

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM

---

*Chủ biên:* TS. TRẦN TỐ  
TS. TRẦN TỐ - ThS. CÙ THỊ THUÝ NGA

**GIÁO TRÌNH**  
**SINH HÓA HỌC ĐỘNG VẬT**

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP  
HÀ NỘI - 2008

# LỜI NÓI ĐẦU

*Sinh hoá học động vật là một môn học cơ sở của nhiều chuyên ngành trong các trường Đại học như chuyên ngành Sinh học, Chăn nuôi Thú y, Nuôi trồng thủy sinh Công nghệ sinh học . . . Đây là môn học có tính chất bắc cầu giữa khoa học cơ bản như sinh học, hoá học với khoa học chuyên ngành như dinh dưỡng học, di truyền học, công nghệ protein, công nghệ gen, giống vật nuôi, sinh lý học, bệnh lý học... Cho nên, thông qua môn học này sinh viên sẽ nắm được cơ sở hoá sinh về nhu cầu dinh dưỡng cũng như nguồn gốc, nguyên nhân gây bệnh ở động vật.*

*Giáo trình sinh hoá học động vật do tập thể tác giả biên soạn:*

- 1. TS. Trần Tô (Chủ biên): Chương 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15*
- 2. ThS. Cù Thị Thuý Nga: Chương 1*

*Nội dung của giáo trình có 15 chương bao gồm 2 phần chính: sinh hoá học tĩnh và anh hoá học động . Sinh hoá học tĩnh sẽ cung cấp những kiến thức cơ bản về thành phần và cấu tạo hoá học của các chất có trong cơ thể động vật. Sinh hóa học động sẽ cung cấp những kiến thức cơ bản về quá trình trao đổi chất, sự chuyển hóa của các chất và mối liên quan giữa các quá trình chuyển hóa đó trong cơ thể động vật.*

*Chúng tôi hy vọng rằng giáo trình sinh hóa học động vật này sẽ là tài liệu học tập bổ ích sinh viên ngành Chăn nuôi, Thú y của các trường Đại học Nông nghiệp, đồng thời cũng là tài liệu tham khảo cho các nhà chuyên môn và các độc giả quan tâm đến lĩnh vực sinh hóa học.*

*Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã rất cố gắng tham khảo các tài liệu trong và ngoài nước nhằm đảm bảo tính chính xác, tính cơ bản, tính hiện đại và tính thực tiễn. Tuy nhiên, giáo trình sẽ không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn và sẵn sàng tiếp thu các ý hén đóng góp từ mọi tầng lớp độc giả khi tiếp cận với giáo trình này để chúng tôi kịp thời bổ sung, sửa chữa nhằm đáp ứng ngày một tốt hơn .*

**Tập thể tác giả biên soạn**

## *Mở đầu*

# **GIỚI THIỆU MÔN SINH HOÁ HỌC**

## **1. ĐỐI TƯỢNG VÀ NHIỆM VỤ NGHIÊN CỨU CỦA MÔN HỌC**

Sinh hoá học (Biochemistry) hay còn gọi là hoá học sinh vật - là một môn khoa học nghiên cứu hiện tượng sống, chủ yếu về mặt hoá học. Nó là một bộ phận của ngành khoa học nghiên cứu về sự sống nói chung, tức là ngành sinh học.

Sự sống bao gồm nhiều hiện tượng rất phức tạp có dính hu đến vật lý, hoá học, cho: nên để hiểu được sự sống và tiến tới điều khiển nó ta cần phải nắm được các quá trình cơ sở của nó. Nhiệm vụ này được hai môn sinh lý và sinh hoá thực hiện. Môn sinh lý nghiên cứu các hiện tượng lý học của sự sống, còn sinh hoá học nghiên cứu các thành phần và các biểu hiện hoá học của sự sống.

Sinh hoá học có thể chia làm 2 phần: sinh hoá học tĩnh và sinh hoá học động với hai nhiệm vụ nghiên cứu khác nhau.

### **1.1. Sinh hoá học tĩnh**

#### ***1.1.1. Nhiệm vụ và đối tượng***

Nhiệm vụ của sinh hoá học tĩnh là phân tích nghiên cứu thành phần cấu tạo hoá học của từng loại mô bào, cơ quan, của từng loại sinh dịch trong cơ thể. Về mặt này, sinh hoá học gắn với hoá hữu cơ, nhờ nó mà ta có được khái niệm cụ thể về cấu trúc của cơ thể sinh vật, cũng như về các chất biến hoá trong quá trình trao đổi vật chất.

#### ***1.1.2. Phương pháp nghiên cứu***

Phương pháp nghiên cứu của sinh hoá học tĩnh phần lớn dựa trên phương pháp nghiên cứu của hoá hữu cơ như: chiết xuất và phân tích.

Ngoài ra, ngày nay người ta còn ứng dụng rộng rãi các phương pháp hiện đại như phân tích cấu trúc bằng tia Rơn - ghen, phương pháp siêu ly tâm, phương pháp điện di... trong vài chục năm gần đây đã có những phát hiện vô vùng quan trọng.

### **1.2. Sinh hoá học động**

#### ***1.2.1. Nhiệm vụ và đối tượng***

Sinh hoá học động có nhiệm vụ nghiên cứu các quá trình chuyển hoá của vật chất, các biến đổi của từng mô bào trong quá trình trao đổi vật chất, có thể nói đây mới là phần chủ yếu của môn sinh hoá học.

Triết học Mác Lê-nin đã khẳng định rằng sống là một hình ..thức vận động của vật chất Sự vận động đó thể hiện qua các dấu hiệu chung mà chúng ta gọi là "*hoạt động sống*" như sự kích thích, sự sinh sản, sự sinh trưởng và sự phát dục, tính di truyền

và biến dị... Nhưng nếu đi sâu vào ta thấy nền tảng của các hiện tượng sống nói trên vẫn là quá trình trao đổi vật chất.

Nhà sinh lý học Nga Sê-trê-nốp (1884) đã nói: "Theo dõi được đường đi của những chất từ ngoài đưa vào cơ thể (dưới hình thức thức ăn, khí thở...), các bước biến chuyển của chúng ở các mô bào, cơ quan và cuối cùng chúng được đưa ra ngoài dưới dạng các chất thải, là chúng ta đã diễn tả được lịch sử sự sống".

Những quá trình chuyển hoá của sự trao đổi vật chất được tiến hành trong các mô bào, các cơ quan của cơ thể. ở động vật có nhiều cơ quan lại được chuyên môn hoá cao thêm và chuyên trách về một hay một số phản ứng chuyển hoá, về mặt này sinh hoá học động còn được gọi là sinh hoá học chức năng.

*Ví dụ:*

- Gan chuyên trách về tổng hợp một số loại protein, một số vitamin, khử độc chất...
- Cơ có chức năng phân hoá glucose để lấy năng lượng co giãn.
- Thận tham gia quá trình bài tiết urê.

### **1.2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Để nghiên cứu sinh hoá học động người ta dùng nhiều phương pháp khác nhau, nhưng gặp rất nhiều khó khăn vì các quá trình hoá học ở cơ thể diễn biến với tốc độ rất lớn và hệ thống phản ứng lại vô cùng phức tạp. Hơn thế nữa, cơ thể lại không phải là nơi mà chúng ta có thể áp dụng những thao tác phân tích thô bạo.

Đầu thế kỷ XIX người ta đã dùng các phương pháp như nghiên cứu lên men rượu, chiết xuất nghiên cứu cân bằng Nitơ, nghiên cứu dịch tiêu hoá... Tuy kết quả nghiên cứu đã đem lại những phát hiện quan trọng nhưng những phản ứng sâu kín nhất vẫn còn là điều bí ẩn đối với sinh hoá học.

Mãi cho tới khi phương pháp nguyên tử đánh dấu ra đời thì hàng loạt các phản ứng của quá trình trao đổi chất mới được khám phá và trình bày một cách có hệ thống.

Thông qua các hiểu biết về sự sống do sinh hoá học cung cấp, ta sẽ trở lại tác động lên sự sống một cách có hiệu quả hơn. Ví dụ: trong chăn nuôi thú y, những kiến thức về trao đổi vật chất giúp ta tổ chức tốt hơn việc chăm sóc và nuôi dưỡng gia súc; còn biết về sự bất thường và rối loạn của chuyển hoá sẽ giúp ta chẩn đoán chính xác và điều trị hiệu quả nhiều bệnh gia súc. Ngoài ra, sinh hoá học còn giúp ta hiểu sâu hơn các vấn đề chuyên môn như: sinh lý học, bệnh lý học, nội khoa, truyền nhiễm học...

## **2. VỊ TRÍ MÔN HỌC**

Sinh hoá học là môn khoa học cơ sở có tính chất bắc cầu giữa khoa học cơ bản và khoa học chuyên ngành. Sinh hoá học, song song với sinh lý học, sẽ giúp ta hiểu sâu hiện tượng sống của gia súc.

Vị trí sinh hoá học trong khoa học chăn nuôi thú y:

\* *Đối với cán bộ chăn nuôi:* sinh hoá học có một tầm quan trọng đặc biệt. Nhờ có kiến thức về sinh hoá học ta sẽ hiểu được cơ sở hoá học của sự phát triển của gia súc; hiểu được nhu cầu của từng loại gia súc theo từng giai đoạn phát triển và sinh trưởng của nó. Do đó trong việc lập chế độ chăm sóc, lập khẩu phần thức ăn, hoặc trong việc chọn giống và lai tạo, chúng ta sẽ có cơ sở lý luận sâu sắc và toàn diện hơn.

\* *Đối với cán bộ thú y:* Việc nghiên cứu sinh hoá học lại càng cấp thiết. Muốn chữa bệnh tật phải hiểu được căn bệnh, mà nguồn gốc của hầu hết các bệnh thường gặp đều dính dáng đến sự rối loạn hệ thống trao đổi chất của cơ thể. Ví dụ như các bệnh về thiếu sinh tố, rối loạn nội tiết tố, các bệnh về đường tiêu hoá . . .

### 3. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA SINH HÓA HỌC

Sinh hoá học là môn khoa học có nhịp độ phát triển rất nhanh chóng. Nó được hình thành rõ rệt chỉ mới trên dưới 100 năm nay, gốc rễ của nó bắt nguồn từ các môn khoa học khác như hoá học, lý học, y học, sinh học...

Những mầm mống đầu tiên của sinh hoá học đã được hình thành khi con người đã biết nghĩ tới việc chế thuốc men, nhuộm vải vóc, thuốc da thú, ủ rượu, cất giữ thực phẩm... Đến thế kỷ XVI - XVII nhóm y hoá học (tiêu biểu là Paraxen) đã đề ra việc dùng các kiến thức hoá học để giải thích và can thiệp vào sự sống. Họ cho rằng cơ thể gồm chủ yếu có thuỷ ngân, lưu huỳnh và muối. Nếu tỷ lệ các chất trong cơ thể thăng bằng thì sức khoẻ tốt nếu không sẽ phát sinh bệnh tật.

*Ví dụ:*

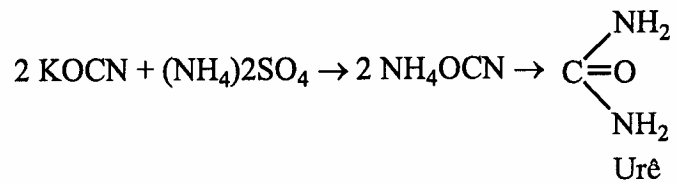
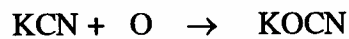
- Lưu huỳnh tăng sẽ sinh ra sắt
- Lượng muối tăng sẽ sinh phù thũng và tháo dạ
- Thuỷ ngân tăng sẽ sinh bại liệt và ủ rũ.

Tuy nhiên lý luận trên đến bây giờ chỉ còn mang tính chất lịch sử, nhưng công lao của nhóm y hoá học này đã đem lại cho thực hành một số thuốc thuỷ ngân, sắt, chì... có hiệu lực. Đáng kể nhất là nhóm này đã đề cập đến men trao đổi chất sinh thể. Sau đó do thuyết sinh lực thịnh hành mà thuyết này bị hạn chế.

Sang đầu thế kỷ XIX môn hoá học tổng hợp được hình thành. Nhưng việc tổng hợp các chất cô trong cơ thể sinh vật vẫn chưa thực hiện được.

Năm 1828 Vơ-le đã tổng hợp được urê từ các chất vô cơ thì ranh giới giữa thế giới vô cơ và thế giới hữu cơ mới dần dần được sáng tỏ.

Vơ-le đã tổng hợp urê từ xyanua muốn theo sơ đồ sau:



Sau Vơ-le hàng loạt các chất hữu cơ được tổng hợp. Trong đó phải kể đến việc tổng hợp hydrat carbon của But-le-rốp và Fisher, tổng hợp chất béo của Bec-tơ-lô.

Năm 1838 Mun-đe bắt đầu có những nghiên cứu tỷ mỉ về hoá học protein.

Cuối thế kỷ XIX Fisher và Đa-nhi-lep-ski đã đề ra thuyết mạch peptid.

Thế kỷ XIX cũng là giai đoạn phát sinh của các kiến thức về men, vitamin, hormon như:

+ Kiéc-gốp (1 8 1 4) nghiên cứu biến đổi tinh bột thành đường maltose, tiên ra men amylase.

+ Lu-nin (1 854 - 1 937) xác định vai trò các vitamin

+ Le-be-đep và Côt-tư-trep nghiên cứu hiện tượng lên men

+ Tiếp đó là công trình của Pap-lốp về hoá học chức năng. ông đã nghiên cứu thành phần hoá học của dịch tiêu hoá và quá trình tiêu hoá. Đồng thời ông cũng đã làm sáng tỏ nhiều tính chất của các enzym tiêu hoá và chứng minh vai trò của hệ thần kinh trung ương trong quá trình trao đổi chất.

Sang đầu thế kỷ XX những phát hiện sâu sắc của Ba-khơ ( 1 857- 1 946) và Paladin (1 859- 1 922) về quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học kèm theo hiện tượng giải phóng năng lượng đã làm sáng tỏ hàng loạt vấn đề, trong đó có vấn đề về sự hô hấp mô bào.

Ngày nay, sinh hoá học đã trở thành một hệ thống đồ sộ gồm nhiều chi nhánh lớn, nghiên cứu những chuyên đề trong nhiều phạm vi. Ví dụ ta thấy có sinh hoá học động vật, sinh hoá học thực vật, sinh hoá học vi sinh vật, enzym học, sinh hoá học di truyền...

## **Chương 1**

# **THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA TẾ BÀO VÀ DỊCH THỂ Ở CƠ THỂ ĐỘNG VẬT**

Thành phần hoá học của tế bào và dịch thể ở cơ thể động vật rất phức tạp. Từ thế kỷ XVII và XVIII nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu thành phần hoá học của tế bào động vật Mặc dù, với quan điểm hoá học hiện đại thì các nghiên cứu đây chưa thật đầy đủ, nhưng chúng cũng có ý nghĩa khoa học và thực tiễn nhất định. Những nghiên cứu này đã chứng minh rằng trong thành phần của tế bào động vật và thực vật có protein, lipid, và những chất khác mà có thể sử dụng cho dinh dưỡng và các nhu cầu khác.

Nửa cuối thế kỷ XVIII, Labiaze khi nghiên cứu thành phần nguyên tố các chất chiết xuất từ tế bào động vật và thực vật, đã nhận thấy rằng chúng được cấu tạo từ các nguyên tố như carbon, hydro, oxy và nhỏ.

Về sau, với các phương pháp phân tích hoá học hiện đại đã chỉ ra rằng thành phần nguyên tố các chất của cơ thể là rất phức tạp. Trong thành phần của chúng còn tìm thấy những nguyên tố khác với số lượng rất khác nhau.

Sự phức tạp về thành phần hoá học của các tế bào cơ thể động vật đã được các nhà nghiên cứu hoá học hữu cơ chứng minh. Họ đã tìm thấy trong tế bào động vật sự có mặt của các chất hữu cơ phức tạp như protein, lipid, glucid và số lượng lớn các chất có cấu tạo đơn giản như acid amin, amid, acid béo, các dạng aldchyd, rượu, ke ton, benzol, pyrol... Đến thế kỷ XIX, trong thành phần tế bào cơ thể động vật người ta đã tìm thấy enzym, hormon, vitamin và các chất có hoạt tính sinh học cao đóng vai trò quan trọng trong trao đổi chất.

### **1.1. THÀNH PHẦN CÁC NGUYÊN TỐ CỦA TẾ BÀO CƠ THỂ**

Trong thành phần các chất của tế bào động vật đã tìm thấy gần 60 nguyên tố. Một phần các nguyên tố này có ở tất cả các động vật, chúng cần thiết để thực hiện các chức năng sống cơ bản. Những nguyên tố khác chỉ có ở một số loài động vật và nó quan trọng chỉ đối với các loài động vật nhất định, thường chúng xuất hiện ở tế bào động vật một cách ngẫu nhiên và sau đó lại đào thải khỏi cơ thể. ~

Đối với nhóm thứ nhất bao gồm các nguyên tố: oxy, hydro, carbon, Nitơ, lưu huỳnh, phospho, calci, natri, kim, do, ma giê, sắt, kẽm, đồng, iod, ma ngan, co ban.

Đối với nhóm thứ hai bao gồm: liti, nhôm, nhôm, flo, bạc, thủy ngân, chì, ni ken, ban, molibden, vàng, bo, than, crom... Tất cả các nguyên tố này được tìm thấy trong cơ thể với số lượng rất nhỏ và không có ở tất cả các động vật.

*Hàm lượng trung bình của một vài nguyên tố trong cơ thể động vật (% so với khối lượng cơ thể)*

Nguyên tố %	Nguyên tố %
<i>Oxy</i> ..... 62,43	<i>Nam</i> ..... 0,080
<i>Cacbon</i> ..... 21,15	<i>Ma giê</i> ..... 0,027
<i>Hydro</i> ..... 9,86	<i>Iod</i> ..... 0,014
<i>Nito</i> ..... 3,10	<i>Flo</i> ..... 0,009
<i>Canxi</i> ..... 1,90	<i>Sắt</i> ..... 0,005
<i>Phospho</i> ..... 0,95	<i>Kẽm</i> ..... 0,003
<i>Kali</i> ..... 0,23	<i>Brom</i> ..... 0,002
<i>Lưu huỳnh</i> .....0,08	<i>Nhôm</i> ..... 0,001
<i>Clo</i> ..... 0,08	<i>Kremni</i> ..... 0,001
	<i>Đồng</i> ..... 0,00015

Qua số liệu bảng trên cho thấy: ở trong tế bào cơ thể động vật hàm lượng chính là oxy, carbon, hydro và nhỏ. Từ các nguyên tố này đã cấu tạo nên các hợp chất hữu cơ chủ yếu của tế bào là protein, lipid và glucid.

Những động vật khác nhau có khả năng tích lũy loại nguyên tố này hay loại nguyên tố khác trong tế bào của chúng. Ví dụ, máu của động vật có vú chứa sắt, máu của chân khớp và thân mềm chứa đồng. Các tế bào của cơ thể động vật khác nhau cũng có nồng độ các nguyên tố khác nhau. Ví dụ, iod tập trung chủ yếu ở tế bào tuyến giáp trạng, lại ở tế bào phổi, đồng ở tế bào gan, kẽm ở tế bào sinh dục, thôm ở tế bào thần kinh. .. Ngày nay đã khẳng định rằng các nguyên tố vi lượng trong cơ thể mặc dầu số lượng rất nhỏ, nhưng đã tìm thấy ở trong enzym và hormon. Ví dụ, trong enzym peroxydase có sắt, enzym oxydase có đồng, trong hormon tyrosin có iod...

Thành phần các nguyên tố của tế bào động vật phụ thuộc vào loài động vật, lứa tuổi, điều kiện sống...

***Hàm lượng các thuyên tố chính trong cơ thể một số loài động vật (%)***

Nguyên tố	Mèo	Chuột	Ếch
Các bon	20,56	10,77	7,38
Hydro	10,52	10,15	10,28
Nito	3,31	3,21	2,17

Trong thành phần các chất còn có các nguyên tố phóng xạ như: kim, rubidi, man,



rười. Kali có ý nghĩa đặc biệt khi nghiên cứu các tia ~ và  $\alpha$ '. Cơ thể động vật có khả năng giữ các nguyên tố phóng xạ từ môi trường một thời gian với hàm lượng nhỏ.

## 1.2. CÁC HỢP CHẤT VÔ CƠ VÀ HỮU CƠ TRONG CƠ THỂ ĐỘNG VẬT

Các nguyên tố ở trong cơ thể dưới dạng các hợp chất vô cơ và hữu cơ với mức độ phức tạp khác nhau.

Nhóm chất thứ nhất: protein, glucid, lipid, lipoid, nước và muối vô cơ luôn luôn có trong thành phần tế bào động vật.

Nhóm chất thứ hai: amoniac,  $\text{CO}_2$ , ure, acid uric, creatin, glycerin và các chất khác là các sản phẩm phân giải của nhóm chất thứ nhất hay sản phẩm của quá trình tổng hợp.

Nhóm chất thứ ba là các chất có hoạt tính sinh học như enzym, hormon, vitamin...

Một trong những liên kết này trong tế bào là ở dạng phân tử hoà tan, dạng thứ hai là dạng ton và dạng thứ ba là trạng thái keo.

Kết quả của sự liên kết các chất với nhau của ba nhóm chất này sẽ tạo thành vô số các phức chất có thành phần phức tạp.

Tỷ lệ phần trăm các chất cơ bản ở một số tế bào động vật được thể hiện ở bảng sau:

**Bảng thành phần hoá học ở một số tế bào chính của cơ thể động vật có vú (%)**

	Tế bào .					
	<b>cơ</b>	<b>Máu</b>	<b>Gan</b>	<b>Não</b>	<b>Da</b>	<b>xương</b>
Nước	72-78	79	60-80	78	66	20-25
Vật chất khô	22-28	21	20-40	22	34	75-80
Protein	18-20	9,0	15	8,0	23	26
Lipid và lipoid	3,0	1,0	3-20	12-15	7,0	Rất ít
Lucid	0.6	0,1	1-15	0,1	Có	Có
Chất hữu cơ	1,0	0,14	Nhiều	1,0-2,0	Có	Rất ít
Chất vô cơ	1,0	0,9	Không có	1,0	0 6	45

## 1.3. NƯỚC TRONG CƠ THỂ ĐỘNG VẬT

Nước trong cơ thể động vật nông nghiệp chiếm trung bình khoảng 2/3 khối lượng cơ thể. Hàm lượng nước giảm dần theo lứa tuổi. Sự phân bố nước trong tế bào cũng khác nhau. Có loại tế bào chiếm tới 80% hoặc lớn hơn, nhưng có loại tế bào chỉ có 1

0% hoặc ít hơn. Một phần nước trong cơ thể nằm ở trạng thái tự do, nhưng phần lớn ở trạng thái liên kết. Protein và một số hợp chất khác của cơ thể tồn tại ở trạng thái keo. Nước trong các hệ thống keo ở dạng hydrat, muối hoặc liên quan với lực tương phòng. Loại liên kết này của nước rất quan trọng đối với đặc tính của nó trong tế bào động vật.

Sự hiểu biết về quá trình liên kết và bài tiết nước do các tế bào của cơ thể có ý nghĩa rất lớn trong việc nghiên cứu sự trao đổi nước ở động vật.

***Bảng Tỷ lệ nước trong tế bào động vật***

<b>Tế bào</b>	<b>Tỷ lệ</b>	<b>Tế bào</b>	<b>Tỷ lệ</b>
Răng	10	Chất trắng của não	70
Xương	22	Tủy sống	69
Tế bào mỡ	30	Da	72
Tế bào gân	49	Cơ	76
Tế bào sụn	55	Lách	76
Gan	74	Phổi	78
Tế bào mô liên kết	79	Máu	79
tim	79	Bạch huyết	95
Thận	83	Dịch dạ dày	97
Chất xám của não	85	Nước bọt	99

## **Chương 2**

### **PROTEIN**

#### **2.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ PROTEIN**

##### **2.1.1. Tên gọi**

Protein theo tiếng Hy Lạp "Protos" - có nghĩa là đầu tiên, quan trọng nhất, điều đó cho chúng ta thấy được vai trò quan trọng bậc nhất của protein đối với cuộc sống.

##### **2.1.2. Định nghĩa protein**

Người ta thường định nghĩa protein theo hai quan điểm:

###### *2.1.2.1. Theo quan điểm hoá học*

Các nhà hoá học căn cứ vào thành phần và cấu tạo hoá học của protein để định nghĩa. Họ cho rằng protein là nhóm chất hữu cơ lớn với hai đặc điểm đáng chú ý là:

- Phân tử có chứa Nitơ (azôt)
- Trọng lượng phân tử rất cao.

Có thể nói rằng: Protein là chất trùng phân cao phân tử của các acid amin.

###### *2.1.2.2. Theo quan điểm sinh vật học*

Các nhà sinh vật học lại dựa Vào giá trị dinh dưỡng và tầm quan trọng của protein đối với sự sống để định nghĩa. Theo quan điểm sinh vật học thì *protein là chất mang sự sống*. Điều này được ăng-ghe-n phát triển rất rành mạch trong tác phẩm nổi tiếng "Chống Đầy rinh và "Phép biện chứng tự nhiên". ăng ghen viết:

"... Sự sống là phương thức tồn tại của các thể protein, bản chất của nó bao hàm trong hiện tượng luôn luôn tự tái tạo những cấu trúc hoá học của những thể ấy". ông viết tiếp: "Bất cứ nơi nào có hiện tượng sống chúng ta đều thấy nó đi liền với thể protein và bất cứ nơi nào có protein không ở quá trình tan rã, chúng ta bắt buộc phải gặp hiện tượng sống", "Ngay những sinh vật hạ đẳng nhất mà chúng ta biết, bản thân cũng đã là một hạt protein".

Nội dung định nghĩa về sự sống của ăng ghen:

- Sự sống là phương thức tồn tại của protein. Protein ở đây là một cơ thể hoàn chỉnh có tổ chức, chứ không phải là một loại protein riêng biệt nào đó.

- Thể protein ở đây chứa đựng cả lớp nucleoprotein.

- Nội dung chính của sự vận động sống là sự trao đổi chất, sự tự thay cũ đổi mới các nguyên tố hoá học mà hiện tượng này không thể có trong một chất vô sinh. Bốn biểu hiện cụ thể của sự sống là:

+ Có khả năng vận động và đáp nhận kích thích bên ngoài

- + Có khả năng sinh trưởng, phát triển và sinh sản
- + Có khả năng di truyền và biến dị
- + Có khả năng trao đổi vật chất với môi trường bên ngoài

Trong tất cả 4 biểu hiện trên thì biểu hiện thứ tư của sự sống là quan trọng nhất. Bởi vì có trao đổi vật chất thì cơ thể mới có khả năng vận động và đáp ứng được các kích thích, mới có khả năng sinh trưởng, phát triển, sinh sản và mới có khả năng di truyền, biến dị được.

### 2.1.3. Các nguyên tố hoá học của protein

Qua phân tích hoá học người ta xác định được trong protein có các nguyên tố sau đây (tính theo % vật chất khô):

- Cacbon:..... 50,6 - 54,5
- Oxy:.....21,5 - 23,5
- Hydro:..... 6,5 - 7,3
- Nitơ:..... 15,0 - 17,6 (trung bình 16%)
- Lưu huỳnh:..... 0,3 - 2,5
- Phospho:..... 1,0 - 2,0

Nhận thấy rằng Nitơ luôn luôn có trong protein ở một lượng ít thay đổi, trên dưới 16%. Trong thực hành tỷ lệ này được dùng vào việc định lượng protein (phương pháp Kjeldahl).

$$N_{\text{protein}} = \frac{(\text{N tổng số} - \text{N phi protein})}{16} \times 100 = (\text{N tổng số} - \text{N phi protein}) \times 6,25$$

số lượng protein = Số lượng N x 6,25 g.

(ở đây 6,25 g protein tương ứng với 10 Nitơ).

Cũng do vậy là nguyên tố thường trực của protein nên trong ngôn ngữ thường ngày người ta dùng chữ "ĐẠM" hiểu ngầm là protein.

Ngoài các nguyên tố hoá học kể trên, trong thành phần protein còn có các nguyên tố vi lượng và các nguyên tố siêu vi lượng. Mặc dầu số lượng các nguyên tố đó trong protein rất thấp (khoảng  $0,3 \cdot 10^{-3}\%$ ) nhưng chúng đóng vai trò quan trọng trong quá trình hoạt động sống của động vật, đặc biệt là trong thành phần của enzym và hormon.

*Ví dụ:*

Iod có trong tuyến giáp trạng

Lại có ở mô phổi

Đồng có ở tuyến gan

Kẽm có ở tuyến sinh dục...

#### ***2.1.4. Vai trò sinh học của protein***

protein giữ vai trò rất quan trọng trong tất cả các quá trình sinh học. ý nghĩa đáng kể nhất của chúng được thể hiện qua các vai trò chủ yếu sau đây:

##### ***Vai trò tạo hình***

Ngoài các protein làm nhiệm vụ cấu trúc như vỏ virus, màng tế bào, ta còn gặp những protein thường có dạng sợi như: fibroin của tơ tằm, nhện; collagen, elastin của mô liên kết, mô xương... Các chất này có tác dụng tạo hình đảm bảo độ bền và tính mềm dẻo của các mô liên kết.

##### ***Vai trò xúc tác***

Hầu hết các phản ứng sinh hóa học xảy ra trong cơ thể đều do các protein đặc biệt đóng vai trò xúc tác. Những protein này được gọi là enzym. Mặc dầu gần đây người ta đã phát hiện được một loại ARN có khả năng xúc tác quá trình chuyển hóa tiền ARN thông tin (pro-m ARN) thành ARN thông tin im ARN), nghĩa là enzym không nhất thiết phải là protein. Tuy nhiên, hầu hết các phản ứng xảy ra trong cơ thể sống đều được xúc tác bởi các enzym có bản chất protein. Vì vậy, người ta thường định nghĩa enzym là những protein có khả năng xúc tác đặc biệt cho các phản ứng sinh hóa học.

##### ***Vai trò bảo vệ***

Protein có chức năng chống lại bệnh tật bảo vệ cơ thể. Đó là các protein tham gia vào hệ thống miễn dịch. Đặc biệt nhiều loại protein thực hiện các chức năng riêng biệt tạo nên hiệu quả miễn dịch đặc hiệu và không đặc hiệu. Các protein miễn dịch được nhắc đến nhiều nhất là các kháng thể, bổ thể và các cytokine. Ngoài ra, một số protein còn tham gia vào quá trình đông máu để chống mất máu cho cơ thể. Một số loài có thể sản xuất ra những độc tố có bản chất protein như enzym nọc rắn, lectin... có khả năng tiêu diệt kẻ thù để bảo vệ cơ thể.

##### ***Vai trò vận chuyển***

Trong cơ thể động vật có những protein làm nhiệm vụ vận chuyển như hemoglobin, mioglobin, hemocyanin vận chuyển  $O_2$ ,  $CO_2$  và  $H^+$  đi khắp các mô bào, các cơ quan trong cơ thể. Ngoài ra, còn có nhiều protein khác như lipoprotein vận chuyển lipid, seruloplasmin vận chuyển đồng (Cu) trong máu. Một trong những protein làm nhiệm vụ vận chuyển được nhắc đến nhiều nhất đó là hemoglobin.

##### ***Vai trò vận động***

Nhiều protein làm nhiệm vụ vận động cơ rút như miosin và actin của sợi cơ, chuyển dịch vị trí của nhiễm sắc thể trong quá trình phân bào...

### ***Vai trò dự trữ và dinh dưỡng***

Các protein làm nhiệm vụ dự trữ như casein của sữa, ovalbumin của trứng, ferritin của lách (dự trữ sắt). . . Các protein dự trữ này chính là nguồn cung cấp dinh dưỡng quan trọng cho các tổ chức mô, phôi phát triển.

### ***Vai trò dẫn truyền tín hiệu thần kinh***

Nhiều loại protein tham gia vào quá trình dẫn truyền tín hiệu thần kinh đối với các kích thích đặc hiệu sắc tố thị giác rodopsin ở võng mạc mắt.

### ***Vai trò điều hòa***

Nhiều protein có khả năng điều hòa quá trình trao đổi chất thông qua việc tác động lên bộ máy thông tin di truyền như các hormon, các protein ức chế đặc hiệu enzym... Ví dụ điển hình là các protein repressor ở vi khuẩn có thể làm ngừng quá trình sinh tổng hợp enzym từ các đến tương ứng.

### ***Vai trò cung cấp năng lượng***

Protein là nguồn cung cấp năng lượng cho cơ thể sống. Khi thủy phân protein, sản phẩm tạo thành là các acid amin, từ đó tiếp tục tạo thành hàng loạt các sản phẩm khác trong đó có các cetoacid, aldehyd và acid carboxylic. Các chất này đều bị oxy hóa dần tạo thành CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O, đồng thời giải phóng ra năng lượng.

## **2.2. CẤU TẠO HÓA HỌC CỦA PROTEIN**

### ***2.2.1. Acid amin - đơn vị cơ bản cấu tạo nên phân tử protein***

Vào đầu thế kỷ XIX (thời kỳ của nhà hoá học Hà Lan Mulder) người ta chưa phân biệt được protein của động vật và thực vật. Người ta tưởng rằng protein là đồng nhất, chỉ khác nhau về số lượng ở các sinh vật.

Mãi cho tới năm 1820 lần đầu tiên Braconno đã dùng kiềm và acid đặc để thủy phân protein ở nhiệt độ cao (100 - 120<sup>0</sup>c) và đã thu được các acid amin đầu tiên, trong đó có tinh thể glycol.

Năm 1871 Lubavin đã cho thấy rằng protein dưới tác dụng của các dịch tiêu hoá phân tích thành các acid amin.

Đặc biệt công trình của Fisher (1901 - 1902) đã có ý nghĩa quan trọng về việc nghiên cứu bản chất hoá học của protein.

Tất cả các công trình nghiên cứu trên đã cho chúng ta thấy rằng: thành phần phân tử của protein là các acid amin.

Ngày nay, người ta đã tìm thấy hơn 200 acid amin khác nhau, nhưng trong thành phần của protein tự nhiên thường có 20 loại acid amin.

#### ***2.2.1.1. Định nghĩa acid amin***

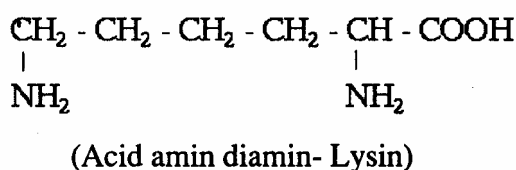
Acid quân là một acid hữu cơ, mà trong đó một nguyên tử hydro của gốc carbon

alfa (Ca) được thay thế bởi nhóm quan (NH<sub>2</sub>)



Nếu trong một acid amin có hai nhóm quan thì nhóm quan thứ 2 nằm ở vị trí carbon cuối cùng kể từ nhóm carboxyl (COOH).

Ví dụ:



#### 2.2.1.2. Hoạt tính quang học của acid amin

Chỉ trừ glycin trong phân tử chất này không có nguyên tử carbon bất đối, còn tất cả các acid amin còn lại đều có ít nhất một nguyên tử carbon bất đối (tức là bốn hóa trị của nó được bão hòa bởi bốn nhóm nguyên tử khác nhau - ký hiệu C\*), do đó chúng đều có khả năng làm quay mặt phẳng phân cực của ánh sáng, nghĩa là chúng đều là những chất hoạt quang.

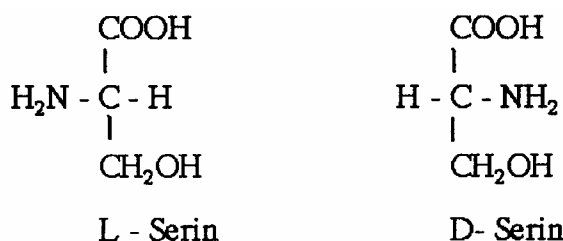
Tất cả các acid amin có trong thành phần protein đều có cấu hình L ở nguyên tử carbon α, các acid amin có cấu hình D rất ừ gặp trong thiên nhiên.

Chữ L cho ta biết cấu lluul của phân tử chứ không cho ta biết hướng góc quay của mặt phẳng phân cực .

- Các đồng phân hữu tuyến (làm quay mặt phẳng phân cực sang phải) được ký hiệu bằng dấu (+)

- Các đồng phân tả tuyến (làm quay mặt phẳng phân cực sang trái) được ký hiệu bằng dấu (-)

Người ta qui ước rằng đối với glucid, chất aldehyd D-glyceric được chọn làm chất tiêu chuẩn để so sánh, còn đối với acid amin L-serin được chọn làm chất tiêu chuẩn.

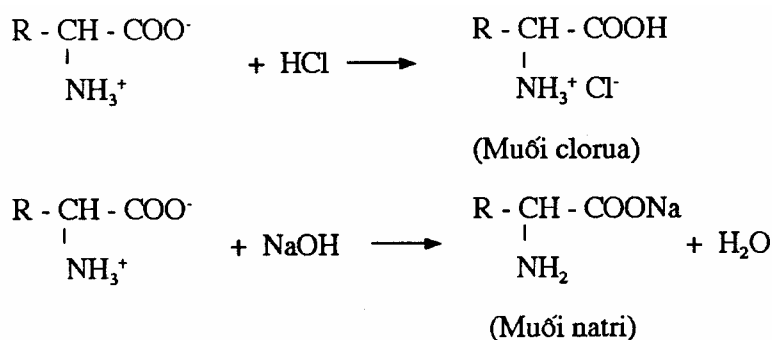


Đa số các acid amin dãy D đều có vị ngọt, còn các acid quan thiên nhiên thuộc

dãy L - thì đều có vị đắng hoặc không vị.

Các acid amin tổng hợp đều là những RAXEMAT không có tính hoạt quang, nghĩa là một hỗn hợp cùng phân tử của dạng D và dạng L.

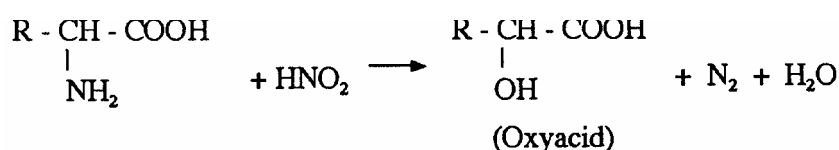
2.2.1.3. Các phản ứng hoá học đặc trưng của acid amin \* Phản ứng với acid và bazơ tạo thành muối



ứng dụng: Do tính chất lưỡng tính nên acid amin là những chất đệm tốt, ổn định độ pH.

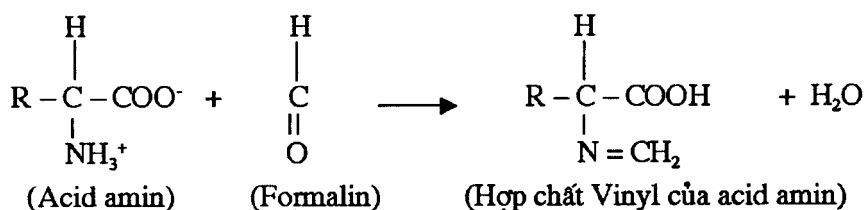
\* Phản ứng với acid Nitơ (hay là phản ứng Van-slyke)

Trừ threon và oxyprolin (hai chất này là iminoacid) các acid amin đều phản ứng với iem nào để giải phóng khí Nitơ:



ứng dụng: Căn cứ vào lượng nhỏ thoát ra người ta có thể tính được hàm lượng của acid amin trong dung dịch.

\* Phản ứng Sorensen (phản ứng với Aldehydformic -formalin)

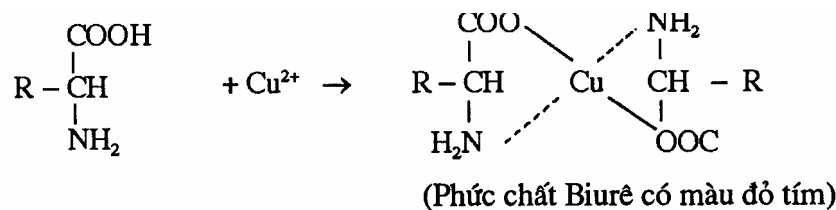


ứng dụng: Bằng cách chuẩn độ với dung dịch kiềm tiêu chuẩn người ta có thể xác định được hàm lượng acid amin có trong dung dịch.

\* Phản ứng với kim loại nặng

Acid amin tạo thành các muối phức nội phân tử với các chuồng của kim loại nặng, đặc biệt là với ion Cu<sup>2+</sup>.





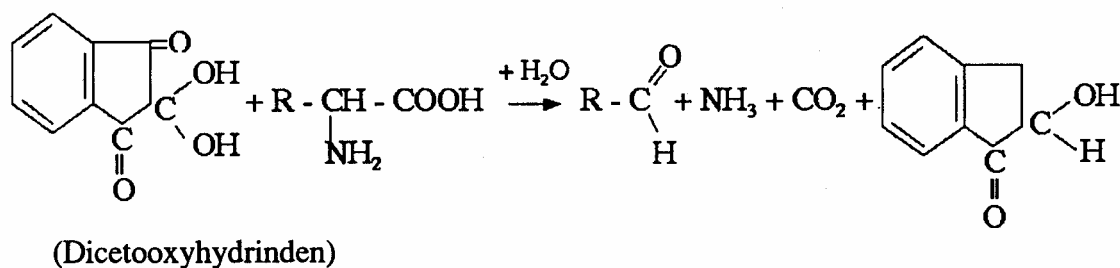
*\* Phản ứng Sanger*

Đây là một phương pháp phổ biến nhất dùng để xác định acid amin trong mạch polypeptid từ đầu N.

Khi nghiên cứu tính chất hóa học của acid quân ta đã thấy rõ nhóm a-amin có thể trùng hợp với dinitrobenzen. Trong mạch polypeptid chỉ có một nhóm a-amin tự do. ở đầu N, khi trùng hợp sẽ tạo thành dinitrophenyl-polypeptid. Môi liên hệ này rất bền vững, do đó khi dùng HCl để thủy phân protein sẽ giải phóng ra tất cả các acid nhún tự do cùng với acid amin. nằm ở đầu N dưới dạng dinitrophenyl-aminoacid (DNP-aminoacid). Sau đó bằng phương pháp sắc ký có thể dễ dàng nhận biết tên của acid amin đó.

*\* Phản ứng màu với ninhydrin (trixetohydrinden)*

Khi đun nóng các acid D- quan với ninhydrin, nếu môi trường pH < 5 thì chúng sẽ bị oxy hoá và phân giải thành aldehyd tương ứng, CO<sub>2</sub> và NH<sub>3</sub>



Nếu pH > 5 thì sẽ sinh hợp chất màu lục.

Người ta có thể tính được hàm lượng acid amin tham gia trong phản ứng bằng cách định lượng khí CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> hoặc aldehyd vừa tạo thành trong phản ứng.

Phản ứng của acid amin với ninhydrin được sử dụng nhiều để định tính và định lượng acid amin, đặc biệt là phương pháp sắc ký trên giấy và sắc ký trên cột nhựa trao đổi lớn nhờ máy phân tích acid amin tự động do Spackman, Stein và Moose đề xướng. Phản ứng này rất nhạy, có thể cho phép ta xác định được các acid amin có nồng độ rất nhỏ (vài microgam).

*2.2.1.4. Phân loại các acid amin*

Có nhiều cách để phân loại acid amin. Các acid amin có thể phân loại theo hai quan điểm: Quan điểm hoá học và quan điểm sinh vật học

*\* Quan điểm hoá học* (tức là xét về mặt cấu tạo phân tử và các hoá tính), người ta thường chia acid amin ra:

- Acid amin mạch thẳng: Trong acid amin mạch thẳng phụ thuộc vào số lượng nhóm quan ( $\text{NH}_2$ ) và nhóm carboxyl ( $\text{COOH}$ ) mà lại chia ra:

+ Acid monoamin- monocarboxylic (chứa 1 nhóm  $\text{NH}_2$  và 1 nhóm  $\text{COOH}$ )

+ Acid monoamin- dicarboxylic (chứa 1 nhóm  $\text{NH}_2$  và 2 nhóm  $\text{COOH}$ )

+ Acid diamin- monocarboxylic (chứa 2 nhóm  $\text{NH}_2$  và 1 nhóm  $\text{COOH}$ )

- Acid amin mạch vòng: gồm loại vòng đồng nhất và loại dị vòng.

\* *Quan điểm sinh vật học* (tức là xét tầm quan trọng đối với sự dinh dưỡng của động vật). Theo quan điểm này, acid amin gồm hai loại:

- *Loại không thay thế được* (indispensable amino acid) hay còn gọi là acid amin thiết yếu (essential amino acid - EAA): Đây là loại acid amin rất cần thiết cho cơ thể động vật để cho quá trình sinh trưởng và phát triển. Cơ thể động vật không thể tự tổng hợp được để thỏa mãn nhu cầu của bản thân mà phải thường xuyên đưa từ bên ngoài vào với thức ăn

Đối với động vật nói chung có 9 acid amin không thay thế được: Vang, leucin, isoleucin, treonin, methionin, phenylalanin, tryptophan, lysin, histidin.

*Loại thay thế được* (dispensable amino acid) hay còn gọi là acid amin không thiết yếu (nonessential amino acid - NEAA): tức là loại acid amin mà cơ thể động vật có thể tự tổng hợp được từ các nguyên liệu sẵn có (các acid béo, amiac, amid...). Nhóm này gồm các acid amin còn lại.

Cần phải chú ý thêm rằng không phải mọi acid amin đều có tác dụng v~i ảnh hưởng như nhau đối với các loại động vật mà mỗi gia súc, gia cầm có những nhu cầu đặc trưng của mình đối với từng loại acid amin. Có loại động vật cần tới 10 acid amin không thay thế (ví dụ như đối với gà con thì arginin là acid tin không thay thế), nhưng có loại động vật lại chỉ cần 8 acid amin không thay thế (ví dụ như người thì histidin được xếp vào nhóm acid amin thay thế).

Một số acid amin không được xếp vào nhóm không thể thay thế hay nhóm thay thế mà chúng được xếp vào nhóm bán thay thế (sâm- dispensable) hay còn gọi là bán thiết yếu (semi-essential). Thuộc nhóm này có arginin, cystein, tyrosin. Arginin được coi là bán thay thế đối với lợn vì arginin có thể được tổng hợp từ glutamin. Tuy vậy, sự tổng hợp này không đủ đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng trong giai đoạn đầu của quá trình phát triển cơ thể. Do đó khẩu phần cho lợn sinh trưởng phải chứa một lượng arginin nhất định. Nhiều nghiên cứu cho thấy ở giai đoạn sau khi thành thục về tính và giai đoạn mang thai lợn có thể ứng hợp arginin với số lượng đủ đáp ứng nhu cầu của chúng, nhưng không đủ để đáp ứng nhu cầu tiết sữa của lợn nái. Cystein có thể được tổng hợp từ methionin. Tuy vậy, cystein và dạng oxy hoá của nó là cystin có thể đáp ứng khoảng 50% nhu cầu của tổng lượng acid amin chứa lưu huỳnh (methionin, cystein). Tyrosin được tổng hợp từ phenylalanin và có thể đáp ứng tối thiểu 50% tổng

nhu cầu của tyrosin và phenylalanin, nhưng nó không thể là nguồn duy nhất và không thể thay thế cho phenylalanin vì nó không thể chuyển được thành phenylalanin.

#### *2.2.1.5. Các loại acid amin*

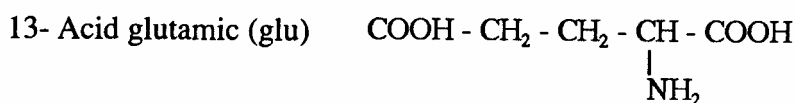
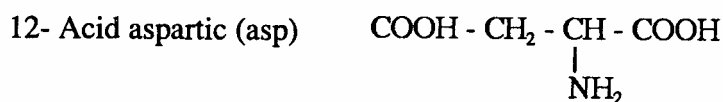
Có 20 loại acid amin tham gia vào cấu trúc của mô bào căn cứ vào nhóm quan và nhóm carboxyl trong phân tử mà acid amin chia ra:

Các acid amin mạch thẳng:

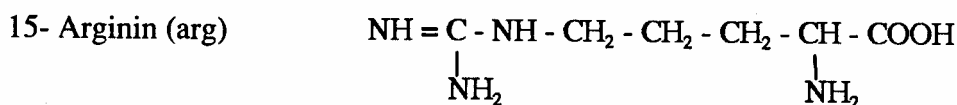
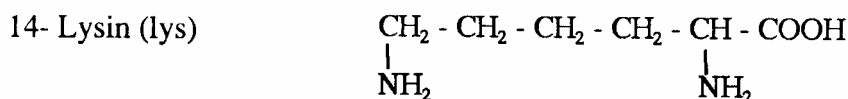
\* Acid monoamin- monocarboxylic:

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1- Glycin (gly)      | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$   |
| 2- Alanin (ala)      | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$   |
| 3- Serin (ser)       | $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$  |
| 4- Cystein (cys)     | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$   |
| 5- Cystin            | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{S} \quad \text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{S} \quad \text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \end{array}$ |
| 6- Methionin (met)   | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad \quad   \\ \text{S} - \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$  |
| 7- Treonin (tre)     | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$   |
| 8- Valin (val)       | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \quad \backslash \\ \quad \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \quad / \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$                                    |
| 9- Leucin (leu)      | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \quad \backslash \\ \quad \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \quad / \quad \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$          |
| 10- Isoleucin (Ileu) | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \quad \backslash \\ \quad \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \quad / \quad   \\ \text{H}_3\text{C} - \text{H}_2\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$               |
| 11- Norleucin        | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \quad \quad \quad \quad \quad   \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$                   |

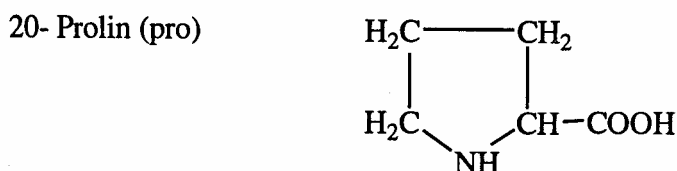
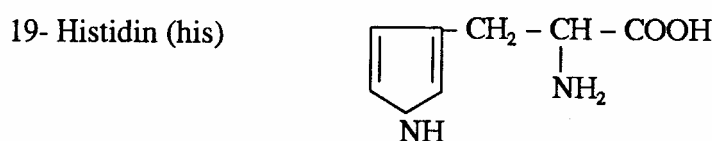
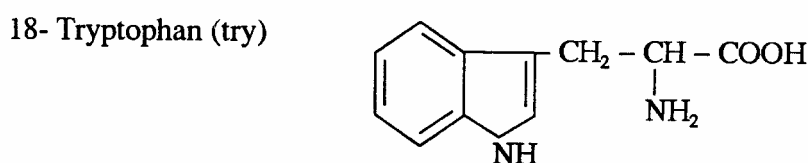
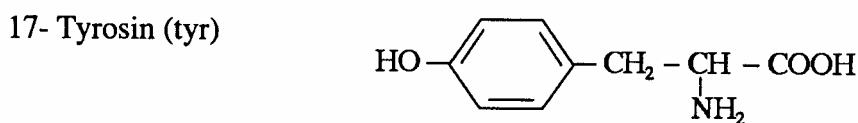
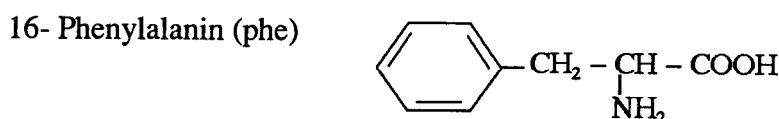
*\* Acid monoamin- dicarboxylic*



*\* Acid diamin monocarboxylic*



*\* Các acid amin mạch vòng*



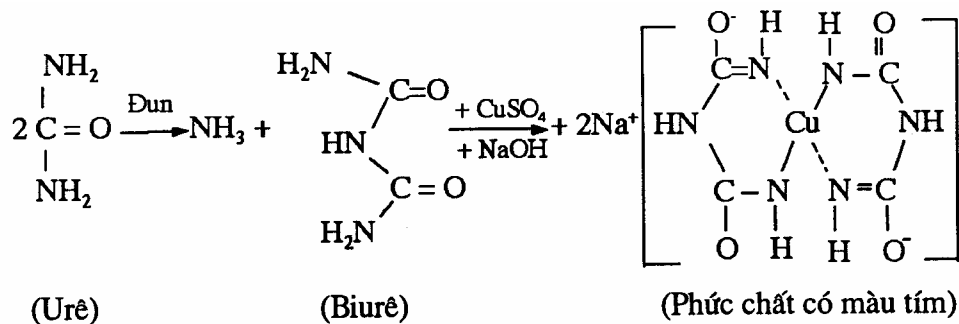
### 2.2.2. *Kết cấu của các acid amin trong phân tử protein*

(Các kiểu trên kết của acid amin trong phân tử protein)

Dùng phương pháp thủy phân người ta đã tìm ra được đơn vị cấu tạo của protein là acid amin. Trong phân tử protein số lượng acid amin thường rất lớn, cho nên ta cần nghiên cứu xem chúng liên kết với nhau như thế nào.

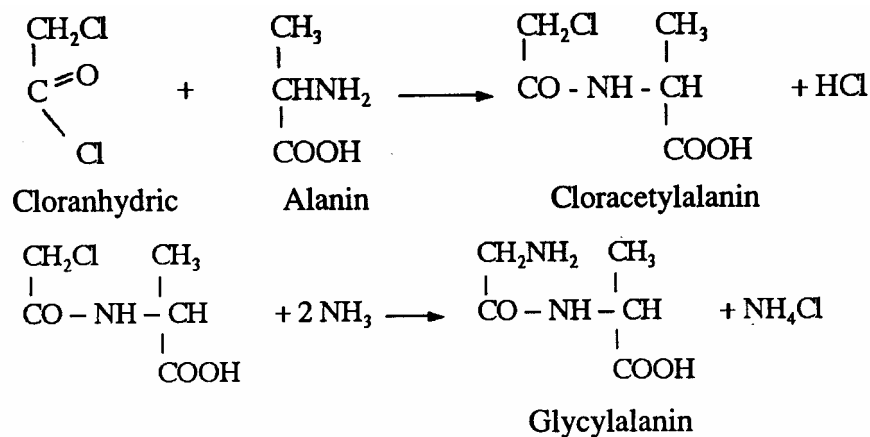
#### 2.2.2.1. *Cấu trúc bậc một của protein - liên kết peptid (-CO - NH-)*

Cuối thế kỷ XIX nhà sinh hoá học Nga Đa-nhi-lep-ski đã đề ra giả thuyết rằng các acid amin liên kết với nhau nhờ bên kết giữa nhóm carboxyl và nhóm quan (- Co - NH -) gọi là mạch peptid. ông đề ra thuyết này khi nghiên cứu phản ứng Biurê ở các dạng protein.



Giả thuyết của Đanhilepski ngay sau đó đã được nhà sinh hoá học người Đức là Fisher xác minh bằng thực nghiệm. Fisher đã tách riêng và nghiên cứu tỷ mỹ 19 acid amin và đã thử tổng hợp các peptid theo kiểu phản ứng sau đây:

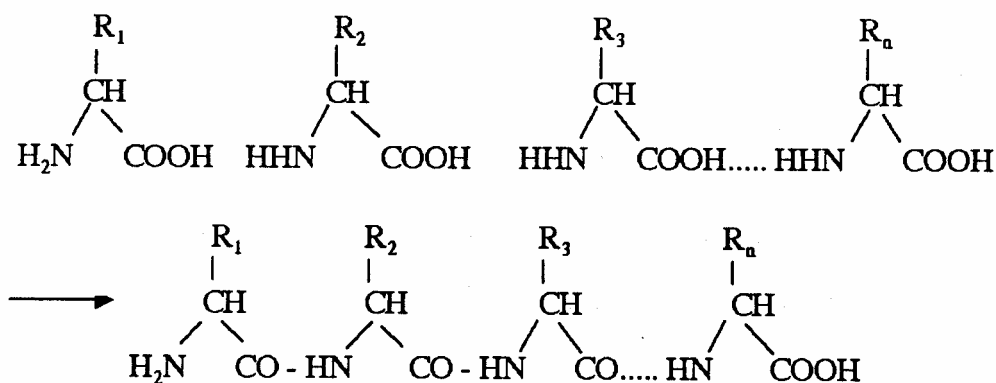
Dùng dẫn xuất cloranhydric của một acid béo nào đó cho tác dụng với acid quân ta sẽ được một hợp chất trung gian. Dem nó cho tác dụng với amiac ta sẽ thu được một dipeptid :



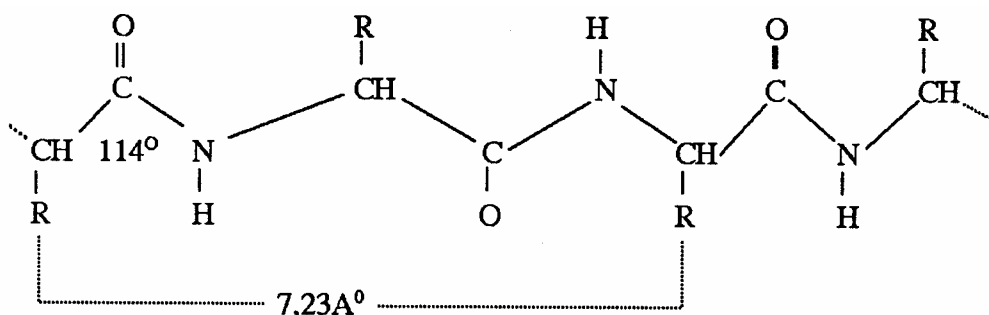
Dùng phản ứng này để nhân dài chuỗi peptid

Người ta thấy tính chất của các peptid tổng hợp được giống tính chất của sản phẩm thủy phân protein chưa triệt để. Trong thực hành người ta gọi peptid thủy phân được là pepton hoặc albumose.

