

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, sacarit, 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 Bucne (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 Bucne 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} Å, 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 hoocmon. Nhiều hoocmon, chẳng hạn như insulin có vai trò điều hoà lượng đường trong máu ; hoocmon 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 sorgho	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 %		

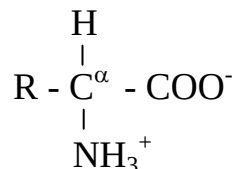
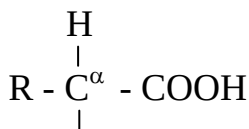
Ngoài ra một số protein còn chứa một lượng rất nhỏ các nguyên tố khác như: P, Fe, Zn, Cu, Mn, Ca...

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

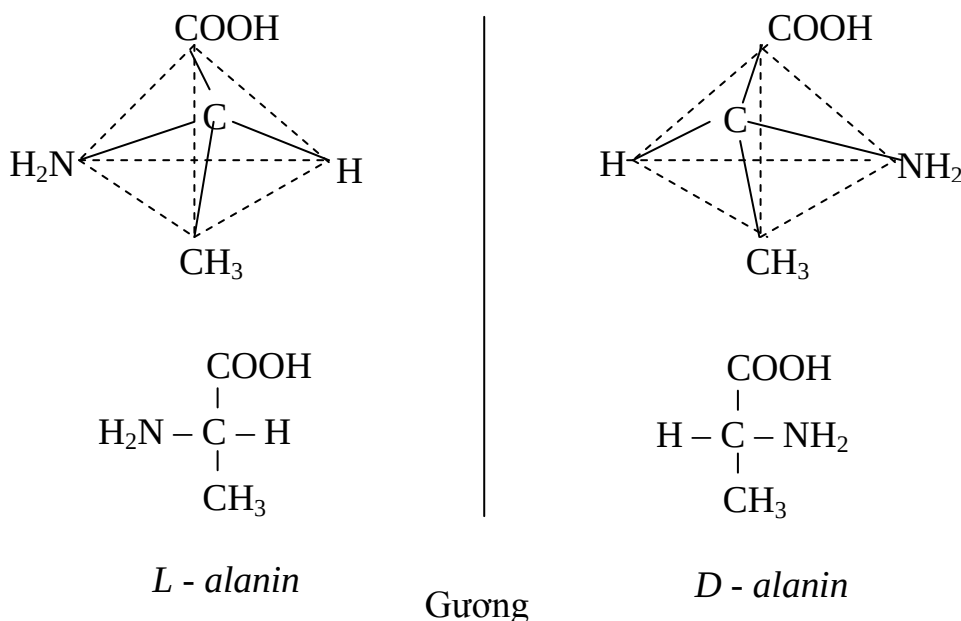
dạng ion lưỡng cực

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.

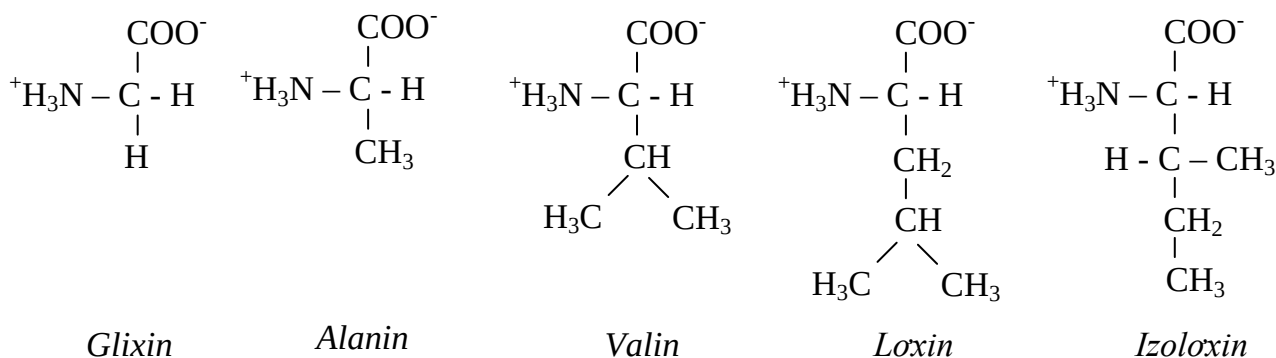
Căn cứ vào đặc điểm cấu tạo của mạch bên, người ta chia axit amin thành các nhóm sau :

1.2.2.1. Axit amin mạch thẳng

a. Axit monoamin monocacboxyl

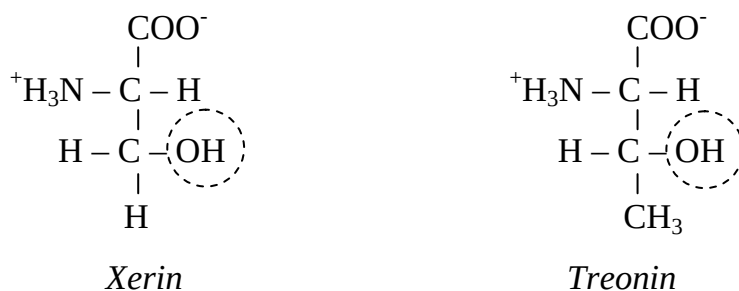
- Axit amin mạch hydrocacbon

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

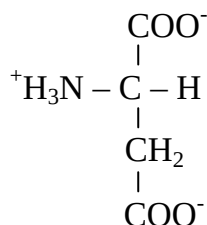
Thuộc nhóm này có hai axit amin: xerin và treonin. Chúng giống với nhóm trên ở chỗ chỉ có một nhóm amin, một nhóm cacboxyl và cũng là mạch thẳng, nhưng có chứa một nhóm hydroxyl (- OH) ở mạch bên.



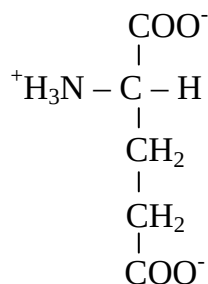
b. Axit monoamin dicacboxylic

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

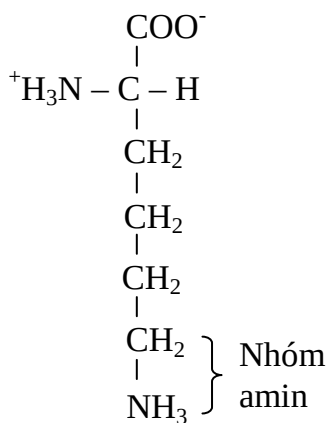


Glutamat

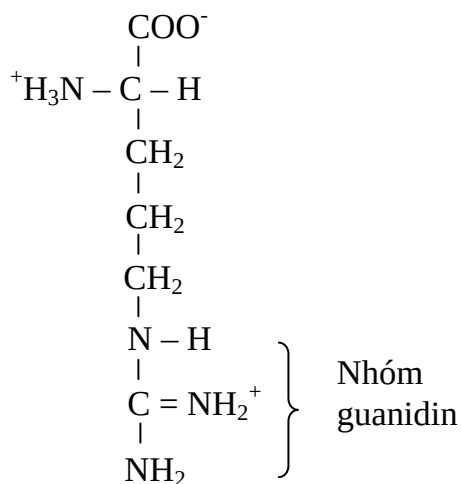
c. Axit diamin monocarboxylic

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.

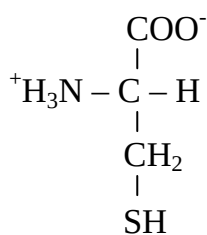


Lizin

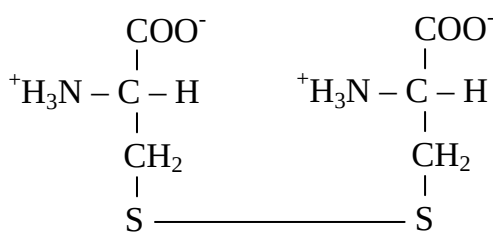


Arginin

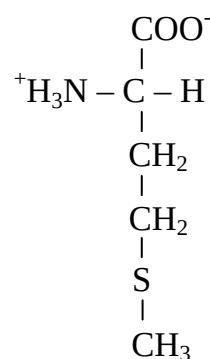
d. Axit amin có chứa lưu huỳnh



Xistein



Xistin

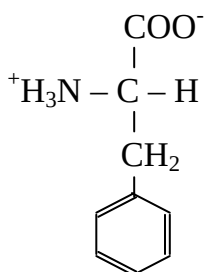


Metionin

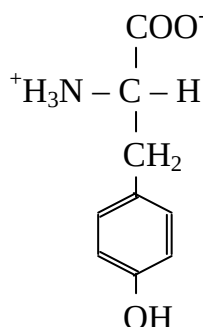
Nhóm này gồm có hai axit amin là Xistein và Metionin. Khi oxy hoá hai nhóm (- SH) của hai phân tử xistein tạo thành xistin có chứa cầu (- S - S). Sự tạo thành cầu disunfua trong phân tử protein có vai trò quan trọng đối với cấu trúc và chức năng của protein. Khi khử các cầu disunfua thường làm thay đổi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

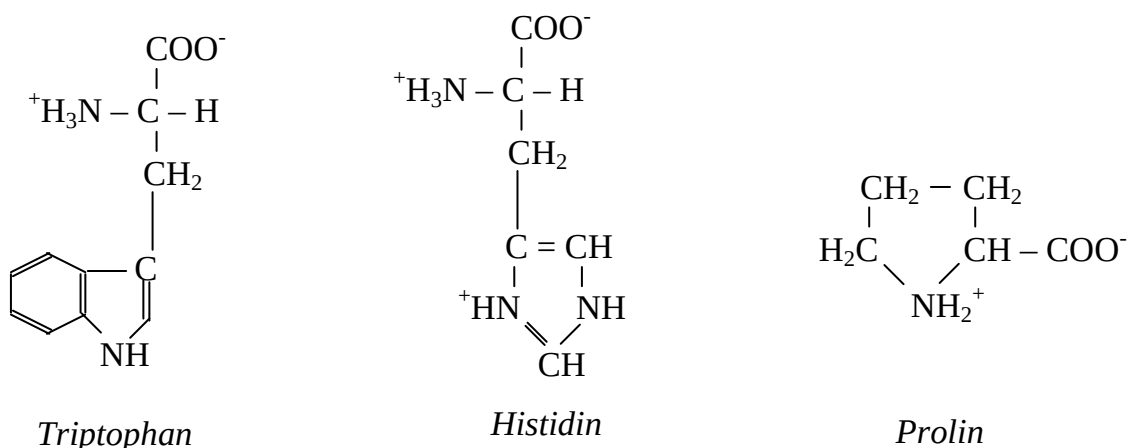
Tyrosin cũng chứa một vòng thơm và một nhóm hydroxyl (- OH).

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.

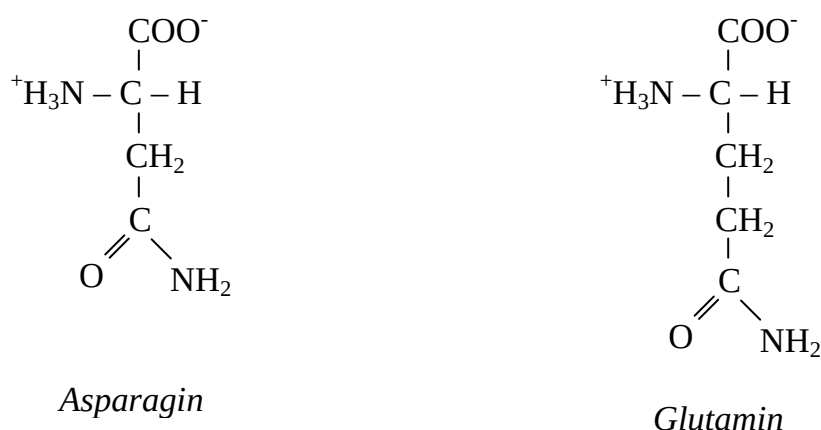
Histidin thể hiện tính kiềm yếu do có chứa nhóm imidazol.

Prolin cũng có mạch bên là hidrocarbua, nhưng khác với tất cả các axit amin khác ở chỗ nhóm amin bậc 1 ở C^α 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

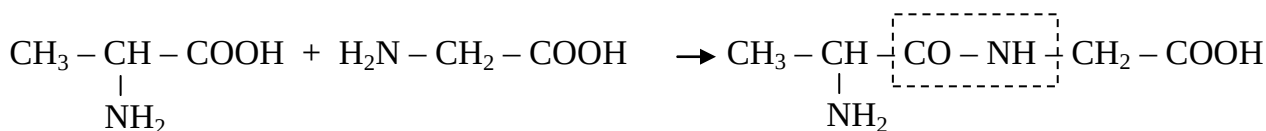
Bảng 1-3. Hàm lượng axit amin không thay thế trong một số protein thực vật (g/100 g protein)

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

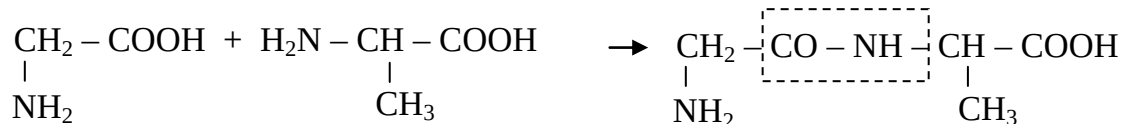
1.2.3. Các mức cấu trúc của protein

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.

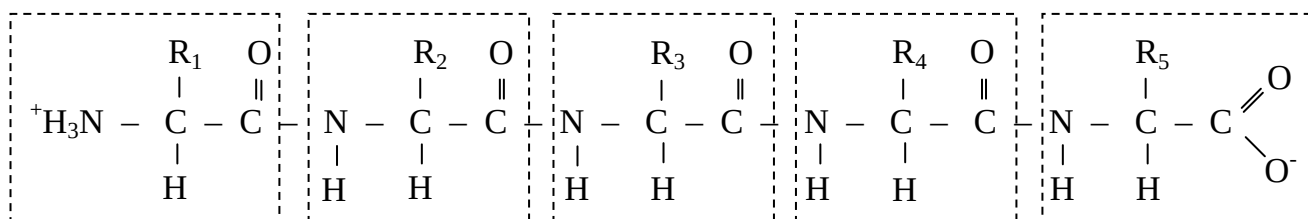


Alanylglycine



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

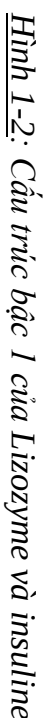
Mạch polypeptit luôn chứa các đoạn lặp lại (- NH - CH - CO -) gọi là mạch chính và phần thay đổi bao gồm các gốc axit amin gọi là mạch bên, mạch chính của nhiều polypeptit tự nhiên thường rất dài chứa khoảng 50 – 2000 gốc axit amin.

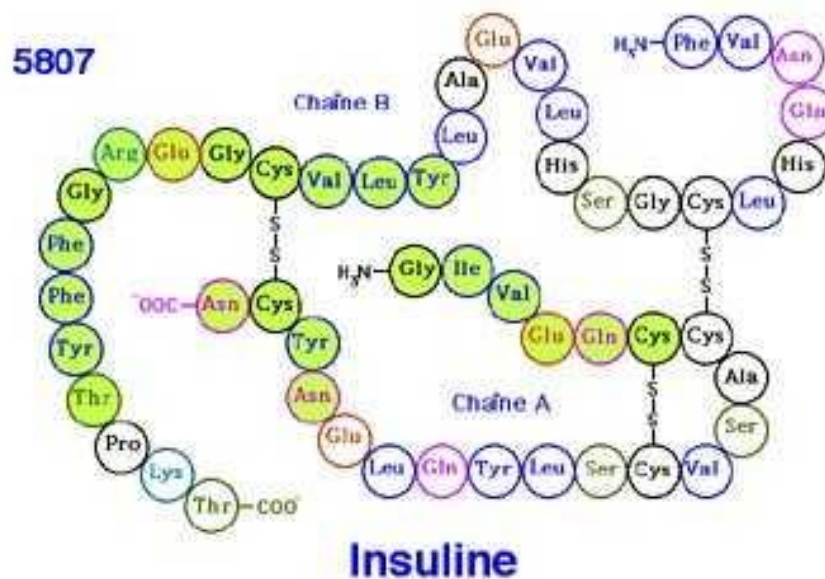
Tên các peptit được quy định như sau: ghép tất cả tên các axit amin cấu tạo nên nó theo thứ tự sắp xếp của chúng trong chuỗi peptit bắt đầu từ axit amin thứ nhất, những axit amin nào có nhóm cacboxyl tham gia trong liên kết peptit đuôi của nó đổi thành ‘yl’

Ví dụ: Một tripeptit chứa R₁ là glyxin; R₂ là alanin; R₃ là valin. Tên của tripeptit đó là glixylalanylvalin.

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

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.

[illegible]



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.

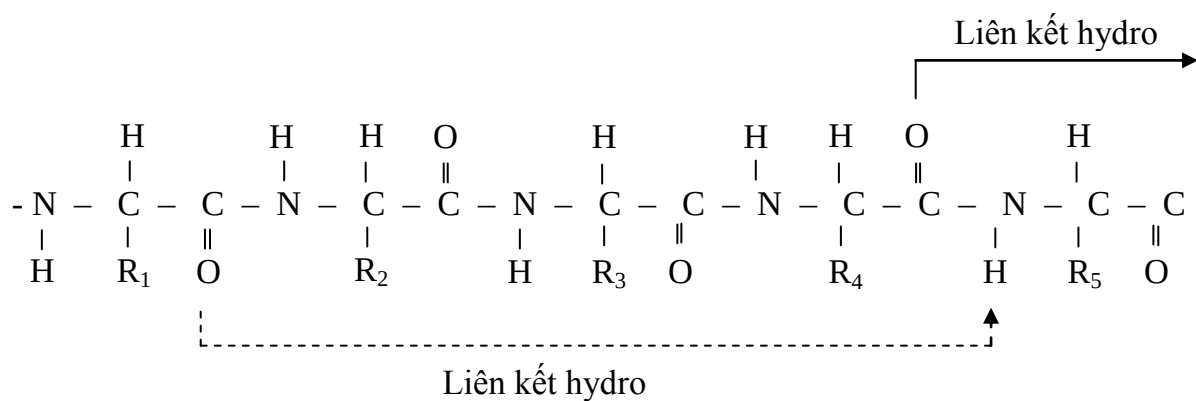
Ví dụ: Trình tự axit amin trên mạch β của hemoglobin người bình thường (HbA), người mắc bệnh thiếu máu hồng cầu hình liềm (HbS) chỉ khác nhau ở một axit amin xếp thứ sáu trên mạch β .

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

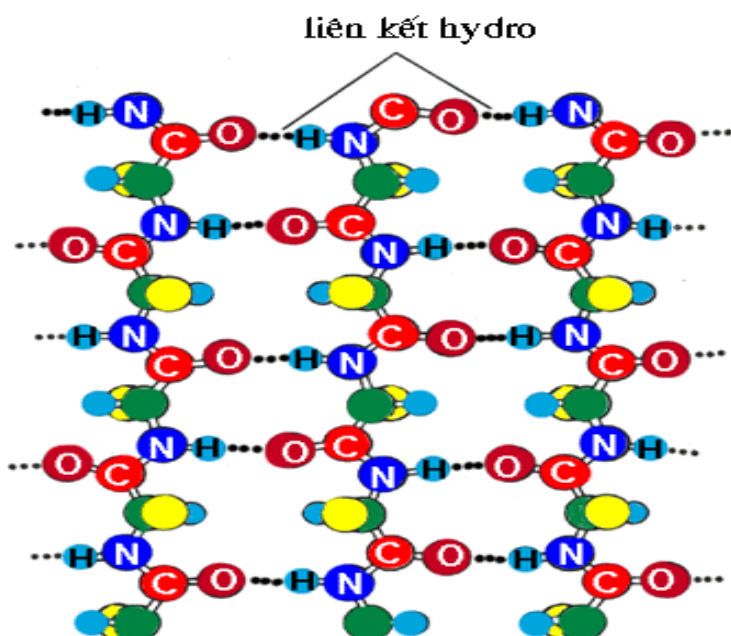
HbS: Val – His – Leu – Thr – Pro – Val – Glu – Lys –

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

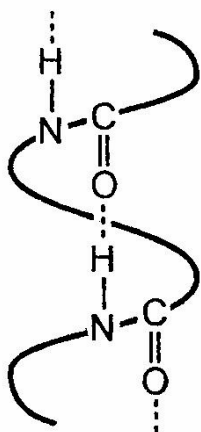
- Cấu trúc bậc hai là cấu trúc không gian của các axit amin ở gần nhau trong mạch polypeptit, cấu trúc này được tạo nên bởi các liên kết hidro giữa các liên kết peptit ở gần kề nhau, cách nhau một khoảng xác định. Cấu trúc bậc hai chỉ cho biết cấu trúc không gian từng phần của mạch polypeptit.

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.

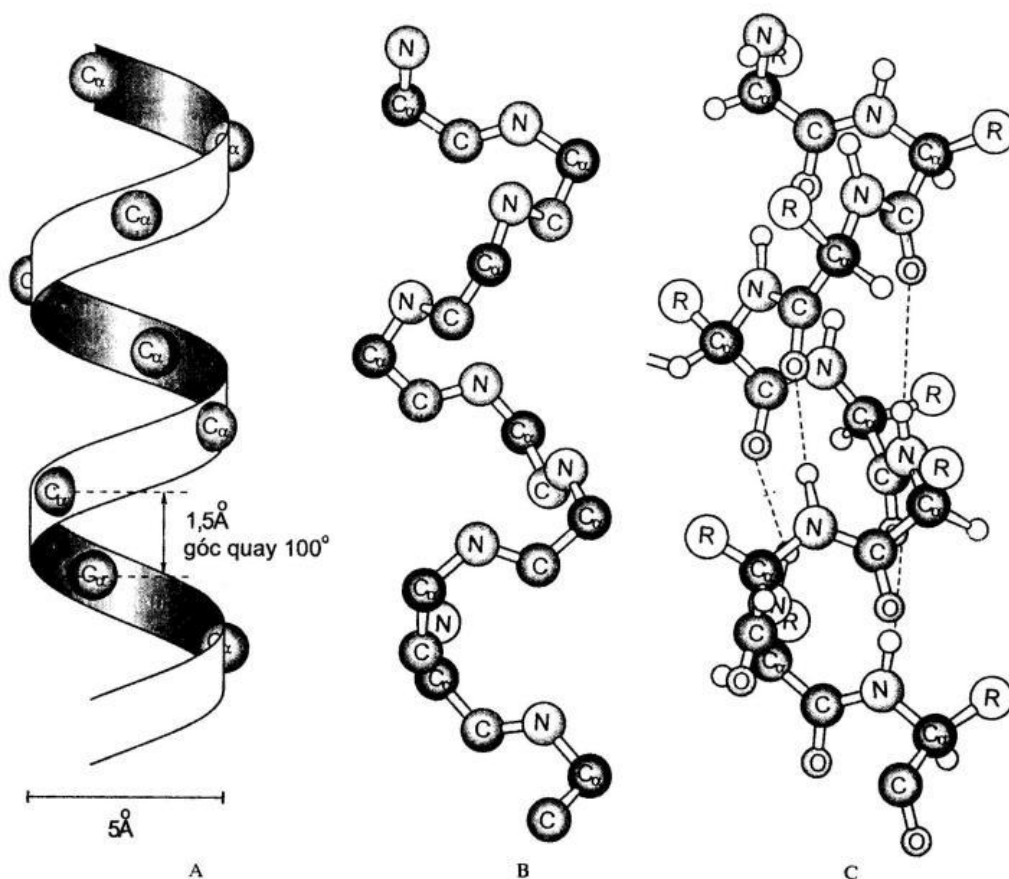
Cấu trúc xoắn α được giữ vững chủ yếu nhờ liên kết hydro.



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

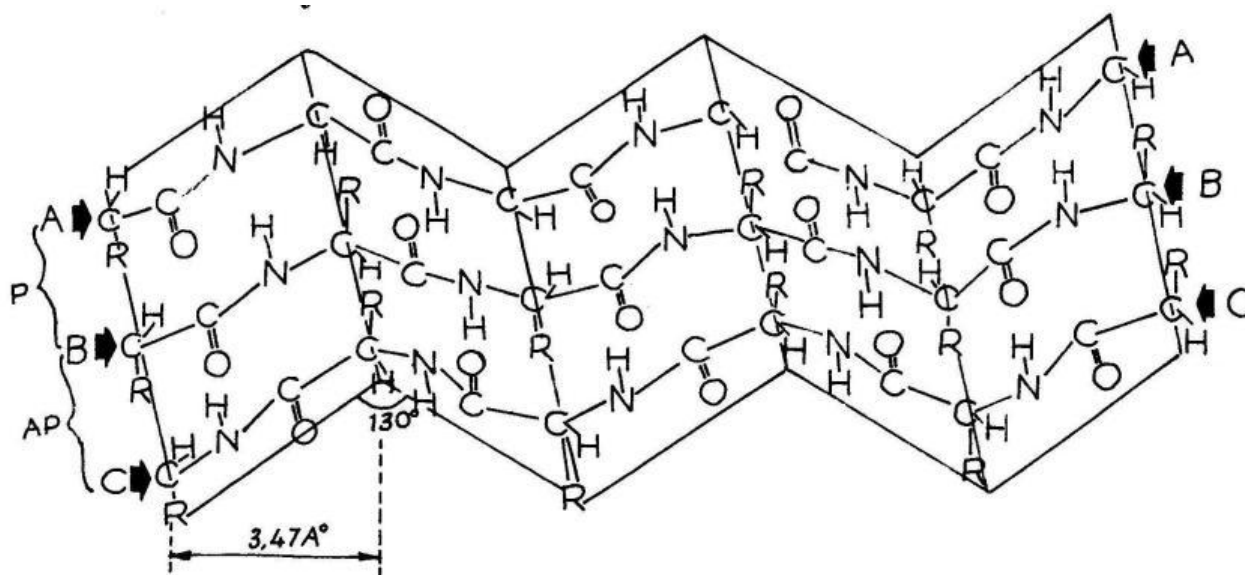
Chiều của xoắn có thể là xoắn phải (theo chiều kim đồng hồ) hoặc xoắn trái (ngược chiều kim đồng hồ). Xoắn α trong phân tử protein thường là dạng xoắn phải.

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.

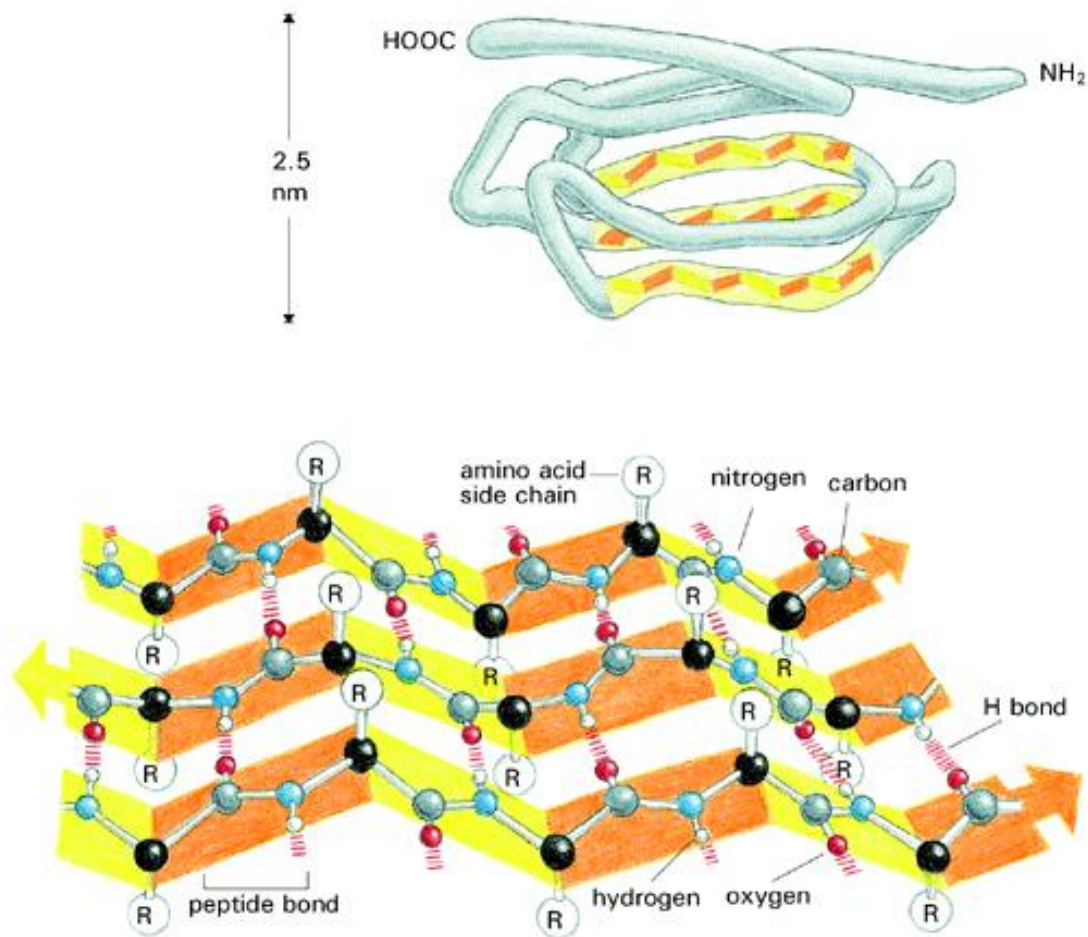
b. Cấu trúc gấp nếp β

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.

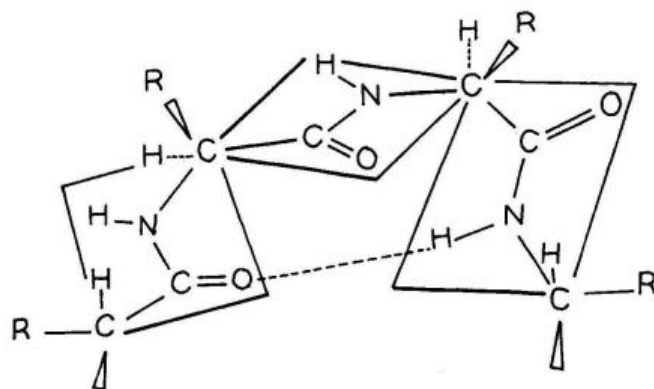


Hình 1-6. Cấu trúc không gian của ba chuỗi polypeptit có cấu trúc tờ giấy xếp (cấu trúc β): P- hai chuỗi A và B song song;
AP- hai chuỗi B và C đối song song



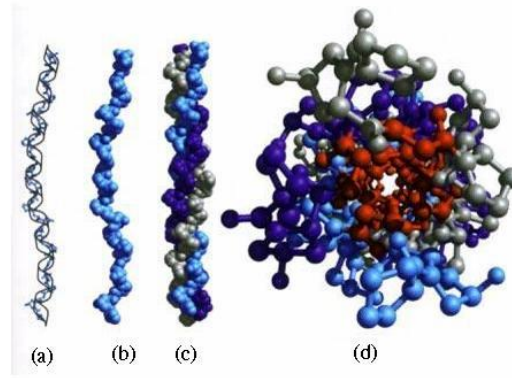
Hình 1-7: Cấu trúc phiến gấp nếp β

- Cấu trúc mặt cong β là cấu trúc rất thường gặp. Các chuỗi polypeptit có thể tự gấp lại thành một cấu hình có góc và được ổn định nhờ một liên kết hydro. Có thể coi cấu trúc mặt cong β như là điểm xuất phát của xoắn α với bước bằng không (hình 1-8)



Hình 1-8. Sơ đồ cấu trúc mặt cong β : các hình bình hành chỉ vị trí của mỗi liên kết peptit; đường chấm chấm chỉ cầu nối hydro

- Cấu trúc kiểu ‘xoắn collagen’. Kiểu cấu trúc này tìm thấy trong phân tử collagen. Thành phần axit amin của collagen rất đặc biệt so với các protein khác: glixin chiếm khoảng 35%, prolin chiếm khoảng 12% tổng số gốc axit amin trong phân tử

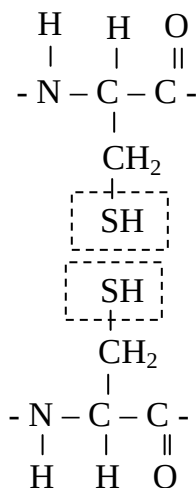


Hình 1-9: Cấu trúc collagen

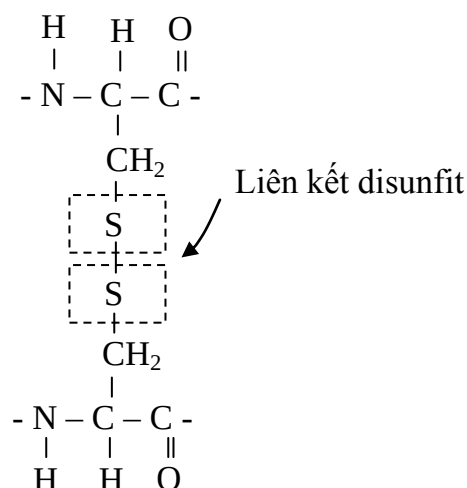
Ngoài ra, collagen còn chứa hai axit amin ít gặp trong các protein khác đó là hydroxiprolin và hydroxilizin. Đơn vị cấu trúc của collagen là tropocollagen bao gồm ba mạch polypeptit bện vào nhau thành một dây ‘cáp’ siêu xoắn (vì mỗi mạch đã có cấu trúc xoắn). Chiều cao của mỗi góc trên trục siêu xoắn này là $2,9 \text{ \AA}$, một vòng xoắn có 3,3 gốc axit amin. Ba mạch polypeptit trong ‘dây cáp’ nối với nhau bằng liên kết hydro, liên kết hydro được tạo thành giữa nhóm NH của gốc glixin trên một mạch polypeptit với nhóm CO trong liên kết peptit ở trên mạch polypeptit khác.

- Cấu trúc hình thể cuộn thống kê hay xoắn ngẫu nhiên là một cấu trúc không xác định, không có cả mặt phẳng lẫn trục đối xứng. Cấu trúc kiểu này sẽ hình thành khi những nhóm bên R của các gốc axit amin có mang điện tích hoặc có án ngữ không gian khiến cho chúng không thể tạo ra được cấu trúc xoắn.

1.2.3.3. Một số liên kết khác trong phân tử protein. Cấu trúc bậc ba



Xistein

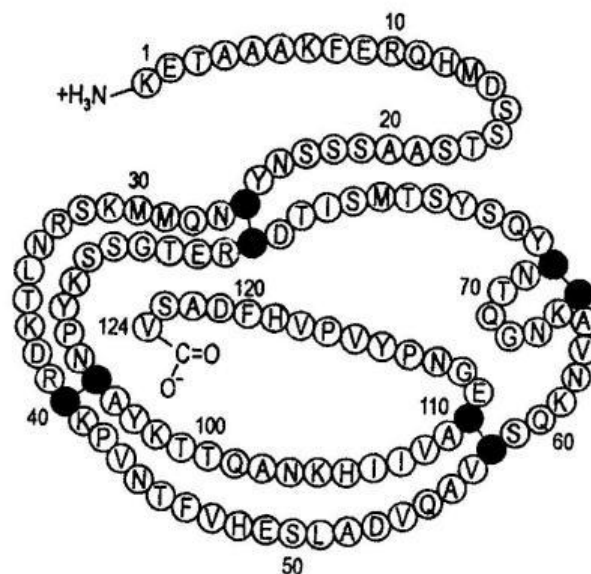


Xistin

- Liên kết disunfit: Trong nhiều protein có chứa các gốc xistein, từ hai gốc xistein ở vị trí xa nhau trên mạch polypeptit có thể xích lại gần nhau trong không gian tạo thành liên kết disunfit (còn gọi là cầu disunfit hay cầu disunfua: $-S-S-$).

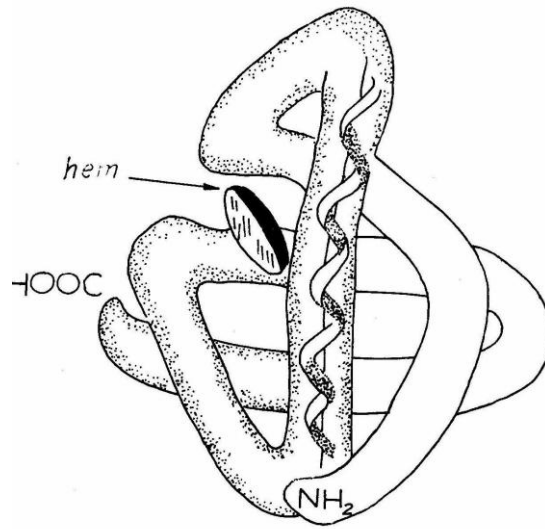
- Cấu trúc bậc ba: là cấu trúc không gian của toàn mạch polypeptit. Cấu trúc này được giữ vững nhờ các liên kết disunfit, liên kết ion, tương tác Vander Waals, liên kết không phân cực và liên kết hydro. Do đó phân tử protein có thể cuộn lại trong không gian theo một thể thức nhất định.

Cấu trúc bậc ba có vai trò quan trọng đối với hoạt tính sinh học của protein. Nhiều protein tan trong nước và protein có hoạt tính xúc tác thường có dạng hình cầu. Khi đó mạch polypeptit cuộn chặt lại, các gốc axit amin kỵ nước quay vào trong, còn các gốc axit amin ưa nước thì được phân bố chủ yếu ở bề mặt một cách khá đều đặn. Trong trường hợp một số protein không hoà tan trong nước, hoà tan trong dung môi hữu cơ thì các axit amin kỵ nước (lipoprotein) lại phân bố ở trên bề mặt phân tử.



Hình 1-10: *Trình tự axit amin của ribonucleaza bò.
Phân tử có chứa bốn cầu disunfit*

Thực tế cho thấy rằng cấu trúc bậc nhất hay trình tự sắp xếp các gốc axit amin trong mạch polypeptit, chứa những thông tin cần thiết để hình thành cấu trúc bậc ba.

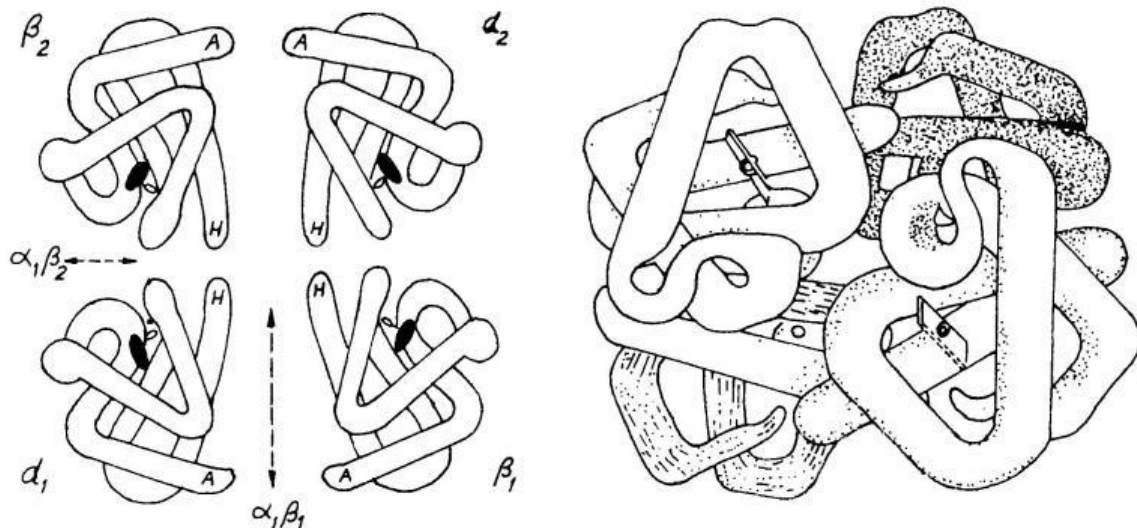


Hình 1-11: Cấu trúc bậc ba phân tử protein

1.2.3.4. Cấu trúc bậc bốn của protein

Các “phần dưới đơn vị” có cấu trúc bậc ba liên hợp lại với nhau bằng liên kết phi đồng hoá trị (liên kết hydro, tương tác tĩnh điện, tương tác kỵ nước, tương tác Vander Waals ...) tạo ra cấu trúc gọi là cấu trúc bậc bốn.

Phân tử protein có cấu trúc bậc bốn có thể phân ly thuận nghịch thành các ‘phần dưới đơn vị’. Khi phân ly, hoạt tính sinh học của protein sẽ thay đổi hoặc mất hoàn toàn.



Hình 1-12: Cấu trúc bậc bốn của hemoglobin



Hình 1-13: Cấu trúc bậc bốn của Lysozyme, Flavodoxin và Cytochrome c

1.3. TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA PROTEIN

Tính chất của protein phụ thuộc vào thành phần, số lượng và trình tự sắp xếp các gốc axit amin trong phân tử của nó. Do đó protein có một số tính chất giống axit amin như các phản ứng màu đặc trưng, tính chất điện ly lưỡng tính,... Tuy nhiên, protein có những tính chất hoàn toàn khác axit amin, đó là những tính chất phụ thuộc vào liên kết peptit, phụ thuộc vào cấu trúc không gian phân tử lớn của protein.

1.3.1. Khối lượng và hình dạng phân tử protein

Khối lượng phân tử protein tương đối lớn, khoảng mười nghìn đến hàng trăm nghìn dalton hoặc hơn nữa ($1 \text{ dalton} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$).

Các phân tử protein có dạng hình cầu (hình hạt, hình bầu dục) hoặc hình sợi. Các protein hình cầu có khả năng tan trong nước hoặc dung dịch muối loãng, hoạt động hoá học mạnh, và hầu hết có hoạt tính xúc tác. Ví dụ: albumin, globulin, mioglobin, hemoglobin... Các protein hình sợi, chiều dài gấp hàng trăm lần đường kính. Ví dụ, tropocollagen (đơn vị cấu trúc cơ sở của collagen) có chiều dài $3000 \text{ \AA}$, đường kính $15 \text{ \AA}$. Các protein hình sợi tương đối trơ về mặt hoá học, không có hoạt tính xúc tác, không tan trong nước và chủ yếu có chức năng cơ học.

Ví dụ: collagen của da, xương sụn, gân, răng; keratin của tóc, lông; fibroin của tơ, miozin của cơ...

Bảng 1.4 Khối lượng phân tử tương đối của một số protein thường gặp

Protein	M_r (dalton)
Xitocrom C	11.600
Ribonucleaza	12.700
Lizozim (lòng trắng trứng)	14.400
Mioglobin	17.800

Tripxin	24.000
Bromelin	25.000
Pepxin	36.000
Hemoglobin	64.500
Albumin huyết thanh	69.000
Hexokinaza	96.000
Lactatdehydrogenaza	150.000
Ureaza	483.000
Miozin	620.000

1.3.2. Tính chất lưỡng tính của axit amin và protein

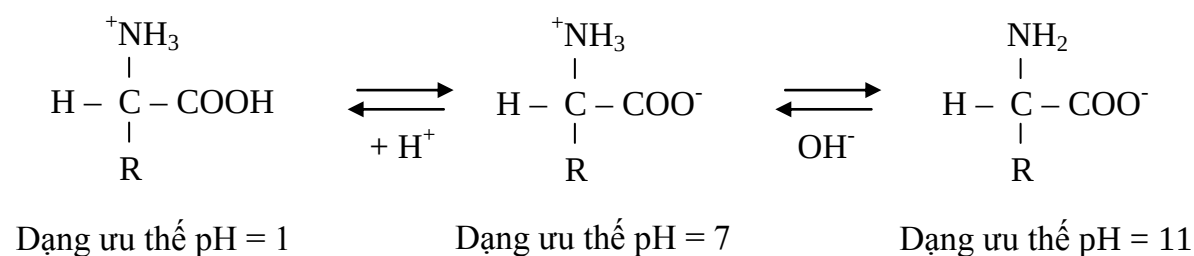
Axit amin và protein có tính chất lưỡng tính, nghĩa là vừa có tính chất axit vừa có tính chất bazơ. Tính axit thể hiện ở khả năng cho proton và kết hợp với bazơ tạo muối, tính bazơ thể hiện ở khả năng nhận proton và kết hợp với axit tạo muối.

Phân tử axit amin đồng thời có cả nhóm amin và nhóm cacboxyl. Vì thế axit amin là chất điện ly lưỡng tính. Tùy thuộc vào sự phân ly của nhóm nào mà axit amin có dạng anion hoặc cation. Khi nhóm cacboxyl phân ly, axit amin thể hiện một anion. Khi nhóm amin proton hoá thì tạo thành dạng cation.

Trong dung dịch, ở pH trung tính, axit amin tồn tại chủ yếu ở dạng ion lưỡng cực (chỉ 1% ở dạng trung hoà), ở dạng ion lưỡng cực nhóm cacboxyl bị phân ly, nhóm amin bị proton hoá.

Trong môi trường axit (pH = 1), nhóm cacboxyl không bị ion hoá (- COOH), còn nhóm amin ở dạng proton hoá (- NH₃⁺), lúc này axit amin thể hiện một cation tích điện dương.

Trong môi trường kiềm (pH = 11), nhóm cacboxyl bị ion hoá (COO⁻), còn nhóm amin không bị ion hoá (- NH₂), khi đó axit amin là một anion tích điện âm.



Như vậy khi đặt axit amin trong điện trường, tùy thuộc pH môi trường, nó có thể di chuyển về anốt hoặc catốt. Ở một pH nào đó, axit amin không di động trong điện trường,

chúng tỏ tổng số điện tích trong phân tử của nó bằng không, pH này được gọi là pH đẳng điện của axit amin, ký hiệu pH_i .

Tương tự axit amin, protein cũng là chất điện ly lưỡng tính, vì trong phân tử protein có nhiều nhóm phân cực của mạch bên (gốc R) của axit amin. Trạng thái điện tích của nhóm này cũng phụ thuộc pH môi trường. Ở một pH nào đó mà tổng số điện tích dương và điện tích âm của phân tử protein bằng không, phân tử protein không di chuyển trong điện trường, gọi là pH_i của protein.

Môi trường có $pH = pH_i$ dễ dàng kết tụ lại với nhau, sử dụng tính chất này để xác định pH_i của protein cũng như kết tủa protein.

Môi trường có $pH = pH_i$, protein dễ dàng kết tụ lại với nhau (hình 1.15), sử dụng tính chất này để xác định pH_i của protein cũng như kết tủa protein điều chỉnh pH để tách các protein ra khỏi hỗn hợp của chúng.

