nối với nhóm metylen (- CH₂ -). Mạch bên của nó còn gắn thêm một nguyên tử nitơ.

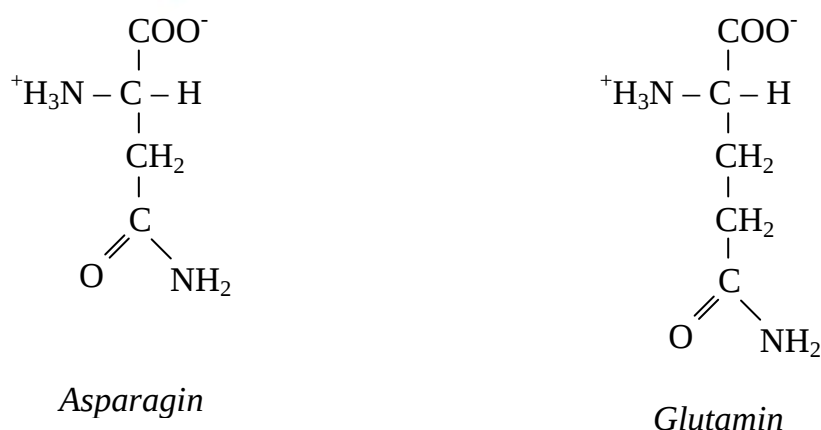
Histidin thể hiện tính kiềm yếu do có chứa nhóm imidazol.

Prolin cũng có mạch bên là hidrocarbua, nhưng khác với tất cả các axit amin khác ở chỗ nhóm amin bậc 1 ở C $^{\alpha}$ kết hợp với mạch bên, tạo thành vòng pirolidin



1.2.2.4. Amit của axit amin

Khi amit hoá nhóm cacboxyl ở mạch bên của aspartat và glutamat tạo thành các amit tương ứng là asparagin và glutamin.



Dựa vào vai trò của axit amin đối với cơ thể động vật, người ta chia chúng thành hai nhóm:

- Nhóm axit amin thay thế bao gồm các axit amin mà cơ thể người và động vật có thể tự tổng hợp được.
- Nhóm axit amin không thay thế (axit amin cần thiết): Trong số 20 axit amin thường gặp trong phân tử protein có một số axit amin mà cơ thể người và động vật không thể tự tổng hợp được mà phải đưa từ ngoài vào qua thức ăn. Khi thiếu, thậm chí chỉ một trong số các axit amin cần thiết có thể làm cho protein được tổng hợp ít hơn protein bị phân giải, kết quả dẫn đến cơ thể thiếu protein. Nhu cầu các axit amin này tùy thuộc vào từng loại động vật và lứa tuổi... Theo nhiều tài liệu có tám axit amin cần thiết cho người lớn: valin, loxin, izoloxin, metionin, phenylalanin, triptophan và lyzin. Đối với trẻ em có thêm hai axit amin cần thiết: arginin và histidin. Do đó hàm lượng các axit amin không

thay thế và tỷ lệ giữa chúng trong phân tử protein là một tiêu chuẩn quan trọng để đánh giá chất lượng protein.

Bảng 1-2. Nhu cầu axit amin không thay thế 9 mg/kg trọng lượng cơ thể/ngày)

Axit amin	Hàm lượng	
	Nữ giới	Nam giới
Valin	11,2	11,4
Lơxin	7,8	9,5
Izolơxin	10,7	15,7
Treonin	5,3	6,5
Metionin	12,1	12,1
Lizin	8,6	9,4
Phenylalanin	12,1	12,1
Tryptophan	2,8	2,9

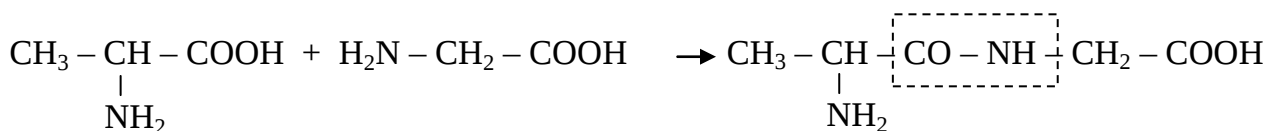
Bảng 1-3. Hàm lượng axit amin không thay thế trong một số protein thực vật (g/100 g protein)