Do đó ta có thể nói: Cơ sở cấu trúc bậc một của protein là mạch peptid (- Co - NH -), mạch được hình thành giữa nhóm carboxyl của acid amin thứ nhất với nhóm quan của acid quan tiếp theo sau khi loại khu đi một phân tử nước. Đây là liên kết đồng hoá trị nên nó rất bền vững.



Nhờ phương pháp nghiên cứu tinh thể bằng quang tuyến Ron-ghe-n người ta thấy những mạch peptid ở cấu trúc bậc một có hình thể và kích thước theo sơ đồ sau:



Tuỳ thuộc vào số lượng acid quân ta có dipeptid, tripeptid, tetrapeptid... và polypeptid. Tên gọi những peptid đơn giản dựa theo tên của acid amin hợp thành, những chất có - Co - đều biến đuôi -in thành -yl chất sau cùng có - COOH thì giữ nguyên tên. Ví dụ: glycyl- alanin.

Tính đặc trưng của protein không những phụ thuộc vào số lượng mà còn phụ thuộc vào thứ tự sắp xếp của các acid amin trong chuỗi peptid. Mỗi protein có số lượng và thứ tự sắp xếp các acid amin riêng và như vậy nó có chức năng riêng.

Nếu có 3 acid amin A, B và C ta có thể sắp xếp thành 6 peptid khác nhau ABC, ACB, BạC, BCA, CAB, CBA, có nghĩa là  $1. 2. 3 = 6$

Qui tắc chung là pH :  $1. 2. 3 \dots n = n !$

Nếu có 20 acid quân ta được con số peptid gồm 19 chữ số sau:

2.432.902.008.176.640.000

Cấu trúc bậc một của protein là yếu tố di truyền hết sức ổn định. Mỗi tổ hợp có thứ tự sắp xếp acid amin khác nhau, chỉ cần một acid amin nào đó trong tổ hợp khác đi thì tính chất vật lý, hoá học và sinh học của protein khác đi rất xa.

Ta lấy một vài thí dụ về cấu trúc bậc một của protein

\* Hồng cầu của người có 600 - 640 acid amin. Khi thứ tự của vlin và acid glutamic ở vị trí thứ 6 và 7 đổi chỗ cho nhau đã làm cho hồng cầu từ hình tròn biến thành hình lưỡi liềm (mà hồng cầu hình lưỡi liềm là một bệnh di truyền và là nguyên

nhân gây ra thoái hoá giống).

\* Phân tử insulin là một polypeptid bao gồm 51 acid amin chuỗi A có 21 gốc acid quan và chuỗi B có 30 gốc acid amin. Hai chuỗi nối với nhau bởi 2 cầu disulfit: cầu thứ nhất giữa gốc cystein ở vị trí 20 của chuỗi A và vị trí 19 của chuỗi B; cầu thứ hai giữa gốc cystein ở vị trí thứ 7 của cả 2 chuỗi.

Ở các động vật khác nhau, chúng chỉ khác nhau ở acid amin thứ 8, 9, 10.

	8	9	10
Bò	Alanin	Serin	Valin
Lợn	Treonin	Serin	Isoleucin
Cừu	Alanin	Glycin	Valin

\* Ocytocin và vasopressin là hai loại hormon của thùy sau tuyến yên, chúng đều có 9 acid amin, nhưng sắp xếp chỉ khác nhau ở vị trí số 3 và số 8.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ocytocin	Cys	Tyr	Ile	Glu	Asp	Cys	Pro	Leu	Gly
Varopressin	Cys	Tyr	Phe	Glu	Asp	Cys	Pro	Arg	Gly

Ocytocin có tác dụng làm tăng co bóp cơ trơn tử cung, còn vasopressin làm tăng huyết áp động mạch, chống lợi tiểu.

Việc phát hiện ra cấu trúc bậc một của các protein là một thành tựu rất lớn trong hoá học protein. Nó là cấu trúc quan trọng nhất, quyết định hình dạng và hoạt tính sinh học của các protein khác nhau. Tính muôn hình muôn vẻ của protein trước hết là đặc tính sinh học phụ thuộc vào cấu trúc bậc một. Hiện tượng đặc trưng sinh học chính là sự khác nhau về cấu trúc và chức năng của protein và là nguyên do của tính đặc trưng, đặc thù của sinh vật, tức là khác nhau về loài, giống, từng cá thể và các bộ phận trong từng cá thể

Quá trình di truyền ở sinh vật chính là hiện tượng truyền đạt lại cho đời sau cấu trúc bậc một của protein đặc thù của loài giống.

Cấu trúc của protein được mã hoá qua thiết kế mã di truyền ở acid nucleic.

#### 2.2.2.2. Cấu trúc bậc hai của protein - liên kết hydrogen

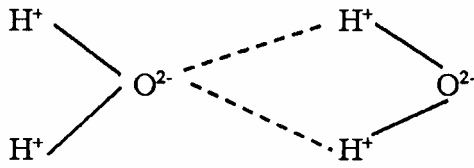
Liên kết hydrogen được phát hiện nhờ phương pháp quang phổ (phần hồng ngoại bị mạch này hấp phụ).

Liên kết hydrogen thường xuất hiện trong những hợp chất có hiện tượng phân cực rõ rệt trong phân tử.

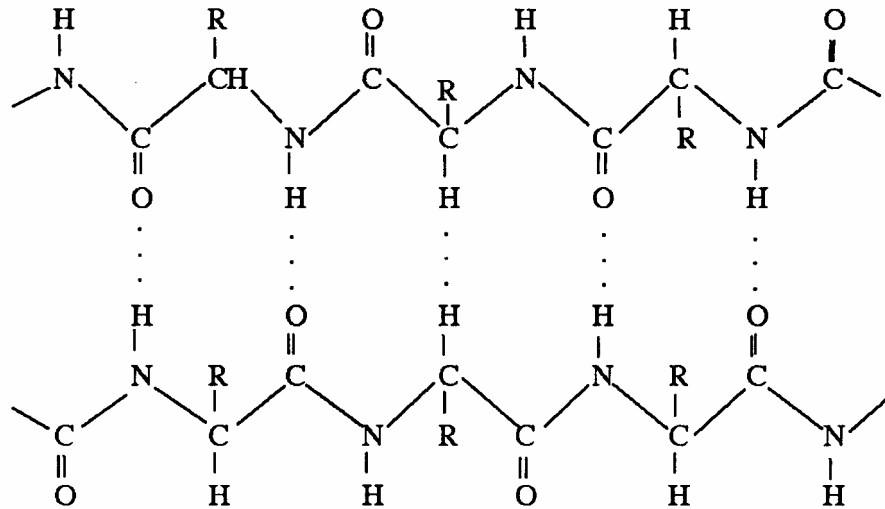
Ví dụ ở nước, do sự phân cực mà ở nguyên tử oxy có điện tích âm dư và ở hydro có điện tích dương dư. Khi hai phân tử nước nằm gần nhau đến một mức độ nhất định, giữa các điện tích dư đối dấu của chúng sẽ xảy ra liên kết phụ, gọi là liên kết



hydrogen. Đặc tính của liên kết này là không cố định mà có tính linh động, lực liên kết của nó yếu gấp 10 - 12 lần so với liên kết đồng hoá trị.



Trên mặt phẳng có thể biểu diễn liên kết hydrogen do các nhóm - Co - NH - của hai chuỗi peptid như sau:

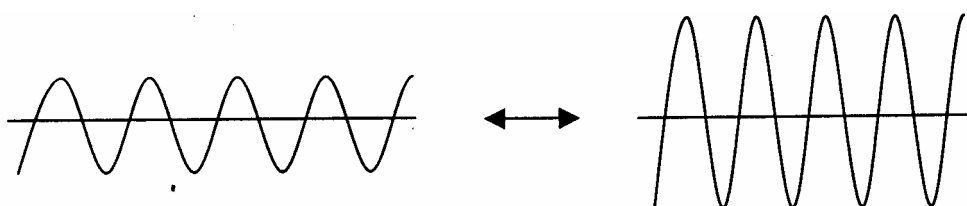


Dựa vào số liệu về kích thước phân tử và góc tạo nên bởi các gốc acid amin, người ta cho rằng chuỗi peptid trong protein tự nhiên thường cuộn theo hình xoắn ốc. Có nhiều kiểu xoắn ốc như  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ... Nhưng loại xoắn ốc kiểu  $\alpha$  (alfa) được nhiều người cho là gần chân lý nhất. Đặc điểm của loại này là mạch hydrogen giữa các liên kết peptid chiếm số đông, tạo cho xoắn ốc thể ổn định nhất và những nguyên tử sinh liên kết peptid - CO - NH - đều nằm trong một mặt phẳng.

- Nhiều protein của cơ, máu, các mô mềm chứa các đoạn xoắn chuỗi peptid cuộn lại theo hình lò xo, tạo thành những bước xoắn. Bước xoắn chứa 3,7 gốc acid amin.

- Dạng gấp nếp  $\beta$  là cấu trúc bậc hai đặc trưng cho nhiều protein dạng sợi như keratin ở lông, sừng, móng.

Liên kết hydrogen giữ vị trí đặc biệt quan trọng trong tính cơ động, linh hoạt của các phân tử sinh học, của protein cũng như mô bào. Chính cấu trúc bậc hai đã làm cho phân tử protein mềm dẻo có thể đàn hồi được.

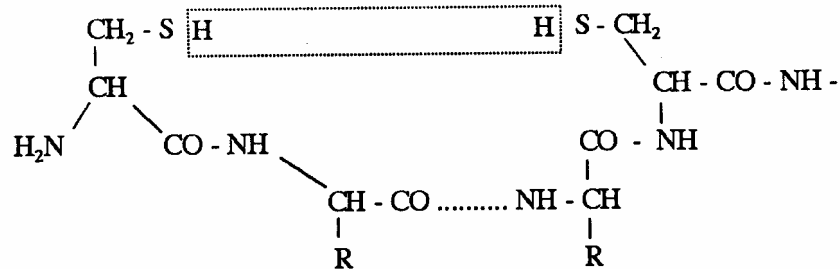


Mặc dù cấu trúc protein được củng cố rất nhiều bằng liên kết hydrogen, nhưng các thí nghiệm về hoá lý cho thấy rằng cấu tạo vòng xoắn ốc trong dung dịch không đủ bền và sẽ bị bung ra thành chuỗi nối. Điều này đưa đến việc đề ra cấu trúc bậc ba với nhiều loại liên kết có tác dụng ổn định đáng kể những mi xen protein dạng cầu.

### 2.2.2.3. Cấu trúc bậc ba của protein - liên kết disulfid (-S - S-)

Cấu trúc bậc ba là dạng không gian của cấu trúc bậc hai, làm cho phân tử protein có hình dạng gọn hơn trong không gian. Sự thu gọn như vậy giúp cho phân tử protein ổn định trong môi trường sống.

Cơ sở của cấu trúc bậc ba là liên kết disulfid. Liên kết được hình thành từ hai phân tử cystein nằm xa nhau trên mạch peptid nhưng gần nhau trong cấu trúc không gian do sự cuộn lại của mạch peptid. Đây là liên kết đồng hoá trị nên rất bền vững.

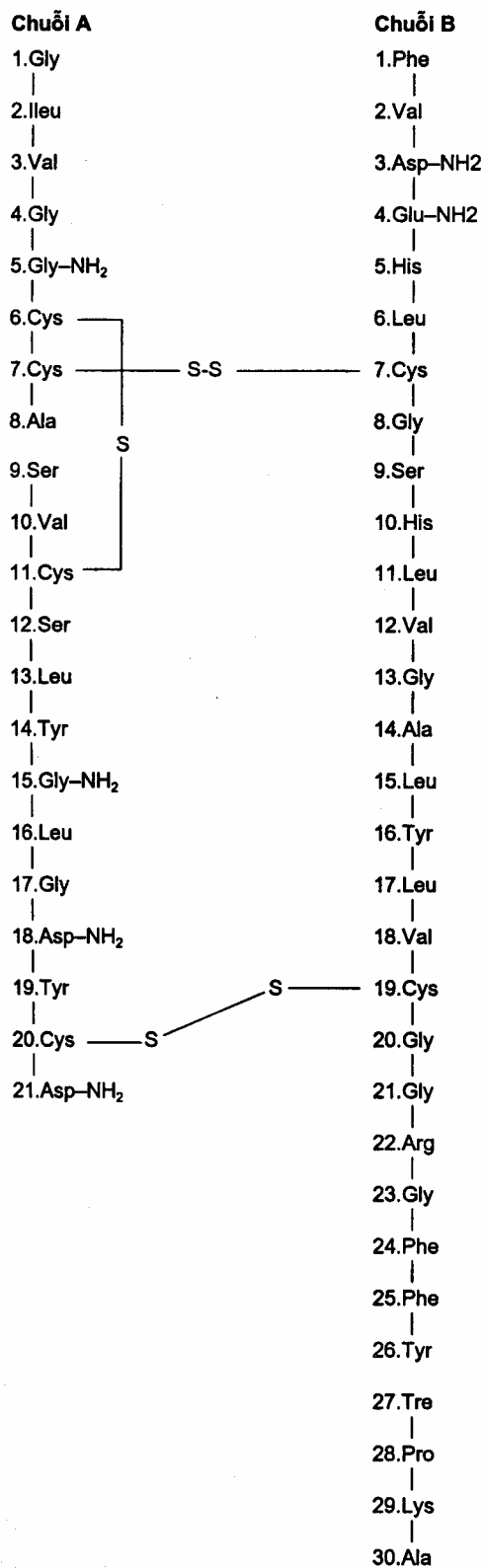


Cấu trúc bậc 3 đã tạo nên trung tâm hoạt động của phần lớn các loại enzym. Sự thay đổi cấu trúc bậc ba dẫn đến sự thay đổi hướng xúc tác của enzym hoặc mất khả năng xúc tác hoàn toàn.

Ngoài trên kết disulfit, cấu trúc bậc ba còn được ổn định (bền vững) nhờ một số liên kết khác như:

- Liên kết hydro: liên kết này xuất hiện khi giữa hai nhóm tích điện âm có nguyên tử hydro.

Liên kết ion: liên kết này hình thành giữa hai con trái dấu của hai gốc acid amin nằm xa nhau theo thứ tự trong chuỗi peptid, nhưng gần nhau trong cấu trúc không gian. Ví dụ: giữa  $\text{COO}^-$  của acid glutamic với  $\text{NH}_3^+$  của lysin. Loại liên kết này nằm rải rác trong phân tử do có một số gốc acid amin có hai nhóm  $\text{COOH}$  và  $\text{NH}_2$ .



Cấu trúc phân tử Insulin

Ví dụ về cấu trúc bậc 3 như: Phân tử insulin là một polypeptid bao gồm 51 acid amin chuỗi A có 21 gốc acid amin và chuỗi B có 30 gốc acid amin. Hai chuỗi nối với nhau bởi 2 cầu disulfid: cầu thứ nhất giữa gốc cystein ở vị trí 20 của chuỗi A và vị trí 19 của chuỗi B; cầu thứ hai giữa gốc cystein ở vị trí thứ 7 của cả 2 chuỗi. Trong chuỗi A còn có một cầu disulfit giữa 2 gốc cystein ở vị trí thứ 6 và 11. Insulin là hormone tuyến tụy tham gia điều hoà hàm lượng đường trong máu. Khi thiếu insulin, hàm lượng đường trong máu tăng cao, dẫn tới hiện tượng bệnh đái đường. Insulin có tác dụng hạ đường huyết bằng cách xúc tiến quá trình tổng hợp glycogen dự trữ từ glucose.

- Lực hấp dẫn Van der Waals: là lực hút giữa hai chất hoặc hai nhóm hoá học nằm cạnh nhau ở khoảng cách 1 - 2 lần đường kính phân tử.

Lực liên kết của các nhóm kỵ nước, những nhóm không phân cực ( $-CH_2$ ;  $-CH_3$ ) trong vang, leucin, isoleucin, phenylalanin... Nước trong tế bào đẩy các gốc này lại với nhau, giữa chúng xảy ra các lực hút tương hỗ và tạo thành các búi kỵ nước trong phân tử protein.

Do có cấu trúc bậc ba mà các protein có được hình thù đặc trưng . và . phù hợp với chức năng của chúng. Ở các protein chức năng như enzym và các kháng thể, protein của hệ thống đông máu... thông qua cấu trúc bậc ba mà hình thành được các trung tâm hoạt động là nơi thực hiện các chức năng của protein.

Sự duy trì hình dạng giúp protein ở trạng thái nguyên vẹn, tức là các hoạt tính sinh học được duy trì. Mỗi biến đổi của hình dạng kéo theo sự biến đổi của hoạt tính.

Đô men cấu trúc (Structural domain) được nghiên cứu từ 1976, đến nay người ta cho rằng sự hình thành đô men rất phổ biến ở các chuỗi peptid tương đối dài.

Đô men cấu trúc có thể được định nghĩa là những bộ phận, những khu vực trong một phân tử protein được cuộn gấp trong không gian giống như một phân tử protein nhỏ hoàn chỉnh và thường là những nơi thực hiện chức năng liên kết, chức năng lắp ráp của phân tử protein trong hoạt động chức năng của nó. Trong nhiều protein, đô men gắn liền với chức năng kết hợp đặc hiệu và ở nhiều enzym được cấu tạo từ các đô men thì trung tâm hoạt động lại được bố trí ở biên giới của hai hay nhiều đô men.

Sự thành thành các đô men trong phân tử protein tạo ra khả năng tương tác linh hoạt giữa các đại phân tử, khả năng cơ động, dịch chuyển tương ứng giữa những bộ phận trong quá trình thực hiện chức năng sinh học. - ở những protein nguồn gốc khác nhau, nhưng có chức năng tương tự thì các đô men có cấu trúc tương đối giống nhau.

#### 2.2.2.4. Cấu trúc bậc bốn của protein

Là một trạng thái tổ hợp hình thành từ nhiều tiểu phần protein đã có cấu trúc bậc ba hoàn chỉnh.

Một số protein có xu hướng kết hợp lại với nhau thành những phức hợp, thành những đại phân tử, không kéo theo sự biến đổi về hoạt tính sinh học.

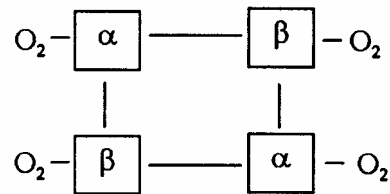
Rất nhiều trường hợp protein phải tổ hợp lại mới có hoạt tính sinh học. Trong những trường hợp này, cấu trúc bậc bốn là điều kiện để hình thành nên tính năng mới của protein.

Ví dụ về cấu trúc bậc bốn:

- Hemoglobin (Huyết sắc tố) gồm 4 tiểu phần protein: hai tiểu phần  $\alpha$  và hai tiểu phần  $\beta$ . Nếu 4 tiểu phần tách rời nhau thì mỗi tiểu phần không thể vận chuyển được một phân tử  $O_2$ . Khi kết hợp lại thành trạng thái tetramer tạo thành một khối không

gian đặc

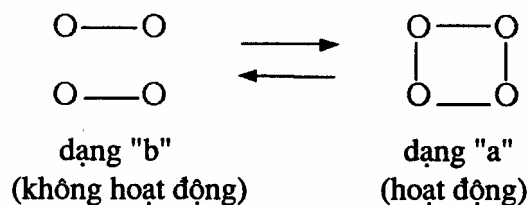
thứ gần như hình tứ diện thì mới có khả năng kết hợp và vận chuyển khí oxy. Một phân tử hemoglobin (Hít) vận chuyển được 4 phân tử oxy.



- Enzym glycogen phosphorylase (ở cơ, gan) xúc tác quá trình phân giải glycogen thành glucose.

+ Ở trạng thái không hoạt động enzym này ở dạng "b" (dạng hai dimer tách rời nhau).

+ Ở trạng thái hoạt động (khi có tín hiệu cần đường) hai dimer tổ hợp lại thành tetramer (dạng "a").



Khi nhu cầu giải phóng glucose giảm, tetramer lại tách thành hai dimer, enzym trở lại dạng không hoạt động.

Tuỳ theo protein mà số lượng monomer có thể thay đổi từ 2,4,6,8 là phổ biến, cá biệt có thể lên tới trên 50 monomer.

Sự hình thành cấu trúc bậc bốn tạo điều kiện cho quá trình điều tiết sinh học thêm tinh vi, chính xác.

### 2.3. CÁC ĐẶC TÍNH CỦA PROTEIN

#### 2.3.1 Trọng lượng phân tử

Ngay phần định nghĩa đã nhấn mạnh: đặc điểm của protein là trọng lượng phân tử rất cao. Những nghiên cứu khác nhau gần đây cho thấy trọng lượng phân tử thực của protein nằm trong khoảng 6.000 - 12.000. Tuy nhiên, trong điều kiện tự nhiên phân tử protein thường liên kết với nhau tạo thành những phần (gọi là mixen) có trọng lượng phân tử rất lớn đạt tới hàng triệu.

Trọng lượng phân tử của một số loại protein:

Albumin sữa 17.400

Albumin trứng 44.000

Globulin huyết thanh	310.000
Hemoglobin người	68.000
Enzym pepsin	45.000
Enzym ribonuclease	12.700
Siêu vi khuẩn cúm	322.000.000

Có thể nói: protein là "đại phân tử" bởi vì thành phần của nó gồm hàng trăm, hàng nghìn nguyên tử liên kết với nhau chủ yếu bằng liên kết đồng hoá trị.

### **2.3.2. Trạng thái keo**

Đầu thế kỷ XIX các nhà khoa học bàn cãi khá lâu về trạng thái nguyên sinh chất (protoplasma) ở sinh thể, bởi vì cố những mâu thuẫn:

\* Có thể nguyên sinh chất là trạng thái lỏng. Bởi vì tại sao các phản ứng hoá học tiến hành ở trong cơ thể với tốc độ nhanh? Điều này đặc trưng cho môi trường lỏng.

\* Nhưng tại sao cơ thể lại có khả năng giữ những hình thù đặc biệt của mình? Tính chất này chỉ có ở thể rắn.

Mỗi mâu thuẫn đó được giải thích khi người ta phát hiện ra trạng thái keo của protein.

Trạng thái keo của protein thể hiện ở các đặc điểm sau:

- Gây áp suất thẩm thấu rất thấp 30 - 40mm Hg (0,03 atm)
- Khả năng khuếch tán ít
- Độ nhớt cao.

Độ nhớt phản ánh cấu trúc (hình dạng, kích thước) của phân tử - Kích thước càng lớn độ nhớt càng cao.

Nếu lấy độ nhớt của nước làm chuẩn là 1 thì:

Độ nhớt của albumin trứng gà là 1,2 - 1,57

Độ nhớt của gelatin là 4,54 - 14,2

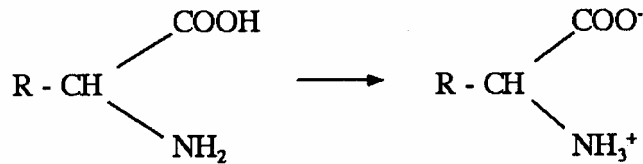
- Khả năng hấp phụ các chất khác khá cao
- Khả năng khuếch tán ánh sáng (hiện tượng Tindal) tức là khi cho 1 tia sáng qua dung dịch protein trên nền đục của dung dịch ta nhận rõ được những tia đó.

### **2.3.3. Lượng tính và điểm đẳng điện**

#### **2.3.3.1. Tính tương tính**

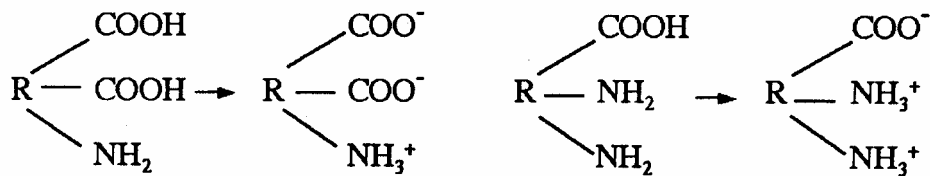
Trong dung dịch nước, phân tử protein có khả năng tác động như một acid, hoặc một kiềm yếu, bởi vì trong phân tử protein có các nhóm định chức quản và carboxyl có khả năng phân ly.

Phân tử protein mang cả điện tích dương và điện tích âm như vậy gọi là amphiol.



Khả năng phân ly của nhóm guan và nhóm carboxyl thay đổi phụ thuộc vào điều kiện môi trường, cụ thể là độ pH. Khi độ pH thấp, ion H<sup>+</sup> ở môi trường nhiều thì nhóm COOH giảm sự phân ly. Ngược lại, nếu môi trường kiềm, tức ton OH nhiều thì NH<sub>2</sub> sẽ bớt phân ly.

Vì số lượng nhóm guan và carboxyl trong phân tử protein khác nhau, cho nên nếu số lượng nhóm COOH trội hơn nhóm NH<sub>2</sub> thì sau khi phân ly, điện tích tổng số của hạt keo protein sẽ có dấu âm và ngược lại.



Khi cho dòng điện một chiều đi qua môi trường đó thì những hạt keo nói trên sẽ di chuyển về điện cực tương ứng.

Tuỳ đại lượng điện tích, tuỳ trọng lượng phân tử mà tốc độ di chuyển của mỗi loại protein khác nhau. Đó là cơ sở của phương pháp điện di trên giấy.

### 2.3.3.2. Điểm đẳng điện

Như chúng ta đã biết, khả năng phân ly của các nhóm guan và carboxyl chịu sự chi phối của phản ứng môi trường, do đó bằng cách thêm acid hoặc kiềm ta có thể đạt tới một trị số pH, mà ở đó sự phân ly của NH<sub>2</sub> và cõoh bằng nhau. Độ pH này người ta gọi là điểm đẳng điện của protein (ký hiệu là pI).

Tại điểm đẳng điện các hạt keo có điện tích bằng 0

Một vài ví dụ về điểm đẳng điện của protein:

Casein	4,7	Zein ngô	6,2
Albumin	4,8	Miosin cơ	5,0
Globulin	5,4	Histon	8,5

Có thể dựa vào điểm đẳng điện để tách riêng từng loại protein.

### 2.3.4. Đặc tính hoà tan

Trạng thái keo của protein bền vững là nhờ có lớp vỏ thủy hoá bao bọc bên ngoài các hạt keo và các điện tích làm cho các phân tử protein ngăn cách và không dính vào

nhau. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến tính tan của protein.

- Ảnh hưởng của pH

Độ tan của protein thấp nhất ở  $pH = pI$  của nó, độ tan của protein tăng lên khi pH nằm xa vì khi  $pH = pI$  thì phân tử protein không tích điện nên chúng không có lực đẩy

tĩnh điện và dễ bị đông kết. Khi pH khác vì thì các phân tử protein tích điện cùng dấu và đẩy nhau cho nên không bị đông kết, do đó độ tan tăng lên.

- Ảnh hưởng của nồng độ muối

Muối trung tính ở nồng độ thấp làm tăng độ tan của nhiều loại protein. Khi tăng nồng độ muối tới một giới hạn nhất định thì độ tan của protein giảm xuống và nếu nồng độ muối tiếp tục tăng lên thì protein có thể đông kết hoàn toàn. Tính chất này được ứng dụng để tách các loại protein theo phương pháp diêm tích.

- Ảnh hưởng của dung môi

Khi cho các dung môi như cồn, đê, benzen, aceton, cloroform... vào dung dịch protein thì độ tan của protein bị giảm và có thể dẫn đến đông kết do phá vỡ lớp vỏ thủy hóa.

- Ảnh hưởng của nhiệt độ

Trong khoảng nhiệt độ từ 0 đến  $45^{\circ}C$ , độ tan của protein tăng khi nhiệt độ tăng. Còn ở khoảng nhiệt độ từ 45 -  $75^{\circ}C$  đa số protein mất tính keo và có thể bị biến tính (trừ protein của một số loại sinh vật chịu nhiệt).

### **2.3.5. Hiện tượng sa lắng và biến tính**

Trạng thái keo của protein bền vững là nhờ sự cân bằng các điện tích và lớp vỏ thủy hoá. Khi trạng thái này bị phá vỡ bởi các yếu tố như nhiệt độ cao, muối các kim loại nặng, dung môi hữu cơ... thì protein rất dễ bị sa lắng. Hiện tượng sa lắng protein có thể thuận nghịch, tức là nó có thể trở lại trạng thái ban đầu khi tác động của các yếu tố trên chưa thật sâu sắc. Tuy nhiên, nếu sự tác động đó mạnh và lâu sẽ làm cho protein bị biến tính. Khi bị biến tính protein sẽ mất hoạt tính sinh học của nó.

## **2.4. PHÂN LOẠI PROTEIN**

Chưa có một cách phân loại nào phản ánh hết nhất bản chất và số lượng của nhóm chất hữu cơ quan trọng này.

Ngày nay, người ta có thể phân loại protein theo các sở cứ sau đây:

### **2.4.1. Dựa vào hình dạng của protein**

Dựa vào hình dạng của protein người ta tạm phân hình thể protein thành hai dạng: dạng cầu và dạng sợi.

#### **2.4.1.1. Protein dạng cầu**



Protein dạng cầu là loại protein mà phân tử của nó thường cuộn lại thành vòng, thành búi, gần tròn hoặc bầu dục.

Điển hình của dạng protein này là: Albumin, globulin ở trong, sữa, huyết thanh, enzym pepsin, dịch vị. . . Loại này thường hoà tan trong nước .

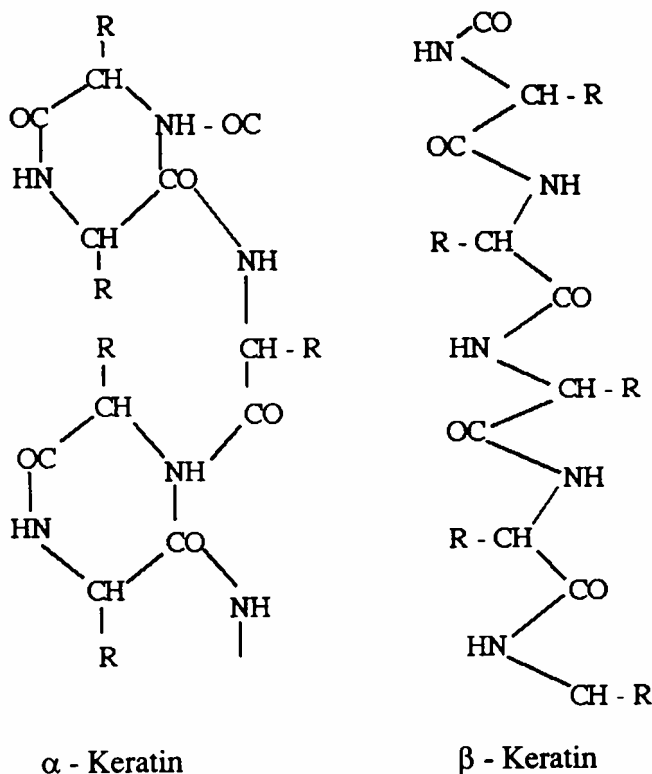
Tuy gọi là dạng cầu, nhưng nếu xét tỷ lệ đường kính của chúng ta thấy tương ứng 1/3 (ở glubulin sữa) 1/7,5 (của globulin huyết thanh) 1/20 (của zein ngô). Vì vậy đó là những cấu hình đ a phình thì đúng hơn.

#### 2.4.1.2. Protein dạng sợi

Protein loại này với mạch peptid không cuộn rõ, chỉ gấp nếp dọc chuỗi, nên nói chung có chiều dài rõ rệt.

Điển hình của dạng protein này là: fibroin ở tơ tằm, miosin ở sợi cơ, collagen và elastin ở da và gân. Đặc tính của loại này là không hoà tan trong nước và có khả năng co giãn ở một chừng mực nào đó, vì những nếp gấp của chuỗi peptid có thể biến đổi theo trục dài.

Ví dụ protein dạng sợi như  $\alpha$  và  $\beta$  Keratin



#### 4.2. Dựa vào chức năng của protein

- Protein co giãn cơ (actin, miosin của cơ)
- Protein dự trữ (Femtin ở gan dự trữ sắt)
- Protein men trao đổi chất (Pepsin dạ dày thuỷ phân protein)
- Protein hormon (Insulin, vasopressin)

- Protein kháng thể
- Protein độc tố
- Protein có chức năng đặc biệt (Hemoglobin mang oxygen, rodopsin trong quá trình thị giác, virus).

#### **2.4.3. Dựa vào giá trị dinh dưỡng của protein**

Các nhà sinh vật học lại dựa vào giá trị dinh dưỡng hay tầm quan trọng của protein đối với sự sống để phân loại protein. Theo quan điểm này protein chia làm 2 loại:

##### **2.4.3.1. Protein có giá trị dinh dưỡng không hoàn toàn**

Đó là những protein chứa không đầy đủ hoặc đầy đủ nhưng tỷ lệ không cân đối các acid amin thiết yếu. Loại này thường là các protein thực vật.

##### **2.4.3.2. Protein có giá trị dinh dưỡng hoàn toàn**

Đó là những protein chứa đầy đủ với tỷ lệ cân đối các acid amin thiết yếu. Loại này thường là các protein động vật như trứng, sữa, thịt...

#### **2.4.4. Dựa vào cấu tạo hoá học của protein**

Theo quan điểm của Hóp-pe-zai-lơ (Hoppe - Seyler) và Drecxen đề ra giữa thế kỷ XIX protein chia làm 2 lớp lớn:

- Lớp protein đơn giản hay đồng nhất
- Lớp protein phức tạp hay còn gọi là proteid

##### **2.4.4.1 . Lớp protein đơn giản**

Đây là những protein khi bị thủy phân hoàn toàn sẽ cho ta các acid amin.

Các đại diện chính của lớp này là:

##### **\* Albumin và globulin**

Là hai loại protein dạng cầu rất phổ biến trong cấu tạo của mô bào động vật và thực vật Thành phần gồm hoàn toàn các acid amin trong đó tỷ lệ acid amin có tính acid khá cao.

Albumin là protein đơn giản phổ biến nhất. Nó tìm thấy ở trong máu, dịch tế bào, dịch tuỷ sống. Albumin hoà tan trong nước và các dung dịch muối. Albumin đông khi đun nhưng ở các nhiệt độ khác nhau: albumin trứng đông ở nhiệt độ 56<sup>0</sup>C, albumin huyết thanh ở 67<sup>0</sup>C, albumin sữa ở 72<sup>0</sup>C.

Albumin của động vật (như albumin huyết thanh của máu) khi thủy phân cho 19 acid amin và thành phần các acid amin ít khác nhau ở các động vật (trừ vịt). Albumin thường chứa số lượng lớn các acid amin sau: leucin, acid glutamic, acid aspartic, ly sin, còn các acid amin như methionin, tryptophan, glycocol... số lượng ít hơn.

Trọng lượng phân tử của albumin khoảng 35.000 - 70.000, điểm đẳng điện nằm trong khoảng pH 4,6-4,7.

Albumin thường tạo thành các phức chất với lipid, acid béo, Acid amin, kháng thể...nên có quan điểm cho rằng nó giữ vai trò tích cực trong trao đổi vật chất.

Globulin hầu như nằm cùng với albumin và rất phổ biến trong tự nhiên. Nó có nhiều trong máu động vật, trong các cơ quan, tế bào, trong các dịch lỏng của cơ thể.

Globulin khó tan hoặc hoàn toàn không tan trong nước, nhưng tan trong các dung dịch của muối trung tính, kiềm, acid.

Globulin chứa khoảng 14-19 acid amin quan trọng như: leucin, vang, ly sin, acid glutamic, sâm, treo nin.

Trọng lượng phân tử của globulin khoảng 90.000 - 1.500.000 hoặc lớn hơn, điểm đẳng điện nằm trong khoảng pH 5,0-7,5.

Globulin gồm  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Chính  $\gamma$  - globulin là nguồn gốc kháng thể trong cơ thể.

Tỷ lệ AIG trong huyết thanh động vật thường ở mức khá ổn định và thay đổi rõ khi cơ thể mắc bệnh. Điều đó có ý nghĩa rất lớn trong chẩn đoán về tình trạng sức khoẻ của động vật. Đồng thời hàm lượng globulin huyết thanh còn phản ánh tính đề kháng của cơ thể.

#### \* *Histon và protamin*

Histon và protamin là hai loại protein có tính kiềm rõ rệt vì trong thành phần của chúng từ 30 - 80% acid amin kiềm tính như ly sin và arginin.

Histon là protein có cấu tạo đơn giản. Nó chứa số lượng acid quan ít hơn so với albumin và globulin. Trong histon không có cystein, cystin, tryptophan, mà chủ yếu là arginin và ly sin (20-30%). Histon được Koccel tìm thấy trong nhân tế bào, trong thành phần của nucleoprotein và các protein phức tạp khác. Điểm đẳng điện của histon nằm trong khoảng pH 9,0-11,0.

Protamin được Miser và Koccel tìm thấy trong thành phần của nucleoprotein của tế bào sinh dục cá. Sau đó còn phát hiện ở lách, tuyến điều và các cơ quan khác. Protamin có trọng lượng phân tử thấp (2.000-8.000), thành phần chứa ít acid amin (6-8), trong đó chủ yếu là acid amin diamin (tới 80% arginin). Đại diện protamin được nghiên cứu nhiều là xan min- đó là một chuỗi polypeptid kết thúc bởi nhóm quan của thoãn. Khi đun protamin không đông và không sa lắng, nó chỉ sa lắng bởi muối kim loại nặng. Điểm đẳng điện của protamin nằm trong khoảng pH từ 10,5 đến 12,0.

#### \* *Glutelin và prolamin*

Đó là những protein thực vật có trong chất dẻo của lúa, gạo, ngô.

- Prolamin có nhiều ở các hạt hoà thảo. Đặc điểm của prolamin là tính hoà tan trong cồn 70% và không tan trong nước. Khi thuỷ phân prolamin thường cho nhiều

thoãn và acid glutamic (43%).

Mấy đại diện của prolamin được nghiên cứu kỹ nhất là gliadin của lúa mì, gordein của đại mạch, zein của ngô, avenin của yến mạch, or~enin của gạo... Trong thành phần mấy protein này tỷ lệ lysin rất thấp (ở zein hầu như không có).

- Glutelin có ở các loại hạt khác nhau, hàm lượng đạt từ 1 - 3%, đặc tính của glutelin là chỉ hoà tan trong kiềm loãng 0,2 - 2,0%.

#### \* *Các proteinoit*

Đây là nhóm protein của mô chống đỡ ở cơ thể động vật như xương, gân, da, sừng, lông, móng... Chúng được gọi là "giống protein" vì tuy được cấu tạo từ các acid amin, nhưng chúng mất tính keo quan trọng là tính hoà tan. Đây là những giọt'.in biến tính, có dạng sợi gấp nằm song song thành bó.

Chức năng: bảo vệ cơ giới đối với mô bào.

Các đại diện của nhóm này là:

Collagen (và procollagen) là protein của sợi mô liên kết ở gân, ở da, ở dưới da... Nó không hoà tan trong nước, nhưng khi tác động lâu của nhiệt sẽ trở thành dạng hoà tan là gelatin. Keo dán chế ở da trâu chính là collagen.

Hàm lượng glycin của collagen khá cao (25%), nhưng về nhiều acid amin không thay thế được thì lại thiếu.

Collagen tăng tỷ lệ với tuổi tác.

- Elastin: phân bố ở các mô co giãn và chịu lực như gân, dây chằng các khớp xương.

Độ bền chắc của elastin cao hơn collagen và hoàn toàn không thể trương như collagen.

- Keratin (tiếng Hy Lạp keras - sừng)

Là chất chủ yếu của tóc, lông, sừng, móng, lớp thượng bì... hoàn toàn không tan, kể cả trong dung dịch acid, kiềm. Khi thủy phân cho nhiều cystin (7 - 12%) và acid glutamic (4 - 17%).

Trọng lượng phân tử khoảng 2 triệu.

Fibroin: protein của tơ lụa do tằm nhả ra.

Sợi tơ do nhiều sợi fibroin liên kết thành bó, gắn bởi hồ sericin của tằm hoặc nhện nhả ra (uom tơ với nước nóng nhằm tẩy hồ này).

#### 2.4.4.2. *Lớp protein phức tạp*

Lớp protein phức tạp, hoặc protein không đồng nhất, là những chất bao gồm 2 thành phần:

- Phần protein đơn giản
- Phần phụ hay còn gọi là nhóm ghép.

Nhóm ghép có nguồn gốc khác nhau. Sự liên kết giữa chúng với phần protein đơn giản có độ bền vững không đều, có chất liên kết chặt chẽ, có chất liên kết rời rạc, dễ tách trong quá trình phân tích nghiên cứu.

Dựa vào bản chất của nhóm ghép, ngày nay người ta chia protein phức tạp thành 5 loại chính.

- Glucoprotein
- Phosphoprotein
- Chromoprotein
- Lipoprotein
- Nucleoprotein

## 2.5. CÁC LOẠI PROTEIN PHỨC TẠP

Như trên đã trình bày, protein phức tạp là loại protein khi thủy phân ngoài phần protein đơn giản, còn có thêm nhóm ghép. Phụ thuộc vào nhóm ghép mà protein phức tạp có tên gọi tương ứng. Sau đây ta xét từng loại:

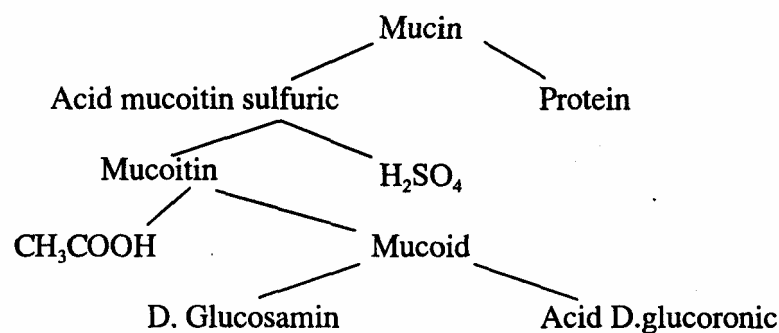
### 2.5.1. Glucoprotein

Nhóm ghép của loại này là những dẫn xuất của glucid, có thể ở dưới dạng quan hoá như glucosamin, galactosamin, manosamin chúng liên kết với phần protein bằng những liên kết đồng hoá trị.

Glucoprotein có vai trò quan trọng trong cấu tạo của nhiều loại mô chống đỡ và bảo vệ ví dụ trong sụn xương, trong cấu tạo của kháng nguyên và kháng thể.

Glucoprotein hay gặp trong cơ thể động vật thường chia làm hai loại:

\* *Mucin*: là những chất thường có nhiều trong nước bọt, nước mắt, dịch nhờn bao khớp, dịch mô liên kết, dịch nang bào, niêm dịch. Mucin ở niêm mạc dạ dày, ruột, niệu quản có tác dụng bảo vệ cơ giới và hoá học. Nhóm ghép của mucin là hợp chất acid



Tác dụng của mucin là để làm giảm các ma sát cơ học nhằm bảo vệ các cơ quan

(như niêm mạc miệng, thực quản, dạ dày...).

\* *Mucoid*: có nhiều ở mô bào như:

- Ở sụn có chondromucoid
- Ở xương có osteomucoid
- Ở lòng trắng trứng có ovomucoid

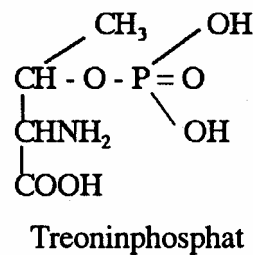
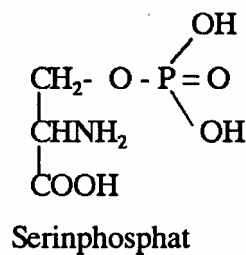
và nhiều chất nữa ở gân, giác mạc mắt, thủy tinh thể...

Ngoài ra một số glucoprotein có chức năng sinh học quan trọng như hormone kích thích tuyến sinh dục: FSH, prolactin chứa 20% glucid, LH chứa hơn 20% glucid.

Trên màng tế bào có những cấu trúc miễn dịch đặc thù của mỗi cơ thể sinh vật có bản chất là glucoprotein. /

### 2.5.2. Phosphoprotein

Là protein phức tạp khi thủy phân cho các acid amin và acid phosphoric ( $H_3PO_4$ ) các acid phosphoric nối với protein bằng mạch este qua nhóm OH của serin hoặc treonin trong phân tử protein.



Loại protein này thường có tính toan và đóng vai trò quan trọng trong dinh dưỡng của động vật non.

Đại diện điển hình có thể kể là:

- Casein: là protein chủ yếu của sữa.
- Ovovitelin và vitellin của lòng đỏ trứng
- Ictulin trứng cá.

Thành phần của các loại này chứa đầy đủ 20 loại acid amin và rất cân đối nên tỷ lệ hấp thụ khá cao và là những loại thức ăn có giá trị dinh dưỡng đặc biệt.

### 2.5.3. Chromoprotein (chữ Hy Lạp: Chroma - màu sắc)

Đây là những protein mang màu sắc như hemoglobin trong máu có màu đỏ, chlorofil trong lá cây có màu xanh...

Sở dĩ có màu vì nhóm ghép của chromoprotein thường là những cấu trúc phức tạp, tạo nên các màu sắc khác nhau do có chứa một hay nhiều nguyên tử kim loại như Fe, Mg, Cu...

Phần nhiều chromoprotein tham gia vào các quá trình trao đổi khí

Ví dụ: Hemoglobin vận chuyển  $O_2$  và  $CO_2$  giữa phổi và mô bào

Mioglobin dự trữ  $O_2$  cho cơ.

Catalase phân giải  $H_2O_2$  thành  $O_2$  và  $H_2O$ .

Một số đại diện chính của nhóm này là:

### 2.5.3.1. Hemoglobin (còn gọi là huyết sắc tố, ký hiệu là Hb)

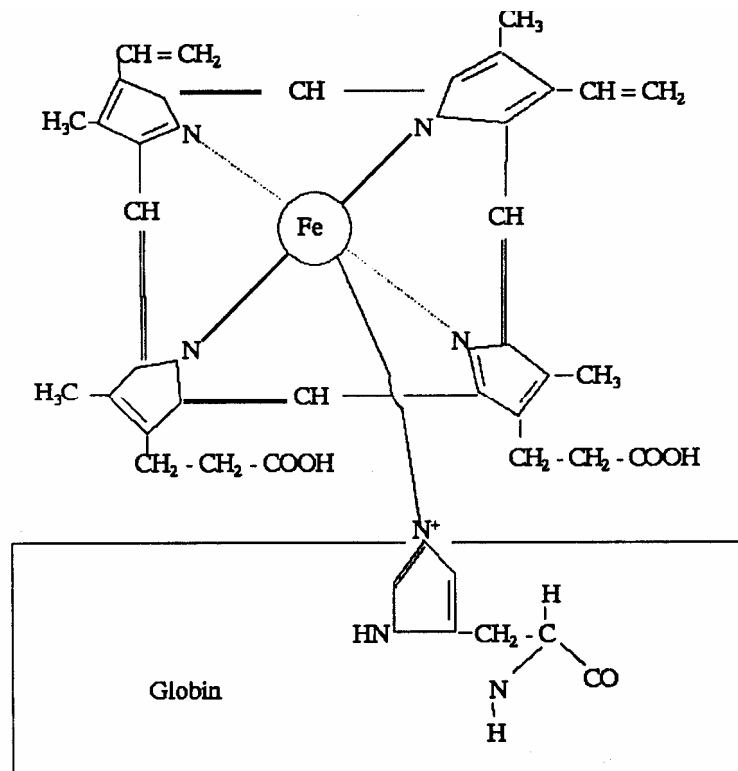
Hemoglobin được Huyn-ne-phan tìm ra 1840. Đó là loại protein có nhiều trong hồng cầu, thành phần của nó gồm:

- Phần protein đơn giản là globin chiếm 94% trọng lượng Hb
- Phần nhóm ghép là nhân Hêm chiếm 6%

Trọng lượng phân tử của Hb gần 67.000. Chức năng của Hb là vận chuyển khí giữa phổi và mô bào

#### \* Cấu tạo

Hemoglobin được cấu tạo từ protein - globin và nhóm ghép là hêm. Cấu tạo của hêm được Nenski và Fisher tiên ra.



Cấu trúc hêm của hemoglobin: Hêm là liên kết, mà phân tử của nó gồm nguyên tử ít 2 và 4 vòng pyrol. Bốn vòng pyrol đó nối với nhau bằng dây methyl (= CH ) - đó là cốt porfin. Cốt porfin gắn với 2 gốc Vinyl (- CH = CH<sub>2</sub>) 4 gốc methyl (- CH<sub>3</sub>) và 2 gốc acid ropionic tạo thành dạng protoporfuil. Protoporfin liên kết với sắt 2 chính là nhân hêm (hình trên).

Ngoài hoá trị chính ra, sắt còn nối với 2 nguyên tử Nitơ bằng hai liên kết phụ (biểu diễn bằng đường chấm).

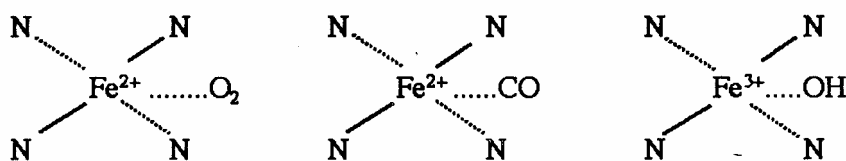
Mỗi phân tử hemoglobin có 4 tiểu phần protein: hai tiểu phần  $\alpha$  và 2 tiểu phần  $\beta$ . Mỗi tiểu phần gắn với một hêm. Như vậy phân tử hemoglobin có 4 hêm. Cách liên kết giữa hêm và globin chưa được xác định rõ. Theo nhiều tài liệu của nhiều tác giả thì liên kết này xuất hiện giữa sắt và nhò của nhân imidazol của phân tử histidin trong globin.

*\* Tính chất của hemoglobin và các dân xuất của nó*

Khi tác động với acid hoặc kiềm, hêm - sắt hai sẽ thành hêm - sắt ba:  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$  và có tên là hematin.

Chức năng sinh lý của hemoglobin thể hiện ở tính liên kết với các loại khí như  $O_2$ , CO, NO... Tuỳ áp lực riêng của chúng, sự liên kết này thực hiện qua mạch phụ của nguyên tử sắt với globin nên không bền và các khí sẽ dễ đẩy nhau tuỳ áp suất mỗi loại. Có mấy liên kết và dẫn suất của hemoglobin là:

- Oxyhemoglobin Hb. $O_2$  (với oxy)
- Carboxyhemoglobin Hb.Co (với oxyt carbon)
- Met-hemoglobin Hb.OH (khi Hb bị oxy hoá thành dạng ferric)



+ Ở tế bào phổi: áp suất riêng của oxy cao nên nó dễ liên kết với hêm. Đây là liên kết hờ, nguyên tử sắt 2 không thay đổi hoá trị, nên không phải là phản ứng oxy - hoá. Hb. $O_2$  tạo cho máu có màu đỏ tươi.

Khi tới mạch quản ở các mô, áp suất riêng của oxy thấp nên khí này thoát ra và được dùng vào các nhu cầu sinh hoá học.

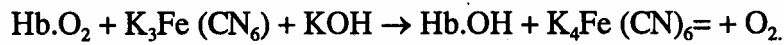
+ Ở mô bào:  $CO_2$  (khoảng 20% tổng số  $CO_2$  thải ra) sẽ liên kết với globin qua nhóm quan cuối cùng thành carboxyhemoglobin.

Phần chủ yếu (gần 80%)  $CO_2$  liên kết với kiềm của huyết tương và hồng cầu thành những bicarbonat như  $NaHCO_3$ ,  $KHCO_3$  rồi mới đến phổi, chuyển sang dạng acid carbonic và thải theo hơi thở.

Khi trong không khí có gần 1% thể tích Co thì gần 95% Hb hoá thành Hb.Co vì vậy việc lấy  $O_2$  bị trở ngại làm cho cơ thể bị ngạt. Nếu tăng áp suất riêng của oxy (cho thở oxy) thì Co bị đẩy khỏi Hb và chữa được ngạt.

Khi Hb bị tác động bởi chất oxy hoá như femxyanua kim ( $K_3[Fe(CN)_6]$  oxyt nào thì Hb  $\rightarrow$  Hb.OH có sắt ba.

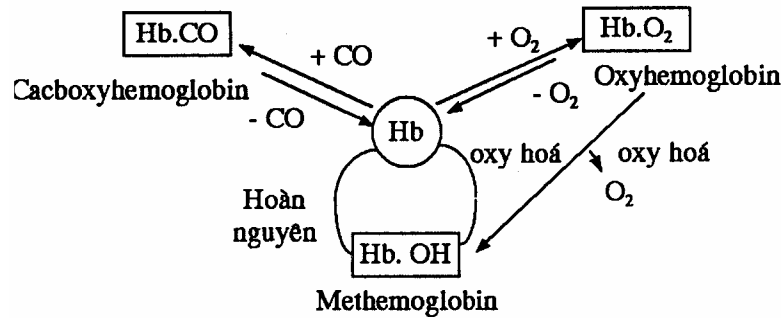




Nếu HbOH sinh nhiều, chức năng hô hấp của máu sẽ bị trở ngại. Để lâu Hb.OH bị phân ly trả Hb về dạng cũ.

Đó là cơ sở giải độc HCN (chất này biến Hb thành cyanomet - hemoglobin) bằng xanh metylen (chuyển Hb.CN khó phân ly sang dạng Hb.OH dễ phân ly).

Tương quan giữa hemoglobin và các dẫn suất của nó như oxyhemoglobin, carboxyhemoglobin và methemoglobin có thể biểu diễn như sau:



### 2.5.3.2. Mioglobin

Mioglobin là sắc tố của cơ, cũng có nhóm ghép là hém chứa sắt như hemoglobin.

Nhóm globin của mioglobin đặc trưng theo loài, trọng lượng phân tử trung bình 17.000.

Khác với hemoglobin, nhóm ghép của mioglobin chỉ chứa một nguyên tử sắt, vì vậy mà phân tử protein của nó chỉ có một nhân hém. Tuy có cấu tạo đơn giản hơn hemoglobin nhưng ái lực của nó đối với oxy mạnh hơn hemoglobin.

ở cơ nhất là cơ tim, vai trò dự trữ oxy của mioglobin (dưới dạng oxymoglobin) rất quan trọng: hiện tượng này đảm bảo cho cơ hoạt động khỏi bị đói O<sub>2</sub> trong trường hợp sự nạp O<sub>2</sub> bị gián đoạn tạm thời (nín thở, ngưng lặn...)

Ví dụ: ở người, cơ thể dự trữ 2450ml O<sub>2</sub> trong đó 354ml có trong mioglobin.

Lượng dự trữ này rất lớn ở những động vật sống ở nước như Hải Cẩu.

Màu đỏ của cơ do mioglobin tạo nên.

### 2.5.4. Lipoprotein

Lipoprotein là liên kết gồm nhiều phức chất của protein và lipid. Độ bền của mỗi liên kết protein - lipid không cố định.

Lipoprotein có tính hoà tan trong nước, nhưng không hoà tan trong các dung môi hữu cơ (như đê, cloroform...)

Chức năng sinh học của nhóm này gồm nhiều mặt, nhưng quan trọng nhất là chức năng cấu tạo vách tế bào và cấu tạo các tiểu khí quan tế bào như ty lạp thể.

Người ta cho rằng tính bán thấm và tính hấp thụ đặc hiệu của tế bào là do lớp vỏ lipoprotein quyết định.

Trong máu và mô bào có mấy chất lipoprotein quan trọng như:

Tromboplastin (giúp cho quá trình đông máu)

Lipoprotein huyết thanh (có phần protein là globin)

- Rodopsin võng mạc mắt là loại lipoprotein tham gia vào hoạt động thị giác.

- Nội độc tố của nhiều vi khuẩn cũng có cấu trúc là lipoprotein. Ví dụ: nội độc tố của vi khuẩn lao, brucena...

### **2.5.5. Nucleoprotein**

Đây là loại hợp chất hữu cơ có một vai trò cực kỳ quan trọng trong sinh học. Người ta tìm thấy chúng ở những sinh vật đơn giản nhất (như nguyên sinh động vật) đến những động vật cao đẳng nhất (như loài có vú). Ngay các siêu vi khuẩn (virus) cũng có thành phần chủ yếu là các nucleoprotein. Qua các nghiên cứu về di truyền học, tổ chức học, sinh hoá học người ta có thể nói chắc chắn rằng: Nucleoprotein có quan hệ trực tiếp đến các quá trình sống chủ yếu của mọi sinh vật như tính di truyền, biến dị, khả năng tổng hợp protein.

Nucleoprotein gồm 2 thành phần chủ yếu:

- Protein đơn giản (thường là protein kiềm tính như protamin và histon) - Nhóm ghép là acid nucleic.

Do tầm quan trọng của lớp nucleoprotein đối với sự sống nên chúng ta sẽ nghiên cứu kỹ lưỡng chúng ở một chương riêng.