Bảng 1.5 Giá trị pH_i của một số axit amin và protein

Axit amin	pH_i	Protein	pH_i
Aspartic	2,77	Pepxin	1,0
Glutamic	3,22	Albumin trứng	4,6
Xistein	5,07	Cazein	4,7
Xerin	5,68	Albumin huyết thanh	4,9
Valin	5,96	Gelatin	4,9
Glixin	5,97	Globulin	5,2
Loxin	5,98	Hemoglobin	6,8
Alanin	6,02	Ribonucleaza	7,8
Izoloxin	6,02	Tripxin	10,5
Lizin	9,74	Xitocrom C	10,6
Arginin	10,76	Prolamin	12,0

1.3.3. Tính kỵ nước (hay ưa béo) của protein

Nếu biết độ kỵ nước trung bình của một protein, có thể biết được mức độ đẳng của dịch thủy phân từ protein đó, hoặc biết trước được vị trí của một protein màng nào đó là ở trong hay ngoài màng phospholipit.

$$\text{Độ kỵ nước trung bình} = \overline{G_0} = \frac{1}{n} \frac{\sum \Delta G_0}{n} \quad (\text{mạch bên})$$

Trong đó: n- số gốc axitamin

$\Delta\bar{G}_0$ - năng lượng chuyển dời tự do (bảng 1.5)

Nếu $\bar{G}_0 > 5,85$ kJ/ gốc thì dịch thuỷ phân sẽ đáng

$\bar{G}_0 < 5,43$ kJ/ gốc thì dịch thuỷ phân sẽ không đáng

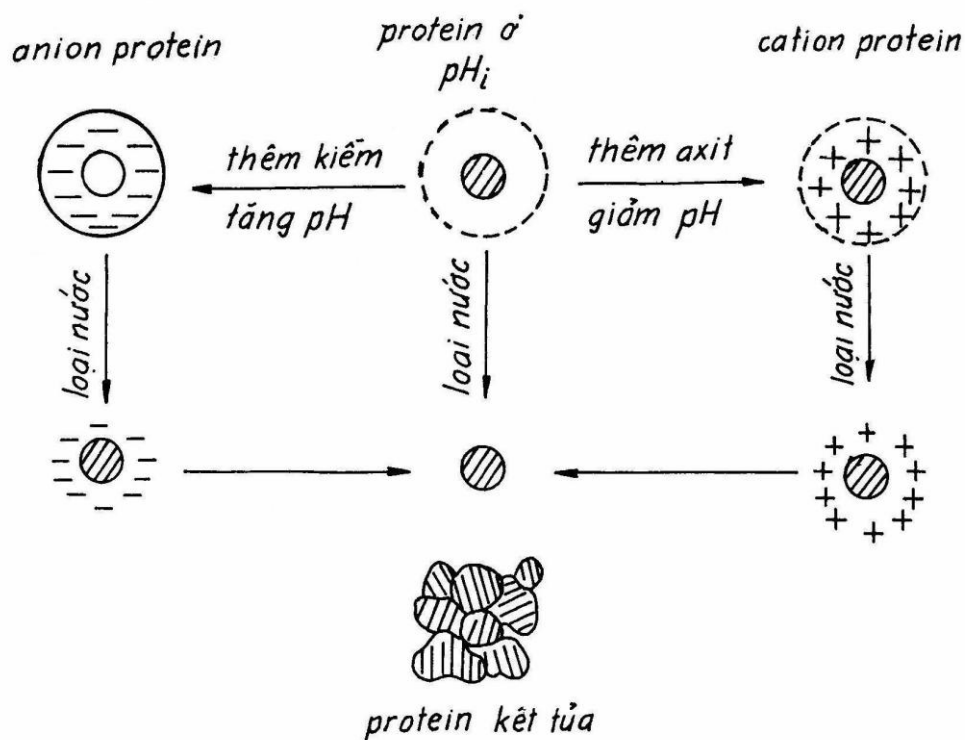
Bảng 1.6: Độ kỵ nước của mạch bên của một số axit amin

Axit amin	ΔG_0 (mạch bên) J/mol	Axit amin	ΔG_0 (mạch bên) J/mol
Alanin	3.100	Lơxin	10.100
Arginin	3.100	Lizin	6.250
Asparagin	40	Metionin	5.450
Axit aspartic	2.250	Phenylalanin	11.100
1/2 Xistin	4.200	Prolin	10.850
Glutamin	400	Xerin	170
Glixin	0	Treonin	1.850
Histidin	2.100	Tryptophan	12.550
Izolơxin	12.400	Tyrozin	12.000
Axit glutamic	2.300	Valin	7.050

1.3.4. Tính chất dung dịch keo protein, sự kết tủa protein

Protein khi hoà tan vào nước tạo thành dung dịch keo, các phân tử keo có kích thước lớn không đi qua màng bán thấm. Do trên bề mặt phân tử protein có các nhóm phân cực, khi hoà tan vào nước, các phân tử nước lưỡng cực cao được hấp phụ bởi các nhóm này, tạo thành màng nước bao quanh phân tử protein gọi là các lớp vỏ hydrat hoá.

Độ bền của dung dịch keo protein phụ thuộc vào nhiều yếu tố: sự tích điện của phân tử protein, mức độ hydrat hoá, nhiệt độ... khi thay đổi các yếu tố này các phân tử lớn protein sẽ kết tụ lại với nhau tạo thành khối lớn, tách khỏi dung dịch thường gọi là kết tủa protein.



Hình 1-14: Sơ đồ minh họa sự kết tủa protein

⇒ Để kết tủa protein ta có thể thực hiện một trong các cách sau: thay đổi pH dung dịch đến pH_i của protein, thêm các muối trung hoà, dung môi hữu cơ (axeton, etanol) ở nồng độ cao, tăng nhiệt độ,...

Sau khi protein bị kết tủa, nếu loại bỏ các yếu tố gây kết tủa, protein lại có thể tạo thành dung dịch keo bền vững như trước hoặc mất khả năng này. Trong trường hợp thứ nhất gọi là kết tủa thuận nghịch, trường hợp thứ hai gọi là kết tủa không thuận nghịch. Khi bị kết tủa không thuận nghịch, protein bị mất những tính chất ban đầu, còn gọi là sự biến tính protein. Khi bị biến tính, phân tử protein không cuộn chặt như trước mà thường bị duỗi ra.

Hai yếu tố đảm bảo độ bền dung dịch keo:

- Sự tích điện cùng dấu của các phân tử protein (ở $pH \neq pH_i$)
- Lớp vỏ hydrat bao quanh phân tử protein.

Khi loại bỏ hai yếu tố này protein sẽ bị kết tủa.

1.3.5. Sự biến tính của protein

1.3.5.1. Khái niệm về biến tính

Dưới tác dụng của các tác nhân vật lý (tia cực tím, sóng siêu âm, khuấy cơ học) hoặc hoá học (axit, kiềm mạnh, muối kim loại nặng, tanin), protein bị biến đổi các cấu hình bậc

hai, ba và bốn không phá huỷ cấu trúc bậc nhất, kèm theo các tính chất tự nhiên ban đầu của nó bị mất đi, hiện tượng đó gọi là sự biến tính protein.

Tính chất của protein sau khi bị biến tính:

- Độ hoà tan giảm do làm lộ các nhóm kỵ nước
- Khả năng giữ nước bị giảm
- Mất hoạt tính sinh học (tính chất enzym hay tính chất miễn dịch)
- Tăng độ nhạy đối với sự tấn công của enzym proteaza do xuất hiện các liên kết peptit

ứng với vùng tác dụng đặc hiệu của enzym.

- Tăng độ nhớt
- Mất khả năng kết tinh.

Biến tính có thể là thuận nghịch hoặc bất thuận nghịch. Thường khi cầu disunfit bị phá huỷ thì biến tính là bất thuận nghịch.

1.3.5.2. Tác nhân biến tính

a. Nhiệt độ

Dưới tác dụng của nhiệt độ thì phân tử protein bị giãn mạch. Ví dụ, phân tử serumalbumin có hình elip với tỷ lệ dài / rộng = 3, khi bị biến tính tỷ lệ đó tăng lên 5,5.

Tốc độ biến tính phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ. Ví dụ, khi tăng lên 10°C thì vận tốc một phản ứng hoá học bình thường tăng lên 2 lần trong khi đó vận tốc biến tính protein tăng lên 600 lần.

Sự biến tính protein do nhiệt phụ thuộc vào: bản chất và nồng độ protein, hoạt độ nước, pH, lực ion cũng như bản chất của các ion có mặt. Sau biến tính nhiệt độ hoà tan của protein giảm xuống.

Protein bị biến tính cả trong trường hợp nhiệt độ thấp. Ví dụ, protein của đậu tương, gliadin, protein của trứng và sữa thường bị kết tủa khi ở nhiệt độ lạnh đông. Các protein có tỷ lệ axitamin kỵ nước / axitamin có cực cao thì rất dễ bị biến tính ở nhiệt độ thấp.

b. Xử lý cơ học: như nhào trộn hoặc cán bột mì, tạo ra các lực cắt cũng làm biến tính protein, Động tác kéo lặp đi lặp lại nhiều lần cũng làm biến tính protein.

c. Tia bức xạ: các bức xạ tia cực tím thường bị hấp thụ bởi các gốc axit amin thơm, do đó có thể dẫn đến làm biến đổi hình thể và nếu mức năng lượng đủ cao thì làm đứt được các cầu disulfua. Các bức xạ của tia γ và các tia ion hoá cũng làm biến đổi hình thể, oxyhoá một số gốc axit amin, phá huỷ cầu đồng hoá trị, ion hoá và tạo thành các gốc protein tự do, cũng gây ra phản ứng tái tổ hợp và trùng hợp protein.

d. pH: khi thay đổi pH quá cao hoặc quá thấp cũng làm biến tính protein.

e. Ion kim loại: các ion kim loại kiềm (Na, K) chỉ tác dụng một cách hạn chế với protein, các ion kim loại kiềm thổ Ca, Mg hoạt động hơn. Các ion kim loại chuyển tiếp Cu, Fe, Hg, Ag phản ứng nhanh với protein, một số chất tạo phức bền.

g. Dung môi hữu cơ: các dung môi hữu cơ là tác nhân biến tính protein. Các dung môi hữu cơ không cực có thể xâm nhập vào các vùng kỵ nước, phá huỷ các tương tác kỵ nước do đó dễ dàng làm cho biến tính protein. Các hợp chất hữu cơ như urê, guanidin có khả năng phá huỷ các liên kết hydro do đó cũng làm biến tính protein.

Các chất hoạt động bề mặt phá huỷ các liên kết kỵ nước làm giãn mạch protein. Các chất khử (xistein, vitamin C) phá huỷ cầu disunfua làm biến đổi hình thể protein.

1.4. CÁC BIẾN ĐỔI CỦA PROTEIN CÓ ỨNG DỤNG VÀO CHẾ BIẾN LƯƠNG THỰC

Mỗi sản phẩm thực phẩm đều có hình dáng, trạng thái, màu sắc và mùi vị nhất định. Mỗi hợp phần có mặt trong thực phẩm, ngoài giá trị dinh dưỡng còn có vai trò riêng trong việc tạo ra cấu trúc cùng giá trị cảm quan cho thực phẩm.

Protein là chất tạo hình, nghĩa là chất có khả năng tạo ra bộ khung, hình dáng, trạng thái, cùng với độ cứng, độ đặc, độ dai và độ đàn hồi cho các sản phẩm thực phẩm.

Protein góp phần tạo màu sắc, hương thơm cho nhiều sản phẩm thực phẩm. Vì vậy để tạo ra nhiều sản phẩm từ nguyên liệu giàu protein, chúng ta phải dựa vào những tính chất, khả năng này của protein.

1.4.1. Khả năng tạo gel của protein

Khi các phân tử protein bị biến tính tập hợp lại thành một mạng lưới không gian có trật tự gọi là sự tạo gel. Khi protein bị biến tính thì các cấu trúc bậc cao bị phá huỷ, liên kết giữa các phân tử bị đứt, mạch peptit bị giãn ra, các nhóm bên trước ẩn ở phía trong bây giờ xuất hiện ra ngoài. Các mạch polypeptit đã bị duỗi ra (trong điều kiện gia công nhất định) trở nên gần nhau, tiếp xúc với nhau và liên kết lại với nhau, mà mỗi vị trí tiếp xúc là một nút, phần còn lại hình thành mạng lưới không gian ba chiều vô định hình, rắn, trong đó có chứa đầy pha phân tán (H_2O)

Ví dụ : bánh mì, bánh bích quy,...

Các nút mạng lưới có thể được tạo thành do tương tác giữa các nhóm kỵ nước, do các liên kết hydro giữa các nhóm peptit với nhau, các liên kết tĩnh điện, liên kết cầu nối giữa các nhóm tích điện ngược dấu, hoặc do liên kết giữa các nhóm tích điện cùng dấu qua các ion đa hoá trị như ion Ca^{2+} , hoặc do liên kết disunfua tạo nên.

Điều kiện tạo gel

- Nhiệt độ : sau khi gia nhiệt thường làm lạnh để tạo nhiều liên kết hydro cho kết cấu gel được bền

- pH của môi trường : đưa pH của protein về điểm đẳng điện làm cho gel tạo thành chắc hơn.

- Chất phụ gia : polysacarit có tác dụng làm cầu nối giữa các hạt do đó gel protein tạo ra có độ cứng và độ đàn hồi cao hơn.

1.4.2. Khả năng tạo bột nhào

Các protein (gliadin và glutenin) của gluten bột mì có khả năng tạo hình, đặc biệt có khả năng tạo ra ‘bột nhào’ có tính cố kết, dẻo và giữ khí, để khi gia nhiệt tạo thành cấu trúc xốp cho bánh mì.

1.4.3. Khả năng tạo màng

Protein như gelatin còn có khả năng tạo màng. Màng này do các gel gelatin tạo ra chủ yếu bằng các liên kết hydro nên có tính thuận nghịch. Khi nhiệt độ khoảng trên 30⁰C thì tan chảy và để nguội thì tái lập.

1.4.4. Khả năng nhũ hoá

Nhũ tương là hệ phân tán của hai chất lỏng không trộn lẫn nhau được, trong đó một chất ở dưới dạng những giọt nhỏ của pha bị phân tán, còn chất kia ở dưới dạng pha phân tán liên tục.

Nhũ tương là hệ thống không bền nhiệt động, các giọt nhỏ kết hợp với nhau tạo thành những giọt to hơn, cuối cùng phân thành hai lớp, tách ra và không thành nhũ tương nữa.

Để các giọt ở trạng thái phân tán bền, người ta dùng các chất khử nhũ hoá:

- Chất điện ly vô cơ: khi cho các chất điện ly vô cơ vào dung dịch, làm cho các giọt tích điện và đẩy nhau.

- Chất hoạt động bề mặt có cấu trúc lưỡng cực

- Chất cao phân tử: polysacarit làm tăng độ nhớt, protein dễ hấp phụ vào bề mặt pha liên tục để ngăn cản sự kết hợp của các giọt.

1.4.5. Khả năng tạo bột

Bột thực phẩm là hệ phân tán của các bóng bột trong một pha liên tục là chất lỏng hoặc chất nửa rắn, có chứa một chất hoạt động bề mặt hoà tan

Ví dụ: trong sản xuất bánh mì...

Các bóng bọt thường chứa không khí hoặc CO_2 mà áp suất lớn hơn áp suất ngoài, nhưng ép sát vào nhau. Màng lỏng bao quanh bóng bọt rất mỏng, có sức căng bề mặt, các bóng bọt tác dụng lẫn nhau có thể tạo ra những chỗ nứt, vỡ cục bộ làm tan bóng bọt.

Các chất tạo bọt thực phẩm thường là protein (lòng trắng trứng, máu, protein đậu tương,...)

1.4.6. Khả năng cố định mùi

Protein có thể cố định được các chất mùi khác nhau, các chất mùi là những chất dễ bay hơi. Protein có thể hấp phụ lý học hoặc hấp phụ hoá học các chất có mùi, qua tương tác Vander Waals hoặc qua liên kết đồng hoá trị và liên kết tĩnh điện.

Các hợp chất bay hơi như rượu thường được dính vào protein bằng liên kết hydro. Các hợp chất bay hơi có khối lượng phân tử thấp cố định vào các gốc axit amin không cực qua tương tác kỵ nước (ưa béo).

Một số hợp chất có mùi cố định vào protein bằng liên kết đồng hoá trị. Ví dụ, cố định các chất sinh mùi là aldehyt hay xeton vào nhóm $-\text{NH}_2$ của protein, hoặc dính chất bay hơi có nhóm $-\text{NH}_2$ vào nhóm cacboxyl của protein.

1.5. CÁC BIẾN ĐỔI CỦA PROTEIN TRONG CHẾ BIẾN VÀ TRONG BẢO QUẢN

1.5.1. Biến đổi do nhiệt

Trong quá trình gia công kỹ thuật các nguyên liệu giàu protein, bên cạnh những biến đổi có định hướng và mong muốn, còn xảy ra những biến đổi không mong muốn. Đó là những biến đổi của protein trong quá trình gia nhiệt, tùy mức độ gia nhiệt mà chất lượng sản phẩm có thể tốt lên hoặc xấu đi.

1.5.2. Biến đổi do enzym

Trong quá trình bảo quản các thực phẩm giàu protein thường xảy ra hiện tượng ôi thối làm mất giá trị dinh dưỡng của thực phẩm. Nguyên nhân gây ra hiện tượng trên là do tác dụng của enzym có sẵn trong thực phẩm cũng như của vi sinh vật xâm nhập từ môi trường ngoài vào. Do xảy ra các phản ứng làm biến đổi protein.

CÂU HỎI CHƯƠNG 1

1. Hãy cho biết protein có những chức năng gì trong cơ thể?
2. Hãy cho biết giá trị dinh dưỡng và vai trò của protein trong công nghệ thực phẩm?
3. Protein được cấu tạo bởi những nguyên tố nào? Đơn vị cấu tạo cơ sở của protein?
4. Theo quan điểm hoá học, các axit amin được chia thành mấy nhóm? Đặc điểm của từng nhóm?
5. Thế nào là axit amin không thay thế và tầm quan trọng của chúng?
6. Trình bày liên kết peptit và cấu trúc bậc nhất của protein? Cấu trúc bậc nhất có ý nghĩa gì?
7. Liên kết hydro được tạo bởi các nhóm hoá học nào? Có sự khác nhau gì giữa kiểu cấu trúc xoắn α và cấu trúc gấp nếp β ?
8. Cấu trúc bậc ba của protein được tạo bởi các liên kết hoá học nào? Nêu tầm quan trọng của cấu trúc này?
9. Hãy cho biết những tính chất cơ bản của protein?
10. Thế nào là tính lưỡng tính? Cho ví dụ và giải thích?
11. Ý nghĩa của giá trị pH_i
12. Hãy giải thích phương pháp tách một protein ra khỏi hỗn hợp của chúng?
13. Hãy trình bày các tác nhân gây biến tính protein?
14. Hãy cho biết những biến đổi của protein có ứng dụng vào công nghệ thực phẩm?
15. Các sản phẩm như giò lụa, phomat, bánh mỳ,... được tạo thành nhờ khả năng gì của protein? Giải thích?
16. Hãy cho biết những biến đổi không mong muốn của protein trong quá trình sản xuất và bảo quản thực phẩm? Cho các ví dụ thực tế để minh họa?

CHƯƠNG 2: GLUXIT

2.1. KHÁI NIỆM, VAI TRÒ CỦA GLUXIT

2.1.1. Khái niệm

Gluxit là nhóm hợp chất hữu cơ khá phổ biến ở cả cơ thể động vật, thực vật và vi sinh vật. Trong thực vật gluxit chiếm 80 – 90% trọng lượng chất khô, còn ở cơ thể người và động vật hàm lượng gluxit thấp hơn hẳn, không quá 2%

Hàm lượng gluxit trong thực vật phụ thuộc vào từng loại:

Ví dụ:

Loại rau củ	Hàm lượng gluxit, %
Khoai tây:	20
Cà rốt:	8
Cà chua:	3,7

Gluxit được tổng hợp bởi cây xanh từ CO_2 , H_2O và năng lượng ánh sáng mặt trời. Con người và động vật không có khả năng đó nên phải sử dụng nguồn gluxit từ thực vật. Gluxit thuộc nhóm chất dinh dưỡng đặc biệt quan trọng đối với người và động vật. Gluxit được cấu tạo bởi C, H và O có công thức $\text{C}_m\text{H}_{2n}\text{O}_n$.

2.1.2. Vai trò của gluxit đối với cơ thể sống

Là chất cung cấp năng lượng chủ yếu của cơ thể, 60% năng lượng cho các quá trình sống là từ gluxit, 1 g gluxit cung cấp 4,1 kcal, gluxit hoà tan tốt trong nước, môi trường cho các phản ứng xảy ra trong cơ thể. Gluxit có vai trò tạo cấu trúc, tạo hình (xenluloza), ngoài ra gluxit có vai trò bảo vệ (mucopolysacarit) và góp phần tạo cho tế bào có được các tương tác đặc hiệu



Hình 2-1: Quá trình quang hợp của cây xanh

2.1.3. Vai trò của gluxit trong công nghệ thực phẩm

Gluxit là chất cơ bản, cần thiết không thể thiếu được đối với các sản phẩm lên men. Ví dụ như lên men bột nhào trong sản xuất bánh bích quy, bánh mì

Gluxit tạo cấu trúc, hình thù, trạng thái cũng như chất lượng cho các sản phẩm thực phẩm.

Tạo kết cấu: Tạo sợi, tạo màng, tạo gel, tạo độ đặc, độ cứng, độ đàn hồi cho thực phẩm như tinh bột, thạch và pectin trong miến; Tạo kết cấu đặc thù cho một số sản phẩm thực phẩm: độ phòng nở của bánh phòng tôm, độ xốp cho bánh mì ...

Tạo chất lượng: Là chất tạo ngọt cho thực phẩm; Tham gia tạo màu sắc và hương thơm trong sản phẩm (phản ứng Maillard); Tạo các tính chất lưu biến cho các sản phẩm thực phẩm: độ dai, độ trong, độ giòn, độ dẻo; Có khả năng giữ được chất thơm trong các sản phẩm thực phẩm; Tạo ẩm cũng như làm giảm hoạt độ nước làm thuận lợi cho quá trình chế biến và bảo quản.

Độ ngọt của các loại đường có thể được so sánh như sau: coi độ ngọt của sacaroza là 100.

Độ ngọt sacaroza	:100
Fructoza	:173
Đường sacaroza thủy phân	:130
Glucoza	:74
Maltoza	:32
Lactoza	:16

2.2. PHÂN LOẠI GLUXIT

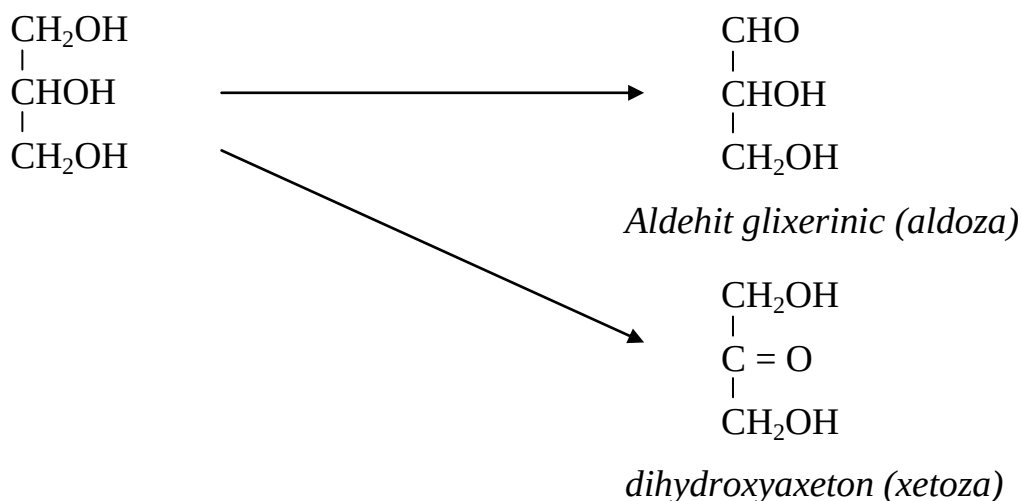
Để phân loại gluxit người ta thường dựa vào cấu tạo, tính chất của chúng. Có một số cách phân loại khác nhau nhưng nói chung đều chia gluxit thành hai nhóm lớn: Monosacarit và polysacarit.

2.2.1. Monosacarit

2.2.1.1. Bản chất hoá học và cấu tạo dạng mạch hở

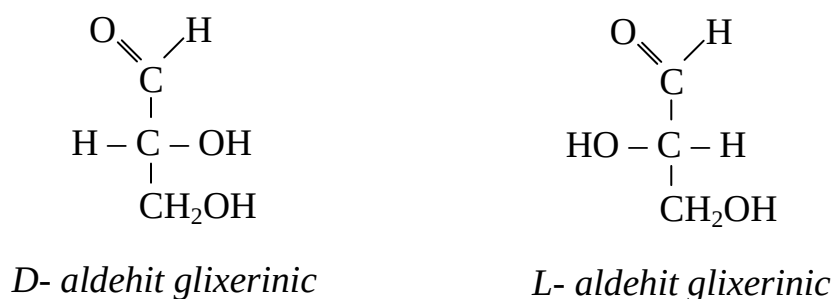
Monosacarit là gluxit đơn giản nhất, là aldehyt hoặc xeton có chứa hai hay nhiều nhóm hydroxyl.

Ví dụ : khi oxy hoá glixerin



Như vậy, monosacarit đơn giản nhất là trioza chứa ba nguyên tử cacbon, có công thức $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, gồm hai dạng : dạng có chứa nhóm aldehyt gọi là aldoza, dạng có chứa nhóm xeton gọi là xetoza.

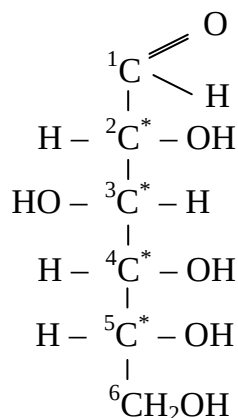
Aldehyt glixerinic chứa một cacbon bất đối nên có hai đồng phân lập thể (đồng phân quang học) là D- aldehyt glixerinic và L- aldehyt glixerinic. Còn dihydroxyaxeton không chứa các bon bất đối nên không có đồng phân quang học. Số đồng phân lập thể được tính theo 2^n với n là số nguyên tử cacbon bất đối.



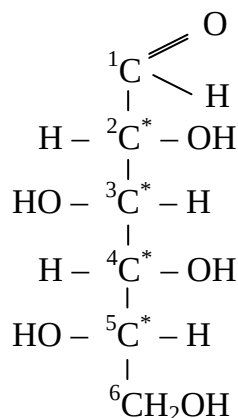
Trong phân tử monosacarit, ngoài các nhóm hydroxyl và cacbonyl ra còn có thể có nhóm amin, nhóm cacboxyl,... Để nhận biết vị trí của các nhóm này, trong phân tử monosacarit có thể đánh số lần lượt các nguyên tử cacbon. Cách đánh số dựa trên nguyên tắc sau: đánh số được bắt đầu từ nguyên tử cacbon ở đầu mạch có nhóm cacbonyl để cho nguyên tử cacbon của nhóm cacbonyl có chỉ số nhỏ nhất.

Tùy thuộc vào số lượng cacbon có trong mạch của monosacarit chúng sẽ có tên tương ứng như trioza (3 cacbon), tetroza (4 cacbon), pentoza (5 cacbon), hexoza (6 cacbon)... ngoài ra còn phụ thuộc vào nhóm chức chứa trong monosacarit.

Ví dụ : glucoza



D (+) glucoza



L (-) glucoza

Người ta dùng chữ L và D để chỉ cấu hình của đồng phân và thêm vào đó dấu (+) hoặc (-) để chỉ độ quay cực về bên phải hoặc bên trái.

Nếu lấy aldehyt glixerinic làm mẫu, ta thấy khi nhóm OH của nguyên tử cacbon bất đối ở vị trí xa nhất so với nhóm aldehyt hoặc nhóm xeton ở bên phải của trục thẳng đứng, sẽ tương ứng với dạng D và ngược lại khi nhóm OH ở bên trái của trục thẳng đứng sẽ có dạng L.

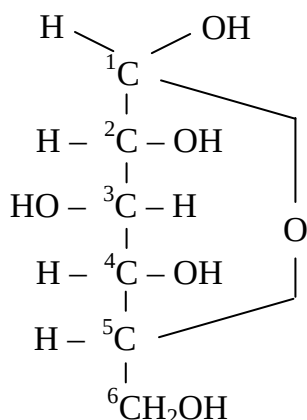
2.2.1.2. Cấu tạo dạng vòng

Ngoài cấu trúc dạng mạch thẳng, monosacarit còn tồn tại dưới dạng mạch vòng, sự tạo vòng xảy ra do tác dụng của nhóm cacbonyl với một trong các nhóm OH rượu trong cùng phân tử monosacarit tạo nên dạng hemiaxetal vòng.

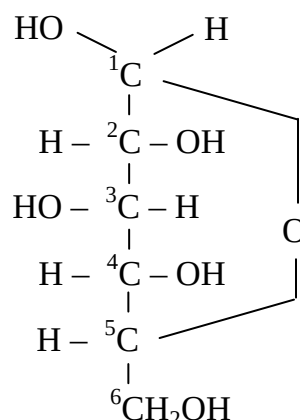
Ví dụ 1 : Sự tạo vòng đối với D – glucoza (aldoza)

Sự tạo vòng có thể xảy ra giữa nhóm cacbonyl (ở C₁ hoặc C₂) và một trong các nhóm OH rượu của phân tử monosacarit, thông thường là nhóm rượu ở vị trí C₄ hoặc C₅ đối với aldoza và ở vị trí C₆ (hoặc C₅) đối với xetoza. Như vậy, dạng vòng của monosacarit có thể là năm cạnh hoặc sáu cạnh.

Từ công thức cấu tạo hở sẽ có thể tạo nên hai dạng vòng như sau :

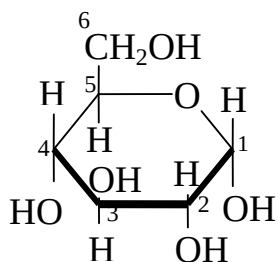


α- D - glucoza

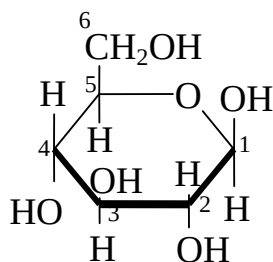


β- D - glucoza

Trong ví dụ trên, dạng vòng sáu cạnh của glucoza được hình thành do tương tác giữa nhóm cacbonyl ở C₁ với nhóm OH ở vị trí C₅. Dạng vòng sáu cạnh được gọi là piranoza



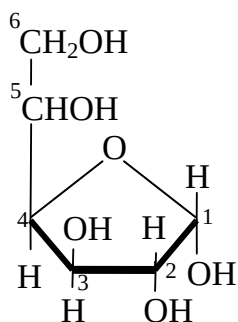
α - D - glucopiranoza



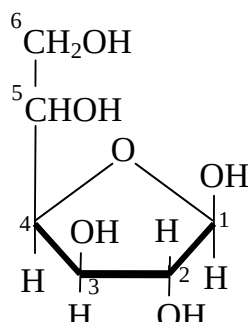
β - D - glucopiranoza

Trong công thức vòng, dạng α - tương ứng với vị trí của nhóm OH glucosit sắp xếp ở bên dưới vòng, còn dạng β - nhóm OH glucosit ở bên trên vòng.

Với dạng vòng năm cạnh thì sự tạo vòng xảy ra giữa nhóm cacbonyl và OH ở vị trí C₄. Dạng vòng năm cạnh được gọi là furanoza.



α - D - glucofuranoza



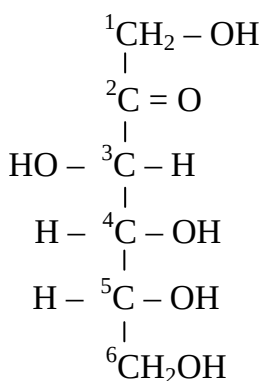
β - D - glucofuranoza

Với các hexoza thì vòng piranoza là dạng phổ biến, còn đối với pentoza thì dạng furanoza lại là phổ biến.

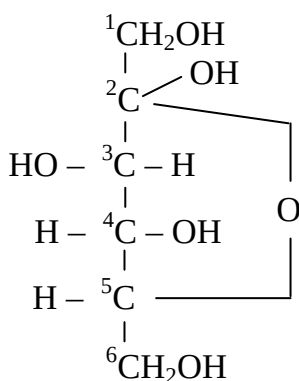
Ví dụ 2 : Sự tạo vòng đối với D- fructoza

Dạng mạch hở của fructoza.

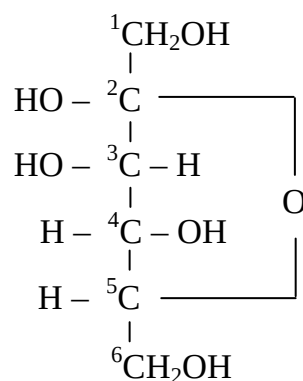
⇒ Khép vòng năm cạnh furanoza



D (+) fructoza



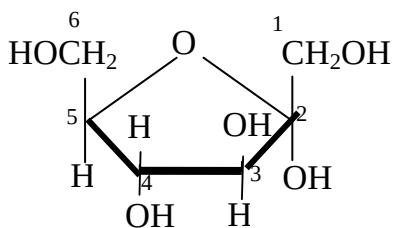
α - D - fructofuranoza



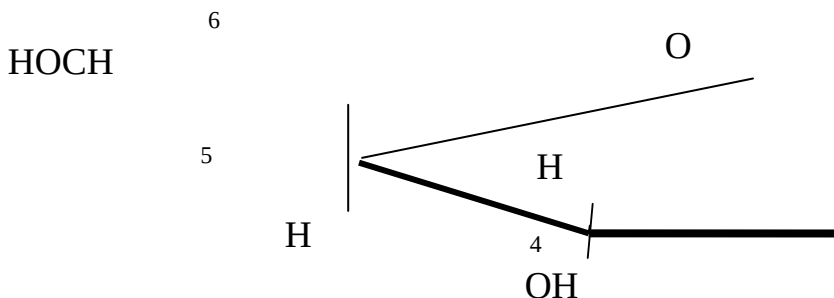
β - D - fructofuranoza

Như vậy đối với xetoza, sự tạo vòng tạo thành do nhóm chức xeton của C₂, tạo được cầu oxy hoặc với C₆ để tạo vòng piranoza hoặc với C₅ để tạo vòng furanoza.

Có thể biểu diễn công thức của furanoza dưới các dạng sau đây :



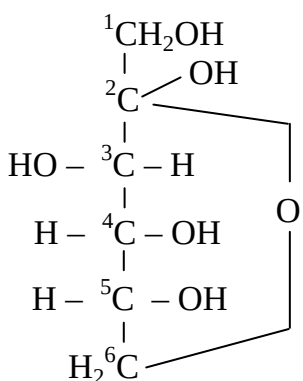
α -D - fructofuranoza



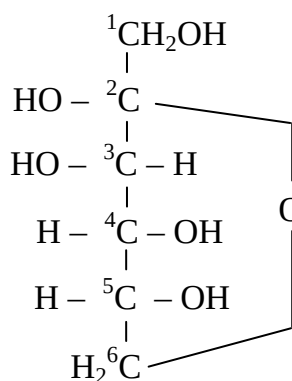
β -D - fructofuranoza

Với cách biểu diễn công thức vòng như trên, vòng monosacarit được coi như đặt trên một mặt phẳng, như vậy toàn bộ mạch cacbon và cầu nối oxy được xếp cùng trên một mặt phẳng, phần đậm nét của phân tử biểu diễn vị trí của vòng gần với tầm mắt người quan sát, còn các nhóm OH và H sẽ được sắp xếp ở trên hoặc ở dưới mặt phẳng chứa vòng monosacarit. Nếu ở công thức dạng mạch hở, chúng được xếp bên phải chuỗi cacbon, thì trong công thức dạng vòng, chúng sẽ được xếp ở phần dưới của mặt phẳng chứa vòng và ngược lại các nhóm ở bên trái sẽ chiếm các vị trí ở phía trên mặt phẳng. Chỉ riêng trong trường hợp đối với nguyên tử cacbon mà nhóm OH được dùng để tạo nên cầu oxy thì cách sắp xếp các nhóm thế lại theo nguyên tắc ngược lại.

Đường fructoza cũng có thể tạo vòng sáu cạnh nhưng không bền

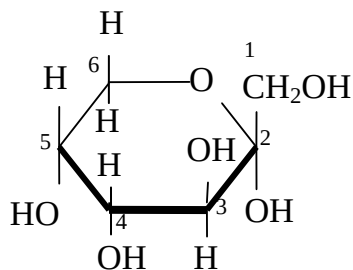


α -D - fructopiranoza

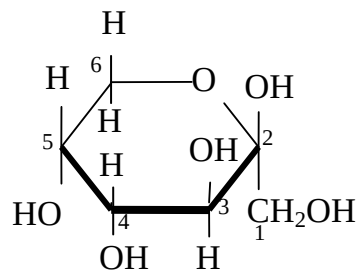


β -D - fructopiranoza

Cũng có thể biểu diễn dưới dạng sau :

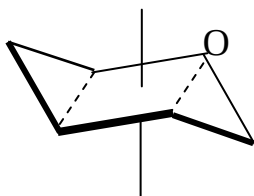


α -D - fructopyranosa

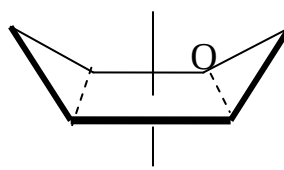


β -D - fructopyranosa

Monosacarit tồn tại phần lớn dưới dạng vòng sáu cạnh kiểu piranoza, ở dạng này nó lại có thể có cấu hình dạng ghế hoặc dạng thuyền.

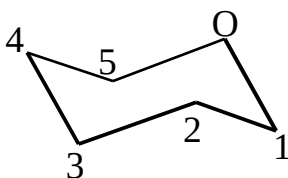


Dạng ghế

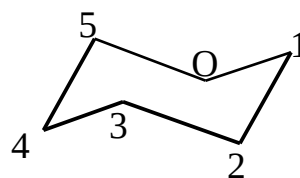


Dạng thuyền

Monosacarit có thể tồn tại ở hai dạng ghế và sáu dạng thuyền khác nhau tùy theo sự khác của vị trí của oxy trong phân tử sáu cạnh. Dạng ghế bền hơn và hai dạng ghế có cấu hình như sau.



Dạng C_1 gặp nhiều hơn cả



1C

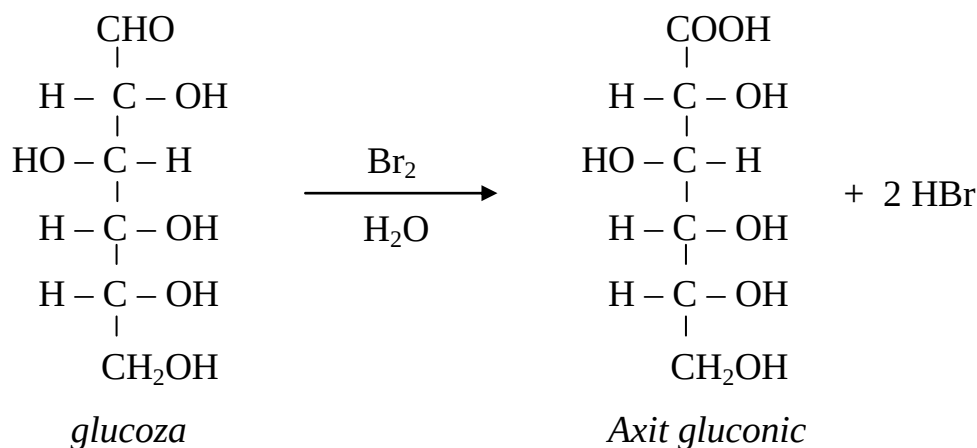
2.2.1.3. Tính chất của monosacarit

Monosacarit là những chất dễ hoà tan trong nước và không tan trong các dung môi hữu cơ. Khi cô đặc dung dịch monosacarit sẽ thu được các tinh thể. Tính chất lý học đặc trưng của các monosacarit là tính quang hoạt của chúng, nghĩa là khả năng làm quay mặt phẳng của ánh sáng phân cực sang phải hoặc sang trái. Còn tính chất hóa học quan trọng của monosacarit là những tính chất của nhóm chức aldehyt hoặc xeton, điển hình là tính khử.

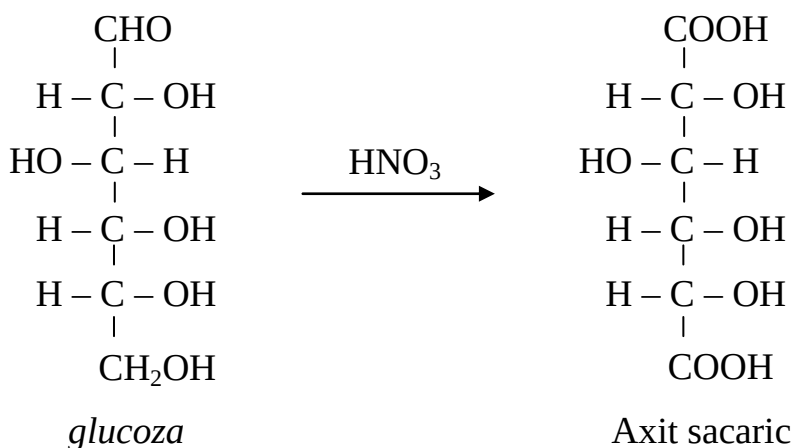
a. Tác dụng của các chất oxy hoá

Tùy điều kiện oxy hoá sẽ thu được các sản phẩm khác nhau.

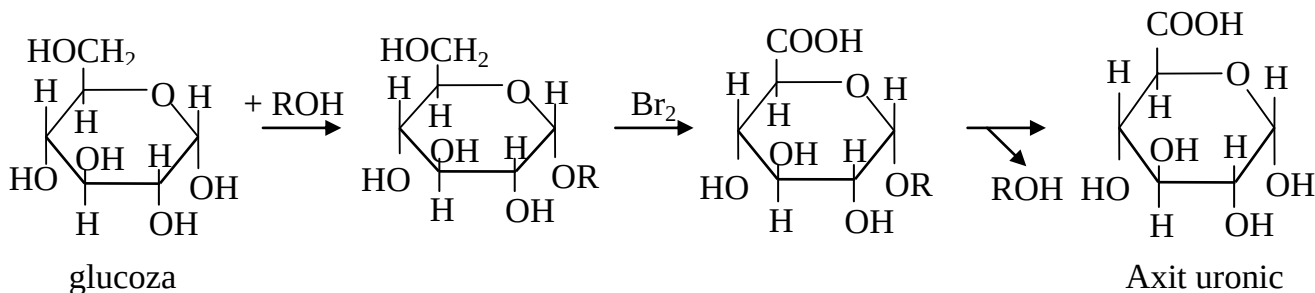
- Khi oxy hoá nhẹ bằng dung dịch clo, brom, iot trong môi trường kiềm, chức aldehyt bị oxy hoá thành chức axit.



- Khi oxy hoá bằng các chất oxy hoá mạnh hơn như HNO_3 thì cả chức aldehyt và chức rượu bậc 1 trong phân tử đều chuyển thành chức axit.

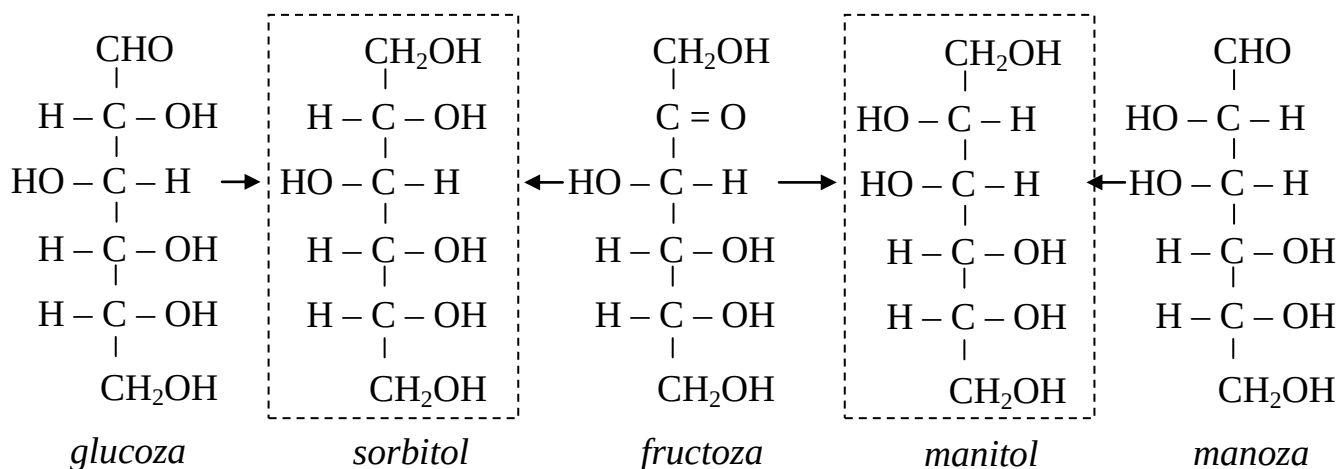


Ghi chú : Khi oxy hoá các aldoza bằng dung dịch nước brom, nếu đã bảo vệ chức aldehyt bằng cách metyl hoá hoặc axetyl hoá chức đó, thì quá trình oxy hoá chỉ xảy ra ở nhóm rượu bậc 1 và sản phẩm thu được sẽ chứa một nhóm axit. Sản phẩm này được gọi là axit uronic.