Thực phẩm	Ile	Leu	Lys	Met +Cys	Phe +Tyr	Thr	Trp	Val	His	Arg
Gạo trắng	4,60	8,61	3,95	3,16	9,60	3,92	1,08	6,99	1,68	5,76
Gạo đỏ	4,69	8,30	3,92	4,20	8,62	3,62	1,50	7,09	2,33	8,15
Ngô	4,62	12,96	2,88	3,16	10,65	3,98	0,61	5,10	2,06	3,52
Lúa mì trắng	4,36	6,71	2,82	3,48	8,68	2,88	1,24	4,63	2,04	4,79
Lúa mì đen	4,26	6,72	4,08	3,57	12,94	3,70	1,13	5,21	2,28	4,88
Lúa mạch	4,26	6,95	3,38	3,45	8,88	3,38	1,25	5,02	1,87	5,15
Đậu nành	5,0	7,90	6,40	3,30	8,70	3,90	1,30	5,2	2,80	8,10
Đậu trắng	4,1	7,0	7,2	3,30	7,80	3,80	0,80	4,6	2,40	9,60
Lạc nhân	3,42	6,73	3,42	2,02	9,33	2,60	1,05	4,12	2,60	12,06

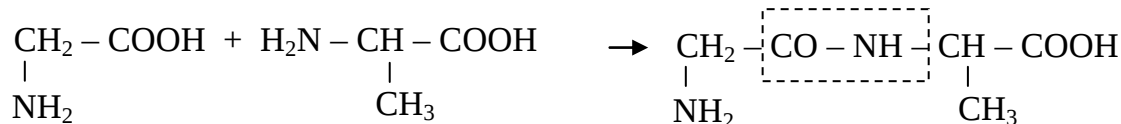
1.2.3. Các mức cấu trúc của protein

1.2.3.1. Liên kết peptit và cấu trúc bậc một

- Liên kết peptit (- CO – NH -) được tạo thành do phản ứng kết hợp giữa nhóm α - cacboxyl của một axit amin này với nhóm α - amin của một axit amin khác, loại đi một phân tử nước.

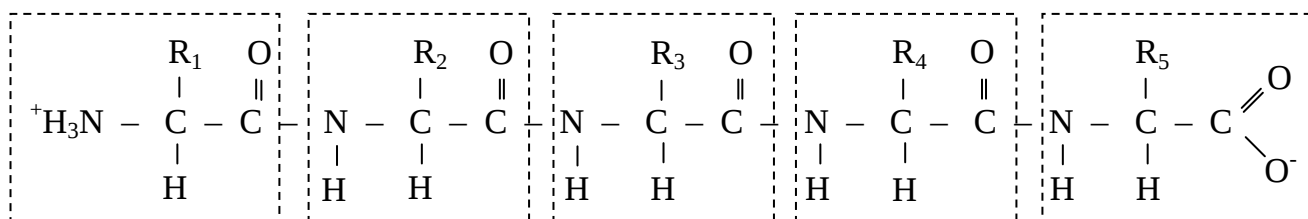


Alanylglycine



Glycylalanine

Tùy theo số lượng axit amin tạo liên kết peptit sẽ có mạch peptit ngắn hay dài. Chẳng hạn từ hai axit amin có dipeptit, ba axit amin có tripeptit, bốn axit amin có tetrapeptit... Nếu nhiều axit amin nối với nhau bằng liên kết peptit tạo thành chuỗi hoặc mạch polypeptit. Một axit amin trên mạch polypeptit được gọi là một gốc (R). Mạch polypeptit là một mạch thẳng không phân nhánh, một đầu có nhóm α -amin tự do gọi là ‘đầu N’ và đầu kia có nhóm α -cacboxyl tự do gọi là ‘đầu C’. Người ta còn ký hiệu đầu N bằng dấu (+) và đầu C bằng dấu (-). Thứ tự của các axit amin trên mạch polypeptit được tính bắt đầu từ axit amin đầu N. Nói cách khác, axit amin đầu N là axit amin mở đầu và đứng thứ nhất trong mạch polypeptit.