## Chương 3

### NUCLEOPROTEIN VÀ ACID NUCLEIC

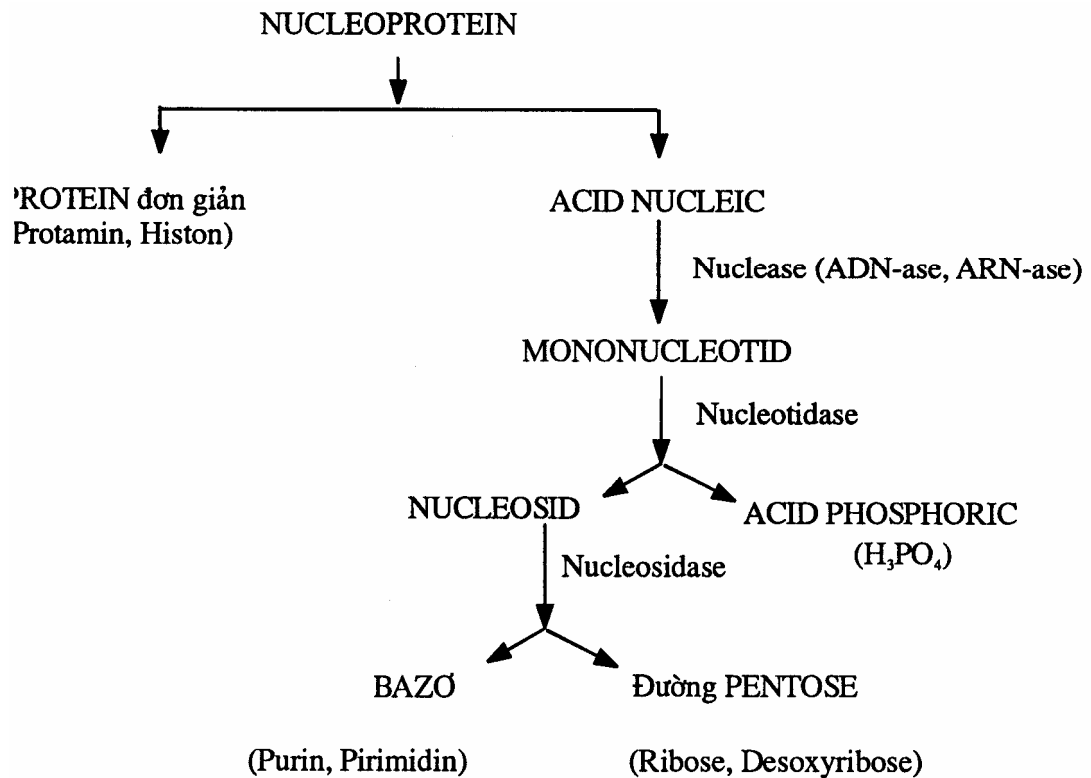
#### 3.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ NUCLEOPROTEIN

Nucleoprotein là protein phức tạp gồm hai thành phần chủ yếu là:

- Phần protein đơn giản thường là protein kiềm tính như protamin và histon.
- Phần nhóm ghép là acid nucleic

Phần protein đơn giản ta đã xét ở chương 2, ở đây chủ yếu ta nghiên cứu về acid nucleic

Sơ đồ thủy phân nucleoprotein có thể biểu hiện như sau:



Nucleoprotein được phát hiện lần đầu tiên năm 1869 do Mischer trong các tế bào mủ.

Công lao các nhà bác học: Le vin, Chagaff, Devison, Watson, Cách... đã làm sáng tỏ thành phần cấu tạo của acid nucleic.

#### 3.2. THÀNH PHẦN VÀ CẤU TẠO ACID NUCLEIC

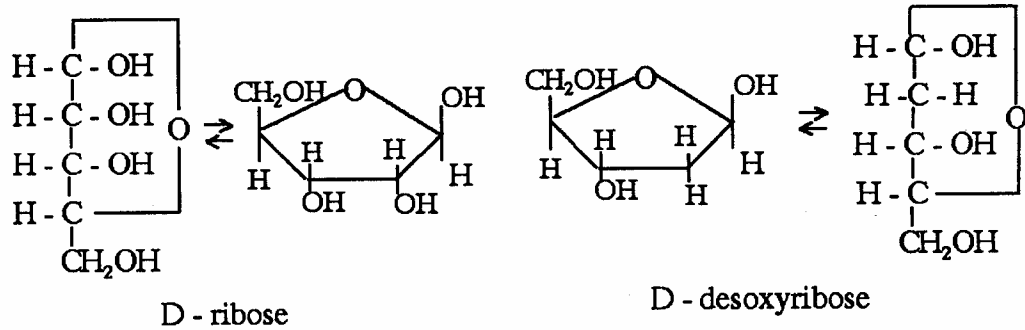
Acid nucleic khi thủy phân hoàn toàn thì phân thành ba loại hợp chất:

- Các đường pentose: D-ribose và D-desoxyribose
- Các bazơ: purin (adenin, guanin) và pyrimidin (Cytosin, uracin, thi min)

- Gốc acid phosphoric ( $H_3PO_4$ )

### 3.2.1. Đường pentose

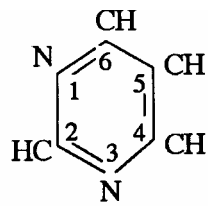
Pentose gồm D- ribose và D - desoxyribose. Hai chất này có trong acid nucleic dưới dạng Phụ ran :



Ribose có trong acid ribonucleic (ARN)

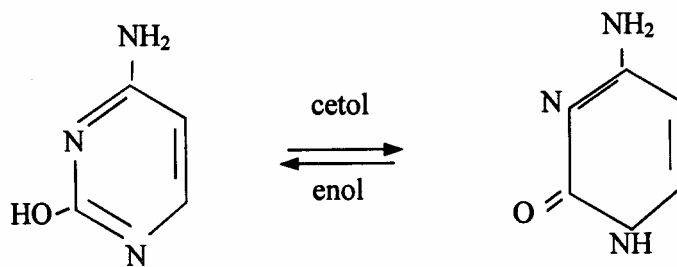
Desoxyribose có trong acid desoxyribonucleic (ADN) 3.2.2. Các bazo

#### 3.2.2.1. Bazopyrimidin

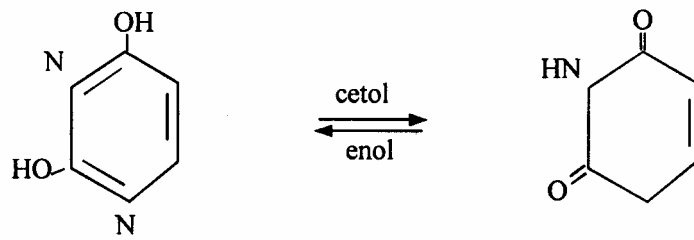


Gốc pyrimidin

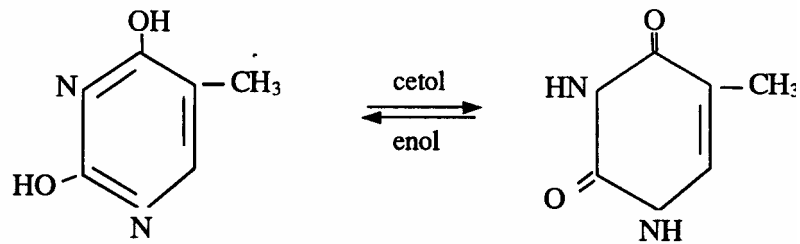
- Cytosin (2 - oxy, 6 - aminopyrimidin)



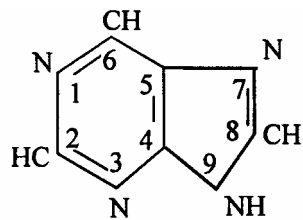
- Uracin (2,6 - dioxypyrimidin)



- Thimin (5-methyl uracin)

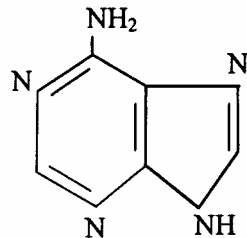


3.2.2.2. Bazopurin

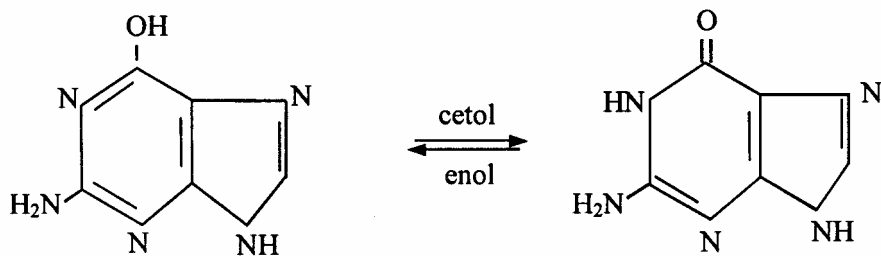


Gốc purin

- Adenin (6 - aminopurin)



- Guanin (6 - oxy, 2 - aminopurin)



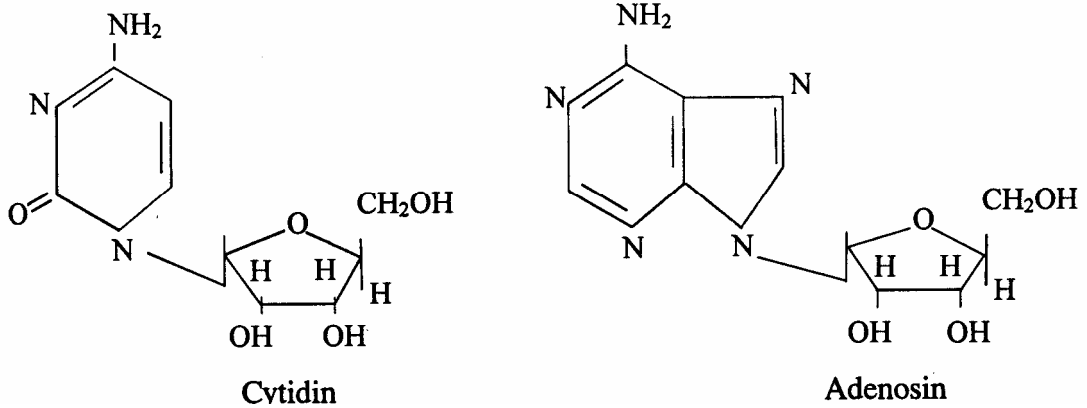
3.2.3. Nucleosid

Nucleosid là kết quả của sự kết hợp bằng liên kết osid giữa một bazơ (phân hoặc pyrimidin) và một đường pentose với sự loại ra một phân tử nước.

Sự liên kết này thông qua mạch glycosid ở vị trí 9 của phân hoặc vị trí thứ 3 của

pyrimidin.

*Vi dụ:*

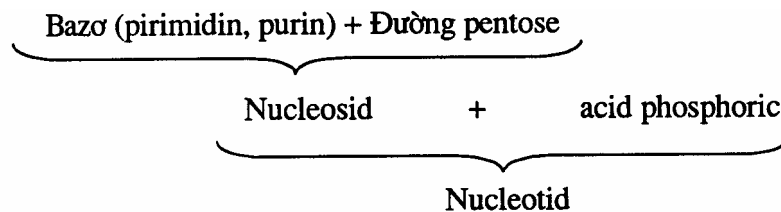


Nucleosid có nhân pyrimidin mang tên tận cùng bằng - mìn Nucleosid có nhân phần mang tên tận cùng bằng - o sin Các nucleosid của các bazơ có tên như sau:



### 3.2.4. Nucleotid

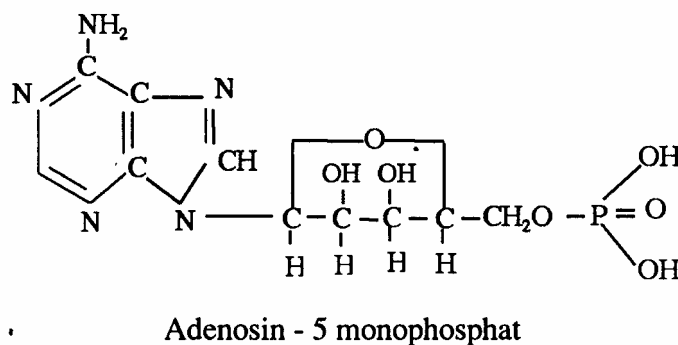
Nucleotid là những este của nucleosid với acid phosphoric. Nucleotid là đơn vị cơ bản của acid nucleic - nó như các mắt xích của sợi xích.



Nhiều mononucleotid ngưng tụ với nhau thành polynucleotid (hay là acid nucleic).

Trong phân tử acid nucleic, sự este xảy ra ở vị trí 3' hoặc 5'.

*Vi dụ:* cấu trúc của mononucleotid có tên là acid adenilic (tức là adenosin - 5 phosphat).



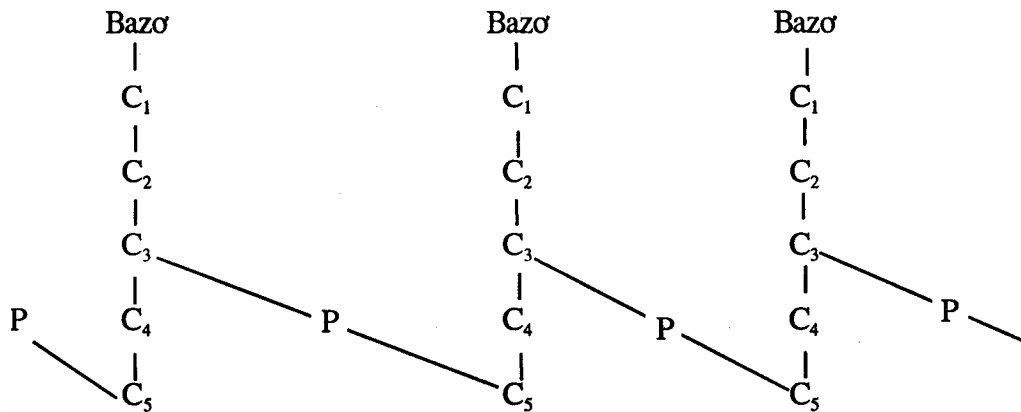
Acid phosphoric thường được gắn vào vị trí thứ 3 hoặc thứ 5 của đường pentose.

Loại gắn ở vị trí thứ 3 thường ở dạng liên kết, còn ở vị trí thứ 5 thường ở dạng tự do.

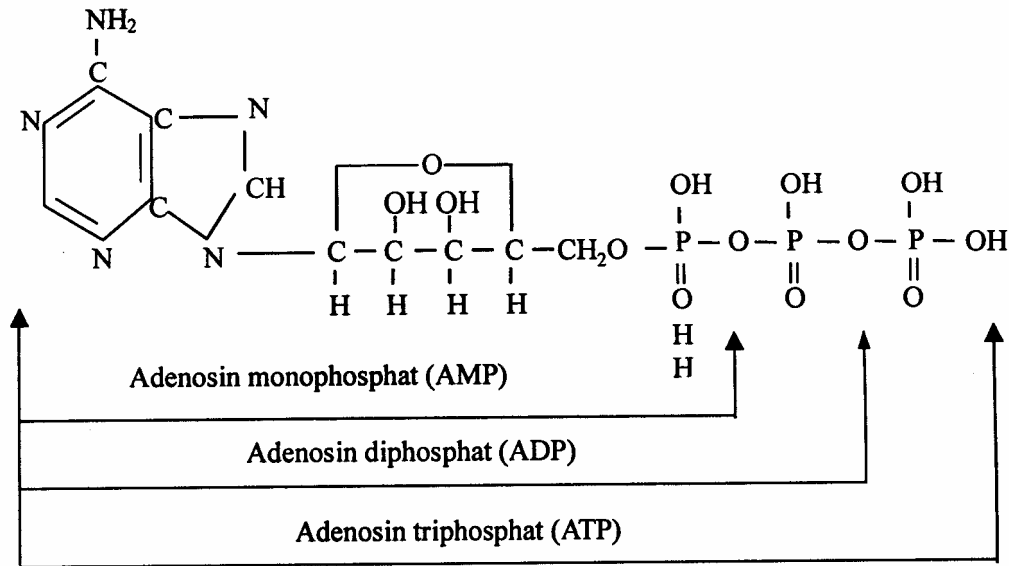
Sau đây là tên gọi của các nucleotid

<i>Bazơ</i>	<i>Nucleotid trong ARN</i>	<i>Nucleotid trong ADN</i>	<i>Ký hiệu</i>
Adenin	Acid adenilic	Acid desoxyadenilic	A
Guanin	Acid guanidilic	Acid desoxyguanidilic	G
Urasin	Acid uridilic	Acid desoxyuridilic	U
Cytosin	Acid cytidilic	Acid desoxycytidilic	C
Thimin	Acid thimidilic	Acid desoxythimidilic	T

Cách liên kết của các mononucleotid như sau:



Các nucleotid có thể phosphoryl-hoá để tạo thành di-, tri- phosphonucleotid. Dạng này thường ở trạng thái tự do trong các mô bào và cơ quan của sinh vật và làm nhiệm vụ dự trữ năng lượng do thu được trong quá trình oxy hoá để cung cấp cho các hoạt động sống - cấu trúc của chúng như sau:



Như vậy ta thấy trong chuỗi polynucleotid, đường và phosphat liên kết với nhau, còn gốc kiềm nằm tự do, chính số lượng và thứ tự phân bố của các gốc kiềm trong chuỗi polynucleotit quyết định tính đặc trưng sinh học của phân tử acid nucleic.

### 3.3. PHÂN LOẠI ACID NUCLEIC

#### 3.3.1. Cơ sở phân loại acid nucleic

Dựa vào sự có mặt của đường ribose và desoxyribose mà người ta chia acid nucleic ra làm hai lớp.

- Acid ribonucleic (ARN)
- Acid desoxyribonucleic (ADN)

Khi nghiên cứu về hai lớp ARN và ADN người ta thấy chúng có một số điểm khác biệt như sau:

ARN	ADN
- Chủ yếu ở tế bào chất	- Chủ yếu ở nhân tế bào
- Trọng lượng phân tử $2 - 3 \cdot 10^4 - 6$	- Trọng lượng phân tử: $1 - 2 \cdot 10^6 - 8$ - cấu tạo Chuỗi kép
- cấu tạo Chuỗi đơn	- Chứa các gốc kiềm
- Chứa các gốc kiềm	Adenin (A)
Adenin (A)	Guanin (G)
Guanin (G)	Cytosin (C)
Cytosin (C)	Thi min (T)
Uracin (U)	Đường Desoxyribose
- Đường: Ribose	Chức năng sinh học: mang bản mật mã di truyền.
- Chức năng sinh học: trực tiếp tham gia quá trình tổng hợp protein.	

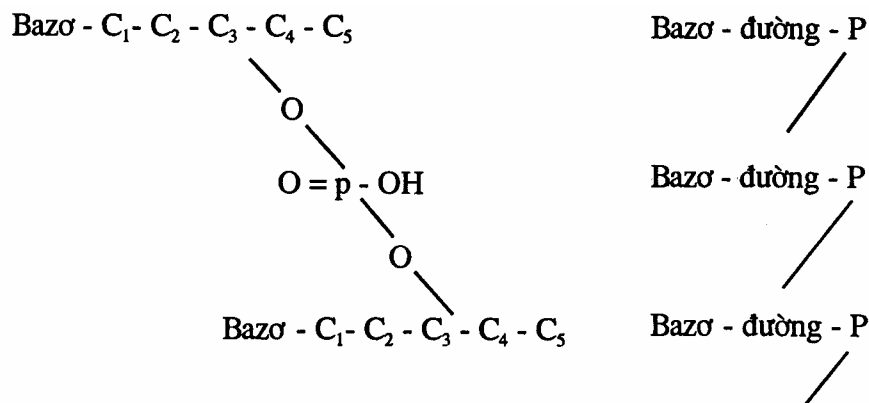
#### 3.3.2. Tên gọi ARN, ADN và liên kết hoá học



## Thành phần hoá học của ARN và ADN

ARN	ADN
+ Gốc kiềm: A, G, C, U	+ Gốc kiềm: A, G, C, T
+ Đường ribose	+ Đường desoxyribose
+ Acid phosphoric	+ Acid phosphoric

Acid nucleic là chất trùng hợp của mononucleotid. Phân tử chứa từ 250 - 350 nucleotid, có loại chứa tới hàng chục vạn mononucleotid. Các mononucleotid nối với nhau qua mạch liên kết este giữa hydroxyl của carbon thứ 3 của đường pentose với acid phosphoric của mononucleotid bên cạnh.



Acid nucleic đóng vai trò trong di truyền của động và thực vật, nó đóng vai trò chủ chốt trong việc sinh tổng hợp protein.

Sau đây chúng ta sẽ đi sâu nghiên cứu từng loại acid nucleic

### 3.3.3. Acid desoxyribonucleic (ADN)

Dựa vào số liệu nghiên cứu hiện tượng nhiễu xạ tia Rơn-ghen và những số liệu hoá lý khác người ta đi đến kết luận rằng ARN chỉ có cấu trúc chuỗi đơn, còn ADN có cấu trúc chuỗi kép (tức là do hai chuỗi polynucleotid kết hợp với nhau theo kiểu xoắn thừng).

#### 3.3.3.1. Quy luật bổ sung gốc kiềm (qui luật Chagaff)

Khi phân tích định tính và định lượng ADN, Chagaff và các cộng sự của ông đã rút ra được kết luận sau:

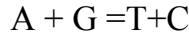
- Hàm lượng tính theo một của Adenin bằng Thi min và Guanin bằng Cytosin.

$$A = T \quad \text{hay} \quad \frac{A}{T} = 1 \quad (1)$$

$$G = C \quad \text{hay} \quad \frac{G}{C} = 1 \quad (2)$$

- Từ nhận xét (1) và (2) rút ra: tổng số gốc kiềm purin bằng tổng số gốc kiềm

pyrimidin.



Về mặt hoá học: hàm lượng nhóm 6 - quan bằng hàm lượng nhóm 6 - xe ton.

Từ ba kết luận trên đây Chagaff đã rút ra được qui luật bổ sung gốc kiem như sau: Trong điều kiện sinh lý bình thường, hai chuỗi nucleotid khi tạo ra xoắn kép sẽ lực ổn định quanh nhau bằng các lực liên kết thông qua các bazơ.

- Trong quá trình liên kết các bazơ của hai chuỗi đối diện thì một chuỗi sẽ góp bazơ phun, chuỗi kia sẽ góp bazơ pyrimidin, các bazơ liên kết với nhau bằng liên kết pydrogen, xuất hiện giữa một số vị trí nhất định ở hai bazơ đối xứng, đó là vị trí: N1 của phân với N1 của pyrimidin

C2 của phân với C2 của pyrimidin

C6 của phân với C6 của pyriuridin

- Liên kết hydrogen muốn xuất hiện phải thoả mãn hai điều kiện:

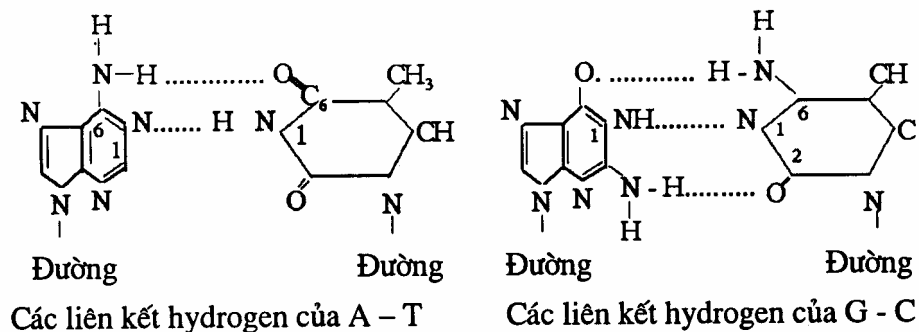
+ Có một nguyên tử hydro mang điện tích (+) nằm giữa hai nguyên tử mang điện tích (-).

+ Khoảng cách giữa các nguyên tử mang điện tích (-) nằm trong khoảng 2 - 4 Å<sup>0</sup>.

Tức là liên kết hydrogen chỉ có thể xuất hiện giữa các cặp bazơ chọn lọc đối xứng:

Adenin với Thi min

Guanin với Cvtsin



### 3.3.3.2. Mô hình xoắn ADN

Dựa trên các kết quả nghiên cứu cho phép Crick và Watson đề ra cấu tạo mô hình xoắn ADN vào năm 1953. Mô hình này đã được kiểm tra lại trên cơ sở những thí nghiệm về tia Ron-ghe tinh vi hơn bởi Willkins và cộng sự của ông. Chính vì có những đóng góp đó nên Crick, Watson và Wilkins đã được giải thưởng Nobel 1962.

Theo Crick và Watson thì ADN gồm hai dây polynucleotid với cực trái dấu nhau cuộn xoắn với nhau xung quanh cùng một trục và tạo thành vòng xoắn đôi.

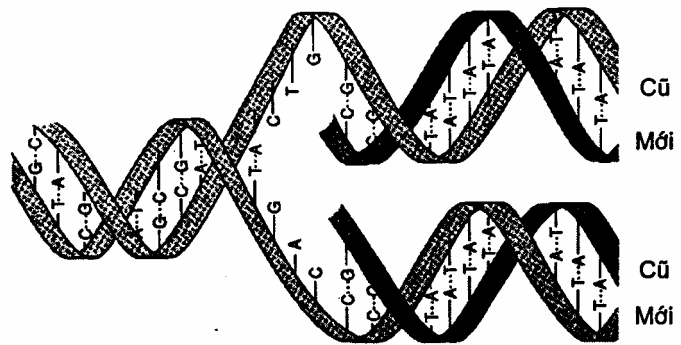
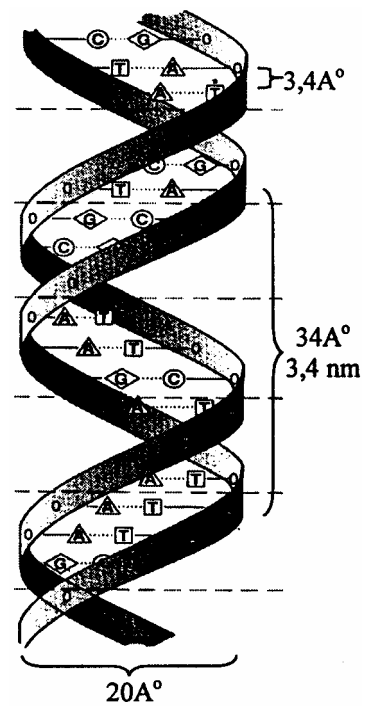
Các bazơ nằm trong vòng xoắn thành từng cặp: pyrimidin trên một dây và phần trên dây đối xứng và ngược lại. Chỉ một số cặp bazơ nhất định phù hợp: A đi với T; G đi với C (liên kết hydrogen).

- Mỗi vòng xoắn dài  $34 \text{ \AA}$  chứa 10 cặp gốc kiềm
- Độ dài một cặp gốc kiềm là  $3,4 \text{ \AA}$ .
- Bán kính vòng xoắn  $10 \text{ \AA}$
- Khoảng cách giữa hai gốc kiềm đối xứng là  $3 \text{ \AA}$

### 3.3.3.3. Vai trò sinh học của ADN

Ngày nay trong sinh học, đặc biệt là trong sinh hoá học và vi sinh học, người ta đã thu được nhiều tài liệu chứng tỏ rằng ADN là cơ sở cấu trúc của nhiễm sắc thể mang tính thông tin di truyền.

Người ta thấy ADN trong tế bào thân lớn gấp đôi ADN tế bào mầm. Thứ tự sắp xếp của 4 gốc kiềm trên polynucleotid có tác dụng như mật mã di truyền. Khi cần tái tạo, một dây nucleotid, dây xoắn đôi tách ra, liên kết hydro bị đứt, mỗi dây nguyên thủy được dùng như một khuôn mẫu để tổng hợp dây mới theo qui luật bổ sung gốc kiềm.



### 3.3.4. Acid ribonucleic (ARN)

ARN được coi là chất tham gia trực tiếp vào các phản ứng tổng hợp protein. Loại này thường tập trung ở tế bào chất (chủ yếu ở bào tương) một số ở nhân. Chúng thường ở dạng chuỗi búi chỉ rối.

ARN trong tế bào chia làm 3 loại:

3.3.4.1. *ARN thông tin*: Ký hiệu m - ARN (m - messenger - người đưa tin) Trọng lượng phân tử của loại này từ  $0,5 - 1,10^6$ , chiếm 3 - 4% tổng số ARN, chúng được tổng hợp ở nhân tế bào trên khuôn của phân tử ADN đây là khuôn thứ cấp.

Nhiệm vụ của m - ARN mang bản mật mã di truyền hình thành ở nhân sẽ chui qua màng nhân ra tế bào chất và tiến tới vị trí tổng hợp protein ở ribosom, ở đó nó sẽ làm khuôn mẫu để tổng hợp nên protein.

3.3.4.2. *ARN vận chuyển*: Ký hiệu t - ARN (t - transfer - vận chuyển)

t - ARN thường ở trạng thái hoà tan trong tế bào, chiếm khoảng 15% tổng số ARN.

Trọng lượng phân tử thấp khoảng 2 - 3 vạn, gồm khoảng 60 - 100 nucleotit, giữ chức năng vận chuyển acid amin hoạt hoá từ tế bào chất đến các ribosom. Một t - ARN chỉ vận chuyển đặc hiệu một acid amin tương ứng với nó.

Cấu tạo: gồm một chuỗi polynucleotit gấp khúc lại giống như hình lá cỏ ba thù, có những đoạn xoắn kép theo qui tắc bổ sung gốc kiềm: A-U; G-X.

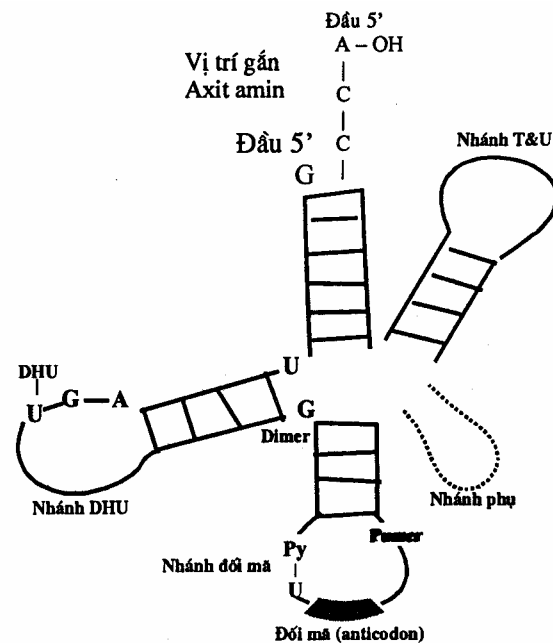
ở một đầu chuỗi có 3 gốc kiềm tự do, các acid amin sẽ được gắn vào 3 gốc kiềm đó để được chở vào vị trí tổng hợp protein ở ribosom.

Có 20 loại t - ARN tương ứng với 20 acid amin. Các acid amin sẽ kết hợp với t-ARN tương ứng của luôm, tạo thành từng luồng đi vào vị trí tổng hợp protein mà thứ tự sắp xếp của các acid amin trong mạch peptid thì đã được m - ARN qui định trước.

### 3.3.4.3. ARN ribosom: Ký hiệu r .ARN

Trọng lượng phân tử loại này rất cao 1 - 2 triệu, chiếm trên 80% tổng số ARN. Một ribosom là một hạt nucleoproteid mà phần acid nucleic là ARN. Đường kính của ribosom khoảng 200A<sup>0</sup>.

Sự tập hợp của chừng vài chục ngàn đại phân tử đó sẽ tạo thành một nhà máy vi mô vững chắc, có tổ chức hoàn hảo, có đủ khả năng đọc bản mã di truyền trong mạch m - ARN và thực hiện thông tin đó ở dạng một phân tử protein đã chuẩn bị sẵn và có cấu trúc đặc hiệu.



## 3.4. NUCLEOPROTEID

### 3.4.1. Nucleohiston và nucleoprotamin

ARN và ADN thường thấy trong tự nhiên (ở động vật, thực vật cũng như virus) dưới dạng kết hợp với protein.

- Protein đặc biệt quan trọng là histon: tính chất kiềm, trọng lượng phân tử nhỏ. Histon tự do có cấu trúc xoắn  $\alpha$  và hình như cấu trúc này được duy trì trong nucleohiston.

Gần đây một số tác giả đã chứng minh rằng nucleohiston chiết suất từ mầm đậu chứa ARN gắn với protein bằng liên kết đồng hoá trị - Phức hợp ARN - histon chứa

8% ARN và 92% protein.

- Trong các tế bào sinh tinh đã trưởng thành của nhiều họ có ADN được gắn không phải với histon, mà với protamin, protamin là protein có tính kiềm mạnh, cũng như histon, có tỷ lệ arginin cao. Tuy nhiên chúng có kích thước không đồng đều và nhỏ hơn, hình như chúng có mang tính chất đặc hiệu chủng loại.

### 3.4.2. Nucleoprotein của virus

Vuốt là một ví dụ điển hình về các loại nucleoprotein đồng nhất và tự trị.

Ba đặc điểm của virus là: trong tế bào dinh dưỡng của vật chủ chúng thể hiện sự có mặt của chúng qua các hiện tượng sau :

- Tự sinh sản
- Gây hội chứng bệnh
- Khả năng biến dị

Nhờ tính chất thứ 3 mà virus trở thành nguyên liệu quý để nghiên cứu về di truyền.

Như vậy kết hợp chặt chẽ với vật chủ mà virus biểu hiện tất cả mọi đặc tính của sự sống. Rất nhiều virus đã được tách ra tinh khiết. Vuốt đơn giản nhất về mặt hoá học là gồm có protein và acid nucleic. Protein có trong tất cả mọi virus (từ 33 đến 99%) bao bọc xung quanh acid nucleic, làm nhiệm vụ che chở cho acid nucleic.

#### 3.4.2.1. Virus vi khuẩn (thực khuẩn bào)

Thường rất lớn, acid nucleic của chúng thường là ADN xoắn đôi đều, nằm trong một cái 'đầu' kết tinh nhiều mặt đối xứng, gồm nhiều đơn vị nhỏ protein rất giống nhau, có trọng lượng phân tử 2.10<sup>4</sup>. Thường chúng có một cái 'muối' dễ uốn dùng làm cơ quan gắn và chích. Cái đuôi này có thể gồm nhiều thành phần, chức phận và cấu trúc khác nhau nên số protein trong virus cũng rất lớn.

#### 3.4.2.2. Virus động vật: Có thể chứa ARN hoặc ADN

- Vuốt ARN thấy ở bào tương, virus ADN trong nhân tế bào chủ, các điển hình như: + Vuốt gây bại liệt và virus cocksackie là những nucleoprotein đơn giản đa diện, giống như virus thực vật.

+ Vuốt gây viêm não và virus gây cúm chứa ARN cùng một phân tử lượng nhỏ, nhưng phân tử của nó đa diện và khá lớn, vì ngoài nucleoprotein còn có lipid và polysacant.

+ Đặc biệt nhóm đáng chú ý là reo virus có ARN vòng xoắn đôi bổ sung với trọng lượng phân tử cao và gần giống ADN.

Vuốt chứa ADN: virus gây bệnh mụn rộp (herpes), bệnh đậu gà, bệnh quai bị, sởi, thủy đậu psittacosis, dại, polio...

## Chương 4

### GLUCID

#### 4.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ GLUCID

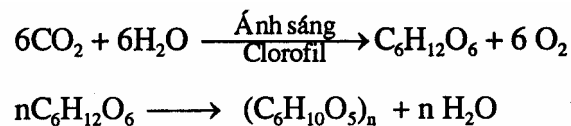
Glucid là hợp chất phổ biến trong tự nhiên và trong cơ thể sinh vật. Thành phần mô bào thực vật gồm trên dưới 80%, chất khô là glucid, mô bào động vật có ít hơn, khoảng trên dưới 2%. Đây là loại chất hữu cơ phổ biến bậc nhất.

Glucid ở thực vật có dưới dạng chất xơ (cellulose dạng tinh bột dự trữ, dạng đường (sacarose, fructose...)).

Ở động vật, glucid có nhiều trong gan dưới dạng glycogen dự trữ, hoặc có trong huyết thanh dưới dạng glucose.

##### 4.1.1. Định nghĩa về glucid

Glucid là hợp chất hữu cơ mang năng lượng, nó là sản phẩm của quá trình quang hợp: cây xanh nhờ diệp lục đã biến  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  thành glucid dưới ánh sáng của mặt trời:



Có thể nói glucid là những hợp chất mà ở đó quang năng đã chuyển sang dạng hoá năng để sử dụng đối với đa số sinh vật.

##### 4.1.2. Vai trò của glucid trong sự sống

Cung cấp năng lượng cho hoạt động sống, hàng ngày nhu cầu năng lượng của động vật được bảo đảm 60 - 80% là do glucid.

- Tham gia vào cấu trúc của các mô bào (nhất là mô chống đỡ). Đó là vai trò tạo hình của glucid. Ví dụ: nhóm chất quan trọng của cơ thể là acid nucleic có thành phần đường ribose và desoxyribose.

- Ngoài ra, trong đời sống hàng ngày của người và gia súc, những glucid như tinh bột, đường, cellulose (rơm, cỏ, rau) chiếm một tỷ lệ quan trọng trong thực phẩm.

##### 4.1.3. Các tính chất của glucid

###### 4.1.3.1. Tính chất lý học của monosacand

- Tính hoà tan và quay mặt phẳng phân cực

Các monosacarid dễ tan trong nước, ít tan trong rượu, không tan trong các dung môi hữu cơ (như đê, benzen) và có khả năng làm quay mặt phẳng phân cực.

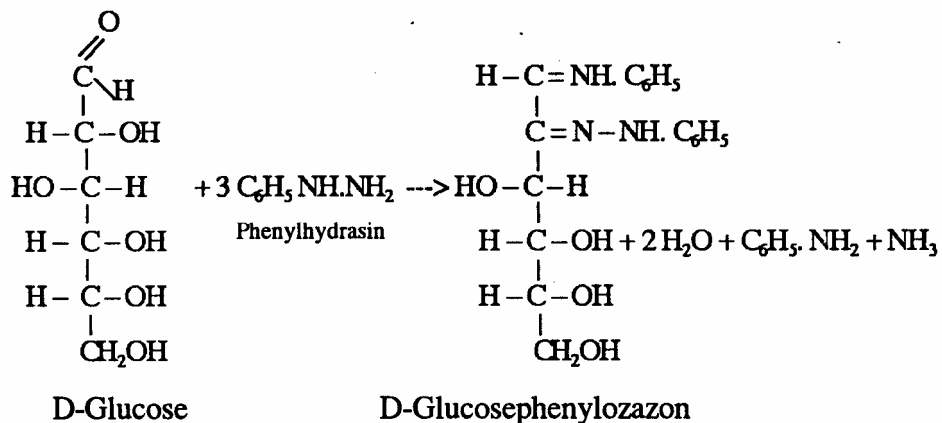
- Tính chất oxy hoá khử

Các monosacand thể hiện tính khử mạnh do sự có mặt các nhóm chức aldehyd và đơn tự do. Trong môi trường kiềm và đun nóng, các monosacand có thể khử các con tám loại (ví dụ  $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$ ). Tính chất này được sử dụng để định lượng đường khử nói chung và glucose nói riêng trong các mẫu thực vật và động vật. Khi khử các monosacand ta thu được các rượu đa nguyên tử tương ứng. Các rượu sobit, ribit vốn được tạo thành khi khử glucose (hoặc fructose), ribose... thường gặp trong cơ thể sống và đóng vai trò quan trọng.

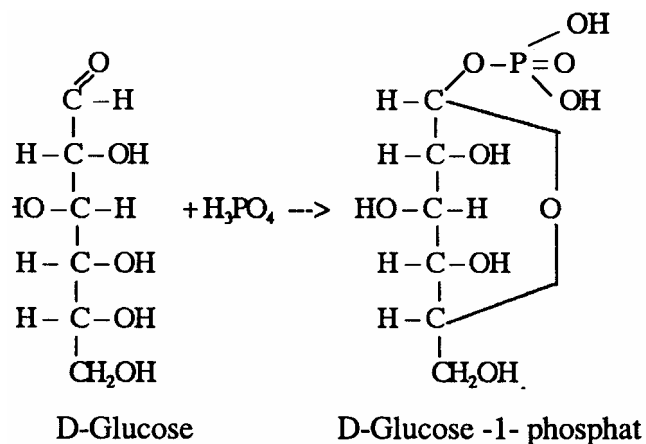
- Phản ứng tạo este

Khi phản ứng với các acid, các monosacand tạo thành các este, trong đó có ý nghĩa quan trọng nhất là các este phosphoric của monosacand. Các monosacand tham gia vào các quá trình trao đổi chất quan trọng nhất (như quang hợp, hô hấp) đều ở dạng este phosphoric: aldehyd-3-phosphoglyceric, phosphodioxyaceton, glucose-6-phosphat, fructose-1,6-diphosphat, riboso-5-phosphat...

Phản ứng với hydrazin ( $\text{NH}_2 - \text{NH}_2$ ) hoặc phenylhydrazin ( $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH} - \text{NH}_2$ ) Monosacand tác dụng với phenylhydrazin tạo thành sản phẩm không tan - phenylozazon màu vàng. Phenylozazon được sử dụng để nhận biết đường khi phân tích. Sơ đồ hình thành ozazon của monosacand có thể biểu diễn như sau:



- Tác dụng với acid phosphoric



4.1.4. Vấn đề đồng phân và mạch vòng của monosacarid

#### 4.1.4.1. Vấn đề đồng phân

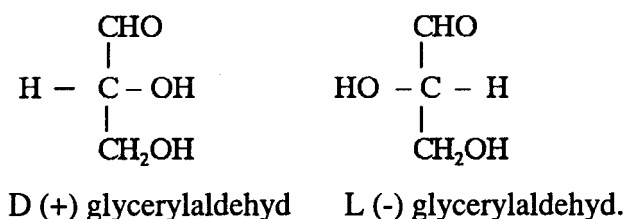
Một trong những đặc điểm của glucid (ví dụ như glucose và nhiều monosacand khác) là tồn tại dưới nhiều dạng đồng phân.

Mỗi phân tử monosacand, từ loại có 3 carbon trở lên đều chứa ít nhất một nguyên tử carbon bất đối (nghĩa là 4 hoá trị carbon được bão hoà bởi 4 nhóm hoá học khác nhau). Vì vậy nó có khả năng tồn tại ở 3 dạng đồng phân.

- Đồng phân quay phải tia phân cực (+)
- Đồng phân quay trái tia phân cực (-)
- Chất không có hoạt tính quang học (raxemat)

Hai đồng phân đầu là 2 chất đối kháng về mặt quang học.

Dựa vào các đồng phân của triose là glyceraldehyd người ta chia các monose làm 2 hàng tương ứng: D và L.



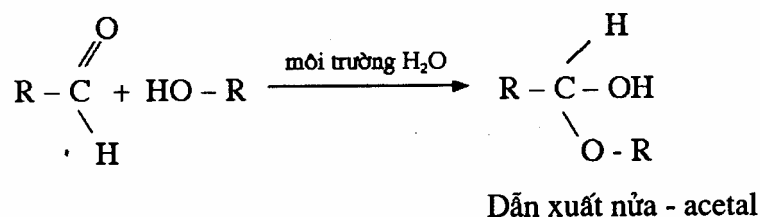
Vị trí để nhận xét hàng D và L cho các đường là H và OH ở nguyên tử carbon nằm cạnh nhóm rượu bậc nhất (CH<sub>2</sub>OH)

- Nếu OH nằm bên phải là hàng D
- Nếu OH nằm bên trái là hàng L

Hàng D và L giống nhau về nhiều đặc tính lý hóa, chúng chỉ khác nhau về khả năng làm quay mặt phẳng tia phân cực. Ngoài ra, về mặt dinh dưỡng của động vật giá trị của hai loại cũng khác nhau. Trong cơ thể chủ yếu có đường hàng D.

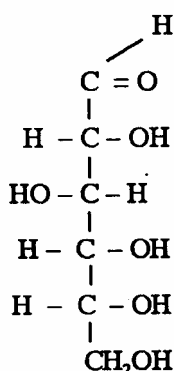
#### 4.1.4.2. Vấn đề mạch vòng của monosacarid

Trong cấu trúc của monosacand ta thấy có những gốc hoạt động ở cạnh nhau như aldchyd và alcol. Do đó chúng có khả năng phản ứng với nhau tạo thành dạng dẫn xuất nửa acetal (hemiacetal) theo sơ đồ sau:

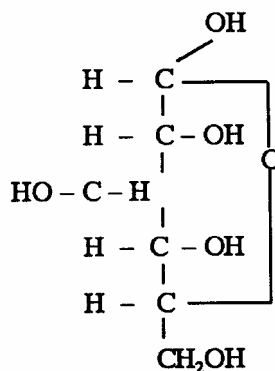




Khi phản ứng xảy ra trong phân tử monosacand, một cầu nối oxy sẽ được thành lập và monosacand sẽ hoá dạng vòng.

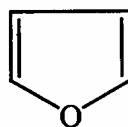
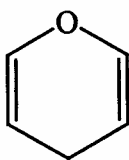


D - glucose (mạch thẳng)



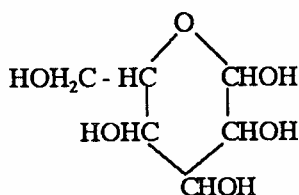
D - glucose (mạch vòng)

Dạng vòng của monosacand có thể là 6 cạnh hay 5 cạnh. Haworth đã đề nghị gọi monosacand có dạng vòng 6 cạnh là pưanose và monosacand có dạng vòng 5 cạnh là furanose. Vì có thể coi 2 dạng này như là dẫn xuất của phen và furan.

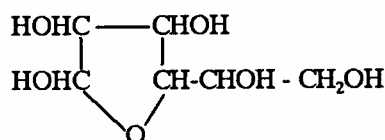


Cầu nối oxy có thể xuất hiện giữa nguyên tử  $C_1 - C_5$  (dạng Piranose) hoặc  $C_1 - C_4$  (loại furanose)

Ví dụ:



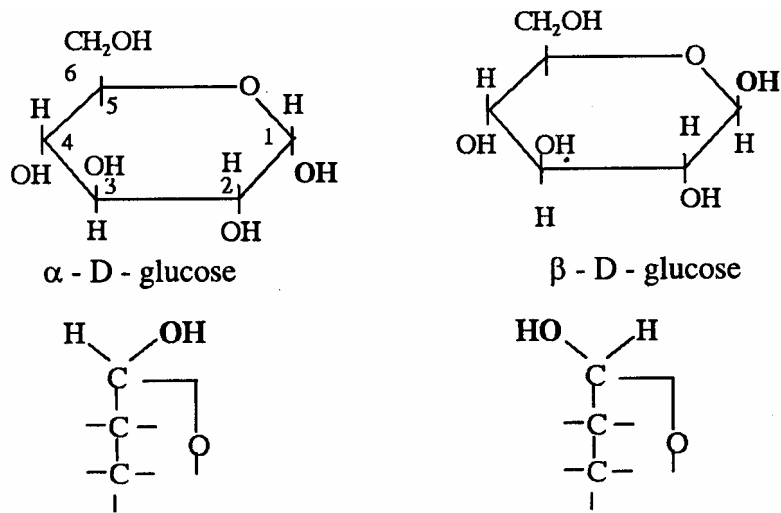
Glucopiranoose



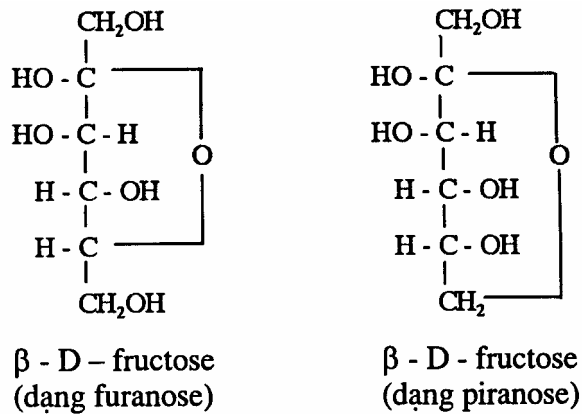
Glucofuranoose

Haworth cũng đã đề ra công thức phối cảnh để biểu diễn monosacand.

ở dạng vòng glucose (hoặc các monosacand khác) có khả năng tồn tại dưới dạng đồng phân không gian  $\alpha$  và  $\beta$  Hai loại này khác nhau do vị trí H và OH ở nguyên tử  $C_1$ .



Đối với monosacand lớp cetose như fructose cũng có thể ở dạng nửa acetal, nhưng cầu nối oxy sẽ xuất hiện giữa  $C_2 - C_5$  hoặc  $C_2 - C_6$



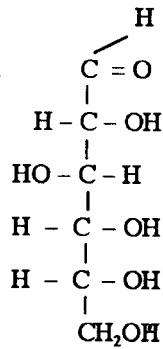
#### 4.1.5. Các monosacarid phổ biến

Trong tự nhiên và trong cơ thể động vật thường gặp các monosacand sau:

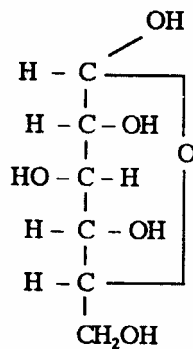
##### 4.1.5.1. D - Glucose (còn gọi là đường nho)

Đây là loại đường phổ biến nhất có nhiều trong hoa quả. Trong máu của gia súc chứa trung bình 80 - 120mg%, glucose ở gan, bắp thịt được trùng hợp và dự trữ ở dạng glycogen.

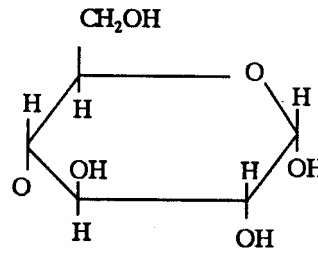
Glucose có đủ đặc tính của đường đơn (khả năng oxy - hoá khử, dạng vòng, quay tia phân cực...).



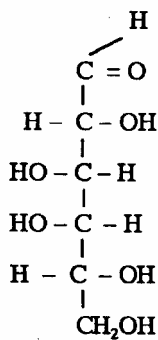
D- $\alpha$ - glucose (mạch thẳng)



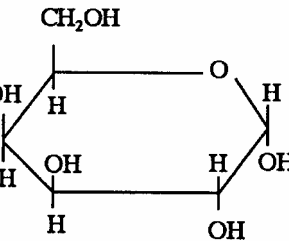
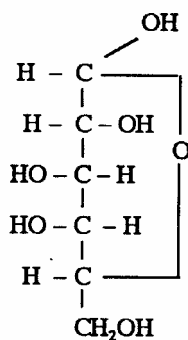
D- $\alpha$ - glucose (mạch vòng)



4.1.5.2. *D - Galactose*: còn gọi là đường sữa, có trong thành phần đường lactose ở sữa và ở dạng hợp chất galactosid của não (xerebrosid)

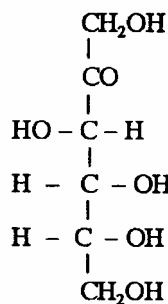


D- $\alpha$ - galactose (mạch thẳng)

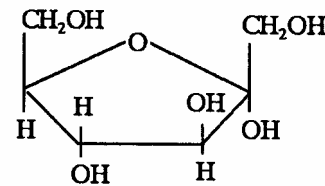
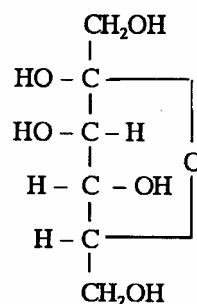


D- $\alpha$ - galactose (mạch vòng)

4.1.5.3. *D - Fructose* (fructus - quả) Có nhiều trong quả chín, có vị ngọt mạnh nhất.



D- $\alpha$ - Fructose (mạch thẳng)



D- $\alpha$ - Fructose (mạch vòng)

4.1.5.4. *D - Manose*: Được coi là epimer của D - glucose vì chỉ khác glucose ở vị trí C2 về nhóm oà.

Manose thường thấy ở hoa quả (vỏ cam) và trong phức hợp với mấy loại protein (như albumin, globulin, chất nhầy mucoid)

4.1.5.5. *Các pentose*: là loại monosacand 5 carbon, trong tự nhiên có dưới dạng đa đường pentosan (ở rơm, cỏ) hoặc một ít tự do (ở quả chín).

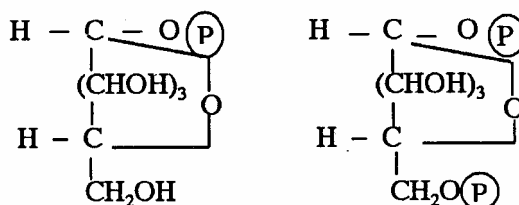
Trong cơ thể gia súc có D - ribose và D - desoxyribose là nhóm chất quan trọng

nhất trong nucleoprotein.

#### 4.1.6. Các dẫn xuất chính của monosaccharid

##### 4.1.6.1. Các phospho - este (hesose - phosphat)

Các monosacand như glucose, fructose... trong mô bào sinh vật dễ este hoá với H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> thành dạng glucose - phosphat.



Glucose - 1- phosphat      Glucose -1,6 - diphosphat.

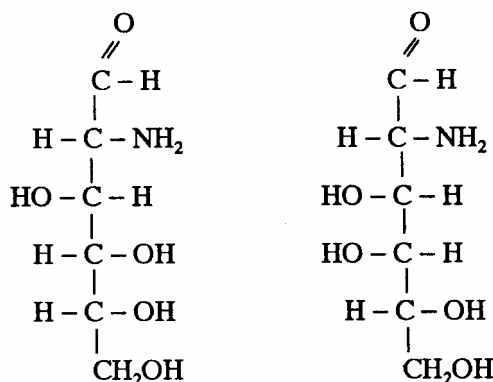
Loại chất này rất quan trọng trong quá trình trao đổi vật chất và giải phóng năng lượng cho cơ thể động vật.

##### 4.1.6.2. Dẫn xuất chứa quan (hexosamin)

Một nhóm OH (thường ở vị trí C<sub>2</sub>) được thay bằng NH<sub>2</sub>

Trong cơ thể động vật, loại đường quan này có trong protein chất nhầy ở cấu trúc một số mô.

Hai chất thường gặp:



D - glucosamin      D - galactosamin.

##### 4.1.6.3. Nhóm glucosid

Về cấu tạo, glucosid là những hợp chất este giữa monosacand và chất không glucid như rượu, metyl, acid xyanhydric gọi chung là gốc aglucon.

Phần lớn glucosid tự nhiên là những chất độc, nhưng với liều lượng nhỏ vừa phải lại có dược tính rất giá trị. Ví dụ: Saponin (đường + saponegin) là thuốc long đờm.

## 4.2. PHÂN LOẠI GLUCID

Cơ sở phân loại: Người ta thường phân loại glucid dựa theo mức độ phức tạp của phân tử, lấy đường đơn làm cơ sở.

Chia làm 2 loại chính:

#### 4.2.1. Loại ose

Ose là những đường không thủy phân được nữa thường còn gọi là đường đơn hoặc monosacand. Tùy theo số nguyên tử carbon, loại OSA chia thành các nhóm:

- Triose ( $C_3H_6O_3$ )
- Tetrose ( $C_4H_8O_4$ )
- Pentose ( $C_5H_{10}O_5$ )
- Hexose ( $C_6H_{12}O_6$ )

#### 4.2.2. Loại osid

Là những glucid phức tạp do nhiều monosacand ghép lại. Loại này gồm 2 nhóm lớn:

##### 4.2.2.1. Holosid

Khi thủy phân cho toàn monosacand, nên còn gọi là glucid đơn thuần, nhóm này chia ra thành:

Oligosacand (hoặc oligose): cấu trúc đơn giản gồm từ 2 đến 3 monosacand nên còn gọi là disacarid và trisacand.

- Polysacand (polyose) cấu trúc rất phức tạp gồm nhiều monosacand, một số đại diện như: tinh bột, glycogen, cellulose...

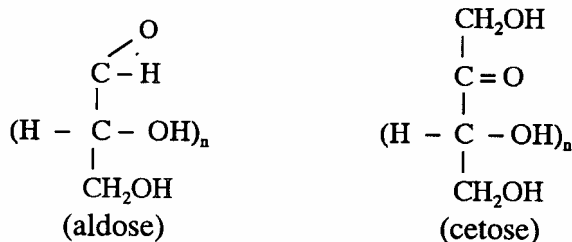
##### 4.2.2.2. Heterosid

Khi thủy phân, ngoài monosacand còn thấy nhiều nhóm không phải glucid (nhóm aglucon).

Dưới đây ta lần lượt nghiên cứu từng loại nói trên.

### 4.3. LOẠI OSE

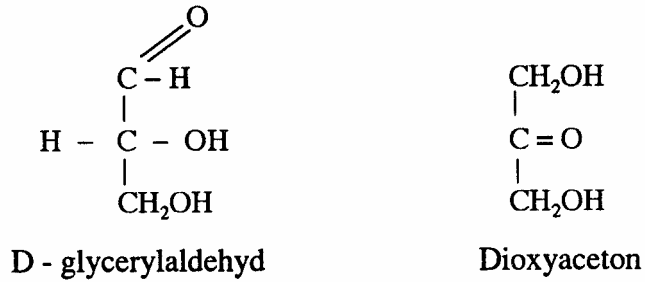
Xét về cấu trúc, monosacarid là những dẫn xuất aldehyd và ceton của rượu nhiều nguyên tử và tương tự như vậy ta có alôse hoặc cetose.



#### 4.3.1. Triose ( $C_3H_6O_3$ )

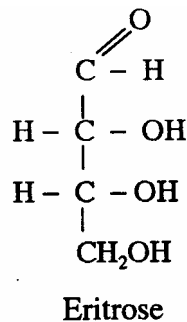
Đy là những monosacand có 3 nguyên tử carbon. Đại diện của nhóm này là

glyceraldehyd và dioxyaceton.