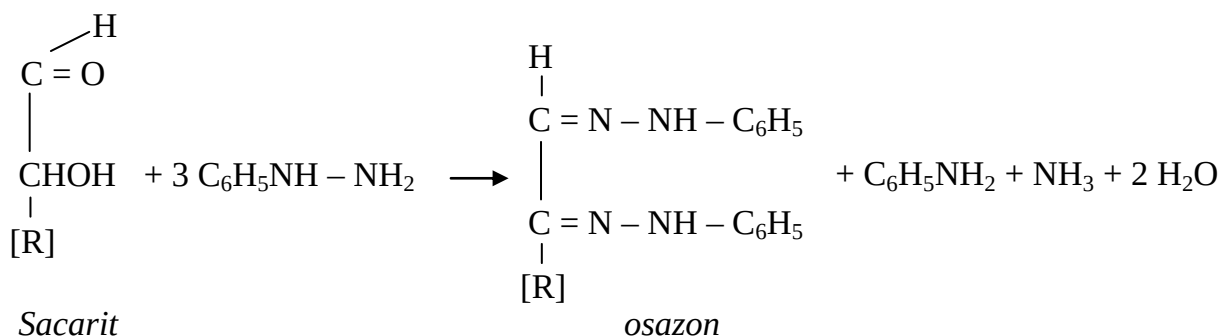
b. Tác dụng của các chất khử

Dưới tác dụng của các chất khử, nhóm aldehyt hoặc xeton của monosacarit chuyển thành nhóm chức rượu tương ứng. Để tiến hành phản ứng khử, có thể dùng dòng khí hydro, có kim loại xúc tác (hỗn hợp Hg và Na).



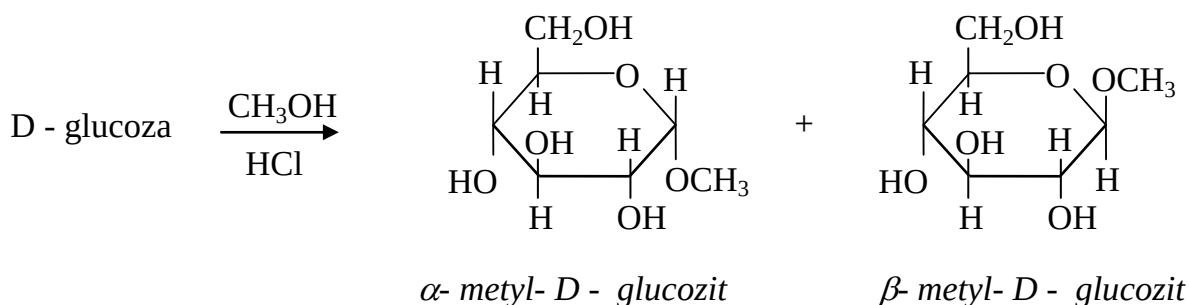
c. Tác dụng với phenylhydrazin

Trong những điều kiện xác định, một phân tử sacarit có thể phản ứng với ba phân tử phenylhydrazin $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH} - \text{NH}_2$ dư, tạo thành tinh thể osazon.



d. Phản ứng của nhóm hydroxyl glucosit và sự tạo thành các hợp chất glucosit

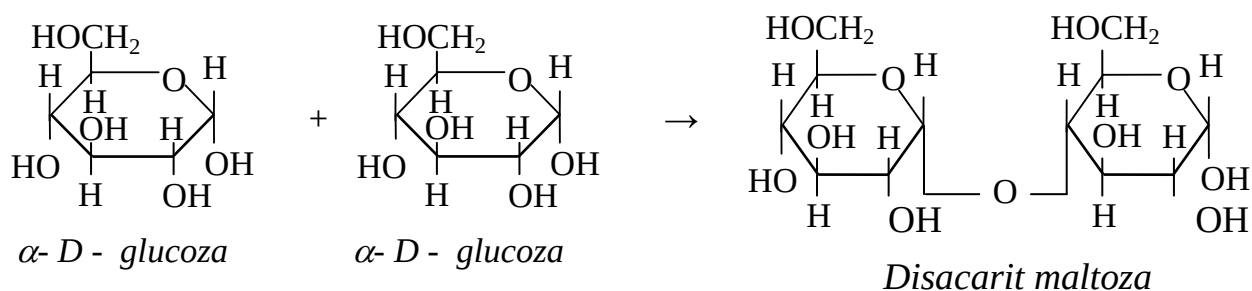
Nhóm hydroxyl glucosit có thể phản ứng với rượu khan tạo thành ete tương ứng gọi là



glucosit.

Trong phân tử glucosit, phần phi gluxit thế vào vị trí hydro của nhóm OH glucosit gọi là phần aglucon (gồm các gốc rượu, các gốc của những hợp chất thơm và những hợp chất thơm đã được hydro hoá, các gốc sterit, các gốc alcoloit,...).

Liên kết glucozit là liên kết giữa phần gluxit và aglucon, ngoài ra liên kết glucozit cũng được tạo thành giữa các monosacarit để tạo nên di-, oligo, và polysacarit.



Ta có thể phân biệt các kiểu liên kết glucozit khác nhau :

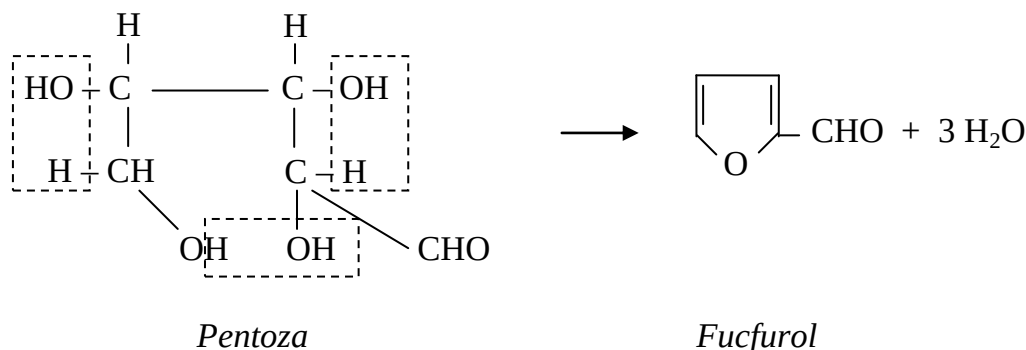
- O- glucozit ($\text{R} - \underset{\text{|}}{\text{C}} - \text{O} - [\text{A}]$), gốc aglucon (A) kết hợp với gluxit (R) qua cầu oxy.
- S - glucozit ($\text{R} - \underset{\text{|}}{\text{C}} - \text{S} - [\text{A}]$), gốc aglucon được kết hợp qua S
- N- glucozit ($\text{R} - \underset{\text{|}}{\text{C}} - \text{N} - [\text{A}]$), có liên kết C - N
- C- glucozit ($\text{R} - \underset{\text{|}}{\text{C}} - \text{C} - [\text{A}]$), có liên kết C - C trực tiếp giữa gluxit và aglucon.

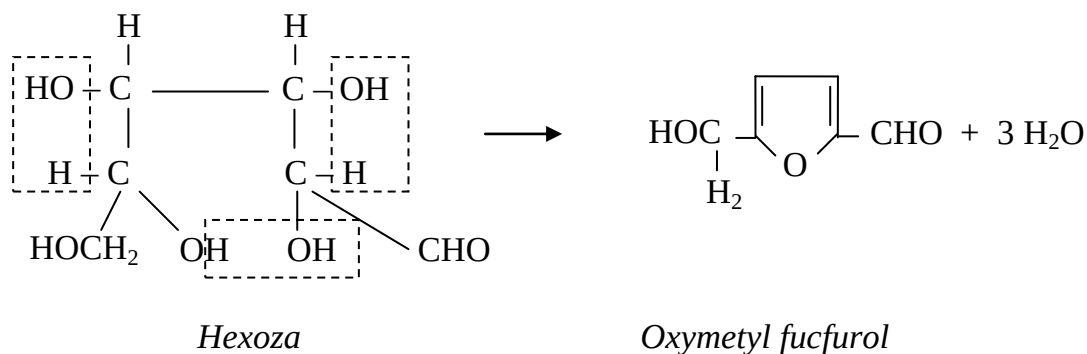
Liên kết glucozit không bền với axit, tương đối bền với kiềm. Dưới tác dụng của axit hoặc các enzym tương ứng, glucozit bị thủy phân tạo thành monosacarit và aglucon

Các glucozit thường có vị đắng, mùi thơm đặc biệt, có tác dụng trợ tim.

e. Tác dụng với axit

Đun sôi các pentoza, hexoza với axit nồng độ cao (HCl 12% hoặc H₂SO₄ đặc), chúng sẽ loại đi ba phân tử nước, tạo thành fucfurol hoặc oxymetyl fucfurol.





f. Tác dụng với axit amin

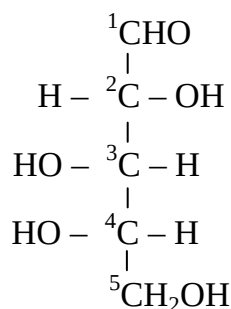
Đường khử + axit amin $\rightarrow$ melanoidin

2.2.1.4. Các dạng monosacarit thường gặp

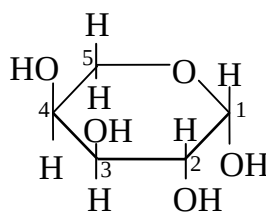
a. Pentoza

Pentoza là monosacarit chứa năm cacbon, gặp trong thành phần của nhiều tổ chức động vật và thực vật, tồn tại một phần ở trạng thái tự do. Thường gặp là :

* *L- arabinoza* : có trong thành phần của hemixelluloza, các chất nhày, các pentozan. Không bị lên men bởi nấm men

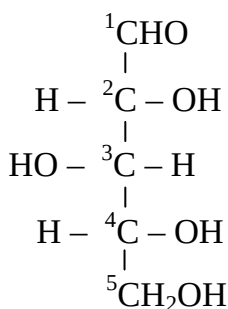


L- arabinoza

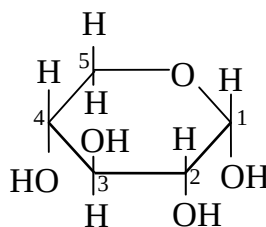


Dạng α - piranoza của L - arabinoza

* *D - xiloza* : một phần tồn tại ở trạng thái tự do, chủ yếu dưới dạng polysacarit gọi là xilan và pentozan, có trong gỗ, rơm, rạ. D - xiloza không bị lên men bởi nấm men và không bị đồng hoá bởi người và động vật.

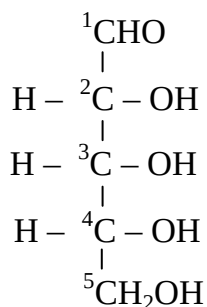


D - xiloza

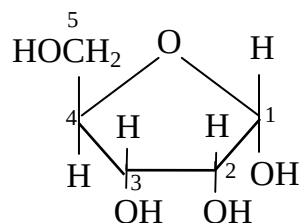


Dạng α - piranoza của D - xiloza

* *D-riboza* : trong thực vật *D-riboza* tồn tại ở dạng furanoza



D - riboza



Dạng α -furanoza của D - riboza

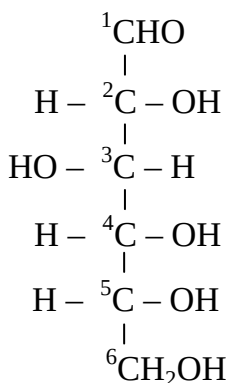
b. Hexoza

Hexoza là nhóm monosacarit phổ biến hơn cả trong thiên nhiên, thường tồn tại ở dạng vòng sáu cạnh, dạng vòng năm cạnh ít gặp hơn, trừ đối với fructoza.

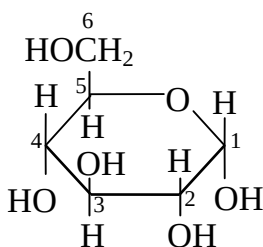
* *D- glucoza (đường nha)* : có nhiều trong quả nho chín, là thành phần cấu tạo của rất nhiều loại polysacarit như tinh bột, glicogen, xelluloza,... ở cơ thể người và động vật, glucoza là thành phần cố định trong máu.



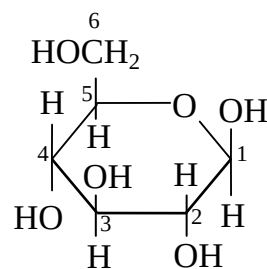
Khi đưa glucoza vào máu người bệnh sẽ làm hồi phục sức khỏe nhanh chóng vì glucoza là monosacarit được hấp thụ dễ dàng hơn cả.



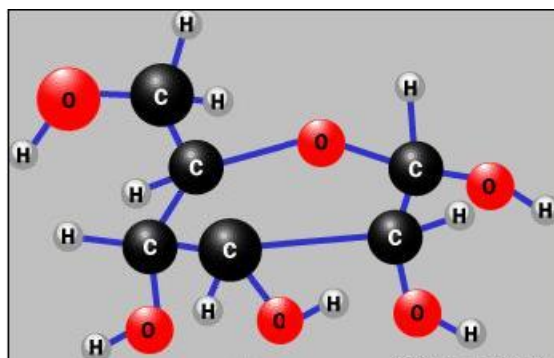
D - glucoza



α - D - glucoza

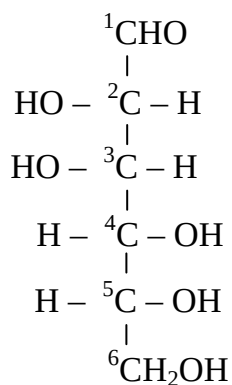


β - D - glucoza

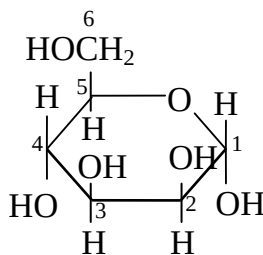


Hình 2-2 : Mô hình không gian của glucoza dạng mạch thẳng và dạng mạch vòng

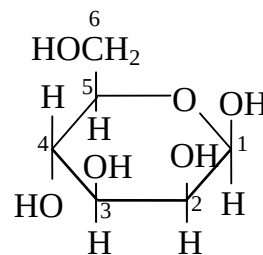
* *D- manozơ* : có trong thành phần của hemixelluloza, chất nhày,... dễ bị lên men bởi nấm men.



D - manozơ

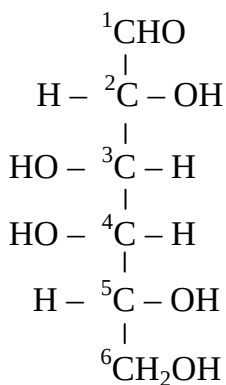


α - *D - manozơ*

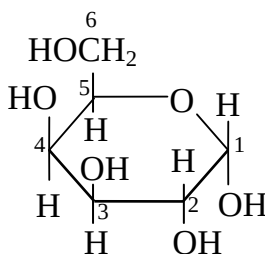


β - *D - manozơ*

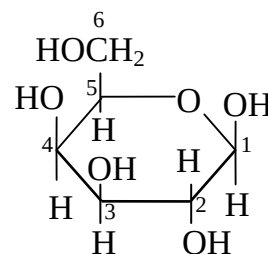
* *D- galactơ* : chỉ có thể lên men bởi các loại nấm men riêng biệt.



D - galactơ



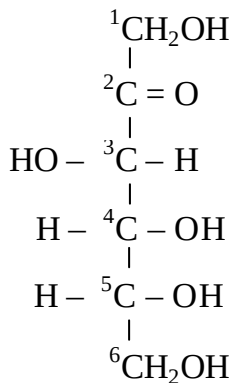
α - *D - galactơ*



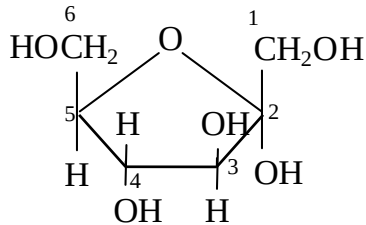
β - *D - galactơ*

* *D- fructơ* (đường quả) : có nhiều trong quả, mật hoa, dễ dàng lên men bởi nấm men, fructơ có nhiều trong mật ong

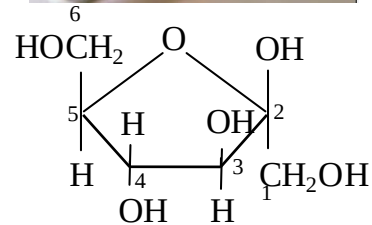
Khi kết tinh có hình kim, tinh thể ngậm một phân tử nước : $2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$



D- fructoza



α- D - fructoza



β- D - fructoza

2.2.2. Polysacarit

Tuỳ thuộc vào số lượng monosacarit có trong thành phần của polysacarit (gluxit phức tạp) có thể chia thành hai nhóm.

- Polysacarit loại một hay oligosacarit
- Polysacarit loại hai gọi tên chung là polysacarit

2.2.2.1. Oligosacarit (polysacarit loại một)

Oligosacarit là nhóm gluxit cấu tạo bởi sự liên kết của một số ít monosacarit. Vì vậy phân tử lượng của chúng không lớn lắm, và có một số tính chất như đường đơn giản : dễ tan trong nước, dễ kết tinh, dễ bị thủy phân bởi axit hoặc enzym. Oligosacarit là gluxit chứa từ 2 – 10 monosacarit, trong đó quan trọng nhất và phổ biến hơn cả là các disacarit như sacaroza, lactoza, maltoza,...

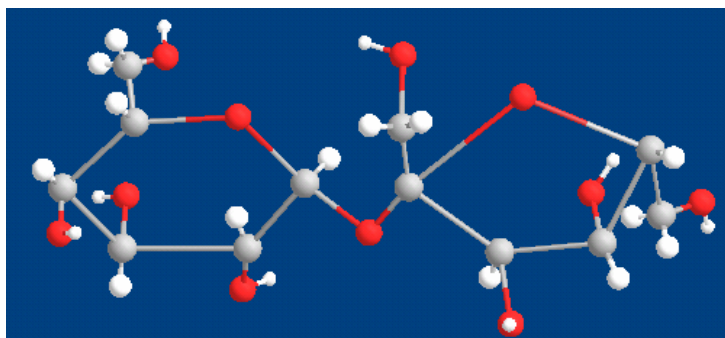
a. Disacarit

Disacarit là oligosacarit có hai gốc monosacarit kết hợp với nhau và loại một phân tử nước.

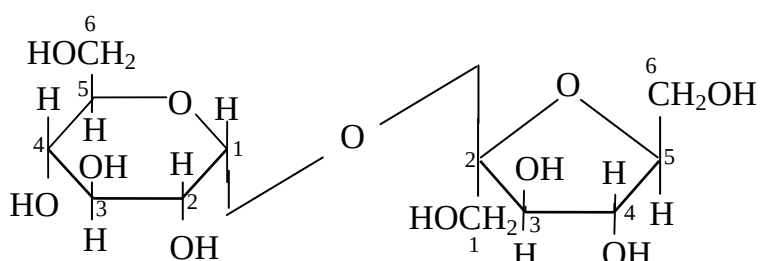
* *Sacaroza* : có nhiều trong củ cải đường, trong mía và ở lá, thân, rễ, quả của nhiều loại thực vật.



Là loại đường dễ hoà tan, được cấu tạo từ glucoza và fructoza, được liên kết với nhau nhờ hai nhóm OH glucozit của chúng, không còn chứa nhóm OH glucozit tự do, vì vậy sacaroza không có tính khử. Khi bị thủy phân bằng axit hoặc enzym invertaza, sẽ giải phóng glucoza và fructoza.

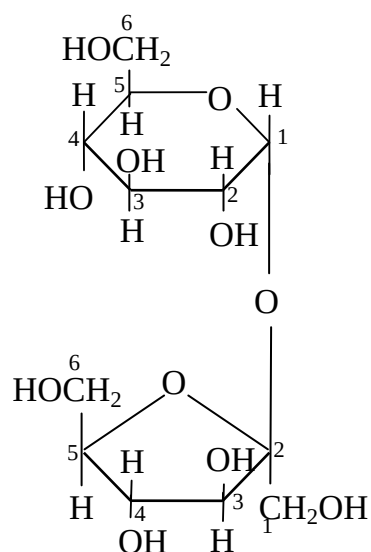


hình 2-3: Mô hình không gian phân tử đường saccaroza

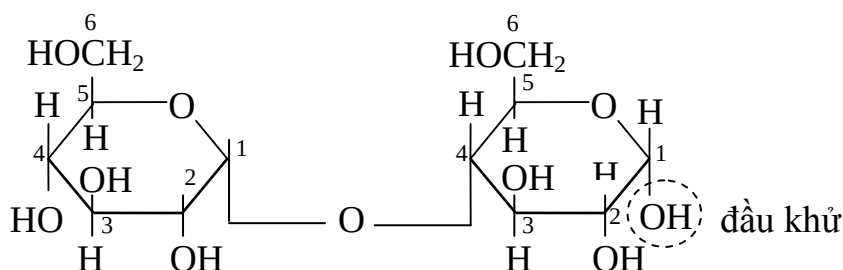


α - D - glucopiranozit (1 $\rightarrow$ 2) β - D- fructofuranozit

Hoặc có thể viết dưới dạng :

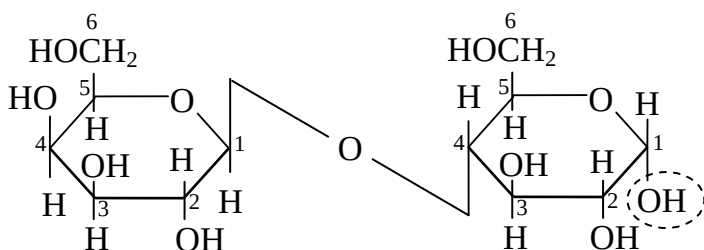


* *Maltoza* : là disacarit chứa hai gốc α - glucopiranoza, hai gốc này liên kết với nhau nhờ các nhóm OH ở vị trí C₁ và C₄. Do đó maltoza còn giữ được một nhóm OH glucozit và duy trì được tính khử bằng một nửa đường glucoza. Khi thủy phân bằng axit hoặc bằng enzym, maltoza sẽ phân ly tạo thành hai phân tử đường α - D - glucoza.



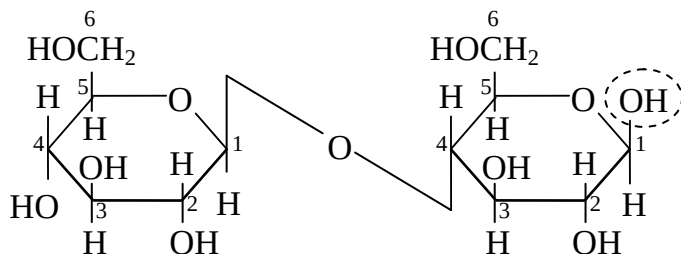
α - D - glucopiranozit (1 $\rightarrow$ 4) α - D - glucopiranoza

* *Lactoza*: còn gọi là đường sữa, vì nó có trong sữa người, động vật (5 - 8%), được cấu tạo từ một phân tử β - D - galactoza và một phân tử α - D - glucoza. Ở nhiệt độ thường lactoza hoà tan trong nước ít hơn sacaroza 10 lần, nhưng ở 100⁰C thì độ hoà tan của nó xấp xỉ sacaroza. Lactoza kết tinh chậm, tinh thể cứng và có nhiều dạng tinh thể. Vitamin B₂ có thể ức chế sự kết tinh của lactoza. Độ ngọt của lactoza chỉ bằng 1/6 sacaroza. Lactoza khó bị thủy phân bởi axit hơn sacaroza, và bị thủy phân bởi enzym lactaza ở phần ruột chảy của trẻ em.



β - D - galactopiranozit (1→4) α - D - glucopiranoza

* *Xellobioza* : chứa hai phân tử β - D - glucoza liên kết với nhau nhờ các nhóm OH ở vị trí C₁ và C₄. Xellobioza là đơn vị cấu tạo của xelluloza, trong phân tử vẫn còn một nhóm OH glucosit tự do, nên vẫn duy trì được tính khử.



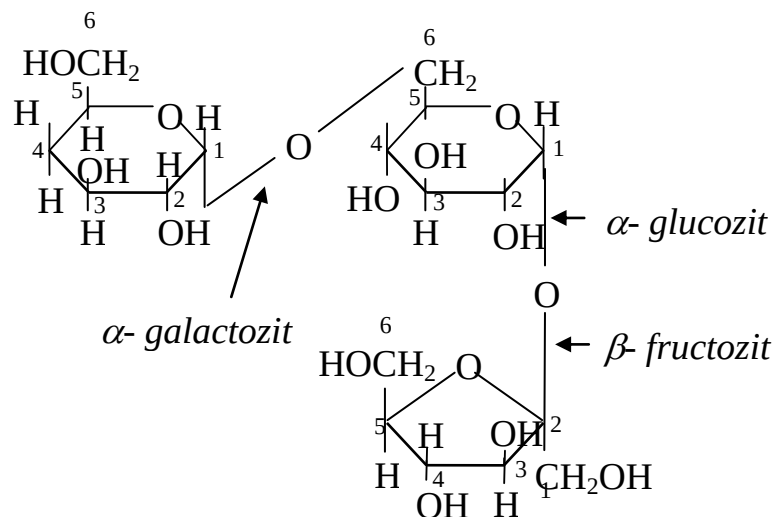
β - D - glucopiranozit (1→4) β - D - glucopiranoza

b. Trisacarit

Là nhóm oligosacarit chứa ba gốc monosacarit, thường gặp rafinoza. Rafinoza chứa một gốc galactoza, một gốc glucoza và một gốc fructoza, chúng liên kết với nhau nhờ các nhóm OH glucosit của chúng, vì vậy trong phân tử rafinoza không còn chứa nhóm OH glucosit tự do, nên rafinoza không có tính khử.

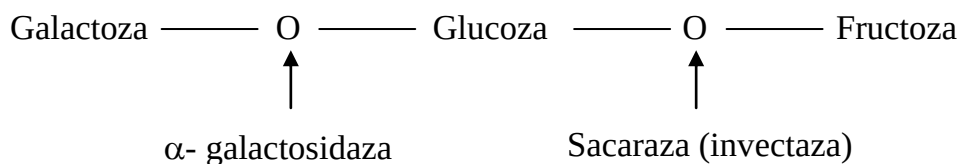
Rafinoza có nhiều trong hạt bông và củ cải đường. Rafinoza tinh thể không có vị ngọt, hoà tan trong nước, kém bền với nhiệt hơn sacaroza





α -D-galactozit (1→6) α -D-glucozit (1→2) β -D-fructozit

Sự phân giải rafinoza nhờ enzym ở các vị trí khác nhau :



2.2.2.2. Polysacarit (polysacarit loại hai)

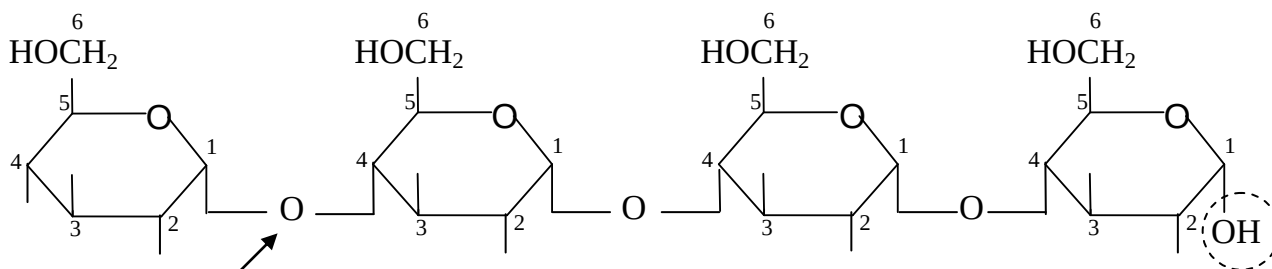
Chúng được cấu tạo bởi nhiều monosacarit liên kết với nhau nhờ các liên kết α và β glucozit, trong thành phần của nó có thể có một loại hoặc nhiều loại monosacarit khác nhau (dưới 5 –6 loại)

a. Các polysacarit nguồn gốc thực vật.

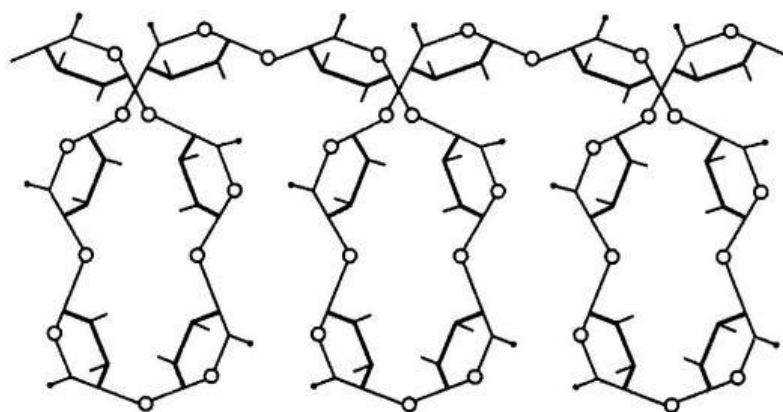
* *Tinh bột* : Tinh bột là polysacarit dự trữ thực vật phổ biến nhất, là chất dinh dưỡng chủ yếu của người. Tinh bột được tích lũy chủ yếu trong các loại hạt, đặc biệt là các hạt hoà thảo và các loại củ. Trong tế bào, tinh bột tồn tại dưới dạng các hạt có kích thước bé. Tinh bột không phải là một chất riêng biệt, nó bao gồm hai cấu tử amiloza và amilopectin. Về cấu tạo hoá học, hai thành phần trên đều có chứa các đơn vị cấu tạo là α -D-glucoza, và liên kết với nhau bởi các liên kết glucozit.

Amiloza, các gốc glucoza được gắn với nhau nhờ liên kết 1→4 glucozit và tạo nên một chuỗi dài bao gồm từ 200 – 1000 gốc glucoza. Phân tử amiloza bao gồm một số chuỗi sắp xếp song song với nhau, trong đó các gốc glucoza của từng chuỗi cuộn vòng lại hình xoắn ốc, mỗi xoắn có sáu gốc glucoza. Cấu trúc xoắn được giữ vững nhờ liên kết hydro được tạo thành giữa các nhóm OH tự do. Bên trong xoắn có thể kết hợp với các nguyên tử khác, khi

tiếp xúc với iôt thì chúng bị hấp thụ và tạo thành phức chất phản quang có màu xanh. Nếu đun nóng, liên kết hydro bị cắt đứt, chuỗi amiloza duỗi thẳng do đó iôt bị tách ra khỏi amiloza, dung dịch mất màu xanh. Dung dịch amiloza có độ nhớt thấp hơn dung dịch amilopectin, amiloza bị kết tủa bởi alcolbutylic.

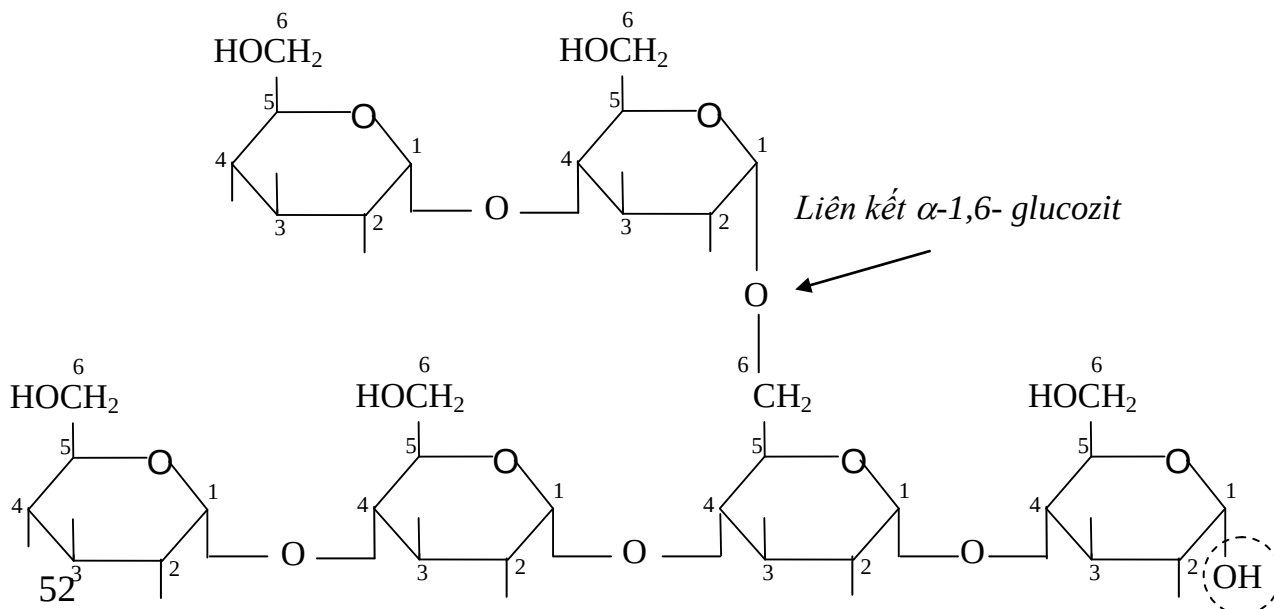


Liên kết α -1,4- glucozit

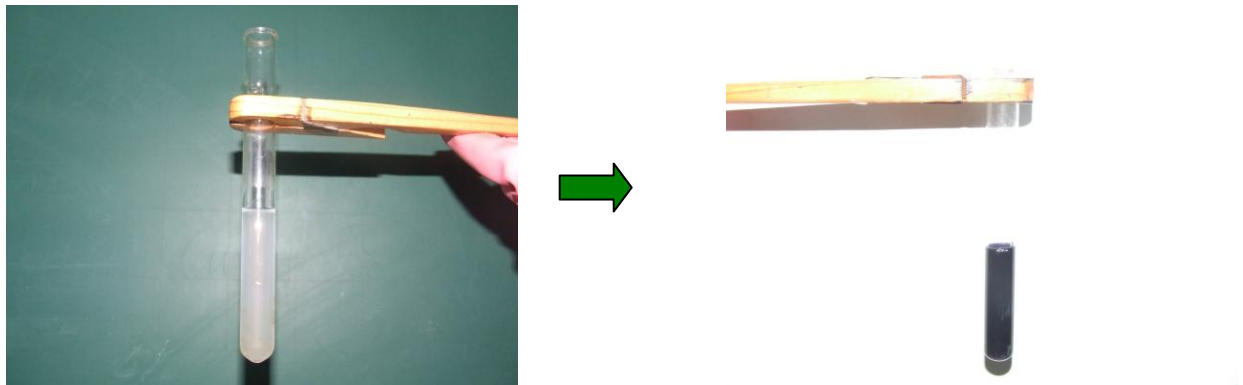


Hình 2.4: Sơ đồ cấu trúc xoắn ốc của amiloza

Amilopectin, các gốc glucoza gắn với nhau không chỉ nhờ liên kết 1 $\rightarrow$ 4 glucozit, mà còn nhờ liên kết 1 $\rightarrow$ 6 glucozit. Cấu trúc phân tử của nó bao gồm một nhánh trung tâm (chứa liên kết 1 $\rightarrow$ 4 glucozit), từ nhánh này phát ra các nhánh phụ có chiều dài khoảng vài chục gốc glucoza, khối lượng phân tử vào khoảng $5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$.

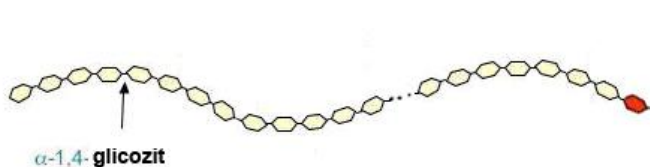


Khi tiếp xúc với iôt chuyển thành màu tím. Dung dịch amilopectin có độ nhớt cao. Khi đun nóng làm thay đổi sâu sắc và không thuận nghịch cấu trúc phân tử amilopectin gây ra trạng thái hồ hoá tinh bột.

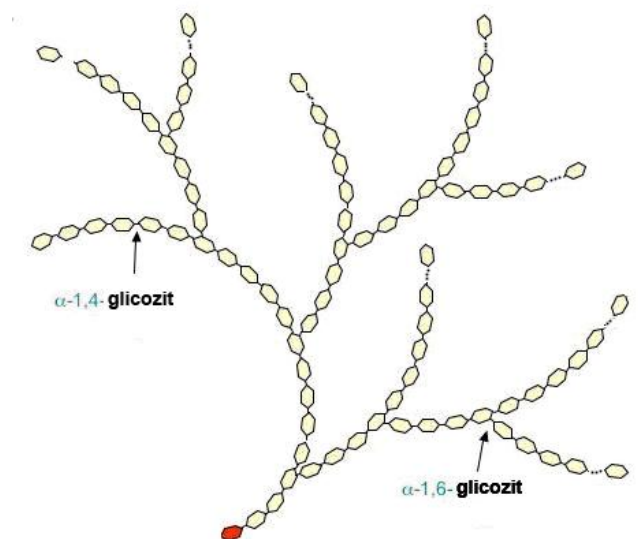


Hình 2-5: Thí nghiệm giữa tinh bột và dung dịch iôt

Sơ đồ cấu trúc của amiloza và amilopectin



Hình 2-6 : Mô hình phân tử amiloza

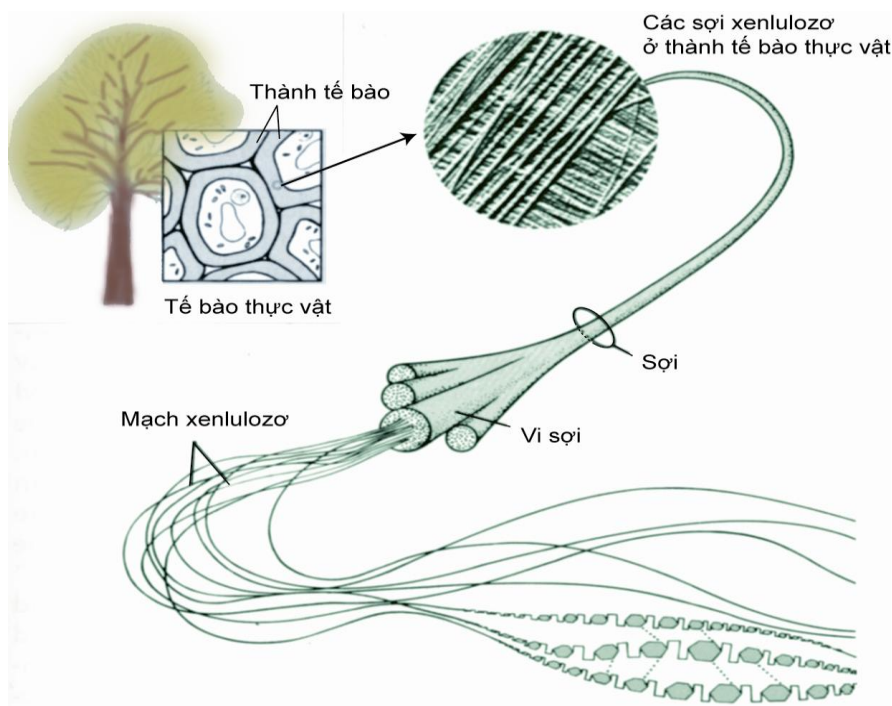


Hình 2-7 : Mô hình phân tử amilopectin

Tinh bột có thể bị thủy phân dưới tác dụng của enzym amilaza hoặc axit tạo thành các sản phẩm có khối lượng phân tử thấp hơn gọi là dextrin. Các dextrin này có thể tiếp tục bị thủy phân hoàn toàn tạo thành các gốc glucoza. Như vậy, sản phẩm thủy phân hoàn toàn của tinh bột là glucoza. Tuy nhiên ở những điều kiện nhất định, dưới tác dụng của enzym, maltoza lại là thành phần chủ yếu trong sản phẩm thủy phân tinh bột.

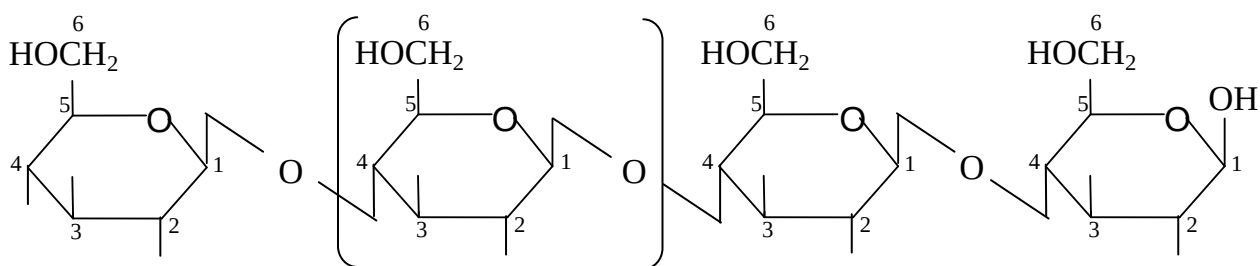
* *Xelluloza* : Xelluloza là polysacarit chủ yếu của thành tế bào thực vật. Trong bông nó chiếm trên 90%, còn trong gỗ hơn 50%. Khi đun sôi với H_2SO_4 đặc, xelluloza sẽ chuyển

thành glucoza, còn khi thuỷ phân trong điều kiện nhẹ nhàng sẽ tạo nên disacarit xellobioza. Phân tử xelluloza chứa từ 1400 – 10000 gốc glucoza liên kết với nhau nhờ liên kết β -1,4-glucozit. Xelluloza có dạng sợi, các dạng sợi của xelluloza lại gắn với nhau nhờ liên kết hydro tạo nên cấu trúc mixen của xelluloza.



Hình 2-8 : Sợi xenluloza

Xelluloza có cấu trúc rất bền, khó bị thuỷ phân. Người và động vật không có enzym phân giải xelluloza (xellulaza) nên không tiêu hoá được xelluloza, vì vậy xelluloza không có giá trị dinh dưỡng. Nhưng động vật nhai lại có thể tiêu hoá dễ dàng xelluloza, vì trong ruột của nó có chứa các vi khuẩn có khả năng tiết ra enzym xellulaza là enzym thuỷ phân xelluloza.



Xelluloza

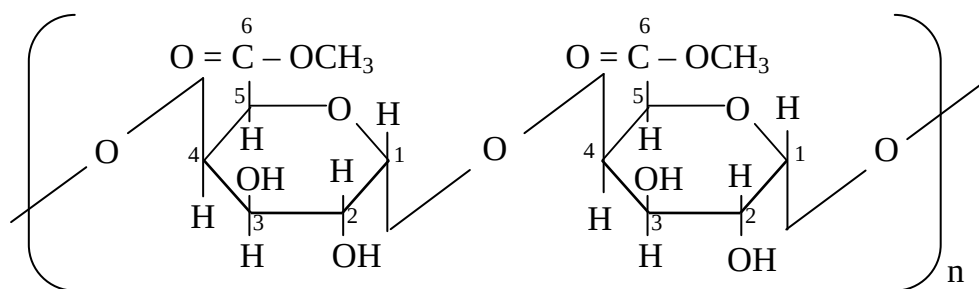
* *Hemixelluloza* : Hemixelluloza là nhóm polysacarit có tính chất đặc biệt là không tan được trong nước mà chỉ tan trong dung dịch kiềm. Hemixelluloza cũng là thành phần của thành tế bào thực vật và tồn tại chủ yếu ở các phần như vỏ hạt, bẹ ngô, cám, rơm, rạ, trấu. Khi thuỷ phân hemixelluloza sẽ thu được các monosacarit thuộc nhóm hexoza như :

manoza, galactoza, nhóm pentoza như arabinosa, xiloza. Tùy theo trong thành phần của hemixelluloza có chứa monosacarit nào mà nó sẽ có những tên tương ứng như manan, galactan và pentozan,...

* *Pectin* : Pectin là polysacarit có nhiều ở quả, củ hoặc thân cây, đặc biệt trong cùi trắng của quả bưởi, cam, chanh. Khi có axit, đường nó có thể tạo thành keo, vì vậy nó được ứng dụng phổ biến trong sản xuất mứt kẹo.

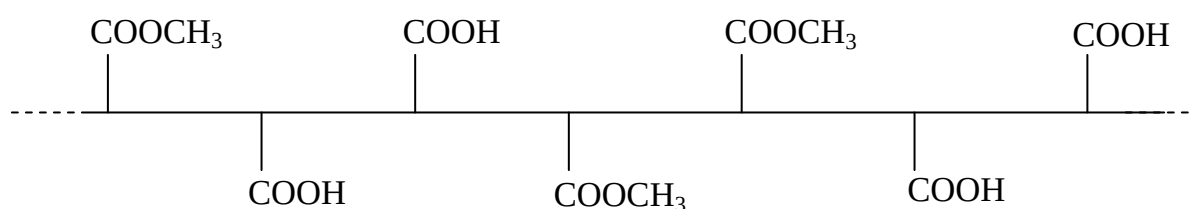
Trong thực vật, pectin tồn tại dưới hai dạng : dạng protopectin không tan tồn tại chủ yếu ở thành tế bào, và dạng hoà tan của pectin tồn tại chủ yếu ở dịch tế bào. Dưới tác dụng của axit, enzym protopectinaza hoặc đun nóng, protopectin chuyển sang dạng pectin hoà tan.

Pectin hoà tan là polysacarit cấu tạo bởi các gốc axit galacturonic, trong đó một số gốc axit có chứa nhóm thế metoxy ($\text{CH}_3\text{O} -$).



Phân tử pectin có thể được trình bày theo sơ đồ sau :

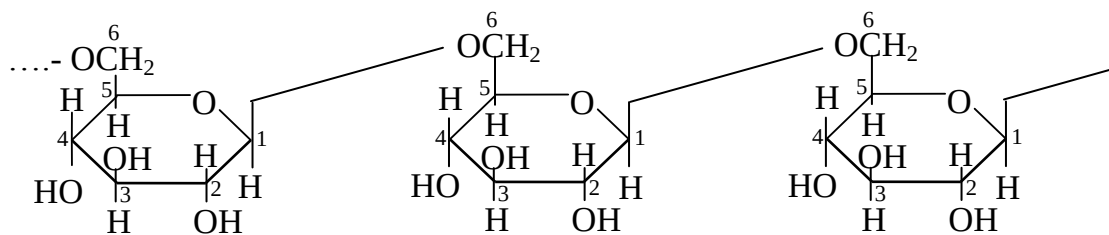
pectin



Pectin hoà tan khi bị tác dụng của chất kiềm loãng hoặc enzym pectaza sẽ giải phóng nhóm metoxy dưới dạng rượu metylic, và polysacarit còn lại khi đó được gọi là axit pectic tự do, nghĩa là axit polygalacturonic.

* *Aga – aga (thạch)* : Aga – aga là polysacarit tập trung trong một số loại rong biển, nó không tan trong nước lạnh nhưng khi đun nóng nó bị hoà tan, nếu để nguội sẽ đông lại thành một khối. Nó là một hỗn hợp của hai loại polysacarit : agarosa và agarpectin. Agarosa chứa các gốc D- và L- galactopiranoza gắn với nhau nhờ liên kết 1,3- glucosit, còn cấu trúc của agarpectin chưa biết đầy đủ. Aga- aga được dùng trong công nghiệp thực phẩm và làm môi trường để nuôi cấy vi sinh vật.