Axit amin đầu N $\longrightarrow$ Axit amin đầu C

Mạch polypeptit luôn chứa các đoạn lặp lại (- NH - CH - CO -) gọi là mạch chính và phần thay đổi bao gồm các gốc axit amin gọi là mạch bên, mạch chính của nhiều polypeptit tự nhiên thường rất dài chứa khoảng 50 – 2000 gốc axit amin.

Tên các peptit được quy định như sau: ghép tất cả tên các axit amin cấu tạo nên nó theo thứ tự sắp xếp của chúng trong chuỗi peptit bắt đầu từ axit amin thứ nhất, những axit amin nào có nhóm cacboxyl tham gia trong liên kết peptit đuôi của nó đổi thành ‘yl’

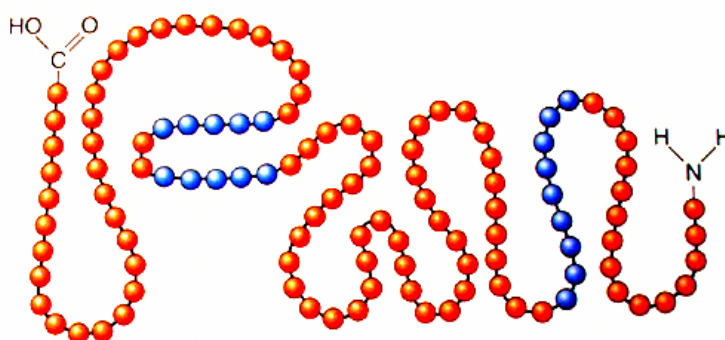
Ví dụ: Một tripeptit chứa R_1 là glyxin; R_2 là alanin; R_3 là valin. Tên của tripeptit đó là glixylalanylvalin.

Từ một số lượng axit amin giống nhau, do cách sắp xếp khác nhau, đã tạo ra các peptit khác nhau. Chẳng hạn, từ hai axit amin khác nhau sẽ có hai dipeptit, từ ba axit amin khác nhau sẽ có sáu tripeptit,... suy rộng ra, từ n axit amin khác nhau sẽ có số lượng đồng phân peptit là n!

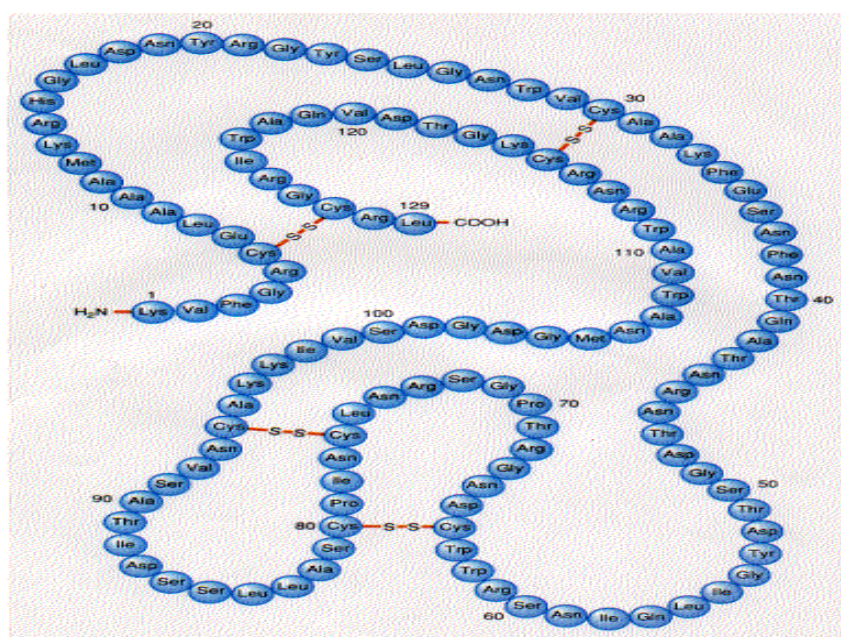
$$n! = 1.2.3.4.5.....n$$

Phân tử protein được cấu tạo từ 20 axit amin khác nhau, lại chứa số gốc axit amin lớn hơn 20, rõ ràng có thể tạo thành một số lượng khổng lồ các protein khác nhau (khoảng 20^{18} protein). Do đó ta hiểu được vì sao protein rất đa dạng về cấu trúc. Tuy nhiên số đồng phân trong thực tế thường ít hơn số đồng phân tính theo lý thuyết nhiều, do trong phân tử protein có các đoạn peptit giống nhau hoặc gần giống nhau.