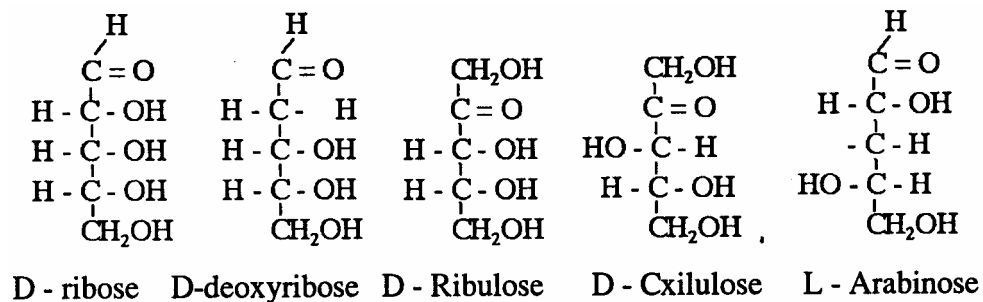
#### 4.3.2. Tetrose (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>)

Tetrose là monosacand mà phân tử của nó có 4 carbon. Trước kia loại này không được các nhà sinh vật học chú ý lắm, nhưng sau này người ta thấy khi thủy phân glucid, trong những sản phẩm trung gian của quá trình trao đổi chất, cùng với dạng phosphoryl của loại hexose, pentose, còn có dạng tetrose như eritrophosphat.

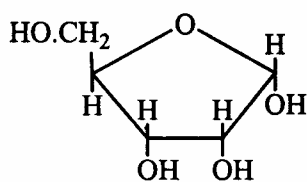


#### 4.3.3. Pentose (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)

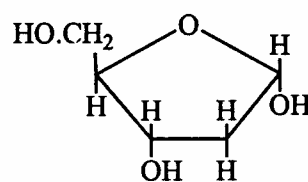
Một số đại diện của loại monosacand 5 carbon này là:



Pentose có thể tồn tại ở dạng vòng, chúng tham gia vào thành phần của acid nucleic.



D- Ribose (α-D-ribofuranose)



2-Deoxy-D- Ribose (α-2Deoxyribofuranose)

#### 4.3.4. Hexose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)

Trong cơ thể động vật và người, những hexose thường gặp là: glucose, fructose, mannose, galactose (một phần hexose ở trạng thái tự do, một phần ở dạng liên kết trong thành phần của polysacand. Hexose tự nhiên: glucose, fructose, mannose, galactose thuộc loại cấu trúc dây D - ở trong điều kiện phòng thí nghiệm có thể nhận được đường dây L.

Tất cả monosacand tự nhiên có vị ngọt và dễ hoà tan trong nước. Độ ngọt của mỗi loại đường không giống nhau.

Monosacand loại hexose tương đối phổ biến như chúng ta đã trình bày ở trên.

#### **4.4. LOẠI OSID**

Osid gồm 2 loại chính:

- Loại osid thuần nhất (hay còn gọi là holosid) gồm toàn o se.

- Loại osid không thuần nhất (heterosid) loại này ngoài các o se ra còn có nhóm ghép không phải glucid.

Ta lần lượt nghiên cứu mấy loại phổ biến sau đây:

##### **4.4.1. Loại holosid**

Tùy số lượng monosacand tạo thành mà nhóm holosid chia ra: disacand, tnsacand, polysacand.

##### **4.4.1.1. Disacarid. (hay còn gọi là đường kép)**

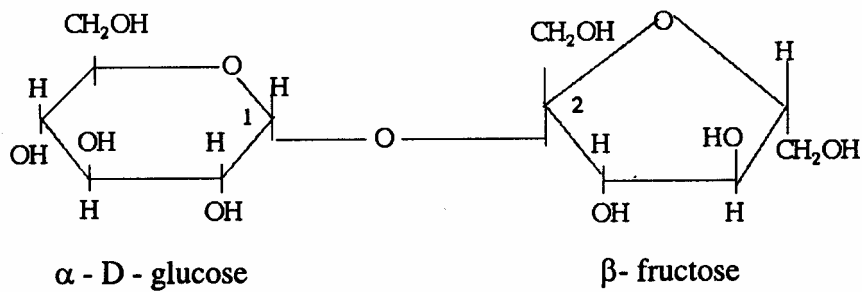
Nó được thành lập do 2 monosacand hợp lại qua mạch osid sau khi khử đi một phần tử nước .

Thành phần những đường kép chủ yếu như sau:

- Maltose → glucose + glucose
- Lactose → glucose + galactose
- Celobiose → glucose + glucose
- Gentibiose → glucose + glucose
- Saccarose → glucose + fructose
- Turanose → glucose + fructose

Mấy chất đáng chú ý là:

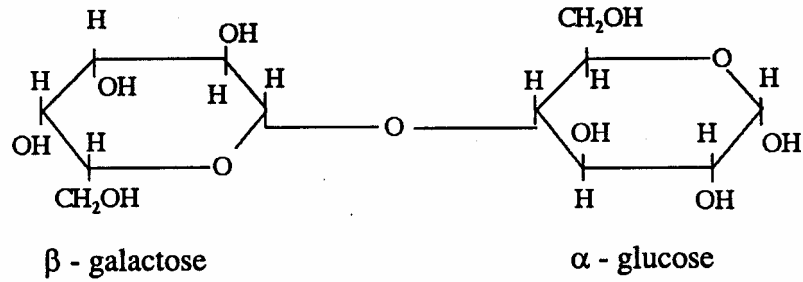
- Saccarose: ( $\alpha$  glucosido - 1,2,  $\beta$  - fructose) liên kết glucosid giữa  $C_1$  của glucose và  $C_2$  của fructose.



Loại này còn được gọi là đường mía hay đường củ cải đường (mía có 20%, củ cải đường có 27%).

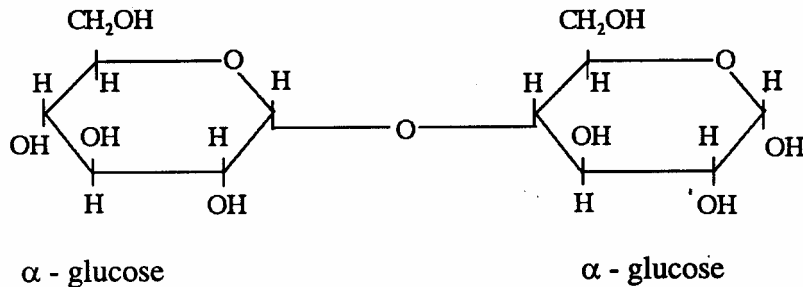
Saccarose không còn nhóm OH glucosid tự do nên không cho những phản ứng oxy - hoá khử.

- **Lactose** ( $\beta$  - galactosido - 1,4,  $\alpha$  - glucose) đường của sữa hàm lượng lactose thay đổi tùy loại sữa. Đây là loại đường kép độc nhất được tổng hợp ở cơ thể gia súc - Lactose có tính oxy hoá khử điển hình của đường.

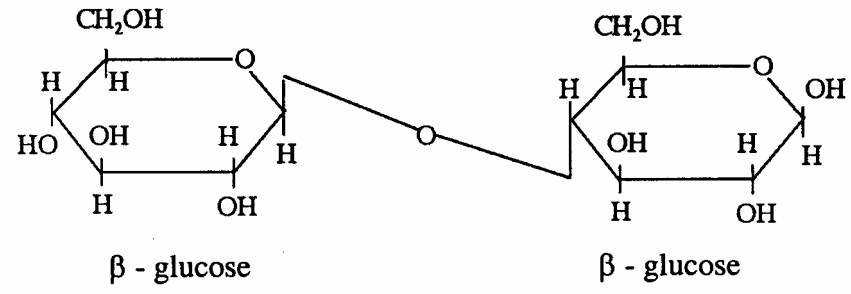


Maltose ( $\alpha$  - glucosido 1,4 -  $\alpha$  - glucose)

Còn gọi là đường mạch nha. Đường này sinh ra trong ống tiêu hoá do sự thủy phân tinh bột hoặc glycogen bởi men amylase.



- Cellohiose: ( $\beta$  - glucosido - 1,4,  $\beta$  - glucose) là đường kép thu được khi thủy phân cellulose chưa triệt để.





#### 4.4.1.2. Polysacarid

Polysacand là loại đa đường có trọng lượng phân tử rất cao, do nhiều gốc monosacarid hợp lại mà thành. Công thức chung của polysacand là  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

các loại polysacariô đáng kể nhất là:

- Tinh bột
- Glycogen
- Cellulose
- Chitin

#### **Tinh bột**

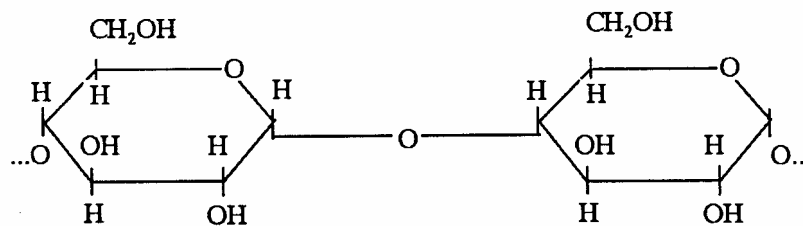
Tinh bột là loại glucid dự trữ của thực vật được lluul thành trong quá trình quang hợp. Nó là nguồn thức ăn rất quan trọng đối với động vật, nhất là động vật nông nghiệp. Phản ứng đặc trưng nhất của tinh bột là tác dụng với iod (hoặc dung dịch luôm) cho màu xanh chàm.

Hàm lượng của tinh bột khác nhau ở các loài thực vật:

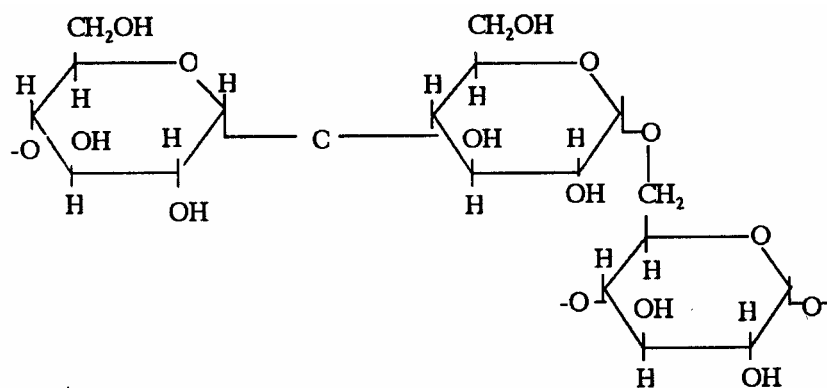
Ví dụ: gạo tẻ chứa khoảng: 75,81%

ngô chứa khoảng: 70,08%

Cấu tạo hoá học của tinh bột được tạo thành từ các gốc  $\alpha$  glucose gồm 2 thành phần: + *Amylose* (chiếm 10 - 20%) - chất này tan trong nước, không tạo hồ, với iod cho màu xanh, các gốc  $\alpha$  - glucose được liên kết với nhau qua mạch glucosid 1 - 4 tạo thành mạch thẳng.



+ *Amilopectin* (chiếm 80 - 90%) không tan trong nước với iod cho màu tàn đỏ gồm các gốc  $\alpha$  - glucose liên kết với nhau qua mạch glucosid 1- 4 và 1-6 tạo cho phân tử tinh bột có cấu tạo phân nhánh.

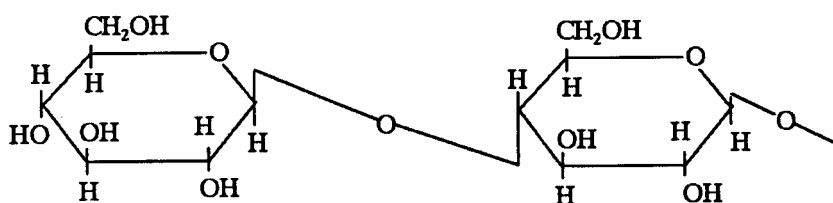


*Glycogen* (hay còn gọi là tinh bột động vật)

Đó là loại glucid dự trữ trong gan và mô bào động vật. Cấu tạo hoá học của glycogen giống tinh bột, tức là cấu tạo từ các  $\alpha$  - glucose, nhưng mức độ phân nhánh của glycogen mạnh hơn.

*Ceullose* (hay còn gọi là chất xơ)

Đó là loại polysaccharid phổ biến nhất của thực vật. Nó được cấu tạo từ nhiều gốc  $\beta$  - glucose qua mạch - glucosid 1- 4 tạo thành chuỗi thẳng không phân nhánh, số lượng  $\beta$  - glucose khoảng vài chục vạn. Trong thực vật, cellulose liên kết thành các bó sợi là các mi xen qua các liên kết hydrogên.

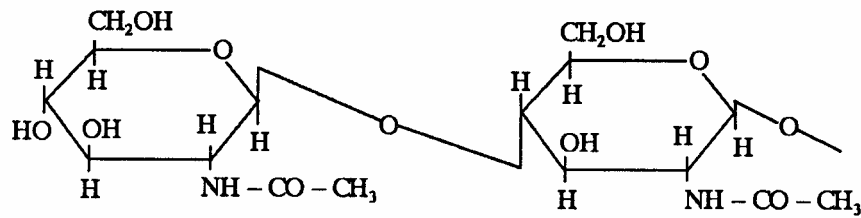


Ceullose chỉ bị phân hoá bởi enzym ceulase vi sinh vật cho nên cơ thể gia súc muốn sử dụng cellulose phải nhờ sự hoạt động của vi sinh vật có trong dạ cỏ của loài nhai lại bởi vì trong cơ thể gia súc không có enzym cellulase.

Ngoài các loại đường thường gặp nói trên chúng ta còn gặp một số đa đường như: chình, muốn, hemicellulose, dextran...

### ***Chitin***

Chitin là một polysacand thuần được cấu tạo từ các đơn vị N-acetylglucosanlin nối với nhau bằng liên kết  $\beta$  - glucosid 1- 4. Sự khác nhau duy nhất về mặt hóa học giữa chính và cellulose là sự thay thế nhóm hydroxyl ở vị trí  $C_2$  bằng một nhóm được acetyl hóa ( $CO_3-CO-NH-$ ):



Chitin có dạng sợi giống như cellulose và động vật cũng không tiêu hóa được chính. Chitin là thành phần cơ bản của lớp vỏ cứng của nhiều loài sinh vật, là polysacand phổ biến trong tự nhiên chỉ sau cellulose.

**Inulin:** là một polysacand dự trữ của thực vật. Đơn vị cấu tạo là fructose. Trọng lượng phân tử của inulin thấp vì nó chỉ có khoảng 30 gốc fructose, do đó polysacand này dễ dàng hoà tan trong nước.

ở loài ngũ cốc thời kỳ phát triển đầu thường có đa đường cấu tạo do fructose. Khi chín muối đa đường này sẽ phát triển thành tinh bột.

**Hemiceuulose:** Đây là tên chung của nhiều loại đa đường thường gặp trong rơm, gỗ, lõi ngô...

Đa đường loại này nếu có đơn vị cấu tạo từ:

- + Mannose thì gọi là mannan
- + Arabinose thì gọi là araban
- + Galactose thì gọi là galactan
- + Cylose thì gọi là cylan

**Dextran:** là sản phẩm của vi khuẩn

Dextran cấu tạo từ  $\alpha$ -glucose nối mạch glucosid 1 - 4 và 1 - 6, nhưng khác glycogen, mạch glucosid 1 - 4 ở đây là mạch rẽ.

#### 4.4.2. Loại heterosid

Heterosid là loại đa đường không thuần nhất, có cấu tạo cao phân tử và cấu trúc phức tạp. Trong thành phần của nó ngoài các monosacand ra còn có các dẫn xuất của monosacand như hexosamin, hexosulfat...

Heterosid chia làm nhiều lớp khác nhau tùy tính chất và cấu trúc. Đáng kể nhất là 2 lớp:

- Glucopolysacand
- Mucopolysacarid

##### 4.4.2.1. Mucopolysacarid: (mucor - chất nhầy)

Đây là loại đa đường thường gặp trong mô liên kết, ở chất trung gian giữa các tế bào và ở các dịch nhầy. Ba loại mucopolysacand đáng chú ý là:

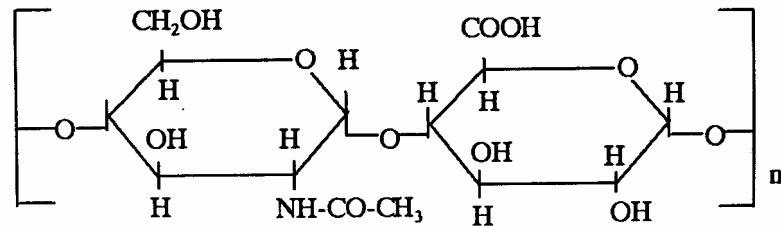
- *Acid hyaluronic*

Loại đa đường nhầy này có trong dịch bao khớp, trong thủy tinh thể mắt, trong nhiều mô bào của động vật khác.

Trọng lượng phân tử khoảng 200 - 500 nghìn, hoà tan trong dung dịch rất nhớt. Nhờ đặc tính này nên acid hyaluronic được ví như chất xi măng gắn với các tế bào của mô trong cơ thể.

Khi thủy phân acid hyaluronic ta thu được N- acetylglucosamin và acid D- glucuronic.

Hai thành phần này nối với nhau theo sự dự đoán sau:



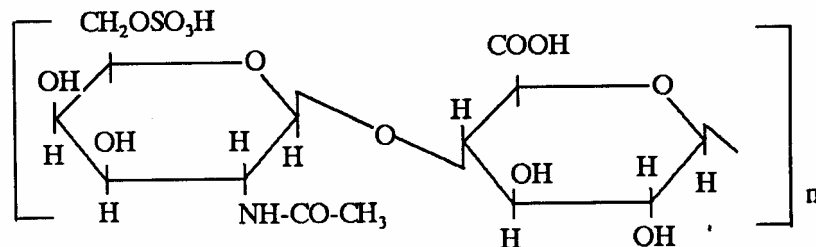
Nhiều vi khuẩn có khả năng phá hoại mạch mô bào, nọc ong, nọc rắn... có loại enzym hyaluronidase phân giải acid hyaluronic. Enzym này làm hỏng chất nhầy gắn tế bào nên vi khuẩn dễ hoạt động.

Đầu mũi nhọn của tinh trùng cũng có acid hyaluronic nên tinh trùng có khả năng xâm nhập vào tế bào trứng để thực hiện quá trình thụ tinh.

- *Chondroitin sulfat*

Chất này chứa nhiều trong mô liên kết, ở chất tính kiềm của sụn dưới dạng phức chất nhầy chondromucoid.

Trọng lượng phân tử rất cao gồm acetyl-galactosamin, acid glucuronic - cấu trúc dự đoán như sau:

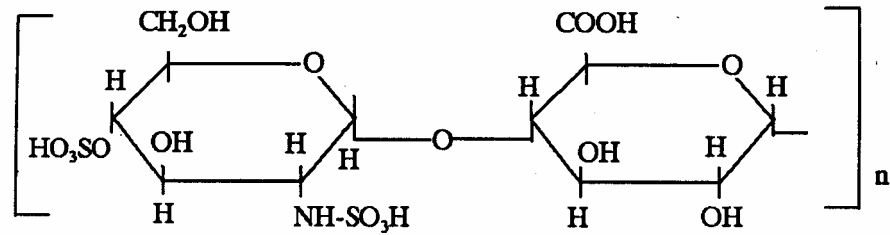


*Heparin* (Hepar - gan)

Đây là loại đa đường tìm thấy đầu tiên ở gan, sau đó ở cơ, tim, phổi...

Trọng lượng phân tử khoảng 17.000 thành phần gồm galactosamin, acid glucuronic và gốc sulfat.

Cấu trúc dự đoán như sau:



Heparan có khả năng liên kết với trombokinase, làm cho chất này không tham gia vào quá trình đông máu được. Chính ở miệng con đỉa cũng có chất heparan này, cho nên khi đỉa cắn máu thường chảy ra nhiều, khó đông.

Trong y học và thú y heparan được dùng làm chất ổn định máu và chống đông máu (khi truyền máu).

#### 4.4.2.2. *Glucopolysacand*

Là loại đa đường phức tạp có tính keo như mucopolysacand nhưng không chứa dẫn xuất an lin như hexosanun. Đại diện của nhóm này thường là:

- Pectin thực vật: là những chất giữ vai trò nhựa gắn tế bào mô thực vật.
- Glucopolysacand của vi khuẩn: thường có trong cấu tạo giáp mô, có đặc tính bền đối với men tiêu hoá. Nhờ vậy vi khuẩn sống được trong những môi trường như nước bọt, dịch ruột...

## Chương 5

### LIPID

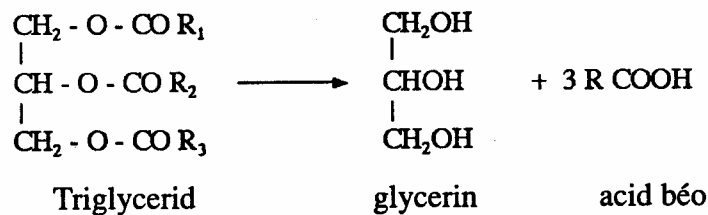
#### 5.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ LIPID

##### 5.1.1. Khái niệm chung

Lipid là lớp hợp chất hữu cơ phổ biến trong tự nhiên và trong cơ thể động vật, thực vật và vi sinh vật. Lipid có đặc tính không hoà tan trong nước, chỉ hoà tan trong các dung môi hữu cơ như đê, cloroform, benzen, cồn, aceton... (nhưng không phải mọi lipid đều hoà tan như nhau trong tất cả các dung môi nói trên, mà mỗi lipid hoà tan trong dung môi tương ứng của mình, nhờ đặc tính này người ta có thể phân tích riêng từng loại).

Tên gọi lipid (bắt nguồn từ chữ Hy-lạp lipos: mỡ) dùng để chỉ chung các loại mỡ, dầu và các chất béo giống mỡ ở động vật và thực vật.

Về mặt hoá học lipid là những este giữa alcol và acid béo điển hình là chất triglycerid.



##### 5.1.2. Vai trò của lipid

Lipid đối với cơ thể sinh vật có nhiều ý nghĩa quan trọng:

###### *Chức năng dự trữ năng lượng*

Lipid là chất dự trữ năng lượng, tiết kiệm thể tích nhất, khi oxy hoá 1 gam mỡ cơ thể thu được 9,3 Kcal. Đem so với lượng cảm của một gam đường hoặc protein (4,1 Kcal/gam) thì lượng cảm sản ra của lipid nhiều gấp đôi. Nhu cầu năng lượng hàng ngày của động vật do mỡ cung cấp khoảng 30% hoặc hơn nữa.

###### *Chức năng cấu tạo màng tế bào*

Trong màng sinh học lipid ở trạng thái liên kết với protein tạo thành hợp chất lipoprotein chính nhờ tính chất của hợp chất này đã tạo cho màng sinh vật có được tính thấm thấu chọn lọc, tính cách điện. Đó là những thuộc tính hết sức quan trọng của tế bào sinh vật.

###### *Chức năng dung môi hoà tan vitamin*

Lipid là dung môi hoà tan nhiều loại vitamin quan trọng như vitamin A, D, K, E. Vì thế nếu khẩu phần thiếu lipid lâu ngày thì động vật dễ mắc bệnh thiếu vitamin kể trên.

### *Chức năng bảo vệ cơ học*

Lipid dưới da của động vật có tác dụng gói đệm và giữ ấm cho cơ thể nhờ tính êm, dẫn nhiệt kém.

### *Chức năng cung cấp nước nội sinh*

Đối với loài động vật ngủ đông, động vật di cư, các loại sâu kén lipid còn là nguồn cung cấp nước, vì khi oxy hoá long mỡ thì có 107g nước được sinh ra.

Ngoài ra, lipid còn có thể liên kết với nhiều chất đơn giản khác thành những phức hợp có tính chất sinh học khác nhau. Những phức hợp ấy giữ vai trò quan trọng trong các hoạt động về thần kinh và bắp thịt.

### **5.1.3. Thành phần cơ bản của lipid**

Trong phần lớn các chất lipid cơ bản chứa hai thành phần chính là alcol và acid béo.

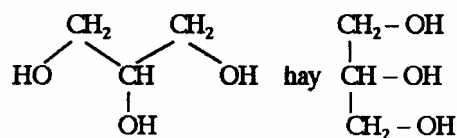
Alcol và acid béo được nối với nhau bằng liên kết este hoặc liên kết amid. Ngoài ra, lipid còn có thể kết hợp với glucid tạo thành glucolipid có vai trò cấu trúc màng hoặc kết hợp với protein tạo thành lipoprotein giữ vai trò quan trọng trong việc hoà tan và vận chuyển lipid trong máu, giúp hấp thu vitamin tan trong lipid.

#### *5.1.3.1. Alcol của lipid*

Alcol của lipid được chia thành nhiều nhóm khác nhau: glycerol, các alcol bậc cao, aminoalcol và sterol. Ngoài ra, trong tự nhiên còn có alcol không no, ví dụ phytol (là một thành phần của chlorophyl và lycophyl) là một dhydroxylalcol không no có nhiều liên kết đôi là chất màu đỏ tím trong cà chua.

Glycerol là một alcol đa chức có trong thành phần cấu tạo glycerid và phosphatid.

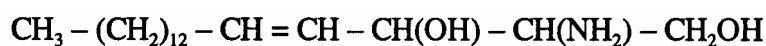
Cấu trúc của glycerol như sau:



các alcol cao phân tử thường tham gia vào thành phần của các chất sáp.

Aminoalcol tham gia vào thành phần cấu tạo của cerebrosid và một số phosphatid, Aminoalcol thường gặp là:

- Sphingozin (thành phần cấu tạo của sphingolipid):



- Cerebrin có nhiều trong nấm men, hạt ngô):



- Sterol: tiêu biểu cho sterol là cholesterol trong mô bào động vật. Sterol khi este hóa với acid béo tạo thành sterid.

### 5.1.3.2. Acid béo

Tính chất của lipid phụ thuộc rất nhiều vào thành phần acid béo. Acid béo có nhiều loại: mạch thẳng, mạch nhánh, mạch vòng. Độ bão hòa (no) của acid béo khác nhau gây cho mỡ có tính tan chảy ở các nhiệt độ riêng biệt. Trừ một vài trường hợp cá biệt, còn hầu hết các acid béo đều chứa chuỗi các bon chẵn.

Các acid béo thường gặp:

Tên gọi	công thức	Nơi có nhiều
- Acid butyric	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2 \text{COOH}$	Mỡ sữa (bơ)
- Acid caproic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$	Bơ, dừa
- Acid caprylic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6 \text{COOH}$	Bơ, dừa, nã cá
- Acid palmitic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14} \text{COOH}$	Dầu mỡ động, thực vật
- Acid steanic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16} \text{COOH}$	Dầu mỡ động, thực vật
- Acid arachidic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18} \text{COOH}$	Dầu lạc

## 5.2. PHÂN LOẠI LIPID

Cơ sở để phân loại lipid: Dựa vào thành phần hoá học người ta chia lipid ra làm 2 lớp: Lớp lipid đơn giản: là những este của alcol và acid béo.

- Lớp lipid phức tạp: ngoài alcol và acid béo còn có chứa các dẫn xuất phospho, azot, sulfua...

### 5.2.1. Lớp lipid đơn giản

Bao gồm: - Các glycerid trung tính

- Các sáp tức cerid
- Các sterid

#### 5.2.1.1. Mỡ trung tính (triglycerid)

\* Định nghĩa

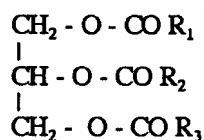
Chất béo là este của glycerin và acid béo, do đó người ta còn gọi là glycerid.

Mỡ dự trữ trong cơ thể ở các mô mỡ. Số lượng của nó thay đổi tùy trạng thái hệ thần kinh, tùy khẩu phần, tùy giống đực cái, tùy tuổi và các yếu tố khác nữa. Số lượng đó có thể xê dịch trong khoảng 10 - 30% so với thể trọng (lợn vỗ béo có thể lên tới



50%).

\* Công thức cấu tạo hoá học của mỡ (triglycerid)



Đây là este của glycerin và ba gốc acid béo ( $R_1, R_2, R_3$ ) ở động vật các acid béo này hường là: stearic  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$

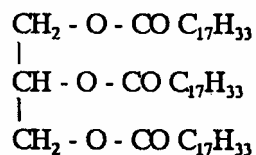
palmitic  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$

oleic  $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ .

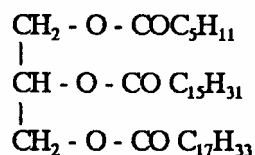
và một số loại khác

Nếu  $R_1, R_2, R_3$  giống nhau gọi là mỡ đồng nhất, còn  $R_1, R_2, R_3$  khác nhau gọi là mỡ hỗn hợp. Loại sau thường phổ biến hơn.

Ví dụ:



(Trioleid)



(Capropalmito stearic)

\* Lý hóa tính của lipid

Nhiệt độ tan chảy của mỡ thấp

Mỗi loại mỡ có độ tan chảy khác nhau phụ thuộc vào độ bão hoà của acid béo mà nó chứa. Độ bão hoà thấp thì nhiệt độ tan chảy thấp và ngược lại. Nhiệt độ tan chảy của một số loại mỡ như sau:

Mỡ bò:  $25 - 30^\circ\text{C}$

Mỡ lợn:  $36 - 45^\circ\text{C}$

Mỡ gà:  $33 - 40^\circ\text{C}$

Dầu lạc:  $- 34^\circ\text{C}$  (âm)

Trong một cơ thể động vật, mỡ ở các mô khác nhau nên nhiệt độ tan chảy cũng không giống nhau.

- Tính nhũ tương (emulsio)

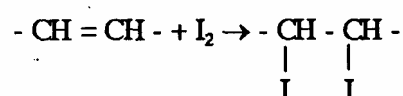
Mỡ không hoà tan trong nước và do tỷ trọng thấp (0,866 - 0,973) nó nổi trên mặt nước. Khi cho vào hỗn hợp nước và mỡ một số chất như protein, acid mật, xà phòng và lắc mạnh thì sau đó ta được một dung dịch giả, màu sữa gọi là nhũ tương. Trong nhũ tương, mỡ bị phân tán thành những hạt nhỏ ly ty và mỗi một hạt bị cô lập bởi một lớp chất gây bền nhũ tương (xà phòng, acid mật...) và lớp nước. Nguyên nhân của hiện

tượng là do các chất này đã làm giảm sức căng bề mặt của hạt mỡ nên mỡ bị phân tán

nhỏ và không liên kết thành khối với nhau được, trong quá trình tiêu hoá ở tá tràng, acid mật đã nhũ tương hoá mỡ để tăng hiệu quả tác dụng của men lipase.

-Chỉ số iod

Chỉ số iod là số gam iod tác dụng với 100 gam mỡ, chỉ số này biểu hiện độ không bão hoà của mỡ, vì iod liên kết vào các mạch kép.



Chỉ số iod của mỡ bò là 30, của mỡ người là 64.

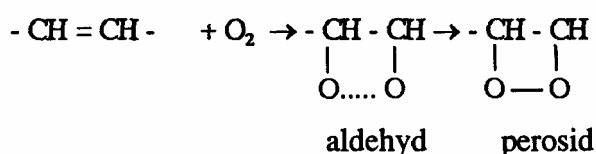
- Chỉ số acid: là số moli KOH cần thiết để trung hoà 1 gam mỡ. Chỉ số này nói lên si acid tự do của mỡ, tức là trạng thái tệt xấu của mỡ (mỡ cũ có nhiều acid béo tự do). Nếu chỉ số acid cao, chứng tỏ số acid tự do nhiều.

- Chỉ số xà phòng hoá: là số moli KOH cần để xà phòng hoá 1 gam mỡ.

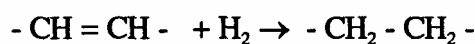
Chỉ số này biểu hiện trọng lượng phân tử của acid béo. Nếu trọng lượng phân tử thấlj thì chỉ số xà phòng hoá lại càng cao và ngược lại.

- Tác dụng của O<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>

Dưới tác dụng của oxy mạch kép sẽ chuyển sang dạng aldehyd làm hỏng mỡ vì thể mỡ cần bảo quản kín đáo đối với không khí.

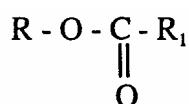


Mạch kép còn có khả năng liên kết với H<sub>2</sub> trở nên bão hoà, biến mỡ từ dạng lỏng sang trạng rắn.



#### 5.2.1.2. Sáp (xerid)

Sáp có trong động vật cũng như thực vật, sáp là những este của rượu và acid béo thuộc lớp cao phụ tử. Rượu đều là bậc một (- CH<sub>2</sub>OH).



R- là gốc alcol như alcol cetilic, hexacosanol...

R<sub>1</sub>- là gốc các acid béo như acid palmitic, cerotric...

Nói chung những acid và alcol trong thành phần của sáp chứa từ 16 đến hơn 30

nguyên tử carbon.

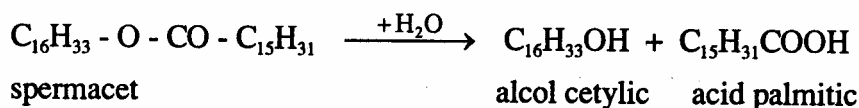
*Ví dụ:* như sáp ong:  $C_{30}H_{61} - OCO - C_{15}H_{31}$

Ở nhiệt độ thường sáp ở thể rắn, không tan trong nước, ít tan trong rượu, nhưng tan trong dung môi hữu cơ.

Ở thực vật sáp tạo thành lớp mỏng bao phủ lấy thân, lá, quả. Lớp sáp bao phủ ở quả giữ cho chúng khỏi bị thấm nước vào, khỏi bị khô và khỏi bị vi sinh vật làm hại. Sáp được ứng dụng rộng rãi để làm nến, sáp bôi và các thuốc cao, một số đại diện đáng chú ý là:

\* *Spermacet*

Spermacet có trong dịch lỏng của xoang sọ cá voi, cá nhà táng... công thức cấu tạo gồm:



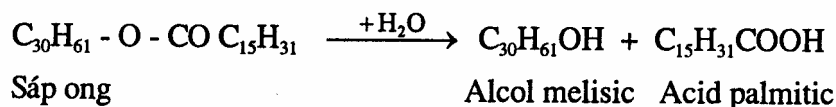
Loại alcol cetylic còn gặp trong mỡ nhòn ở phao câu gà, vịt. Người ta cho rằng spermacet có tác dụng làm lớp bảo vệ lông và da động vật đối với ảnh hưởng của nước.

\* *Lanolin*

Lanolin là hỗn hợp nhiều este của acid béo và rượu. Loại chất này có nhiều ở lông cừu lanolin dễ ngấm nước thành chất quánh nhuyển dùng trong kỹ nghệ nước hoa, xà phòng.

\* *Sáp ong*

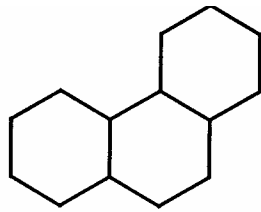
Sáp ong hỗn hợp của nhiều este



### 5.2.1.3. Sterid

Sterid là những este của rượu đa vòng như cholesterol và acid béo cao phân tử loại palmitic, oleic...

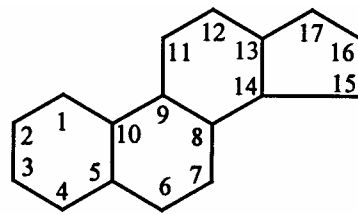
Sterid (hoặc cholesterol) là dẫn xuất của nhân cyclo-pentan perhydrophenantren (mà cyclopentan pethydrophenantren là trùng hợp của cyclopentan và pethydrophenantren).



Perhydrophenantren

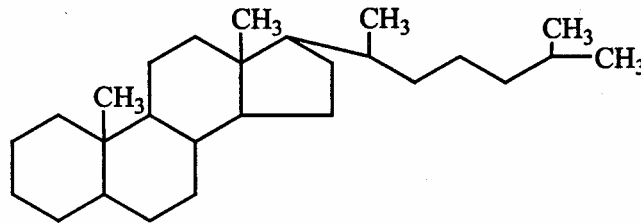


Cyclopentan

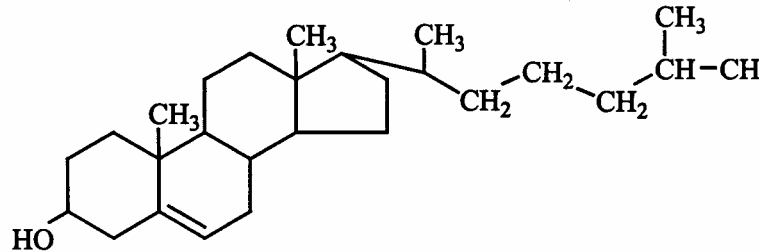


Nhân cyclopentanhydrophenantren

Sterid là dẫn suất của cholestan



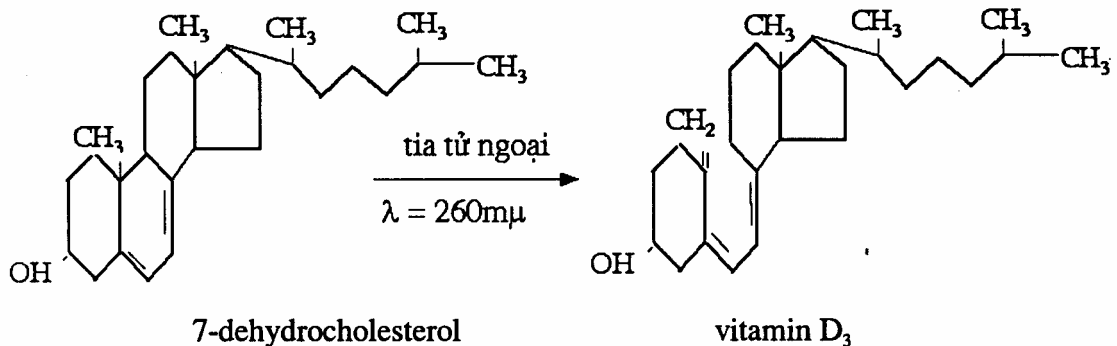
Cholesterol: là một rượu bậc hai (-CHOH)



Cấu tạo hoá học của cholesterol

Cholesterol luôn luôn có ở trong máu và mô bào. Nếu acid béo liên kết với nó qua nhóm OH, ta được một este là cholesterid. Hai loại này có ở não tới 10 - 12% và thường ở dạng tự do hoặc phức hợp với các chất khác, trước hết là protein Cholesterol không hoà tan trong nước, hêm, acid, chỉ tan trong đê, benzen, clorofonn...

Ở cơ thể động vật già lượng cholesterol cao. Trong da động vật, cholesterol có dưới dạng oxy hoá là 7 - dehydrocholesterol (mạch kép giữa 7 - 8). Đó là chất tiền vitamin D<sub>3</sub> nó sẽ biến thành vitamin dưới tác dụng của tia tử ngoại (mở mạch 9 - 10) với bước sóng 260m $\mu$  cho nên người ta cho gia súc tắm nắng vào buổi sớm là để tăng cường vitamin D.



7-dehydrocholesterol

vitamin D<sub>3</sub>

Nhóm sterid thực vật đáng chú ý nhất là ergosterin có trong men bia, nấm rạ, nó có khả năng biến thành vitamin D2 dưới tác dụng của tia tử ngoại (mở mạch 9 - 10).

### **5.2.2. Lớp lipid phức tạp**

Loại lipid phức tạp có ở gan, tim, thận, não... và hầu hết các tế bào thực vật, đặc biệt là hạt của cây có dầu và cây họ đậu, khác với lipid đơn giản, trong thành phần của lipid phức tạp ngoài acid béo và alcol ra, còn chứa phospho, Nitơ, lưu huỳnh, glucid...

Loại này gồm có:

#### **5.2.2.1. Phospholipid (phosphatid)**

Phospholipid là một nhóm chất hữu cơ giống mỡ, tức là loại lipid, có nhiều trong não, dây thần kinh và ở Các Cơ quan như gan, tim, thận và ở lòng đỏ trứng.

Các đại diện của phospholipid thường ở dạng liên kết với protein trong lipoprotein của vách tế bào và của nội khí quan ở tế bào chất. Hàm lượng phosphatid của lòng đỏ trứng gà gồm 6,5 - 12%, ở sữa tươi có khi tới 100 - 110mg% (có nghĩa là cứ 100mg phosphatid chứa trong 100ml mỡ).

Trong cấu trúc của phosphatid ta thấy có acid phosphoric và nhiều hợp chất khác.

Phần alcol trong phosphatid có thể là glycerin, inositol hoặc sphingosin... do đó phosphatid có tên gọi tương ứng với alcol là: glycerophosphatid, inositolphosphatid, sphingophosphatid.

Sau đây ta xét lần lượt từng loại:

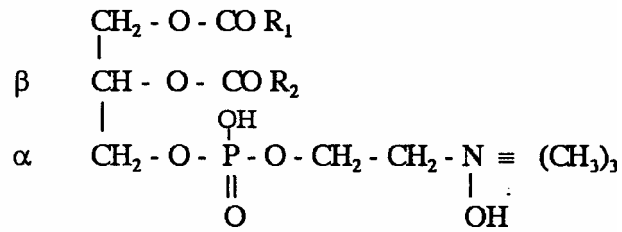
#### **\* Glycerophosphatid**

Thành phần cấu tạo gồm: glycerin, acid béo, acid phosphoric và một gốc chứa azot (Nitơ)

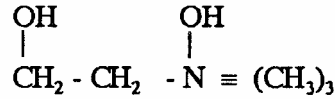
Đáng kể nhất có mấy chất sau đây:

#### **a -Lecithin: (cholinphosphatid)**

Chất này có nhiều trong lòng đỏ trứng (chữ Hy Lạp Lekitos - lòng đỏ), trong mô và huyết thanh động vật, công thức hoá học như sau:



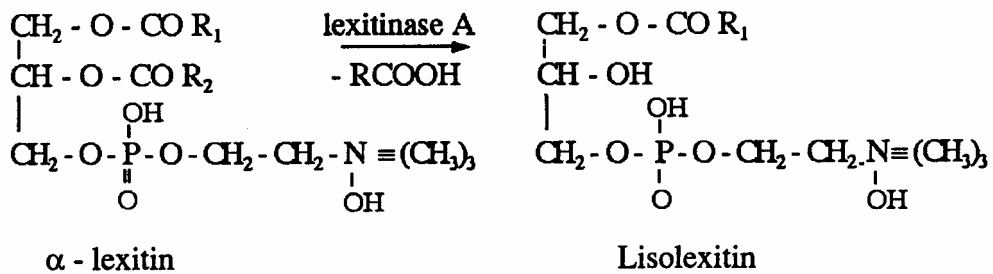
Cholin có cấu tạo:



Các lexitin khác nhau do gốc acid béo, do vị trí của acid phosphoric ở  $\alpha$  hay ở  $\sim$  Cơ thể động vật phân nhiều chứa  $\alpha$ . - lexitin.

Trong phân tử lexitin có carbon bất đối nên có đồng phân quang học. Các acid béo thường gặp trong lexitin tự nhiên là steanc, palmitic, oleic, linoleic, arachidic... khi phân lập ta thấy lexitin là chất kết tinh trắng, thể sáp, ra ngoài không khí dễ hoá sẫm vì acid béo không bão hoà bị oxy hoá.

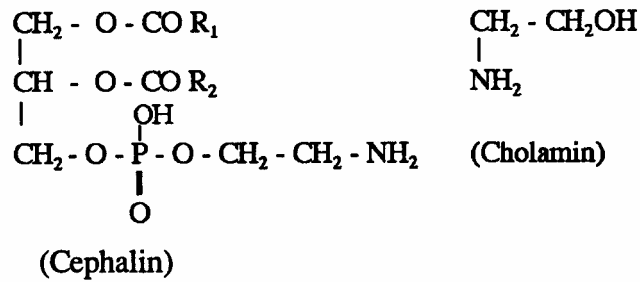
Trong nọc độc của rắn, của ong, hoặc ở vi khuẩn (như trực trùng clostridium welchii) có enzym lexitinase A (còn gọi là phosphatidase) khi thuỷ phân tách mất một acid béo biến lexitin thành lisolexitin. Đây là một chất có tác dụng làm vỡ hồng cầu rất mạnh (tính chất tiêu huyết hoặc làm dung huyết).



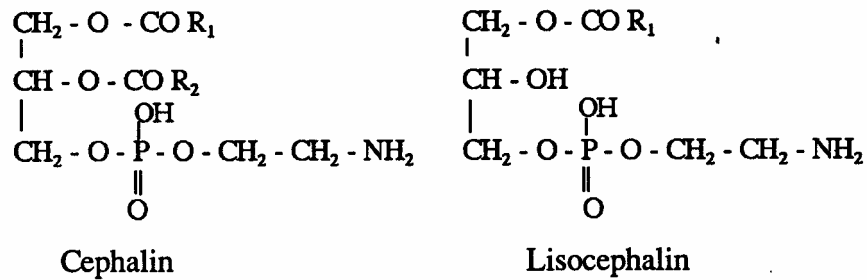
Lexitin ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp thực phẩm (sản xuất socola, margarin, làm chất ngăn ngừa chất béo khỏi bị oxy hoá)

### b -Cephalin (colamin phosphatid)

Chất này được phát hiện ở não (chữ La tinh Cephalus - đầu) sau đó còn thấy phổ biến ở mọi mô bào khác của động vật, thực vật. Công thức hoá học của chất này chỉ khác lexitin ở nhóm chứa azod, nhóm này có tên là colamin hoặc etanolanin.



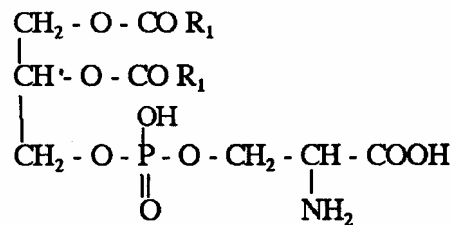
Cephalin, khác với lexitin, không hoà tan trong cồn, khi mất một acid béo, chất này cũng trở thành dạng lizocephalin là chất dung huyết.



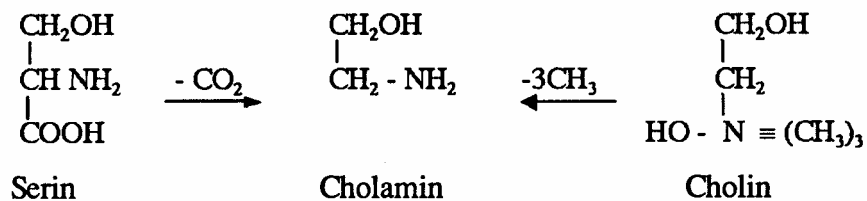
**c - Serinphosphatid:** Có nhiều ở trong não .

Cấu trúc hoá học chỉ khác hai loại trên ở nhóm chứa azot là một acid amin-senil, có tài liệu cho rằng serinphosphatid chiếm gần 50% tổng số các glycerophospholipid của não.

Công thức như sau:



Mối liên quan các nhóm chứa azot của ba chất trên:

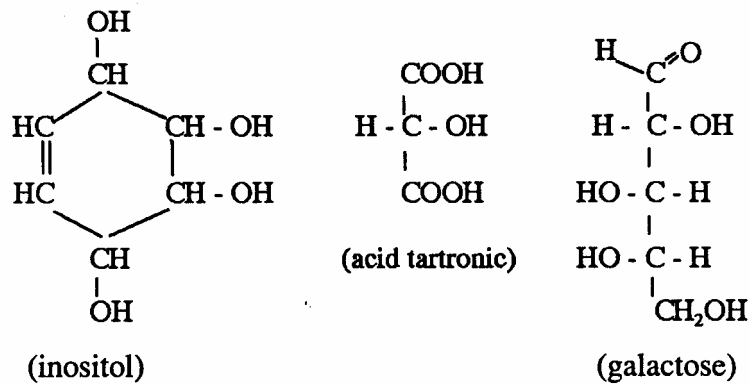


\* *Inositphosphatid (lipositol)*

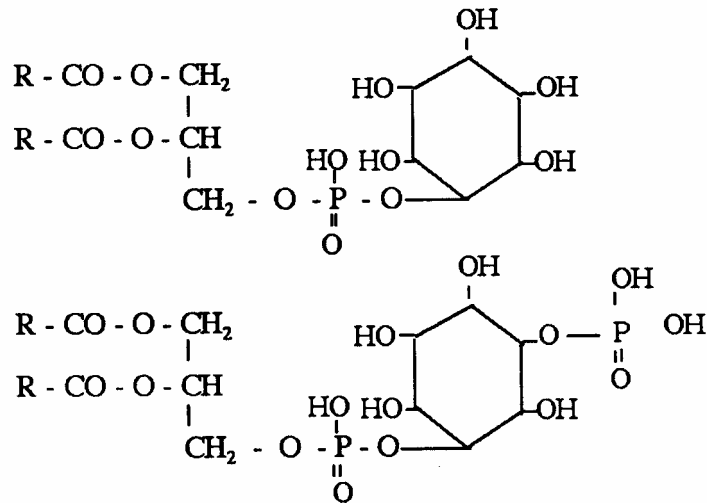
Inositphosphatid là chất phospholipid không chứa glycerin phân tử của những lipid này có nhóm rượu mạch vòng đặc biệt là inositol. Gần đây người ta thấy inositol có tác dụng của một vitamin đối với nhiều loại gia súc và người (thiếu nó cơ thể chậm phát triển, rụng lông...).

Công thức inositphosphatid gồm:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  acid béo, cholamin, galactose, inositol

và acid tartronic.

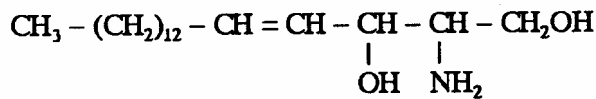


Theo nhiều tác giả, trong thực vật (mầm lúa mì, đậu tương, lạc) và động vật (gan, não) có loại inosid phosphatid chứa một hoặc hai acid phosphoric, cấu trúc của loại này có thể như sau:



\* *Sphingophosphatid (sphingomielin)*

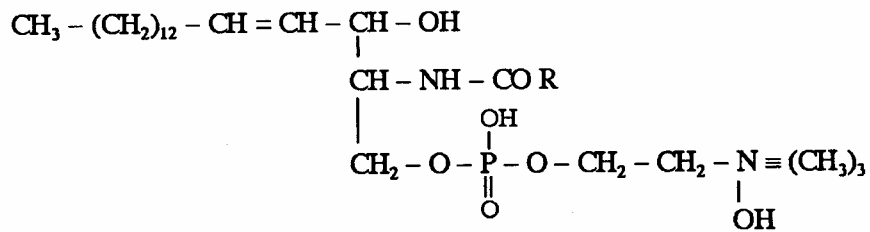
Loại này là những este phức tạp có ở các mô bào, nhất là ở hệ thần kinh, thành phần của nó gồm: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, hoá các acid béo cao phân tử (acid lignoseric, nervonic, steanc...) và một chất rượu quân là sphingosin.



(Sphingosin)

Acid béo liên kết với sphingosin qua nhóm quan theo kiểu mạch peptid. Công thức của lipoit này như sau:





Các sphingomielin khác nhau do nhóm acid béo, ở não thường gặp với acid lignoseri, nervonic, steanc, ở lách và phổi gặp với acid palmitic, lignoseri.

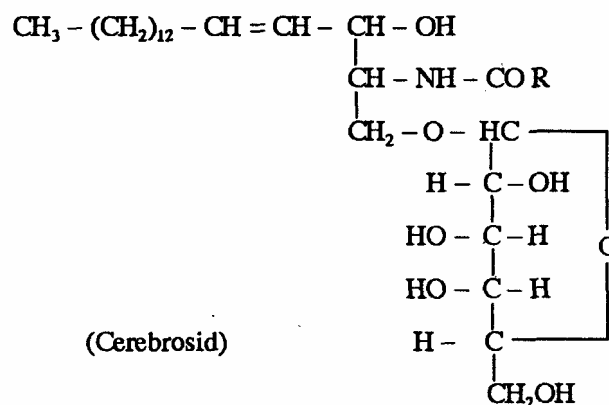
Sphingomielin không tan trong nước và đơ, chỉ tan trong acetone và cồn.

#### 5.2.2.2. Cerebrosid

Đây là nhóm lipid không chứa acid phosphoric, có trong não (chữ La tinh cerebrum - não).

Thành phần gồm có: rượu quan sphingozi, các acid béo (acid ligloseri, nervonic, cerebronic...) và galactose.

Acid béo ở đây nối với sphinosin qua nhóm quan Sau đây là cấu tạo hoá học của cerebrosid



Riêng ở trong lách người, ta thấy có loại cerebrosid chứa glucose ở vị trí galactose. Tùy loại acid béo trong cerebrosid khác nhau mà chúng có tên gọi khác nhau.

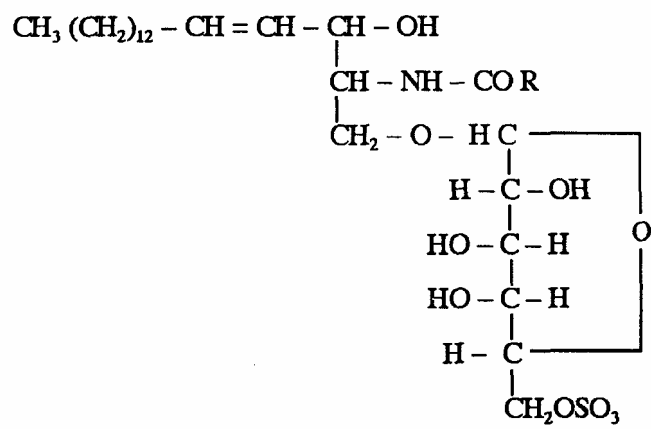
Ví dụ: - Cerasin là cerebrosid có acid béo bão hoà

- Phrenosin có oxyacid (acid cerebronic  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{21} \text{CHOH} - \text{COOH}$ ).

- Nervon có acid béo không bão hoà.

Đường galactose có thể liên kết với một gốc sulfat vào vị trí các bon thứ 6 ( $\text{C}_6$ ) biến cerebrosid thành cerebrosulfatid hay còn gọi là sulfatid.

Công thức của sulfatid như sau:



(Sulfatid)

## **Chương 6**

### **VITAMIN**

#### **6.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ VITAMIN**

##### **6.1.1. Định nghĩa**

Vitamin, hay còn gọi là sinh tố, là yếu tố dinh dưỡng không thể thiếu được ở cơ thể sinh vật, nó cần cho tất cả các quá trình sinh trưởng, phát triển của mọi sinh vật nhưng ở liều lượng rất nhỏ, thường tính bằng gama ( $\gamma$ ).

##### **6.1.2. Lịch sử phát hiện vitamin**

Nửa cuối thế kỷ XIX Rubner, Pettencopher đã đưa ra quan điểm tương đương năng lượng. Theo quan điểm này thì người và gia súc chỉ cần đủ 5 nhóm chất, protein, lipid, glucid, muối khoáng và nước trong khẩu phần là có thể đảm bảo cho cơ thể phát triển bình thường.

Nhưng vào thế kỷ XVI - XVIII thế kỷ của những phát hiện mới về vật lý và hằng hải, người ta thấy rằng các thủy thủ đi tàu lâu ngày do ăn lương khô và khẩu phần quá đơn điệu thiếu hoa quả và rau tươi đã dẫn đến mắc bệnh beri-beri. Biểu hiện của bệnh là viêm thần kinh, sưng phù, xuất huyết chân răng, mờ mắt...

Nhân dân một số vùng: Ấn Độ, Nhật Bản, Mã Lai, Trung Quốc đã biết bệnh phù ben - ben do ăn gạo xát quá kỹ.

Năm 1880 nhà bác học Nga Nicolai Ivanovich Lunin đã làm thí nghiệm với hai lô chuột: một lô cho ăn casein bình thường, một lô cho ăn casein rửa qua đe và ông nhận thấy rằng: lô ăn casein rửa qua đe chuột đã bị xù lông. Từ thí nghiệm trên ông rút ra kết luận: đối với khẩu phần của động vật, ngoài yếu tố dinh dưỡng chính ra, còn có yếu tố dinh dưỡng phụ.

Ý kiến của Lunin đã được xác nhận bởi các thí nghiệm của Hopkin (1960), Xôxin (1890). Năm 1887 Eicman nghiên cứu và tìm ra nguyên nhân bệnh phù là do ăn gạo xát quá kỹ (khi dùng cám cho bệnh nhân ăn sẽ khỏi).

Năm 1912 nhà bác học Ba Lan Funk đã phân lập từ cám một chất có tác dụng chữa bệnh ben - ben vì phân tử chất này chứa quan nên Funk đặt tên là vitamin (tức là chất chứa quan cần cho sự sống). Sau Funk, danh từ vitamin trở nên phổ biến rộng rãi và được dùng thay vào tên "yếu tố dinh dưỡng phụ".

Do tầm quan trọng của vitamin đối với sự sống nên nhiều nhà bác học đi sâu nghiên cứu về mặt hoá học, sinh học, sinh lý học, dược lý học, các biểu hiện lâm sàng và cách phòng chữa bệnh thiếu vitamin. Hơn 30 vitamin đã được phát hiện, trong đó 20 chất đã xác định được cấu tạo hoá học.

#### **6.2. NHỮNG ĐẶC TÍNH CHUNG CỦA VITAMIN**

## **6.2.1. Nguồn gốc và hàm lượng trong vật phẩm**

### **6.2.1.1. Nguồn gốc**

Phần lớn vitamin được tổng hợp ở giới thực vật và vi sinh vật. Ở mô bào động vật cao cấp, khả năng tạo vitamin rất hạn chế và có nhiều loại hoàn toàn không tổng hợp được.