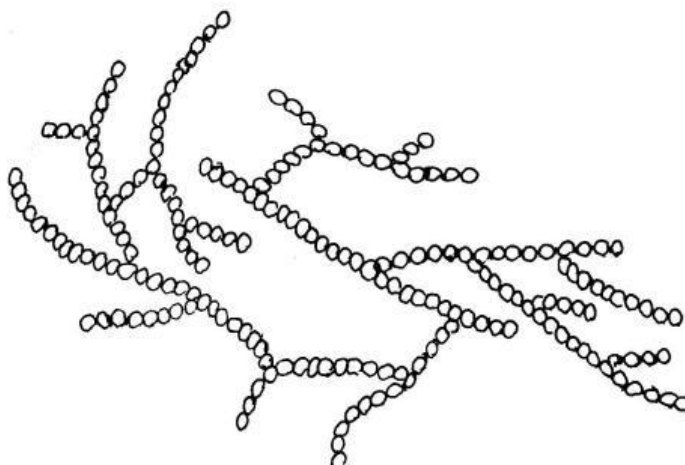
b. Polysacarit của vi sinh vật



Dextran là loại polysacarit điển hình từ nguồn gốc vi sinh vật, cấu trúc của dextran bao gồm các gốc D- glucopiranoza gắn với nhau nhờ liên kết 1→6 glucozit. Dextran hoà tan được trong nước, ngoài các nhóm liên kết 1→6 glucozit, còn có thể có cả các gốc liên kết bằng kiểu 1→4 glucozit hoặc 1→3 glucozit.

c. Polysacarit nguồn gốc động vật

* *Glicogen* : cũng thuộc glucan (trong thành phần chứa toàn glucoza), là polysacarit dự trữ của cơ thể người và động vật. Phân tử glicogen có cấu tạo phân nhánh tương tự như amilopectin nhưng mức độ phân nhánh nhiều hơn. Phần lớn các gốc glucoza trong phân tử kết hợp với nhau qua liên kết liên kết α -1,4- glucozit, liên kết α -1,6- glucozit ở chỗ phân nhánh của phân tử. Khi thủy phân bằng axit hoặc bằng enzym, glicogen chuyển thành α -D- glucoza. Glicogen hoà tan trong nước nóng. Khi tác dụng với iôt sẽ cho màu đỏ tím hoặc đỏ nâu. Ở người và động vật, glicogen tập trung chủ yếu trong gan. Tuy nhiên hàm lượng của nó phụ thuộc nhiều vào mức độ dinh dưỡng. Khi bị đói, hàm lượng glicogen giảm nhanh chóng.



Hình 2.9: Sơ đồ cấu tạo của glicogen : các vòng tròn là phân tử glucoza

* *Kitin* : có trong phần vỏ cứng của côn trùng, giáp xác, có vai trò bảo vệ. Đơn vị cấu tạo cơ bản của kitin là N- axetyl - β - D- glucosamin, liên kết với nhau nhờ liên kết β -1,4- glucozit.

CÂU HỎI CHƯƠNG 2

1. Gluxit là gì ? Hãy cho biết vai trò của gluxit đối với cơ thể sống ?
2. Hãy phân tích vai trò của gluxit trong công nghệ thực phẩm ? Cho ví dụ minh họa ?
3. Hãy viết quá trình khép vòng của đường D-galactosa, D- manosa ?
4. Hãy cho biết tính chất của monosacarit ?
5. Hãy viết công thức cấu tạo và nêu tính chất của đường sacaroza, lactoza và maltoza ?
6. Viết công thức cấu tạo dạng vòng bền của glucoza và fructoza ?
7. Viết công thức cấu tạo của α -D-galactozit (1 $\rightarrow$ 6) α -D-glucozit (1 $\rightarrow$ 2) β -D-fructozit ?
8. Thế nào là đường khử ? Cho ví dụ và giải thích ?
9. Liên kết α -1,4-glucozit, α -1,6-glucozit, α -1,2-glucozit được tạo bởi các nhóm hoá học nào ? Cho ví dụ ?
10. Thế nào là một trisacarit ? Cho ví dụ ?
11. Viết công thức cấu tạo của mạch amiloza và amilopectin ?
12. Hãy cho biết cấu tạo của hạt tinh bột ?
13. Hãy cho biết công thức cấu tạo và tính chất của pectin ? Ứng dụng của pectin ?
14. Hãy cho biết con đường tổng hợp gluxit đơn giản ?

CHƯƠNG 3: LIPIT

3.1. KHÁI NIỆM, VAI TRÒ CỦA LIPIT TRONG ĐỜI SỐNG VÀ SẢN XUẤT

Lipit hay chất béo là nhóm chất hữu cơ tự nhiên rất phổ biến trong tế bào động vật và thực vật, có thành phần hoá học và cấu tạo khác nhau nhưng cùng có tính chất chung là không hoà tan trong nước mà hoà tan trong các dung môi hữu cơ (ete, cloroform, benzen, ete, toluen...)

Lipit là nguồn cung cấp năng lượng, phục vụ cho các thớ thịt và các bộ máy hoạt động, ngoại trừ não, hồng cầu và thận. 1 g chất béo cung cấp 9,3 kcal. Cung cấp vitamin A, D, E, K, F cho cơ thể.

Là nguồn dự trữ nhiệt lượng chính và để tổng hợp dự trữ. Dễ cảm giác vị và dễ di chuyển thức ăn từ miệng xuống. Kìm hãm sự co bóp dạ dày và hạn chế tiết axit HCl từ dịch dạ dày. Là thành phần cấu tạo các màng tế bào, khối óc trắng và lớp dưới da, bảo vệ cơ thể mất ít nhiệt qua da. Là thành phần cấu tạo các màng bao quanh thận và các bộ máy bên trong cơ thể, là yếu tố ổn định các bộ máy này. Quyết định sự hoạt động tuần hoàn máu trong cơ thể. Tác động tốt đến trạng thái của da và tóc. Hoà tan một số vitamin như vitamin A, D, E, K, F,... giúp cơ thể hấp thụ tốt các vitamin này.

Trong công nghệ thực phẩm. Lipit góp phần tạo ra kết cấu cũng như tính cảm vị đặc trưng của rất nhiều thực phẩm.

3.2. PHÂN LOẠI LIPIT

Dựa vào phản ứng xà phòng hoá, người ta chia ra 2 nhóm sau:

- Lipit xà phòng hoá được, gồm glixerit, glixerophospholipit và sáp (cerid). Là những lipit mà trong phân tử có chứa este của axit béo cao phân tử.

- Lipit không xà phòng hoá được, tức là trong phân tử không chứa chức este gồm các hydrocacbon, các chất màu, sterol.

Dựa vào độ hoà tan người ta chia thành 2 nhóm:

- Lipit thực sự, là những este hoặc amid của axit béo (có từ 4 cacbon trở lên) với 1 rượu, gồm: glixerolipit (este của glixerol), sphingolipit (amid của sphingozin), cerid (este của rượu cao phân tử), sterit (este của sterol), etolit (este tương hỗ của hợp chất đa chức axit rượu)

- Lipoit, là những chất có độ hoà tan giống lipit: carotenoit và quinon (các dẫn xuất của izopren), sterol tự do, các hydrocacbon

Dựa vào thành phần cấu tạo, có thể coi lipit gồm 2 nhóm:

- Lipit đơn giản, là este của rượu và axit béo, gồm: triaxylglixerin, sáp (cerid), sterit
- Lipit phức tạp: trong phân tử của chúng ngoài axit, rượu còn có các thành phần khác như axit phosphoric, bazơ nitơ, đường gồm: glixerophospholipit, glixeroglucolipit, sphingophospholipit, sphingogluco -lipit.

Sau đây sẽ trình bày chi tiết hơn về một số đại diện quan trọng của lipit theo cách phân loại thứ 3

3.2.1. Lipit đơn giản

3.2.1.1. Triaxylglixerin.

Triaxylglixerin còn gọi là lipit trung tính, dầu mỡ hoặc triglixerit, là chất béo dự trữ quan trọng ở động vật (mỡ) và thực vật (dầu). Dầu thực vật có nhiều trong hạt và quả của các cây có dầu như : lạc, dừa, thầu dầu, vừng, quả mỡ... Hàm lượng dầu thay đổi tùy theo giống, chế độ bón phân, giai đoạn sinh trưởng phát triển...

Ví dụ : hàm lượng dầu của một số loại hạt và quả

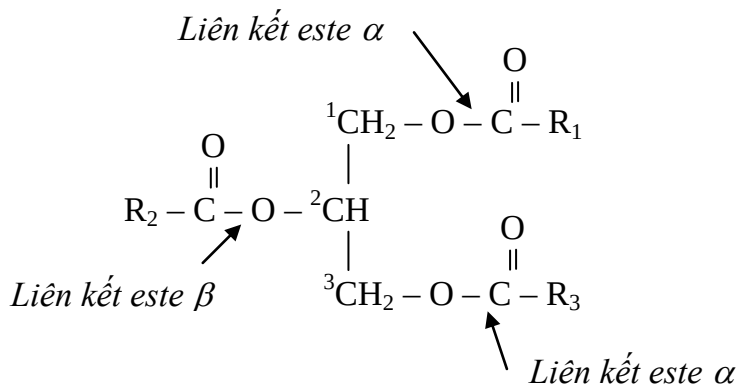
Loại hạt, quả	Hàm lượng dầu, %
Hạt nhân thầu dầu	:65 – 70
Hạt vừng	:48 – 63
Lạc	:40 – 60
Cùi dừa già	:42
Hạt đậu tương	:18

Ở động vật, mỡ thường tập trung trong các mô mỡ. Thành phần mô mỡ động vật gồm 70 – 97% là mỡ, 0,5 – 7,2% protein và 2 – 21% là nước, các chất khác chỉ chiếm một tỷ lệ rất thấp. Tỷ lệ này thay đổi tùy giống, tuổi, mức độ béo, vị trí tích lũy mỡ. Thông thường mỡ được tích lũy ở các tế bào dưới da, gần thận, trong hốc bụng, xung quanh ruột non...

Các chất béo dự trữ có vai trò quan trọng đối với cơ thể sống. Nó là nguồn dự trữ năng lượng của cơ thể, bảo vệ các nội quan của động vật tránh khỏi tác dụng của chấn động mạnh, lớp tế bào mỡ dưới da có tác dụng cách nhiệt. Bảo đảm sự vận chuyển, hấp thụ các chất hoà tan trong chất béo.

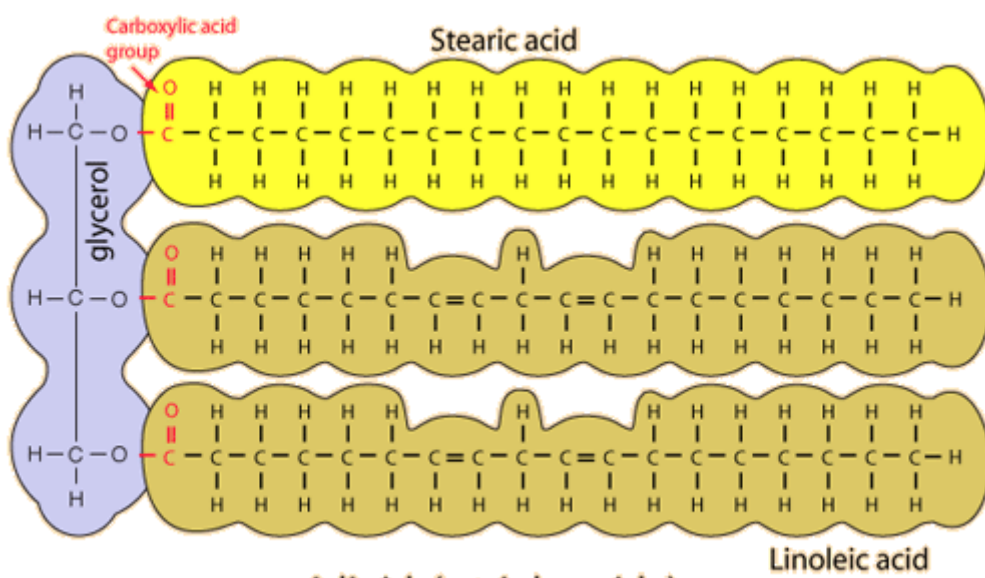
a. Cấu tạo

Triaxyl-glixerin là este của glixerin với axit béo do đó gọi là glixerit, có công thức chung:

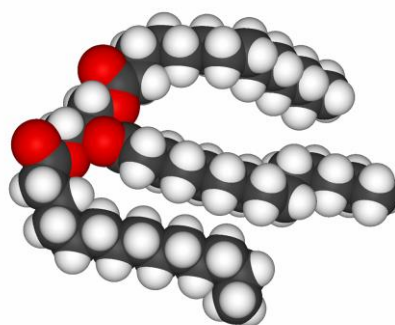


R_1, R_2, R_3 là các gốc của axit béo. Các axit béo này có thể giống nhau hoặc khác nhau, trong tự nhiên thường gặp các triaxylglycerin có chứa ba axit béo khác nhau.

Ví dụ : Một triaxylglixerin trong thành phần có chứa 2 axit linoleic và 1 axit stearic



Khi cả 3 nhóm OH của glixerin đều được este hoá thì gọi là triglixerit hay triaxylglixerin.



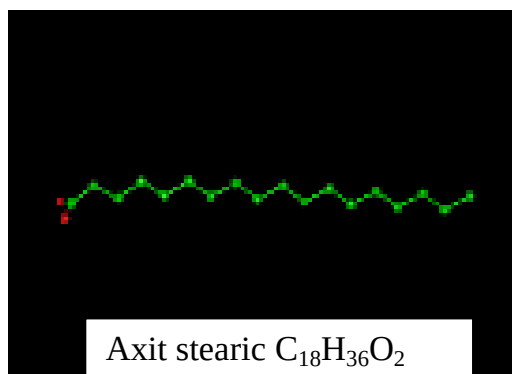
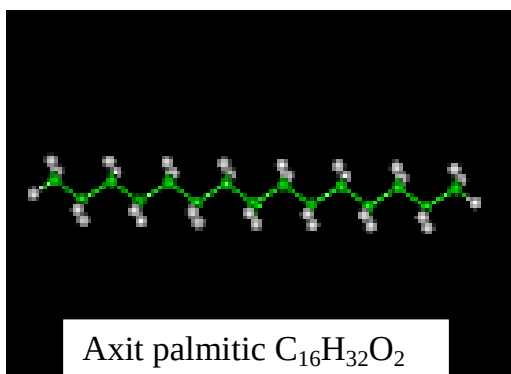
Hình 3-1 : Mô hình phân tử lipid

* Các axit béo.

Các axit béo trong triglixerit của dầu mỡ thường có mạch cacbon không phân nhánh, có số C chẵn, từ 4 – 38 cacbon

Các axit béo no: có công thức chung là $C_nH_{2n}O_2$

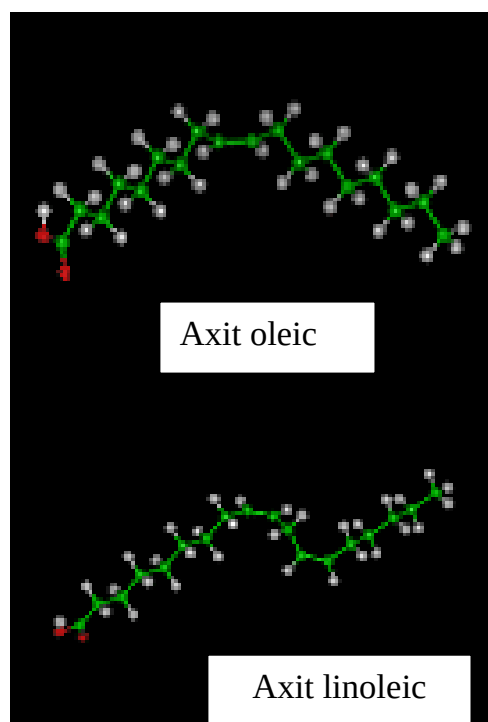
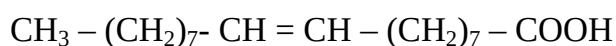
Ví dụ: Axit butyric (C_4), axit caproic (C_6), axit capilic (C_8) và axit capric (C_{10}) có trong bơ sữa bò. Axit miristic (C_{14}) có trong dầu lạc. Axit palmitic (C_{16}) và stearic (C_{18}) gần như có mặt trong tất cả các chất béo.



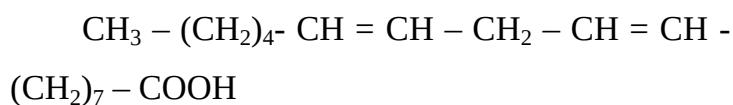
Từ C_{12} trở đi tất cả các axit béo là những chất rắn và hoàn toàn không hoà tan trong nước.

Các axit béo không no thường gặp

- Axit oleic: C_{18} có 1 nối đôi ở C_9 , ký hiệu $C_{18}\Delta^9$



- Axit linoleic: C_{18} có 2 nối đôi ở C_9 và C_{12} , ký hiệu $C_{18}\Delta^{9,12}$



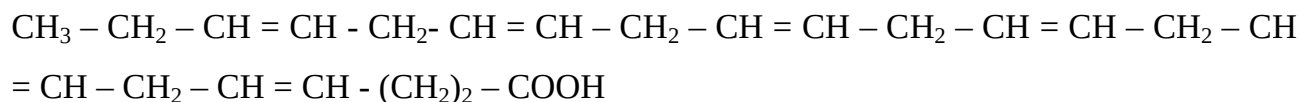
- Axit linolenic: C_{18} có 3 nối đôi ở C_9 , C_{12} và C_{15} , ký hiệu $C_{18}\Delta^{9,12,15}$

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$$

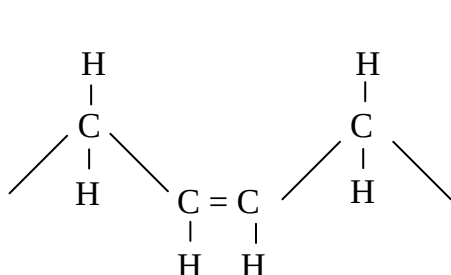
- Axit arachidonic: C_{20} có 4 nối đôi ký hiệu là $C_{20}\Delta^{5,8,11,14}$

$$CH_3 - (CH_2)_4 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - (CH_2)_3 - COOH$$

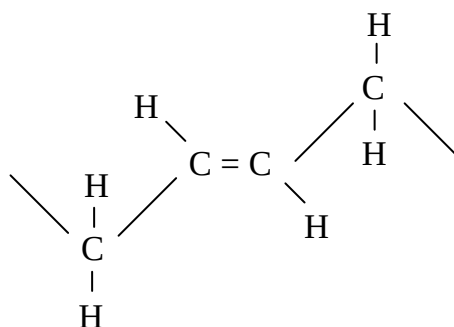
- DHA: C_{22} có 6 nối đôi, ký hiệu $C_{22}\Delta^{4,7,10,13,16,19}$



Các nối đôi trong phân tử axit béo không no tồn tại 2 dạng: dạng cis và dạng trans

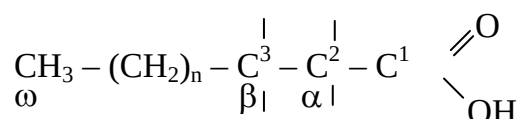


Dạng cis

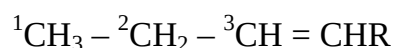


dạng trans

Đánh số thứ tự các nguyên tử cacbon trong phân tử axit béo bắt đầu từ nhóm cacboxyl (số 1). Cacbon thứ 2 và thứ 3 thường ký hiệu là α và β . Còn cacbon của nhóm metyl ở cuối mạch gọi là cacbon ω .



Hoặc đánh số cacbon từ nguyên tử cacbon ω



** Dầu mỡ tự nhiên*

Là những triglixerit hỗn tạp, trong dầu hoặc mỡ tự nhiên các triglixerit đơn giản rất ít, trong đó hàm lượng các triglixerit hỗn tạp lại rất cao.

Ta có thể tính số lượng các triglixerit trong dầu mỡ theo công thức:

$$(a + b + c + \dots)^3 = 1$$

a, b, c, ... lượng axit béo có trong hỗn hợp, biểu diễn bằng phần trăm số phân tử

Ví dụ: Có 3 axit palmitic, axit stearic và axit oleic

$$(\text{P} + \text{S} + \text{O})^3 = \text{GP}^3 + \text{GS}^3 + \text{GO}^3 + 3\text{GP}^2.\text{S} + 3\text{GS}^2.\text{P} + 3\text{GO}^2.\text{P} + 3\text{GO}^2.\text{S} + 3\text{GP}^2.\text{O} + 3\text{GS}^2.\text{O} + 6\text{G.P.S.O.} = 1$$

Như vậy ta sẽ có 10 triglixerit khác nhau về thành phần hoá học (nếu kể thêm các đồng phân do vị trí của các gốc axit béo trên chức rượu bậc nhất hoặc bậc hai của glixerin là 18 triglixerit, còn nếu kể cả các đồng phân enantiome là 27 triglixerit).

** Triaxylglixerin của động vật*

Triaxylglixerin của động vật thường được tập trung trong các tế bào của mô mỡ làm thành một lớp mỡ dưới da, hoặc bao quanh một số cơ quan hoặc nằm xen giữa các mô khác. Mô mỡ của lợn gọi là mỡ lá, có thể thu được mỡ nước bằng cách nấu nóng chảy ở nhiệt độ dưới 80°C (để mỡ không có màu và không có mùi), mỡ nổi lên bề mặt, tách ra bằng ly tâm.

Triaxylglixerin của động vật trên cạn và của chim thì rắn và được gọi là mỡ, còn của cá và động vật dưới nước thì lỏng và được gọi là dầu động vật. Gan của một số động vật biển và cá thường rất giàu dầu này. Tỷ lệ các axit béo không no trong dầu cá, đặc biệt là trong dầu cá trích có thể chiếm tới 75%.

Lipit trung tính còn chứa trong dịch lỏng của động vật.

** Dầu thực vật*

Là những chất béo lấy từ nguyên liệu thực vật. Dầu thực vật khác dầu khoáng ở chỗ, dầu khoáng có bản chất hydrocacbon và thường thu được khi chưng cất dầu mỏ. Dầu thực vật cũng khác với tinh dầu ở chỗ, tinh dầu không chứa các glixerit mà chứa một hỗn hợp gồm aldehyt, xeton, rượu, hydrocacbon và este của axit béo phân tử thấp

Trong cây, glixerit là phần tạo thành tất yếu của hạt. Hạt của một số cây chứa rất nhiều glixerit gọi là hạt có dầu, làm nguyên liệu công nghiệp để khai thác dầu. Ví dụ: hạt bông, hạt lanh, hạt thầu dầu, hạt lạc...

Trong các quả như quả dừa cũng có nhiều glixerit. Nói chung trong hạt và quả có dầu, triaxylglixerin phân bố tương đối đồng đều. Còn trong hạt hòa thảo như hạt ngô, hạt lúa mì dầu béo chủ yếu tập trung ở phôi.

Dựa vào nguồn khai thác, dầu thực vật có thể chia ra : dầu từ hạt và dầu từ thịt quả

Dựa vào mục đích kỹ thuật chia ra : dầu rắn và dầu lỏng, trong đó dầu lỏng lại chia ra dầu khô, dầu bán khô, dầu không khô tương ứng với khả năng tạo màng của chúng khi để khô trong không khí.

Dầu khô : Dầu thầu, dầu lanh,

Dầu bán khô : Dầu bông, dầu hướng dương, ...

Dầu không khô : Dầu oliu, dầu lạc...

b. Tính chất chung của triaxylglixerin.

Tính chất vật lý.

- Ở nhiệt độ thường triaxylglixerin có thể rắn hoặc lỏng. Triaxylglixerin không hoà tan trong nước mà phân lớp, tuy nhiên trong những điều kiện nhất định dưới tác dụng của chất

nhũ hoá có thể tạo ra nhũ tương. Nhiều triaxylglixerin ở nhiệt độ thường có tính dẻo, do đó tạo cho các thực phẩm có được những tính chất chức năng riêng.

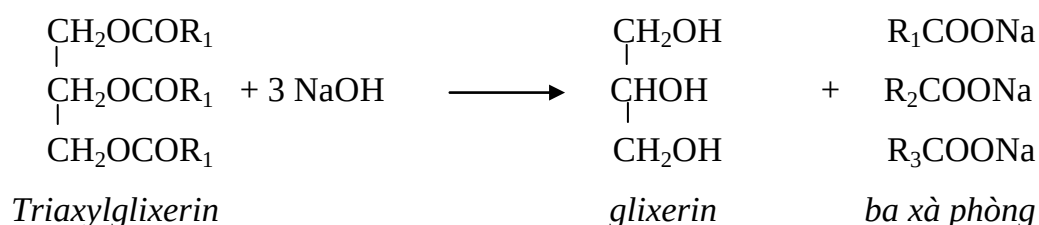
- Nhiệt độ nóng chảy của triaxylglixerin thấp, do đó dễ bị mềm hoặc hoá lỏng. Nhiệt độ nóng chảy của một triglixerit phụ thuộc vào nhiều yếu tố : sự có mặt của axit béo mạch ngắn hoặc axit béo không no làm giảm điểm nóng chảy, đồng phân của các axit béo (đồng phân do vị trí, đồng phân cis – trans của nối đôi), vị trí của các axit béo trên glixerin ảnh hưởng đến nhiệt độ nóng chảy của triglixerit. Trong dầu và mỡ tự nhiên bao gồm nhiều triglixerit khác nhau do đó không bao giờ có một điểm nóng chảy rõ ràng mà thường có khoảng nóng chảy.

Các chất béo còn có các tính chất chức năng rất đặc trưng. Ví dụ, bơ và margarin thì có khuynh hướng lan toả ra, cacao thì có tính giòn khi ở nhiệt độ thường nhưng lại dễ chảy khi ở nhiệt độ của miệng, dầu ăn thì có độ trong suốt hoặc một số chất béo trong sản xuất bánh quy thì có khả năng nhũ hoá không khí và bôi trơn cấu trúc của bánh quy.

Tính chất hoá học.

** Phản ứng xà phòng hoá.*

Dưới tác dụng của enzym lipaza, axit hoặc kiềm, liên kết este trong phân tử glixerit bị thủy phân tạo thành glixerin và axit béo hoặc muối của axit béo. Các muối này được gọi là xà phòng



** Phản ứng chuyển hoá este*

Trong những điều kiện nhiệt độ và môi trường thích hợp, nhất là khi không có nước nhưng có mặt chất xúc tác, các gốc axit béo trong cùng một triglixerit hoặc giữa các triglixerit có thể đổi chỗ cho nhau.

Ví dụ: từ một triglixerit chứa 3 axit béo no với một triglixerit chứa 3 axit béo không no.

Ta được các triglixerit sau:

SSS	:12,5%	SNS	:12,5%	NSN	:12,5%
NNN	:12,5%	NSS (và SSN)	2,5%	SNN (và NNS)	25%

Có thể dùng phản ứng chuyển este hoá để thu được từ mỡ lợn các chất béo có khả năng nhũ hoá, để dùng trong sản xuất bánh ngọt và kem đá, dùng phản ứng chuyển este để chế hoá ra các mỡ rắn (cứng) giàu axit linoleic...

** Phản ứng hydro hoá*

- Là phản ứng gắn hydro vào nối đôi của axit béo không no trong các glixerit. Ở nhiệt độ thường mỡ động vật ở trạng thái rắn còn dầu thực ở trạng thái lỏng là do trong mỡ động vật hàm lượng chất béo no tương đối cao. Khi kết hợp hydro vào nối đôi của axit béo sẽ làm cho dầu thực vật trở nên giống với chất béo động vật. Dầu thực vật đã hydro hoá hoàn toàn cũng giống như mỡ cừu.

- Có 2 kiểu hydro hoá:

+ Hydro hoá chọn lọc: được tiến hành ở nhiệt độ cao (195°C), áp suất cao (8000 tor), trong thời gian 30 phút.

+ Hydro hoá từng phần hay toàn bộ: thực hiện ở nhiệt độ và áp suất thấp hơn, nhưng thời gian dài hơn.

Phản ứng hydro hoá có ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng vì nó làm giảm hàm lượng các axit béo cần thiết, hàm lượng vitamin, và màu sắc của các chất màu carotenoid thường có mặt trong dầu

3.2.1.2. Sáp

Sáp cũng thuộc lipid đơn giản, là este của axit béo bậc cao với rượu đơn chức mạch thẳng, phân tử lớn. Các este này có tên gọi là xeron và là phần chủ yếu của sáp.

Sáp thiên nhiên, ngoài các este nói trên còn có một số rượu bậc cao tự do, axit bậc cao tự do, hydrocacbon, các chất màu, các chất thơm. Tổng hàm lượng của chúng có thể lên đến 50%.

Bảng 3-3. Một số rượu và axit bậc cao có trong sáp thiên nhiên

Axit	Công thức	Nguồn
Axit palmitic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$	Sáp ong, spermaxeti
Axit cacaubic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{22} - \text{COOH}$	
Axit xerotic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{24} - \text{COOH}$	Sáp ong, sáp của lá và của quả
Axit montanic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{26} - \text{COOH}$	
Axit melisic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{28} - \text{COOH}$	
Rượu	Công thức	Nguồn

Rượu xetylic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{CH}_2\text{OH}$	Spermaxeti
Rượu xerylic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{24} - \text{CH}_2\text{OH}$	Sáp ong
Rượu montanic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{26} - \text{CH}_2\text{OH}$	Sáp ong, sáp của lá và của quả
Rượu mirixylic	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{28} - \text{CH}_2\text{OH}$	

Căn cứ vào nguồn gốc chia sáp ra làm 3 loại : sáp thực vật, sáp động vật và sáp khoáng.

- Sáp thực vật: thường có 1 lượng không lớn lắm ở trong thực vật, trên bề mặt của quả, lá và thân cành... lớp sáp trên quả táo, lê, đào, mận... đã bảo vệ cho chúng khỏi bị thấm nước, khỏi bị khô và không cho vi sinh vật xâm nhập. Thành phần chủ yếu là hydrocacbon. Thời gian bảo quản quả phụ thuộc vào chất lượng sáp.

- Sáp động vật: sáp ong, sáp ở lông cừu, thường được tiết ra từ tuyến sáp của côn trùng, từ tuyến xương cụt của chim và từ tuyến da của động vật có vú. Các côn trùng thường sử dụng sáp làm vật liệu xây dựng.



Ví dụ: Sáp ong bảo vệ mật ong khỏi hư hỏng, bảo vệ ấu trùng ong phát triển được bình thường.

Linolin của lông cừu giữ cho lông và da không bị tác dụng của nước

- Sáp khoáng: được chiết xuất từ than đá linhhit hoặc than bùn nhờ dung môi hữu cơ. Trong thành phần của sáp khoáng có axit montanic và các este của nó. Sáp khoáng có nhiệt độ nóng chảy bằng 1 và nhiệt độ nóng chảy $72 - 77^{\circ}\text{C}$.

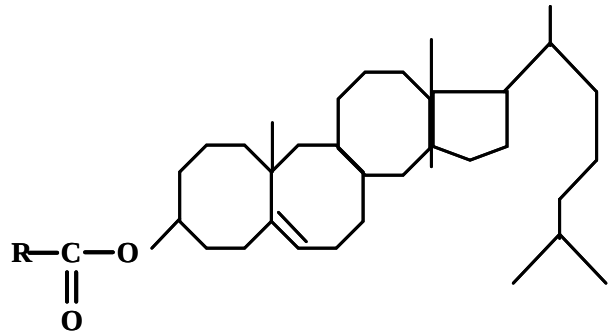
Sáp là chất vô định hình dễ bị mềm ra khi đun nóng, nóng chảy ở nhiệt độ $40 - 90^{\circ}\text{C}$. Sáp không bị mềm bởi nước, không thấm nước, không dẫn điện, cháy được, không hoà tan trong nước và trong rượu lạnh, hoà tan tốt trong benzen, cloroform, etc.

Sáp ít khả năng phản ứng và rất bền. Sáp chỉ bị xà phòng hoá trong môi trường kiềm ở nhiệt độ $150 - 160^{\circ}\text{C}$ và có áp suất.

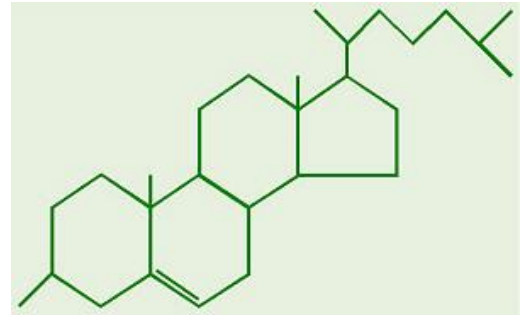
ứng dụng trong thực tế : dùng để pha chế làm vật liệu cách điện, vật liệu làm khuôn in, sơn, bút chì, phục hồi các bức tranh. Lanolin và spermaxeti để pha chế kem và pomat trong mỹ phẩm.

3.2.1.3. Sterit

Sterit là những este của rượu vòng sterol với các axit béo cao. Sterit là một nhóm khá lớn của các lipid đơn giản. Trong cơ thể người 90% sterol ở dạng tự do và 10% sterol được este ở dạng sterit. Tỉ số của sterol và sterit trong các mô khác nhau của cơ thể động vật và thực vật hoàn toàn khác nhau.



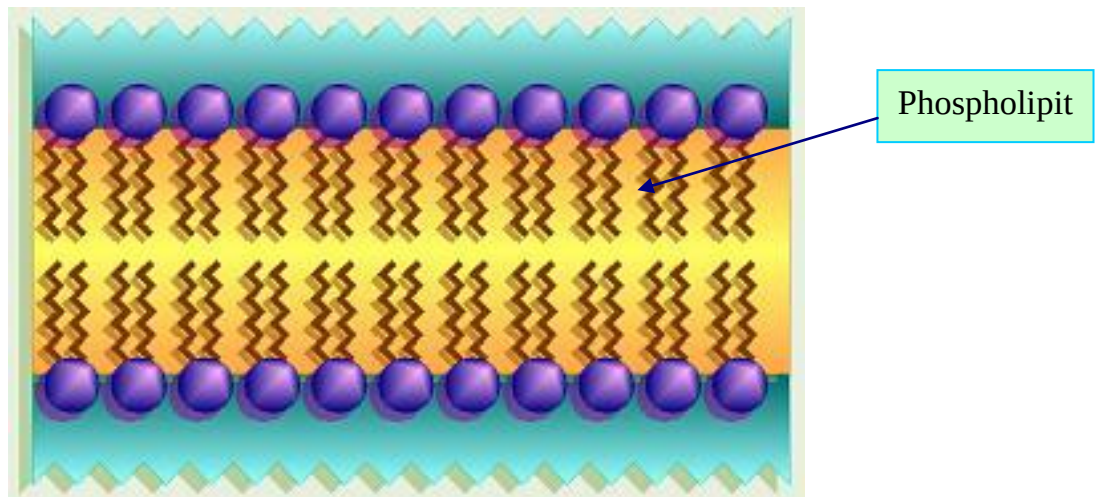
Các sterol là những chất rượu chưa no đơn chức, có vòng, là sản phẩm ngưng tụ của xiclopentan và của phenantren đã hoàn toàn được hydro hoá, còn gọi là steran.



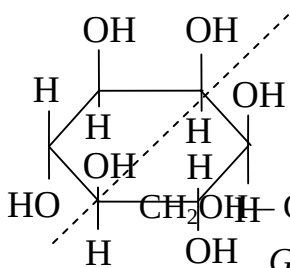
3.2.2. Lipit phức tạp

3.2.2.1. Phospholipit

Phospholipit là những este của các rượu đa chức với các axit béo cao và có gốc axit phosphoric và bazơ nitơ.

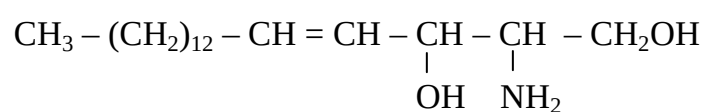


Hình 3-2 : Cấu trúc màng tế bào



Mezoinozitol

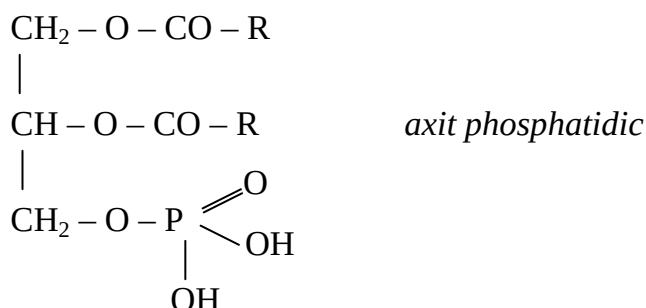
Glixerin



sphingoizin

Trong thành phần của các phospholipit khác nhau, người ta tìm thấy được 3 trong số các rượu đa nguyên tử : glixerin, inozit, sphingoizin

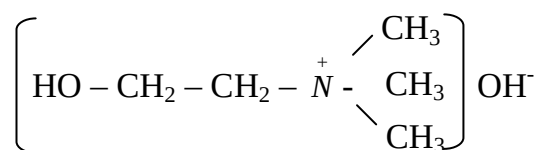
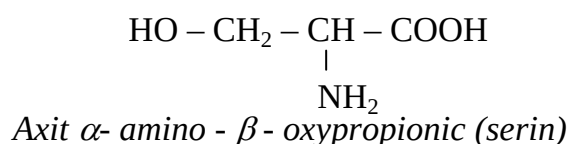
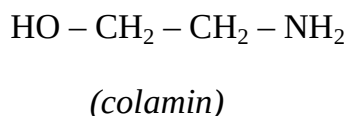
Phospholipit được chia làm 3 nhóm: glixerophospholipit (còn gọi là phosphatit vì chúng có thể xem như các dẫn xuất của axit phosphatidic), inozitphospholipit và sphingophospholipit.



Trong phân tử của phospholipit thường có axit palmitic, axit stearic, axit linoleic, axit linolenic, axit arachidonic, axit lignoxeric, axit nervonic...

Trong thành phần của phospholipit thường có một phân tử axit phosphoric, ở một vài loại inozitphospholipit có 2 gốc axit phosphoric.

Các bazơ nitơ của phospholipit rất khác nhau, thường gặp nhất là những dẫn xuất của etanolamin, đó là colin và serin.



Hydroxyt của trimetyloxyetylamin (colin)

Phospholipit là những chất rắn không màu, nhưng bị chuyển thành màu tối sẫm rất nhanh ở ngoài không khí do sự oxy hoá ở liên kết đôi của các axit béo chưa no có trong thành phần của chúng. Chúng hoà tan rất dễ trong benzen, trong ete dầu hoả, trong cloroform... Chúng không tan trong nước, nhưng có thể tạo thành các huyền phù phosphat khá bền và trong một số trường hợp chúng tạo thành các dung dịch keo.

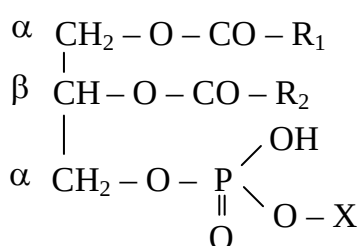
Trong các hạt thực vật, trong tim gan của động vật, trong trứng của gia cầm, có rất nhiều phospholipit.

Phospholipit dễ tạo phức với protein ở dạng phospholipoprotein. Chúng có mặt trong tất cả các tế bào của người, động vật, thực vật và vi sinh vật, tham gia chủ yếu trong việc hình thành nên vỏ tế bào và các màng nội tế bào.

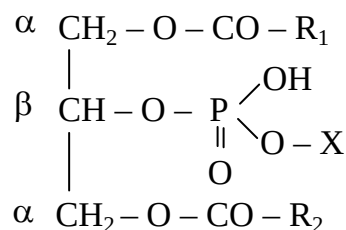
a. Glixerophospholipit

Glixerophospholipit hay phosphatit là những este của glixerin với axit béo cao và axit phosphoric có đính bazơ nito.

Công thức tổng quát của phosphatit :



α - glixerophosphatit



β - glixerophosphatit

Trong đó :

R_1, R_2 – gốc hydrocacbon của axit béo cao

X- là bazơ nito

Trong thiên nhiên chưa tìm thấy β - glixerophosphatit.

Tuỳ theo đặc tính của bazơ nito người ta chia các phosphatit ra thành colin phosphatit (lexitin), colaminphosphatit (xephalin), serinphosphatit và treonin-phosphatit.

Phosphatit có thể bị thuỷ phân bởi kiềm (yếu, mạnh) và enzym phospholipaza.

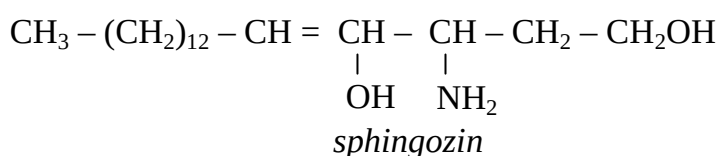
b. Inozitphospholipit

Ngoài inozit, axit phosphoric, axit béo cao, khi thuỷ phân còn thấy glixerin, galactosa và axit tartric.

Từ đậu tương và từ mô não, người ta chiết xuất được một inozitphospholipit rất phức tạp, gọi là liporol. Khi thuỷ phân hoàn toàn lipozol sẽ được inozit, axit phosphoric, axit tartronic, galactosa, etanolamin và axit béo.

c. Sphingophospholipit

Được tạo nên từ axit béo, colin, axit phosphoric và amin rượu chưa no gọi là sphingoizin.



Công thức cấu tạo của sphingophospholipit:

3.3. KHẢ NĂNG CHUYỂN HOÁ CỦA LIPIT (sự ôi hoá)

Trong điều kiện bảo quản cũng như trong cơ thể, lipit có thể bị chuyển hoá để tạo thành những chất khác nhau.

Khi bảo quản lâu, dưới tác dụng của nhiều nhân tố như ánh sáng, không khí, nhiệt độ, nước và vi sinh vật..., lipit bị thay đổi trạng thái, màu sắc và có mùi vị khó chịu.

Thường ta gọi là quá trình ôi hoá. Thực chất của sự ôi hoá là quá trình oxyhoá.

3.3.1. Ôi hóa do phản ứng thủy phân.

Phản ứng thủy phân lipit cũng có thể xảy ra khi có enzym hay không có enzym xúc tác.

Khi trong lipit có mặt nước với một lượng đáng kể, nhưng ở nhiệt độ thường thì vận tốc cũng rất bé, vì ở nhiệt độ thường vận tốc phản ứng thủy phân rất chậm.

Trường hợp thủy phân do enzym xúc tác thường xảy ra ở trên bề mặt tiếp xúc giữa lipit và nước. Enzim lipaza xúc tác phản ứng thủy phân có thể có sẵn trong nguyên liệu hoặc do vi sinh vật đưa vào.

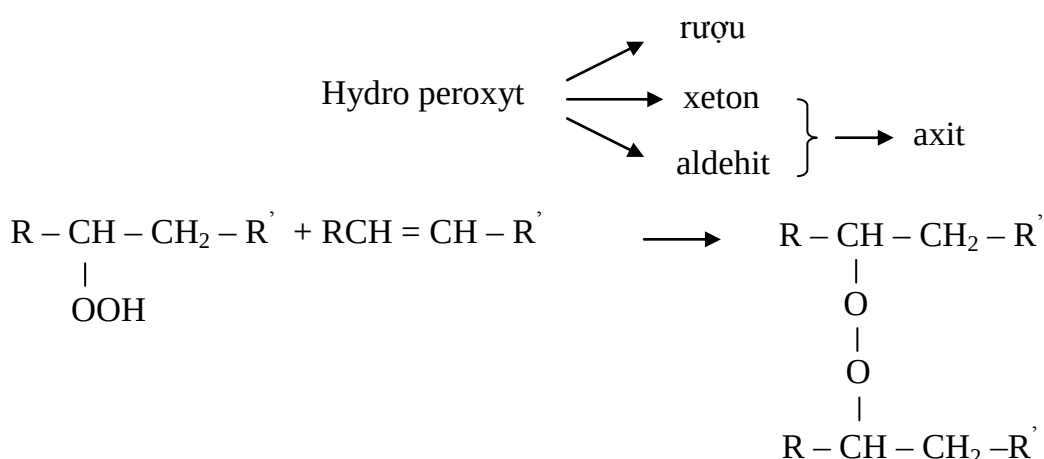
Trường hợp đơn giản nhất của sự ôi hoá do phản ứng thủy phân thường thấy khi bảo quản bơ và margarin. Khi đó sẽ giải phóng ra axit butiric là axit có mùi rất khó chịu.

Trong chế biến lương thực, để bảo quản được hạt, bột và tấm, vai trò quyết định là nhiệt độ và hàm lượng nước. Ví dụ, bột được bảo quản tốt ngay cả khi có hàm ẩm cao ở nhiệt độ dưới 5°C, khi bảo quản bột có hàm ẩm cao hơn 15% thì phản ứng thủy phân chủ yếu là do enzym của nấm mốc, đối với bột khô, nấm mốc không phát triển được.

3.3.2. Ôi hoá do phản ứng oxy hoá khử

Đây là dạng phổ biến nhất trong bảo quản các lipit. Thường phân biệt 2 loại: ôi hoá hoá học và ôi hoá sinh học.

Ôi hoá hoá học là quá trình tự oxy hoá. Khi đó xảy ra sự tấn công các gốc axit béo tự do cũng như kết hợp bởi oxy phân tử. Sản phẩm đầu tiên là hydro peroxyt, từ đó tạo nên aldehyt no và không no, xeton, axit mono và dicarboxylic, aldeaxit, xetoaxit, epoxit...



Ôi hoá sinh học gồm sự ôi hoá do enzym lipoxigenaza và sự ôi hoá xeton.

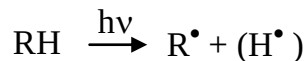
Khi lipid bị ôi hoá, thường bị mất hoạt tính vitamin, các sản phẩm oxy hoá của lipid thường làm vô hoạt enzym, có khả năng phản ứng cao với protein. Lipid bị oxy hoá kìm hãm sự phát triển của động vật

3.3.2.1. Cơ chế của quá trình ôi hoá hoá học

Xảy ra theo 3 giai đoạn.

Giai đoạn 1: Phát sinh

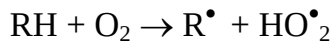
Phản ứng được khơi mào bằng một vài phân tử lipid (RH) bị oxy hoá để tạo thành gốc tự do.