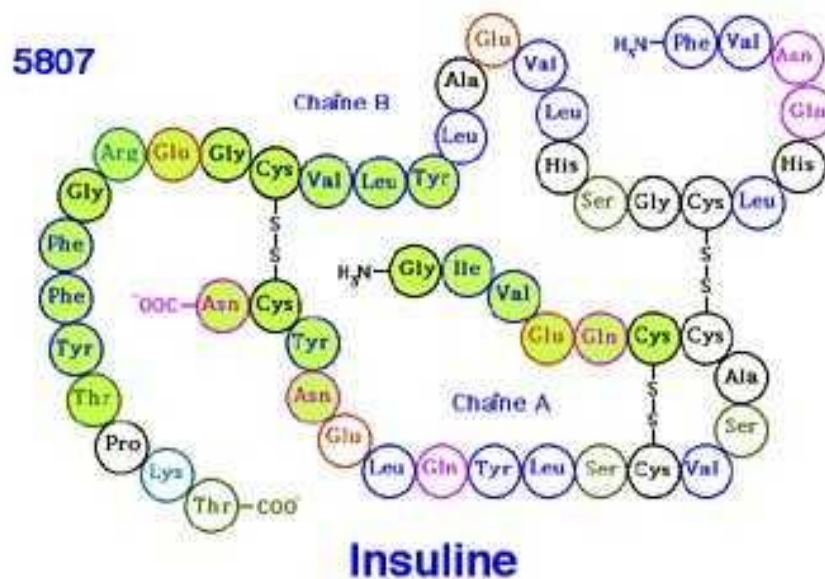
- Cấu trúc bậc một của protein là số lượng và trình tự sắp xếp của các axit amin tạo thành mạch polypeptit. Các axit amin trong chuỗi polipeptit được nối với nhau bởi các liên kết peptit (liên kết cộng hóa trị)



Hình 1-1 : Mô hình cấu trúc bậc một của protein



Hình 1-2: Cấu trúc bậc 1 của Lysozyme và insulin



Cấu trúc bậc nhất của protein có ý nghĩa sau:

+ Thể hiện tính đặc thù và loài của protein, là bản phiên dịch mã di truyền, cho biết quan hệ họ hàng và lịch sử tiến hoá của loài.

+ Là cơ sở để xác lập cấu trúc không gian của protein, đồng thời quyết định hoạt tính sinh học của nó.

Khi thay đổi trình tự các axit amin trên mạch polypeptit sẽ dẫn đến thay đổi hoạt tính sinh học, thay đổi chức năng của tế bào và mô.

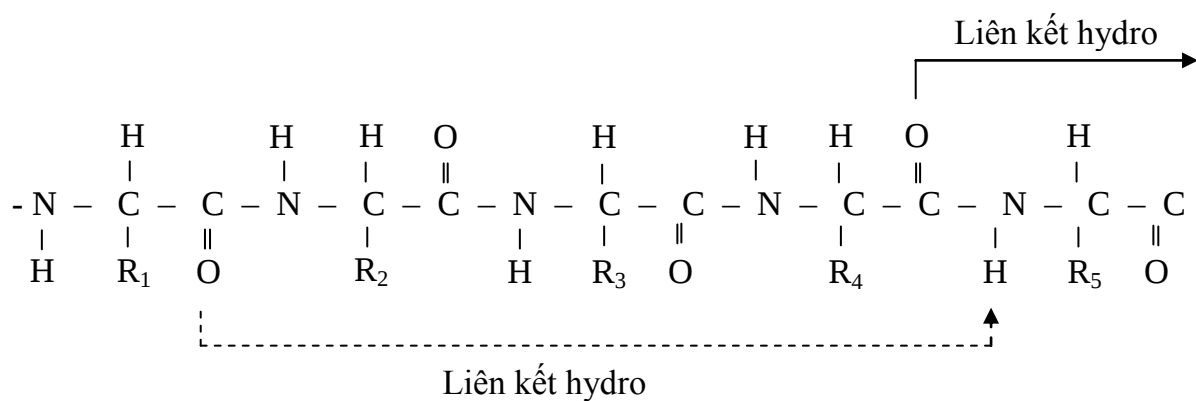
Ví dụ: Trình tự axit amin trên mạch β của hemoglobin người bình thường (HbA), người mắc bệnh thiếu máu hồng cầu hình liềm (HbS) chỉ khác nhau ở một axit amin xếp thứ sáu trên mạch β .