Một số loài có khả năng tự cung cấp được vitamin cũng phải nhờ vào hệ vi sinh vật ký sinh trong đường tiêu hoá, ví dụ: ở dạ cỏ động vật nhai lại, các vi sinh vật đã tổng hợp nên vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, K, PP... ở ruột chó, thỏ có vitamin C.

### **6.2.1.2. Hàm lượng**

Số lượng vitamin trong vật phẩm rất ít. Ví dụ hàng tấn cám mới chứa 1 - 2 gam vitamin B<sub>1</sub>, hoặc 50.000 quả cam chứa độ 10 gam vitamin C.

Hàm lượng vitamin chứa trong vật phẩm nhiều ít tùy theo nhiều yếu tố như: giống cây trồng, điều kiện thời tiết, đất đai, vụ mùa, cách thu hoạch, bảo quản v.v...

## **6.2.2. Vai trò sinh học của vitamin**

Vitamin cần thiết cho sinh vật với những lượng rất nhỏ, thường tính bằng microgam hoặc gam ma ( $1\gamma = 10^{-6}g$ ) hoặc bằng đơn vị qui ước gọi là đơn vị hoạt động (Ui).

Với những lượng vô cùng nhỏ đó, vitamin giúp cho sinh vật phát triển bình thường, sinh sản đều đặn có khả năng chống đỡ bệnh tật cao. Ngược lại, chỉ thiếu một trong các vitamin cần thiết thì cơ thể sẽ mất thăng bằng về sinh lý và sẽ mắc các bệnh, gọi là bệnh thiếu vitamin (avitaminosis).

Giữa các vitamin, enzym và hormon có mối liên hệ chặt chẽ với nhau.

### **6.2.2.1. Quan hệ giữa vitamin và enzym**

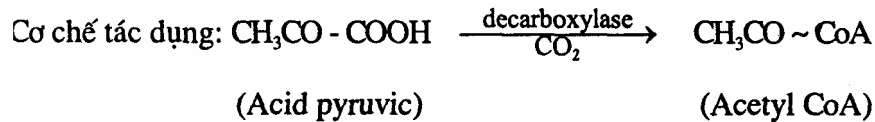
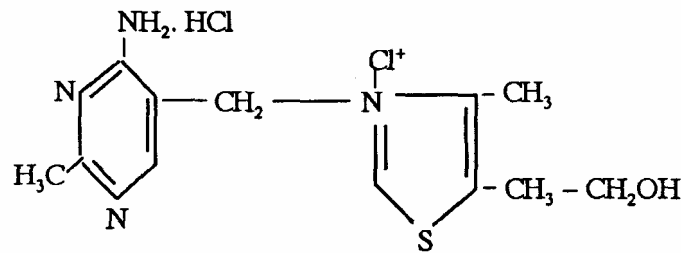
Hầu hết các vitamin tham gia cấu tạo của enzym và nằm trong vị trí trung tâm hoạt động của enzym. Ví dụ:

- vitamin B<sub>1</sub> có trong nhóm ghép của enzym decarboxylase
- vitamin B<sub>2</sub> có trong nhóm ghép của enzym dehydrogenase hiếu khí
- vitamin PP có trong nhóm ghép của enzym dehydrogenase yếm khí.
- vitamin B<sub>6</sub> có trong nhóm ghép của enzym aminoferase...

Một cơ thể khoẻ mạnh bình thường tức là khi quá trình trao đổi vật chất tiến hành đều đặn. Quá trình trao đổi chất bao gồm hàng ngàn phản ứng sinh hoá học diễn ra thường xuyên liên tục và ăn khớp nhịp nhàng. Các phản ứng tiến hành được là nhờ sự xúc tác của enzym, bản chất của enzym là protein, song phần lớn nhóm ghép lại là các vitamin. Nếu thiếu một vitamin thì một enzym không hình thành được, do đó sẽ ảnh hưởng tới toàn bộ sợi dây chuyền trong các phản ứng sinh hoá học.

Ví dụ: \* Giải thích cơ chế phù thũng khi thiếu vitamin B<sub>1</sub> :

Vitamin B<sub>1</sub> trong thành phần nhóm ghép của enzym decarboxylase.

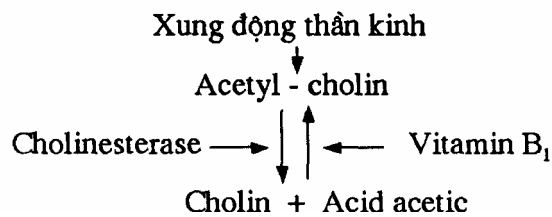


Khi thiếu vitamin B<sub>1</sub>, enzym decarboxylase không hình thành được. Nếu thiếu decarboxylase thì CH<sub>3</sub>CO COOH không được khử CO<sub>2</sub> sẽ vào máu và ở đây do nhóm COOH phân ly mạnh thành COO<sup>-</sup> nên độ ngậm nước cao. Đồng thời áp suất thẩm thấu trong máu giảm, áp suất ở mô bào cao hơn. Do đó nước trào ra mô bào sinh ra bệnh phù thũng.

\* *Gzai thích sự dẫn truyền xung động thần kinh:*

Cơ thể cảm giác nóng lạnh, cơ cơ được là do sự cảm giác thần kinh. Nhờ dân truyền của dây thần kinh truyền ra và dây thần kinh truyền vào tới các xung động thần kinh. Sự dẫn truyền này qua màng sinap, mà màng này chứa thể dịch acetyl - choán.

Khi thiếu vitamin B<sub>1</sub>, không xúc tác việc thành lập acetyl - choán, đồng thời B<sub>1</sub> ức chế enzym cholinesterase không phá huỷ acetyl-cholin.



#### 6.2.2.2. Mối liên quan giữa vitamin và hormon

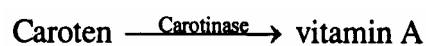
Giữa vitamin và hom lon có ảnh hưởng qua lại với nhau.

Ví dụ: - Thiếu vitamin B<sub>6</sub> thì sự sản sinh hormon buồng trứng (Foliculin, progesterol) giảm sút.

- Thiếu vitamin A việc sinh coctizon của tuyến thượng thận bị trở ngại. Coctizon thiếu sẽ ảnh hưởng tới hấp thu glucid, lipid.

#### 6.2.2.3. Các vitamm có tác dụng tương hỗ lẫn nhau

- vitamin Bi2 làm tăng cường hấp thu caroten về gan



- Khi có vitamin C làm dịu mức độ thiếu vitamin B<sub>2</sub>

### *6.2.2.3. sự hấp thu Vitamin*

Cơ thể muốn có vitamin phải qua con đường hấp thu tiêu hoá, có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng tới quá trình hấp thu vitamin như:

- Trạng thái sinh lý đường tiêu hoá (viêm, lở loét đường tiêu hoá, suy yếu gan).

- Bản chất thức ăn (có lipid hay không có lipid) sẽ ảnh hưởng tới thiếu vitamin tan trong lipid hoặc trong nước.

- Sự chế biến, bảo quản, dự trữ thức ăn,

*Chẩn đoán thiếu vitamin:*

- Quan sát các triệu chứng lâm sàng

- Phân tích hàm lượng vitamin trong huyết thanh

Ví dụ: trong gia súc phân tích hàm lượng caroten trong huyết thanh là một trong những biện pháp ngăn ngừa bệnh.

## **6.3. PHÂN LOẠI VITAMIN**

### *6.3.1. Cơ sở để phân loại*

Dựa vào đặc tính hoà tan người ta chia vitamin thành hai lớp lớn:

- vitamin hoà tan trong lipid: A, D, K, E.

- vitamin hoà tan trong nước: B, C, P, PP, H, G, Choán, Inosit...

### *6.3.2. Cách gọi tên vitamin*

Người ta thường gọi tên vitamin theo 3 cách:

Gọi theo ký hiệu tên La tinh: A, B, C...

Gọi theo bản chất hoá học

Gọi theo tác dụng chữa bệnh

Ví dụ: vitamin A (Axeroptol, hoặc vitamin chống khô giác mạc mắt)

Vitamin D (Cancipherol, vitamin chống còi xương)

Vitamin E (Tocopherol, vitamin sinh sản)

Sau đây chúng ta xét một số loại vitamin có ảnh hưởng nhiều tới quá trình trao đổi chất trong cơ thể.

## **6.4. NHÓM VITAMIN HOÀ TAN TRONG LIPID**

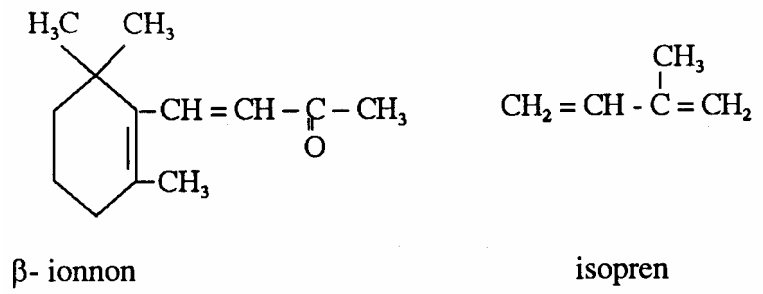
### *6.4.1. Nhóm vitamin A (Axeroptol hoặc vitamin chữa chứng khô giác mạc mắt)*

\* *Cấu tạo hoá học:*

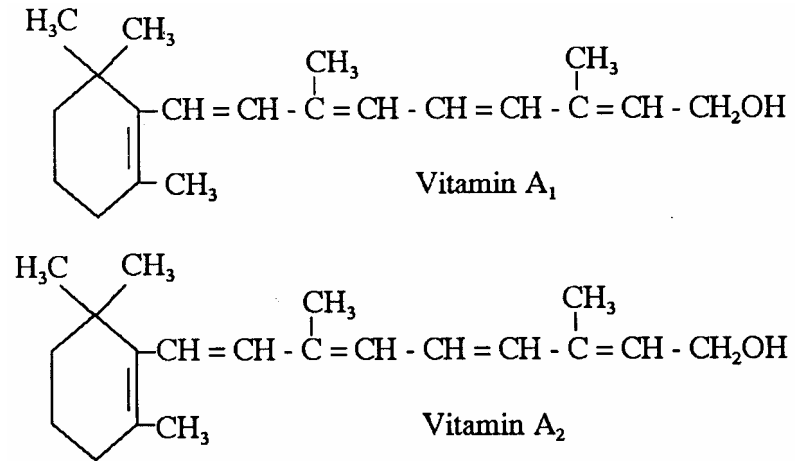
Vitamin A gồm có 3 đồng phân A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> và chất provitamin (tiền vitamin) có màu vàng gọi là caroten.

Năm 1933 Ca re (Kaner) tìm ra cấu trúc hoá học của nhóm vitamin A. Sau đó người ta tổng hợp được bằng phương pháp hoá học.

Vitamin A có thể coi như một rượu không no cấu tạo gồm vòng ~ ionon và các gốc isopren.

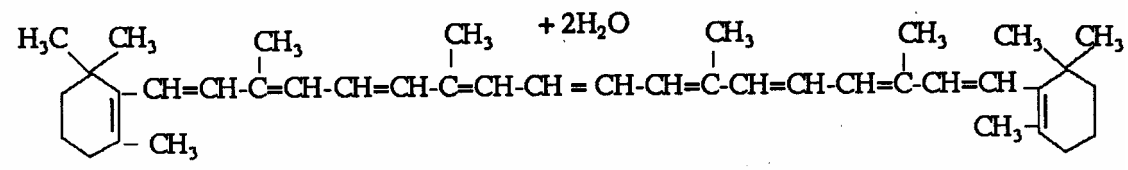


vitamin A<sub>1</sub> có trong gan cá nước mặn, vitamin A<sub>2</sub> có nhiều hơn trong gan cá nước ngọt, công thức như sau:



Cấu tạo hoá học của vitamin A<sub>2</sub> khác A<sub>1</sub>: có hai nối đôi trong vòng ionon, nhưng hoạt tính của vitamin A<sub>1</sub> cao gấp 2 - 3 lần vitamin A<sub>2</sub>, có 3 loại caroten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  khác nhau ở cấu tạo tại vòng ionnon,  $\beta$  - caroten có 2 vòng  $\beta$  - ionon nên khi thuỷ phân cho 2 vitamin A còn  $\alpha$  và  $\gamma$  (caroten chỉ có 1 vòng  $\beta$  - ionon (ngoài ra là  $\alpha$  - ionon) nên chỉ cho một phân tử vitamin.

Ngoài ra còn có  $\gamma$ - caroten nhưng hầu như không có hoạt tính vitamin. Carotinasen thuỷ phân mạch caroten thành vitamin A.



Gần đây người ta đã phân lập được vitamin A<sub>3</sub> ở gan cá voi (công thức còn nghiên cứu)

*\* Tác động sinh học:*

Khi thiếu vitamin A, ở động vật sẽ phát sinh các trạng thái bệnh đặc trưng sau đây: + Chàm lớn, lông xù bần, gầy còm.

+ Mô bảo vệ như da, niêm mạc, giác mạc mắt bị khô, kéo màng trắng mờ, dần dần sinh chứng nhuyễn giác mạc.

+ Ruột, dạ dày, khí quản... dễ bị viêm loét

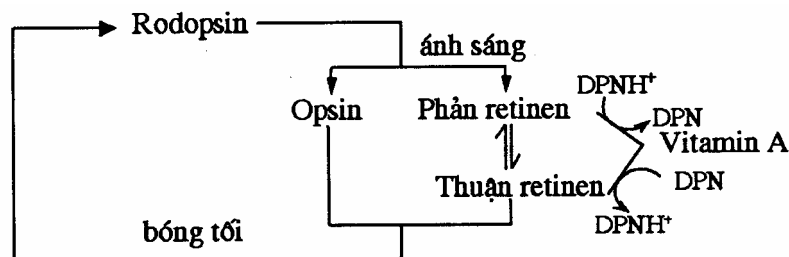
+ Phát sinh chứng quáng gà

+ vitamin A có ảnh hưởng đến quá trình oxy hoá hoàn nguyên ở cơ thể vì nó ảnh hưởng đến sự hoạt động của vitamin C là chất tham gia các phản ứng oxy hoá.

*Hiện tượng quáng gà được giải thích như sau :*

Mắt nhìn được nhờ tế bào thần kinh thị giác hình que của võng mạc, loại tế bào này chứa ở đầu nút một loại protein có màu (sắc tố tím đỏ) gọi là rodopsin. Rodopsin là hợp chất của 2 loại protein: Opsin và retinen mà retinen chính là aldehyd của vitamin A. Vai trò của rodopsin là tính thụ cảm ánh sáng, nhưng ánh sáng lại phân giải rodopsin thành opsin và retinen, do đó độ cảm thụ ánh sáng giảm.

Ngược lại, ở chỗ tối opsin và retinen tổng hợp thành rodopsin nên khả năng cảm thụ ánh sáng tăng lên.



Qua đó ta thấy rõ vai trò của vitamin A là khi thiếu nó, retinen sẽ thiếu và rodopsin cũng ít hoặc mất đi nên quá trình tổng hợp rodopsin không đầy đủ, dẫn tới khả năng nhìn sẽ kém đi, sinh ra hiện tượng quáng gà.

*\* Nhu cầu và nguồn vitamin A*

+ vitamin A dự trữ nhiều ở gan. Thực vật không chứa vitamin A tự do mà chỉ có sắc tố vàng caroten hoặc cryproxantin, có khả năng biến thành vitamin A ở gan. Cà rốt, gấc, cà chua chín, củ tươi chứa nhiều caroten.

+ Nhu cầu: gia súc cần 15 - 25 UI/kg khối lượng ngày đêm, nhu cầu đó tăng khi cơ thể hoạt động bất thường (cho sữa, sêu)

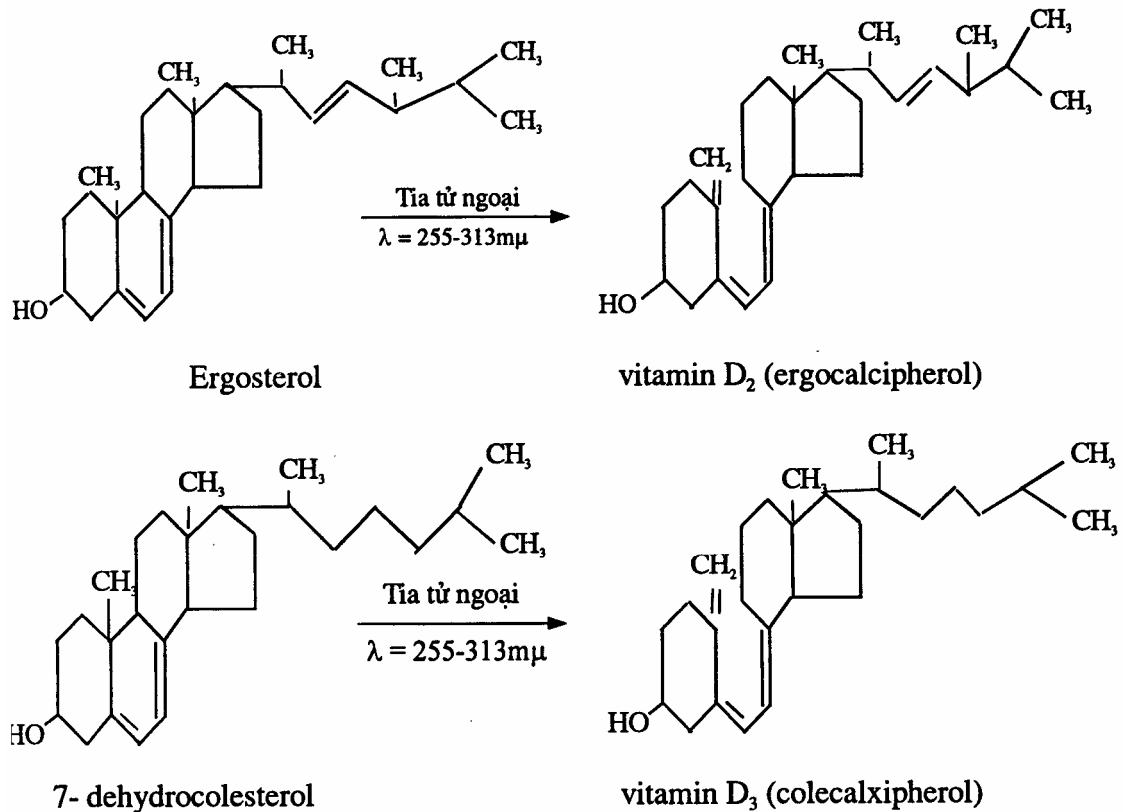
**6.4.2. Nhóm vitamin D (Calcipherol, vitamin chống còi xương)**

*\* Cấu tạo hoá học:*

Trong gần 7 chất vitamin D chỉ có chất D<sub>2</sub> và D<sub>3</sub> là có hoạt tính vitamin cao nhất.



Vitamin D<sub>2</sub> có nguồn gốc thực vật, là dẫn xuất của chất ergosterol trong nhiều loại nấm sau khi xử lý bằng tia tử ngoại, còn vitamin D<sub>3</sub> bắt nguồn từ chất 7-dehydrocolesterol là dẫn xuất oxy hoá của cholesterol trong cơ thể động vật. Dưới tác dụng của tia tử ngoại 7-dehydrocolesterol sẽ mở mạch nối 9-10 biến thành vitamin D<sub>3</sub>



\* vai trò sinh học:

Vitamin D có ảnh hưởng đến quá trình trao đổi khoáng (calci, phospho) và quá trình hình thành xương của động vật. Khi thiếu vitamin D xương sẽ mất calci phospho, trở nên mềm, xốp, dễ gãy. Đó là chứng còi xương (đối với động vật non) hoặc chứng mềm xương, xốp xương (đối với động vật trưởng thành).

+ vitamin D làm tăng sự hấp thụ calci ở vách ruột dưới dạng liên kết (vitamin D - Ca<sup>++</sup>) chất khoáng này dễ qua ruột vào máu và đến xương, tỷ lệ Ca/P = 2/1 là phù hợp nhất cho việc hấp thụ Ca<sup>2+</sup>, P ở ruột.

+ vitamin D kích thích sự tái hấp thu các muối photphat ở ống thận, giúp cho cơ thể tiết kiệm được nguồn dự trữ photphat.

+ vitamin D làm tăng cường hấp thu lưu huỳnh để tổng hợp condroitin sulfat.

+ vitamin D làm tăng hoạt lực enzym phosphatase của xương và làm giảm sự bài tiết calci qua vách ruột già.

\* Nhu cầu và nguồn vitamin D

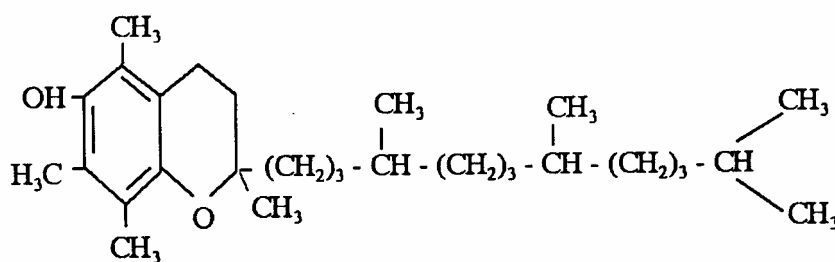
Nhu cầu trung bình 500 - 1.000 UI/100kg thể trọng/1 ngày. Số lượng này tăng giảm tùy theo trạng thái sinh lý (khỏe, ốm).

Vitamin D dự trữ ở gan, sữa, bơ, nấm, enzym, dầu thực vật. Cho gia súc tắm nắng là một biện pháp tốt để tăng cường vitamin D.

#### 6.4.3. Nhóm vitamin E (Tocopherol, vitamin sinh sản)

\* Cấu tạo hoá học:

Nhóm vitamin E đã được phát hiện năm 1936 gồm 7 chất trong đó  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , tocopherol được nghiên cứu tương đối kỹ. Cấu tạo của chúng gần giống nhau, gồm một nhân croman và mạch nhánh là dẫn xuất của rượu fitol ( $C_{20}H_{39}OH$ ).



Vitamin E -  $\alpha$  - Tocopherol

các dẫn xuất của tocopherol khác nhau bởi phần nhánh ở vị trí 5, 7, 8 như sau:

Ở vị trí	5	7	8
$\alpha$ - Tocopherol có	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
$\beta$ - Tocopherol có	CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>
$\gamma$ - Tocopherol có	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>

\* Tác động sinh học:

Vitamin E là một trong những vitamin có tác động sinh học nhiều mặt nhất, ảnh hưởng rõ nhất đối với quá trình sinh sản.

Hai hiện tượng bệnh lý khi thiếu vitamin E là:

- + Các biến đổi ở đường sinh dục.
- + Thoái hoá loạn dưỡng cơ.

Ở động vật đực: Khi thiếu vitamin E thì tế bào sinh tinh bị thoái hoá, tinh trùng kém hoạt động, chất lượng tinh dịch giảm, dẫn tới không có khả năng thụ tinh.

Ở động vật cái: Khi thiếu vitamin E, phần lớn các quá trình sinh dục (như động hờn, rụng trứng, thụ tinh) vẫn duy trì, nhưng phôi thai không thể phát triển được vì có những biến đổi chai xơ niêm mạc tử cung, phôi thai chết yểu.

Nguyên nhân:

- + Trong thành phần vitamin E có yếu tố lipoit cần để hoạt hoá enzym cytochrom

C-reductase. Đây là enzym quan trọng của chuỗi enzym oxy hoá - hoàn nguyên ở mọi tế bào.

+ vitamin E tham gia vào quá trình trao đổi lipid, có tác dụng giữ các acid béo không no khỏi bị oxy hoá (ví dụ linolenic và caroten có được trạng thái bền trong cơ thể nhờ vitamin E) thành phần các sản phẩm peroxyt và aldehyd.

+ Cơ quan sinh dục rất nhạy cảm đối với sự thiếu vitamin E.

Niêm mạc tử cung trở nên khô cứng, hoá xơ làm tế bào phôi khó ổn định và mối liên hệ dinh dưỡng giữa cơ thể mẹ và phôi khó hình thành, phôi thai sẽ chết yểu.

+ vitamin E giữ cho tinh trùng không ngưng kết lại với nhau và dễ dàng di động trong tinh dịch.

+ Thiếu vitamin E, bắp thịt sẽ bị thoái hoá, miozin giảm dần, thay bằng collagen.

Hàm lượng các chất mang năng lượng ATP-ase, creatin photphat (CP) giảm rất nhiều, creatin không được dùng vào các phản ứng trao đổi năng lượng nên bị thải ra ngoài theo nước tiểu

*\* Nhu cầu và nguồn vitamin E*

Mầm ngũ cốc như lúa, đậu... là nơi chứa nhiều tocopherol (15 - 30mg%) nên dùng làm nguồn vitamin E trong chăn nuôi kích thích sinh sản cho gia súc (nuôi đực giống cần bổ sung thức ăn hạt nảy mầm). Ngoài ra còn có ở dầu thực vật, bắp cải, chuối, chanh...

Ở cơ thể động vật vitamin E có ở gan, mô lipid và hồng cầu. Vitamin E ăn vào được hấp thụ ở ruột non, nhưng trong quá trình hấp thụ quá nửa số lượng có trong khẩu phần đã bị phá huỷ.

Nhu cầu vitamin E thay đổi theo khẩu phần, trạng thái sinh lý, nếu khẩu phần chứa nhiều lipid và protein - lượng vitamin E tăng lên. Gà, vịt đẻ cần 1,2mg/ngày; trâu bò liệt chân cần tiêm 500 - 800mg/ngày.

#### **6.4.4. Nhóm vitamin K (vitamin chống chảy máu, yếu tố đông máu)**

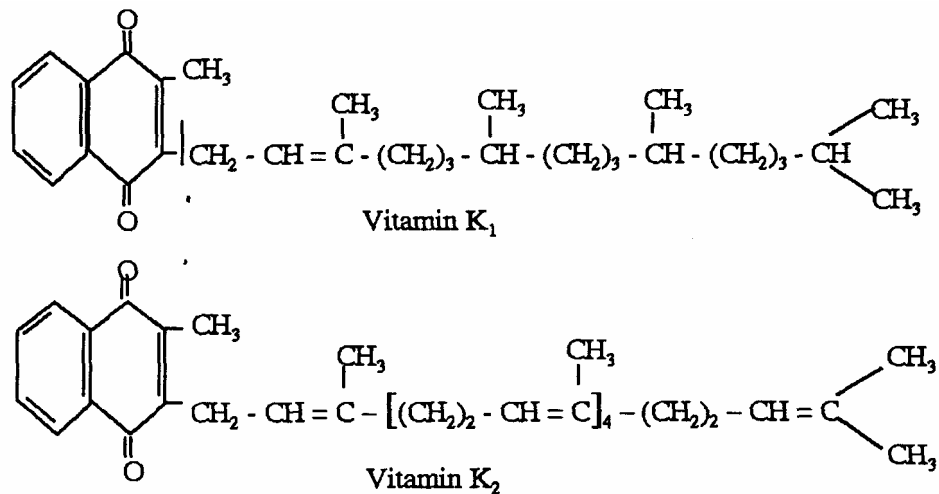
*\* Cấu tạo hoá học:*

Vitamin K được phát hiện năm 1929 khi nghiên cứu chứng chảy máu dưới da.

Vitamin K là dẫn xuất của naftokcinon.

Năm 1939 người ta đã phân lập vitamin K<sub>1</sub> (a- fillokcinon) từ cỏ mục tíc và vitamin K<sub>2</sub> ở bột cá thối, vitamin K<sub>2</sub> còn gặp ở ruột động vật.

Cấu tạo hoá học của vitamin K<sub>1</sub> và K<sub>2</sub> như sau:

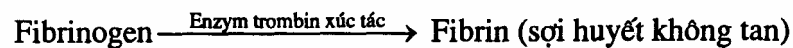
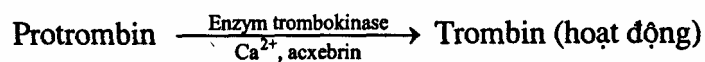


*\* Tác động sinh học*

Khi thiếu vitamin K, các loại động vật, nhất là gà, hay bị mắc chứng chảy máu và máu chậm đông. Quá trình đông máu có thể phân làm 3 giai đoạn:

+ Tạo enzym trombokinase từ protrombokinase dưới ảnh hưởng xúc tác của trombotropin, ion Ca<sup>2+</sup> và coövertin có trong huyết tương.

+ Enzym trombokinase, Ca<sup>2+</sup> và acxelenn của huyết tương sẽ xúc tác phản ứng biến enzym protrombin sang dạng hoạt động trom bin



Khi thiếu vitamin K lượng protrombin của máu giảm rõ rệt.

*\* Nhu cầu và nguồn vitamin K*

Vitamin K<sub>1</sub> có nhiều ở cây xanh, K<sub>2</sub> do vi khuẩn (E.con) tổng hợp. Gan lợn chứa 0,8mg%. Bột cá thối chứa 7,2mg%, bắp cải - 3,2mg%; cỏ mực túc chứa 1,6 - 3,2%.

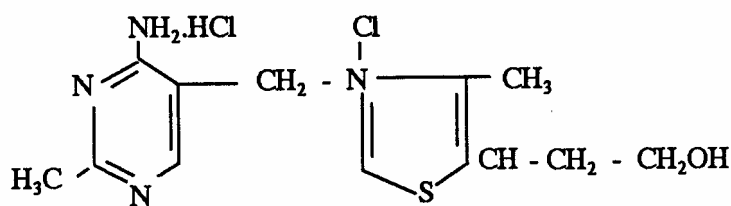
Nhu cầu chưa xác định.

**6.5. NHÓM VITAMIN HOÀ TAN TRONG NƯỚC**

**6.5.1. Vitamin B, (Tia min, areorin, vitamin chống viêm thần kinh)**

*\* Cấu tạo hoá học*

Năm 1912 nhà bác học Ba Lan Funk đã phân lập từ cám chất có khả năng chữa viêm thần kinh. Năm 1937 Uy-liam xác định cấu trúc chất này, cấu trúc gồm 2 phần: vòng pyrimidin và vòng tiazol.



vitamin B<sub>1</sub> [(2- methyl, 6-aminopyndin, 5-(4- methyl, 5-oxyetyl tiazolorid) - hydroclond)]

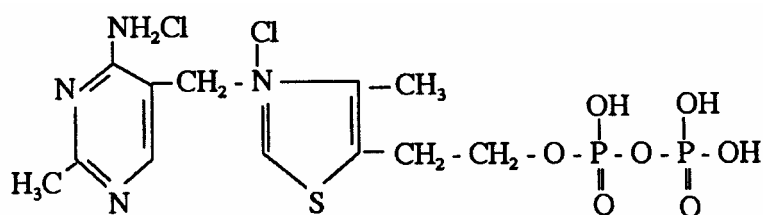
\* *Tác động sinh học:*

vitamin B<sub>1</sub> đóng vai trò quan trọng trong trao đổi vật chất đặc biệt là chuyển hoá glucid và trong hoạt động thần kinh (giải thích cơ chế phù thũng và viêm thần kinh - ở phần trước).

- vitamin B<sub>1</sub> tham gia vào nhóm ghép của enzym khử carboxyl, tức là decarboxylase.

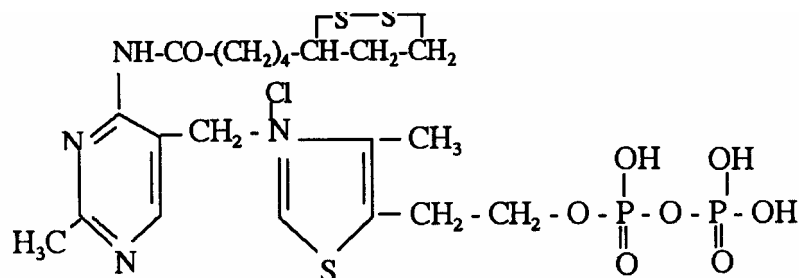
Loại phản ứng khử carboxyl của xetoacid tiến hành theo 2 kiểu với sự tham gia của 2 loại enzym khác nhau:

+ Phản ứng khử carboxyl không kèm oxy hoá thường gặp ở vi sinh vật, như tế bào men rượu, nhóm ghép enzym này là dẫn xuất tiaminpirophotphat (TPP).



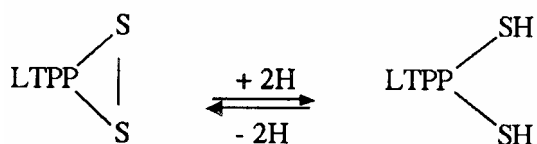
**Tiaminpirophosphat (TPP)**

+ Ở mô bào động vật, sự khử carboxyl tiến hành theo kiểu oxy hóa. Enzym xúc tác có nhóm ghép là hợp chất giữa TPP và acid hpoic, gọi là lipotiaminpirophotphat (LTPP).



**Lipotiaminpirophosphat (LTPP)**

Điểm hoạt động của hai nhóm ghép trên đều là nhóm SH, nhóm này có khả năng ở dạng vòng khi mất H hoặc dạng tim (SH) khi có H, đó là nguyên nhân về khả năng oxy - hoá hoàn nguyên.



Khi thiếu vitamin B1 enzym decarboxylase không hình thành được nên quá trình khử carboxyl của acid pyruvic (xetoacid) bị ngừng trệ và ứ đọng ở các mô bọc.

*\* Nhu cầu và nguồn vitamin B<sub>1</sub>*

Vitamin B1 Phổ biến ở thực vật, nấm enzym, đặc biệt là vi sinh vật ký sinh trong đường tiêu hoá có khả năng tổng hợp vitamin B<sub>1</sub>. ở động vật nhai lại (trâu, bò, dê, cừu) nhờ có sự hoạt động của vi sinh vật dạ cỏ nên không bị thiếu vitamin B<sub>1</sub>.

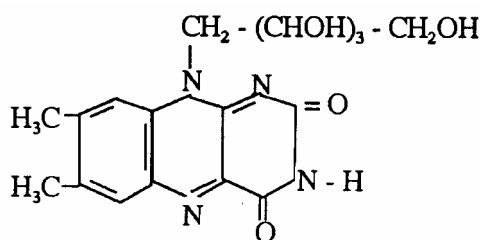
Hàm lượng trung bình của vitamin này trong máu người là từ 2 - 8 mg%.

Nhu cầu vitamin B<sub>1</sub> khác nhau phụ thuộc vào yếu tố sinh lý, lao động, nhu cầu sản xuất

6.5.2. Vitamin B<sub>2</sub> (Ribonavin)

*\* Cấu tạo hoá học*

Cấu trúc của vitamin B<sub>2</sub> ôurécun và Ca re tìm ra và tổng hợp (1934). Phân tử chứa dẫn xuất của đường ribose (ribitil).



*\* Tác động sinh học:*

+ Tham gia vào cấu trúc của enzym dehydrogenase hiếu khí (men vàng) ở dạng FAD và FMN.

Trong cơ thể động vật gần 97% riboflavin ở trạng thái liên kết với protein - enzym, còn gần 3% ở trạng thái tự do. Riboflavin của thức ăn đưa vào sẽ được phosphoryl hoá bởi ATP ở vách ruột và gan thành 2 dạng flavinmononucleotid (FMN) và flavin adenzindinucleotid (FAD). Hai dẫn xuất này chính là nhóm ghép của lớp enzym hô hấp - lớp men vàng flavoprotein, loại enzym này thực hiện phản ứng oxy hoá hoàn nguyên tức là chuyển vận hydrogen trong quá trình hô hấp mô bào.

Khi thiếu vitamin B2 thì sự tổng hợp enzym vàng đình trệ gây rối loạn trao đổi vật chất, làm quá trình hô hấp mô bào không thực hiện đầy đủ.

+ vitamin B2 có liên quan với các vitamin khác. Khi thiếu vitamin B1 thì nhu cầu riboflavin tăng lên, thiếu riboflavin khả năng tự cung cấp vitamin C giảm...

*\* Nhu cầu và nguồn vitamin B<sub>2</sub>*

vitamin B<sub>2</sub> có nhiều ở gan, thịt, trứng, sữa, enzym bia khô, cà chua, ngô, đậu cô ve.

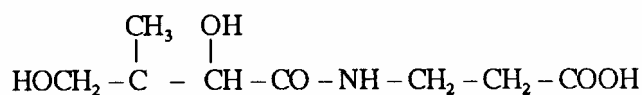
Các động vật như lợn, gà, chó và người thường xuyên rất cần vitamin B<sub>2</sub> trong thức ăn. Trâu, bò, dê, cừu (động vật nhai lại) ít đòi hỏi hơn vì vi khuẩn đường tiêu hóa có khả năng tổng hợp được vitamin này.

Lợn con cần 3mg/kg thức ăn khô. Người cần 2 - 4mg/ngày.

**6.5.3. Acid pantotenic (vitamin B<sub>3</sub>)**

*\* Cấu tạo hoá học*

Vitamin B<sub>3</sub> rất phổ biến ở các đối tượng sinh vật khác nhau, do đó có tên là acid pantotenic (theo tiếng La tinh pantothen là khắp nơi). Nó bao gồm hai thành phần là acid pantoic và β-alanin:



*\* Tác động sinh học*

Vitamin B<sub>3</sub> là tiền chất của coenzym A (viết tắt COA). Thiếu vitamin B<sub>3</sub> thường có hiện tượng viêm da.

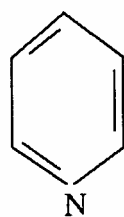
Quá trình tổng hợp coenzym A được trình bày ở trang 115 .

Vitamin B<sub>3</sub> thường có nhiều trong nấm enzym, gan, các sản phẩm xanh của thực vật và được tổng hợp bởi các vi khuẩn đường ruột.

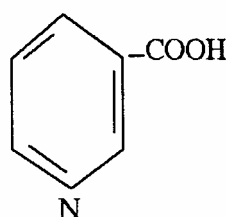
**6.5.4. Vitamin PP (Nicotinamid, nia xin, vitamin B<sub>5</sub> - vitamin chống da khô)**

*\* Cấu tạo hoá học*

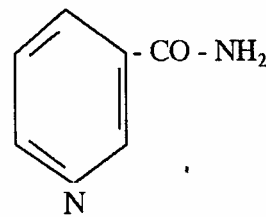
Khi oxy hoá nicotin thuởc lá bằng acid cromic, ta thu được acid nicotinic. Trong cây cối thường có sẵn acid này, khi vào cơ thể động vật acid nicotinic chuyển sang dạng amid, tức là thành vitamin PP, công thức như sau:



Nicotin

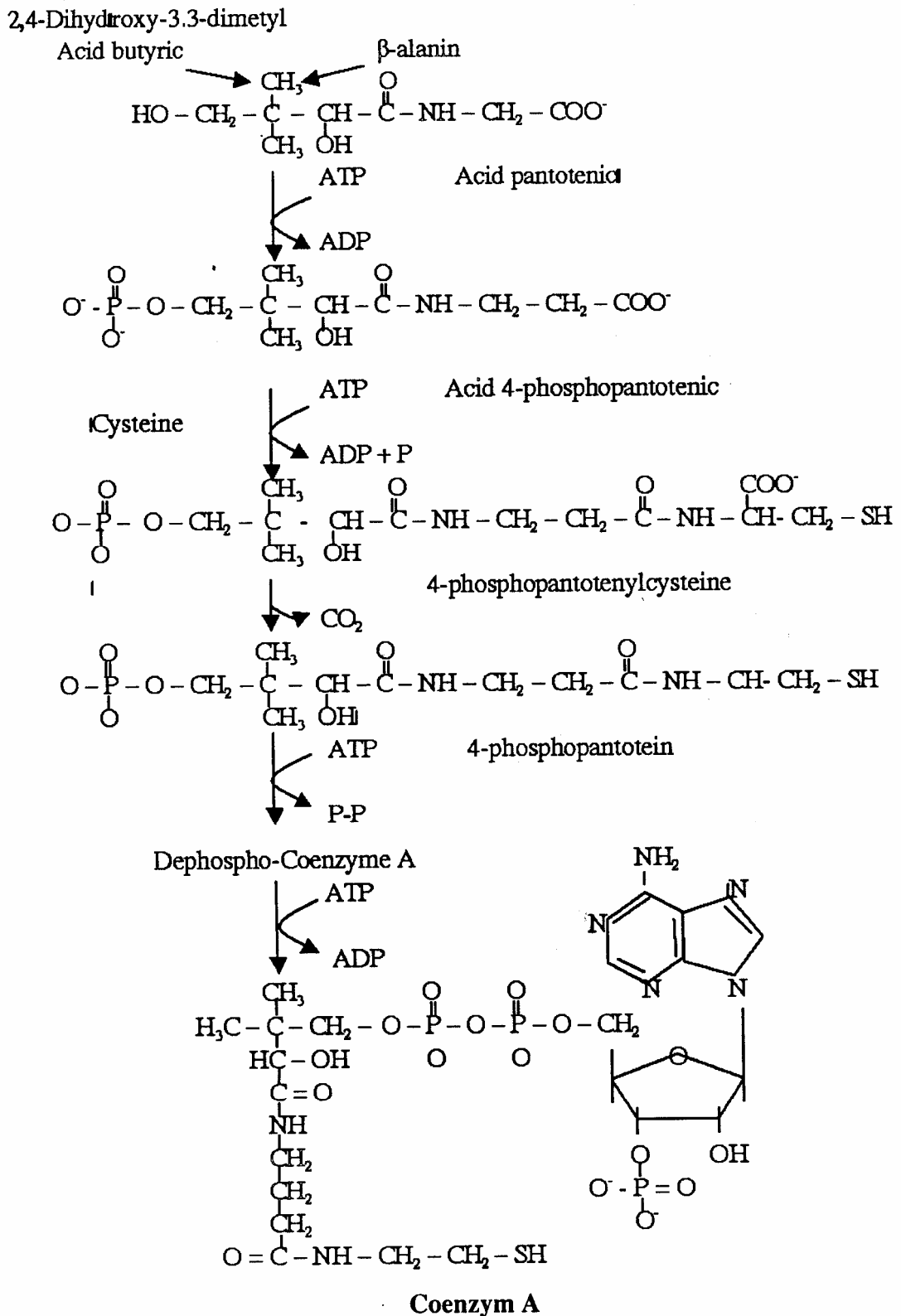


Acid nicotinic



Nicotiamid (vitamin PP)

Trong mô bào nhiều loài động vật, vi sinh vật (cũng như thực vật) acid nicotinic được tổng hợp từ tryptophan nhờ xúc tác của hệ thống nhiều enzym. Trong đó có nhóm ghép là dẫn xuất của vitamin B<sub>2</sub>' B<sub>6</sub>'



Sự tạo thành coenzym A từ acid pantotenic

\* Tác động sinh học

Tham gia cấu tạo NAD và NADP trong mô bào sinh vật, vitamin PP có dưới dạng tự do và hợp chất protein - enzym. Đó là NAD (nicotinamid adozin dinucleotid) và NADP (nicotinamid adozin dinucleotid photphat). Hai chất này là nhóm ghép của enzym oxy hoá hoàn nguyên, tức là enzym dehydrogenase yếm khí.



Thiếu vitamin PP động vật thường mắc bệnh viêm tróc da sần sùi. Trong chăn nuôi nếu chỉ cho lợn ăn ngô kéo dài cũng thường xảy ra bệnh này vì thiếu tryptophan. Trong ngô còn có chất kháng vitamin PP - đó là acid pyndin - 3 - sulfuric. Nếu đun sôi thì kháng vitamin PP của ngô sẽ mất đi.

*\* Nhu cầu và nguồn vitamin PP*

Vitamin PP có nhiều ở gan, thịt, sữa bò, trứng, gạo, cám khoai tây, cà rốt...

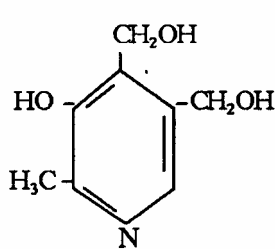
Nhu cầu thay đổi tùy theo thành phần thức ăn

Người cần	15 - 25mg/ngày
Chó cần	0,25mg/1kg thể trọng
Ngựa	0,10mg/kg thể trọng
Lợn con cần	15 - 17mg/1kg thức ăn khô

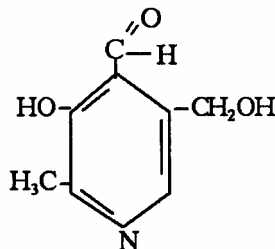
**6.5.5. Vitamin B6 (Pyridoxin, adennin)**

*\* Cấu tạo hoá học:*

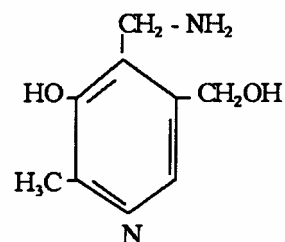
Pyndoxin, pyridoxamin và pyndoxal đều có hoạt lực vitamin nên ghép thành nhóm vitamin B<sub>6</sub>



Pyridoxin



Pyridoxal



Pyridoxamin

*\* Tác động sinh học:*

Trong cơ thể động vật (ở thận, gan, ruột non) pyridoxin bị oxy hoá thành pyridoxal và chất này lại được phosphoryl-hoá thành pyridoxal photphat - đây là nhóm ghép của loại enzym trao đổi.

Vitamin B<sub>6</sub> có tác dụng quan trọng đối với sự chuyển hoá protein (phản ứng chuyển quan và khử carboxyl).

Thiếu vitamin B<sub>6</sub> gia súc có những triệu chứng rối loạn thần kinh, co giật từng cơn như động kinh.

vitamin B<sub>6</sub> còn ảnh hưởng tới sự tổng hợp nội tiết tố tuyến yên và buồng trứng (nhóm oestrogen) nên khi thiếu nó quá trình thai nghén bị trở ngại.

*\* Nhu cầu và nguồn vitamin B<sub>6</sub>*

vitamin B<sub>6</sub> có ở thịt, gan, enzym bia, bắp cải, cà rốt, trứng... Loài nhai lại không

cần vitamin B<sub>6</sub> ở thức ăn, vì vi sinh vật dạ cỏ tổng hợp được, các loại động vật khác cần cung cấp pyridoxin đều đặn.

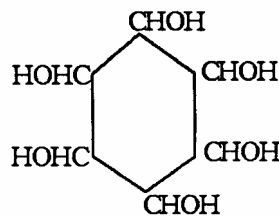
Lợn con cần 0,5 - 1mg/1kg thức ăn khô

Gà con cần 3 - 5 mg/1kg khẩu phần

Gà mái đẻ cần ít hơn 1 - 2 mg.

### 6.5.6. Inozit - vitamin B<sub>7</sub>

\* *Cấu tạo hoá học:*



\* *Tác động sinh học:*

Inozit trong cơ thể động vật có 2 dạng:

+ Dạng liên kết inozit - photphatit của não và dây thần kinh

+ Dạng tự do có trong các mô, nhất là gan, dịch sinh dục.

Trong tinh dịch lợn, inozit ổn định áp suất thẩm thấu do đó tinh trùng tồn tại lâu được.

Đối với gan vitamin này giúp quá trình tiêu hóa lipid dễ dàng, thiếu inozit động vật chậm lớn, mọc lông kém, gan nhiễm thâm lipid.

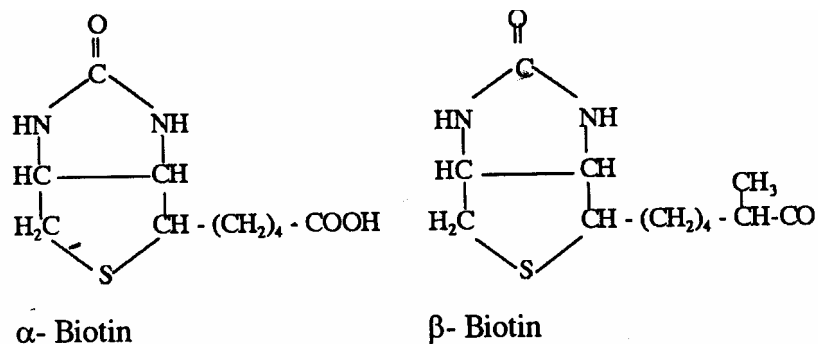
\* *Nhu cầu và nguồn vitamin*

Inozit được tổng hợp ở cây cối, nhất là trước thời kỳ kết quả. Nhu cầu chưa được xác định

### 6.5.7. Vitamin H (Biotin, vitamin B<sub>8</sub>)

\* *Cấu tạo hoá học:*

Biotin có thể coi là hợp chất của vòng tiopen và urê dưới dạng vòng và mạch nhánh là acid valerianc.



*\* Tác động sinh học*

+ Tham gia một số quá trình sinh hoá học cơ thể như tổng hợp acid aspartic, quá trình khử quan, khử carboxyl...

+ Triệu chứng thiếu thốn là bệnh viêm da nổi mẩn (lúc có, lúc lặn), lông tung, xương cong queo ở gà.

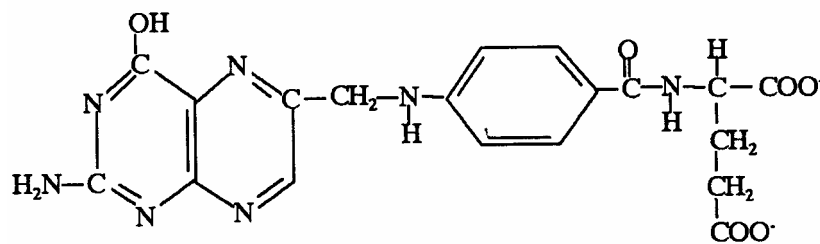
*\* Nhu cầu và nguồn vitamin*

Biotin được tổng hợp trong cây cỏ, nhất là ở lá cây. Nhu cầu thấp: gà con 2,5  $\gamma$ /ngày; người cần 9  $\gamma$ /ngày.

**6.5.8. Acid folic (vitamin Bc)**

*\* Cấu tạo hoá học:*

Acid folic mang tên là vitamin Bc (c là chữ viết tắt của từ tiếng Anh chicken có nghĩa là gà con) nó cũng cần thiết cho sự phát triển của gà con. Acid folic bao gồm ba gốc liên kết với nhau là gốc pterin, gốc acid paraaminobenzoic và gốc acid glutamic:



*\* Tác động sinh học*

Thiếu vitamin Bc cũng sẽ bị thiếu máu. Từ acid folic dễ dàng chuyển thành acid tetrahydrofolic (COF, FH<sub>4</sub>) là coenzym của các enzym xúc tác cho phản ứng chuyển các nhóm chứa một carbon (nhưng không phải là CO<sub>2</sub>)

**6.5.9. Vitamin B12 (xyancobalamin, vitamin chống thiếu máu ác tính)**

*\* Cấu tạo hoá học*

Phần chủ yếu là vòng porfirin, trong đó vòng phốt A gắn với nguyên tử coban bằng dây nối đồng hoá trị, hoá trị còn lại của coban dùng liên kết với nhóm CN phần thứ hai của vitamin là nhân nucleotit nối với vòng Phốt D của porfirin.

*\* Tác động sinh học*

Triệu chứng thiếu vitamin B<sub>12</sub> là sự thiếu máu ác tính trong tuỷ xương và máu xuất hiện nhiều hồng cầu non vì quá trình tạo huyết bị ngừng trệ. Máu bị vỡ nhiều hồng cầu, lượng hemoglobin giảm sút. Sự hô hấp mô bào cũng bị yếu, sự chuyển hoá glucid và lipid bị rối loạn kèm theo những hiện tượng thần kinh suy nhược.

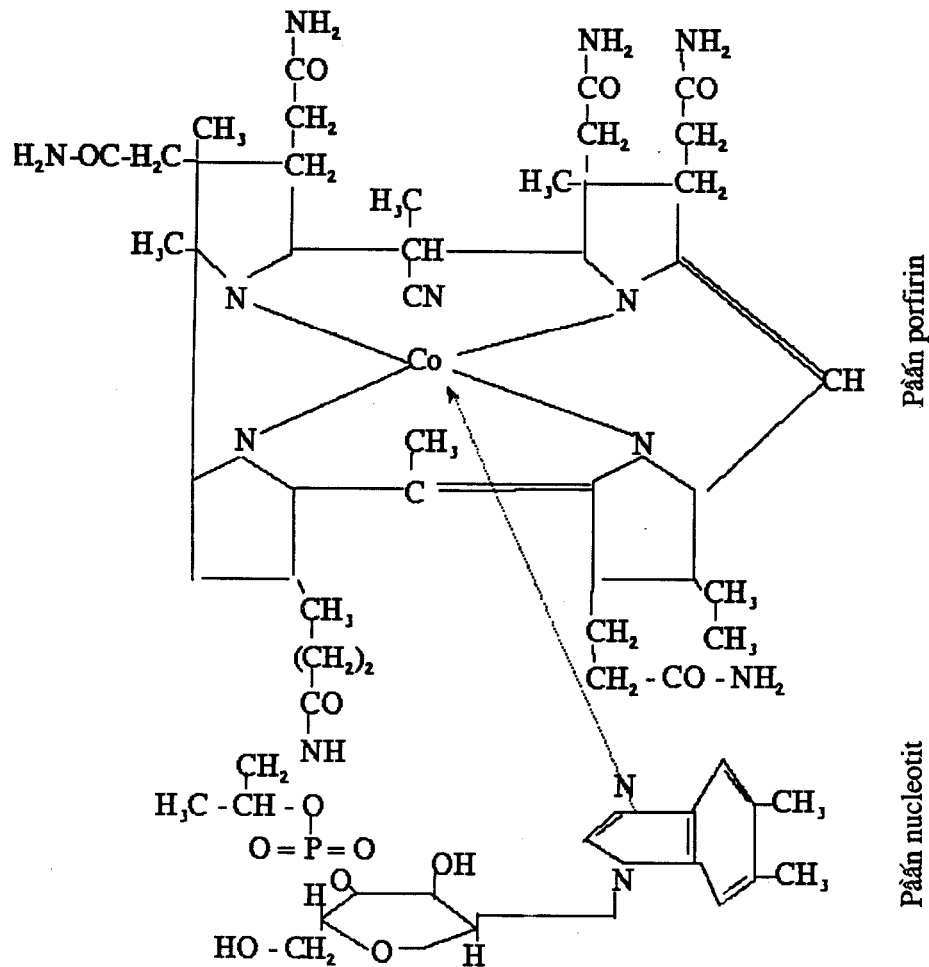
*\* Nhu cầu và nguồn vitamin B<sub>12</sub>*

Phần lớn các loại vi khuẩn có khả năng tổng hợp vitamin B<sub>12</sub> nếu có đủ nguyên

tổ coban.

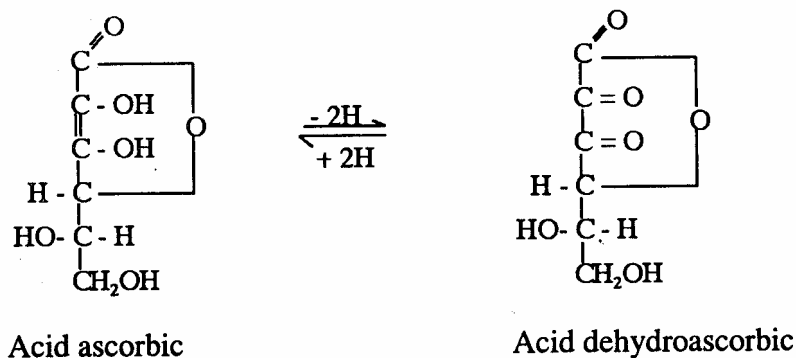
Các vi sinh vật dạ cỏ, manh tràng và ruột già đều có khả năng tổng hợp vitamin B<sub>12</sub>. Khi cho loài nhai lại đầy đủ cỏ ban thì chúng hoàn toàn tự túc nguồn vitamin này.

Thực vật hoàn toàn không chứa vitamin này, rong rêu biển sủi chứa vitamin B<sub>12</sub> vì có vi sinh vật ký sinh hoạt động. Vitamin B<sub>12</sub> có trong thịt, não, thận, gan, máu, sữa, trứng cá. Gà con nuôi hoàn toàn bằng thức ăn thực vật cần 6 γ/1kg thức ăn; gà lớn cần 2 - 3 γ/1kg thức ăn; lợn con cần 22 γ/1kg thức ăn. Trong cơ thể động vật nơi dự trữ B<sub>12</sub> là gan 30 - 70%.



### 6.5.10. Vitamin C (Acid ascorbic)

\* Cấu tạo hoá học:



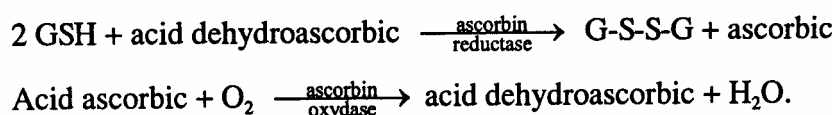
Acid ascorbic có khả năng hoàn nguyên các chất, bản thân bị oxy hoá sang dạng acid dhydroascorbic không có hoạt tính vitamin. Do đặc điểm này nên việc bảo quản vitamin C rất khó.

Trong cơ thể thường gặp 2 trạng thái ascorbic tự do và liên kết.

\* *Tác động sinh học:*

Người và động vật nếu lâu không được ăn rau và hoa quả tươi sẽ bị mắc bệnh scorbut. Triệu chứng điển hình của bệnh này là hiện tượng hoại huyết quản, gây chảy máu niêm mạc lợi, da, trong bắp thịt v.v... Răng bị yếu, lung lay dễ rụng, xương giòn và dễ gãy. Ngoài ra còn những biến chứng đường tiêu hoá (giảm dịch vị và độ acid), tim và nhiều rối loạn trong chuyển hoá đường lipid, protein của cơ thể.