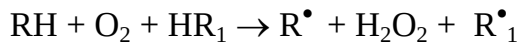
$R^{\bullet}$ - gốc của axit béo no hoặc không no tự do hoặc gốc của axit béo trong phân tử glixerit

$H^{\bullet}$ - nguyên tử H ở C_6 so với nối đôi hoặc nguyên tử H của nhóm metylen bất kỳ trong axit béo no

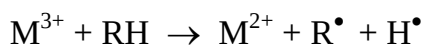
Khi có oxy hoà tan thì tương tác giữa RH ban đầu với oxy sẽ xảy ra một cách mạnh mẽ.



Trường hợp khi nồng độ RH cao thì có thể xảy ra phản ứng tam phân

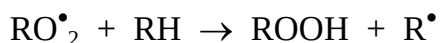
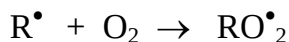


Gốc tự do cũng có thể phát sinh khi có ion kim loại giao chuyển

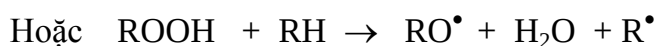
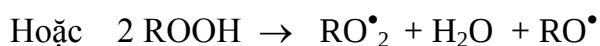


Giai đoạn 2: Phát triển.

Gốc tự do $R^{\bullet}$ hoặc $RO^{\bullet}$ được tạo thành trong quá trình khơi mào sẽ bắt đầu chuỗi chuyển hoá oxy hoá.

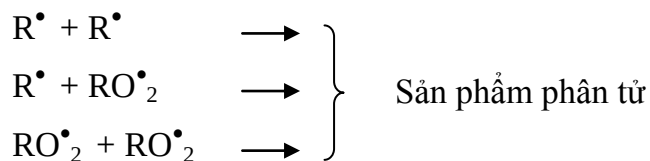


Từ hydro peroxyt sẽ phân mạch để cho những gốc tự do khác.



Giai đoạn 3 : Kết thúc

Việc đứt mạch, mất các gốc tự do xảy ra chủ yếu do kết quả tương tác của các gốc theo cơ chế lưỡng phân.



Năng lượng hoạt hoá các phản ứng này rất nhỏ (1 –2 kcal/mol) nên vận tốc phản ứng rất lớn.

3.3.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến vận tốc oxy hoá

- Ảnh hưởng của axit béo tự do : axit béo tự do có tác dụng xúc tác quá trình oxy hoá, làm tăng nhanh sự phân giải hydro peroxyt thành các gốc

- Ảnh hưởng của oxy : vận tốc tự oxy hoá phụ thuộc vào lượng oxy trong môi trường

- Ảnh hưởng của nhiệt độ : nhiệt độ có ảnh hưởng lớn đến tốc độ phản ứng hoá học. Nhiệt độ 40 - 45⁰C và cao hơn sự phân giải hydro peroxyt sẽ tăng.

- Ảnh hưởng của trạng thái lipid : bề mặt tiếp xúc của chất béo với không khí càng lớn thì vận tốc oxy hoá càng cao. Vận tốc tự oxy hoá còn phụ thuộc vào chiều dày của lớp. Khi lớp dày thì oxy hoá xâm nhập khó. Giảm nhiệt độ đến lúc chất béo chuyển sang trạng thái rắn thì vận tốc oxy hoá cũng giảm.

- Ảnh hưởng của ion kim loại chuyển tiếp : các ion cũng như các hợp chất của kim loại chuyển tiếp có tác dụng xúc tác sự oxy hoá lipid

- Ảnh hưởng của năng lượng mặt trời và tia ion : năng lượng ánh sáng đặc biệt là tia cực tím và tia ngắn của quang phổ nhìn thấy có tác dụng xúc tác quá trình oxy hoá lipid.

- Ảnh hưởng của nước : người ta nhận thấy rằng, nước có tác dụng làm tăng tính ổn định của chất béo sữa đối với sự oxy hoá ở nhiệt độ 95⁰C. Người ta nhận thấy rằng ở 50⁰C, nước không có ảnh hưởng gì đến mỡ lợn.

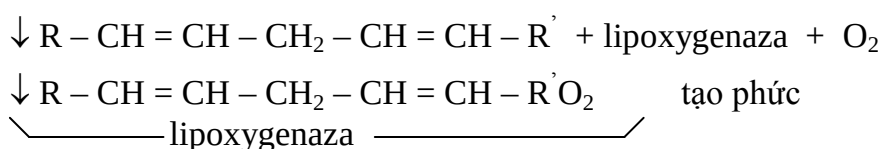
- Ảnh hưởng của các yếu tố kìm hãm.

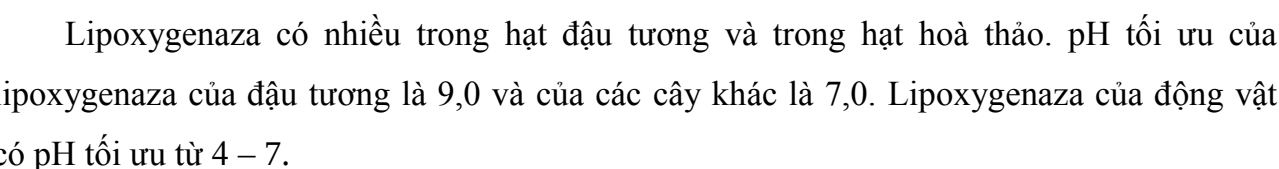
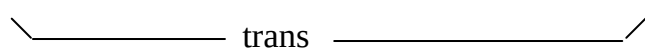
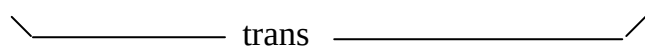
3.3.2.3. Cơ chế của quá trình ôi hoá sinh hoá học

- Ôi hoá do enzym lipoxydaza

Trong quá trình khai thác cũng như bảo quản, lipid và đặc biệt là dầu mỡ, có thể bị oxy hoá dưới tác dụng xúc tác của enzym lipoxydaza để tạo thành những sản phẩm khác nhau.

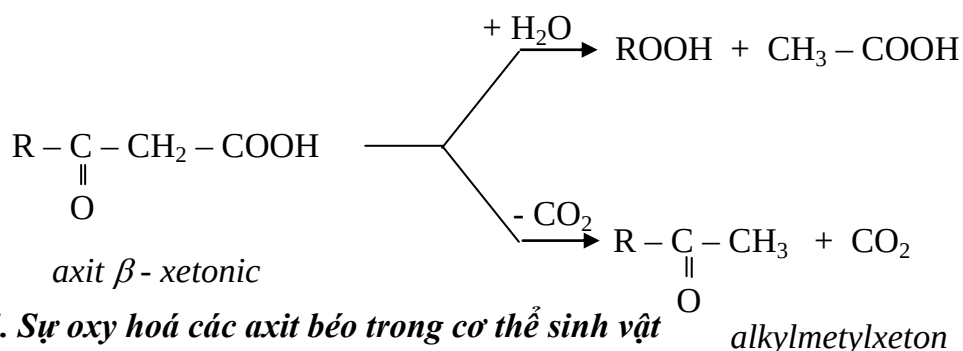
Cơ chế tác dụng của enzym lipoxydaza (lipoxygenaza)





Thường đặc trưng đối với lipit có chứa axit béo no, phân tử lượng trung bình và thấp.

Dưới tác dụng của các enzym của vi sinh vật, axit béo bị oxy hoá và kết quả tạo ra các chất có mùi khó chịu. Sơ đồ phản ứng như sau:



Trong mô động vật cũng như thực vật, các axit béo còn bị chuyển hoá theo một đường hướng riêng, thực hiện theo từng nấc, mỗi nấc axit béo lại bị cắt ngắn đi một mảnh 2 cacbon ra khỏi phân tử.

Đối với axit béo chưa no, trước tiên phải được khử thành axit béo no sau đó mới bị oxy hoá theo con đường đó.

3.4. CÁC CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG CỦA LIPIT

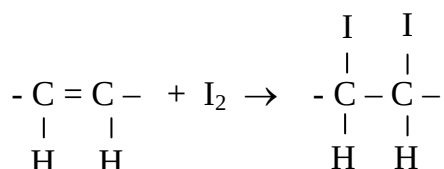
Để xác định tính chất của lipit thường dựa vào các chỉ số khác nhau, sau đây sẽ giới thiệu một số chỉ số quan trọng thường dùng:

- Chỉ số axit: là số mg KOH dùng để trung hoà axit béo tự do có trong 1 gam chất béo. Chỉ số axit dùng khi đánh giá độ tươi của các chất béo dùng làm thực phẩm. Chỉ số axit cao chứng tỏ chất béo không tươi, đã bị thủy phân một phần.

- Chỉ số xà phòng hoá: là số mg KOH dùng để xà phòng hoá 1 gam chất béo và trung hoà axit béo tự do có trong 1 gam chất béo này.

- Chỉ số este: là số mg KOH cần dùng để trung hoà axit béo liên kết với glixerol, được giải phóng khi xà phòng hoá 1 gam chất béo. Do đó chỉ số este bằng hiệu số giữa chỉ số xà phòng và chỉ số axit

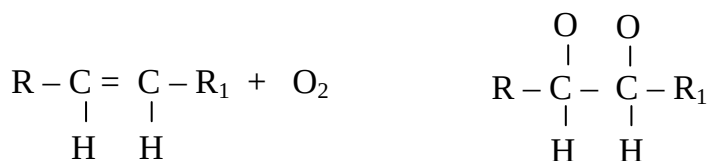
- Chỉ số iôt: là số gam iôt kết hợp với 100 gam chất béo. Iôt kết hợp vào các nối đôi trong phân tử axit béo không no.



Chỉ số iôt phản ánh độ không no của axit béo. Các chất béo có chứa nhiều axit béo không no, có chỉ số iôt lớn. Chất béo có chỉ số iôt càng cao, nhiệt độ nóng chảy càng thấp

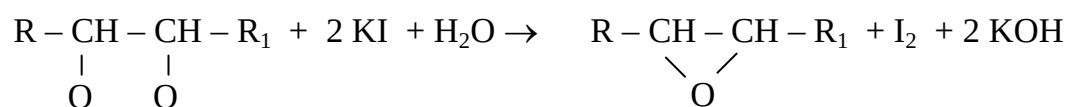
- Chỉ số peroxit: là số gam iôt được giải phóng bởi peroxit có trong 100 gam chất béo. Chỉ số này phản ánh mức độ ôi của chất béo. Dầu, mỡ giữ lâu ngày thường có mùi khét khó chịu, gọi là sự ôi mỡ.

Hiện tượng này có thể do nhiều nguyên nhân, kiểu phổ biến nhất là do oxy trong không khí kết hợp vào nối đôi trong phân tử axit béo không no tạo thành peroxit theo phản ứng:



Khi cho KI phản ứng với chất béo bị ôi, nó sẽ phản ứng với peroxit, giải phóng iot theo phản ứng:

Dùng tiosunphat để chuẩn độ lượng iot được giải phóng.



CÂU HỎI CHƯƠNG 3

1. Lipit là gì? Vai trò của lipit trong đời sống và trong sản xuất?
2. Trình bày các cách phân loại lipit?
3. Viết công thức cấu tạo của các axit béo no và không no thường gặp?
4. Trình bày tính chất vật lý và hoá học của triaxylglixerin?
5. Trình bày cơ chế của quá trình ôxi hoá hóa học?
6. Cho biết các yếu tố ảnh hưởng đến vận tốc oxy hoá?
7. Hãy cho biết các chỉ số chất lượng của lipit?

CHƯƠNG IV: ENZIM

Hầu hết các phản ứng hoá học xảy ra trong hệ thống sống đều do các protein đặc biệt xúc tác, các protein này gọi là enzym hay ferment. Enzim có trong mọi tế bào sống, vì vậy cũng được gọi là chất xúc tác sinh học. Tuy nhiên enzym không những có thể xúc tác cho các phản ứng xảy ra trong hệ thống sống, mà sau khi tách khỏi hệ thống sống chúng vẫn có thể xúc tác cho các phản ứng ở ngoài tế bào. Tóm lại, có thể nói enzym là những protein có khả năng xúc tác đặc hiệu cho các phản ứng hoá học, là các chất xúc tác sinh học.

Đến nay người ta đã biết và phân loại được hơn 3500 enzym có bản chất là protein. Enzim thường được sử dụng theo hai cách: không tách enzym khỏi nguyên liệu, mà chỉ tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động của một hoặc một số enzym sẵn có trong nguyên liệu để chúng chuyển hoá các chất có cùng trong nguyên liệu ấy theo hướng ta mong muốn; và tách enzym khỏi nguyên liệu ở dạng chế phẩm để sử dụng khi cần thiết.

Enzim được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau: như trong nghiên cứu cấu trúc phân tử, định lượng các chất trong nông nghiệp, công nghiệp và trong y học.

Sau đây là một vài ví dụ điển hình:

- Sử dụng các proteaza nghiên cứu cấu trúc phân tử protein: các endonucleaza hạn chế để nghiên cứu cấu trúc phân tử axit nucleic.

- Sử dụng enzym định lượng các chất: ureaza để định lượng ure trong nước giải khát; amilaza để định lượng tinh bột; glucozooxidaza để định lượng glucoza...

- Trong nông nghiệp: enzym được sử dụng để chế biến các thức ăn cho động vật, đặc biệt là động vật còn non, nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn của chúng, cai sữa sớm.

- Trong công nghiệp: các chế phẩm enzym được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp nhẹ như công nghiệp dệt, công nghiệp da, công nghiệp chế biến thực phẩm. Trong công nghiệp thực phẩm enzym được dùng trong quá trình chế biến cá, thịt, sữa, chế biến hoa quả, sản xuất các loại nước uống, sản xuất bánh kẹo, bánh mì...

Sử dụng enzym làm tăng nhanh quá trình chế biến, tăng hương vị và giá trị dinh dưỡng của sản phẩm.

- Trong y học: enzym được sử dụng làm thuốc chữa bệnh, sản xuất một số thuốc...

4.1. CẤU TẠO HOÁ HỌC CỦA ENZIM

4.1.1. Bản chất protein của enzym

Enzim là những chất hữu cơ có phân tử lượng lớn, do đó enzym không đi qua được màng bán thấm.

Enzim có thể hoà tan trong nước, trong dung dịch muối loãng, trong các dung môi hữu cơ có cực, nhưng không hoà tan trong các dung môi không phân cực. Dung dịch enzim có tính chất của dung dịch keo ưa nước. Khi hoà tan enzim vào nước, các phân tử nước lưỡng cực sẽ kết hợp với các ion, các nhóm ion hoặc các nhóm phân cực trong phân tử enzim tạo thành lớp vỏ hydrat.

Enzim không bền dưới tác dụng của nhiệt độ, dưới tác dụng của nhiệt độ cao enzim bị biến tính và mất khả năng xúc tác. Enzim cũng bị mất khả năng hoạt động dưới tác dụng của các tác nhân gây biến tính protein khác như axit hay kiềm mạnh hoặc muối kim loại nặng.

Enzim có tính lưỡng tính, trong điều kiện điện ly của môi trường có thể tồn tại ở dạng anion, cation hoặc dạng trung hoà điện. Do có tính chất này nên ta có thể phân tách cũng như xác định độ thuần khiết của enzim bằng phương pháp điện di.

→ Bản chất hoá học của enzim là protein

Enzim được cấu tạo từ các L- α - axitamin kết hợp với nhau qua liên kết peptit. Dưới tác dụng của các peptit hydrolaza, axit, hoặc kiềm các enzim bị thủy phân hoàn toàn tạo thành các L- α - axitamin, trong nhiều trường hợp ngoài axitamin còn nhận được các chất khác. Trong trường hợp thứ nhất enzim là một protein đơn giản gọi là enzim một cấu tử. Trong trường hợp thứ 2 enzim là một protein phức tạp gọi là enzim 2 cấu tử, trong đó phần protein có tên gọi là “feron” hoặc “apoenzim” được kết hợp với 1 phần không phải protein gọi là nhóm ngoại “agon”. Khi nhóm ngoại tách khỏi phần “apoenzim” và có thể tồn tại độc lập, thì những agon đó còn được gọi là coenzim.

- Apoenzim thường quyết định tính đặc hiệu cao của enzim và làm tăng hoạt tính xúc tác của coenzim

- Phần agon quyết định kiểu phản ứng mà enzim xúc tác, trực tiếp tham gia trong phản ứng và làm tăng độ bền của apoenzim đối với các yếu tố gây biến tính

Nhiều enzim hai cấu tử cũng như một cấu tử, trong phân tử của chúng còn chứa cả kim loại. Đa số thuộc loại enzim hai cấu tử.

4.1.2. Trung tâm hoạt động của enzim

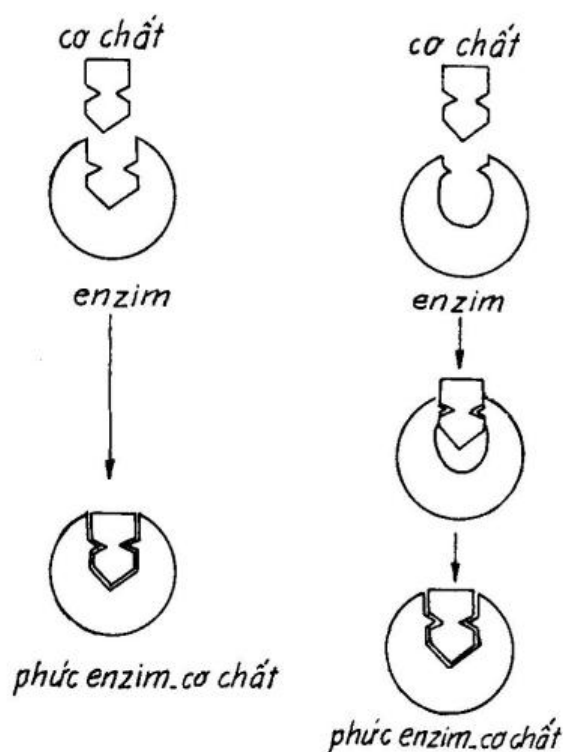
Bản chất hoá học của enzim là protein, do đó cấu trúc không gian của toàn bộ phân tử có vai trò quan trọng đối với hoạt tính xúc tác của enzim. Tuy nhiên có một phần nhỏ của phân tử enzim chứa các nhóm chức trực tiếp kết hợp với cơ chất tham gia trực tiếp trong việc hình thành, cắt đứt các liên kết... để tạo thành sản phẩm phản ứng, gọi là trung tâm hoạt động của enzim.

Trung tâm hoạt động của enzym chỉ chiếm một tỷ lệ thể tích tương đối bé của phân tử enzym.

Trung tâm hoạt động bao gồm nhiều nhóm chức khác nhau của axit amin, phân tử nước liên kết và trong nhiều trường hợp có cả ion kim loại, các nhóm chức của coenzim.

Trung tâm hoạt động có cấu trúc không gian xác định và tương ứng với cấu trúc của cơ chất và thường được hình thành trong quá trình enzym tiếp xúc với cơ chất (giống như tương ứng giữa ổ khoá và chìa khoá).

Giữa cơ chất và trung tâm hoạt động tạo thành nhiều tương tác yếu, do đó có thể dễ dàng bị cắt đứt trong quá trình phản ứng để giải phóng enzym và các sản phẩm phản ứng.



Hình 4-1: Mô hình mối tương tác enzym – cơ chất

4.2. TÍNH CHẤT CỦA ENZIM

4.2.1. Cường lực xúc tác

Enzim là chất xúc tác sinh học, nó có đầy đủ tính chất của một chất xúc tác. Tuy nhiên enzym có cường lực xúc tác mạnh hơn nhiều so với xúc tác thông thường.

Ví dụ : 1 mol Fe^{3+} xúc tác phân ly được 10^{-6} mol H_2O_2 / phút. Một phân tử catalaza có một nguyên tử Fe xúc tác phân ly $5 \cdot 10^6$ mol H_2O_2 / phút.

1g pepxin trong 2h thuỷ phân 5kg protein trứng luộc ở nhiệt độ thường

1 phân tử β - amylaza sau 1 giây có thể phân giải 4000 liên kết glucosit trong phân tử tinh bột

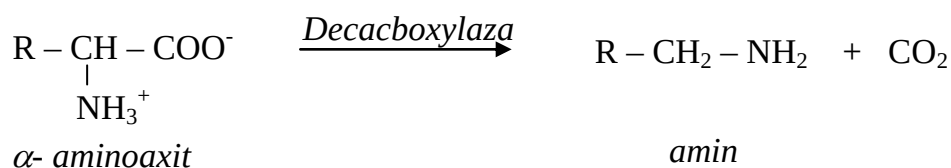
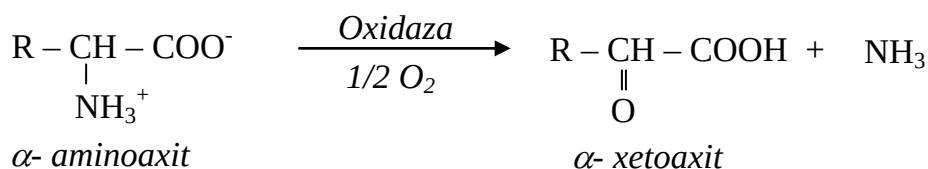
4.2.2. Tính đặc hiệu của enzym

Tính đặc hiệu cao của enzym là một trong những khác biệt chủ yếu của enzym với các chất xúc tác khác. Mỗi enzym chỉ có khả năng xúc tác cho sự chuyển hoá một hay một số chất nhất định theo một kiểu phản ứng nhất định. Đặc tính tác dụng lựa chọn cao này gọi là tính đặc hiệu hoặc tính chuyên hoá của enzym.

4.2.2.1. Đặc hiệu kiểu phản ứng

Mỗi enzym chỉ có thể xúc tác cho một trong các kiểu phản ứng chuyển hoá một chất nhất định như phản ứng oxy hoá - khử, chuyển vị, thuỷ phân...

Ví dụ : hai enzym dưới đây xúc tác cho hai kiểu phản ứng chuyển hoá khác nhau trên cùng một loại cơ chất.

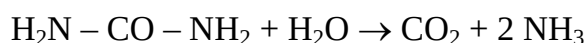


4.2.2.2. Đặc hiệu cơ chất

Cơ chất là chất có khả năng kết hợp vào trung tâm hoạt động của enzym và bị chuyển hoá dưới tác dụng của enzym. Mức độ đặc hiệu của các enzym không giống nhau, người ta thường phân biệt thành các mức sau :

Đặc hiệu tuyệt đối : Enzym chỉ tác dụng trên một cơ chất nhất định và hầu như không có tác dụng với chất nào khác.

Ví dụ : ureaza hầu như chỉ tác dụng với ure

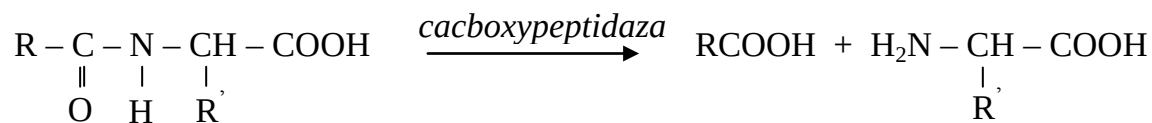


Đặc hiệu tương đối : enzym có khả năng tác dụng lên một kiểu liên kết hoá học nhất định trong phân tử cơ chất mà không phụ thuộc vào cấu tạo của các phần tham gia tạo thành mối liên kết đó

Ví dụ : lipaza có khả năng thuỷ phân được tất cả các mối liên kết este. Amino-peptidaza có thể xúc tác thuỷ phân nhiều peptit

Đặc hiệu nhóm : Enzim có khả năng tác dụng lên một kiểu liên kết hoá học nhất định với điều kiện một trong hai phần tham gia tạo thành liên kết phải có cấu trúc xác định.

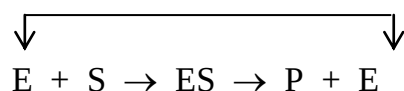
Ví dụ : cacboxypeptidaza có khả năng phân cắt liên kết peptit gần nhóm cacboxyl tự do.



Đặc hiệu quang học : Enzim chỉ tác dụng với một trong hai dạng đồng phân quang học của các chất. Hoặc cũng thể hiện tính đặc hiệu lên một dạng đồng phân hình học cis hoặc trans.

4.3. CƠ CHẾ TÁC DỤNG CỦA ENZIM

Xảy ra theo 3 giai đoạn:



Giai đoạn 1: enzim kết hợp với cơ chất bằng liên kết yếu tạo thành phức enzim – cơ chất (ES) không bền, phản ứng này xảy ra rất nhanh và đòi hỏi năng lượng hoạt hoá thấp.

Giai đoạn 2: xảy ra sự biến đổi cơ chất dẫn đến sự kéo căng và phá vỡ các liên kết đồng hoá trị tham gia phản ứng.

Giai đoạn 3: tạo thành sản phẩm, còn enzim được giải phóng ra dưới dạng tự do

Các loại liên kết chủ yếu được tạo thành giữa E và S trong phức ES là: tương tác tĩnh điện, tương tác Van der Waals, liên kết hydro.

Tương tác tĩnh điện (còn gọi là liên kết ion, liên kết muối, cầu muối, hoặc cặp ion): Liên kết này được tạo thành giữa nhóm tích điện của cơ chất với nhóm tích điện trái dấu trong phân tử enzim. Đối với cơ chất có chứa các nhóm tích điện dương, các nhóm này sẽ kết hợp với các nhóm tích điện âm (nhóm cacboxyl ở mạch bên của Asp, Glu, hoặc đầu – C) trong trung tâm liên kết của phân tử enzim.

Liên kết hydro: được tạo thành theo kiểu A – H...B, trong đó hydro liên kết với A bằng liên kết cộng hóa trị, đồng thời tạo liên kết yếu với B. Liên kết hydro được tạo thành khi khoảng cách giữa A và B vào khoảng $3A^0$.

Tương tác Van der Waals yếu và ít đặc hiệu hơn tương tác tĩnh điện và liên kết hydro. Vai trò của tương tác này thể hiện rõ khi nhiều nguyên tử của cơ chất có thể đồng thời

tiếp cận với nhiều nguyên tử của enzym, điều này chỉ có thể xảy ra khi có sự ăn khớp về hình dạng giữa cơ chất và enzym

Ngoài ba tương tác trên còn có tương tác kỵ nước giữa các nhóm không phân cực.

4.4. CÁCH GỌI TÊN VÀ PHÂN LOẠI ENZIM

4.4.1. Cách gọi tên

Ngoài các tên thông dụng như tripxin, pepxin...ta còn gọi tên enzym theo quy ước quốc tế- tên gọi hệ thống của enzym được gọi theo tên cơ chất đặc hiệu của nó cùng với tên của kiểu phản ứng mà nó xúc tác, cộng thêm đuôi “aza”

Tên gọi hệ thống thường gồm hai phần:

Phần thứ nhất là tên gọi cơ chất (nếu phản ứng là lưỡng phân thì phần thứ nhất là tên gọi của hai cơ chất viết cách nhau bằng hai chấm)

Phần thứ hai chỉ một cách khái quát bản chất của phản ứng xúc tác.

Ví dụ: tên thông dụng: ureaza

Tên gọi hệ thống: cacbamid- amidohydrolaza

4.4.2. Phân loại enzym

Dựa vào tính đặc hiệu phản ứng của enzym, người ta phân loại enzym thành sáu lớp:

1- *Oxydoreductaza*: các enzym xúc tác cho phản ứng oxy hoá - khử gồm các nhóm, dehydrogenaza, reductaza, oxygenaza, peroxydaza.

2- *Transpheraza*: các enzym xúc tác cho phản ứng chuyển vị

3- *Hydrolaza*: các enzym xúc tác cho phản ứng thủy phân như amilaza, lipaza.

4- *Liaza*: các enzym xúc tác cho phản ứng phân cắt không cần nước, loại nước tạo thành liên kết đôi hoặc kết hợp phân tử nước vào liên kết đôi

5- *Izomeraza*: các enzym xúc tác cho phản ứng đồng phân hoá

6- *Ligaza*: các enzym xúc tác cho phản ứng tổng hợp có sử dụng liên kết giàu năng lượng ATP...

4.5. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VẬN TỐC PHẢN ỨNG ENZIM

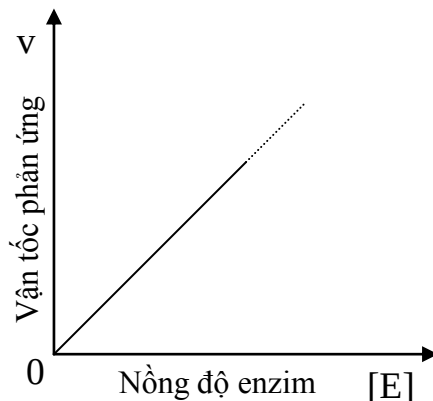
Phản ứng do enzym xúc tác phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nồng độ enzym, nồng độ cơ chất, nhiệt độ, pH môi trường, chất kìm hãm...Sau đây sẽ giới thiệu cụ thể bản chất và vai trò của từng yếu tố.

4.5.1. Nồng độ enzym

Trong điều kiện thừa cơ chất, vận tốc phản ứng enzym phụ thuộc tuyến tính với nồng độ enzym

$$v = k [E]$$

v- vận tốc phản ứng
 [E]- nồng độ enzym
 k- hằng số vận tốc phản ứng



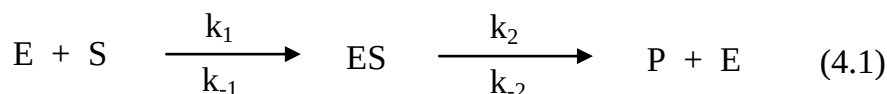
Cần lưu ý rằng k không phụ thuộc vào nồng độ các chất phản ứng mà chỉ phụ thuộc vào bản chất hoá học của chất phản ứng.

Hình 4-2: Vận tốc phản ứng enzym phụ thuộc tuyến tính vào nồng độ enzym

4.5.2. Nồng độ cơ chất

Mở đầu phản ứng enzym cần thiết phải tạo thành phức trung gian enzym – cơ chất (ES). Sau đó phức ES chuyển hoá tiếp thành sản phẩm cuối cùng của phản ứng và enzym tự do, enzym lại kết hợp với phân tử cơ chất khác bắt đầu vòng xúc tác mới.

Trường hợp đơn giản nhất, phản ứng chỉ có một cơ chất S, enzym (E) xúc tác cho sự chuyển hoá nó chỉ tạo thành một sản phẩm P, phản ứng xảy ra như sau:

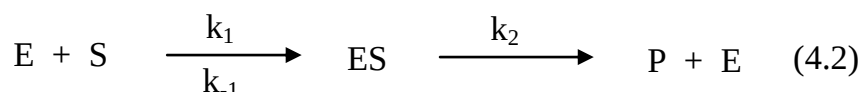


Trong đó: k_1 , k_{-1} , k_2 , k_{-2} – hằng số vận tốc của các phản ứng tương ứng.

Khi nghiên cứu động học phản ứng enzym, người ta thường xác định vận tốc ban đầu của phản ứng khi:

- Nồng độ cơ chất [S] rất lớn so với nồng độ tổng của enzym $[E_0]$
- Lượng sản phẩm [P] tạo thành chưa đáng kể, nên $k_2[E]$. $[P] \sim 0$

Khi đó phản ứng sẽ diễn ra như sau:

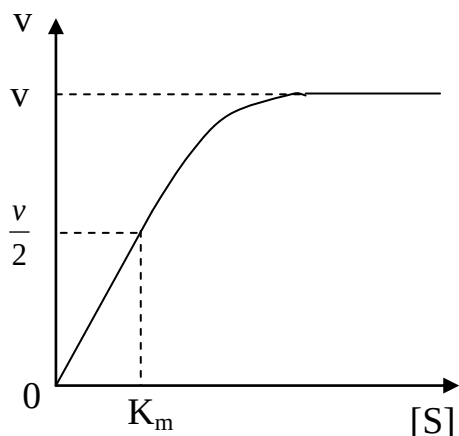


Từ đây ta có phương trình:

$$v_i = \frac{v_{\max} [S]}{K_m + [S]} \quad (4.3)$$

$v_{\max}$ - vận tốc phản ứng cực đại

K_m – hằng số phân ly biểu kiến của phức enzym – cơ chất. K_m cho biết một cách gần đúng ái lực của enzym đối với cơ chất: K_m càng nhỏ thì ái lực của enzym đối với cơ chất càng lớn và ngược lại.

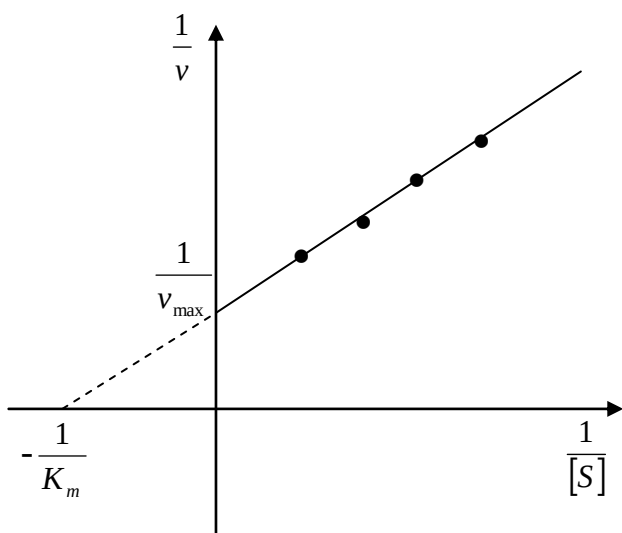


Hình 4-3: Dạng chung của đường biểu diễn sự phụ thuộc vận tốc phản ứng

Từ phương trình 4.3 ta xét ba trường hợp:

- Nếu $[S] \ll K_m$, $v = v_{\max} \frac{[S]}{K_m}$, nồng độ cơ chất thấp, v phụ thuộc tuyến tính vào $[S]$;
- Nếu $[S] \gg K_m$, $v = v_{\max}$, vận tốc phản ứng đạt cực đại, không phụ thuộc $[S]$. Như vậy nếu $[S]$ đã đủ lớn đến mức nào đó, nếu tiếp tục tăng $[S]$, v cũng không tăng theo.

- Nếu $[S] = K_m$, $v = \frac{v_{\max}}{2}$ vận tốc phản ứng bằng một nửa vận tốc cực đại.



Hình 4-4: Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa $\frac{1}{v}$ và $\frac{1}{[S]}$; độ dốc của đường biểu diễn là $\frac{K_m}{v}$. Đường biểu diễn cắt trục tung ở điểm $\frac{1}{v_{\max}}$, cắt trục hoành ở điểm $-\frac{1}{K_m}$

Để xác định K_m cũng như v có thể dựa vào đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc phản ứng với nồng độ cơ chất: thay đổi nồng độ cơ chất, với mỗi nồng độ cơ chất ta xác định được vận tốc ban đầu của phản ứng. Từ phương trình (4.3) ta biến đổi bằng cách nghịch đảo 2 vế ta được phương trình (4.4):

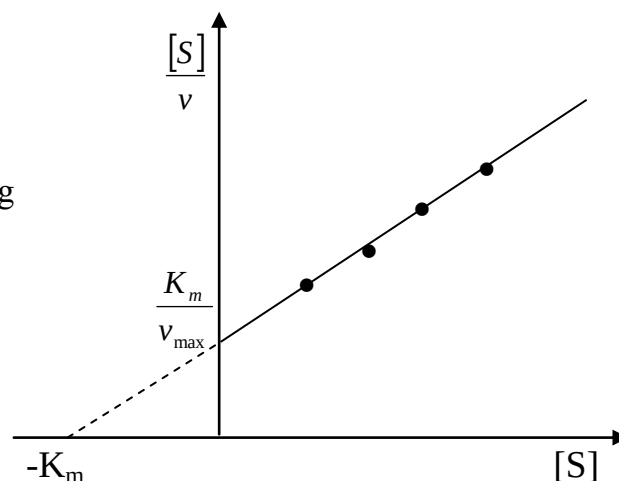
$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{v_{\max}} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{v_{\max}} \quad (4.4)$$

Phương trình (4.4) có dạng $y = ax + b$, đường biểu diễn của nó là đường thẳng, cắt trục tung ở điểm $\frac{1}{v_{\max}}$ và cắt trục hoành ở điểm $-\frac{1}{K_m}$. Như vậy chỉ cần thí nghiệm với ba đến bốn nồng độ cơ chất là có thể vẽ được đồ thị khá chính xác và xác định được các trị số K_m , v .

Cũng có thể xác định K_m và $v_{\max}$ theo phương trình (4.5)

$$\frac{[S]}{v} = \frac{1}{v_{\max}}[S] + \frac{K_m}{v_{\max}} \quad (4.5)$$

Đồ thị của phương trình (4.5) có dạng

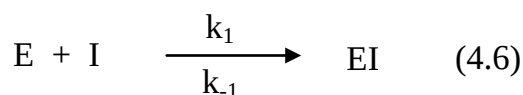


Hình 4-5:

4.5.3. Ảnh hưởng của các chất kìm hãm

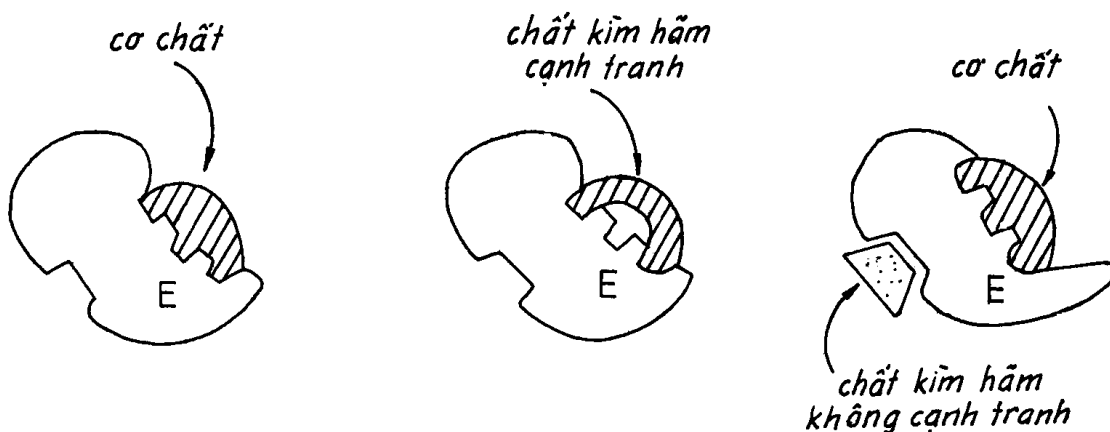
Hoạt độ của enzym có thể bị thay đổi dưới tác dụng của một số chất có bản chất hoá học khác nhau. Các chất làm giảm hoạt độ enzym nhưng không bị chuyển hoá bởi enzym được gọi là các chất kìm hãm, ký hiệu I. Các chất này có thể là những ion, các phân tử vô cơ, hữu cơ kể cả protein.

Các chất này có thể kìm hãm thuận nghịch hoặc không thuận nghịch enzym. Nếu là kìm hãm thuận nghịch, phản ứng kết hợp giữa enzym và chất kìm hãm I nhanh chóng đạt đến cân bằng.



Trong trường hợp kìm hãm không thuận nghịch, k_{-1} rất bé bỏ qua, I kết hợp với E bằng liên kết đồng hoá trị, sự phân ly phức EI là rất chậm

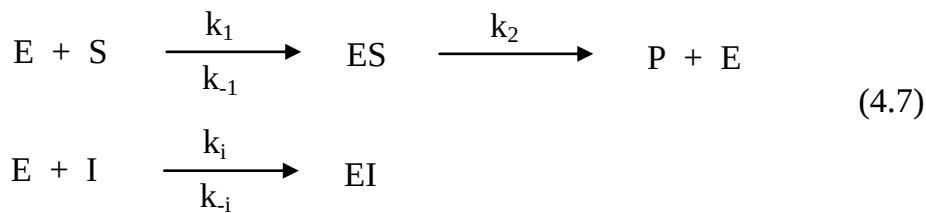
4.5.3.1. Các chất kìm hãm cạnh tranh



Hình 4-6: Mô hình minh họa sự sai khác giữa chất kìm hãm cạnh tranh và chất kìm hãm không cạnh tranh trong cách kết hợp với enzym

Các chất kìm hãm cạnh tranh là những chất kìm hãm thuận nghịch enzym, có cấu trúc tương tự với cấu trúc cơ chất, do đó có khả năng kết hợp vào trung tâm hoạt động của enzym chiếm chỗ kết hợp của cơ chất. Sự kết hợp của I và S vào trung tâm hoạt động của enzym có tính chất loại trừ lẫn nhau. Do đó I cạnh tranh làm giảm vận tốc phản ứng.

Ở kiểu kìm hãm này, I và S đều cạnh tranh với nhau để kết hợp với enzym. Vận tốc phản ứng sẽ phụ thuộc vào tương quan nồng độ của I và S cũng như tương quan ái lực giữa S và I đối với enzym. Thường thì nếu nồng độ [S] rất lớn so với [I] có thể loại trừ hoàn toàn tác dụng kìm hãm của I. Trường hợp đơn giản nhất, khi có chất kìm hãm cạnh tranh, các phản ứng xảy ra như sau:



Công thức (4.3) trong trường hợp này có dạng:

$$v_i = \frac{v_{\max} [S]}{[S] + K_m \left(1 + \frac{[I]}{K_i}\right)} \quad (4.8)$$

K_i – hằng số phân ly của phức EI. K_i cũng được gọi là hằng số kìm hãm, K_i càng lớn ái lực giữa E và I càng thấp và ngược lại.

hoặc:

$$\frac{1}{v_i} = \frac{K_m}{v_{\max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_i}\right) \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{v_{\max}} \quad (4.9)$$

Khi có chất kìm hãm cạnh tranh, K_m được xác định theo công thức sau:

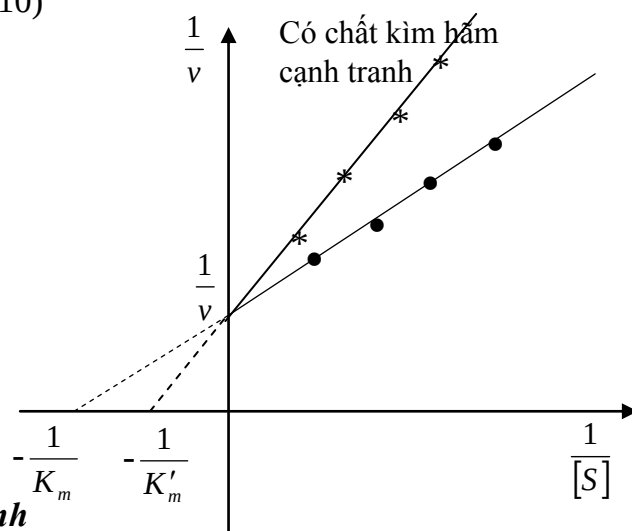
$$K'_m = K_m \left(1 + \frac{[I]}{K_i}\right) \quad (4.10)$$

Hình 4-7: Đồ thị biểu diễn sự

phụ thuộc giữa $\frac{1}{v}$ và $\frac{1}{[S]}$ khi có

(●-●-●) và không có (*-*-**)

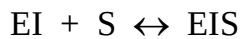
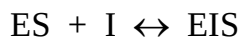
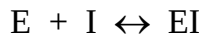
chất kìm hãm cạnh tranh



4.5.3.2. Các chất kìm hãm không cạnh tranh

Chất kìm hãm này kết hợp với enzym ở chỗ khác với trung tâm hoạt động, làm thay đổi cấu trúc không gian của phân tử enzym theo hướng không có lợi cho hoạt độ xúc tác của nó do đó làm giảm vận tốc phản ứng xúc tác. Sau khi kết hợp với chất kìm hãm không cạnh tranh, enzym vẫn có thể kết hợp với cơ chất tạo thành phức EIS.

Khi có chất kìm hãm không cạnh tranh, các phản ứng xảy ra như sau:



Các chất kìm hãm kiểu này kết hợp với enzym một cách độc lập với cơ chất và không làm thay đổi K_m . Việc kết hợp S vào E cũng không làm thay đổi K_i .

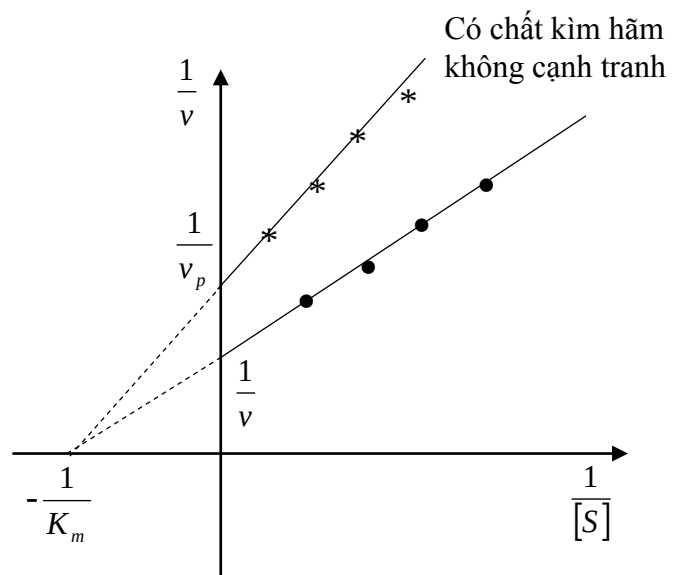
Công thức (4.3) trong trường hợp này có dạng:

$$\frac{1}{v_i} = \frac{K_m}{v_{\max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_i} \right) \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{v_{\max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_i} \right) \quad (4.11)$$

hay:

$$\frac{1}{v_i} = \frac{1}{v_{\max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_i} \right) \left(1 + \frac{K_m}{[S]} \right) \quad (4.12)$$

Hình 4-8: Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa $\frac{1}{v}$ và $\frac{1}{[S]}$ khi có (●-●-●) và không có (*-*-**) chất kìm hãm không cạnh tranh



Đường biểu diễn của phương trình (4.11) trên hình 4-7, cắt trục tung ở điểm $\frac{1}{v_{\max}}$ và

cắt trục hoành ở điểm $-\frac{1}{K_m}$.

Khi có chất kìm hãm không cạnh tranh vận tốc cực đại bị giảm $\left(1 + \frac{[I]}{K_i}\right)$ lần, khi đó K_m không thay đổi có nghĩa là không có là không làm thay đổi ái lực giữa E và S, song vận tốc phản ứng bị giảm tương ứng.