HbA: Val – His – Leu – Thr – Pro – Glu – Glu – Lys –

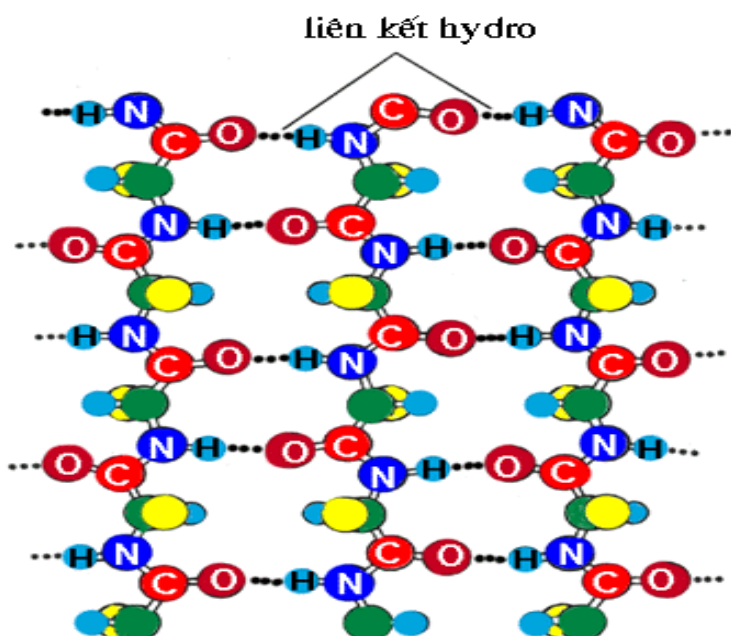
HbS: Val – His – Leu – Thr – Pro – Val – Glu – Lys –

1.2.3.2. Liên kết hydro và cấu trúc bậc hai

- Liên kết hydro là liên kết được tạo thành giữa nguyên tử oxy tích điện âm dư với nguyên tử hydro tích điện dương dư khi chúng ở gần nhau trong không gian. Trong phân tử protein, nhóm CO của gốc axit amin thứ n tạo liên kết hydro với nhóm NH của gốc axit amin thứ n + 4 trên cùng một mạch polypeptit



Mỗi nhóm $-\text{CO}-\text{NH}-$ của một liên kết peptit có thể tạo thành hai liên kết hidro với hai nhóm $-\text{CO}-$ và $-\text{NH}-$ khác. Trong phân tử protein tồn tại rất nhiều liên kết hidro như thế sẽ tạo ra dạng cấu trúc không gian gọi là cấu trúc bậc hai



Hình 1-3 : Liên kết hidro trong phân tử protein

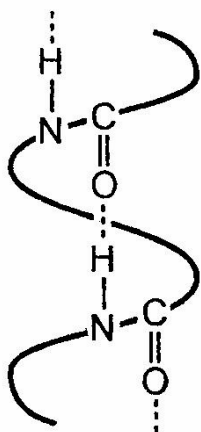
- Cấu trúc bậc hai là cấu trúc không gian của các axit amin ở gần nhau trong mạch polypeptit, cấu trúc này được tạo nên bởi các liên kết hidro giữa các liên kết peptit ở gần kề nhau, cách nhau một khoảng xác định. Cấu trúc bậc hai chỉ cho biết cấu trúc không gian từng phần của mạch polypeptit.