+ Vai trò sinh hoá học chủ yếu của acid ascorbic là sự tham gia quá trình oxy hoá hoàn nguyên, người ta tìm thấy hai loại enzym: ascorbin - reductase và ascorbin - oxydase tham gia quá trình oxy hoá - hoàn nguyên chất glutation ( $C_{10}H_{17}N_3SO_6$ ).



Tóm tắt là:  $2\text{GSH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{G.S} - \text{S.G} + \text{H}_2\text{O}$ .

+ Acid ascorbic xúc tác sự vận chuyển hydrogen giữa  $\text{NAD.H}_2$  hoặc  $\text{FAD.H}_2$  với hệ thống cytocrom.

+ Acid ascorbic có tác dụng kích thích hoạt động của enzym aconitase trong chu trình Krebs, do đó nó gián tiếp ảnh hưởng tới sự chuyển hoá glucose: Thiếu vitamin C sự tổng hợp và tích lũy glycogen ở gan và cơ giảm. sút rất rõ, lúc này ta thấy enzym hexokinase hoạt động rất yếu.

+ vitamin C có liên quan chặt chẽ đối với sự trao đổi protein, đặc biệt là protein của các mô chống đỡ như gân, xương...

sự có mặt của vitamin C cần thiết cho sự hình thành collagen - protein cơ sở của mô liên kết, từ procollagen, thiếu vitamin C số lượng collagen giảm quá 2 lần so với mức bình thường Do đó vitamin C ảnh hưởng tới quá trình lành vết thương và giữ bền thành mạch. + vitamin C còn ảnh hưởng đến sự hoạt động sản sinh adrenalin của tuyến thượng thận hoặc adrenocorticotropin của tuyến yên. Nó có tác dụng giữ cho adrenalin khỏi bị oxy hoá và nâng cao độ cảm thụ của tuyến thượng thận đối với adrenocorticotropin.

\* *Nhu cầu và nguồn vitamin C*

Acid'ascorbic được tổng hợp ở nhiều loài vi sinh vật, cây cối, động vật.

Ngựa, lợn, gia cầm vẫn cần vitamin C

Riêng trâu, bò, dê, cừu có khả năng tự túc hoàn toàn.

Vitamin C bài tiết ra ngoài theo nước tiểu, mồ hôi và cả dưới dạng CO<sub>2</sub> hơi thở, cường độ lao động càng cao thì nhu cầu về vitamin C càng lớn, các trạng thái bệnh lý như sốt hoặc cố thai cơ thể cũng đòi hỏi tăng lượng vitamin C trong khẩu phần.

Hiện tượng giảm vitamin C trong máu, trong nước tiểu, trong dịch vị được coi là những triệu chứng đáng kể về lâm sàng của nhiều bệnh.

Vitamin C có ở gan, thận; máu, sữa, bắp cải, cà chua, hành, ớt, cam chanh, lá tùng...

## **Chương 7**

### **HORMONE**

#### **7.1. KHÁI NIỆM CHUNG**

Như chúng ta đã biết, các tuyến trong cơ thể được chia làm 2 loại:

- Loại 1 có ống dẫn, chất tiết theo ống dẫn chuyển đến một cơ quan nào đó gọi là tuyến ngoại tiết (tuyến mồ hôi, tuyến tiêu hoá...).

Loại 2 không có ống dẫn, chất tiết từ tế bào tuyến trực tiếp vào máu hoặc bạch huyết đi khắp cơ thể gọi là tuyến nội tiết. Chất hoá học đặc biệt do tuyến nội tiết sinh ra gọi là hormon.

Hormone có tác dụng điều hòa đối với nhiều quá trình chuyển hoá quan trọng trong cơ thể và đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo khả năng tự điều chỉnh của sinh vật. Có thể coi hormon là những chất xúc tác sinh học. Nhưng hormon khác enzym ở những điểm sau:

Cấu tạo hoá học của hormon không nhất thiết chỉ là protein. Trong các hormon đã biết, một số có bản chất protein hoặc dẫn xuất protein, một số khác có cấu tạo steroid. - Enzym thường tác dụng đặc hiệu trên một phản ứng nhất định, còn hormon đôi khi có thể tác động trên hàng loạt quá trình chuyển hoá hoặc chức phận của nhiều cơ quan khác nhau (ví dụ: tyrosin tuyến giáp, corticosteroid vỏ thượng thận).

Hormone cũng khác vitamin là được cơ thể sản sinh ra, còn vitamin thì phải được cung cấp từ ngoài vào.

Hoạt động của các tuyến nội tiết đều chịu sự kiểm soát của hệ thần kinh trung ương, đặc biệt là của vỏ não.

#### **7.2. VAI TRÒ SINH HỌC CỦA HORMON**

Hormone là những chất hoá học được tiết ra từ những cơ quan đặc biệt gọi là tuyến nội tiết, hormon có tác dụng kích thích điều khiển các quá trình trao đổi chất ở cơ thể.

Hầu hết các hormon không có tính đặc trưng cho loài, nghĩa là hormon của loài này cũng có tác dụng với loài khác và cho người, chẳng hạn như hormon insulin của tuyến tụy có thể dùng chung cho nhiều loài. Nhưng một vài loại hormon chỉ có tác dụng riêng cho loài đó, ví dụ như hormon sinh trưởng.

Vai trò sinh học của hormon trong cơ thể rất phong phú và phức tạp. Có thể tóm tắt những vai trò chính của hormon như sau:

- Hormone tham gia điều hòa quá trình sinh trưởng và phát triển của cơ thể. Ví dụ hormon kích thích sự phát triển (STH), hormon kích thích tuyến giáp trạng (TSH) của

tuyến yên hoặc hormone tyrosin của tuyến giáp trạng... Sự phát triển bình thường, nhất là về mặt hình dạng, kích thước của cơ thể phụ thuộc vào các hormone này.

- Hormone tham gia điều hoà quá trình trao đổi chất và năng lượng. Quá trình chuyển hoá, dự trữ và biến đổi của vật chất và năng lượng trong cơ thể phụ thuộc rất nhiều vào hormone như hormone STH, tyrosin, glucocorticoid, insulin, glucagon... Các hormone này tạo ra sự cân bằng hài hoà giữa hai quá trình đồng hoá và dị hoá trong cơ thể.

- Hormone tham gia điều hoà sự cân bằng nội môi của dịch nội bào và ngoại bào. Ví dụ như hormone vasopressin (ADH), hormone ACP của tuyến yên, các hormone aldosteron và cortisol của vỏ tuyến trên thận, calcitonin của tuyến giáp trạng... có vai trò rất quan trọng trong quá trình trao đổi nước, muối khoáng và các thành phần khác, giữ cân bằng nội môi, ổn định áp suất thẩm thấu, duy trì độ pH...

Hormone tham gia điều tiết sự thích nghi của cơ thể với môi trường. Ví dụ hormone tyrosin của tuyến giáp trạng tham gia điều tiết thân nhiệt, hormone adrenal in và noradrenalin của tuyến tuỷ tuyến trên thận giúp cơ thể chống lại các stress của môi trường. - Hormone tham gia điều tiết quá trình sinh sản ở động vật. Sự có mặt của các hormone sinh dục đực (androgen) và hormone sinh dục cái (oestrogen) đảm bảo sự phát triển, duy trì giới tính, sự phát triển giao tử, sự thụ tinh, thai nghén, đẻ và nuôi con của động vật.

Mặc dù cấu tạo hoá học và tác dụng sinh lý của hormone đã biết khá tường tận, nhưng cơ chế tác dụng của từng loại hormone còn nhiều điều chưa rõ hiện nay có thể quan niệm một số cơ chế chung của hormone như sau:

- Cơ chế điều hoà chuyển hoá của nhiều hormone được thể hiện bằng quá trình cảm ứng tổng hợp enzyme.

Ví dụ: Nhiều hormone đặc biệt là các corticosteroid có thể kích thích sản xuất ARN ở nhân tế bào qua đó làm tăng tổng hợp enzyme đặc hiệu.

- Hoạt hoá trực tiếp trên enzyme - nhiều hormone khi đưa vào cơ thể có tác dụng làm tăng hoạt tính một enzyme nào đó.

- Ảnh hưởng tới tính thấm của màng tế bào: nhiều hormone tham gia đặc hiệu vào chuyển vận một số chất qua màng tế bào (ion, acid amin, cation...).

### **7.3. PHÂN LOẠI HORMONE**

Dựa vào bản chất hoá học của hormone người ta chia hormone làm 2 loại:

- Loại có dẫn xuất steroid
- Loại có bản chất protein, dẫn xuất protein

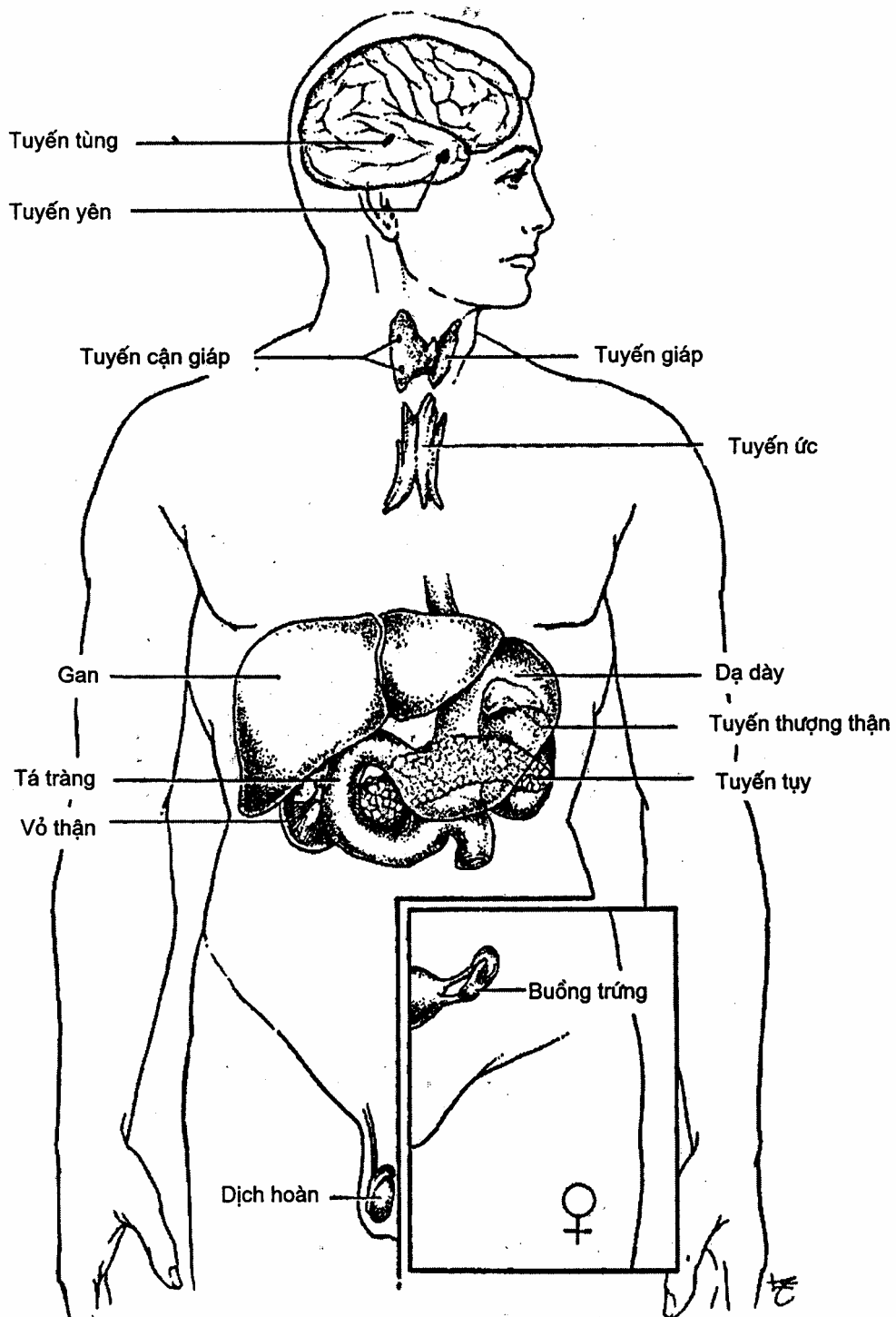
Ngoài ra, người ta còn căn cứ vào vị trí sản sinh hormone để phân loại. Theo đó

ta

có:



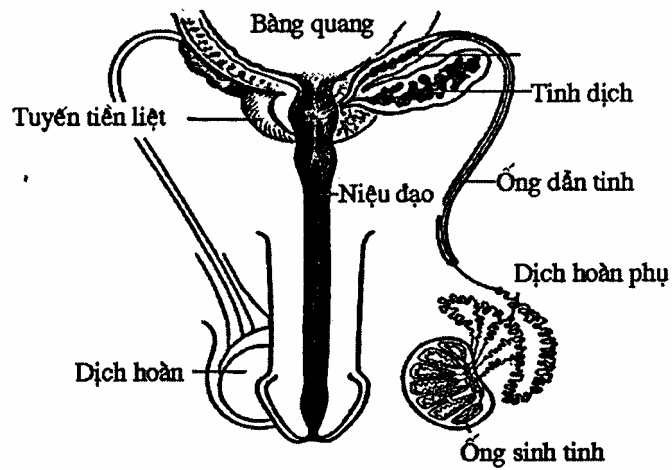
- Hormone của tuyến yên
- Hormone của tuyến giáp trạng



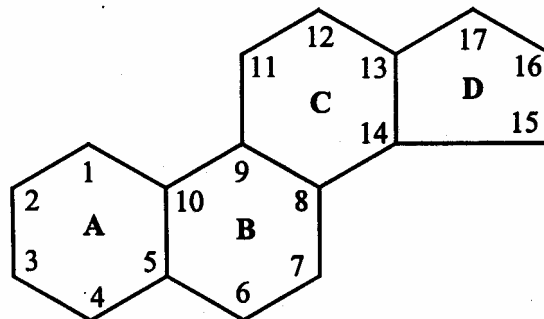
*Vị trí các tuyến nội tiết trong cơ thể*

### **7.3.1. Loại dẫn xuất steroid**

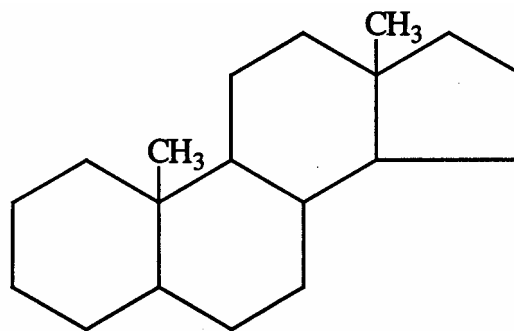
#### **7.3.1.1. Hormone sinh dục đực**



Tất cả hormone sinh dục đực là sản phẩm của hydrocarbon mạch vòng - tức là cyclopentanpehydrophenantren (gần với coleslerin).

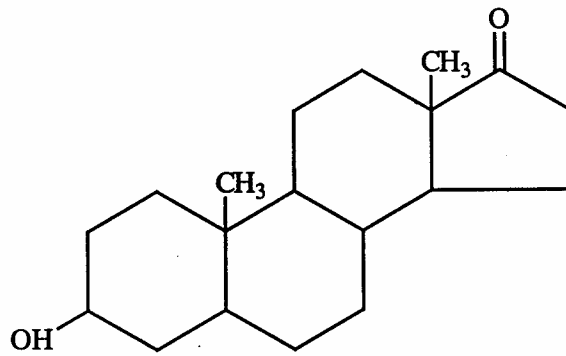


Khi metyl hoá ở vị trí 10 và 13 thu được androstan:



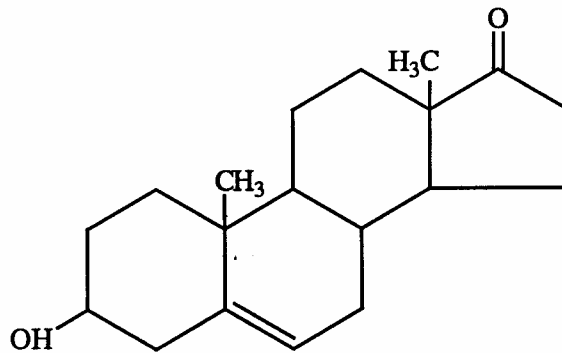
sản phẩm trực tiếp của androstan là hormone sinh dục của tinh hoàn

**\* Androsterol**

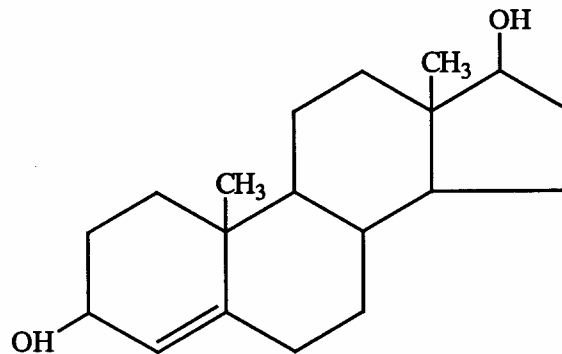


(3- oxy; 17 - xeto androstan)

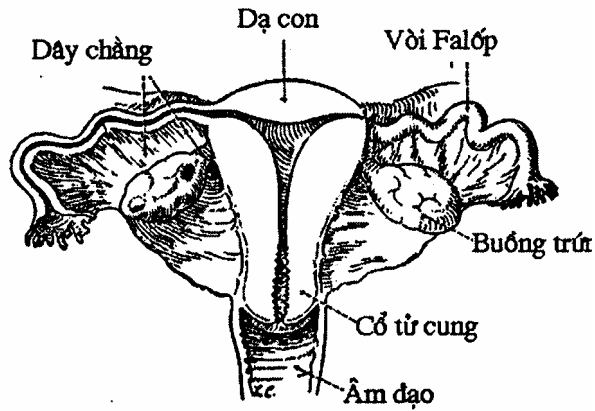
**\* Dehydroandrosterol** (có nối đôi ở vị trí 5, 6)



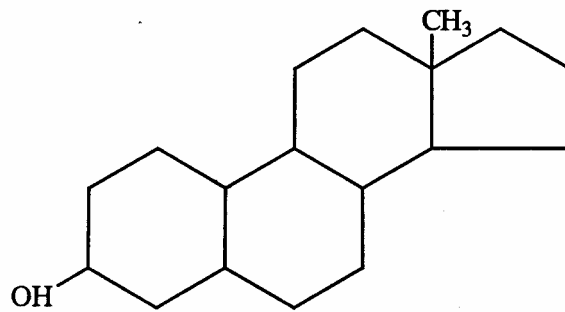
**\* Testoterol:** có cấu tạo gần giống androsterol và là đồng phân của nó



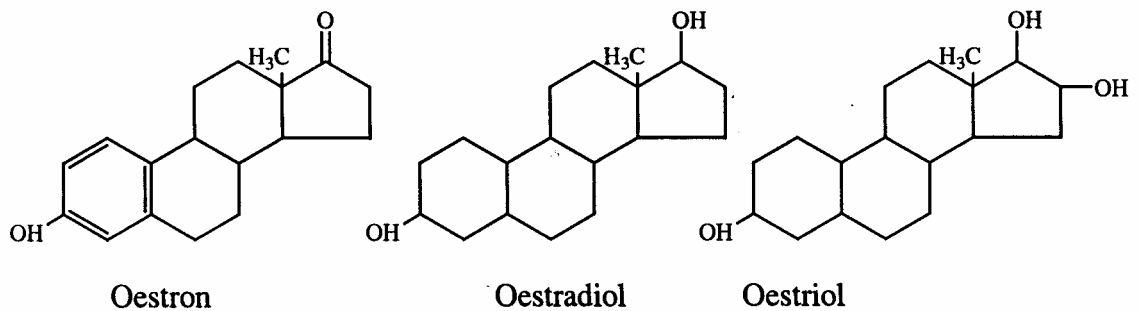
7.3.1.2. Hormone sinh dục cái



Hormone sinh dục cái được sản sinh trong tuyến sinh dục và cũng có cấu tạo của hydrocarbon mạch vòng - tức là cyclopentanphenanthren, nhưng chỉ chứa một nhóm methyl ở vị trí 13 :



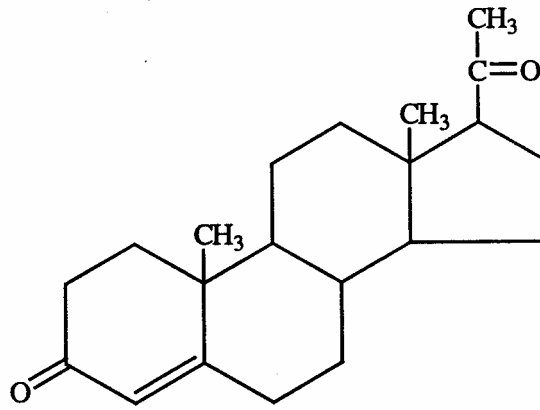
Ngày nay đã nghiên cứu kỹ 3 hormon sinh dục cái là: oestron, oestradiol và oestriol



Năm 1929 Butenant đã thu được oestron ở dạng tinh thể từ nước tiểu của động vật.

Oestron còn có tên gọi thứ hai phổ biến hơn là fohculin.

*Progesterol* hay còn gọi luteosterol được sản sinh trong thể vàng của buồng trứng khi chửa. Progesterol có cấu tạo gần giống hormon sinh dục đực, trong phân tử có 2 nhóm xe ton, 3 gốc methyl và một nối đôi. Progesterol trong cơ thể động vật có thể chuyển sang dạng không hoạt động - pregnandiol và kết hợp với acid glucoromic thành phức chất được bài tiết theo nước tiểu. Các oestrogen khác được bài tiết theo nước tiểu dưới dạng este của acid sunfuric hoặc acid glucuronic.

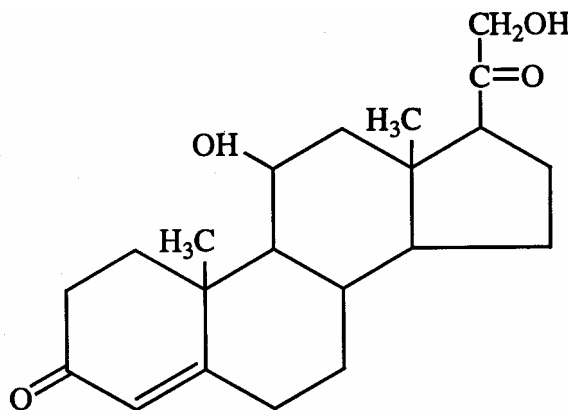


### 7.3.1.3. Hormone vỏ tuyến trên thận

Vỏ tuyến thượng thận chiếm khoảng 213 khối lượng của tuyến và có chức năng nội tiết. Nó tiết ra số lượng lớn các hormon có tác động mạnh lên cơ thể động vật. Tất cả các chất được tiết ra từ miền vỏ tuyến thượng thận có bản chất steroid, nghĩa là sản phẩm của cyclopentanpehydrophenantren có cấu tạo gần với hormon sinh dục và có tên chung là *corticosteron*.

Corticosteron bao gồm các chất có hoạt lực hormon đã được nghiên cứu như: 11 - dehydrocorticosteron, 17-hydroxycorticosteron, 17-hydroxy-11-dehydrocorticosteron, 17-hydroxy- 11 -deoxycorticosteron. Các corticosteron này chỉ khác nhau về số lượng nguyên tử oxy và hydro ở vị trí 11 và 17.

Công thức cấu tạo của corticosteron như sau:



Các corticosteron có tác động lớn đối với sự trao đổi protein và glucid. Riêng deoxycorticosteron có tác động mạnh đối với trao đổi nước và muối khoáng, nhưng lại có tác động yếu với trao đổi protein, glucid.

Năm 1953 người ta đã chiết xuất được từ miền vỏ tuyến thượng thận một loại hormon mới có hoạt lực mạnh gấp 30-120 lần so với deoxycorticosteron đối với trao đổi nước và muối khoáng. Trong phân tử của hormon này nhóm metyl (CH<sub>3</sub>) ở vị trí 13 được thay thế bởi nhóm aldehyd. Vì thế hormon đó được đặt tên là aldosteron hay electrocortin. Aldosteron tìm thấy trong máu và nước tiểu của bệnh thận, suy tim.

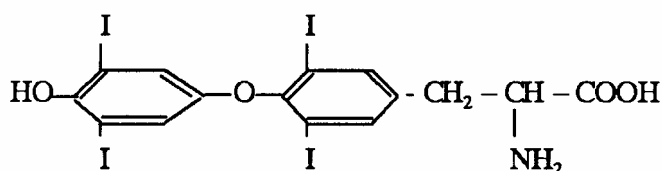
90% corticosteron trong máu ở dạng liên kết với protein, chủ yếu là liên kết với albumin.

Corticosteron có vai trò quan trọng trong trao đổi chất. Thí nghiệm cho thấy nếu cắt tuyến thượng thận sẽ gây ra sự rối loạn trao đổi protein, glucid, lipid cũng như trao đổi nước và muối khoáng. Điều đó dẫn tới sự bài tiết chỉ theo nước tiểu, tích lũy calci trong tế bào, giảm mạnh glycogen trong gan và đường ở trong máu. Sự tích lũy đường trong máu sẽ dẫn tới bệnh tiểu đường (diabet), đồng thời kèm theo sự phân giải protein và lipid. Nếu đưa vào cơ thể động vật mắc bệnh hormon của vỏ tuyến thượng thận sẽ khắc phục được sự rối loạn đó và lập lại trạng thái bình thường của cơ thể.

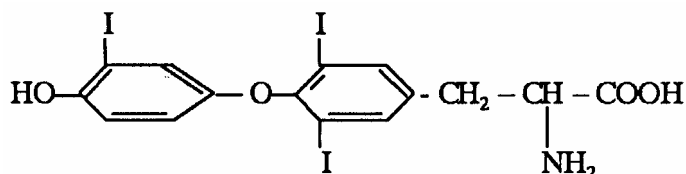
### 7.3.2. Loại dẫn xuất protein

#### 7.3.2.1. Hormone tuyến giáp trạng

Năm 1919 Kjeldahl khi thủy phân tyreoglobulin đã thu được tyrosin. Năm 1927 Kharinton và Bar-dro đã xác định được công thức cấu tạo của tyrosin:

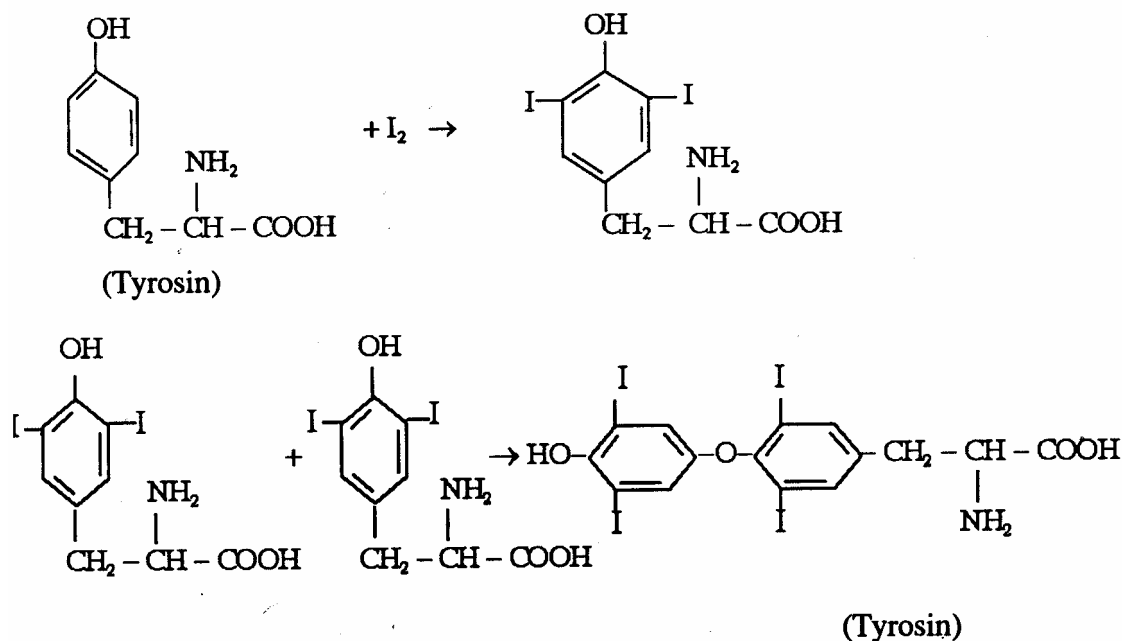


$\beta$ -(3,5-iod-4) - 3',5'-iod -4-hydroxyphenyl (acid phenyl- ~aminopropionic)  
 Trong máu của động vật, người ta thấy chất có cấu tạo gần với tyrosin nhưng hoạt lực mạnh gấp 10 lần tyrosin - đó là triiodotyrosin ( $T_3$ ):



Ngoài ra, trong tuyến giáp trạng người ta còn thấy tồn tại cả moniodotyrosin.

Tyrocine chứa 1,8% Nitơ và 75% iod của tuyến giáp trạng. Quá trình sinh tổng hợp tyrosin xảy ra theo các giai đoạn như sau:



Hormone tuyến giáp trạng có tác động nhiều mặt đối với cơ thể động vật. Nó điều hoà trao đổi protein, glucid, lipid và muối khoáng, tăng khả năng sinh trưởng, tăng nhu cầu vitamin và cảm giác với nhiệt độ. Nó ảnh hưởng lớn tới chức năng của hệ thần kinh trung ương, hệ tim mạch, quá trình sinh sản, hoạt động cơ và các trạng thái khác. Tyrosine làm tăng quá trình trao đổi chất của cơ thể, hấp thụ  $O_2$ , thải  $CO_2$ , Cũng như quá trình phân giải protein, đào thải ngoại

### 7. 3.2.2. Hormone tuyến tụy

Tuyến tụy tiết ra các hormon: insulin, glucagon, lipocain, varotonin.

\* *Insulin*: Hormone này có tên gọi xuất phát từ chữ La tinh insula- đảo, như vậy nó được sản sinh do các tế bào của đảo Langerhans của tuyến tụy. Chức năng của đảo tụy đã được nhà bác học Nga Xô-bô-lép phát hiện vào năm 1902 và lần đầu tiên đã chiết xuất được insulin Năm 1926 các bác học Mỹ Banting và Best đã thu được insulin ở dạng tinh thể.

Insulin là một loại protein có trọng lượng phân tử 6.000, dễ kết tinh trong muối kẽm, điểm đẳng điện nằm trong khoảng pH 5,3 - 5,8.

Insulin được cấu tạo từ 51 acid amin gồm hai chuỗi: chuỗi A có 21 acid amin, chuỗi B có 30 acid amin. Hai chuỗi nối với nhau bởi hai cầu disulfid (S-S) ở vị trí thứ 7 của chuỗi A và B, vị trí 20 của chuỗi A và 19 của chuỗi B (công thức cấu tạo đã trình bày ở trang 31 chương protein).

Cấu tạo phân tử insulin của các loài động vật chỉ khác nhau gốc acid amin ở vị trí 8, 9 và 10 của chuỗi A. Cụ thể:





Thùy trước tuyến yên sản sinh ra các loại hormone sau:

- *somatotropin hormon (STH)* hay còn gọi là hormone sinh trưởng (Growth hormon - GH). Hormone này được phát hiện khi thí nghiệm cắt bỏ thùy trước tuyến yên ở động vật non. Thí nghiệm cho thấy những động vật này ngừng phát triển và chậm sinh sản. Hormone sinh trưởng là một loại protein đặc biệt gồm 245 gốc acid amin, chứa 15,6% Nitơ, không bền khi đun nóng, trọng lượng phân tử khoảng 45.000-47.800, điểm đẳng điện ở pH 6,8.

Vai trò của STH là kích thích sự phát triển của cơ thể thông qua cơ chế làm tăng quá trình đồng hoá protein ở mô bào tạo nên sự cân bằng trong cơ thể. STH tác dụng chủ yếu vào sự phát triển của sụn liên hợp, tăng sinh về khối lượng và phát triển về thể tích của hệ thống xương.

Khi ưu năng tuyến yên trước tuổi dậy thì thì gây bệnh khổng lồ, ưu năng sau tuổi dậy thì thì gây bệnh to đầu ngón. Khi nhược năng tuyến yên trước tuổi dậy thì thì gây bệnh lùn, nhưng cơ thể cân đối, còn nhược năng sau tuổi dậy thì thì gây bệnh xi-moong rối loạn sinh dục.

*Thyroid stimulating hormon (TSH)* hay còn gọi là kích giáp trạng tố. Đó là loại glucoprotein hoà tan trong nước, trọng lượng phân tử 10.000 - 28.000. TSH bị phân huỷ khi đun nóng và phân giải bởi enzym protease.

Chức năng chính của TSH là kích thích tuyến giáp trạng, cắt bỏ tuyến yên, tuyến giáp trạng cũng teo lại. Ngược lại, tiêm TSH gây ưu năng tuyến giáp, tăng chuyển hoá cơ sở. Trong bệnh ưu năng tuyến giáp thường kèm theo hiện tượng lồi mắt, chính TSH có tác dụng gây lồi mắt.

- *Adrenocorticotropin hormon (ACTH)* - kích thượng thận tố. Đó là một polypeptit gồm 39 acid amin, có trọng lượng phân tử khoảng 5.000. Cấu trúc của ACTH đã được Lee tìm ra năm 1961. Người ta nhận thấy rằng, trong 39 acid amin thì 24 acid amin đầu là cần thiết cho hoạt tính của hormone, còn 15 acid amin còn lại là không có hoạt tính rõ rệt và thay đổi tùy loài.

Chức năng chính của ACTH là kích thích miền vỏ của tuyến trên thận. ACTH cũng tham gia chuyển hoá glucid, lipid, protein, nước và muối khoáng. Với glucid làm tăng đường huyết, dự trữ glycogen; với lipid tăng huy động lipid và làm tăng thể ceton; với protein gây thoái biến protein tạo cân bằng Nitơ âm; ACTH có tác dụng giữ nước và natri, tăng đào thải kim. Khi giảm tiết ACTH gây bệnh Cushing.

- *Follicle stimulating hormon (FSH)* - còn gọi là kích noãn bào tố. Đó là một glucoprotein có trọng lượng phân tử khoảng 31.000 (ở người) hoặc 67.000 (ở cừu) gồm 250 acid amin, trong đó giàu cystein.

Ở con cái FSH có tác dụng kích thích sự phát triển của noãn bào đến dạng chín gọi là nang Degraff nổi rõ trên bề mặt buồng trứng và kích thích bao noãn tiết noãn tố

oestrogen.

Ở con đực FSH kích thích sự phát triển của ống sinh tinh và kích thích các tế bào Sertoli ở ống sinh tinh sản sinh ra tinh trùng.

*Luteinising hormon (LH)* - còn gọi là kích hoàng thể tố. Đó là một glucoprotein có trọng lượng phân tử khoảng 25.000 bao gồm 250 acid amin.

Ở con cái LH cùng với FSH thúc đẩy noãn bào chín và tiết nhiều noãn tố. LH còn có tác dụng làm chín mạng noãn bào, tăng bài tiết dịch trong xoang bao noãn để đạt tới một áp lực lớn làm noãn bào vỡ ra, trứng được giải phóng ra (gọi là trứng rụng). LH còn có tác dụng biến bao noãn còn lại thành vết sẹo đó là thể vàng và kích thích thể vàng tiết hoàng thể tố progesterol. Như vậy, FSH chỉ làm cho trứng chín, không làm trứng rụng, trứng muốn rụng được phải có LH. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ FSH/LH bằng 3/1 là thích hợp cho trứng chín và rụng.

Ở con đực tương ứng với LH của con cái, con đực có intermedino- cortico stimulating hon non (ICSH) còn gọi là hon non kích thích tế bào kẽ Leydig phát triển và tiết ra hormon sinh dục đực androgen.

- *Prolactin hay Luteotropin hormon (LTH)* - còn gọi là kích nhũ tố. Đó là một polypeptid gồm 198 acid amin, có trọng lượng phân tử khoảng 242.000.

Chức năng chính của prolactin là kích thích sự phát triển của tuyến vú và làm tăng tiết sữa.

*\* Hormone của thùy giữa tuyến yên*

Thùy giữa tuyến yên có melanphosphostimulin hom lon (MSH) hay intermedin có tác dụng điều hoà sắc tố da của động vật. Nó là một polypeptit gồm 18 gốc acid amin, dễ phân huỷ bởi enzym trypsin. Các gốc acid amin trong phân tử intermedin cũng gần giống với corticotrophin:

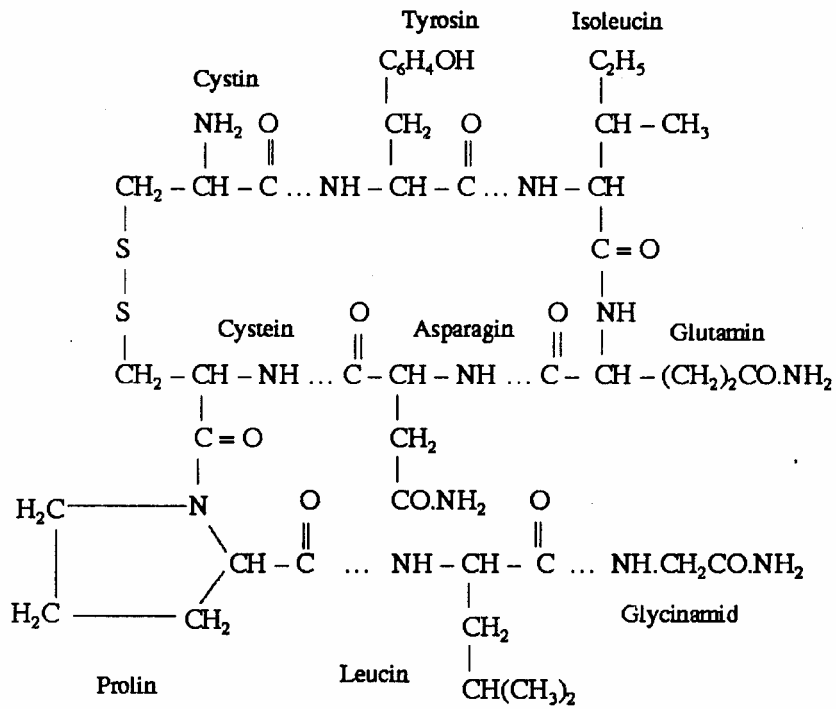
H- Asp-Glu-Gly- Pro-Tyr-Lys-Met-Glu-His-Phe-Arg-Try-Glu-Ser-Pro-Pro-Lys-Asp - OH ~ intermedin của lợn)

*\* Hormone của thùy sau tuyến yên*

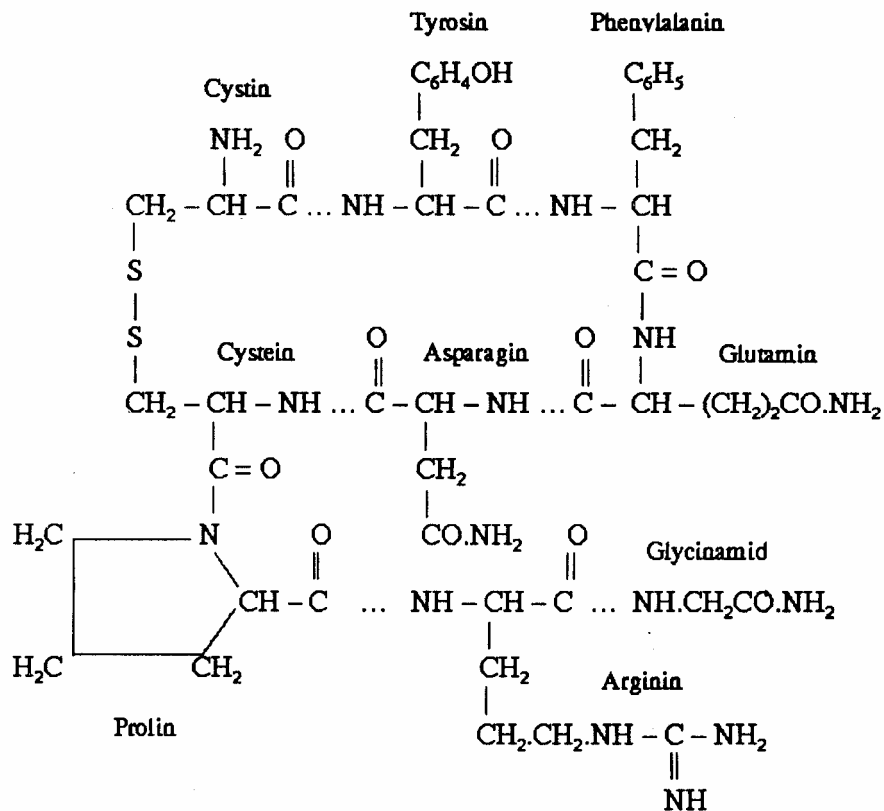
Thùy sau tuyến yên có những chức năng nội tiết sau: tăng cường co bóp cơ tử cung, tăng huyết áp và điều hoà sự thải nước tiểu.

Hormone thùy sau tuyến yên có ocytocin và vasopressin, cả hai hormon này đều là polypeptid có cấu tạo tương tự nhau.

*Ocytocin.* Trọng lượng phân tử 1007, cấu tạo từ 8 gốc acid amin: cystin, tyrosin, thoãn, acid glutamic, acid aspartic, glycin, leucin và isoleucin. Cấu tạo phân tử ocytocin như sau:

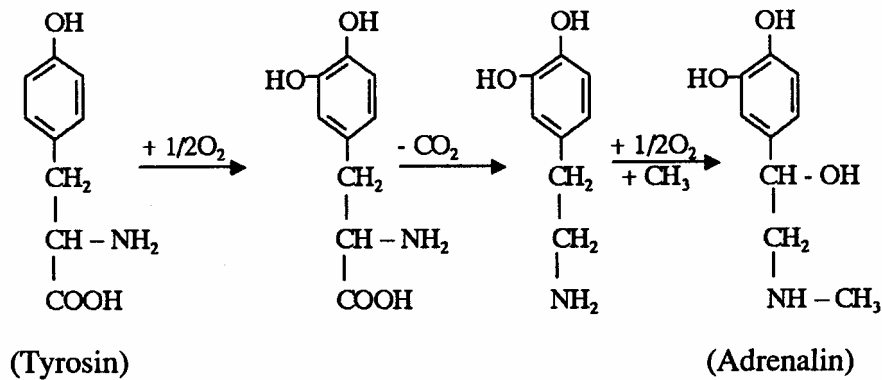


*vasopressin*. Là một polypeptid cấu tạo từ 8 gốc acid amin, khác oxytocin ở vị trí thứ 3 isoleucin thay bằng phenylalanin và vị trí thứ 8 leucin thay bằng argúrin.



Như vậy cấu tạo hoá học của của oxytocin và vasopressin chỉ khác nhau gốc acid amin ở vị trí thứ 3 và vị trí thứ 8:



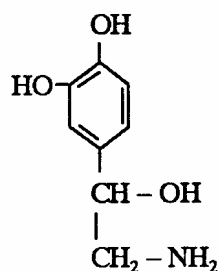


L-adrenalin là chất kết tinh, không tan trong các dung môi hữu cơ, ít tan trong nước lạnh, dễ tan trong nước nóng và các acid hữu cơ, kiềm. Dung dịch nước adrenalin có phản ứng kiềm. Ngoài không khí nó rất nhanh bị oxy hoá chuyển thành màu hồng hoặc đỏ.

Adrenalin có trong miền tủy tuyến thượng thận, trong máu và các tế bào khác ở trạng thái tự do hoặc ở dạng liên kết với protein của máu và tế bào. Trong máu hàm lượng adrenalin rất ít (trong máu người khỏe chỉ có  $0,55 \cdot 10^{-8}$  gam adrenalin) Adrenalin có tác động đối với hệ tim mạch, làm tăng huyết áp, tăng cường quá trình trao đổi khí, tăng nhiệt độ cơ thể, tăng sự oxy hoá. ảnh hưởng lớn nhất của adrenalin là trao đổi glucid, dưới tác động của adrenalin ở gan tăng cường sự phân giải glycogen làm tăng đường huyết.

\* *Noradrenalin*

Noradrenalin là adrenalin nhưng mất nhóm methyl ở mạch nhánh. Hàm lượng noradrenalin trong máu lớn hơn adrenalin 8-10 lần. Sự có mặt của noradrenalin trong miền tủy của tuyến thượng thận, trong máu, trong gan, lách, não và nước tiểu nói lên vai trò của noradrenalin trong quá trình trao đổi chất như là một hormone cùng với adrenalin. Công thức cấu tạo của noradrenalin:

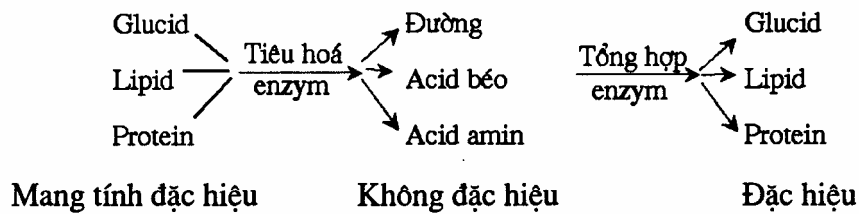


## Chương 8

### ENZYM

#### 8.1. ENZYM VÀ HIỆN TƯỢNG XÚC TÁC SINH HỌC

Sự sống là quá trình trao đổi vật chất liên tục, quá trình đó bao gồm hàng loạt phản ứng phân giải và tổng hợp. Kết quả là những chất glucid, lipid, protein... đưa theo thức ăn vào sẽ biến thành thành phần mới của mô bào hoặc thành năng lượng cung cấp cho hoạt động sống.



Các quá trình này nếu ở phòng thí nghiệm thường mất nhiều thì giờ, cần nhiều hoá chất, nhiệt độ cao mà kết quả đôi khi không phân hoá triệt để được. Trái lại, ở điều kiện in vi vo (tức là trong sinh thể) các phản ứng sinh hoá học nói trên tiến hành rất dễ dàng, nhanh và hiệu quả rất cao.

Đó là nhờ sự xúc tác của hệ thống enzym

##### 8.1.1. Lịch sử về enzym .

Trước kia người ta đưa ra thuyết "sinh lực" thuyết này cho rằng các quá trình sống được điều khiển bởi một " lực huyền bí không thể tìm hiểu được.

Nhưng ngay từ đầu thế kỷ XVIII người ta đã bắt đầu tìm tòi về quá trình tiêu hoá.

- Năm 1783 một người Ý tên là Spalacani gói thịt vào mảnh lưới thép rồi cho điều hâu nuốt, khi kéo lưới ra thì thịt đã bị hoà tan hết. Ông đưa ra kết luận là thịt bị một loại chất có tác dụng đặc biệt hoà tan.

Mãi đến năm 1811- 1814 nhà bác học Nga Kiéc-gốp tìm ra trong mầm lúa một chất có khả năng biến tinh bột thọ đường maltose.

Gần 19 năm sau, 1833, Phi- en và Pec- xô mới phân lập được chất đó dưới dạng tinh thể mà ngày nay chúng ta gọi là enzym amylase.

Tuy người Cổ Đại đã biết dùng enzym vào việc sản xuất lườn, thuộc da, làm bánh mì, làm pho-mat, làm mắm, ủ tương... nhưng sự nghiên cứu về enzym có thể nói chỉ phát triển từ cuối thế kỷ XIX.

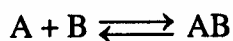
Sang đầu thế kỷ XX, những phát hiện về enzym thu được càng nhiều, người ta dần dần biết được bản chất hoá học của enzym là protein, đã thu được nhiều enzym tinh khiết (sanmer 1926) đã phát hiện được cấu tạo nhóm ghép của enzym (Wilstaetter

1920 - 1930). Riêng việc nghiên cứu các enzym tiêu hoá đã được nhà sinh lý học người Nga Páp - lốp đóng góp đáng kể.

Cho tới nay các kiến thức về enzym đã tập hợp thành một môn học sâu rộng. Đó là môn enzym học (enzymologia).

### **8.1.2. Hiện tượng xúc tác**

Hiện tượng xúc tác là hiện tượng làm tăng tốc độ phản ứng để cho hệ thống chóng đạt tới trạng thái cân bằng động.



Bằng những chất hoặc đưa từ ngoài vào cơ thể hoặc nó tự sản sinh trong quá trình phản ứng, bản chất của chất xúc tác là không tham gia vào sản phẩm cuối cùng của phản ứng.



Trong sinh thể các chất tham gia xúc tác các phản ứng hoá học gọi là enzym.

### **8.1.3. Định nghĩa về enzym**

Enzym là chất xúc tác sinh học, nhờ có enzym mà các phản ứng sinh hoá học xảy ra với một tốc độ rất nhanh, chính xác, nhịp nhàng, hiệu quả cao và tiết kiệm năng lượng. Người ta cho rằng enzym là động cơ đầu tiên để sự sống biểu hiện bằng các hiện tượng sống.

## **8.2. CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA ENZYM**

### **8.2.1. Enzym có nguồn gốc protein**

Các công trình nghiên cứu, đặc biệt là những phát hiện của Samner (1926 - 1927) đã khẳng định rằng enzym có nguồn gốc protein. Điều này được chứng minh qua các đặc điểm sau:

- Trong nước, enzym hoà tan cho dung dịch keo với các đặc điểm như không khuếch tán và thẩm thấu, cho hiện tượng Tindal...

Mỗi enzym có điểm đẳng điện tương ứng và tại điểm đó nỗ dễ sa lắng, dựa vào đó người ta tách riêng được enzym.

- Enzym có trọng lượng phân tử lớn, bị phá huỷ bởi các nhân tố giống như protein (nhiệt độ, acid, muối kim loại nặng...). Trọng lượng phân tử một số enzym:

Ribonuclease	13.000 - 15.000
Saccarase	20.000
Pepsin	35.000 - 37.000
Dehydrogenase hiếu khí	80.000

Catalase 248.000

Urease 483.000

### 8.2.2. Trung tâm hoạt động của enzym

Khi nghiên cứu về hoạt động của enzym người ta thấy rằng không phải toàn bộ phân tử enzym đều tham gia quá trình xúc tác một cách trực tiếp, mà chỉ có những phần nhất định nào đó. Phần nhất định đó là trung tâm hoạt động của enzym. Tùy từng loại enzym mà trung tâm hoạt động của enzym nhiều ít khác nhau, trung bình từ 1 đến 20 (có khi 100 như cholinesterase) hay gấp nhất là 3 - 4. Tính trung bình cứ một trung tâm tương ứng với trọng lượng phân tử  $M = 30.000 - 80.000$ .

*Định nghĩa:* Trung tâm hoạt động của enzym là vị trí tiếp xúc giữa enzym và cơ chất trên phân tử enzym. ở đây sẽ trực tiếp xảy ra các phản ứng sinh hoá học.

Ở những enzym đơn giản, trung tâm hoạt động được lập nên do kiểu bố trí một số gốc acid amin nào đó. Những gốc acid amin này phân bố theo kiểu nhất định thông qua cấu trúc bậc 1, 2, 3 của protein. Đặc biệt là cấu trúc bậc 2, 3. Các gốc acid amin này nằm xa trên mạch peptid nhưng gần nhau trong cấu trúc không gian.

Những gốc acid amin tham gia thành lập nên trung tâm hoạt động của enzym đáng kể nhất là:

Cystein với gốc SH

Sâm với nhóm OH

Histidin với vòng imidazol

Ngoài ra còn có vòng indol của tryptophan, COOH của loại acid dicarboxylic cũng có tác dụng nhưng kém hơn.

\* Nhóm sunfuryl (-SH) có hoạt tính hoá học cao nhất ở protein vì nó tham gia nhiều phản ứng như oxy - hoá thành disulfit, alkyl - hoá, oxyl - hoá, lập este tạo mạch hydrogen . . .

Vì vậy nếu nhóm SH bị phong bế (ví dụ bởi loại độc' tố đặc biệt là tim - độc tố như acid monoiodaxetic paraclormercunibenzoat...) thì toàn bộ phân tử enzym sẽ tê liệt và mất hoạt lực.

\* Nhóm hydroxyl (- OH) của sâm là thành viên' quan trọng của trung tâm hoạt động nhiều loại enzym như esterase và phosphatase.

Ví dụ: cholinesterase tách axetyl-cholin thành choán và acid acetic hoặc hexokinase và phosphoglucomutase.

Nhóm OH của sâm ở đây dễ liên kết với  $H_3PO_4$  tức là phản ứng phosphoryl - hoá.

Đây là phản ứng rất phổ biến của trao đổi vật chất.



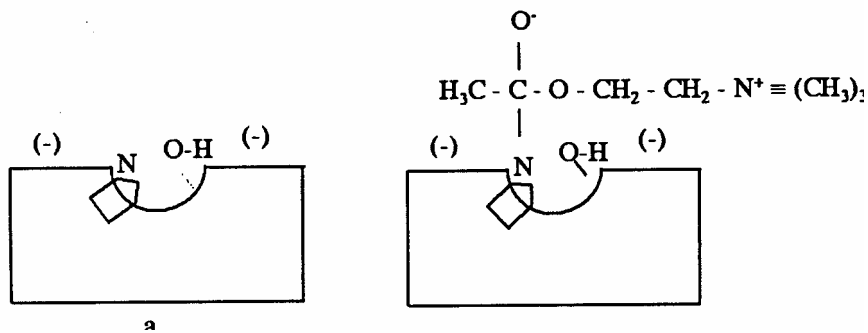
Hoạt lực của OH - sẫm chịu ảnh hưởng của histidin. Nếu nhóm OH - sẫm bị phong toả (bởi dizopropymuorophosphat) thì trung tâm hoạt động mất tác dụng và enzym tê liệt. \* Vòng imidazol của histidin chứa Nitơ hoá trị 3 (= N -) có hoạt tính cao, dễ liên kết với proton kim loại, các chuồng hữu cơ khác thành phức hợp có N+. Đáng kể nhất là khả năng acyl - hoá và phosphoryl - hoá thành các hợp chất N - acyl, N - phosphoryl không bền, tức là những chất quá độ của phản ứng enzym trong quá trình trao đổi vật chất.

Ở một số enzym đã được nghiên cứu kỹ, người ta thấy trung tâm hoạt động của enzym gồm nhiều đoạn ghép lại và những đoạn này khác nhau về tính phân cực hoặc tính ton.

Ví dụ: enzym cholinesterase có trung tâm hoạt động gồm các đoạn sau:

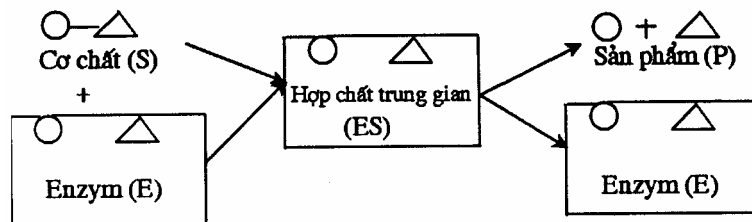
+ Đoạn mang điện tích âm tham gia cố định cơ chất (có thể do COOH tự do) đoạn a.

+ Đoạn esterase thực hiện cắt mạch este - quãng cách của mỗi đoạn là 7A<sup>0</sup>.



Hai gốc acid amin tạo nên đoạn esterase của trung tâm hoạt động là histidin và serin.

Mỗi một trung tâm hoạt động của enzym có hình dạng và kích thước phù hợp với cơ chất mà enzym tác dụng. Sự phù hợp này được ví như găng tay với bàn tay, chìa khoá với ổ khoá.



Khi cấu trúc bậc 1, nhất là cấu trúc bậc 2, 3 của protein bị xáo trộn thì hình dạng của trung tâm hoạt động cũng thay đổi, do đó khả năng hoạt động của enzym cũng bị hạn chế hoặc tê liệt hoàn toàn.

Tóm lại nhiệm vụ của trung tâm hoạt động của enzym là:

- Gắn cơ chất lên phân tử enzym do nhiều acid amin thực hiện.
- Trực tiếp thực hiện các phản ứng hoá học do một acid amin hoặc nhóm ghép đảm nhận.

### **8.3. CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG XÚC TÁC CỦA ENZYM**

#### **8.3.1. Tính xúc tác của enzym**

Trong cơ thể sinh vật người ta thấy các phản ứng hoá học xảy ra với tốc độ rất nhanh ở những điều kiện đặc biệt về nhiệt hoá học như:

- Nhiệt độ bình thường (thân nhiệt 37<sup>0</sup>c)
- Môi trường Có nước, không phát nhiệt mạnh.
- Hiệu quả phân giải và tổng hợp cao so với trình độ xúc tác kỹ thuật.

Tính xúc tác sinh học của enzym thể hiện chính ở chỗ enzym với nồng độ (số lượng) rất nhỏ cũng có khả năng tăng tốc độ phản ứng sinh hoá học lên hàng ngàn, vạn lần so với điều kiện bình thường. Nhưng cũng như các chất xúc tác khác, bản thân enzym không tham gia vào sản phẩm cuối cùng của phản ứng.

#### **8.3.2. Điều kiện để một phản ứng hoá học xảy ra**

Ta hãy lấy ví dụ:



(Đây không phải là sự cháy trong điều kiện bình thường)

Để hiểu cơ chế xúc tác của enzym, ta cần nhớ lại một số điều kiện nhiệt động học để phản ứng tiến hành được. Tốc độ phản ứng hoá học của 2 chất  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$  phụ thuộc vào các yếu tố sau:

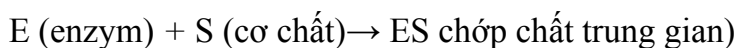
- Nồng độ các chất tham gia phản ứng A và B
- năng va chạm hữu hiệu giữa các phân tử

Ngoài ra, để phản ứng xảy ra được những phân tử chất tham gia phải ở trạng thái kích động (tức là ở trạng thái hoạt hoá). Muốn đạt được điều kiện này cần nạp cho phân tử cơ chất một nguồn năng lượng từ bên ngoài (dưới dạng nhiệt năng, điện năng hoặc quang năng).