Khi đó vận tốc phản ứng được tính như sau:

$$\frac{1}{V'_{\max}} = \frac{1}{V_{\max}} \left(1 + \frac{[I]}{K_i}\right) \quad (4.13)$$

4.5.4. Các chất hoạt hoá

Chất hoạt hoá làm tăng hoạt độ xúc tác của enzym, thường có bản chất hoá học khác nhau, có thể là anion, một số ion kim loại... làm nhiệm vụ chuyển nhóm chuyển hydro hoặc những chất có khả năng phá vỡ một số liên kết trong phân tử tiền enzym hoặc các chất có tác dụng phục hồi những nhóm chức trong trung tâm hoạt động của enzym.

Ví dụ : tác dụng của anion clo, brom, iot đến hoạt độ của α - amilaza động vật...

4.5.5. Nhiệt độ

Vận tốc phản ứng do enzym xúc tác chỉ tăng theo nhiệt độ trong một giới hạn xác định mà ở đó phân tử enzym vẫn còn bền chưa bị biến tính.

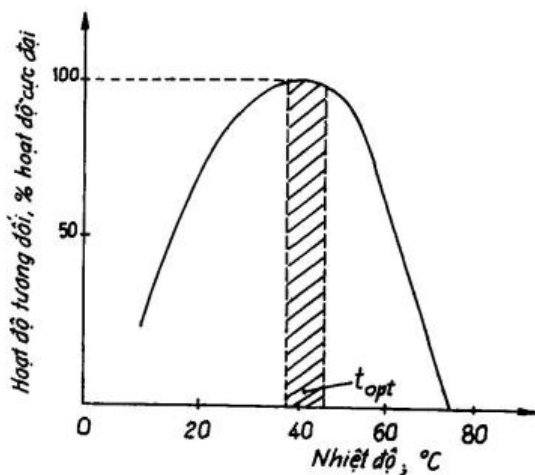
Nhiệt độ ứng với hoạt độ enzym cao nhất gọi là nhiệt độ tối ưu của enzym (t_{opt}). Đa số enzym có nhiệt độ tối ưu khoảng $40 - 50^{\circ}\text{C}$. Tuy nhiên t_{opt} còn phụ thuộc vào cơ chất, pH, thời gian phản ứng... Nhiệt độ mà enzym bị mất hoàn toàn hoạt tính xúc tác gọi là nhiệt độ tới hạn khoảng trên 70°C . Ở nhiệt độ tới hạn enzym bị biến tính, ít khi có khả năng hồi phục lại hoạt độ. Ngược lại ở nhiệt độ 0°C hoạt độ enzym tuy bị giảm nhưng lại có thể tăng lên khi đưa về nhiệt độ bình thường.

Trong công nghệ sản xuất và bảo quản các sản phẩm thực phẩm, yếu tố nhiệt độ thường được sử dụng để điều hoà các phản ứng enzym theo chiều mong muốn.

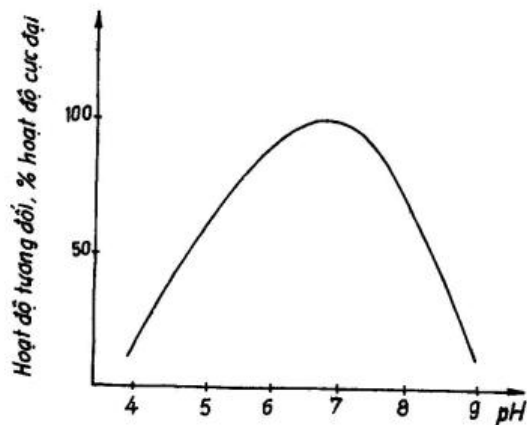
4.5.6. pH môi trường

pH môi trường ảnh hưởng rõ rệt đến phản ứng enzym, đa số enzym đều bền trong giới hạn pH = 5 -9. pH_{opt} cho hoạt động của nhiều enzym vào khoảng 7. Tuy nhiên cũng có một số enzym có pH_{opt} rất thấp (pepxin 1,5 đến 2) hoặc rất cao (trypsin $\text{pH}_{\text{opt}} > 8$, acginaza, phosphataza kiềm pH_{opt} từ 9,5 đến 10). pH_{opt} của một enzym cũng không cố định mà phụ thuộc nhiều vào các yếu tố khác như cơ chất, tính chất dung dịch đệm, nhiệt độ...

Ngoài 6 yếu tố đã nêu, hoạt độ của enzym còn phụ thuộc vào các yếu tố như : ánh sáng, sóng siêu âm, tia bức xạ... hay giai đoạn sinh trưởng phát triển.



Hình 4-9 : Đường biểu diễn minh họa ảnh hưởng nhiệt độ đến vận tốc phản ứng enzym.



Hình 4-10: Đường biểu diễn minh họa ảnh hưởng của pH đến hoạt độ của enzym

4.6. ỨNG DỤNG CỦA ENZIM

Các nghiên cứu ứng dụng enzym trong thực tiễn ngày càng mở rộng và đạt hiệu quả cao. Ở nhiều nước đã hình thành ngành công nghệ enzym, tại đó hàng năm sản xuất hàng trăm ngàn tấn chế phẩm enzym, phục vụ cho nhiều ngành khác nhau: công nghiệp, nông nghiệp, y dược và đặc biệt là công nghệ thực phẩm thực phẩm.

Trong lĩnh vực nông nghiệp, enzym được sử dụng để chế biến thức ăn gia súc, nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn, như dùng amilaza để xử lý sơ bộ thức ăn tươi hoặc trộn enzym vào thức ăn gia súc trước khi cho ăn. Hoặc sản xuất thức ăn tổng hợp nuôi gia súc, gia cầm, phối hợp các enzym proteinaza, xellulaza chế thức ăn tổng hợp thay sữa nuôi bê con

Trong lĩnh vực công nghiệp, chế phẩm enzym được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp.

Trong ngành công nghiệp dệt, papain và proteinaza được sử dụng làm sạch tơ tằm, amilaza được dùng để sản xuất tinh bột tan dùng trong nhuộm vải, in hoa hoặc để rũ hồ ở vải sợi.

Trong ngành công nghiệp da, enzym proteinaza được dùng để giúp cho quá trình làm mềm da, làm sạch da, rút ngắn thời gian, tránh ô nhiễm môi trường.

Trong lĩnh vực y dược, enzym được sử dụng để định lượng các chất, phục vụ công việc xét nghiệm chẩn đoán bệnh. Ví dụ: dùng ureaza để định lượng ure trong nước tiểu hay trong máu...ngoài ra enzym còn được sử dụng làm thuốc như proteinaza dùng làm thuốc tắc nghẽn tĩnh mạch, tiêu mủ vết thương, thông đường hô hấp, chống viêm, tăng tiêu hoá protein...

Trong ngành công nghiệp lương thực thực phẩm, nhiều enzym được dùng trong quá trình chế biến cá, thịt, sữa, chế biến hoa quả, sản xuất các loại nước uống, sản xuất bánh mì, bánh kẹo, rượu,...Đặc điểm của việc sử dụng enzym trong quá trình chế biến thực phẩm là làm tăng nhanh quá trình chế biến, tăng hương vị và giá trị dinh dưỡng của thực phẩm.

Ví dụ: Sử dụng amilaza trong công nghệ làm bánh mì để tạo độ xốp nở.

Amilaza còn được sử dụng trong sản xuất glucoza trực tiếp từ tinh bột.

CÂU HỎI CHƯƠNG 4

1. Hãy cho biết bản chất hoá học của protein ?
2. Hãy trình bày các tính chất của enzym ?
3. Trình bày cơ chế tác dụng của enzym ?
4. Nồng độ cơ chất ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ phản ứng enzym ?
5. Như thế nào được gọi là chất kìm hãm ? Có mấy loại kìm hãm ? Các chất kìm hãm có ảnh hưởng như thế nào đến vận tốc phản ứng enzym ?
6. So sánh giữa kìm hãm cạnh tranh và kìm hãm không cạnh tranh ?
7. Nhiệt độ và pH có ảnh hưởng gì đến tốc độ phản ứng enzym ?
8. Trình bày các ứng dụng của enzym trong ngành công nghiệp thực phẩm và các ngành công nghiệp khác ?

CHƯƠNG V : VITAMIN – CÁC CHẤT KHOÁNG

5.1. VITAMIN

5.1.1. Vai trò, ý nghĩa của vitamin

Vitamin là những hợp chất hữu cơ có bản chất hoá học khác nhau, có khối lượng phân tử nhỏ. Nó cần thiết để bảo đảm sự sinh trưởng và phát triển bình thường của động vật, người và cả vi sinh vật.

Khác với protein cần cho cơ thể với khối lượng lớn, vitamin cần cho cơ thể ở khối lượng rất nhỏ. Nhu cầu của người hàng ngày đối với mỗi loại vitamin (trừ vitamin C, PP) là ít hơn 10mg. Tuy nhiên nhu cầu này còn thay đổi tùy theo lứa tuổi, trạng thái sinh lý của cơ thể. Ngoài ra, nhu cầu về các loại vitamin còn phụ thuộc nhiều về loài. Chẳng hạn, một số động vật bậc cao có thể tổng hợp một vài vitamin từ các nguồn thức ăn thực vật. Thực vật có khả năng tổng hợp hầu hết các vitamin hoặc tiền vitamin.

Đối với các thực vật, nấm hoặc vi khuẩn được nuôi cấy trong môi trường tổng hợp thì vẫn cần vitamin để sinh trưởng và phát triển

Đến nay người ta đã biết khoảng 30 vitamin khác nhau và chúng được chia thành hai nhóm chính:

- Nhóm vitamin tan trong nước gồm vitamin nhóm B như B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂,... vitamin C.
- Nhóm vitamin tan trong chất béo (tan trong dầu, mỡ, không tan trong nước) như các vitamin A, D, E, K,...

Khi khẩu phần thức ăn không cung cấp đủ nhu cầu các vitamin, cơ thể sẽ thiếu vitamin. Nhưng nếu dùng quá nhiều cũng sẽ dẫn đến bệnh thừa vitamin. Vitamin có chứa trong nguồn thực vật và động vật.

Trong thực phẩm thực vật có hầu hết các vitamin, nhiều nhất là vitamin C ở các loại quả và rau tươi trên mặt đất, ngoài ra còn chứa nhiều vitamin A và tiền vitamin A, biểu hiện khi chín có màu vàng như bí đỏ, cà chua, cà rốt, xoài, đu đủ, mơ,... Các cây họ đậu có hàm lượng vitamin PP, H, B₅ và axit folic tương đối cao. Đặc biệt vitamin PP ở lạc. Các loại củ nghèo vitamin C nhưng tương đối giàu vitamin B₅, axit folic và vitamin K. Ở ngũ cốc không có vitamin C và A, nhưng hàm lượng vitamin E, B₁, B₂, PP và B₆ tương đối cao, phần lớn tập trung ở lớp vỏ cám khi xay sát bị tổn thất nhiều (xem phụ lục I)

Thực phẩm động vật trên cạn và dưới nước đều nghèo và không chứa vitamin C, ngoài ra có hầu hết các loại vitamin. Nhiều nhất là vitamin A ở gan (bò, lợn, gà,...). Gan là nguồn vitamin có giá trị cao, đủ 13 vitamin, ngoài vitamin A còn có vitamin PP, B₂, B₁₂, H, K và

axit folic. Cá chứa nhiều vitamin A, E, D, PP. Trứng có hầu hết các vitamin trừ vitamin C, lòng trắng trứng rất nghèo vitamin.

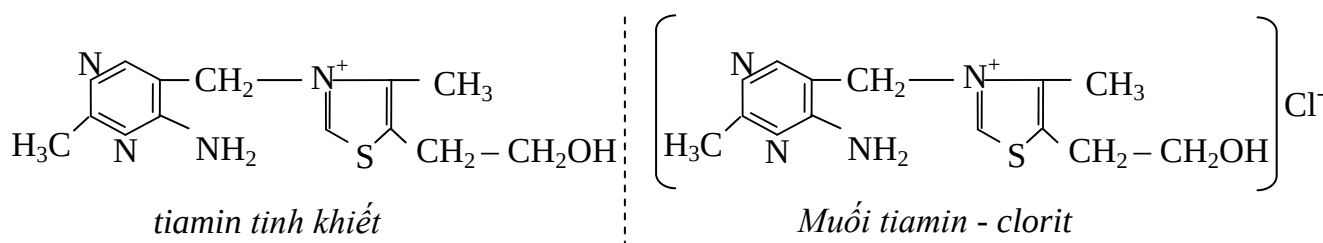
5.1.2. Phân loại vitamin

5.1.2.1. Vitamin tan trong nước

Các vitamin nhóm này thường tham gia trong thành phần cấu tạo của các coenzim khác nhau. Vì thế nếu thiếu vitamin sẽ không có vật liệu cấu tạo nên enzym, dẫn đến rối loạn quá trình trao đổi chất, cơ thể xuất hiện các triệu chứng bệnh lý.

a. Vitamin B₁

Vitamin B₁ còn gọi là tiamin, là loại vitamin phổ biến rộng rãi trong thiên nhiên, được cấu tạo bởi vòng tiazol (chứa nguyên tử lưu huỳnh) gắn với vòng pirimidin chứa nhóm amin



Trong thực tế tiamin thường tồn tại ở muối tiaminclorit

Vitamin B₁ có nhiều trong nấm men, cám gạo, gạo chưa xát, ngô, đỗ tương, lạc,...ngoài ra có nhiều trong các loại rau như cải bắp, rau dền, xà lách. Trong động vật, vitamin B₁ có nhiều trong gan, sữa, lòng trắng trứng.

Nhu cầu vitamin B₁ thay đổi tùy theo lứa tuổi, nghề nghiệp, trạng thái sinh lý của cơ thể,...Đối với người lớn cần khoảng từ 1,5 – 3mg vitamin B₁ trong 24 giờ, đối với trẻ em, số lượng này ít hơn, khoảng 0,5 – 2 mg.

Thiếu vitamin B₁ sẽ ảnh hưởng đến quá trình trao đổi glucit, viêm dây thần kinh, bị bệnh tê phù (beri – beri), ảnh hưởng tới quá trình tiêu hoá, hệ thống thần kinh và tim mạch.

Vitamin B₁ chỉ bền với nhiệt trong môi trường axit, còn trong môi trường kiềm nó bị phân huỷ nhanh chóng khi đun nóng. Vitamin B₁ là những tinh thể hoà tan tốt trong nước và chịu được các quá trình gia nhiệt thông thường. Khi oxy hoá, vitamin B₁ chuyển thành một hợp chất gọi là tiocrom phát huỳnh quang. Tính chất này thường được sử dụng để định lượng vitamin B₁.

Điều kiện chế biến và bảo quản có ảnh hưởng lớn đến hàm lượng vitamin B₁ trong nguyên liệu.

Ví dụ, gạo xay xát càng kỹ hàm lượng vitamin B₁ bị giảm càng nhiều

Trong gạo lật	: hàm lượng tiamin là 0,45 mg/100g
Sau khi xát lần 1	: hàm lượng tiamin là 0,09 mg/100g
Sau khi xát lần 3	: hàm lượng tiamin là 0,03 mg/100g
Trong cám gạo	: hàm lượng tiamin là 2,32 mg/100g

Độ ẩm khi bảo quản nguyên liệu (thóc, gạo) càng cao, hàm lượng vitamin B₁ bị giảm càng nhanh. Một số chất như gelatin, ovalbumin, tinh bột,... có thể làm giảm tác dụng phá huỷ vitamin B₁ ở nhiệt độ cao.

b. Vitamin B₂

Vitamin B₂ còn được gọi theo tên hoá học là riboflavin, là dẫn xuất của vòng izoalloxazin gắn với rượu ribitol.

Vitamin B₂ có nhiều trong nấm men, trong rau quả như rau dền, dưa hấu, hành tây, súp lơ, trong đậu, thịt, sữa, gan, lòng đỏ trứng.

Nhu cầu vitamin B₂ của người trong một ngày là từ 2 đến 2,5 mg. Động vật có sừng không cần vitamin B₂ vì các vi sinh vật trong ruột của chúng có khả năng tổng hợp vitamin này và cung cấp cho cơ thể chủ.

Tinh thể vitamin B₂ ở dạng khô tương đối bền với nhiệt hơn vitamin B₁. Tuy nhiên, vitamin B₂ không bền dưới tác dụng của ánh sáng.

Trong quá trình bảo quản gạo hoặc các loại hạt khác, người ta nhận thấy rằng ngược với vitamin B₁, vitamin B₂ có xu hướng tăng lên rõ rệt nhất là khi bảo quản ở dạng bao cói, bao tải, bao PP, nghĩa là có sự xâm nhập dễ dàng của oxy không khí. Ví dụ, sau 6 tháng bảo quản ở lọ nâu đầy kín, lượng vitamin B₂ ở gạo có thể tăng lên 53%, còn hàm lượng vitamin B₁ giảm đi 1%. Nếu giữ trong bao cói, bao tải thì cũng thời gian đó, hàm lượng vitamin B₁ giảm mất 40%, còn hàm lượng vitamin B₂ lại tăng tới 95%.

Trong khi cô đặc sữa, nếu không thêm đường thì hàm lượng vitamin B₂ hầu như không đổi, còn nếu cô đặc có đường thì sẽ làm giảm mất một lượng dưới 10%.

Đối với trứng gà thì vitamin B₂ ở lòng trắng không biến đổi khi bảo quản, còn ở lòng đỏ thì bị thay đổi ít nhiều.

Vitamin B₂ có nhiều ở thịt, đặc biệt ở gan. Tùy thuộc vào điều kiện làm lạnh thịt khi bảo quản và xử lý thì hàm lượng vitamin B₂ sẽ bị thay đổi ít nhiều, nhưng nói chung là không đáng kể.

c. Vitamin PP (axit nicotinic, nicotinamit, niacin, vitamin B₅)

Vitamin PP có nhiều trong thịt bò, gan bò, thận, tim, trứng, các loại hạt đậu... và đặc biệt là trong nấm men. ở hạt ngô hàm lượng vitamin PP rất thấp.

Nhu cầu vitamin PP ở người trong 1 ngày đêm là 15 –25 mg. Nhiều thực vật, vi sinh vật và một số động vật có thể tổng hợp vitamin PP từ triptophan. Vì vậy, nếu động vật, người, ăn thức ăn nhiều protein giàu triptophan thì cũng sẽ không bị thiếu vitamin PP khi thức ăn chứa ít vitamin này. Khi cơ thể thiếu vitamin PP sẽ mắc bệnh viêm loét da, sần sùi, nhất là những phần tiếp xúc với ánh sáng.

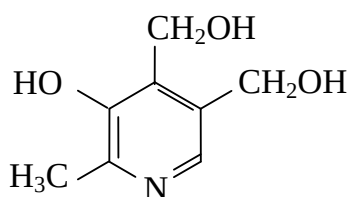
Trong quá trình bảo quản gạo, lượng vitamin PP hầu như không đổi. Vitamin PP chịu được các quá trình gia nhiệt thông thường.

Trong quá trình bảo quản trứng gà, vitamin PP lúc đầu tập trung ở lòng trắng, sau đó chuyển dần vào lòng đỏ và hao hụt mất 18% sau 7 tháng bảo quản.

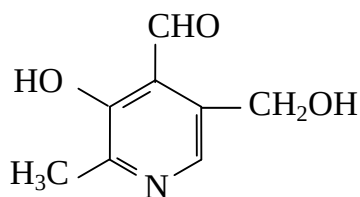
Vitamin PP có nhiều trong thịt, nhất là thịt gà.

d. Vitamin B₆

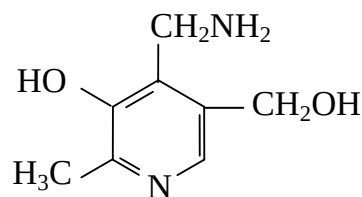
Tên hoá học của vitamin B₆ là piridoxin. Ngoài ra còn hai dạng khác là piridoxal và piridoxamin. Cả ba dạng này có khả năng dễ dàng chuyển hoá lẫn nhau.



pyridoxin



pyridoxal



pyridoxamin

Vitamin B₆ có nhiều trong nấm men bia, lúa mì, ngô, đậu, thịt bò, gan bò, thận, sữa, lòng trắng trứng, cá. Nó cần thiết đối với động vật, người và cũng kích thích sự phát triển của các vi sinh vật.

Nhu cầu vitamin B₆ hàng ngày đối với người lớn là 1,5 – 2,8 mg; đối với trẻ em là 0,5 – 2 mg. Khi thiếu vitamin B₆ sẽ biểu hiện các triệu chứng như bệnh ngoài da, viêm thần kinh, sụt cân, rụng tóc, rụng lông, nôn mửa, đau cơ, suy nhược,...

Thực vật và nhiều vi sinh vật có khả năng tổng hợp vitamin B₆ đủ đáp ứng nhu cầu của chúng. Động vật nhai lại cũng không cần có vitamin B₆ trong thức ăn vì vi sinh vật trong ruột của chúng có thể tổng hợp vitamin này đủ cung cấp cho cơ thể động vật chủ.

Cả ba dạng của vitamin B₆ đều bền khi đun sôi trong dung dịch axit hoặc kiềm, nhưng không bền khi có các chất oxi hoá. Dưới tác dụng chiếu sáng, trong môi trường trung tính

hoặc môi trường kiềm, vitamin B₆ bị phân huỷ nhanh; trong môi trường axit (HCl 0,1N), các dạng piridoxin và piridoxal bền hơn so với dạng piridoxamin.

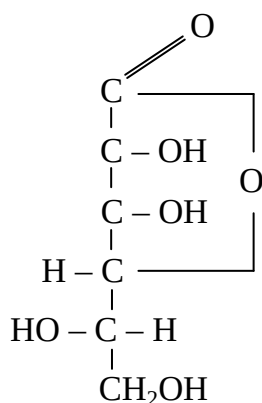
Đối với các sản phẩm chứa nhiều vitamin B₆ như sữa, trứng hoặc thịt, sự thay đổi về hàm lượng vitamin B₆ phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện chế biến và bảo quản.

Ví dụ: khi tiệt trùng sữa bằng cách đun trực tiếp hàm lượng vitamin B₆ giảm 20%, còn đun gián tiếp chỉ mất 5%. Khi cô đặc sữa không thêm đường có thể làm biến đổi ít nhiều về vitamin B₆, song nếu thêm chất kháng sinh nizin thì sự mất mát sẽ giảm đi.

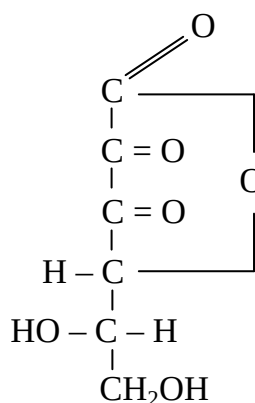
Đối với trứng gà khi bảo quản sau một năm có thể mất đi 50% hàm lượng vitamin B₆ ban đầu.

e. Vitamin C

Vitamin C tồn tại trong thiên nhiên dưới ba dạng phổ biến là axit ascorbic, axit dehydroascorbic và dạng liên kết ascorbigen, nó chỉ tồn tại ở dạng L trong các sản phẩm thiên nhiên.



axit L - ascorbic



axit L - dehydroascorbic

Vitamin C có nhiều trong rau quả tươi đặc biệt là cam, chanh, bưởi, cà chua, súp lơ, rau cải, ớt, thìa là, xà lách, cải bắp, củ cải, hành, táo, khoai tây,... Các loại ngũ cốc, trứng, thịt hầu như không có vitamin C. Vitamin C được tổng hợp ở thực vật và nhiều động vật trừ khỉ, chuột bạch, người.

Hàm lượng vitamin C biến đổi nhiều phụ thuộc vào loài, vị trí trồng trọt và các yếu tố như yếu tố chiếu sáng, khí hậu,... Bình thường lượng vitamin C giảm dần từ phía vỏ ngoài vào bên trong ruột của quả.

Vitamin C tham gia trong nhiều quá trình quan trọng của cơ thể sống:

♦ Chuyển hoá procollagen thành collagen. Thiếu vitamin C sẽ không xảy ra phản ứng hydroxyl hoá prolin của procollagen thành hydroxyprolin. Vì thế không tạo nên cấu trúc

siêu xoắn bền vững của collagen, do đó da dễ bị tổn thương, thành mao mạch không bền, dễ vỡ, gây ra bệnh hoại huyết.

- ♦ Làm tăng sức đề kháng của cơ thể, chống lại các điều kiện không thuận lợi của môi trường, chống lại các bệnh tật như nhiễm trùng, ảnh hưởng phóng xạ.

- ♦ Là chất khử mạnh, do đó vitamin C là chất chống oxy hoá, tham gia vào các phản ứng oxy hoá khử trong tế bào. Cùng với các chất khác như β - caroten, vitamin E, các ion kim loại như kẽm, mangan,... vitamin C được coi là chất chống lão hoá, chống ung thư.

Các sản phẩm động vật, trừ gan (30 mg%), còn trong các loại khác lượng vitamin C rất ít (1 – 3 mg%)

Nhu cầu vitamin C hàng ngày của người lớn là 50 –100 mg, còn đối với trẻ em vào khoảng 30 – 70 mg. Thiếu vitamin C có biểu hiện các triệu chứng như chảy máu lợi răng, chảy máu dưới da hoặc nội quan.

Dựa vào tính chất chống oxy hoá của axit ascorbic, người ta thường thêm nó vào dịch quả để ngăn cản quá trình sẫm màu. Để giữ được vitamin C, người ta thêm vào một số chất ổn định như đường sacaroza, axit hữu cơ, sorbitol, glixerin, antoxian, flavonoit,... Vitamin C hoà tan trong nước nên để tránh tổn thất, cần tránh làm giập nát nguyên liệu, tránh nghiền thái trước khi rửa và nên cân gia nhiệt trong quá trình chế biến nên dùng hơi thay vì dùng nước.

f. Vitamin B₁₂

Vitamin B₁₂ có tên hoá học là cobalamin, trong phân tử chứa nguyên tử coban (Co) quyết định màu đỏ của vitamin này. Vitamin B₁₂ là các tinh thể màu đỏ, không có mùi và vị, hoà tan tốt trong nước và rượu, khi để dung dịch vitamin B₁₂ ở ngoài ánh sáng nó dễ bị phân huỷ.

Thiếu vitamin B₁₂ sẽ bị bệnh thiếu máu ác tính. Vitamin B₁₂ có nhiều trong gan, sữa, trứng. Nó được dùng để chữa các bệnh như thiếu máu, đau dây thần kinh, và dùng để kích thích sự tăng trưởng của cơ thể người cũng như động vật nuôi.

Vitamin B₁₂ là loại vitamin hầu như độc nhất được tổng hợp từ vi sinh vật. Thực vật chỉ chứa rất ít vitamin B₁₂. Vitamin B₁₂ chỉ phát hiện thấy một lượng nhỏ ở hạt cũng là do nguồn vi sinh vật phát triển trên bề mặt của hạt. Ở một số loài tảo cũng có vitamin B₁₂ do các vi sinh vật cộng sinh tạo ra. Ở động vật, các vi khuẩn của ruột có khả năng tổng hợp vitamin B₁₂ và cung cấp nó cho động vật chủ, vì vậy các sản phẩm động vật thường giàu vitamin B₁₂.

Khi bảo quản các sản phẩm giàu vitamin B₁₂ như sữa, gan, trứng,... người ta nhận thấy, hàm lượng vitamin B₁₂ có thể thay đổi ít nhiều tùy theo điều kiện xử lý trước khi bảo quản và trong khi bảo quản.

g. Vitamin B₁₅ (axit pangamic)

Vitamin B₁₅ có vai trò quan trọng đối với quá trình trao đổi oxi trong cơ thể, kích thích các quá trình chuyển hoá oxi hoá.

h. Vitamin B₃ (axit pantotenic)

Axit pantotenic là một chất lỏng nhớt có màu vàng, dễ hoà tan trong nước, axit axetic, rượu etylic và hoà tan rất ít trong các dung môi hữu cơ khác. Nó bền với nhiệt và với oxy không khí trong môi trường trung tính, dễ bị thủy phân trong môi trường axit và kiềm nóng.

Cơ thể người không có khả năng tự tổng hợp axit pantotenic, khi cơ thể bị thiếu axit pantotenic sẽ gây rối loạn trao đổi hàng loạt chất ở cơ thể, đồng thời xuất hiện những triệu chứng bệnh lý như sưng ngoài da và màng nhầy các nội quan, rụng tóc, thoái hoá nhiều cơ quan như tuyến nội tiết.

Axit pantotenic có nhiều ở nấm men, gan, các phần xanh của thực vật, và được tổng hợp bởi các vi khuẩn đường ruột. Nhu cầu của người hàng ngày là 7 – 10 mg.

i. Vitamin H (biotin)

Biotin là yếu tố sinh trưởng của nấm men và người, ít bị thay đổi trong quá trình bảo quản thực phẩm. Ví dụ, ở sữa cô đặc hoặc ở trứng khi bảo quản, hàm lượng vitamin H chỉ biến đổi không đáng kể. Trong trứng, biotin tập trung chủ yếu ở lòng đỏ, và không bị biến đổi hoặc di chuyển vào lòng trắng trứng.

Biotin có nhiều trong gan động vật có sừng, sữa, nấm men, đậu tương, rau cải, hành khô, thận, tim, lòng đỏ trứng,... Thiếu biotin sẽ xuất hiện các triệu chứng như sưng ngoài da, rụng tóc,...

j. Vitamin B_c (axit folic)

Thiếu vitamin này cơ thể sẽ bị thiếu máu. Axit folic cần thiết đối với sự sinh trưởng của người, động vật, chim, còn đa số vi khuẩn, nấm men và thực vật bậc cao đều tự tổng hợp lấy axit folic. Thông thường người ít mắc phải các triệu chứng thiếu axit folic, vì các vi khuẩn sống ở đường tiêu hoá có khả năng sinh tổng hợp axit folic đủ để cung cấp cho nhu cầu của cơ thể. Nguồn axit folic là rau xanh, gan, thận, nấm men,... trong các sản phẩm đậu, thịt, sữa hàm lượng axit folic thấp hơn, còn trong quả chỉ chứa rất ít axit folic.

Do tính nhạy cảm với nhiệt độ nên khi chế biến nhiệt rau, quả axit folic giảm đi nhiều.

k. Vitamin P (rutin, bioflavonoit)

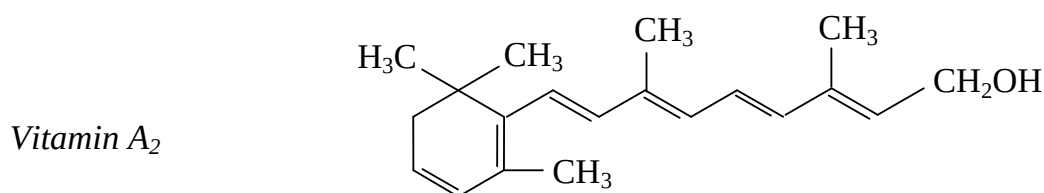
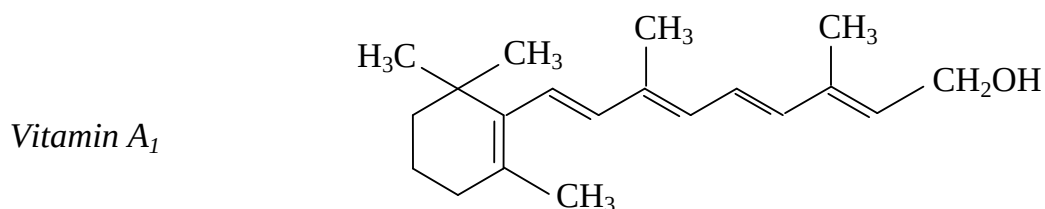
Vitamin P có dạng tinh thể màu vàng da cam, ít hoà tan trong nước, hoà tan được trong rượu, không có mùi vị.

Vitamin P có tác dụng củng cố và làm giảm tính thấm của thành mao quản, có nhiều trong cam, chanh, nho, xà lách, chè.

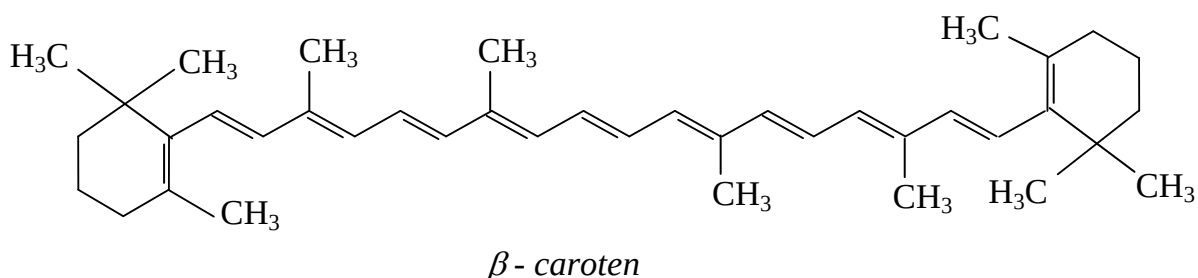
5.1.2.2. Vitamin tan trong chất béo

a. Vitamin A và caroten

Vitamin A tồn tại chủ yếu ở các sản phẩm động vật như gan cá và các sản phẩm khác từ cá, mỡ bò, trứng, gan các động vật ở biển, trong thịt lượng vitamin A thấp hơn. Trong số các vitamin nhóm A có hai dạng quan trọng là vitamin A₁ và vitamin A₂. Vitamin A₂ khác vitamin A₁ ở chỗ trong vòng có thêm một nối đôi ở chỗ C₃ và C₄.



Caroten còn gọi là các provitamin A. Thông thường ở thực vật lượng caroten phụ thuộc vào màu sắc của nó, rau xà lách màu xanh nhạt chứa ít caroten hơn rau màu xanh sẫm. Các sản phẩm giàu caroten hơn cả là ớt, cà rốt, bí đỏ, gấc, hành lá,... Khi đưa vào cơ thể động vật, caroten chuyển thành vitamin A nhờ các hệ enzym đặc trưng. Có nhiều dạng caroten (α , β , γ , δ), nhưng β - caroten có hoạt tính vitamin A cao hơn cả, vì lượng vitamin A được tạo thành khi phân **giải β - caroten lớn gấp hai lần** khi phân giải các dạng khác.



Vitamin A có vai trò quan trọng đối với quá trình trao đổi protein, lipid, sacarit và trao đổi khoáng. Khi thiếu vitamin A bị bệnh quáng gà, khô mắt, ngừng lớn, sút cân, giảm khả năng đề kháng với các bệnh nhiễm trùng.

Nhu cầu vitamin A hàng ngày đối với người lớn là 3000 – 5000 UI còn đối với trẻ em tùy lứa tuổi, có thể là 1500 UI/ ngày (0 – 1 tuổi) hoặc 4000 – 5000 UI/ ngày (trên 10 tuổi). 1UI = 0,3mcg (microgam). Nguồn vitamin A và caroten chủ yếu đối với người là cá, mỡ bò, trứng, còn trong thực vật là ớt, cà rốt, hành lá, bí đỏ, gấc, cà chua,... Nguồn điều chế vitamin A trong kỹ nghệ sản xuất vitamin A là gan cá và động vật biển.

Vitamin A bền với axit, kiềm ở nhiệt độ không quá cao, nhất là trong điều kiện yếm khí. Vitamin A dễ bị phân huỷ khi có oxy. Ánh sáng làm tăng nhanh quá trình oxy hoá vitamin A. Hàm lượng vitamin A trong nguyên liệu biến đổi ít nhiều phụ thuộc vào điều kiện bảo quản và chế biến. Các chất oxy hoá có tác dụng bảo quản tốt vitamin A. Khi nấu nướng thông thường, các vitamin hoà tan trong mỡ chỉ bị phá huỷ ít do tác dụng của oxy không khí.

b. Vitamin D (canxipherol)

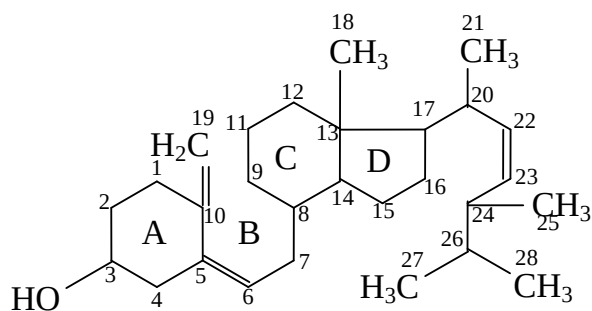
Vitamin D bao gồm một số dạng cấu trúc gần nhau như vitamin D₂, D₃, D₄, D₅, D₆,... Tuy nhiên chỉ có vitamin D₂ và D₃ là phổ biến và ý nghĩa hơn cả.

Vitamin D₂ và D₃ là các tinh thể nóng chảy ở nhiệt độ 115 – 116⁰C, không màu, không hoà tan trong nước mà chỉ hoà tan trong mỡ và các dung môi của mỡ như: cloroform, benzen, axeton, rượu,... Vitamin D dễ phân huỷ khi có mặt các chất oxy hoá và axit vô cơ.

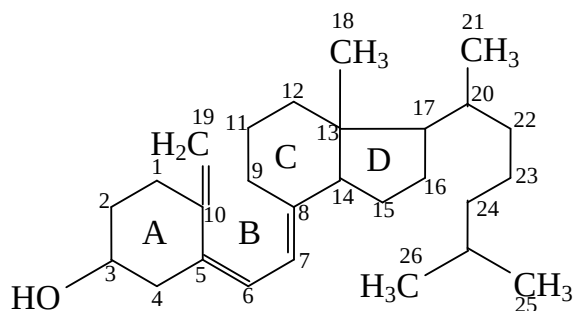
Nhu cầu vitamin D hàng ngày đối với người lớn sống ở điều kiện thiếu ánh sáng là 25 mcg, đối với trẻ em dưới 30 tháng có thể dùng 10 mcg/ngày. Người già, phụ nữ có thai hoặc cho con bú, trẻ em đang lớn cần nhiều vitamin D hơn.

Vitamin D có nhiều trong dầu gan cá biển, ngoài ra còn có trong sữa, mỡ động vật, nấm men khi đã chiếu tia tử ngoại.

Khi thiếu vitamin D ở trẻ em sẽ dẫn tới các triệu chứng như suy nhược chung, tăng kích thích, chậm mọc răng, xương trở nên mềm và cong. Bệnh còi xương ở trẻ em có thể xảy ra vào khoảng vào khoảng thời gian từ 3 – 4 tháng và kéo dài đến 1 - 2 tuổi. Cũng có thể gặp hiện tượng còi xương ở tuổi muộn hơn (5 - 7 tuổi).



Vitamin D₂



Vitamin D₃

Vitamin D tham gia vào quá trình điều hoà trao đổi phospho và canxi, làm tăng hàm lượng phospho ở huyết thanh, chuyển phospho ở dạng hợp chất hữu cơ thành vô cơ.

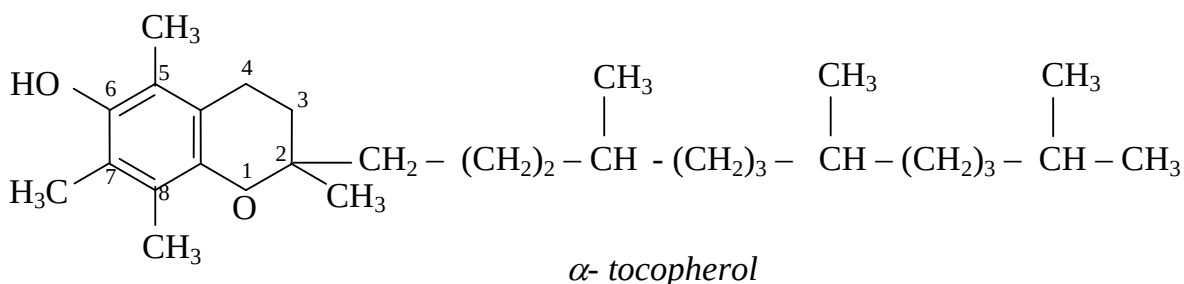
Vitamin D cũng cần thiết cho động vật có sừng, gà, chim.

Vitamin D có thể chịu được nhiệt độ thường dùng trong quá trình chế biến, nhưng dễ bị phân huỷ (cắt đứt nối đôi giữa C₇ và C₈) khi có chất oxy hoá hoặc axit vô cơ.

c. Vitamin E (tocopherol)

Thuộc vitamin nhóm E có nhiều dạng khác nhau như: α , β , γ , δ ,... Các dạng này khác nhau về số lượng và vị trí gốc methyl gắn vào vòng thơm trong phân tử. Trong đó α -tocopherol có hoạt tính sinh học cao hơn cả.

Tocopherol là chất dầu lỏng không màu, hoà tan rất tốt trong dầu thực vật, trong rượu etylic, ete etylic và ete dầu hoả. Vitamin E bền với nhiệt, có thể chịu được 170⁰C, nhưng bị phá huỷ nhanh dưới tác dụng của tia cực tím.



Vitamin E có tác dụng như những chất chống oxy hoá, do đó có tác dụng bảo vệ các chất dễ bị oxy hoá như caroten, vitamin A, axit béo không no. Vitamin E có tác dụng bảo vệ các màng sinh học có chứa các lipid không no.

Nhu cầu về vitamin E đối với cơ thể không lớn lắm, và trong cơ thể lượng vitamin E dự trữ đủ để bảo đảm được một thời gian dài tới vài tháng, vì vậy ít khi xảy ra hiện tượng thiếu vitamin E. Bình thường có thể cần từ 14 - 19 mg α -tocopherol trong 24 giờ. Nếu thiếu vitamin E ảnh hưởng đến khả năng sinh sản, ngăn cản sự tạo phôi, dễ xảy thai. Vitamin E

được dùng để chữa các bệnh thần kinh, các rối loạn cơ, các bệnh ngoài da, phòng và chữa vô sinh, đối với trẻ em dùng để điều trị chậm lớn và xơ hoá da.

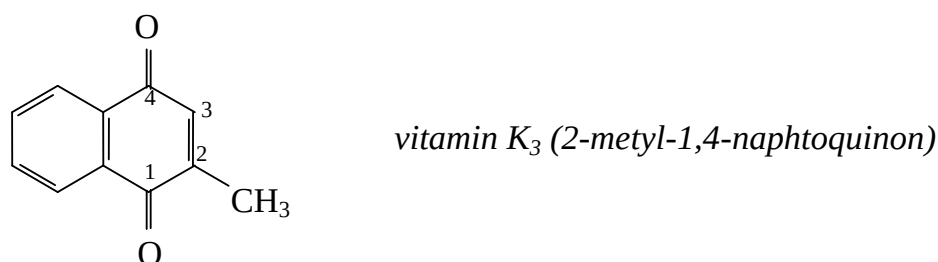
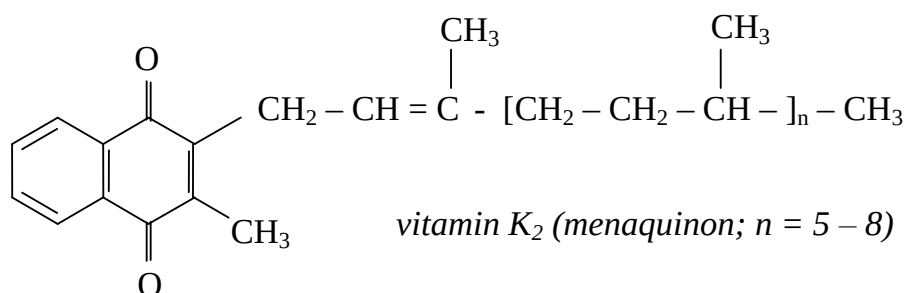
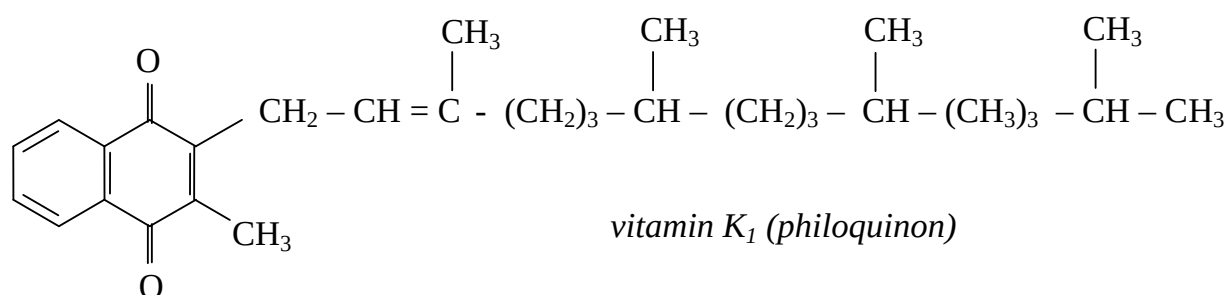
Nguồn vitamin E chủ yếu là dầu thực vật, rau xà lách, rau cải, giá đỗ. Vitamin E có nhiều trong dầu mầm hạt hoà thảo (mầm lúa mì, lúa, ngô), trong dầu một số hạt có dầu (lạc, hướng dương...) hoặc một số quả. Ở động vật, vitamin E có trong mỡ bò, mỡ cá, nhưng hàm lượng thấp hơn nhiều so với dầu thực vật.

d. Vitamin K (philoquinon)

Có thể nhận được vitamin K từ hai nguồn khác nhau: từ thức ăn thực vật (vitamin K₁) và do vi khuẩn đường ruột cung cấp (vitamin K₂). Các nguyên liệu giàu vitamin K là: củ linh lăng, bắp cải, rau má, cà chua, đậu vàng, ngũ cốc, sữa, lòng đỏ trứng, thịt bò, thịt cừu, thịt lợn,...

Vitamin K₁ là chất lỏng màu vàng nhạt, vitamin K₂ và K₃ là những tinh thể màu vàng. Vitamin K khá bền khi đun trong dung dịch nước nhưng bị phá huỷ nhanh khi đun trong môi trường kiềm. Vitamin K cũng bị phá huỷ nhanh dưới tác dụng của tia tử ngoại.

Vitamin K là dẫn xuất của naphthokinon. Có hai dạng tự nhiên là vitamin K₁ và K₂, dạng tổng hợp là vitamin K₃



Vitamin K cần thiết cho quá trình đông máu, thiếu vitamin K máu chậm đông. Ở người khỏe, nếu chế độ ăn bình thường, hợp lý, vi khuẩn đường ruột có khả năng cung cấp đủ vitamin K cho cơ thể (4 mg trong 24 giờ) nên chỉ cần khoảng 0,2 – 0,3 mg vitamin K trong thức ăn hàng ngày.