Theo Pauling và Corey (1951) có hai kiểu cấu trúc bậc hai chủ yếu sau: cấu trúc xoắn α và cấu trúc gấp nếp β .

a. Cấu trúc xoắn α

Đoạn mạch polypeptit xoắn chặt, những nhóm peptit (- CO – NH -), C^α tạo thành phần bên trong (lõi) của xoắn, các mạch bên (nhóm R) của gốc axit amin quay ra phía ngoài.

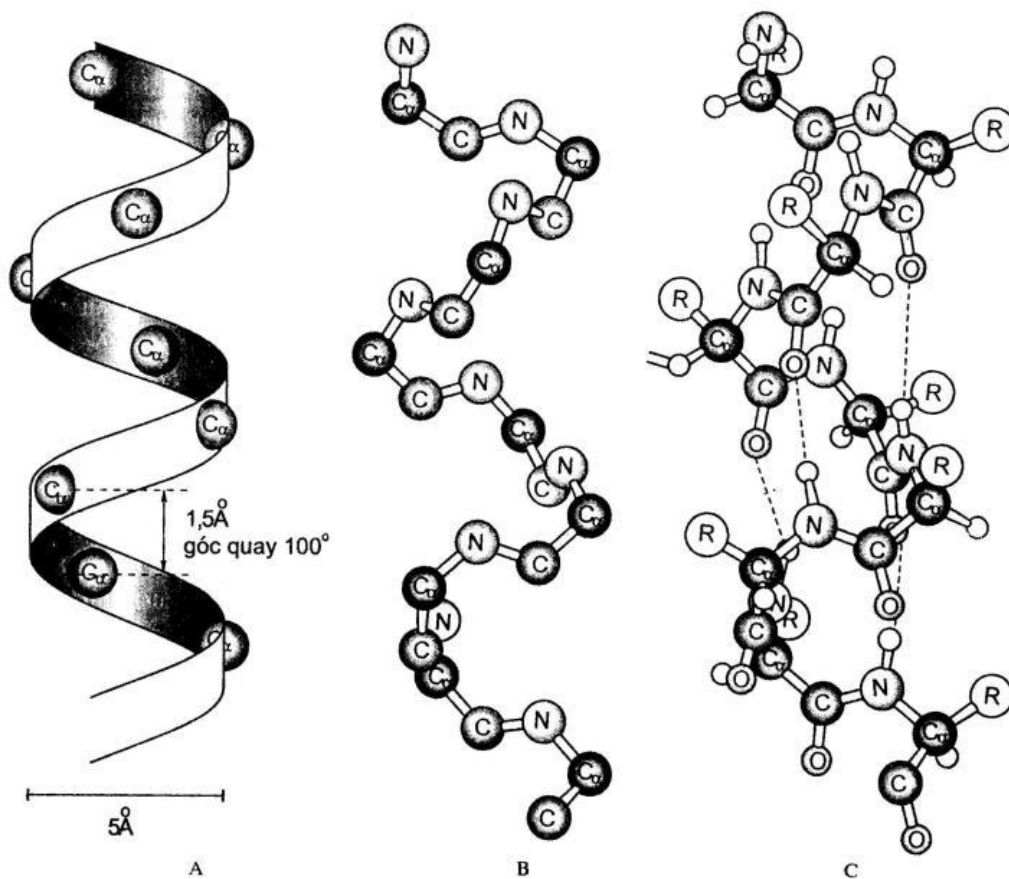
Cấu trúc xoắn α được giữ vững chủ yếu nhờ liên kết hydro.



Hình 1.4: Sơ đồ đơn giản liên kết hydro giữa nhóm amit và nhóm cacbonyl tạo thành xoắn α của protein

Trong mô hình của Pauling và Corey trong cấu trúc xoắn α giữa hai axit amin kế tiếp nhau có chiều cao theo trục xoắn là 1,5 Å (Å. Angstrom là đơn vị đo chiều dài. 1 Å = 10⁻¹⁰m = 10⁻⁸cm = 10⁻⁴ μm = 10⁻¹nm) và góc quay 100° (hình 1.5).

Vậy một vòng xoắn sẽ có 3,6 gốc axit amin và chiều cao của vòng xoắn tương ứng với 5,4 Å. Chiều rộng của vòng xoắn là 5 Å.