Chất xúc tác có 2 nhiệm vụ:

- Tăng nồng độ các chất tham gia phản ứng
- Làm cho phản ứng chóng đạt tới điểm thăng bằng động

Về cơ chế xúc tác sinh học của enzym người ta đề ra nhiều giả thuyết để giải thích, nhưng đều thống nhất ở chỗ quá trình xúc tác bắt đầu bằng sự kết hợp giữa enzym và cơ chất thành hợp chất trung gian.



Cơ chất liên kết với enzym ở các trung tâm hoạt động. Sự liên kết này có tính chất chọn lọc đặc biệt.

Từ đặc điểm trên người ta đề ra 2 giả thuyết hoạt động của enzym.

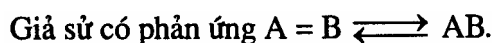
### 8.3.3. Thuyết hoạt động của enzym

#### 8.3.3.1. Thuyết tập hợp chất trung gian

Thuyết này do Nensky đề xướng và sau đó được Langhenbec phát triển.

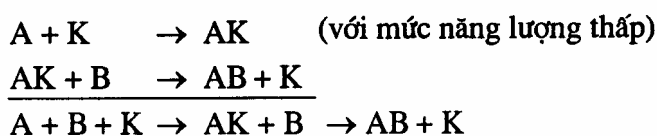
Theo thuyết này trong phản ứng enzym và cơ chất kết hợp với nhau thành một hợp chất quá độ không bền vững. Do đó sản phẩm được tạo ra này đòi hỏi năng lượng hoạt hoá thấp hơn bình thường.

Thuyết này dùng để giải thích hệ thống enzym và cơ chất đồng pha (tức là cùng thể chất như nhau, ví dụ cùng lỏng) có thể biểu diễn qua sơ đồ sau:



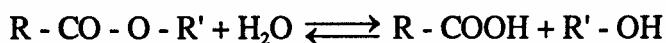
(Tiến hành chậm ở điều kiện bình thường)

Khi thêm chất xúc tác K (hoặc có enzym) lập tức tốc độ thuận và nghịch tăng lên gấp bội.

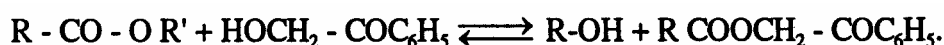


Tốc độ ở đây rất cao vì nó tiến hành theo đường vòng để tránh mức năng lượng hoạt hoá quá cao. Lan - ghen- tiéc đã dùng nhiều hình mẫu của phản ứng đường vòng nói trên để chứng minh.

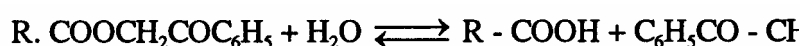
Ví dụ: Lấy hình mẫu esterase - enzym xúc tác sự thủy phân (hoặc tổng hợp) các este.



Nếu lấy benzoilcarbonyl thay enzym ( $C_6H_5 - CO - CH_2OH$ ) thì chất này sẽ tạo hợp chất trung gian, giải phóng rượu:



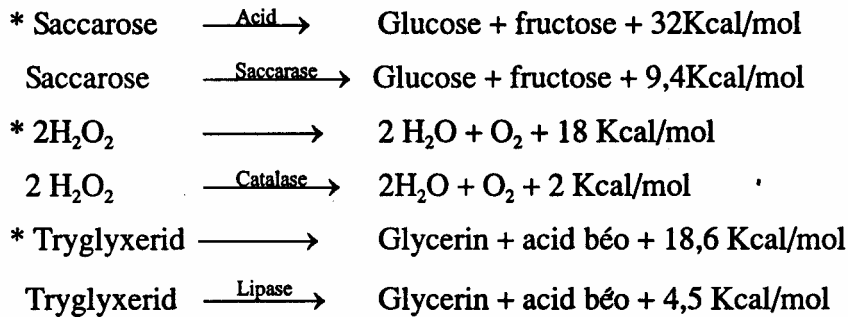
sau đó hợp chất trung gian dễ phân tán với sự có mặt của  $H_2O$  thành acid và benzoilcarbonyl nguyên như cũ.



Nhờ có benzoilcarbonyl mà trạng thái cân bằng động của phản ứng trên xảy ra với

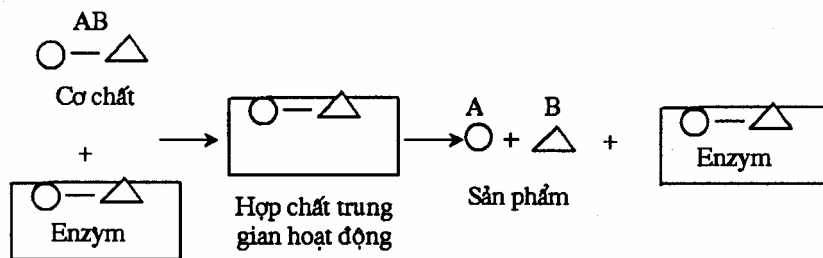
tốc độ gấp nhiều lần.

Hãy nêu một số thí dụ về sự giảm năng lượng hoạt hoá nhờ sự lập hợp chất trung gian như:



Bằng phương pháp nghiên cứu quang phổ hấp phụ Keilin đã chứng minh sự tồn tại có thực của những hợp chất trung gian.

Những nghiên cứu về trung tâm hoạt động của enzym cũng đem lại nhiều dẫn chứng về vấn đề lập hợp chất trung gian.



### 8.3.3.2. Thuyết hấp phụ

Thuyết này được Bai-li-xơ (1906) đề xướng trước tiên, về sau được nhiều tác giả bổ sung. Người ta dùng nó để cắt nghĩa hiện tượng xúc tác ở hệ thống enzym - cơ chất khác pha (không đồng nhất như cơ chất thể lỏng, chất xúc tác thể rắn).

Khi cho enzym vào hệ thống phản ứng, enzym hấp phụ cơ chất lên bề mặt của nó làm cơ chất tập trung lại. Nồng độ cơ chất tập trung cao hơn môi trường xung quanh, từ đó tốc độ va chạm hữu hiệu giữa các phân tử tăng lên gấp bội và các phản ứng tiến hành nhanh chóng.

## 8.4. ĐIỀU KIỆN HOẠT ĐỘNG CỦA ENZYM

Enzym cũng như mọi chất xúc tác có nguồn gốc vô cơ khác, chỉ ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng, làm hệ thống phản ứng chóng đạt đến giai đoạn cân bằng động, còn bản thân nó không tham gia vào sản phẩm cuối cùng của phản ứng. Tuy theo yếu tố nồng độ và trạng thái cân bằng hoá học mà enzym làm tăng tốc độ theo hướng này hoặc hướng khác

Nhưng vì enzym là những chất xúc tác sinh học có bản chất protein và hoạt động xúc tác ở các vật thể sống nên chúng có một số đặc điểm trong hoạt động mà chúng ta cần xét sau đây:

### **8.4.1. ảnh hưởng của nhiệt độ**

Hoạt động của enzym lệ thuộc khá rõ vào nhiệt độ của môi trường.

Các nhiệt độ cao ( $> 70 - 80^{\circ}\text{C}$ ) làm enzym bị tê liệt và phá huỷ do rối loạn về cấu trúc phân tử bậc 2, 3 làm hỏng trung tâm hoạt động được tạo nên từ các acid quan và nhóm ghép. Nếu tác động của nhiệt chưa thật sâu sắc thì enzym có khả năng khôi phục lại cấu trúc và do đó hoạt động xúc tác của enzym vẫn còn. ứng dụng việc luộc thịt hoặc sấy khô thực phẩm để bảo quản.

Những nhiệt độ quá thấp (gần hoặc dưới  $0^{\circ}\text{C}$ ) hoạt động của enzym yếu dần và hầu như dừng hẳn lại nhưng enzym không bị phá huỷ. ứng dụng trong việc bảo quản thực phẩm để hỏng ở tủ lạnh.

Đa số các chất enzym ở động vật có hoạt độ cao nhất ở điều kiện thân nhiệt ( $37 - 40^{\circ}\text{C}$ ). sự tăng nhiệt độ ở giới hạn thích hợp ( $35 - 50^{\circ}\text{C}$ ) Có tác dụng kích thích hoạt động của enzym tức là kích thích quá trình trao đổi vật chất. Sốt là phản ứng bảo vệ cơ thể chống lại sự xâm nhập của vi trùng, thực chất là tăng cường sự hoạt động của các loại enzym.

ở ngoài cơ thể enzym tuân theo qui luật Van-hoff tức là nhiệt độ tăng toạc hoạt độ enzym tăng 2 lần, ở trong cơ thể nhiệt độ tăng tốc hoạt độ enzym tăng 1.000 lần.

Có một số enzym chịu được nhiệt độ cao ( $100^{\circ}\text{C}$  đối với miokinase bắp thịt) hoặc nhiệt độ thấp ( $0^{\circ}\text{C}$  như enzym vi sinh vật).

### **8.4.2. ảnh hưởng của pH**

Enzym rất nhạy cảm đối với phản ứng môi trường và mỗi enzym có vùng pH hoạt động tốt nhất riêng cho mình. Sở dĩ có ảnh hưởng của độ pH đến hoạt độ của enzym là vì enzym có nguồn gốc protein nên khi pH thay đổi sẽ ảnh hưởng tới độ phân ly các nhóm chức cấu tạo nên trung tâm hoạt động của enzym như OH, SH...

Độ pH thích hợp của một số enzym thường gặp:

Pepsin dịch vị 1,5 - 2,5

- Trypsin dịch tụy 7,8 - 9,5

- Amylase nước bọt 6,8 - 7,2

- Lipase dịch tụy 7,0 - 8,0

- Phosphatase huyết thanh 9,0 - 10,0

Trong nhiều trường hợp, khi pH thay đổi thì hướng xúc tác thuận nghịch của enzym cũng bị đảo ngược.

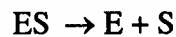
### **8.4.3. ảnh hưởng của nồng độ enzym và cơ chất**

\* ảnh hưởng của nồng độ cơ chất

Đặc điểm chung của các chất xúc tác là với một lượng rất nhỏ, cũng có khả năng thực hiện phản ứng cho một lượng cơ chất lớn gấp nhiều lần.

Tuy nhiên tốc độ phản ứng cũng phụ thuộc vào cơ chất, nếu nồng độ đó thấp thì tốc độ enzym xúc tác chậm dần, nhưng nếu nâng nồng độ lên mãi thì đến một lúc tốc độ xúc tác thôi không tăng vì nó đã đạt được tối đa ( $V_{max}$ ) lúc này phản ứng lập hợp chất trung gian (ES) và giải phóng sản phẩm ( $ES \rightarrow E + P$ ) tiến hành nhanh nhất.

Người ta dùng hằng số Michaelis- Men ten để biểu diễn trạng thái phân ly của ES.



$$[E] + [S] = K [ES] \rightarrow K = \frac{[E][S]}{[ES]} \text{ (kí hiệu } K_m)$$

Hằng số Michaelis- Men ten Khi (mollit) là nồng độ cơ chất cần để một enzym tương ứng hoạt động với tốc độ bằng 1/2 tốc độ tối đa nói trên tức là:  $V_{max}/2$

*\* ảnh hưởng của nồng độ enzym*

Nồng độ của enzym cũng có tác dụng quan trọng đối với tốc độ xúc tác. Nói chung trong điều kiện thừa cơ chất, tốc độ phản ứng phụ thuộc tuyến tính vào nồng độ enzym:  $V=k [E]$ .

Trong đó: V là tốc độ phản ứng, [E] là nồng độ enzym

Cũng có trường hợp khi nồng độ enzym quá lớn, tốc độ phản ứng tăng chậm Theo qui định quốc tế, đơn vị enzym là số lượng enzym có khả năng xúc tác phản ứng biến đổi 1 micro-phân tử gam trong 1 phút ( 1 ~l - mollphút) ở những điều kiện cụ thể cho trước như to , pH . . .

## **8.5. TÍNH ĐẶC HIỆU CỦA ENZYM**

Đa số các enzym có tính chọn lọc đối tượng tác động một cách rõ rệt, mỗi một enzym chỉ tác động lên một cơ chất, một kiểu phản ứng hoặc một loại phản ứng, có nghĩa là tác dụng của enzym có tính đặc hiệu. Hiện tượng này có liên quan đến cấu trúc phân tử và trung tâm hoạt động của enzym.

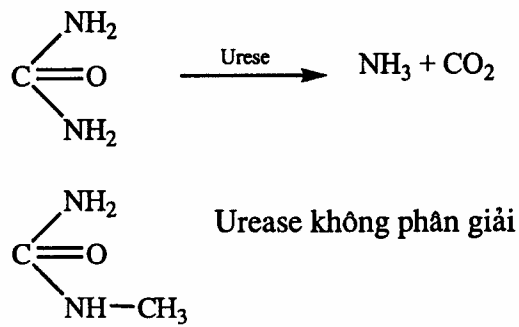
Có 4 kiểu đặc hiệu của enzym:

- Đặc hiệu tuyệt đối
- Đặc hiệu tương đối
- Đặc hiệu theo kiểu phản ứng
- Đặc hiệu theo kiểu hình học không gian

### **8.5.1. Đặc hiệu tuyệt đối**

Mỗi enzym chỉ xúc tác phản ứng cho một loại cơ chất nhất định.

Ví dụ: Enzym urease chỉ phân hoá urea chứ không ảnh hưởng tới metylurea.



### 8.5.2. Đặc hiệu tương đối

Enzym loại này xúc tác phân hóa một kiểu liên kết, không chịu ảnh hưởng của chất tạo ra liên kết đó.

Ví dụ: Nhóm esterase có lipase cắt mạch este giữa acid béo và rượu (acid béo có thể dài ngắn khác nhau, rượu có thể glycerin hoặc rượu vòng...). Tuy vậy tốc độ phản ứng có thay đổi.

### 8.5.3. Đặc hiệu theo kiểu phản ứng

Enzym loại này chỉ tác động lên một kiểu phản ứng nhất định.

Ví dụ: Enzym khử quan tác động lên nhiều acid quan khác nhau

### 8.5.4. Đặc hiệu theo kiểu hình học không gian

Enzym loại này chỉ tác động chọn lọc lên một kiểu của cơ chất, nếu cơ chất này có nhiều đồng phân không gian.

Ví dụ: L- arginin bị phân hoá bởi L- arginase thành omitin và urea, còn D- arginin enzym này không phân hóa.

Hoặc enzym lactat-dehydrogenase của bắp thịt chỉ xúc tác chuyển acid lactic kiểu L (+) thành acid pyruvic nhưng không tác động lên kiểu D (-).

## 8.6. HIỆN TƯỢNG HOẠT HOÁ VÀ ỨC CHẾ CỦA ENZYM

Trong hoạt động xúc tác, có những chất tác động làm tăng cường hoạt độ của enzym, gọi là chất hoạt hoá. Nhưng lại có những chất làm giảm hoặc tê liệt hoạt động của enzym, gọi là chất ức chế.

Nguyên nhân của hiện tượng này có dính líu tới trung tâm hoạt động của enzym và cấu trúc phân tử (nhất là cấu trúc bậc 3) của protein - enzym.

- Các chất hoạt hoá enzym như một số ion kim loại  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  ...

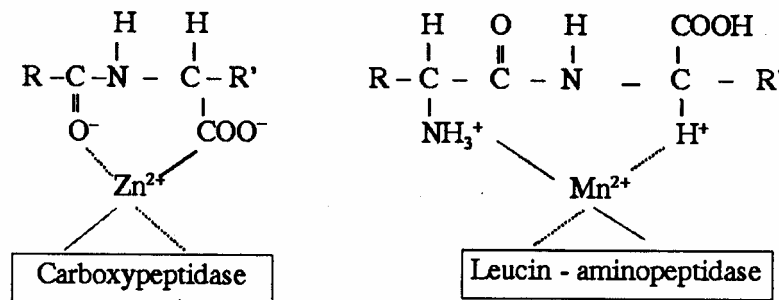
- Chất Có tác động ức chế enzym thường là chất độc đối với cơ thể.

### 8.6.1. Giải thích cơ chế hoạt hoá enzym

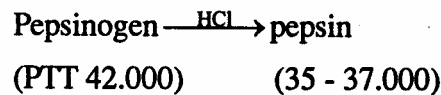
Trong cơ thể enzym được sản sinh ở các cơ quan hay các tuyến. Những enzym này ban đầu thường ở dạng chưa hoạt động gọi là chuẩn enzym (proferenzyme) muốn hoạt động được enzym phải nhờ chất hoạt hoá.

Có 3 kiểu hoạt hoá:

8.6.1.1. Các con kim loại hoá trị 2 tham gia vào cấu tạo trung tâm hoạt động để vận chuyển điện tử hoặc làm cầu nối để gắn cơ chét vào enzym

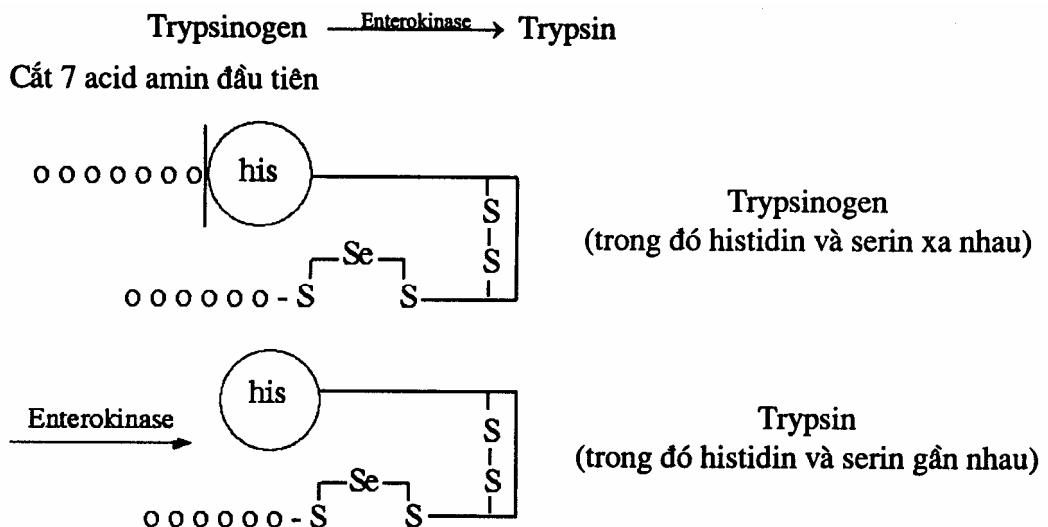


8.6.1.2. Cắt một đoạn enzym đạo trung tâm hoạt động của enzym



Nó mất đi một đoạn peptid ở phía N cuối có thể là do tác dụng của acid 8.6.1.3.  
Cấu tạo tại trung tâm hoạt động của enzym

Enzym trypsinogen được enterokinase tá tràng tác động làm mất một đoạn peptid (liên kết hydro bị đứt) mạch còn lại sẽ co rút cấu tạo và cấu trúc bậc 2, 3 có trung tâm hoạt động mới là se rin và histidin



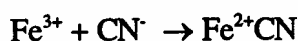
8.6.2. Giải thích cơ chế ức chế của enzym



Quá trình ức chế của enzym là quá trình trung tâm hoạt động bị phong bế. Hiện tượng ức chế của enzym là hiện tượng rất phổ biến trong đời sống sinh vật, 90% ngộ độc là do enzym bị ức chế.

Những chất thường gây ra hiện tượng ức chế enzym là kim loại nặng, hợp chất hữu cơ và vô cơ

*Vi dụ:* Ngộ độc HCN do ăn sắn vì anion CN liên kết chặt chẽ với Fe<sup>3+</sup> của hệ thống Cytocrom - cytocrom oxydase.

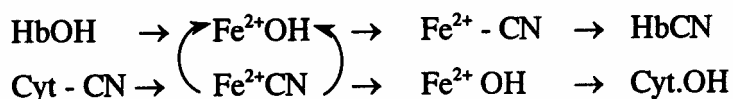


Fe<sup>3+</sup> đã bị liên kết với CN thành Fe<sup>2+</sup>CN nên điện tử không truyền đi được và sự hô hấp của mô bào bị gián đoạn.

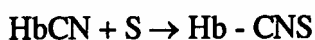
Giải độc: Tiêm vào cơ thể chất oxy-hoá mạnh như xanh metylen hoặc Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Xanh metylen biến Hb thành met- hemoglobin (Hb.OH).



Trong mô bào Fe<sup>2+</sup>CN của cytocrom sẽ đổi chỗ cho Fe<sup>2+</sup>OH của HbOH.



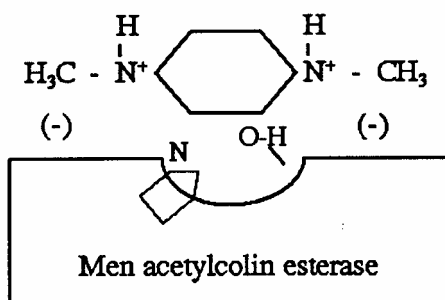
Cytocrom ở dạng Fe<sup>2+</sup>OH không bền nên dễ phân huỷ thành Fe<sup>3+</sup> và H<sub>2</sub>O. còn Hb.CN lược đưa về gan và khử độc dưới dạng:



(độc)                      (không độc và được thải ra ngoài)

Nọc ong có enzym phá huỷ NAD (mà NAD là nhóm ghép của enzym oxy - hoá hoàn nguyên) nên gây cho động vật bị ong đốt hiện tượng ngạt. Cảm giác đau là do các chất acid không được oxy - hoá tích lại kích thích ngọn thần kinh gây nên.

Một số chất khác như Stilbamidin hoặc curare thể hiện tính ức chế bằng cách bịt trung tâm hoạt động của enzym axetylcholin esterase.



Curare cũng như stilbamidin có 2 nhóm muôn cách nhau 13 - 1 sao tương ứng quãng cách của đoạn mang điện tích âm trong trung tâm hoạt động của enzym do đó chất này dễ bịt kín.

## **8.7. TÊN GỌI VÀ PHÂN LOẠI ENZYM**

### **8.7.1. Cách gọi tên enzym**

Hiện nay người ta đã tồn được hơn 2.000 loại enzym xúc tác cho hơn 2.000 phản ứng khác nhau. Con số đó ngày càng được tăng thêm. Mấy trăm enzym đã phân lập được rất tinh khiết, trong số này có trên 150 loại đã tinh thể hoá được (tức là khá đồng nhất về thành phần).

Nhóm enzym tiêu hoá được nghiên cứu đầu tiên nên mang những tên gọi tùy tiện ví dụ như pepsin, trypsin, chimozin, pankh...

Năm 1898 Duy-co-lô đã đề ra qui tắc gọi enzym theo tên La tinh của cơ chất hoặc của phản ứng sau khi thêm vĩ ngữ "ase" vào gốc chữ.

Từ đó ta có tên gọi:

Amylum - Amylase (enzym phân giải tinh bột)

Protein - Proteinase (enzym phân giải protein)

U re - Urease (enzym phân giải urê)

Oxy - Oxydase (enzym oxy hoá)

Hydrogen - Hydrogenase (enzym thuỷ phân)

Metyl - Metylferase (enzym vận chuyển nhóm CH<sub>3</sub>)

### **8.7.2. Phân loại enzym**

Có nhiều cách phân loại enzym, có thể dựa vào bản chất hoá học của enzym, cũng có thể dựa vào kiểu xúc tác của enzym để phân loại enzym.

#### **8.7.2.1. Phân loại theo bản chất hoá học**

Như chúng ta đã biết bản chất hoá học của enzym là protein. Cho nên, nếu dựa vào bản chất hoá học người ta chia enzym ra làm 2 lớp: lớp enzym đơn giản và lớp enzym phức tạp

- Lớp enzym đơn giản tương ứng với lớp protein đơn giản, có thành phần thuần tuý là acid amin và tính xúc tác sinh học của chúng được qui định bởi cấu trúc của phân tử protein. Ví dụ enzym: pepsin, trypsin, urease...

- Lớp enzym phức tạp, tương ứng với một em phức tạp, trong phân tử có 2 phần: phần protein và phần nhóm ghép không phải bản chất protein.

Phần protein, kể cả enzym đơn giản, gắn với loại protein dạng cầu như globulin, albumin, trong enzym phức tạp người ta gọi phần này là apoenzym phần này quyết định tính đặc hiệu của enzym.

Phần nhóm ghép không phải protein có tên là coenzym. Phần này có nguồn gốc khác nhau: có thể là nucleotid, nhóm hêm, các nguyên tử kim loại, đáng chú ý nhất là

ở nhiều enzym phức tạp, nhóm ghép là dẫn xuất của vitamin. Ví dụ: enzym dehydrogenase hiếu khí (chứa vitamin B<sub>2</sub>) enzym decarboxylase (chứa vitamin B<sub>1</sub>), enzym dehydrogenase yếm khí (chứa vitamin PP)...

Mối liên kết giữa nhóm ghép và phần protein của phân tử enzym có độ bền vững không nhất định, ở loại này thì bền (ví dụ nhóm cytocrom), ở loại khác không bền lắm (như riboflavin của enzym dehydrogenase hiếu khí). Có loại chứa nhóm ghép hoàn toàn linh động như NAD, NAD.P của enzym dehydrogenase yếm khí.

Tính xúc tác thường do cả 2 phần này qui định, nhóm ghép thường nằm trong điểm hoạt động của enzym.

#### 8.7.2.2. Phân loại theo cơ chế xúc tác của enzym

Mỗi một enzym có tính đặc hiệu riêng của nó, cho nên nếu dựa vào đặc điểm xúc tác của enzym (tức là phản ứng do enzym xúc tác, kiểu hoạt động của enzym) thì tại Hội nghị sinh hoá học Quốc tế cuối năm 1961 họp tại Moscow đã đề ra một bảng phân loại mới, trong đó enzym được chia ra làm 6 lớp.

Oxydoreductase (Lớp enzym oxy hoá hoàn nguyên sinh học)

- Hydrolase (Lớp enzym thuỷ phân)
- Lia se (Lớp enzym phân giải chất không theo con đường thuỷ phân)
- Ligase hay Syntetase (Lớp enzym tổng hợp chất)
- Transferase (Lớp enzym vận chuyển)
- Isomerase hay Mutase (Lớp enzym đồng phân hoá)

Mỗi lớp lại chia thành nhiều nhóm và mỗi nhóm lại có nhiều đại diện.

#### **Lớp 1 : Oxydoreductase**

##### **(Lớp enzym oxy hoá hoàn nguyên sinh học)**

Là nhóm enzym xúc tác những phản ứng oxy hóa khử giữa các cơ chất trong quá trình oxy hoá khử, cho nên còn được gọi là electrontransportase. Những enzym này phần nhiều xúc tác sự vận chuyển điện tử.

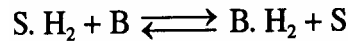
Lớp oxydoreductase rất phổ biến trong các mô bào của mọi sinh vật vì oxy- hoá hoàn nguyên là một trong những quá trình cơ bản nhất của sự sống.

Tuỳ theo mạch nối nơi chúng lấy điện tử (hoặc nguyên tử H<sub>2</sub>) mà lớp oxydoreductase chia ra các nhóm:

- Dehydrogenase
- Oxydase
- Peroxydase
- Cytocrom.

## 1. Nhóm dehydrogenase

Đây là enzym oxy - hoá hoàn nguyên xúc tác sự tách H<sub>2</sub> từ cứ chất theo sơ đồ:

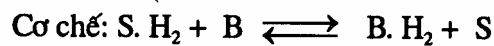


Cơ chất bị oxy hoá (khử) mất đi nguyên tử H<sub>2</sub> còn chất B nhận H<sub>2</sub> (oxy hoá) được hoàn nguyên.

Nếu B ở sơ đồ trên không phải là oxy mà là một chất khác thì dehydrogenase loại này là yếm khí. Còn nếu chất nhận B là oxy thì dehydrogenase loại này là hiếu khí. Cấu trúc của 2 loại enzym này khác nhau, rõ rệt nhất là về nhóm ghép của chúng.

### a- Dehydrogenase yếm khí

Enzym loại này lấy H<sub>2</sub> từ cứ chất truyền cho chất nhận không phải là O<sub>2</sub>

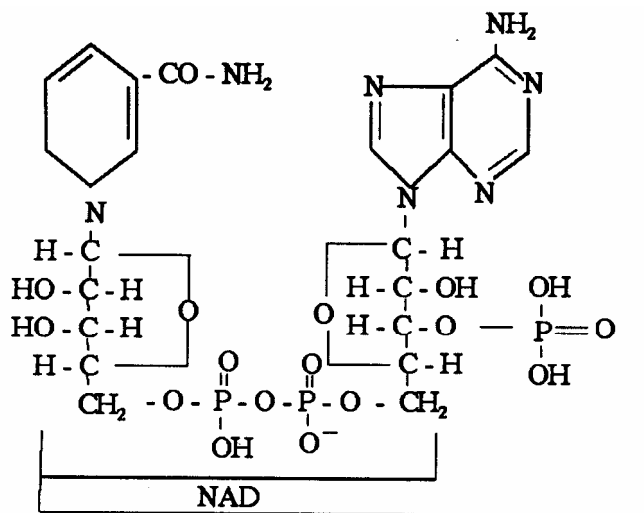


Nhóm ghép của dehydrogenase yếm khí có cấu trúc phức tạp chứa vitamin PP gọi tắt là NAD và NAD.P.

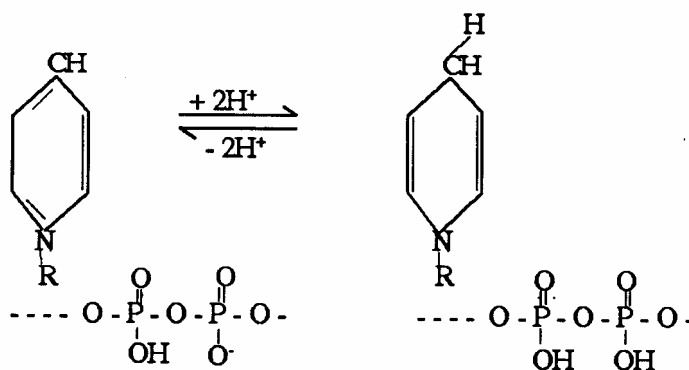
- NAD (Nicotinamid - adenosin - dinucleotid)
- NAD.P (Nicotinand - adenosin - dinucleotid phosphat)

Đặc điểm của hai nhóm ghép này là không liên kết cố định với enzym mà rất dễ tách khỏi phần protein của enzym (rất linh động).

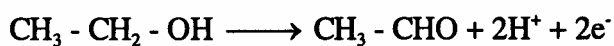
Trong hoạt động oxy-hoá chúng nhận điện tử (hoặc nguyên tử H<sub>2</sub>) từ dehydrogenase yếm khí để chuyển cho dehydrogenase hiếu khí (tức men vàng). Công thức nhóm ghép của dehydrogenase yếm khí:



Cơ chế xúc tác:



Mỗi cơ chất thường có loại dehydrogenase yếm khí đặc hiệu tác dụng. Ví dụ:  
Rượu có alcoholdehydrogenase



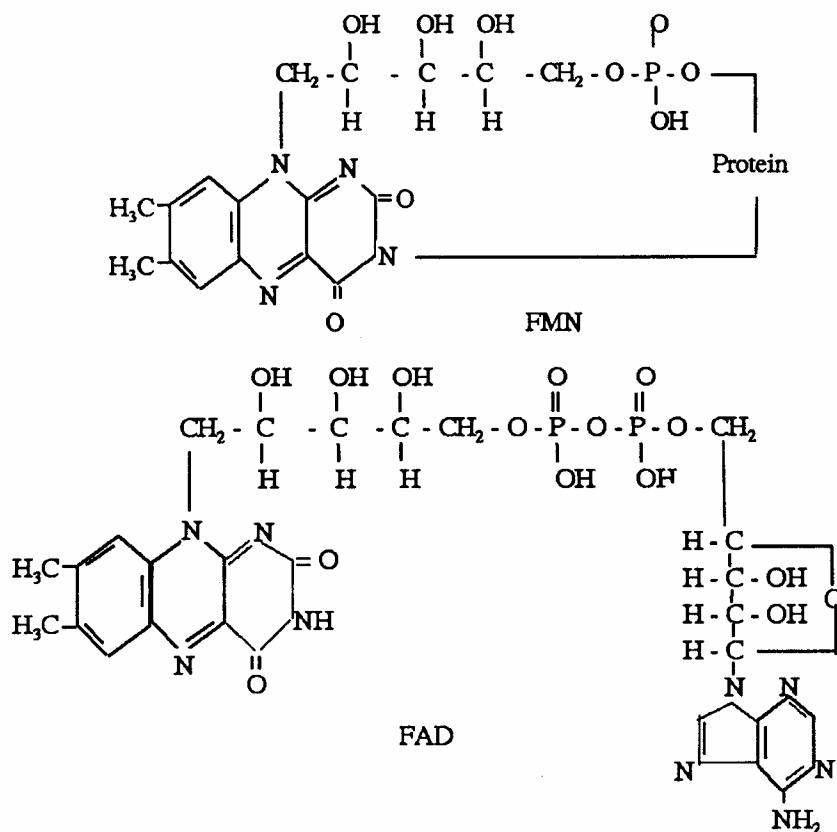
- Acid malic có malatdehydrogenase



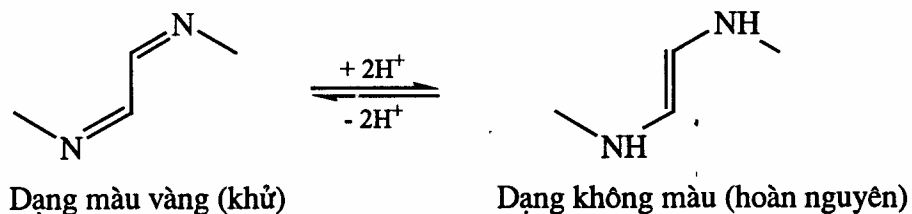
b- Dehydrogenase hiếu khí

Đây là nhóm enzym tách điện tử hoặc proton hydro và chuyển cho chất nhận là oxy.

Nhóm enzym hiếu khí này hay còn gọi là men vàng vì phần nhôm ghép là ribonavin (vitamin B<sub>2</sub>) có màu vàng. Đó là FMN và FAD công thức như sau:



Cơ chế hoạt động xúc tác:



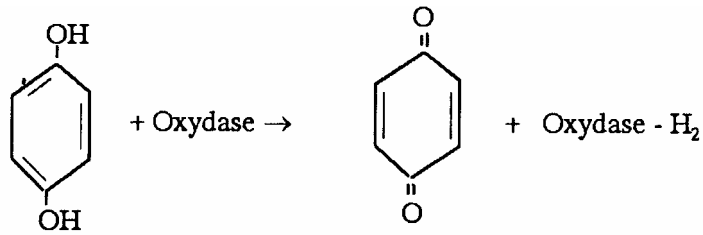
Enzym dehydrogenase hiếu khí nhận nguyên tử  $H_2$  từ óhydrogenase yếm khí thông qua NAD và NAD.P biến thành dạng hoàn nguyên không màu. Nó lại chuyển  $H_2$  đó trực tiếp hoặc gián tiếp (thông qua hệ thống Cytocrom) cho oxy để tạo thành  $H_2O$  hoặc  $H_2O_2$ .

## 2. Nhóm oxydase

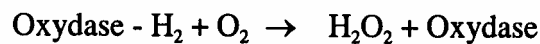
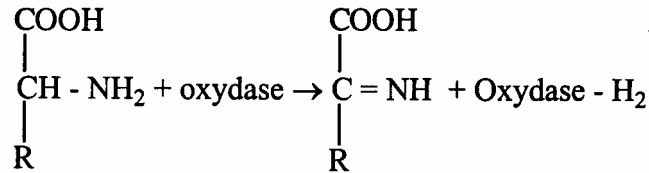
Đây là nhóm enzym oxy hóa cơ chất và chuyển trực tiếp  $H_2$  cho  $O_2$  (chỉ chuyển cho  $O_2$  mà thôi).

Loại enzym này thấy nhiều trong mô bào thực vật, ở mô bào động vật ít hơn.

Sơ đồ hoạt động của oxydase như sau:



Ví dụ: Oxydase cho acid amin

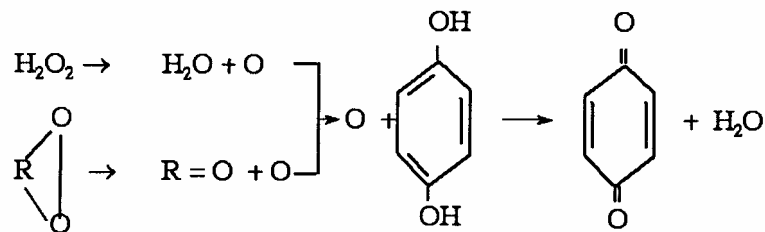


oxydase là những enzym phức tạp chứa nguyên tử đồng bên cạnh phần protein.

### 3. Nhóm peroxydase

Đây là nhóm enzym oxy hoá tách oxy từ peroxyhydro ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) hoặc các peroxyt hữu cơ khác

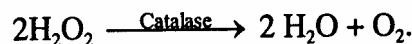
Cơ chất được oxy - hóa nhờ peroxydase ở cơ thể thường là polyphenol hoặc các acid amin mạch vòng.



Thuyết oxy - hóa của Ba-khơ đặc biệt nhấn mạnh vai trò peroxydase đối với những peroxyt hữu cơ.

Đây là enzym có nhiều trong mô bào thực vật. ở động vật có mấy loại đáng kể như verdoperoxydase của hồng cầu, lactoperoxydase của sữa.

Như chúng ta đã biết để phân hoá  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Chất độc) còn có enzym catalase.



(nếu là peroxydase thì tạo thành oxy nguyên tử (O) và tiếp tục phản ứng).

Về mặt cấu trúc peroxydase và catalase là những enzym phức tạp có nhóm ghép là vòng porflrin chứa nguyên tử sắt 2 (nhóm Hêm).

### 4. Nhóm cytocrom

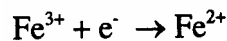
Cytocrom (cytos - tế bào; chroma - màu sắc) là những sắc tố hô hấp có ở khắp

mọi tế bào sinh vật (trừ loại vi khuẩn yếm khí), nó tạo thành hệ thống cytocrom và cytocrom - oxydase bao gồm các chất cytocrom và enzym oxy - hoá cytocrom (tức là cytocrom - oxydase).

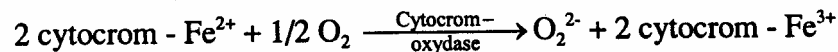
Cytocrom có trên dưới 10 loại, ký hiệu bằng chữ La tinh a, b, c...

Ở mô bào động vật chủ yếu cytocrom a, b, c; ở vi sinh vật, nấm men, cây cối có nhiều loại hơn  $a_1, a_2, a_3, b_1...$

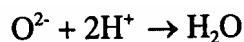
Trọng lượng phân tử của cytocrom 13 - 16.000 nhóm ghép có cấu trúc như vòng he min chứa nguyên tử  $Fe^{3+}$ . Trong quá trình oxy - hoá hoàn nguyên, cytocrom chỉ nhận và chuyển điện tử nhờ sự thay đổi hoá trị Fe.



Về cơ chế hoạt hoá của chúng, ta thấy trong các tế bào động vật hệ thống cytocrom đứng trung gian giữa enzym flavin hoàn nguyên và oxy, chúng nhận điện tử ở FMN (hoặc FAD) để chuyển cho  $O_2$ :



Nguyên tử  $O_2$  được hoạt hoá mang dư điện tích (-)  $O_2^-$  sẽ dễ dàng liên kết với 2 proton  $H^+$  tạo thành  $H_2O$ .



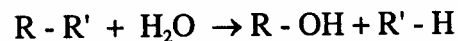
Quá trình tiến hành kèm theo sự giải phóng năng lượng và được tích lũy vào ATP sẽ trình bày ở phần trao đổi chất về sau)

## Lớp 2: Hydrolase (lớp enzym thuỷ phân)

Lớp này gồm những enzym phân giải nhiều cơ chất khác nhau như protein, lipid, glucid.... tạo ra những phần đơn giản.

Phản ứng có sự tham gia của phân tử  $H_2O$  nên gọi là lớp enzym thuỷ phân.

Sơ đồ phản ứng:



Dựa vào mạch nối và cơ chất người ta chia hydrolase làm nhiều nhóm Ví dụ:  
Nhóm cắt mạch este

Nhóm cắt mạch glucosid

Nhóm cắt mạch peptid

Đáng chú ý nhất là mấy nhóm chính dưới đây

### 1. Carbohydrase



- Thủy phân glucid (Cắt mạch glucozit C - O - C)
- Loại carbohydrase thủy phân đa đường gọi là polysaccharase
- Loại carbohydrase thủy phân đường kép gọi là disaccharase.

\* Đại diện chính của polysaccharase (hay polyase) là  $\alpha$  - amylase,  $\sim$  - amylase, cellulase. Nước bọt và mô động vật (gan, tụy, cơ, não...) chủ yếu là  $\alpha$  - amylase.

- $\alpha$  - amylase phân giải tinh bột, glycogen thành dextrin và một ít maltose.
- $\beta$  - amylase chủ yếu ở thực vật, khả năng phân giải cao hơn (đến maltose).

- Enzym cellulase chủ yếu có ở các loài vi sinh vật, ở động vật cao đẳng (người, gia súc) không có, enzym này thủy phân chất xơ (cellulose) thành đường kép celobiose.

\* Nhóm disaccharase (hay olygase) có tính đặc hiệu hoá học không gian nên chia ra  $\alpha$  và  $\beta$  glucosidase, tùy vị trí cắt mạch glucosid trong đường kép.

- $\alpha$  - glucosidase thường gặp: maltase (có nhóm dịch tiêu hoá nội bào).
- $\beta$  - glucosidase như sacarase, lactase...

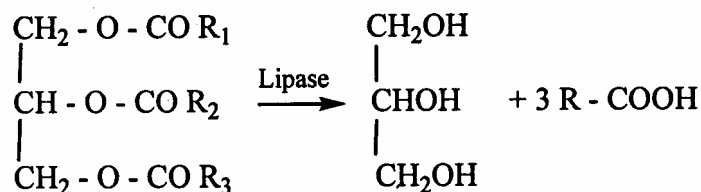
## 2. Esterase

Cắt mạch este phức tạp như phospho - este; thioeste mỡ...

Nhóm enzym này có tính đặc hiệu không cao (trừ cholinesterase đặc hiệu cho acetylcholin của hệ thần kinh).

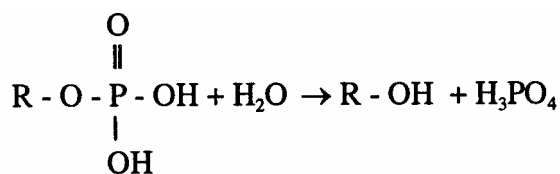
Một số phân nhóm chính như sau:

*a- Lipase:* (thủy phân mỡ thành glycerin và acid béo)



Enzym này có ở tụy, máu, gan và hạt cây có dầu nhiều vi khuẩn cũng chứa lipase.

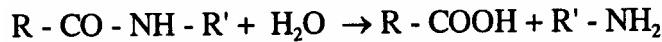
*b- Phosphatase:* Tách hoặc ghép gốc phosphat ở nhiều loại cơ chất.



Đại diện: enzym nucleotidase - tách  $\text{H}_2\text{PO}_4$  khỏi nucleotiớ Ribonuclease và desoxyribonuclease (phân giải acid nucleic)

### 3. Protease

Thủy phân protein và peptid Chia làm 2 loại: proteinase và peptidase Sơ đồ phản ứng:

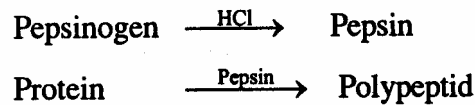


\* Đại diện chính của proteinase là

Pepsin: có trong dịch tiêu hoá dạ dày

Lúc mới tiết ra ở dạng pepsinogen và được hoạt hoá bởi HCl với pH = 1,5 - 2,0.

Chúng phân giải gần 30% mạch peptid và biến protein thành polypeptid.



Chimosin: enzym này chỉ có ở dạ múi khế động vật non.

Nó có tác dụng làm đông vón caseinogen ô sữa thành casein không hoà tan, để kéo dài thời gian tác động của pepsin.

Trypsin: Do tuyến tụy tiết ra dưới dạng trypsinogen.



Hoạt động ở môi trường kiềm của ruột non pH = 8 - 9

- Chimotrypsin: do tuyến tụy tiết ra nhờ trypsin hoạt hoá, nó có tác dụng làm casein đông vón.

- Catepsin: có trong mô bào như gan, cơ, thận, lách hoạt động ở pH : 4 -5 nên tác dụng phá huỷ protein nổi bật sau khi động vật chết (pa mô bào lúc đó toan vì có nhiều acid lactic).

Papain: là proteinase thực vật có nhiều ở nhựa cây đu đủ.

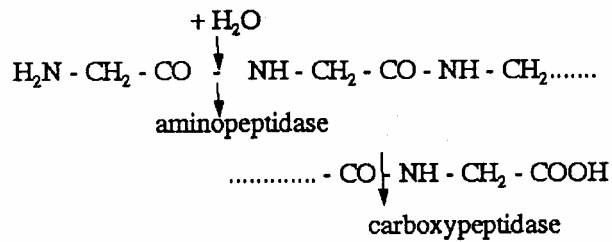
Những mảnh peptid do nhóm enzym kể trên phân hoá sẽ được peptidase tác động tiếp tục đến acid amin.

\* Một số đại diện peptidase như sau:

- Carboxypeptidase: do tuyến tụy và niêm mạc ruột non sản sinh, nó cắt mạch peptid gần nhóm carboxyl (COOH) tự do.

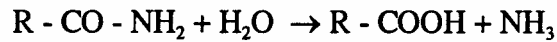
Aminopeptidase: Do niêm mạc ruột non sản sinh, nó cắt mạch peptid gần nhóm quan (NH<sub>2</sub>) tự do.

sơ đồ tác dụng của 2 loại trên:



#### 4. Amidase

Thuỷ phân các amid



Mấy đại diện phổ biến:

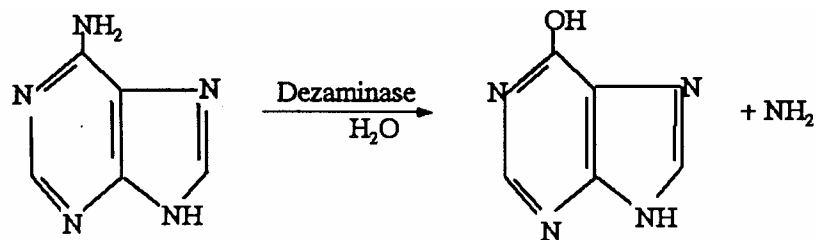
- Urease tách urê thành amoniac

Glutaminase tách glutamin thành acid glutamic và NH<sub>3</sub> - Asparaginase tách asparagin

#### 5. Desaminase

Enzym khử nhóm quan

Enzym này tách NH<sub>2</sub> ra khỏi aciơ quan hoặc gốc kiềm purin. Ví dụ:



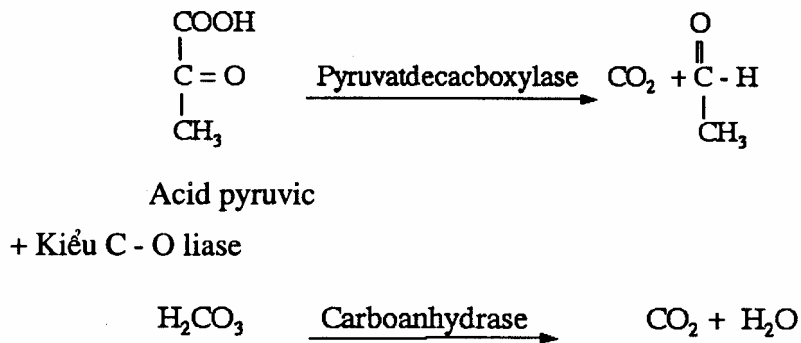
Lớp 3: Liase (lớp enzym phân giải chất không theo thuỷ phân) Đây là lớp enzym phân giải hoặc tổng hợp chất không theo con đường thuỷ phân. (Nhóm ghép của enzym này là dẫn xuất VTM B<sub>1</sub> - LTPP).

Kết quả của phản ứng thường làm xuất hiện (hoặc mất đi) một mạch nối.

Dựa vào mạch nối mà enzym tác dụng, người ta chia ra các kiểu xúc tác như sau: C - C liase; C - O liase; C - N liase; C - S liase...

Ví dụ:

+ Kiểu C - C liase thường gặp là carboxylase, aldolase



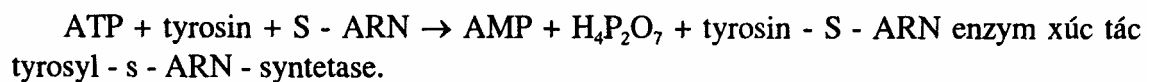
#### Lớp 4: Ligase hoặc syntetase (lớp enzym tổng hợp chất)

Đây là lớp enzym xúc tác sự trùng hợp chất với sự tham gia của ATP.

Thường phân ra mấy nhóm lớn sau đây:

##### 1. Ligase tạo mạch nối C - O

Ví dụ: Trong quá trình hoạt hoá và vận chuyển acid amin của sự tổng hợp protein ở tế bào, mỗi acid amin.

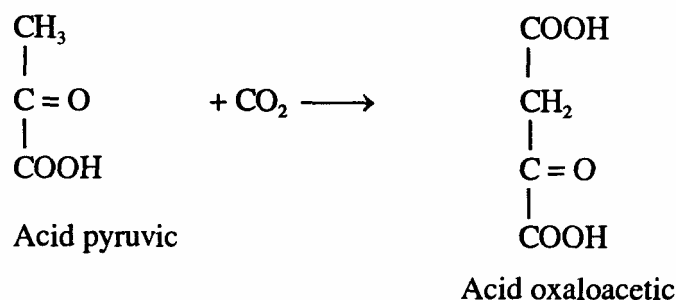


##### 2. Ligase liên kết acid với cơ chất chứa gốc SH

Nhóm ghép của enzym này là coenzym - acyl - hoá (viết tắt là COA hoặc COA-SH).

##### 3. Ligase tạo nên kết C - C

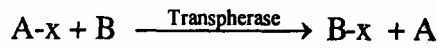
Ví dụ: Enzym pyruvatcarboxylase xúc tác phản ứng sau:



#### Lớp 5: Transferase (lớp enzym vận chuyển)

Transferase là lớp enzym xúc tác sự vận chuyển nhóm nguyên tử từ chất này sang chất khác.

Sơ đồ phản ứng chung là:



Tùy theo nhóm nguyên tử được vận chuyển mà enzym có tên gọi khác nhau.

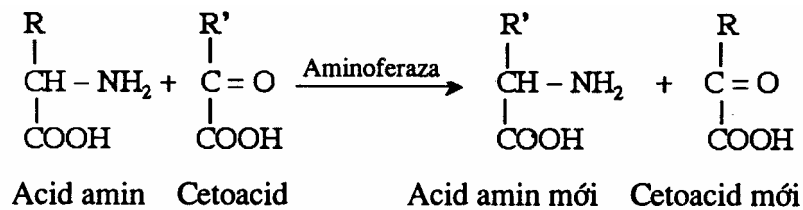
Ví dụ: Enzym vận chuyển nhóm metyl (CH<sub>3</sub>) có tên là metylferase

Enzym vận chuyển nhóm quan (NH<sub>2</sub>) có tên là aminoferase

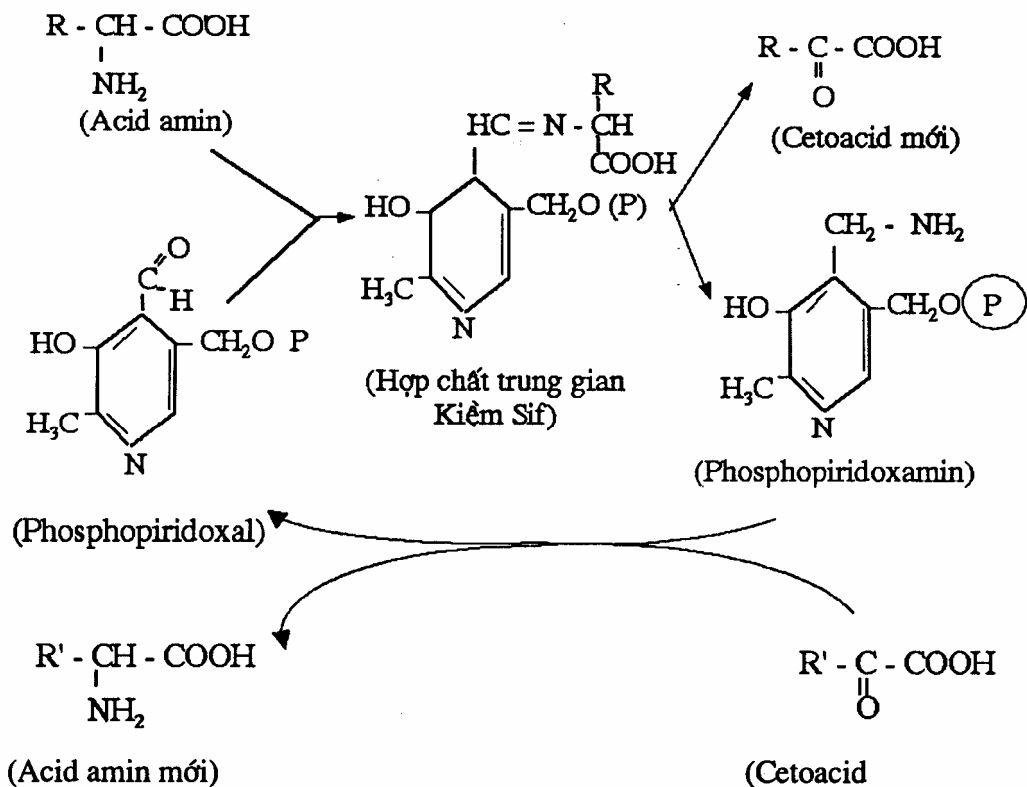
Một số phản ứng được nghiên cứu kỹ là:

### 1. Phản ứng chuyển quan nhờ aminoferase

Aminoferase là enzym phức tạp có nhóm ghép là dẫn xuất vitamin B<sub>6</sub> (phosphopyridoxal). Cơ chế tổng quát như sau:

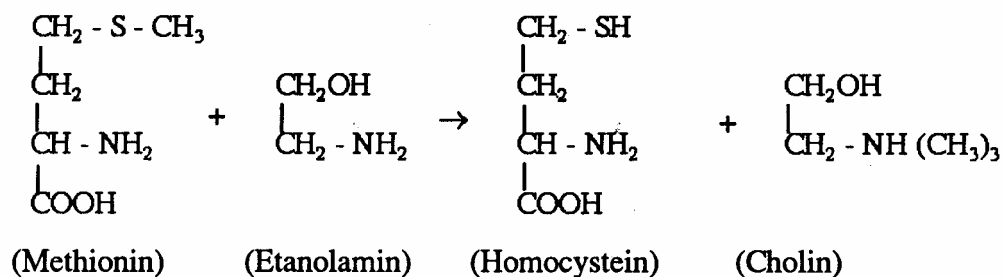


Vai trò của vitamin B<sub>6</sub> trong phản ứng chuyển amin:



### 2. Phản ứng chuyển metyl

Đây cũng là phản ứng rất quan trọng vì nó cho ra choán - một hoạt chất quan trọng của cơ thể động vật. Phản ứng tiến hành giữa các acid amin cho metyl (như methionin) và chất nhận metyl (như etanolanún).



### Lớp 6: Isomerase và mutase (Lớp enzym đồng phân hóa)

Lớp enzym này xúc tác quá trình vận chuyển nhóm nguyên tử trong nội bộ phân tử để tạo ra đồng phân mới.

Người ta phân biệt mấy loại sau:

#### 1. Loại raxemas

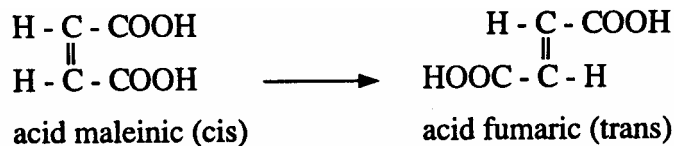
Biến từ dạng đồng phân D ra L hoặc dạng  $\alpha$  ra  $\beta$

*Ví dụ:* biến L - anilin thành D - anilin

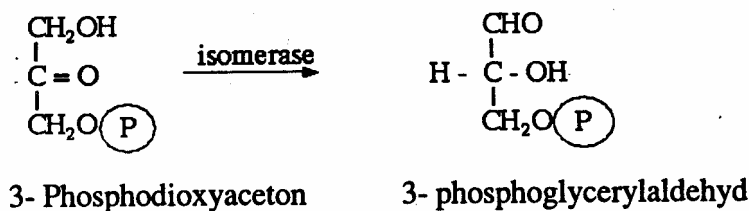
L - ly sin thành D - ly sin

$\alpha$  - D - glucose thành  $\beta$  - D - glucose

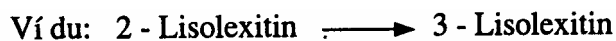
#### 2. Biến từ dạng cis ra dạng trans



#### 3. Loại isomerase chuyển aldol thành cetos



4. Enzym nhóm mutase xúc tác sự đổi chỗ của những nhóm nguyên tử trong phân tử cơ chất



## Chương 9

# ĐẠI CƯƠNG VỀ QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT

### 9.1. KHÁI NIỆM CHUNG

#### 9.1.1. Định nghĩa về quá trình trao đổi vật chất

Mọi sinh vật đều tồn tại trong môi trường bao quanh nó. Từ môi trường này, cơ thể sinh vật sẽ thu nhận các nguyên liệu cần thiết để sinh trưởng và phát triển, đồng thời thải ra môi trường những chất cặn bã không cần thiết cho cơ thể.