Hiện tượng thiếu vitamin K do nhiều nguyên nhân khác nhau:

- Thức ăn cung cấp không đủ
- Khả năng hấp thụ vitamin K kém
- Rối loạn vi khuẩn đường ruột nên chúng không tổng hợp đủ vitamin K cho cơ thể
- Hệ thống tuần hoàn kém hoặc do dùng thuốc chống đông máu nhiều.

e. Vitamin Q (ubiquinon)

Có cấu tạo gần giống vitamin K và E. Phổ biến ở động vật, thực vật và vi sinh vật.

f. Vitamin F

Nhóm vitamin F bao gồm một phức hợp các axit béo không no như axit linoleic, axit linolenic, axit arachidonic,... Khi cơ thể bị thiếu vitamin F, sẽ nhận thấy các triệu chứng như ngứa ngáy, sứt cân, khô da, rụng lông, tóc, xơ vữa động mạch,... Vitamin F có chứa nhiều trong các loại dầu thực vật.

5.2. CHẤT KHOÁNG

5.2.1. Vai trò, ý nghĩa của chất khoáng

Trong thực phẩm chất khoáng chiếm một lượng nhỏ từ 0,05 – 7%, là nguyên liệu cần thiết để cấu tạo nên xương, thần kinh, máu,... gồm có Ca, P, Fe, K, Na, Mg, S, Clo,... Phốt pho có trong thịt, phomát, trứng. Sắt có trong thịt, trứng, nấm, gan. Kali trong khoai tây, bắp cải, đậu, mỡ, nho, bột sôcôla, trong thịt và sản phẩm chế biến, cá tươi, cá muối, cá hộp. Natri trong thịt, trứng, phomát, trứng cá. magiê chiếm đáng kể trong gạo, đậu, cacao.

Bảng 5-2. Hàm lượng khoáng có trong thực phẩm (mg%)

Tên thực phẩm	Ca	P	Fe	Tên thực phẩm	Ca	P	Fe
Gạo tẻ máy	30	104	1,3	Vùng	1200	370	10,0
Bánh mỳ (bột I)	28	164	2,0	Cải bắp	18	31	1,1
Khoai tây	10	50	1,2	Cá chép	11	184	0,9
Lạc hạt	68	420	2,2	Sữa bò tươi	120	95	0,1

Trong thực phẩm có tới trên 60 các chất khoáng khác nhau. Chúng ở dạng các muối của axit vô cơ và hữu cơ liên kết với các hợp chất hữu cơ cao phân tử. Ví dụ, magiê có trong phân tử clorophin, sắt có trong phân tử hemoglobin, coban có trong vitamin B₁₂, photpho, lưu huỳnh có trong một số protein. Các liên kết này ở dạng hoà tan hoặc không hoà tan trong

nước nhưng tất cả đều không phân ly thành kim loại, vì vậy khi xác định hàm lượng kim loại cần phải phá huỷ các liên kết này. Khi đốt cháy sản phẩm hoàn toàn, các chất khoáng sẽ còn lại ở dạng tro- dạng các oxit.

Chất khoáng có trong tất cả các thành phần của cơ thể người, chiếm khoảng 5% khối lượng cơ thể (2 – 3kg). Là chất cấu tạo ở trong tất cả các tế bào và mô của cơ thể. Trong xương chiếm 83% tổng lượng chất khoáng. Ngoài trong xương và răng, vai trò của chất khoáng trong việc trực tiếp tạo thành các mô không lớn lắm, 99% lượng canxi, 80 – 85 % photpho và gần 70% magiê của cơ thể tập trung trong xương.

Chất khoáng có ý nghĩa lớn lao tham gia vào quá trình chuyển hoá vật chất và tất cả các quá trình sinh lý của cơ thể, đặc biệt là quá trình hô hấp, quá trình hoạt động của các men, duy trì áp suất thẩm thấu, ổn định pH, đảm bảo sự bình thường cho các hoạt động sinh lý và thải độc,... Chất khoáng có trong thành phần của các enzym, hoocmon và vitamin.

Các chất khoáng có rất ít trong thực phẩm

Đường	:0,03%
Bột	:0,5 – 1,9%
Rau quả	:0,3 – 1,5%
Thịt cá	:0,7 – 1,9%

Thực phẩm phải đảm bảo cung cấp đủ muối khoáng cho cơ thể. Trong thực phẩm động vật, tổng lượng chất khoáng cao hơn trong thực vật. Trong rau quả, tuy muối khoáng không nhiều nhưng thành phần đầy đủ hơn và thành phần các vi lượng cao hơn trong nhiều loại nguyên liệu khác như thịt, cá và các loại cốc, đồng thời chúng ở dạng cơ thể dễ hấp thụ.

5.2.2. Phân loại chất khoáng

Tuỳ theo lượng chứa của từng chất khoáng trong các thực phẩm nói chung mà gọi chúng là nguyên tố khoáng đa lượng, vi lượng hay siêu vi lượng.

5.2.2.1. Các chất đa lượng

Nguyên tố đa lượng thường là Na, K, P, Ca, Mg, Cl, S, Si, Fe,... Lượng biểu thị các nguyên tố đa lượng trong thực phẩm là g% hay mg%. Chất khoáng đa lượng tham gia vào cấu trúc mô và tế bào.

Trong hoa quả hàm lượng các nguyên tố đa lượng như sau:

Nguyên tố	Hàm lượng, mg%
P	30 – 100
Mg	3 – 15
K	25 – 60
Na	30
Ca	25
Fe	1,2

Khi thiếu canxi, trẻ em còi xương chậm lớn. Xenluloza nhiều có thể cản trở sự hấp thụ canxi. Vitamin nhóm D có tác dụng thúc đẩy sự hấp thụ canxi trong cơ thể. Canxi có nhiều trong thực phẩm động vật như thịt, cá, sữa và cả nguồn thực vật như đậu, cà rốt, rau dền,... từ 20 – 100mg%. Nhu cầu canxi cho người là 800mg người/ngày.

Natri và kali cũng có trong thành phần tất cả các mô động vật. Kali thường đủ sẵn trong thức ăn theo nhu cầu con người vì muối kali rất cần cho sự phát triển của cây trồng. Muối kali chiếm 50 đến 70% tổng các muối trong thực vật. Nhu cầu muối natri là 10 – 15g người /ngày.

Magiê chứa nhiều trong thực phẩm gốc thực vật, ít có trong động vật. Magiê tuy cơ thể cần không nhiều, nhưng cùng với canxi nó có trong tất cả các mô và cơ quan làm tăng hoạt tính một số men, tham gia chuyển hoá glucit, cần cho tạo răng. Tuy nhiên nếu nhiều Mg trong máu sẽ gây buồn ngủ, còn nếu thiếu sẽ trở nên mất bình tĩnh, ăn mất ngon. Thường hàm lượng magiê có trong thức ăn đủ cho nhu cầu con người.

P chứa nhiều trong trứng, sữa và các loại cốc.

Clo thường ở dạng liên kết với Na, K, Ca.

Fe có trong thành phần hemoglobin của hồng cầu, 2/3 lượng Fe trong cơ thể là ở máu, làm nhiệm vụ vận chuyển oxy và CO₂. Hàm lượng Fe yêu cầu là 15 mg người/ngày.

Sắt chứa nhiều trong một số thực phẩm sau:

Tiết	: 52mg%	Vùng, đậu tương	: 10mg%
Trứng	: 7 mg%	Đu đủ chín	: 2,6 mg%
Thịt cá	: 1,5 mg%	Sữa	: 0,1 mg%
Đậu xanh	: 4,8 mg%	Lương thực	: 2,5mg%
Rau muống, giá đậu xanh	: 1,4 mg%		

5.2.2.2. Các chất vi lượng

Nguyên tố vi lượng thường là Ba, B, Br, I, Co, Mn, Cu, Mo, As, Pb, Zn,... Lượng biểu thị các nguyên tố vi lượng trong thực phẩm thường là mg/kg.

Các nguyên tố vi lượng thường có nhiều trong các loại nước quả ép, trứng, thịt, cá và một số loại rau. Tôm chứa nhiều đồng, cá biển, cua, ốc, hến, trứng, hành chứa nhiều iôt. Chất khoáng vi lượng tham gia quá trình sinh lý và chuyển hoá nội tại.

Hàm lượng các nguyên tố vi lượng trong một số thực phẩm nguồn động vật:

Cu	:1 – 10 mg/kg
Co	:0,05 – 006 mg/kg
Zn	:5 – 10 mg/kg
As	:<1 mg/kg
I	:< 0,05 mg/kg

Trong hoa quả hàm lượng các nguyên tố vi lượng như sau:

Nguyên tố	Hàm lượng mg/kg
Mn	10
Cu	0,5
Al	2
Pb	0,01
Ba	0,001
I	1,2

I₂ có trong phân tử tirozin, thiếu I₂ có thể phá huỷ hoạt động chức năng của tuyến giáp trạng và gây bướu cổ, thai chết lưu hoặc chết sau khi sinh.

Flo có tác dụng quan trọng đối với răng. Không đủ Flo, răng sẽ không chắc, nếu thừa Flo men răng sẽ lốm đốm, bề mặt răng không bằng phẳng

Co đóng vai trò quan trọng, thiếu Co cơ thể thường mệt mỏi, không muốn ăn, sút cân nhanh, có khi bị ỉa chảy. Lượng hồng cầu và hemoglobin trong máu giảm. Co đóng vai trò quan trọng trong sinh sản, thiếu Co cơ thể giảm khả năng tạo ra vitamin B₁₂. Nồng độ Co quá cao kìm hãm chức năng vi khuẩn, giảm khả năng tổng hợp vitamin nhóm B và giảm sự đồng hoá Fe trong cơ thể.

Cu thiếu gây phá huỷ trao đổi chất và tạo máu. Phát sinh sự còi cọc ở trẻ, ăn mất ngon. Thiếu trầm trọng thường xuyên có thể gây bệnh động kinh. Cu ảnh hưởng đến sự trao đổi chất khoáng trong xương, xương trở nên mềm nhẹ, giảm chức năng sinh sản. Cu có nhiều trong thịt cá hơn rau quả.

Mn có trong thành phần nhiều enzym khác nhau hoặc tăng cường hoạt động của chúng và ảnh hưởng quá trình tạo máu. Mn còn ảnh hưởng đến cơ quan sinh sản, thiếu sẽ gây hiện tượng rụng trứng thất thường ở động vật.

Mỗi chất khoáng đều đóng vai trò quan trọng không thể thiếu trong sinh lý bình thường của con người. Thực phẩm phải đảm bảo cung cấp đủ nhu cầu đó. Tuy nhiên nếu thừa sẽ không có lợi, một số nguyên tố vi lượng nếu thừa nhiều sản phẩm sẽ trở nên độc. Ví dụ sản phẩm có thể gây đầu độc nếu trong 1 kg chứa Cu 0,03g; Zn 0,4 g; chì 0,3g; As 0,01g.

Đối với các sản phẩm thực phẩm thường quy định hàm lượng kim loại nặng tối đa cho phép như sau:

As	0,5 – 1 mg/kg sản phẩm	Trung bình 1
Pb	0,5 – 3 mg/kg sản phẩm	Trung bình 2
Cu	5 – 50 mg/kg sản phẩm	Trung bình 10
Zn	5 – 50 mg/kg sản phẩm	Trung bình 20
Sn	25 – 250 mg/kg sản phẩm	Trung bình 200

Sản phẩm chứa kim loại nặng quá lượng quy định này không cho phép sử dụng trong thực phẩm, vì sẽ gây độc với cơ thể

5.2.2.3. Các chất siêu vi lượng

Nguyên tố siêu vi lượng thường là các nguyên tố phóng xạ U, Ra,...Nguyên tố siêu vi lượng có chứa trong thực phẩm rất ít nên thường biểu thị bằng $\gamma\%$ ($1\gamma = 0,001 \text{ mg}$) trên kg sản phẩm.

CÂU HỎI CHƯƠNG 5

1. Trình bày vai trò, ý nghĩa của vitamin?
2. Hãy kể tên các vitamin hoà tan trong nước và vitamin hoà tan trong chất béo?
3. Nêu vai trò tác dụng của vitamin B₁?
4. Nêu vai trò tác dụng của vitamin B₂?
5. Nêu vai trò tác dụng của vitamin B₆?
6. Nêu vai trò tác dụng của vitamin PP?
7. Nêu vai trò tác dụng của vitamin C?
8. Nêu vai trò tác dụng của vitamin B₁₂?
9. Nêu vai trò tác dụng của vitamin A?
10. Nêu vai trò tác dụng của vitamin D?
11. Nêu vai trò tác dụng của vitamin E?
12. Trình bày vai trò, ý nghĩa của chất khoáng?
13. Các chất khoáng đa lượng và ý nghĩa sinh học của chúng?
14. Các chất khoáng vi lượng và ý nghĩa sinh học của chúng?

CHƯƠNG VI: CÁC CHẤT MÀU VÀ CHẤT THƠM TRONG THỰC PHẨM

6.1. CÁC CHẤT MÀU

6.1.1. Ý nghĩa các chất màu

Chất lượng thực phẩm bao hàm cả giá trị dinh dưỡng và giá trị cảm quan. Màu sắc là một chỉ số quan trọng của giá trị cảm quan. Màu sắc của các sản phẩm thực phẩm không chỉ có giá trị về mặt hình thức mà còn có tác dụng sinh lý rất rõ rệt. Màu sắc thích hợp sẽ giúp cho cơ thể đồng hoá thực phẩm đó một cách dễ dàng. Vì vậy trong kỹ thuật sản xuất thực phẩm, người ta không những chỉ bảo vệ màu sắc tự nhiên mà còn cho thêm chất màu mới, tạo ra những màu sắc thích hợp với tính chất và trạng thái của sản phẩm.

Ta có thể thực hiện điều đó bằng các cách sau:

- Xây dựng một quy trình gia công nguyên liệu, bán thành phẩm để bảo toàn được tối đa các chất màu có sẵn trong nguyên liệu

- Tách ra, cô đặc và bảo quản các chất màu từ chính nguyên liệu thực vật đó hoặc từ các nguyên liệu khác giàu màu sắc ấy.

- Tổng hợp nhân tạo các chất màu giống như màu tự nhiên.

- Điều chỉnh các phản ứng theo chiều tạo ra các chất màu mới từ những hợp phần có trong nguyên liệu

Dựa vào quá trình hình thành có thể chia các chất màu thành hai loại:

- Các chất màu tự nhiên

- Các chất màu hình thành trong quá trình gia công kỹ thuật.

6.1.2. Các chất màu tự nhiên

Các chất màu tự nhiên thường gặp chủ yếu ở trong các nguyên liệu thực vật, có thể chia thành ba nhóm chính:

- Clorofil, diệp lục hay chất màu xanh lá cây

- Các carotenoid có trong lục lạp, cho quả và rau màu da cam, màu vàng và đôi khi màu đỏ

- Các chất màu flavonoid có trong các không bào, có màu đỏ, xanh và vàng

6.1.2.1. Clorofil

Màu xanh lá cây của thực vật là do có mặt chất màu clorofil, chất màu này đóng vai trò quan trọng trong quá trình quang hợp. Trong các phần xanh của cây, clorofil có trong tổ chức đặc biệt, phân tán ở trong nguyên sinh chất, gọi là lục lạp hoặc hạt diệp lục.

Clorofil có hai dạng: clorofil a có công thức $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ và clorofil b có công thức $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ với tỷ lệ a : b là 3 : 1.

Dưới tác dụng của nhiệt độ và axit của dịch bào màu xanh bị mất đi.

Khi tác dụng với các chất kiềm nhẹ (cacbonat kiềm, kiềm thổ) cho sản phẩm màu xanh đậm.

Clorofil cũng có thể bị oxy hoá do oxy và ánh sáng.

Dưới tác dụng của Fe, Sn, Al, Cu, thì Mg trong clorofil sẽ bị thay thế và sẽ cho các màu khác nhau như sau:

- Với Fe sẽ cho màu nâu
- Với Sn và Al sẽ cho màu xám
- Với đồng sẽ cho màu xanh sáng

Trong sản xuất thực phẩm, đặc biệt là trong sản xuất đồ hộp rau, người ta thường dùng các biện pháp sau đây để bảo vệ được màu xanh diệp lục:

- Gia nhiệt nhanh trong một lượng nước sôi lớn (3 – 4 l/kg) để giảm hàm lượng axit. Axit sẽ bị bay đi cùng với hơi nước.
- Gia nhiệt rau xanh trong nước cứng, cacbonat kiềm thổ sẽ trung hoà một phần axit của dịch bào.

Nhiều loại rau quả trong quá trình chín, clorofin bị phá huỷ, có loại sớm hơn (lê, táo) có loại chậm hơn (cà chua, họ đậu và họ xitrus). Những quả bị ánh nắng chiếu vào biến màu nhanh hơn quả trong tán cây.

Trong thực tế, để bảo vệ màu xanh của đậu đóng hộp, người ta cho vào hộp một ít dinatri glutamat. Hoặc để nhuộm màu xanh cho đậu vàng, người ta dùng clorofilin (clorofil + kiềm). Clorofil dễ bị hấp thụ trên bề mặt của hạt đậu và giữ được bền màu trên bề mặt đó làm cho màu hạt rất đẹp.

6.1.2.2. Carotenoit

Carotenoit là nhóm chất màu hoà tan trong chất béo làm cho quả và rau có màu da cam, màu vàng và màu đỏ. Carotenoit có trong đa số cây (trừ một số nấm) và hầu như có trong tất cả cơ thể động vật.

Tất cả carotenoit đều không hoà tan trong nước, rất nhạy đối với axit và chất oxy hoá, nhưng lại bền vững với kiềm. Một trong những đặc điểm của carotenoit là có nhiều nối đôi luân hợp tạo nên những nhóm mang màu của chúng. Màu của chúng phụ thuộc vào những nhóm này.

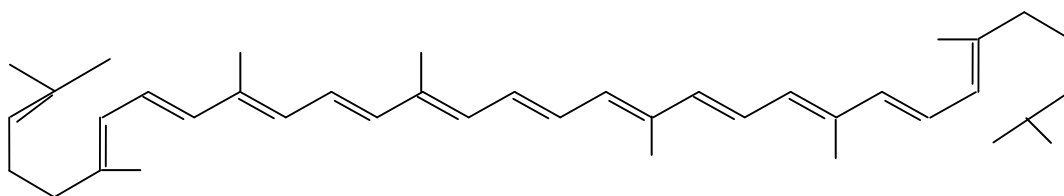
Tất cả carotenoit tự nhiên có thể xem như dẫn xuất của licopen.

a. Lycopene

Lycopene có nhiều trong quả cà chua và một số quả khác. Màu đỏ của cà chua chín chủ yếu do có mặt lycopene mặc dầu trong cà chua còn một loạt các carotenoid khác như:

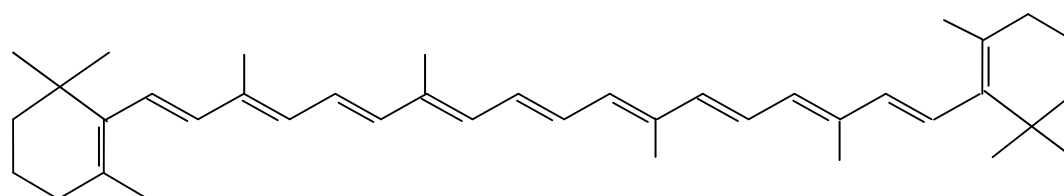
Fitoflavin	:0,29 mg/quả
α - caroten	:0,42 mg/quả
β - caroten	:1,00 mg/quả
γ - caroten	:0,29 mg/quả
Lycopene	:5,66 mg/quả

Trong quá trình chín hàm lượng lycopene trong cà chua tăng lên 10 lần. Tuy nhiên, chất màu này không có hoạt tính vitamin. Lycopene có cấu tạo như sau:

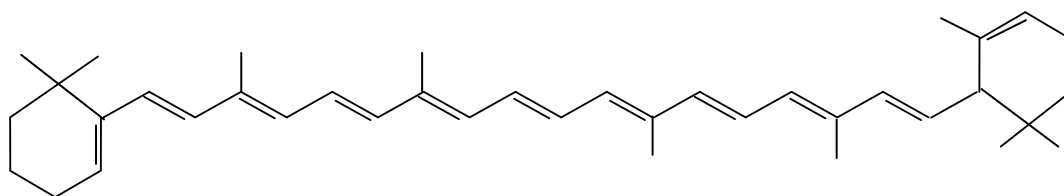


Lycopene

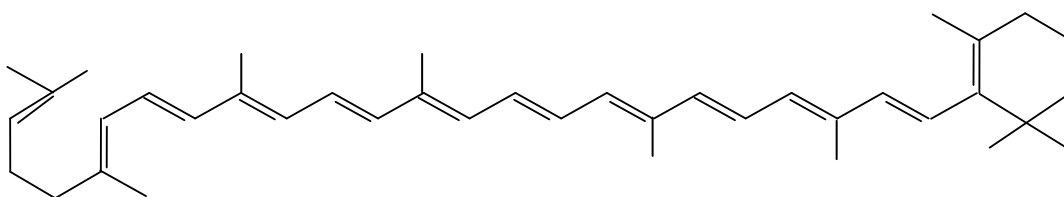
Bằng cách tạo vòng ở một đầu hoặc cả hai đầu của phân tử lycopene thì sẽ được các đồng phân α , β , γ - caroten. Màu da cam của cà rốt, mơ chủ yếu là do caroten. Caroten có cấu tạo như sau:



β - caroten



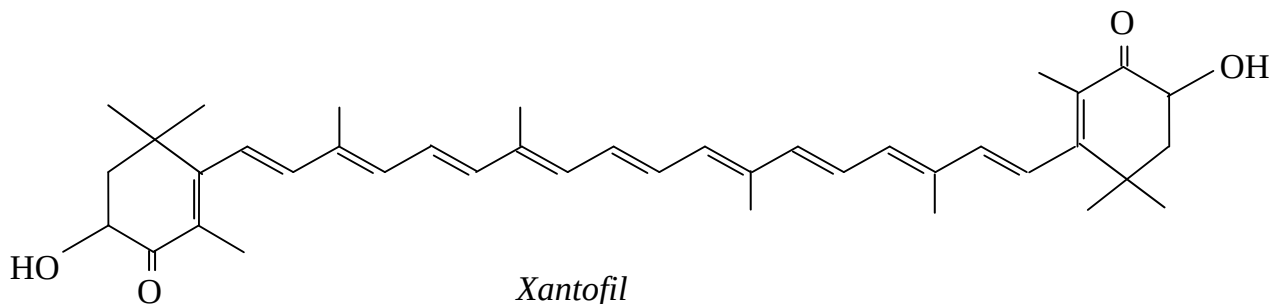
α - caroten



γ - caroten

b. Xantofil

Xantofil là chất màu vàng sáng hơn caroten, có trong lòng đỏ trứng gà. Xantofil cùng với caroten có chứa trong rau xanh, cà chua.



c. Capxantin

Capxantin có công thức $C_{40}H_{53}O_3$, là chất màu vàng có trong ớt đỏ. Capxantin chiếm 7/8 tất cả chất màu của ớt. Capxantin là dẫn xuất của caroten, nhưng có màu mạnh hơn các carotenoid khác gấp 10 lần. Trong ớt đỏ có các carotenoid nhiều hơn trong ớt xanh 35 lần.

d. Criptoxantin

Criptoxantin có công thức $C_{40}H_{56}O$, tạo màu da cam của quýt và cam.

e. Birxin

Birxin là chất màu đỏ, birxin được dùng để nhuộm màu dầu, margarin và các sản phẩm thực phẩm khác.

f. Xitroxantin

Xitroxantin có công thức $C_{40}H_{50}O$. Xitroxantin có trong vỏ quả chanh.

g. Astarxantin

Chất màu xanh ve trong trứng của loài giáp xác là một chất thuộc astarxantin.

Trong mai và giáp của cua, tôm astarxantin cũng tham gia vào thành phần của lipoprotein gọi là xianin.

Trong quá trình gia nhiệt do protein bị biến tính và astarxantin bị tách ra dưới dạng chất màu đỏ.

6.1.2.3. Các chất màu nhóm flavonoid

Các chất màu này hoà tan trong nước và chứa trong các không bào. Trong rau, quả và hoa, số lượng cũng như tỷ lệ các flavonoid khác nhau, do đó làm cho chúng có nhiều màu sắc khác nhau: từ màu đỏ đến màu tím.

a. Antoxian

Antoxian là mono- hay diglucosid do gốc đường glucoza, galactoza hoặc ramnoza kết hợp với gốc aglucon có màu gọi là antoxianidin (antoxianidol). Antoxian hoà tan trong

nước, còn antoxianidol thì không hoà tan trong nước. Các antoxianidol và antoxian là những chất tạo nên màu sắc cho hoa và quả. Các antoxianidol có màu đỏ, xanh, tím hoặc gam màu trung gian.

Antoxian hoà tan tốt trong nước và trong dịch bão hoà. Khi kết hợp với đường làm cho phân tử antoxian càng hoà tan hơn.

Màu sắc của antoxian luôn thay đổi và phụ thuộc vào nhiệt độ, các chất màu có mặt và nhiều yếu tố khác.

Mức độ metyl hoá các nhóm OH ở trong vòng benzen càng cao thì màu càng đỏ.

Các antoxian có thể tạo phức với các ion kim loại để cho các màu khác nhau. Ví dụ, muối kali sẽ cho với antoxian màu đỏ, muối canxi và magiê sẽ cho với antoxian phức có màu xanh ve,...

Màu sắc của antoxian phụ thuộc nhiều vào pH của môi trường. Thông thường khi pH > 7 các antoxian cho màu xanh. PH < 7 các antoxian có màu đỏ.

Khi đun nóng lâu dài các antoxian có thể bị phá huỷ và mất màu, đặc biệt là các antoxian của dâu tây, anh đào, củ cải.

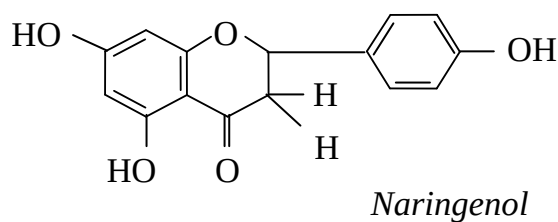
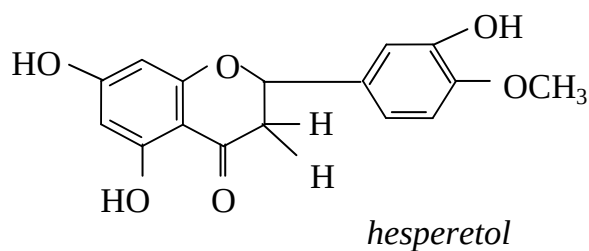
Bảng 6-1 Một số antoxian phổ biến

Antoxianozit	Antoxianidol	Đường	Có ở cây
Pelargonin	Pelargonidol	Hai glucoza	Cúc tây, mỏ cò
Xianin	Xianidol	Hai glucoza	Hoa hồng
Ceraxianin	Xianidol	Glucoza, ramnoza	Quả anh đào
Prunixianin	Xianidol	Galactoza	Quả mận
Idain	Delfinidol	Ramnoza, glucoza	Quả việt quất
Delfin	Xirinhidol (este	Hai glucoza	
Malvin	Dimetyl của delfinidol	Hai glucoza	Hoa cẩm quỳ
Peonin	Peonidol	Glucoza	Hoa mẫu đơn
Enin	Enidol	Hai glucoza	Quả nho
Hirxutin	Hirxutidol		Hoa anh thảo, hoa ngọc trâm

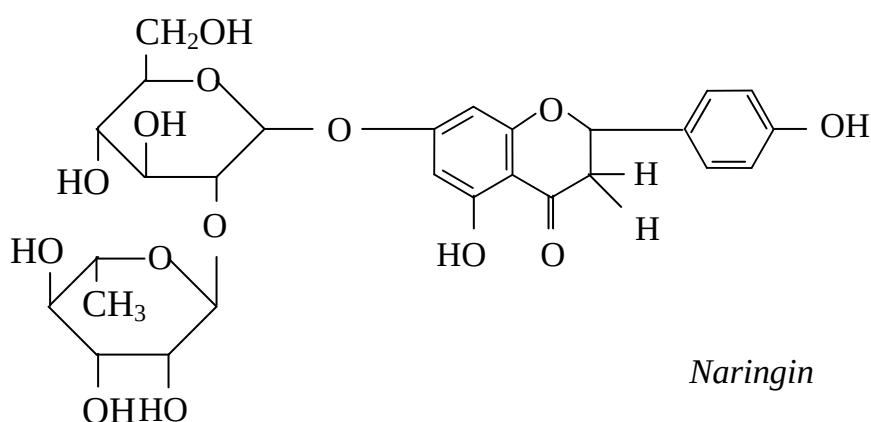
Trong sản xuất đồ hộp, để bảo vệ các màu sắc tự nhiên, người ta có thể cho thêm chất chống oxy hoá, hoặc thêm enzym glucooxydaza.

b. Flavanon

Hesperidin và naringin là hai flavanon có nhiều trong vỏ cam, quýt. Aglucon của hai glucosit này là hesperetol và naringenol.



Naringin thường gây ra vị đắng cho bưởi nhất là bưởi trước khi chín. Naringin là một flavanonit không màu, ít tan trong nước.



c. Flavonol

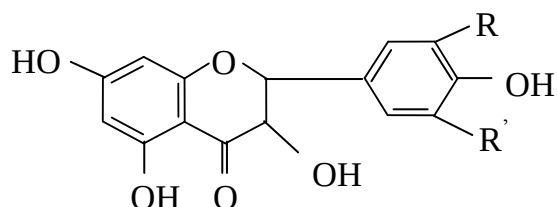
Flavonol là glucosit làm cho rau quả và hoa có màu vàng và da cam. Flavonol đều hoà tan trong nước, cường độ màu phụ thuộc vào nhóm OH, màu xanh nhất khi OH ở vị trí octo. Flavonol tương tác với sắt cho phức màu xanh lá cây, sau chuyển sang màu nâu. Với chì flavonol cho phức màu vàng xám. Trong môi trường kiềm dễ bị oxy hoá sau đó ngưng tụ tạo thành phức màu đỏ.

Thường gặp những chất thuộc nhóm flavonol sau:

Khi $R = R' = H$: kempherol

Khi $R = OH, R' = H$: quercetin

Khi $R = R' = OH$: miricetin



6.1.3. Các chất màu hình thành trong quá trình gia công chế biến

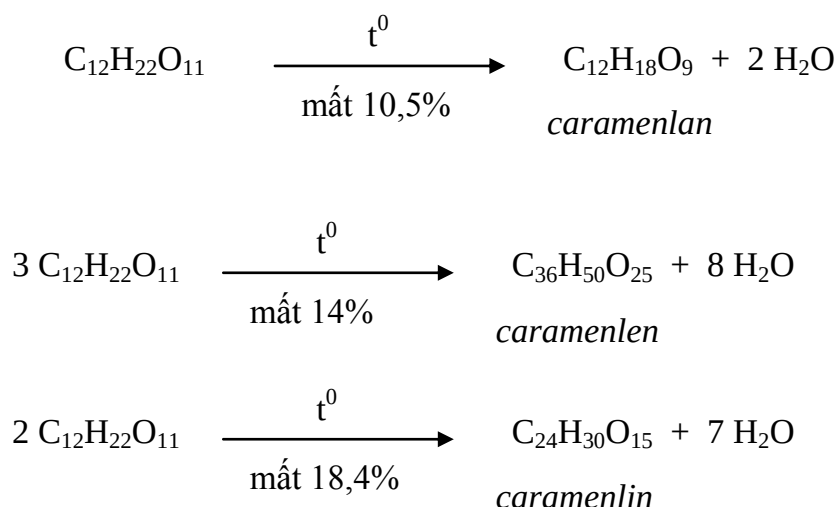
Trong các nguyên liệu đưa vào chế biến thực phẩm, thường chứa một tổ hợp các chất khác nhau. Trong quá trình giai công cơ nhiệt, chúng sẽ tương tác với nhau để tạo thành những chất màu mới có ảnh hưởng tốt hoặc xấu đến thành phẩm.

Các phản ứng tạo màu là những phản ứng oxy hoá và những phản ứng khác có enzym xúc tác hoặc không có enzym xúc tác, bao gồm:

- Phản ứng giữa đường và axit amin
- Phản ứng caramen hoá
- Phản ứng phân huỷ axit ascorbic, axit limonic, axit maleic, axit tartaric và một số axit hữu cơ khác
- Phản ứng oxy hoá các hợp chất của sắt và tạo thành phức có màu
- Phản ứng tạo nên các sulfua kim loại có màu

6.1.3.1. Tạo màu do phản ứng caramen

Phản ứng caramen là do đường sacaroza nóng chảy và mất nước gây ra. Tùy theo mức độ mất nước, sản phẩm tạo thành có thể là caramenlan, caramenlen hay caramenlin. Tất cả các sản phẩm caramen hoá đều có vị đắng.



Phản ứng caramen hoá có ảnh hưởng lớn đến màu sắc của các sản phẩm giàu đường như bánh kẹo, mứt,...Phản ứng xảy ra mạnh ở nhiệt độ nóng chảy của đường, nồng độ đường, pH môi trường, thời gian gia nhiệt.

Đường	Nhiệt độ nóng chảy
Glucose	146 – 150 ⁰ C
Fructose	95 – 100 ⁰ C
Saccharose	160 - 180 ⁰ C
Lactose	223 - 252 ⁰ C

6.1.3.2. Sự tạo thành màu mới do phản ứng melanoidin

Đây là phản ứng đặc biệt quan trọng trong kỹ thuật sản xuất thực phẩm. Phản ứng tạo thành giữa protein (hoặc các sản phẩm thủy phân của chúng) và glucit. Điều kiện phản ứng là các chất tham gia phản ứng phải có nhóm cacbonyl, và nhóm amin hoặc amoniắc.

6.2. CÁC CHẤT THƠM

6.2.1. Ý nghĩa các chất thơm

Các chất thơm, hay các chất tạo mùi nói chung là các tổ hợp phức tạp và rất khác nhau của các hợp chất: terpen, phenol, rượu thơm, aldehyt, xeton, este, axit hữu cơ, lacton, quinon và các hợp chất chứa nitơ và lưu huỳnh. Chúng là các chất bay hơi có rất ít (thường là phần nghìn hay phần vạn) trong các thực phẩm, nhưng đóng vai trò quan trọng thể hiện chất lượng của sản phẩm. Mỗi mùi thơm đặc trưng của một thực phẩm là một tổ hợp theo một tỷ lệ nhất định các chất bay hơi mà mỗi đơn vị chất này không đặc trưng cho một thực phẩm. Ngày nay người ta biết được trong các loại thực phẩm thông thường (thịt, sữa, rau quả, chè, bánh kẹo,...) có tới trên 200 các hợp chất bay hơi.

Bảng 6-2. Các chất thuộc các nhóm hoá học khác nhau tạo nên hương thơm cà phê, cacao và chè

Nhóm hoá học	Cà phê	Cacao	Chè
Hydrocacbon	50	39	37
Rượu	20	25	46
Aldehyt	28	22	55
Xeton	70	24	57
Axit	20	51	71
Este	29	58	55
Lacton	8	7	16
Phenol	42	6	19
Furan	99	19	9
Thiophen	26	-	1
Pirola	67	18	10
Oxazol	27	15	2
Tiazola	28	9	7
Pyridin	13	12	23
Pyrazin	79	94	22
Các chất chứa N	24	45	18

Các chất chứa S	16	10	5
Các chất khác	9	8	14
Tổng số	655	462	467

Cũng như màu sắc, hương thơm là một tính chất cảm quan quan trọng của thực phẩm. Chất thơm có ảnh hưởng đến hệ tuần hoàn, đến nhịp đập của tim, đến hô hấp, đến nhịp thở, đến sự tiêu hoá, đến thính giác, thị giác và cả xúc giác. Vì vậy trong sản xuất thực phẩm, người ta tìm mọi biện pháp kỹ thuật để bảo vệ những chất thơm tự nhiên, mặt khác người ta còn tìm cách để điều khiển các phản ứng tạo ra những hương thơm mới.

Để tạo cho sản phẩm có hương thơm người ta tiến hành như sau:

- Thu hồi chất thơm đã bị tách ra khỏi sản phẩm trong quá trình gia nhiệt (đun hoặc cô đặc), tạo điều kiện giữ chúng lại, hấp thụ trở lại vào thành phẩm các chất thơm tự nhiên vốn có trong nguyên liệu ban đầu.

- Chung cất và cô đặc các chất thơm tự nhiên từ các nguồn giàu chất thơm, sau đó dùng chất thơm này để cho vào các sản phẩm thực phẩm khác.

- Tổng hợp các chất thơm nhân tạo.

6.2.2. Các chất thơm tự nhiên

6.2.2.1. Tinh dầu và nhựa

Các chất có mùi thường gặp trong tự nhiên là tinh dầu và nhựa, không hoà tan trong nước mà hoà tan trong các dung môi hữu cơ. Tinh dầu và nhựa có hương thơm nhất định quyết định mùi của nhiều cây, của hoa và của quả.

Về bản chất hoá học, tinh dầu và nhựa thường là một hỗn hợp các chức khác nhau: hydrocacbon, rượu, phenol, aldehyt, xeton, axit, este,... Tuy nhiên, quan trọng và thường gặp hơn cả trong hợp phần tinh dầu là terpen và các dẫn xuất chứa oxy của terpen.

Terpen là hydrocacbon mạch thẳng hoặc vòng có công thức chung là $(C_{10}H_{16})_n$

$n = 1$ ta có monoterpen

$n = 1,5$ ta có sesquiterpen

$n = 2$ ta có diterpen

$n = 3$ ta có triterpen

$n = 4$ ta có tetraterpen

Các dẫn xuất chứa oxy của terpen thường là rượu, aldehyt, xeton,...

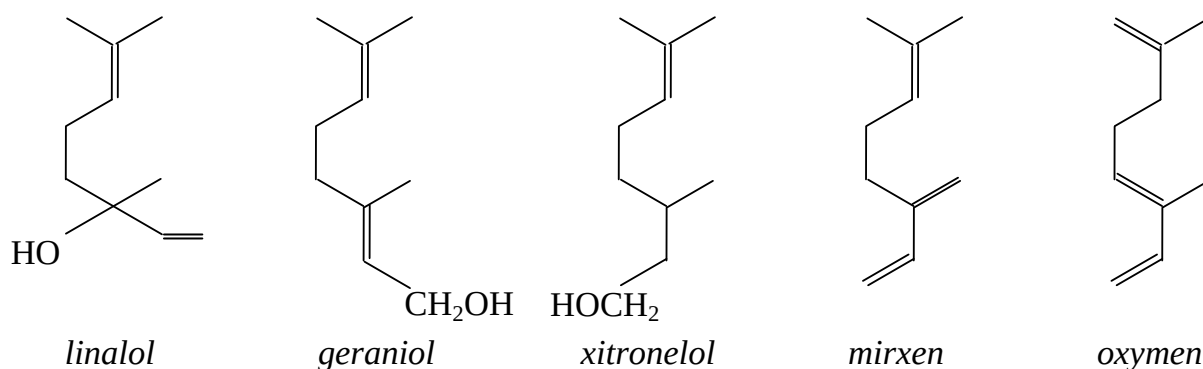
a. Monoterpen

Các monoterpen thẳng tiêu biểu là mirxen, oxymen và các dẫn xuất chứa oxy của chúng là linalol, geraniol, xitronelol, xitronelal, xitral.

Mirxen có trong một loạt tinh dầu. Trong tinh dầu của hoa houblon có 30 – 50% mirxen

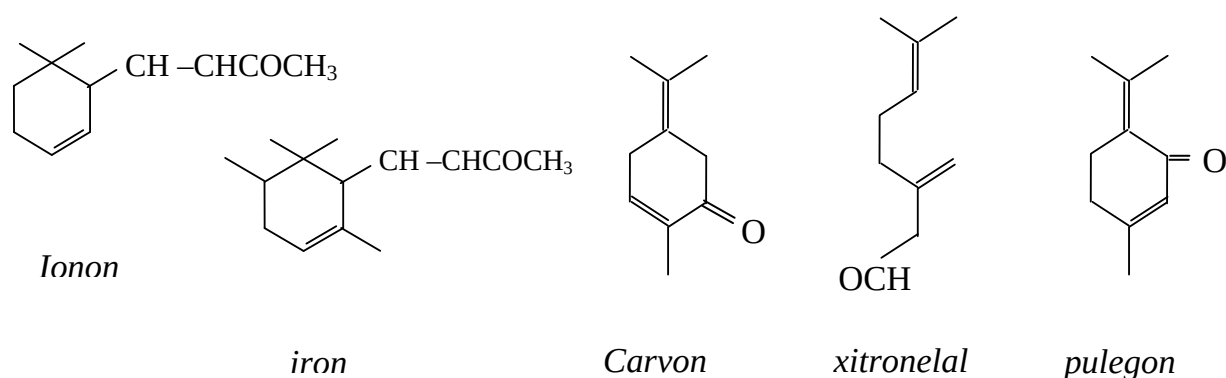
Linalol, geraniol, xitronelol đều là rượu. Linalol có trong hoa lan chuông, trong quít và trong cây mùi. Geraniol có trong tinh dầu khuyh diệp và cùng với xitronelol là thành phần chủ yếu của tinh dầu hoa hồng.

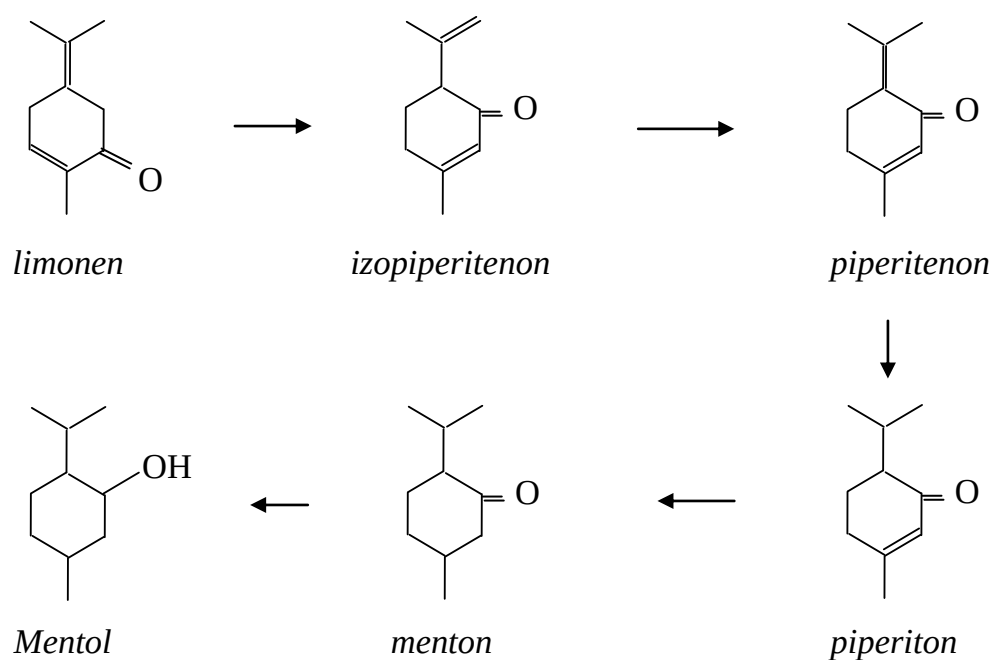
Xitral có chứa trong tinh dầu họ cam quít và trong các tinh dầu khác.



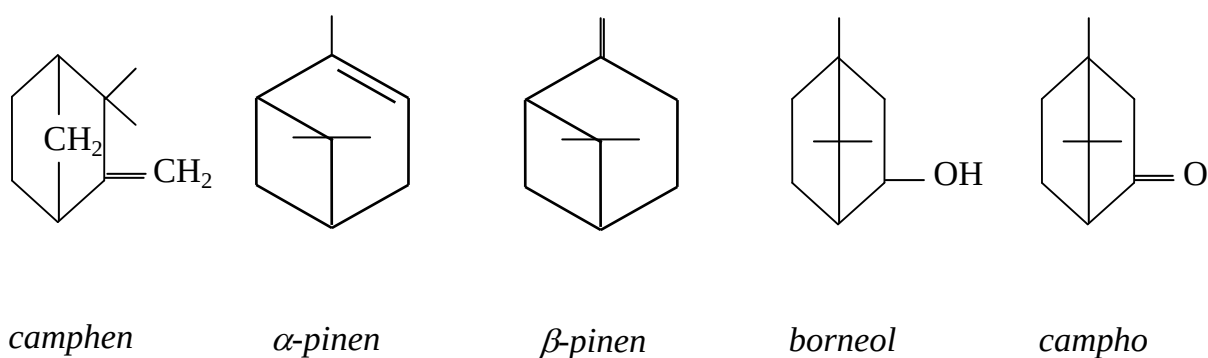
Monoterpen đơn vòng phổ biến và quan trọng hơn cả là limonen và các dẫn xuất chứa oxy của nó là menton, piperitenon, piperiton và cả carvon,...

Limonen có trong nhựa thông, tinh dầu cam, chanh, và thì là. Còn các dẫn xuất của nó có trong tinh dầu bạc hà.





Trong số monoterpen hai vòng có pinen và camphen chứa trong tinh dầu chanh và dẫn xuất oxy của chúng là borneol, campho.



Camphen có chứa trong tinh dầu chanh, tinh dầu loại lavăng, tinh dầu họ hoa trác bách, tinh dầu linh sam,...

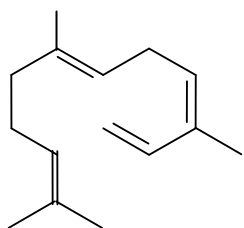
Borneol có trong tinh dầu long não, lavăng.

Campho có trong tinh dầu của nhiều loại thảo mộc, ở thể rắn, có trong rễ và lá cây long não, được sử dụng làm chất kích thích hoạt động của tim, và được ứng dụng trong chế tạo thuốc nổ không khói.

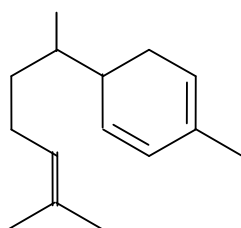
b. Sesquiterpen

Sesquiterpen có công thức $C_{15}H_{24}$. Sesquiterpen chia ra mạch thẳng và vòng.