Hình 1.5. Mô hình cấu trúc xoắn phải α trong phân tử protein

A: dạng chung của sợi xoắn (chứa C_α)

B: các nguyên tử tạo thành khung mạch polipeptit (C_α , C và N của liên kết peptit)

C: liên kết hydro (...) giữa các nhóm CO và NH. Vòng trong trắng nhỏ là nguyên tử hydro

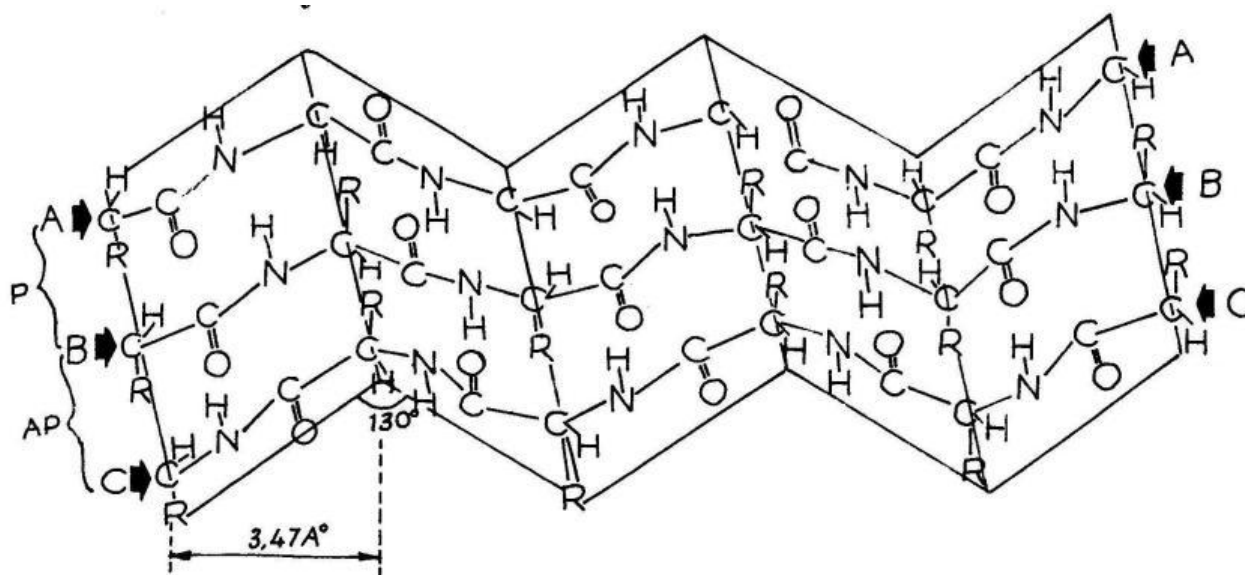
Chiều của xoắn có thể là xoắn phải (theo chiều kim đồng hồ) hoặc xoắn trái (ngược chiều kim đồng hồ). Xoắn α trong phân tử protein thường là dạng xoắn phải.

Các axit amin như Ala, Leu, Phe, Tyr, Trp, Cys, Met, His, Asn, Glu, Val có khả năng tạo ra xoắn α bền trong khi đó các axit amin như Ser, Ile, Lys, Arg, Thr, Gly cũng tạo được xoắn α nhưng không bền.

b. Cấu trúc gấp nếp β

Cấu trúc gấp nếp β là một cấu trúc hình chữ chi. Xoắn α có thể chuyển thành cấu trúc gấp nếp β khi không còn các liên kết hydro (chẳng hạn do nhiệt).

- Cấu trúc tờ giấy xếp: do các mạch đã duỗi ra liên kết với nhau bằng liên kết giữa các phân tử tạo nên. Các mạch polypeptit có thể song song (A và B trong hình 1-6) hoặc đối song song (B và C trong hình 1-6). Các gốc bên R của các axit amin có thể ở trên hoặc ở dưới mặt phẳng của tờ giấy. Một số axit amin như Asp, Glu, His, Lys, Pro, Ser không thể tham gia vào cấu trúc này.



Hình 1-6. Cấu trúc không gian của ba chuỗi polypeptit có cấu trúc tờ giấy xếp (cấu trúc β): P- hai chuỗi A và B song song;
AP- hai chuỗi B và C đối song song