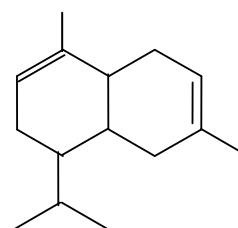
Những sesquiterpen thẳng và vòng tiêu biểu là farnezen, xinhiberen, humulen, cardinen và α - xantalen, trong đó đặc biệt là xinhiberen có nhiều trong tinh dầu gừng, humulen có trong tinh dầu hoa huoblon.



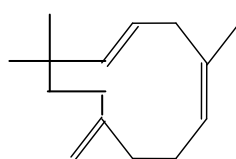
farnezen



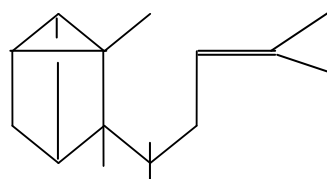
xinhiberen



cardinen



humulen



α - xantalen

Trong số dẫn xuất chứa oxy của sesquiterpen có farneazol, nerolidol, xantonin.

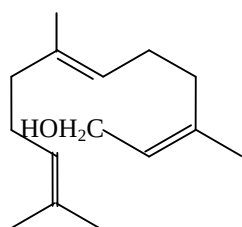
Farneazol rất phổ biến trong tự nhiên, có trong tinh dầu cam, chanh, hoa hồng, và một số tinh dầu khác. Nerolidol có trong tinh dầu của hoa cam. Xantonin có trong thầu dầu, được dùng làm thuốc tẩy run sán.

c. Diterpen

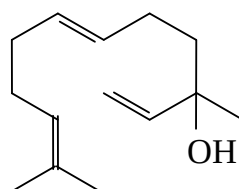
Diterpen có công thức chung $C_{20}H_{32}$, không bị bay hơi cùng với nước, có chủ yếu trong nhựa và axit nhựa.

d. Triterpen

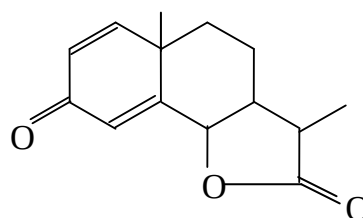
Tiêu biểu cho loại này là squalen, squalen có trong chất béo của gan cá mập, và các cá khác. Ngoài ra còn có axit masticadienic cũng là một triterpen đã biết từ rất lâu.



farneazol



nerolidol



xantonin

6.2.2.2. Tính chất chung của tinh dầu

Tinh dầu hoà tan rất ít ở trong nước và hoà tan nhiều trong rượu đậm đặc. Dưới tác dụng của oxy, một phần tinh dầu chủ yếu là các hợp chất không no bị oxy hoá và cho mùi nhựa.

Mùi thơm của tinh dầu là do este, phenol, aldehyt, xeton và những hợp chất hữu cơ khác quyết định. Tổng lượng của những chất này thường chỉ chiếm đến 10% lượng tinh dầu, 90% còn lại là những chất đậm. Sesquiterpen là một trong những chất ổn định (đậm) đó.

6.2.3. Các chất thơm hình thành nên trong quá trình gia công chế biến

Sau quá trình gia công chế biến, trạng thái, màu sắc, hương vị của các sản phẩm thực phẩm đều ít nhiều thay đổi, sự thay đổi ở đây có thể là tăng hoặc giảm cường độ về màu, mùi, vị,...

Từ nhiều nghiên cứu về mùi, người ta nhận thấy rằng các chất có nhóm cacbonyl thường tạo ra mùi thơm. Vì vậy từ những nguyên liệu ban đầu, người ta tìm kiếm các con đường để tạo ra aldehyt.

Những đường hướng tân tạo nên các aldehyt:

- Phản ứng Maillard
- Phản ứng quinonamin
- Tương tác giữa axit amin và axit ascorbic

6.2.4. Sự tạo ra hình thơm

Một hỗn hợp các cấu tử tương tác hài hoà với nhau qua đó mùi của các cấu tử đơn có thể bị biến đổi đi để tân tạo ra một mùi thơm nhất định, gây cho khứu giác một cảm giác nhất định gọi là một hình thơm.

Trong một hình thơm, hàm lượng và vai trò của các cấu tử không giống nhau. Có những cấu tử cần có mặt với một lượng nhiều, nhưng cũng có cấu tử thậm chí chỉ cần ở dạng vết. Có những cấu tử có vai trò quyết định hương thơm chủ yếu của hình thơm gọi là “chất nền thơm”. Chất nền thơm trong một hình thơm có thể là một cấu tử thơm đơn thể hoặc là hỗn hợp của một số chất thơm đơn thể hoặc là tổ hợp một vài mùi đơn giản. Có những cấu tử thường với lượng rất nhỏ nhưng có tác dụng làm tăng hay giảm hương, làm cho hình thơm được hoà hợp hoàn toàn, tức là tạo ra sự hài hoà cho hình thơm. Ngoài ra lại có những cấu tử đóng vai trò chất định hương, tạo khả năng giữ được mùi thơm của hình thơm.

Ví dụ: hình thơm mùi hoa nhài bao gồm các cấu tử sau

1- Phenylaxetaldehit	2 g
2- Benzylaxetat	680 g
3- Aldehit benzylic	530 g
4- Linalol	225 g
5- Aldehit phenyletylic	100 g
6- Tinh dầu cam	100 g
7- Metylantranilat	8 g
8- Xilet nhân tạo	18 g
9- Nhài tuyết đôi	20 g
10- Tinh dầu chanh	100 g
11- Geranylaxetat	10g
12- Aldehit dexylic	2 g
13- Hydroxyxitronelal	100 g
14- Benzylbenzoat	90 g
15- Scatol	0,2 g

CÂU HỎI CHƯƠNG 6

1. Ý nghĩa các chất màu?
2. Hãy cho biết tính chất của chất màu clorofil?
3. Các chất màu nhóm carotenoid và tính chất của chúng?
4. Các chất màu nhóm flavonoid và tính chất của chúng?
5. Các chất màu hình thành trong quá trình chế biến? Vai trò của chúng đối với công nghệ sản xuất thực phẩm?
6. Ý nghĩa các chất thơm?
7. Hãy cho biết các chất thơm có sẵn trong nguyên liệu sản xuất thực phẩm?

CHƯƠNG VII: HÓA SINH HỌC CÁC QUÁ TRÌNH

BẢO QUẢN CHẾ BIẾN THỰC PHẨM

7.1. SƠ LƯỢC VỀ CẤU TẠO VÀ THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ LOẠI NGŨ CỐC

Các loại hạt ngũ cốc có hình dáng, kích thước, thành phần hoá học khác nhau nhưng nói chung có ba phần chính: vỏ, nội nhũ và phôi. Tỷ lệ giữa chúng phụ thuộc vào từng loại ngũ cốc (bảng 7-1)

Bảng 7-1: Tỷ lệ trọng lượng vỏ, phôi và nội nhũ của một số ngũ cốc

Loại hạt	Vỏ, %	Phôi, %	Nội nhũ, %
Lúa	16,0 – 27,0	2,0 – 2,5	72
Ngô	5,0 – 8,5	10,0 – 15,0	79 – 83
Lúa mì	15,0 - 19,0	2,2 – 3,2	77 - 82

7.1.1. Vỏ

Vỏ là bộ phận bảo vệ cho phôi và nội nhũ khỏi bị tác động cơ học cũng như hoá học từ bên ngoài. Thành phần chủ yếu là xelluloza, hemixelluloza, licnin, không có giá trị dinh dưỡng nên trong quá trình chế biến càng tách ra được nhiều vỏ càng tốt.

Vỏ cấu tạo từ nhiều lớp tế bào, lớp ngoài cùng gồm những tế bào có kích thước lớn sắp xếp theo chiều dọc hạt, lớp giữa gồm những tế bào tương tự lớp ngoài nhưng sắp xếp theo chiều ngang. Đối với hạt đã chín thì lớp tế bào giữa trống rỗng, còn ở hạt xanh thì lớp tế bào này chứa các hạt diệp lục tố nên hạt có màu xanh. Lớp tế bào trong cùng còn gọi là lớp vỏ quả, gồm những tế bào hình ống sắp xếp theo chiều dọc hạt. Trong cùng một hạt, chiều dày lớp tế bào vỏ quả không giống nhau, ở phôi lớp vỏ quả mỏng hơn cả. Trong vỏ quả là vỏ hạt. Vỏ hạt gồm hai lớp tế bào. Lớp ngoài là những tế bào xếp khít với nhau chứa đầy chất màu, khi hạt chín thì lớp này chứa chất màu vàng (với gạo đỏ hay gạo cẩm thì ở lớp này chứa chất màu đỏ nâu). Lớp trong gồm những tế bào không màu, ít thấm nước.

Chiều dày lớp vỏ phụ thuộc vào loại và giống hạt, điều kiện trồng trọt.

7.1.2. Lớp alorông và nội nhũ

Bên trong lớp vỏ là lớp alorông, sau đó đến phần nội nhũ. Nội nhũ là phần dự trữ chất dinh dưỡng của hạt. Thành phần chủ yếu của tế bào nội nhũ là tinh bột và protein, ngoài ra trong nội nhũ còn một lượng nhỏ chất béo, muối khoáng,...

7.1.3. Phôi

Phôi là phần phát triển thành cây non khi hạt nảy mầm, vì vậy trong phôi chứa nhiều chất dinh dưỡng dễ tiêu hoá để cung cấp cho sự sống ban đầu của cây non. Chất dinh dưỡng trong phôi chủ yếu gồm có 35% protein, 25% các glucit hoà tan, 15% chất béo, đặc biệt là phôi ngô chứa tới 40% chất béo.

7.1.4. Thành phần hóa học

Thành phần hóa học của các hạt khác nhau thì không giống nhau, và tỷ lệ các chất cũng phân bố không đều trong vỏ, nội nhũ, phôi.

Bảng 7-2. Thành phần hoá học trung bình của một số loại ngũ cốc

Loại hạt	Nước %	Gluxit %	Protein %	Chất béo %	Xelluloza %	Tro, %
Thóc	13,0	63,0	6,7	2,1	8,8	5,4
Lúa mì	14,0	68,7	12,0	1,7	2,0	1,6
Ngô	14,0	67,9	10,0	4,6	2,2	1,3
Đậu nành	10,0	26,0	36,6	17,5	4,5	5,5
Vừng	9,3	10,0	18,7	50,7	7,0	5,0

Thành phần hoá học của hạt ngũ cốc phân bố không đều trong các phần của hạt. Trong nội nhũ chủ yếu là tinh bột. Tinh bột và protein chiếm 90 – 95% trọng lượng nội nhũ. Phôi chứa protein, đường, chất béo. Trong vỏ chứa chủ yếu là xelluloza và hemixelluloza.

Bảng 7-3. Thành phần hoá học của hạt thóc

Thành phần của hạt	Protein %	Tinh bột %	Đườn g %	Xelluloza %	Pentozan %	Chất béo %	Tro %	Các chất khác, %
Toàn bộ hạt	10,07	59,00	4,43	2,76	8,10	2,24	2,18	1,22
Nội nhũ	12,91	79,56	3,54	0,15	2,72	0,67	0,45	-
Phôi	41,30	Rất ít	25,12	2,46	9,74	15,04	6,31	0,03
Vỏ và lớp aloron	28,70	Rất ít	4,18	16,20	32,56	7,78	10,51	0,07

Bảng 7-4. Thành phần hoá học của gạo

Tên gạo	Nước %	Gluxit %	Protein %	Lipit %	Calo/ 100 g gạo
Gạo nếp cái	14,0	74,9	8,2	1,5	355
Gạo tám	12,8	79,5	5,9	0,9	359
Gạo tẻ giã	14,0	75,3	7,8	1,9	353

Bảng 7-5. Thành phần hoá học của hạt ngô

Thành phần của hạt	Protein %	Tinh bột %	Đường %	Chất béo %	Tro %
Nội nhũ	9,4	86,4	0,64	0,8	0,31
Phôi	18,8	8,2	10,80	34,5	10,10
Vỏ	3,7	7,3	0,34	1,0	0,84

Bảng 7-6. Thành phần hoá học của khoai và sắn

Loại củ	Nước %	Gluxit %	Protein %	Chất béo %	Xelluloza %	Tro %
Khoai lang tươi	68,1	27,9	1,6	0,5	0,9	1,0
Khoai lang khô	13,0	80,5	2,0	0,8	0,2	0,5
Sắn tươi	70,25	26,6	1,1	0,4	1,1	0,5
Sắn khô	13,2	73,3	0,2	-	-	1,7

7.2. CÁC BIẾN ĐỔI SINH LÝ CỦA HẠT NGŨ CỐC VÀ CỦA CÁC SẢN PHẨM ĐÃ CHẾ BIẾN TRONG QUÁ TRÌNH BẢO QUẢN

Hạt ngũ cốc là một cơ thể sống, tuy đã lìa khỏi bông nhưng trong hạt vẫn xảy ra các quá trình trao đổi chất phức tạp để duy trì sự sống của nó.

7.2.1. Sự hô hấp của hạt ngũ cốc

Tuỳ điều kiện bảo quản mà hạt có thể hô hấp hiếu khí hoặc yếm khí. Nếu có đủ không khí thì trong hạt xảy ra quá trình hô hấp hiếu khí. Trong điều kiện bảo quản thiếu không khí, hạt hô hấp yếm khí.

Quá trình hô hấp hiếu khí:



Quá trình hô hấp yếm khí:



Như vậy dù hạt hô hấp hiếu khí hay yếm khí thì lượng chất khô cũng giảm dần. Mặt khác, trong khoảng trống giữa các hạt dần dần tích lũy khí CO_2 , ngoài ra hô hấp có sinh ra nước, lượng nước này tích tụ trong khối hạt và làm cho độ ẩm của hạt tăng lên. Đặc biệt quá trình hô hấp có toả nhiệt, nhiệt lượng toả ra làm tăng nhiệt độ của khối hạt lên một cách rõ rệt. Độ ẩm và nhiệt độ của khối hạt tăng lên làm cho quá trình hô hấp của hạt càng mãnh liệt thêm và dẫn đến hiện tượng tự bốc nóng khối hạt.

Nếu khối hạt được bảo quản trong điều kiện kín, quá trình hô hấp sẽ tạo ra rượu etylic làm ngộ độc phôi, hạt mất khả năng nảy mầm. Vì vậy hạt giống phải được bảo quản trong điều kiện thoáng.

Cường độ hô hấp của hạt phụ thuộc vào nhiều yếu tố: độ ẩm, nhiệt độ, trạng thái bản thân hạt,... Độ ẩm càng cao, hạt hô hấp càng mạnh, cường độ hô hấp của hạt tăng rõ rệt khi độ ẩm của hạt vượt quá giới hạn (độ ẩm giới hạn với hạt lượng thực khoảng 14 – 15%, hạt có dầu khoảng 8 – 9%). Ở nhiệt độ 50 – 55⁰C hạt hô hấp mạnh nhất, sau đó nếu tăng nhiệt độ thì cường độ hô hấp lại giảm (do protein bị biến tính, hạt mất sức sống).

Quá trình hô hấp có thể coi là quá trình tự xúc tác. Độ ẩm và nhiệt độ hô hấp gây ra làm quá trình hô hấp càng mãnh liệt hơn. Quá trình hô hấp cứ diễn ra như vậy cho đến khi hạt hỏng hoàn toàn.

Để bảo quản hạt trong thời gian dài, hạt phải được bảo quản trong điều kiện độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm giới hạn và môi trường có nhiệt độ thường.

7.2.2. Quá trình chín sau thu hoạch

Sự chín xảy ra trong giai đoạn đầu của quá trình bảo quản hạt mới thu hoạch. Trong giai đoạn này sức sống của hạt, độ nảy mầm và năng lực nảy mầm của hạt được tăng lên, chất lượng của hạt trở nên tốt hơn, đối với các hạt có dầu chất béo tiếp tục được tổng hợp. Toàn bộ các quá trình xảy ra trong hạt khi bảo quản có tác dụng làm hoàn thiện chất lượng hạt giống và tính chất kỹ thuật của hạt được gọi là sự chín sau thu hoạch.

Độ ẩm, nhiệt độ, mức độ thoáng khí và thành phần không khí trong khối hạt có ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả của quá trình chín sau. Trong thời gian chín sau, lượng chất hoà tan giảm, độ hoạt động của các enzym giảm dần, cường độ hô hấp của hạt yếu đi và trong hạt vẫn tiếp tục tổng hợp các hợp chất thành phần của hạt (tổng hợp protein từ axit amin, tinh bột từ đường, chất béo từ các axit béo và glixerin,...). Trong quá trình chín sau, độ nảy mầm và năng lực nảy mầm của hạt tăng lên, độ hoạt động của amylaza giảm,..

Muốn rút ngắn quá trình chín sau thì người ta thường phơi nắng hoặc sấy khô hạt sau khi thu hoạch. Giai đoạn chín sau thường kéo dài vài tuần lễ, sau đó hạt chuyển sang thời kỳ ổn định. Nhưng nếu bảo quản hạt quá lâu thì các tế bào phôi sẽ già đi và độ nảy mầm của hạt giảm xuống.

7.2.3. Sự nảy mầm của hạt khi bảo quản

Trong thời gian bảo quản, người ta thấy có hiện tượng nảy mầm cá biệt ở một số hạt hoặc cả nhóm hạt trong góc nào đó của kho. Trong khi bảo quản hoàn toàn không cho phép

hạt nảy mầm, hạt nảy mầm là do kết quả của việc bảo quản không đúng nguyên tắc. Khi hạt nảy mầm sẽ làm thay đổi hàm lượng các chất trong hạt.

Bảng 7-7: Sự thay đổi thành phần hoá học của hạt ngô khi nảy mầm

Đối tượng nghiên cứu	Nitơ %	Tinh bột, dextrin, hemixelluloza, %	Đường g %	Chất béo %	Tro %	Xelluloz a %	Những chất khác, %
Hạt	2,5	73,95	0	5,36	1,80	5,98	2,72
Mầm	3,2	17,15	21,04	3,31	3,46	29,64	6,54

Để hạn chế hoặc ngăn cản hiện tượng nảy mầm trong quá trình bảo quản, cần khống chế các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng nảy mầm của hạt: nước, nhiệt độ, không khí,...

Hạt có thể nảy mầm ngay cả ở nhiệt độ dưới không độ, ở nhiệt độ dương hạt càng dễ nảy mầm hơn.

Trong điều kiện bảo quản thông thường, lượng không khí trong khối hạt đủ cho yêu cầu nảy mầm của hạt. Như vậy có thể nói độ ẩm của hạt thấp là yếu tố cơ bản kìm hãm sự nảy mầm

Trong điều kiện bảo quản thông thường, nếu có nước rơi vào đống hạt (mái dột hoặc hiện tượng ngưng tụ nước) thì sẽ xảy ra hiện tượng nảy mầm bộ phận.

Khi nảy mầm hạt hô hấp mãnh liệt, toả ra nhiều năng lượng hơn và tổn thất chất khô rõ rệt hơn. Trong hạt giàu tinh bột, khi nảy mầm thì quá trình thủy phân tinh bột thành đường xảy ra rất mạnh, độ hoạt động của enzym thủy phân protein cũng tăng lên, đồng thời xảy ra cả quá trình phân huỷ chất béo. Và cuối cùng cấu tạo hạt bị thay đổi, tế bào phôi phát triển và xuất hiện mầm.

Như vậy, trong quá trình bảo quản nếu hạt nảy mầm sẽ có những ảnh hưởng không tốt sau đây:

- Tổn thất chất khô trong hạt
 - Nhiệt lượng thoát ra có thể dẫn đến sự tăng nhiệt độ toàn khối hạt và làm mãnh liệt thêm quá trình sống của hạt.
 - Giảm chất lượng của hạt
- ⇒ Khối hạt sẽ bị hỏng

7.2.4. Quá trình gây đắng của sản phẩm chế biến

Quá trình gây đắng thường xảy ra trong khi bảo quản bột và gạo. Sự gây đắng có liên quan chặt chẽ với sự biến đổi của thành phần chất béo, là hậu quả của các quá trình thủy

phân và oxy hoá. Quá trình gây đắng trong bột phụ thuộc vào các điều kiện sau: chất lượng ban đầu của bột, sự xâm nhập của không khí, nhiệt độ bảo quản, độ xâm nhập của tia sáng.

Bột chế biến từ các hạt chất lượng khác nhau có độ bền bảo quản không giống nhau. Bột chế biến từ những hạt đã bị bốc nóng hoặc đã nảy mầm sẽ nhanh chóng bị đắng hơn là bột chế biến từ hạt có chất lượng bình thường. Vì trong các hạt kém chất lượng có chứa nhiều axit béo tự do, enzym lipaza và lipoxydaza ở dạng hoạt động, nên dễ xảy ra quá trình oxy hoá.

Khi bảo quản, lượng không khí xâm nhập vào khối bột sẽ oxy hoá và gây đắng cho khối bột. Khi nén chặt bột sẽ giảm khả năng gây đắng vì khi đó quá trình gây đắng chỉ còn phụ thuộc hai yếu tố là chất lượng ban đầu của bột và nhiệt độ bảo quản

Nhiệt độ cao làm quá trình gây đắng phát triển nhanh, đặc biệt là ở nhiệt độ 30 – 35°C, vì ở nhiệt độ này vận tốc của phản ứng oxy hoá và thuỷ phân chất béo tăng.

Khác với các quá trình sinh hóa khác, độ ẩm của bột tăng có tác dụng kìm hãm quá trình oxy hóa chất béo và gây đắng sản phẩm. Vì độ ẩm cao đã ngăn cản sự xâm nhập oxy vào chất béo, mặc dù vậy cũng không nên bảo quản bột ở độ ẩm cao, coi độ ẩm cao là phương án phòng tránh hiện tượng gây đắng, vì ở điều kiện độ ẩm cao các quá trình khác lại xảy ra mãnh liệt hơn và sản phẩm sẽ hỏng do chính các nguyên nhân khác. Mặt khác, độ ẩm cao còn tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật phát triển và làm hư hỏng sản phẩm một cách nhanh chóng.

Tia nắng có tác dụng đẩy mạnh quá trình oxy hoá và gây đắng sản phẩm. Nếu bảo quản trong kho tối thì hoàn toàn có thể tránh được tác hại này.

Ngoài ra tỷ lệ lấy bột trong quá trình chế biến cũng có quan hệ đến hiện tượng gây đắng. Nếu tỷ lệ lấy bột cao nghĩa là trong bột chứa nhiều phần tử phôi hạt (trong phôi chứa những chất có tác dụng chống oxy hóa), nên những loại bột này ít bị đắng hơn bột thượng hạng và bột hạng nhất

Nếu quá trình gây đắng mới chớm xuất hiện, sản phẩm làm từ bột chưa có vị đắng rõ rệt, nghĩa là bột vẫn còn dùng được. Khi thấy chỉ số axit của chất béo tăng lên đột ngột thì đó là dấu hiệu ban đầu của quá trình gây đắng và phải xử lý bột ngay, không nên kéo dài thời gian bảo quản nữa.

Sản xuất bột và gạo có giai đoạn chế biến nước nhiệt thì có thể tránh được hiện tượng bị đắng trong thời gian bảo quản.

7.2.5. Quá trình chín của bột mì

Trong khi bảo quản bột mì thường thấy chất lượng của gluten và chất lượng bánh thay đổi rất rõ rệt. Chất lượng gluten và chất lượng bánh nướng của bột mì bảo quản trong 2 – 4 tuần đầu ngay sau khi nghiền tăng lên khá rõ. Gluten trở nên đàn hồi hơn, ít nhão hơn, dẻo hơn do đó chất lượng bánh nướng tốt hơn, thể tích của bánh lớn hơn và bánh xốp hơn. Quá trình tăng chất lượng gluten và chất lượng bánh nướng khi bảo quản được gọi là sự chín của bột mì.

Sự tăng chất lượng gluten và chất lượng bánh nướng của bột mì trong giai đoạn chín có thể giải thích rằng sau khi nghiền bột bắt đầu xảy ra quá trình thủy phân chất béo nhờ tác dụng của enzym lipaza. Các axit béo chưa no tạo thành do kết quả thủy phân (axit oleic, axit linoleic,...) có tác dụng mạnh mẽ đến protein gluten, làm gluten chặt hơn, do đó mà gluten trở nên dẻo và đàn hồi hơn trước.

Sau mấy tuần đầu bảo quản bột mì trắng hơn so với ban đầu, do thành phần sắc tố caroten bị oxy hoá tạo thành chất không màu.

7.3. NHỮNG BIẾN ĐỔI XẢY RA TRONG QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN HẠT LƯƠNG THỰC

7.3.1. Sự thay đổi thành phần hóa học của hạt lương thực trong quá trình chế biến ra gạo và bột.

Qui trình công nghệ sản xuất các loại gạo bao giờ cũng bắt đầu từ khâu làm sạch tạp chất, sau đó là xay (bóc vỏ) để tách trấu, rồi xát để thu thành phẩm (gạo trắng). Tùy theo chất lượng nguyên liệu ban đầu, hiệu suất kỹ thuật của thiết bị, mức độ hợp lý của dây chuyền sản xuất, trình độ quản lý kỹ thuật của kỹ sư và công nhân mà chất lượng sản phẩm có chất lượng cao hay thấp rất khác nhau.

Sau quá trình làm sạch, hàm lượng chất béo và protein của hạt lúa thực tế không có gì thay đổi, hàm lượng tro giảm do loại bớt các tạp chất khoáng và việc tách bỏ râu dẫn đến hàm lượng xenluloza giảm

Bảng 7-8: Sự thay đổi thành phần hóa học của thóc trong quá trình làm sạch

Tên sản phẩm	Hàm lượng, % theo chất khô			
	Protein	Chất béo	Tro	Xenluloza
Thóc trước khi làm sạch	7,28	2,33	5,24	9,64
Thóc sau khi làm sạch	7,25	2,33	5,06	9,43

Sau khi xay, trấu được tách ra và người ta thu lấy gạo xay. Thành phần hóa học của gạo xay và trấu như sau:

Bảng 7-9: Thành phần hóa học của các sản phẩm sau khi xay

Tên sản phẩm	Hàm lượng, % theo chất khô			
	Protein	Chất béo	Tro	Xenluloza
Gạo xay nguyên	8,76	1,87	1,42	0,84
Tấm xay	8,56	1,88	1,63	1,221
Cám xay	11,48	9,40	11,85	19,09
Trấu	3,09	0,69	20,32	49,15

Xát gạo nhằm mục đích tách đến mức tối đa các lớp vỏ quả, vỏ hạt và alorông. Tùy theo cường độ xát cao hay thấp mà thành phần hóa học của gạo thành phẩm khác nhau quá nhiều

Bảng 7-10: Sự thay đổi thành phần hóa học của gạo theo mức độ xát

Tên sản phẩm	Hàm lượng, % theo chất khô				
	Protein	Chất béo	Tinh bột	Tro	Xenluloza
Gạo lật (xay)	8,6 – 10,1	1,5 – 2,0	76,8 – 82,5	1,32 – 1,70	0,86 – 1,60
Gạo xát 1 lần	8,1 – 9,9	1,4 – 1,9	78,4 – 85,8	1,20 – 1,40	0,6 – 1,2
Gạo xát 2 lần	7,9 – 9,6	1,3 – 1,6	80,0 – 87,1	1,10 – 1,26	0,5 – 1,1
Gạo xát 3 lần	7,8 – 9,4	1,0 – 1,1	83,0 – 88,0	0,98 – 1,14	0,4 – 0,8
Gạo xát 4 lần	7,7 – 9,3	0,7 – 0,9	84,5 – 89,0	0,70 – 0,98	0,2 – 0,5
Gạo xát 5 lần	7,6 – 9,2	0,5 – 0,6	90,8	0,48 – 0,72	0,1 – 0,4

Như vậy, gạo càng xát kỹ thì hàm lượng xenluloza càng thấp, độ tiêu hóa sẽ tăng lên. Nhưng do quá trình xát đã loại đi các lớp vỏ và một phần lớp alorông nên hàm lượng protein và chất béo trong gạo cũng giảm đi. Và đặc biệt là hàm lượng các vitamin giảm đi rõ rệt, trong quá trình xát hàm lượng vitamin có thể mất đi 56 – 81% tùy theo từng loại gạo.

Để có thể bảo quản ngô mảnh được lâu, trong dây chuyền sản xuất người ta cố gắng tách phôi càng nhiều càng tốt. Phôi ngô chiếm 80% lượng chất béo của toàn hạt. Chất béo trong phôi ngô dễ bị oxy hóa trong thời gian bảo quản và gây nên mùi ôi khét làm giảm chất lượng của sản phẩm. Trong ngô mảnh nếu tách phôi tốt, thì chỉ còn chứa khoảng dưới 1% chất béo. Thành phần của ngô mảnh chủ yếu là tinh bột.

Bảng 7-11: Thành phần hóa học của hạt ngô và ngô mảnh

Loại ngô	Hàm lượng, % theo chất khô				
	Protein	Chất béo	Tinh bột	Tro	Xenluloza
Ngô hạt	11,30	7,20	64,20	1,05	2,05
Ngô mảnh	9,40	0,88	86,40	0,31	0,80

Quy trình kỹ thuật sản xuất bột thường gồm ba công đoạn: làm sạch tạp chất, làm ẩm hạt và nghiền. Tùy theo yêu cầu chất lượng thành phẩm mà có thể dùng các phương pháp nghiền khác nhau: nghiền một lần (không tách cám) và nghiền nhiều lần (có tách cám). Nghiền một lần thường được thực hiện trên các loại cối nghiền hoặc máy nghiền búa. Nghiền một lần thì bột thu được có chất lượng kém. Phương pháp nghiền nhiều lần có hai dạng: nghiền đơn giản và nghiền phức tạp. Nghiền nhiều lần thường được thực hiện trên các loại máy nghiền đôi trục. Các dạng nghiền nhiều lần có thêm khâu làm giàu sản phẩm trung gian, có thể tách riêng nội nhũ khỏi vỏ và phôi, do đó thu được nhiều loại bột có chất lượng khác nhau.

Bảng 7- 12: Thành phần hóa học của các sản phẩm nghiền từ lúa mì (% chất khô)

Tên sản phẩm	Tỷ lệ lấy bột	Tro %	Xenluloza %	Pentozan %	Tinh bột, %	Chất béo, %	Gluten, %		
							Ướt	Khô	protein
Hạt	100	1,74	1,51	6,42	62,99	2,06	42,74	15,16	12,51
Bột thượng hạng	10,14	0,47	0,13	1,57	80,10	0,99	39,16	11,58	10,33
Bột hạng nhất	22,40	0,53	0,22	1,84	77,84	1,20	43,21	12,90	11,15
Bột hạng hai	47,50	1,20	0,48	3,44	72,52	2,02	48,42	16,95	14,80
Cám	18,40	5,40	8,35	22,02	13,80	4,77	Không có	Không có	16,17

7.3.2. Những biến đổi hóa sinh trong quá trình chế biến nước nhiệt các loại hạt lương thực

Trong quá trình chế biến nước nhiệt, tính chất của hạt lương thực bị biến đổi cả về mặt hóa lý lẫn sinh hóa. Vỏ hạt mì dai hơn so với nội nhũ, do đó dễ tách vỏ hơn, tỷ lệ lấy bột được nâng cao và chất lượng bột mì cũng tốt hơn

Bảng 7-13: Sự thay đổi chất lượng bột mì khi chế biến nước nhiệt

Tên sản phẩm	Độ tro của bột, %	Chất lượng gluten		Độ hoạt động diastaza, maltoza/10g bột	Khả năng tạo khí của bột nhào, ml/100g bột	Thể tích bánh, ml/100g bột	Màu sắc của bột (đơn vị sắc kế)
		Độ căng riêng, cm/phút	Thời gian đo độ dẻo, phút				
Bột bình thường độ ẩm 12,9%	0,95	1,60	48	212,5	1562	325	63
Bột qua chế biến nước nhiệt theo phương pháp lạnh với độ ẩm 16,5%	0,78	1,66	40	160,0	1296	377	41

Bột qua chế biến nước nhiệt theo phương pháp nóng với độ ẩm 16,5% nhiệt độ 50°C, thời gian 45 phút	0,70	1,00	55	152,5	1276	387	35
--	------	------	----	-------	------	-----	----

Thóc đã qua chế biến nước nhiệt rồi đem xay xát thì tỷ lệ thu hồi gạo thành phẩm tăng 2,5 – 4,0%, tỷ lệ tấm giảm đi rõ rệt (3,5 – 17,0%). Ngoài ra thóc đồ dễ xay (bóc vỏ) hơn nhiều so với thóc chưa đồ

Người ta thấy rằng sau quá trình chế biến nước nhiệt, sự sắp xếp và hình dạng các hạt tinh bột trong tế bào bị thay đổi. Trong hạt lúa chưa đồ, các hạt tinh bột sắp xếp không thứ tự, giữa các hạt tinh bột với nhau có những khe hở lớn và bên cạnh các hạt tinh bột đa diện có lác đác những hạt tròn hoặc bầu dục. Trong tế bào hạt lúa đã qua chế biến nước nhiệt ($P = 0,5.10^5 \text{ N/m}^2$ và $\tau = 9$ phút) các hạt tinh bột được nằm thứ tự và khít với nhau hơn, và người ta thấy rõ các hạt tinh bột gạo được xếp thành từng chùm. Trong trường hợp đồ lúa với áp suất cao ($P = 2,0.10^5 \text{ N/m}^2$ và $\tau = 9$ phút) thì các hạt tinh bột bị vỡ ra và mất hình dạng ban đầu.

Trong quá trình chế biến nước nhiệt, một số vitamin phân bố ở các lớp ngoài của hạt được chuyển dịch dần vào trong nội nhũ. Do đó hàm lượng vitamin của gạo đồ tăng lên so với gạo thường. Do sự hồ hóa tinh bột và sự biến tính protein nên hạt gạo đồ hút nước kém hơn gạo thường. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao khi hấp lúa, các men trong hạt bị tiêu diệt nên gạo đồ có khả năng bảo quản lâu hơn gạo chưa đồ. Cũng do sự hồ hóa tinh bột trong quá trình đồ thóc mà độ dính của hồ tinh bột gạo đồ giảm xuống. Thời gian nấu cơm của gạo đồ giảm được 30% và cơm nở nhiều hơn so với gạo thường.

Bảng 7-14: Sự thay đổi tính chất của gạo đồ

Giống lúa	Chế độ gia nhiệt		Độ dính của hồ tinh bột, N.giây/m ²	Thời gian nấu cơm, phút	Độ nở của cơm
	Áp suất hơi, $P.10^5 \text{ N/m}^2$	Thời gian, phút			
Tám thơm	0	0	1225.10^{-6}	27 – 30	3,76
	1,0	12	1136.10^{-6}	18 – 21	5,26
Mộc tuyền	0	0	1156.10^{-6}	27 – 30	4,11
	1,0	12	1127.10^{-6}	18 – 21	5,86
Nếp cái	0	0	1333.10^{-6}	27 – 30	3,80
	1,0	12	1176.10^{-6}	21 – 24	5,00

Một nhược điểm của phương pháp chế biến nước nhiệt là hạt gạo đồ bị sẫm màu. Đó là do phản ứng tạo thành hợp chất melanoidin trong quá trình chế biến nước nhiệt. Áp suất càng cao, thời gian càng lâu thì màu của hạt gạo càng sẫm lại.

7.3.3. Những biến đổi hoá sinh của hạt gạo trong quá trình nấu.

7.3.3.1. Sự hút nước trương nở

Trong quá trình nấu, do tác dụng đồng thời của nước và nhiệt mà hạt gạo hút nước rất mạnh. Vận tốc hút nước của từng cấu tử thành phần rất khác nhau. Kết quả cuối cùng là hạt gạo trương nở, có cấu trúc mềm dần. Độ mềm của hạt gạo phụ thuộc vào lượng nước và thời gian nấu. Lượng nước do hạt gạo hút vào cũng phụ thuộc nhiệt độ nước và thời gian nấu.

7.3.3.2. Sự hồ hoá tinh bột gạo

Hạt gạo mềm ra và tăng độ dẻo sau khi nấu. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao, với lượng nước ở mức độ nào đó các phân tử tinh bột bị hồ hoá. Độ dẻo tăng lên rõ rệt. Các phân tử tinh bột trương nở và tách xa nhau dần dần theo thời gian chịu tác dụng của nhiệt độ cao.

Nhiệt độ hồ hoá của một số loại ngũ cốc

Đại mạch	:61
Ngô	:65 – 75
Gạo	:70 – 80
Sắn khô	:62 - 74

7.3.3.3. Sự khuếch tán một số chất hoà tan trong môi trường nấu

Các chất có khả năng hoà tan trong môi trường nước sẽ khuếch tán vào môi trường nấu. Thời gian nấu càng kéo dài thì hàm lượng các chất hoà tan cũng tăng dần. Trong giai đoạn đầu của quá trình nấu, do ham ẩm của phần phía trong hạt gạo thấp hơn ở phía ngoài nên một số chất hoà tan có xu hướng đi vào phía trong, sau đó quá trình xảy ra theo chiều ngược lại, các chất hoà tan đi vào môi trường nấu.

CÂU HỎI CHƯƠNG 7

1. Bản chất của quá trình lên men?
2. Các thành phần dinh dưỡng thiết yếu cho quá trình lên men?
3. Hãy cho biết yếu tố khách quan ảnh hưởng đến quá trình lên men?
4. Nêu cấu tạo và thành phần hoá học của một số ngũ cốc tiêu biểu?
5. Trình bày quá trình hô hấp của hạt xảy ra khi bảo quản?
6. Thế nào gọi là quá trình chín sau thu hoạch?
7. Sự nảy mầm của hạt trong khi bảo quản ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng của hạt?
8. Trình bày các biến đổi hoá sinh của hạt gạo xảy ra trong quá trình nấu?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Ngọc Tú (chủ biên). Hoá sinh học công nghiệp. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật 1998
2. Trần Thị Áng. Bộ giáo dục và đào tạo. Hoá sinh học. Nhà xuất bản giáo dục 2001
3. Phạm Thị Trân Châu, Trần Thị Áng. Hoá sinh học. Nhà xuất bản giáo dục 2004
4. Nguyễn thị Tuyết, Sở giáo dục và đào tạo Hà Nội, giáo trình thương phẩm hàng thực phẩm, Nhà xuất bản Hà nội, 2005.
5. TS Nguyễn Xuân Phương- TSKH Nguyễn Văn Thoa. Cơ sở lý thuyết và kỹ thuật sản xuất thực phẩm. Nhà xuất bản giáo dục. 2005
6. PGS.TS Nguyễn Đình Thường- TS Nguyễn Thanh Hằng. Công nghệ sản xuất và kiểm tra cồn etylic. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật- 2000.
7. Hoàng Đình Hoà. Công nghệ sản xuất malt và bia. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội – 2000.
8. TS Nông Thế Cận. Thực phẩm dinh dưỡng. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội- 2005
9. Vũ Kim Bảng – Đặng Hùng – Lê Khắc Thận. Bài giảng hóa sinh. NXBĐH và GDCN. Hà nội 1991.
10. Lê Doãn Diên. Hóa sinh thực vật.NXBNN.Hà nội 1993.
11. Võ Văn Quang. Bài giảng sinh hóa thực vật. Đại học Nông lâm Huế -1996.
12. Ngô Xuân Mạnh (chủ biên). Giáo trình hóa sinh thực vật. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà nội 2006

MỤC LỤC

BÀI MỞ ĐẦU	2
I. Đối tượng, lược sử phát triển hoá sinh	2
II. Hoá sinh ở Việt Nam	3
III. Một số phương pháp nghiên cứu hoá sinh.....	4
CHƯƠNG 1: PROTEIN.....	5
1.1. KHÁI NIỆM, VAI TRÒ, GIÁ TRỊ CỦA PROTEIN TRONG ĐỜI SỐNG VÀ TRONG CHẾ BIẾN LƯƠNG THỰC.....	5
1.1.1. Khái niệm.....	5
1.1.2. Vai trò sinh học của protein	5
1.1.3. Giá trị dinh dưỡng của protein	7
1.1.4. Vai trò của protein trong công nghệ thực phẩm.....	8
1.2. CẤU TẠO PHÂN TỬ PROTEIN	8
1.2.1. Thành phần nguyên tố của protein.....	8
1.2.2. Đơn vị cấu tạo cơ sở của protein.....	8
1.2.3. Các mức cấu trúc của protein.....	14
1.3. TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA PROTEIN	25
1.3.1. Khối lượng và hình dạng phân tử protein	25
1.3.2. Tính chất lưỡng tính của axit amin và protein	26
1.3.3. Tính kỵ nước (hay ưa béo) của protein	27
1.3.4. Tính chất dung dịch keo protein, sự kết tủa protein.....	28
1.3.5. Sự biến tính của protein	29
1.4. CÁC BIẾN ĐỔI CỦA PROTEIN CÓ ỨNG DỤNG VÀO CHẾ BIẾN LƯƠNG THỰC.....	31
1.4.1. Khả năng tạo gel của protein	31
1.4.2. Khả năng tạo bột nhào	32
1.4.3. Khả năng tạo màng	32
1.4.4. Khả năng nhũ hoá	32
1.4.5. Khả năng tạo bọt	32
1.4.6. Khả năng cố định mùi	33
1.5. CÁC BIẾN ĐỔI CỦA PROTEIN TRONG CHẾ BIẾN VÀ TRONG BẢO QUẢN.....	33
1.5.1. Biến đổi do nhiệt.....	33
1.5.2. Biến đổi do enzym	33
CÂU HỎI CHƯƠNG 1	34
CHƯƠNG 2: GLUXIT.....	35
2.1. KHÁI NIỆM, VAI TRÒ CỦA GLUXIT.....	35
2.1.1. Khái niệm.....	35
2.1.2. Vai trò của gluxit đối với cơ thể sống.....	35
2.1.3. Vai trò của gluxit trong công nghệ thực phẩm.....	36
2.2. PHÂN LOẠI GLUXIT	36
2.2.1. Monosacarit.....	36
2.2.2. Polysacarit.....	48
CÂU HỎI CHƯƠNG 2	57

CHƯƠNG 3: LIPIT	58
3.1. KHÁI NIỆM, VAI TRÒ CỦA LIPIT TRONG ĐỜI SỐNG VÀ SẢN XUẤT	58
3.2. PHÂN LOẠI LIPIT	58
3.2.1. Lipit đơn giản	59
3.2.2. Lipit phức tạp	67
3.3. KHẢ NĂNG CHUYỂN HOÁ CỦA LIPIT (sự ôi hoá).....	71
3.3.1. Ôi hóa do phản ứng thủy phân.	71
3.3.2. Ôi hoá do phản ứng oxy hoá khử	71
3.4. CÁC CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG CỦA LIPIT	75
CÂU HỎI CHƯƠNG 3	76
CHƯƠNG IV: ENZIM	77
4.1. CẤU TẠO HOÁ HỌC CỦA ENZIM.....	77
4.1.1. Bản chất protein của enzym	77
4.1.2. Trung tâm hoạt động của enzym	78
4.2. TÍNH CHẤT CỦA ENZIM	79
4.2.1. Cường lực xúc tác.....	79
4.2.2. Tính đặc hiệu của enzym.....	80
4.3. CƠ CHẾ TÁC DỤNG CỦA ENZIM	81
4.4. CÁCH GỌI TÊN VÀ PHÂN LOẠI ENZIM.....	82
4.4.1. Cách gọi tên.....	82
4.4.2. Phân loại enzym	82
4.5. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VẬN TỐC PHẢN ỨNG ENZIM	82
4.5.1. Nồng độ enzym	82
4.5.2. Nồng độ cơ chất.....	83
4.5.3. Ảnh hưởng của các chất kìm hãm	85
4.5.4. Các chất hoạt hoá	88
4.5.5. Nhiệt độ	88
4.5.6. pH môi trường	88
4.6. ỨNG DỤNG CỦA ENZIM	89
CÂU HỎI CHƯƠNG 4	90
CHƯƠNG V : VITAMIN – CÁC CHẤT KHOÁNG	91
5.1. VITAMIN	91
5.1.1. Vai trò, ý nghĩa của vitamin	91
5.1.2. Phân loại vitamin.....	92
5.2. CHẤT KHOÁNG	102
5.2.1. Vai trò, ý nghĩa của chất khoáng.....	102
5.2.2. Phân loại chất khoáng.....	103
CÂU HỎI CHƯƠNG 5	106
CHƯƠNG VI: CÁC CHẤT MÀU VÀ CHẤT THƠM TRONG THỰC PHẨM	107
6.1. CÁC CHẤT MÀU	107
6.1.1. Ý nghĩa các chất màu	107
6.1.2. Các chất màu tự nhiên	107
6.1.3. Các chất màu hình thành trong quá trình gia công chế biến	112
6.2. CÁC CHẤT THƠM.....	114

6.2.1. Ý nghĩa các chất thơm	114
6.2.2. Các chất thơm tự nhiên	115
6.2.3. Các chất thơm hình thành nên trong quá trình gia công chế biến.....	119
6.2.4. Sự tạo ra hình thơm.....	119
CÂU HỎI CHƯƠNG 6	120
CHƯƠNG VII: HÓA SINH HỌC CÁC QUÁ TRÌNH	BẢO
QUẢN CHẾ BIẾN THỰC PHẨM	121
7.1. SƠ LƯỢC VỀ CẤU TẠO VÀ THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ LOẠI NGŨ CỐC	121
7.1.1. Vỏ.....	121
7.1.2. Lớp alorông và nội nhũ.....	121
7.1.3. Phôi	121
7.1.4. Thành phần hóa học	122
7.2. CÁC BIẾN ĐỔI SINH LÝ CỦA HẠT NGŨ CỐC VÀ CỦA CÁC SẢN PHẨM ĐÃ CHẾ BIẾN TRONG QUÁ TRÌNH BẢO QUẢN	123
7.2.1. Sự hô hấp của hạt ngũ cốc	123
7.2.2. Quá trình chín sau thu hoạch	124
7.2.3. Sự nảy mầm của hạt khi bảo quản	124
7.2.4. Quá trình gây đắng của sản phẩm chế biến.....	125
7.2.5. Quá trình chín của bột mì.....	126
7.3. NHỮNG BIẾN ĐỔI XẢY RA TRONG QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN HẠT LƯƠNG THỰC.....	127
7.3.1. Sự thay đổi thành phần hóa học của hạt trong quá trình chế biến gạo,bột..	127
7.3.2. Những biến đổi hóa sinh trong quá trình chế biến nước nhiệt các loại hạt lương thực	129
7.3.3. Những biến đổi hoá sinh của hạt gạo trong quá trình nấu.	130
CÂU HỎI CHƯƠNG 7	131
TÀI LIỆU THAM KHẢO	132