Quá trình **thu và thải** đó gọi là quá trình trao đổi vật chất giữa cơ thể sinh vật và ngoại cảnh.

Quá trình trao đổi vật chất diễn ra không ngừng, từ lúc là một hợp tử đến lúc chết.

Triết học Macxit đã lấy trao đổi vật chất làm quan điểm cơ bản để đánh giá sự sống. Chính vì thế mà Ăng-ghe-n trong tác phẩm "*Phép biện chứng tự nhiên*" đã viết: "Sự sống là phương thức tồn tại của những thể protein với đặc điểm chủ yếu là quá trình trao đổi vật chất liên tục với ngoại cảnh xung quanh. Một khi quá trình trao đổi đó ngừng thì sự sống cũng ngừng và điều này dẫn tới trạng thái tan rã của những thể protein".

Quá trình trao đổi vật chất ở thế giới vô sinh:

Đây là quá trình dẫn tới trạng thái tan rã phân huỷ các vật thể vô cơ.

*Ví dụ:* Đá bị phong hoá thành cát.

**Sắt bị oxy hoá ngoài không khí thành gỉ sắt:**  $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$

Cây lá bị mục nát...

- Quá trình trao đổi vật chất ở cơ thể sống:

Trái lại với quá trình trao đổi chất ở thế giới vô sinh, quá trình trao đổi chất ở thế giới sinh vật là làm nền móng cho sự duy trì phát triển giống loài. Đây là một quá trình phức tạp, một quá trình có chọn lọc và cải biến các yếu tố ngoại cảnh.

Sự trao đổi vật chất ở cơ thể sống bao gồm hai quá trình: đồng hoá và dị hoá. Đó là 2 quá trình mâu thuẫn nhau nhưng lại thống nhất với nhau.

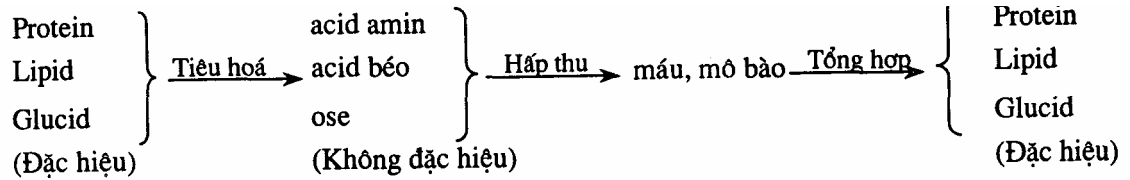
#### 9.1.1.1. Quá trình đồng hoá (*assimilative process*)

Sự đồng hoá là sự cải biến các chất đã hấp thu và sử dụng các chất đó để tổng hợp nên các cấu trúc của tế bào và các nguyên liệu dự trữ.

Ở đây cơ thể sinh vật lấy các chất protein, lipid, glucid từ môi trường bên ngoài

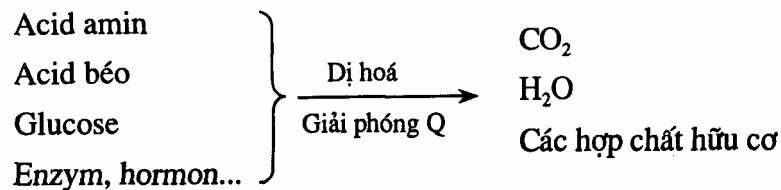
(có tính đặc hiệu riêng của từng loài) qua quá trình tiêu hoá biến thành các phân tử đơn giản dễ hấp thu như acid amin, acid béo, các đường o se (không có tính đặc hiệu). Các đơn phân tử này sẽ được hấp thu và đem tới mô bào tổng hợp thành các chất protein, lipid, glucid đặc hiệu riêng cho từng cơ thể.

Quá trình đó diễn ra như sau:



### 9.1.1.2. Quá trình dị hoá (Elimination)

Đó là quá trình phân giải các chất đã có sẵn hoặc đưa vào từ thức ăn như protein, lipid, glucid... thành những chất đơn giản dần về cấu trúc, nghèo dần về dự trữ năng lượng tự do và cuối cùng thành những chất phế phẩm, những chất cặn bã không cần thiết cho cơ thể và bị thải ra bên ngoài theo con đường nước tiểu, phân, mồ hôi hay hơi thở.



Như vậy, đồng hóa và dị hoá là hai quá trình tiến hành ngay trong nội bộ cơ thể, nó là mối mâu thuẫn thống nhất của sự trao đổi vật chất. Hai quá trình đó tiến hành song song, trái ngược nhau nhưng hỗ trợ lẫn nhau. Thật vậy, quá trình đồng hoá tạo ra một thành phần của cơ thể trong đó có những enzym xúc tác. Có những enzym này thì những phản ứng phân giải của quá trình dị hoá mới tiến hành được, nhưng mọi phản ứng tổng hợp ở cơ thể đều cần đến năng lượng, mà số năng lượng này chỉ có thể do quá trình dị hoá cung cấp. Mối mâu thuẫn thống nhất giữa đồng hoá và dị hoá chính là động cơ thúc đẩy sự phát triển mọi sinh vật.

Ở động vật non, mô bào phát triển mạnh, ta thấy quá trình đồng hoá chiếm ưu thế và ngược lại.

Ở gia súc cũng như ở người sự trao đổi vật chất gồm 3 giai đoạn:

- Giai đoạn thứ nhất (tiêu hoá): Phân giải thức ăn ở đường hoá đến các chất có thể hấp thu được: acid amin, đường, acid béo.
- Giai đoạn thứ hai (hấp thu): Bước chuyển hoá trung gian.
- Giai đoạn thứ ba: Tổng hợp và bài tiết cặn bã.

### 9.1.2. Nội dung của quá trình trao đổi vật chất

Nội dung của quá trình trao đổi vật chất là thay cũ đổi mới. Để hiểu được nội



dung này ta xét 2 vấn đề:

Vấn đề tạo hình.

- Vấn đề năng lượng.

#### *9.1.2.1. Vấn đề tạo hình*

Tạo hình là quá trình tổng hợp nên các chất có hoạt tính sinh học cao và các chất để xây dựng mô bào. Quan trọng nhất là tổng hợp nên hệ thống protein - enzym. Quá trình tổng hợp protein qua nhiều giai đoạn phức tạp và mang tính chất đặc trưng rõ rệt cho từng sinh vật.

#### *9.1.2.2. Vấn đề năng lượng*

Tất cả các hoạt động sống của cơ thể cần năng lượng. Năng lượng sinh vật có nhiều dạng khác nhau:

- Cơ năng của các hoạt động bắp thịt.
- Hoá năng của các phản ứng tổng hợp và phân giải.
- Điện năng của các hoạt động thần kinh.
- Năng lượng thẩm thấu của các quá trình hấp thu và bài tiết.

Nguồn năng lượng của sự sống được lấy từ ánh sáng mặt trời nhờ diệp lục của cây xanh (quá trình quang hợp).

Ở trong cơ thể, thông qua các quá trình oxy hoá các chất hữu cơ: protein, lipid, glucid... năng lượng được giải phóng và chúng được tích lũy vào các chất mang năng lượng. Chất mang năng lượng quan trọng nhất và phổ biến nhất là ATP (Adenosin triphosphat). Ngoài ra còn có một số chất mang năng lượng khác như Creatin Phosphat (CP), Arginin-phosphat (ở một số loài nhuyễn thể).

Năng lượng được dự trữ trong những mạch cao năng lượng, những mạch đó dễ dàng đứt ra để giải phóng năng lượng cung cấp cho hoạt động sống.

Để nhận xét về cường độ trao đổi vật chất của cơ thể động vật và năng lượng giải phóng ra, người ta thường đo nhiệt lượng của cơ thể toả ra trong một quãng thời gian. Dụng cụ đo là buồng nhiệt kế. Ngoài ra còn có cách đo gián tiếp lượng oxy thu vào và lượng CO<sub>2</sub> thải ra trong một quãng thời gian.

### **9.1.3. Năng lượng dùng vào các hoạt động sống**

#### *9.1.3.1. Năng lượng trao đổi cơ bản*

Là số năng lượng tính bằng Kilocalo (Kem) cần thiết cho cơ thể động vật trong điều kiện nhất định sau:

- Cơ thể ở trạng thái yên tĩnh tương đối.
- Không có thức ăn ở đường tiêu hoá (cách xa bữa ăn cuối cùng ít nhất là 12 - 18

giờ).

- Nhiệt độ môi trường tối thích hợp 18 - 20°C.

Đối Với người năng lượng trao đổi cơ bản là: 1.500 - 1.700 Kcal/ngày

Bò đực 15.000 Kcal/ngày

Ngựa 18.000 Kcal/ngày

Cừu đực 2.800 Kcal/ngày.

Con số này không cố định mà thay đổi theo nhiều yếu tố như: tuổi, giống, tính biệt (♂, ♀), nhiệt độ không khí, áp suất, hoạt động của hệ thống nội tiết...

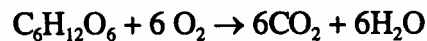
#### 9.1.3.2. Thương số hô hấp (hay còn gọi là hệ số hô hấp) RQ

Hệ số hô hấp (RQ) là hệ số giữa than khí (CO<sub>2</sub>) thở ra và o<sub>2</sub> thu Vào Cơ thể trong một thời gian qua đường hô hấp

$$RQ = \frac{CO_2}{O_2}$$

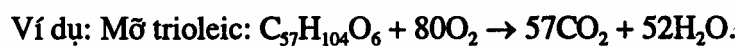
Thương số hô hấp khác nhau phụ thuộc vào chất hữu cơ được đem oxy hoá và cường độ oxy hoá của chất ấy.

Đối với glucid RQ = 1 vì ta thấy:



Vậy:  $RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1$

- Đối với lipid:



$$RQ = \frac{57CO_2}{80O_2} = 0,71$$

- Đối với protein: RQ = 0,8.

### 9.1.4. Sự chuyển hoá trung gian của vật chất và các phương pháp nghiên cứu sự chuyển hoá trung gian

#### 9.1.4.1. Mục đích của sự nghiên cứu chuyển hoá trung gian

Nhiệm vụ của các cán bộ chăn nuôi thú y là nuôi dưỡng đàn gia súc để tạo nhiều sản phẩm cho xã hội, phát hiện sớm được bệnh tật và phòng trị.

Muốn làm tốt được nhiệm vụ trên các cán bộ chăn nuôi thú y phải nắm vững được các phản ứng hoá học xảy ra trong cơ thể. Nếu cơ thể bị rối loạn một giai đoạn nào đó của quá trình chuyển hoá trung gian vật chất, nó sẽ là nguyên nhân của một căn

bệnh. Ví dụ: Insulin cần cho giai đoạn đầu của chuyển hoá glucose, tuyến tụy hỏng insulin bài tiết kém sẽ gây ra bệnh đái đường và kèm theo một số triệu chứng sinh hoá cụ thể. Càng nắm được chuyển hoá trung gian, khả năng can thiệp nuôi thú y (nhất là thú y) càng được nâng cao công tác phòng trị và pha chế thuốc có hiệu quả cao hơn.

#### *9.1.4.2. Các phương pháp nghiên cứu*

Cơ thể sống của sinh vật, đặc biệt là cơ thể con người và các động vật quý hiếm không phải là nơi để ta có thể thực hiện các thí nghiệm mổ xẻ một cách thô bạo. Cho nên việc nghiên cứu sự chuyển hoá trung gian của vật chất ở cơ thể sống là rất khó khăn. Hiện nay người ta thường dùng 3 phương pháp để nghiên cứu chuyển hoá trung gian của vật chất.

##### *\* Phương pháp lát cắt và chiết xuất*

Muốn biết hoạt động trao đổi chất của một loại mô bào hoặc một cơ quan nào đó người ta dùng những lát cắt mỏng mô tươi nuôi trong những điều kiện thích hợp hoặc dùng hẳn cả cơ quan đó phân lập khỏi cơ thể ngâm vào nước sinh lý.

Ví dụ: Cắt gan nuôi cấy trong dung dịch đặc biệt theo dõi sự tổng hợp urê, tổng hợp enzym và chiết xuất enzym đã được tổng hợp rồi theo dõi sự hoạt động của nó.

##### *\* Phương pháp nghiên cứu sản phẩm cuối cùng*

Trong quá trình trao đổi vật chất đều tạo ra sản phẩm đặc trưng và cuối cùng được bài tiết ra ngoài. Vì vậy định lượng, định tính các sản phẩm cuối cùng trong nước tiểu, mồ hôi, hơi thở, phân... giúp ta hiểu được các quá trình chuyển hoá vật chất trong cơ thể.

##### *\* Phương pháp dùng các đồng vị phóng xạ (Phương pháp nguyên tử đánh dấu)*

Chất đồng vị phóng xạ là chất cùng proton và điện tử, nhưng nguồn khác nhau. Nhiều chất đồng vị đã được dùng rộng rãi trong lĩnh vực sinh hoá học và đã đem lại những thành tựu rực rỡ như: Deuterium (Đ), Nitơ nặng ( $N^{15}$ ), carbon nặng ( $C^{13}$ ), Phospho ( $P^{32}$ ), Lưu huỳnh ( $S^{35}$ ), iốt ( $I^{131}$ ), sắt ( $Fe^{59}$ )...

Ưu điểm của phương pháp nguyên tử đánh dấu chính là ở chỗ nó cho phép ta hiểu các quá trình hoá học của cơ thể động vật mà không cần gây những rối loạn sinh lý cho chúng.

## **9.2. SỰ HÔ HẤP MÔ BÀO (Quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học)**

### **9.2.1. Khái niệm chung**

#### *9.2.1.1. Định nghĩa về sự oxy hoá hoàn nguyên sinh học*

Quá trình cháy, tức là oxy hoá được người ta chú ý từ lâu. Chính nhờ quá trình này mà từ các vật phẩm hữu cơ năng lượng tiềm tàng được giải phóng ra để dùng vào các nhu cầu sống của cơ thể sinh vật.

Trước thế kỷ XVIII, người ta cho rằng những chất cháy được đều có chứa một chất tưởng tượng "Flogiston". Nhưng đến năm 1756 Lômônôxốp căn cứ vào hiện tượng tăng trọng lượng kim loại sau khi đốt, đã nêu ý kiến cho rằng có một chất nào đó của không khí liên kết với vật bị cháy. Chất dự đoán này chính là oxy được Lavoaziê tìm ra năm 1774. Ông khẳng định rằng "*sự cháy là quá trình liên kết của nhiên liệu với oxy không khí*".

Quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học là một quá trình bao quát của thế giới vô cơ và hữu cơ. Bản chất của quá trình này theo quan điểm hiện đại là quá trình trao đổi điện tử giữa các chất tham gia phản ứng. Chất cho điện tử gọi là chất bị oxy hoá hay chất khử còn chất nhận điện tử gọi là chất oxy hoá hay chất được hoàn nguyên.

Vậy theo quan điểm hiện đại quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học bao gồm các ý sau:

- Quá trình oxy hoá hoàn nguyên là sự trao đổi điện tử giữa các chất. Chất cho điện tử là chất bị oxy hoá hay chất khử oxy, chất nhận điện tử là chất oxy hoá hay chất được hoàn nguyên.

Oxy hoá và hoàn nguyên là hai quá trình tiến hành song song đồng thời, nên nếu có chất bị oxy hoá phải có chất được hoàn nguyên và phản ứng phải gọi là oxy hoá hoàn nguyên mới đủ nghĩa.

#### 9.2.1.2. Sự khác nhau giữa sự cháy và hô hấp mô bào

Khi nghiên cứu sự cháy của các chất hữu cơ đến dạng  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  Lavoazie đã nêu lên được điểm giống nhau của sự cháy và sự hô hấp mô bào ở động vật. Cả hai quá trình đều thu  $\text{O}_2$  và thải  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Người ta quan niệm thức ăn là nhiên liệu của cơ thể và phổi là "lò đốt các nhiên liệu đó".

Nhưng giữa sự cháy và sự hô hấp mô bào có những điểm khác nhau:

##### \* Sự cháy ngoài mô bào

- Kết hợp trực tiếp với  $\text{O}_2$  không khí.
- Năng lượng kích động cao (hoá học).
- Có ngọn lửa và toả nhiệt nhiều cùng một lúc.

##### \* Sự cháy bên trong tế bào.

Kết hợp gián tiếp với  $\text{O}_2$  không khí.

Các phản ứng xảy ra từ từ có sự tham gia của phân tử enzym nên năng lượng kích động thấp.

- Phản ứng xảy ra trong điều kiện nhiệt độ hầu như không thay đổi (thân nhiệt  $37^\circ\text{C}$ ), ở môi trường nước, áp suất 0,7 - 0,8AT, không có ngọn lửa. Năng lượng giải phóng triệt để được tích lũy vào ATP để sử dụng dần dần.

Khi nghiên cứu nguồn gốc của CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O trong cơ thể động vật (máu động mạch và tĩnh mạch), người ta thấy nơi phát sinh chủ yếu của chúng là các mô bào, chứ không phải phổi như ban đầu tưởng lầm. Chính mô bào là nơi tiêu thụ chủ yếu oxy và sản sinh nước, than khí. Vì vậy trong sinh hoá học xuất hiện khái niệm về sự hô hấp mô bào, tức là khái niệm về trao đổi khí, về oxy hoá vật chất hữu cơ ở mô bào.

Quá trình này có tầm quan trọng rất lớn vì thông qua nó cơ thể sinh vật mới thu được năng lượng cần thiết cho hoạt động sống.

### 9.2.1.3. Các thuyết về oxy hoá hoàn nguyên

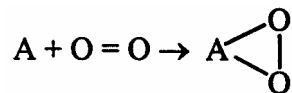
#### \* Thuyết Peroxyd của Ba-khơ

Năm 1897 nhà bác học Ba-khơ (Nhà sinh học Nga) đã đề ra thuyết Peroxyd hoặc thuyết hoạt hoá oxy.

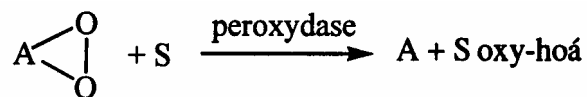
Theo thuyết này thì phân tử oxy (O-O) ngoài tự nhiên ở dạng trơ kém hoạt động.

Nhưng khi vào cơ thể sinh vật oxy đó sẽ gặp những chất dễ oxy hoá tạo thành những peroxyd hữu cơ.

Theo Ba-khơ gọi là chất dễ oxy hoá là những "Oxygenase" và ký hiệu là A. Phản ứng tạo peroxyd như sau:



Hoá trị của oxy đã được "mở" nên nó chuyển sang trạng thái hoạt động. ~ Sau đó trong cơ thể động vật lại có loại peroxydase đặc trưng có thể chuyển ox~ hoạt hoá cho cơ chất (s)



Thuyết peroxyd của Ba-khơ về sau được bổ sung thêm. Nhưng trong cơ thể động vật phạm vi ứng dụng của nó còn rất hẹp.

#### \* Thuyết chuyển hydro của Paladin.

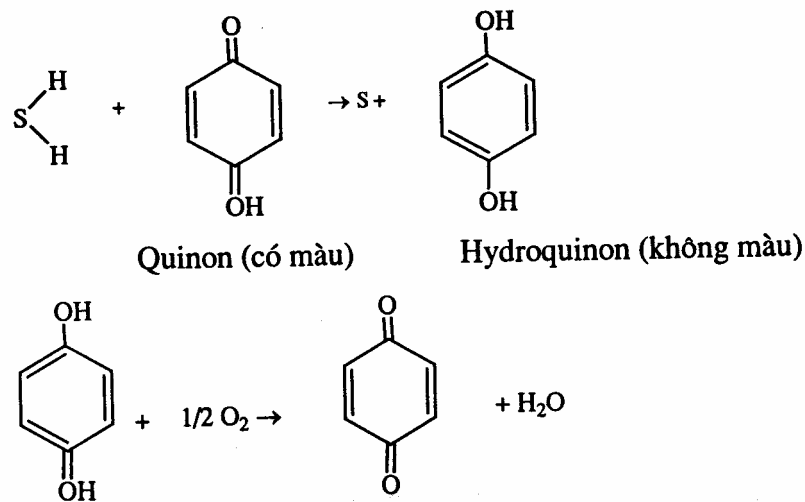
Năm 1908 Paladin đã rút ra kết luận: Vai trò chủ yếu trong quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học thuộc hydro và sự hô hấp có thể tiến hành trong môi trường thiếu oxy.

Paladin tìm thấy trong tế bào thực vật những chất màu có khả năng tồn tại ở 2 trạng thái: oxy hoá (có màu) và hoàn nguyên (không màu).

Những vật phẩm bị oxy hoá sẽ nhả hydro cho loại chất màu làm chúng được hoàn nguyên và trở thành dạng không màu. Dạng này lại nhả hydro thu được cho một chất nhận hydro khác (ví dụ cho oxy) và bản thân nó lại trở về trạng thái oxy hoá có màu. Như vậy trong quá trình oxy hoá sinh học, oxy không tác dụng trực tiếp với cơ

chất (như glucid, lipid, protein).

Trong mô bào thực vật người ta thấy có nhóm qui non (có màu) và hydroquinon (không màu).



sau này Vilan đã phát triển quan điểm của Paladin.

Vilan đã chứng minh rằng oxy hoá rượu thành aldehyd và sau thành acid có thể xảy ra trong điều kiện không có oxy và quá trình oxy hoá tiến hành bằng con đường khử (tách) hydro.

### 9.2.2. Cơ chế của quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học

#### 9.2.2.1. Các yếu tố tham gia sự hô hấp mô bào

\* *Cơ chất*: các chất hữu cơ như: glucid, lipid, protein...

\* *Các loại enzym*: Có 2 loại enzym tham gia vận chuyển hydro là:

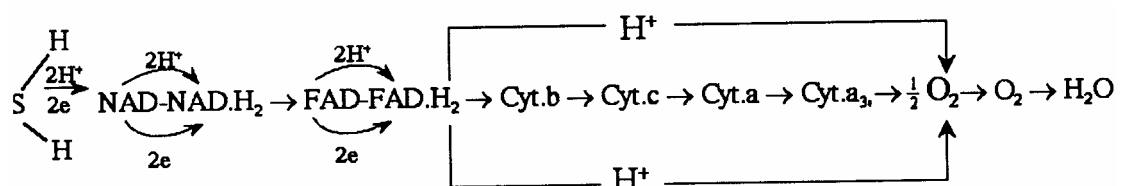
- Dehydrogenase yếm khí (có nhóm ghép NAD và NAD.P).
- Dehydrogenase hiếu khí (nhóm ghép FAD và FMN).

Các enzym tham gia vận chuyển điện tử như: hệ thống cytocrom gồm các Cytrom a, b, c... và Cytocromoxydase (Cyt.a<sub>3</sub>)

Nhân hèm của Cytocrom chứa Fe<sup>3+</sup> nên có khả năng thay đổi hoá trị: Fe<sup>3+</sup> + 1e<sup>-</sup> → Fe<sup>2+</sup>.

Ngoài ra còn có một số enzym phụ khác hỗ trợ như: Catalase, peroxydase, Oxydase... hoặc polyquinon (ở vi sinh vật, nấm men).

#### 9.2.2.2. Chuỗi hô hấp mô bào và các giai đoạn của quá trình hô hấp mô bào



*\* Các giai đoạn bình thường của chuỗi hô hấp mô bào:*

- Giai đoạn 1 : Enzym dhydrogenase yếm khí lấy H<sub>2</sub> từ cơ chất, NAD chuyển thành dạng NAD.H<sub>2</sub>

- Giai đoạn 2: Hydro được chuyển từ NAD.H<sub>2</sub> sang FAD của enzym dehydrogenase hiếu khí (men vàng) FAD nhận được H<sub>2</sub> chuyển thành FAD.H<sub>2</sub> (hoặc FMN.H<sub>2</sub> nhưng ít hơn).

Giai đoạn 3: Điện tử chuyển từ FAD đến hệ thống cytocrom. Hydro được chuyển thành dạng proton H<sup>+</sup> giải phóng ra ngoài điện tử. Điện tử đi trong hệ thống cytocrom có 3 loại: cytocrom b, c và a.

Ta thấy rằng trong quá trình hô hấp mô bào có sự vận chuyển hydro và điện tử lần lượt từng chặng theo thứ tự nhất định đó là do thứ bậc thế năng oxy hoá khử, nó thể hiện ở ái lực của hệ thống đối với điện tử.

Thế năng càng cao, ái lực càng mạnh. Điện tử sẽ được chuyển từ hệ thống có thế năng oxy hoá khử thấp đến hệ thống có thế năng oxy hoá khử cao.

Trong cơ thể hydro có thế năng oxy hoá khử thấp còn oxy có thế năng oxy hoá khử cao hơn. Cho nên điện tử chuyển từ hydro đến oxy.

Thế năng oxy hoá khử của một số hệ thống như sau:

- Điện cực oxy: 0,81 vôn.

- Cytocrom b: 0,04 vôn

- Cytocrom c: 0,26 vôn.

- Cytocrom a: 0,29 vôn.

Trong quá trình vận chuyển này năng lượng được giải phóng.

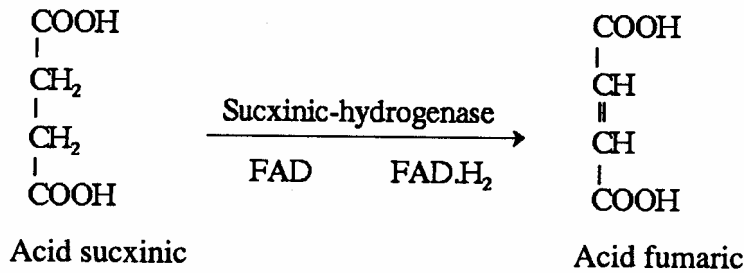
- Giai đoạn 4: Điện tử chuyển từ cytocrom sang cytocromoxydase (Cyt.a<sub>3</sub>). Cytocromoxydase thu điện tử để hoạt hoá oxy (gây điện tích âm cho chất này).

- Giai đoạn 5 : Oxy được hoạt hoá (O<sup>2-</sup>) sẽ liên kết với 2 proton H<sup>+</sup> tạo thành nước .

*\* Các giai đoạn không bình thường trong quá trình hô hấp mô bào.*

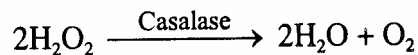
- Trong một số trường hợp, hydro từ cơ chất được tách bởi enzym dehydrogenase hiếu khí chứ không do enzym dehydrogenase yếm khí tác động.

Ví dụ như quá trình oxy hoá acid succinic trong chu trình Krebs hoặc một số acid béo không bão hoà như acid linoleic, acid linoleic, acid arachidonic...



- Ngoài ra một số men vàng (như xantinoxidase) sau khi nhận H<sub>2</sub> từ NAD lại chuyển thẳng cho oxy chứ không qua hệ thống cytocrom để tạo thành H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lại ứ đọng phá huỷ bởi catalase nên không gây tác hại cho mô bào.



Quá trình oxy hoá khử xảy ra ở màng ty lạp thể nhằm mục đích khai thác năng lượng dự trữ trong cặp điện tử cao năng được hình thành trong quá trình quang hợp. Vai trò của oxy là đưa cặp điện tử nghèo năng lượng ra ngoài cơ thể dưới dạng một phân tử nước .

### 9.3. QUÁ TRÌNH PHOSPHORYL HOÁ - DỰ TRỮ NĂNG LƯỢNG

#### 9.3.1. Nguồn năng lượng và sự bảo toàn năng lượng

Khi oxy hoá một phân tử gam đường đến CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O ta thu được 688kcal.

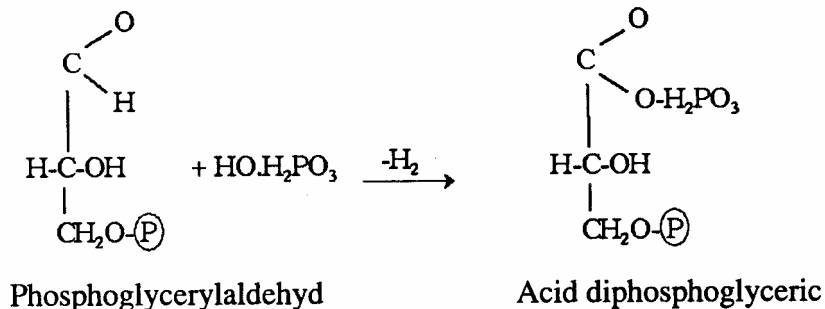


Ngoài tự nhiên số năng lượng đó toả ra đồng thời một lúc nên làm tăng nhiệt độ môi trường.

Nếu hiện tượng này cũng xảy ra ở cơ thể thì mô bào sẽ bị phá huỷ ngay. Nhưng trong cơ thể nhờ sự oxy - hoá theo từng bậc mà vấn đề này đã được giải quyết.

Năng lượng giải phóng ra sẽ tích trữ vào những dây cao năng lượng của hợp chất phospho.

Ví dụ:



Phosphoglyceraldehyd được oxy hoá với sự tham gia của acid phosphonic và năng lượng oxy hoá một phần được tích tụ vào dây cao năng carboxyl - phosphat. Sau đó ATP được tạo nên theo phản ứng.





### 9.3.2. Định nghĩa về sự phosphoryl - oxy hoá

Quá trình phosphoryl - hoá là quá trình gắn một gốc phosphat vào một cơ chất nào đó.

Quá trình này là quá trình dự trữ năng lượng vào gốc phospho, năng lượng đó được giải phóng ra từ từ.

Quá trình phosphoryl-hoá và quá trình oxy-hoá tiến hành song song nên người ta gọi là quá trình phosphoryl - oxy hoá.

Quá trình phosphoryl- hoá có ý nghĩa rất lớn trong quá trình hoạt hoá các chất như lipid, glucid trước khi chất đó đi vào vòng chuyển hoá.

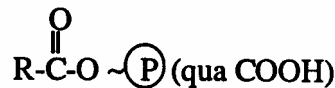
Các mạch liên kết phosphoryl trong cơ thể có 2 loại:

\* *Liên kết phosphat giàu năng lượng*

Năng trong của loại này khi thuỷ phân giải phóng ra 8 - 16 Kcal.

Ví dụ:

- Axyl-phosphat



- Amin- phosphat



- Tiol- phosphat



\* *Loại liên kết nghèo năng lượng*

Loại này khi thuỷ phân chỉ cho 1 - 5 Kcal. Chúng thường là những liên kết khá vững bền và khó thuỷ phân hơn những loại giàu năng lượng.

### 9.3.3. Sơ đồ Phosphoryl - oxy hoá theo Leninger

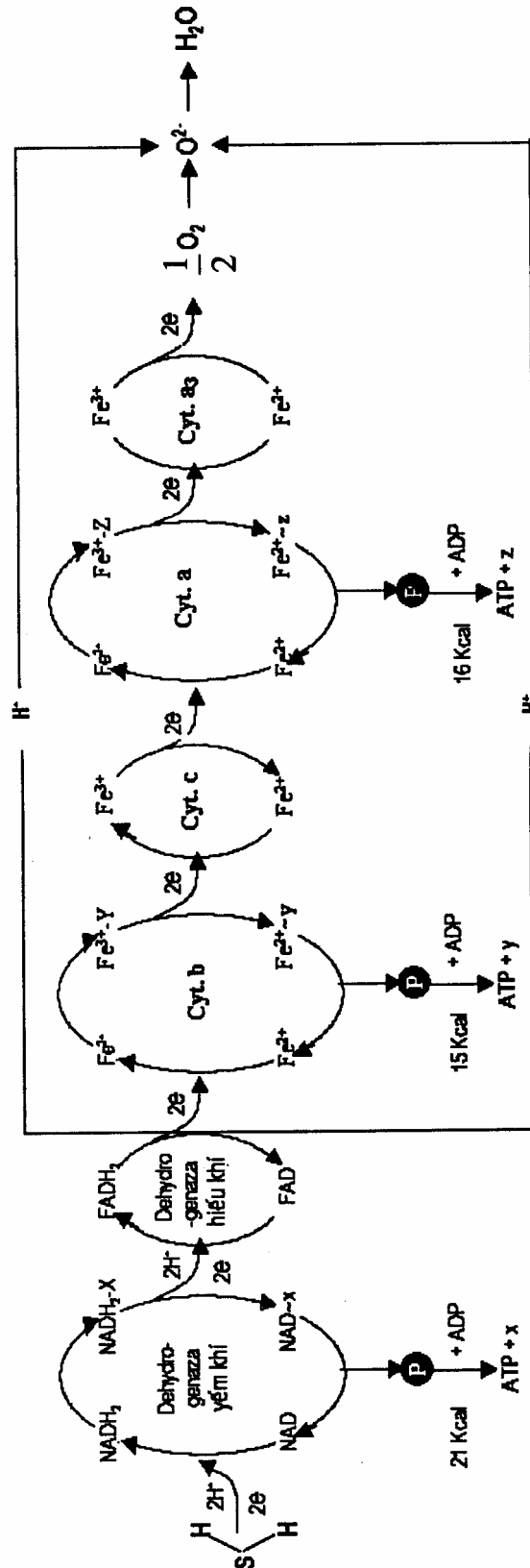
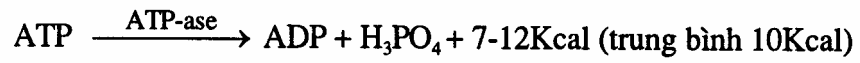
Theo Leninger thì giữa ADP và hệ thống oxy hoá có thể có những vật chuyển năng lượng nào đó chưa nghiên cứu ra. Người ta ký hiệu các chất vận chuyển năng lượng đó là x y z

Theo Leninger thì cứ 1 cặp hydro đi từ cơ chất qua quá trình oxy hoá sẽ giải phóng ra số năng lượng đủ để thành lập 3 mạch phosphoryl cao năng tích lũy vào 3 phân tử ATP (khoảng 51 - 52 Kcal).

Khi H<sub>2</sub> đi qua NAD cho 3 ATP.

Khi H<sub>2</sub> đi qua FAD cho 2 ATP.

Khi cần năng lượng ATP thủy phân để giải phóng năng lượng đã tích lũy được theo phản ứng sau:

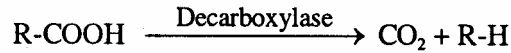


Sơ đồ quá trình phosphoryl-oxy hóa theo Leninger

## 9.4. NGUỒN GỐC CO<sub>2</sub> VÀ H<sub>2</sub>O TRONG CƠ THỂ

### 9.4.1. Nguồn gốc CO<sub>2</sub>

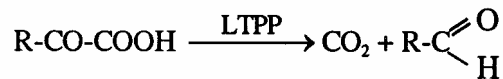
Trước đây người ta tưởng rằng CO<sub>2</sub> của quá trình hô hấp sinh ra do carbon kết hợp với oxy ở phổi. Nhưng ngày nay, ta biết rằng quá trình sản sinh CO<sub>2</sub> là quá trình yếm khí. Đây là quá trình khử carboxyl của các xetoacid và các acid hữu cơ nhờ sự xúc tác của enzym decarboxylase đặc hiệu:



Năng lượng giải phóng ít làm nóng cơ thể mà cơ thể không sử dụng được.

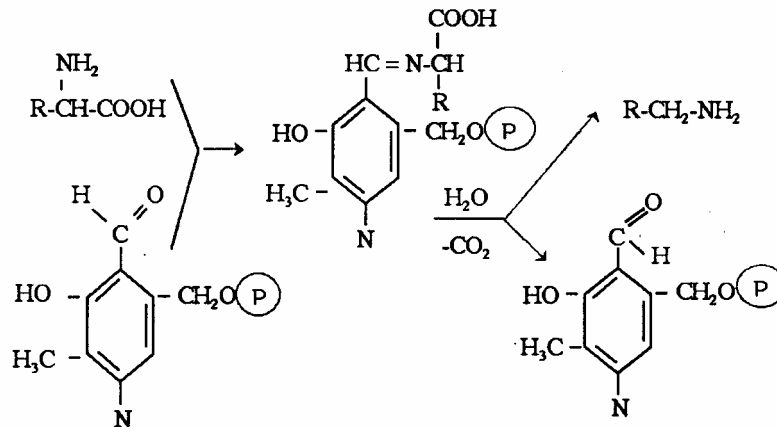
Có 2 loại enzym decarboxylase tham gia quá trình này:

\* Loại nhóm ghép là dẫn xuất của vitamin B<sub>1</sub> (LTPP). Loại enzym này tham gia khử carboxyl ở acid hữu cơ và cetoacid.



\* Loại nhóm ghép là dẫn xuất của vitamin B<sub>6</sub> (Phosphopyridoxal).

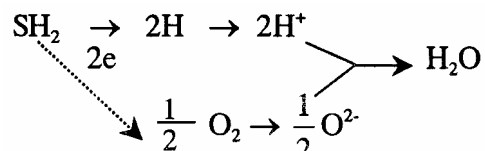
Loại enzym này khử carboxyl của các acid amin.



Tuy CO<sub>2</sub> sinh ra do quá trình yếm khí, nhưng giữa khối lượng O<sub>2</sub> thở vào và CO<sub>2</sub> thải ra vẫn có tỷ lệ tương đương: Khi có nhiều O<sub>2</sub> có thể sẽ oxy hoá mạnh các chất nên sinh ra nhiều cetoacid, đồng thời sự khử carboxyl của những cetoacid này sẽ sản sinh ra nhiều CO<sub>2</sub> và ngược lại.

### 9.4.2. Nguồn gốc H<sub>2</sub>O

Nguồn gốc của nước trong cơ thể là do quá trình oxy hóa các chất. Quá trình tạo H<sub>2</sub>O có thể tóm tắt như sau:



Ta thấy từ cơ chất được tách ra 2 hydro và 2 điện tử. Hai điện tử này dẫn truyền đến oxy và hoạt hoá oxy, đồng thời 2 proton  $H^+$  sẽ liên kết với oxy hoạt hoá tạo thành nước.

## **Chương 10**

### **QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI GLUCID**

#### **10.1 VAI TRÒ DINH DƯỠNG CỦA GLUCID**

Glucid là tên gọi chung cho nhiều loại đường, tính bột chất xơ thực vật - nó là sản phẩm của quá trình quang hợp. Glucid đóng vai trò quan trọng trong đời sống con người, gia súc và đa số các sinh vật khác.

##### **10.1.1 Vai trò về năng lượng**

Hàng ngày nhu cầu năng lượng cho hoạt động của cơ thể 70 - 80% là do glucid cung cấp Đặc biệt đối với động vật nhai lại tỷ lệ này lại cao hơn.

##### **10.1.2. Vai trò tạo hình**

Ngoài vai trò về năng lượng, glucid còn đóng vai trò tạo hình và tham gia thành phần một số chất quan trọng.

Ví dụ:

Pentose (D-ribose và D-desoxyribose) có trong acid nucleic.

- Trong mô liên kết có các dẫn xuất đường chứa quan của glucoproteid như: glucosamin, galactosamin...

Ngoài ra glucid còn là nguồn thức ăn chủ yếu của người và động vật.

#### **10.2. SỰ TIÊU HÓA GLUCID**

ở mỗi loài sinh vật khác nhau, chúng sử dụng một nguồn glucid khác nhau để khai thác năng lượng.

Những loại glucid thường được sử dụng là: tinh bột, cellulose, pentose, lactose, glucose, fructose...

##### **10.2.1. Sự tiêu hoá tinh bột**

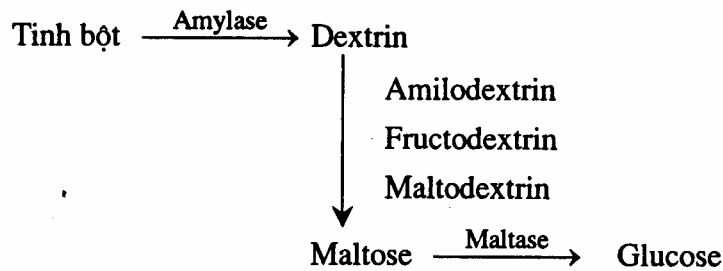
Tinh bột là thức ăn chủ yếu của người và gia súc. Cấu tạo hoá học của tinh bột là gồm các a-glucose nối với nhau qua mạch glucosid 1 - 4 và 1- 6.

Ở động vật có enzym  $\alpha$ -amylase cắt mạch glucosid 1-4, 1-6.

Ở thực vật có enzym  $\beta$ -amylase thuỷ phân tinh bột.

###### **10.2.1.1. Sự tiêu hoá tinh bột ở miệng**

Ở miệng có 3 đôi tuyến nước bọt: đôi tuyết dưới tai, đôi tuyết dưới hàm và đôi tuyến dưới lưỡi tiết ra nước bọt Trong nước bọt có enzym amylase. Enzym này do có độ pH thích hợp 6,8 - 7,2 lại được ion a- hoạt hoá nên nó hoạt động thuỷ phân cắt đứt nhiều mạch glucosid và vỡ thành những "tảng" dextrin có trọng lượng phân tử thấp dần, cuối cùng thành đường maltose.



Chính vì vậy mà ta có cảm giác ngọt khi nhai cơm lâu trong miệng là do maltose và glucose nói trên gây ra.

Nhưng vì thời gian tinh bột lưu lại ở miệng rất ngắn nên tinh bột thủy phân không triệt để

### 10.2.1.2. Sự tiêu hoá tinh bột ở dạ dày

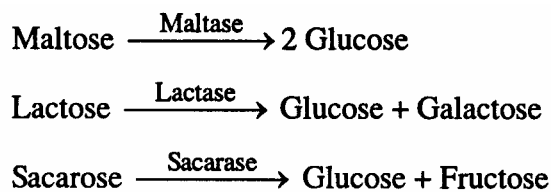
Vì ở dạ dày có độ pH = 1,5 - 2,0 nên enzyme amylase bị ức chế không hoạt động được. Do đó sự tiêu hoá tinh bột bị ngừng lại.

Tuy nhiên, do khối lượng thức ăn từ miệng đưa xuống lớn, acid dịch vị chưa đủ thời gian ngấm đều nên amylase của lớp bên trong vẫn tiếp tục thủy phân tinh bột thêm một giai đoạn nữa.

### 10.2.1.3. Sự tiêu hoá tinh bột ở ruột non

ở ruột non độ pH là 8,0 - 8,2 do H<sup>+</sup> bị trung hoà với bicarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) từ dịch tụy đưa tới

Sự tiêu hoá tinh bột và một số đường kép chủ yếu diễn ra ở ruột non do các loại enzyme xúc tác như: amylase, maltase tuyến tụy, amylase, maltase, lactase, saccharase của vách tá tràng.



Ở ruột non, tinh bột được phân giải triệt để thành đường đơn glucose. Những đường đơn này sinh ra sẽ được hấp thu trực tiếp qua vách ruột.

### 10.2.2. Sự tiêu hoá cellulose (chất xơ)

Các động vật bậc cao như người và gia súc không thể tổng hợp được enzyme cellulase nên tự chúng không thể tiêu hoá được cellulose.

Nhưng ở dạ cỏ của động vật nhai lại (trâu, bò, dê, cừu) và ở manh tràng nở rộng (Oan) có các loài vi sinh vật sống cộng sinh. Do có độ pH thích hợp (5,5 - 6,5), nhiệt độ trung bình 39°C và nhờ hệ thống đệm mà các loại vi sinh vật này phát triển rất mạnh. Chúng tiết ra loại enzyme cellulase nên giúp cho trâu, bò, dê, cừu, lợn có khả năng tiêu hoá được cellulose.

Người ta đã chia hệ vi sinh vật này ra làm 3 loại:

- Các vi khuẩn.
- Nấm.
- Thảo phức trùng.

#### 10.2.2.1. Các vi khuẩn

Số lượng các loại vi khuẩn này chiếm  $10^{10}$  con/g thức ăn ở dạ cỏ, gồm nhiều giống và chúng đều có khả năng lên men. Một số giống đáng chú ý là:

- Liên cầu khuẩn: *Streptococcus bovis* ( $10^6 - 10^8$  con/ml) lên men tinh bột và glucose thành acid lactic.
- Trực khuẩn lactic: *Lactobacths* (khoảng  $10^6$  con/ml) lên men glucid cho acid lactic? Nhóm vi khuẩn lên men chất xơ gồm nhiều loại như: *Bacteroides*, *Sucinogenes* và giữ vai trò quan trọng nhất đối với động vật nhai lại. Chúng phân giải cellulose thành acid béo bay hơi như butyric, succinic, acetic, propionic, formic.

Ngoài ra còn có các loại vi khuẩn lên men protein *Bacillus hchenifomus*.

#### 10.2.2.2. Nấm

Nấm có khả năng phân giải các chất bột đường thành rượu  $C_2H_5OH$ , khí  $CO_2$ , acid yếu và  $CH_4$ .

Nó còn có khả năng phân giải protein thành các acid amin. Từ sản phẩm phân giải đó tổng hợp nên các chất cho bản thân con nấm như protein, glycogen.

Sự hoạt động của vi khuẩn, nấm có tính chất cộng sinh, nó liên quan với nhau, cùng nhau sinh trưởng.

#### 10.2.2.3. Thảo phức trùng

Thảo phức trùng chủ yếu là thực hiện quá trình tiêu hoá cơ giới, nó xé rách màng cellulose để cho nấm, vi khuẩn hoạt động.

Tóm lại, vai trò của nguyên sinh động vật là thể hiện ở khả năng phân giải cellulose và các chất đường bột khác thành dạng đa đường dự trữ loại aminopectin hoặc thành các acid hữu cơ. Các chất này đối với động vật là nguồn thức ăn quý.

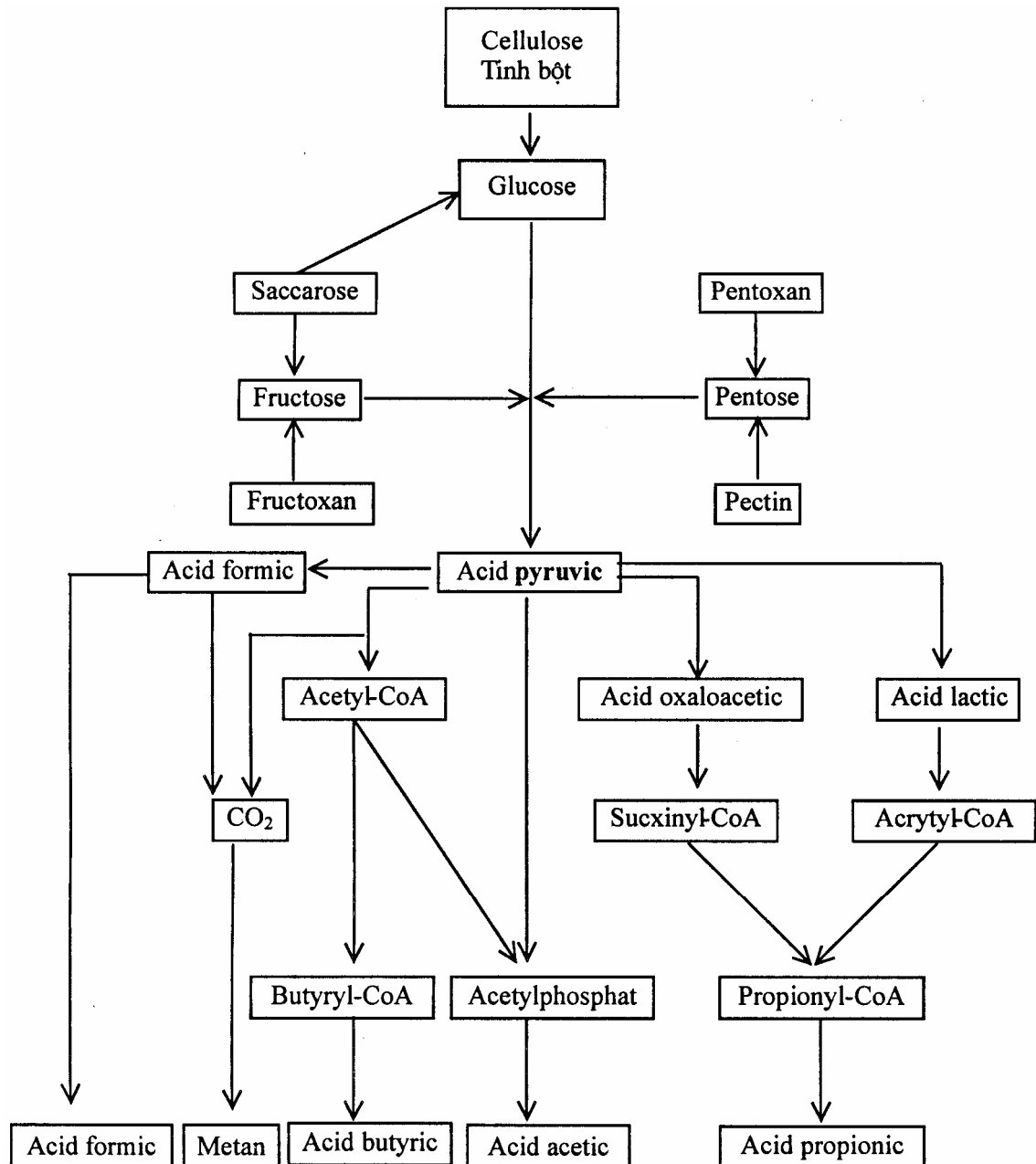
Khi vi sinh vật chết đi, cơ thể chúng lại cung cấp cho động vật nhai lại nguồn acid amin và vitamin rất phong phú. Chính vì vậy mà trâu bò ít mắc các bệnh thiếu vitamin hoặc thiếu acid amin không thay thế được.

Nhờ sự hoạt động của hệ vi sinh vật, nhờ các loại enzym của chúng như cellulase, cellulase mà chất xơ bị phân hoá đến dạng các acid hữu cơ có ích cho động vật. Sản phẩm gồm nhiều acid hữu cơ thường được gọi là acid béo bay hơi.

Những acid hữu cơ kể trên thẩm thấu trực tiếp vào vách dạ cỏ. Đó là một trong

những yếu tố duy từ độ pH ở đây. Yếu tố thứ hai là bicarbonat nước bọt (lượng nước bọt hàng ngày ở trâu bò là 50 - 80 lít, dê, cừu là 6 - 8 lít).

Khi thẩm thấu vào vách dạ cỏ, một phần acid hữu cơ như acid butyric, succinic được sử dụng tại đây. Còn phần lớn acid acetic, acid propionic vào máu đưa đến gan tạo nên glycogen hoặc oxy hoá cho năng lượng. Vì vậy mà hàm lượng đường trong máu của loài nhai lại thường thấp hơn so với các loài động vật khác (trung bình 50 - 70 mg). Quá trình phân giải cellulose và tinh bột do vi sinh vật dạ cỏ được thể hiện như sau:



### 10.3. SỰ HẤP THU VÀ TÍCH LŨY ĐƯỜNG

#### 10.3.1. Sự hấp thu đường

Khi đến ruột non, glucid phức tạp đều bị phân giải thành các đường đơn.



Các đường đơn sinh ra sẽ hấp thu ngay vào vách ruột. Trừ một vài trường hợp đặc biệt, nói chung đường kép và đa đường không hấp thu qua vách ruột. Khi ăn quá nhiều đường mía (sacarose) hoặc đường sữa (lactose), loại này có đi qua vách ruột vào máu nhưng sẽ bị thải theo nước tiểu ra ngoài.

Tốc độ hấp thu của đường không đều nhau, nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: trạng thái vách ruột, khối lượng thức ăn, nhiệt độ cơ thể, quá trình phosphoryl hoá...

Nếu lấy tốc độ hấp thu của glucose là:	100%
Thì:    tốc độ hấp thu của galactose là:	110%
tốc độ hấp thu của fructose là:	43%
tốc độ hấp thu của maltose là:	19%
tốc độ hấp thu của xylose là:	15%
tốc độ hấp thu của arabinose là:	9%

Về cơ chế của sự hấp thu đường người ta vẫn chưa rõ lắm, song cũng có thể do 2 trường hợp:

- Các loại đường khuếch tán qua vách ruột.
- Các loại đường được phosphoryl hoá.

Rõ ràng quá trình thẩm thấu vào vách ruột phải vượt qua một áp lực thẩm thấu khá lớn các nhung mao ruột phải sản công, bởi vậy bản thân tế bào ruột cần oxy hoá glucid để cung cấp năng lượng cho quá trình đó.

Sau khi hấp thu vào ruột, glucose qua mạch quản nhung mao ruột, theo máu vào tĩnh mạch cửa để về gan. ở gan, phần lớn glucose được giữ lại để tổng hợp glycogen ở gan, còn phần nhỏ glucose được đưa về các mô bào để tổng hợp glycogen mô bào hoặc oxy hoá cung cấp năng lượng.

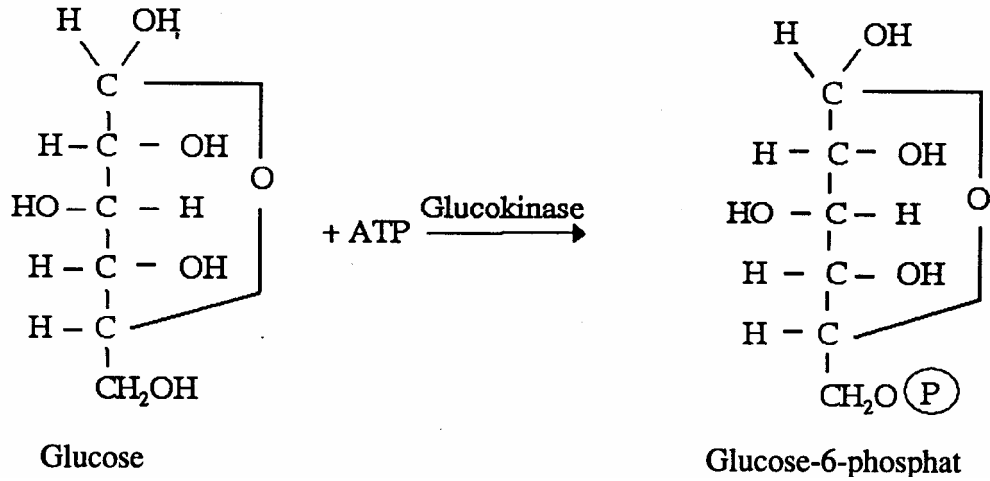
Glucose là thành phần thường trực của máu ở các loài động vật, tuy rằng hàm lượng đường trong máu của từng loại động vật có nhiều thay đổi. Ví dụ: ở ếch nhái, cá và loài động vật máu lạnh hàm lượng đường của máu trung bình là 40 - 60 mg%, loài động vật máu nóng như gia súc là 80 - 120 mg%, loài chim có thân nhiệt cao, trao đổi chất mạnh thì hàm lượng đường của máu cũng cao hơn các loài khác. Riêng loài nhai lại vì sản phẩm glucid hấp thu phần lớn dưới dạng acid béo bay hơi (như acid acetic, propionic, butyric...) nên hàm lượng đường thấp hơn trung bình 50 - 70 mg%.

### ***10.3.2. Tích lũy đường sự tổng hợp glycogen dự trữ***

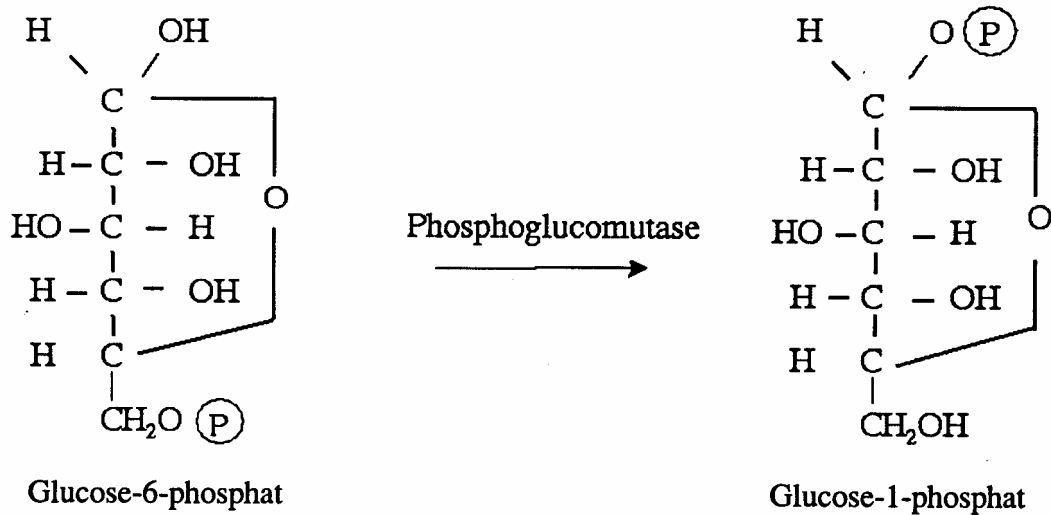
Glucose sau khi được hấp thu qua vách ruột sẽ đưa đến gan và mô bào dự trữ dưới dạng glycogen. Glucose được chuyển thành dạng glycogen do tác dụng xúc tác của nhiều enzym và nhiều yếu tố khác như: ATP, UTP, Phosphat...

Quá trình tổng hợp glycogen như sau:

\* Glucose được phosphoryl hoá bởi ATP và enzym glucokinase:

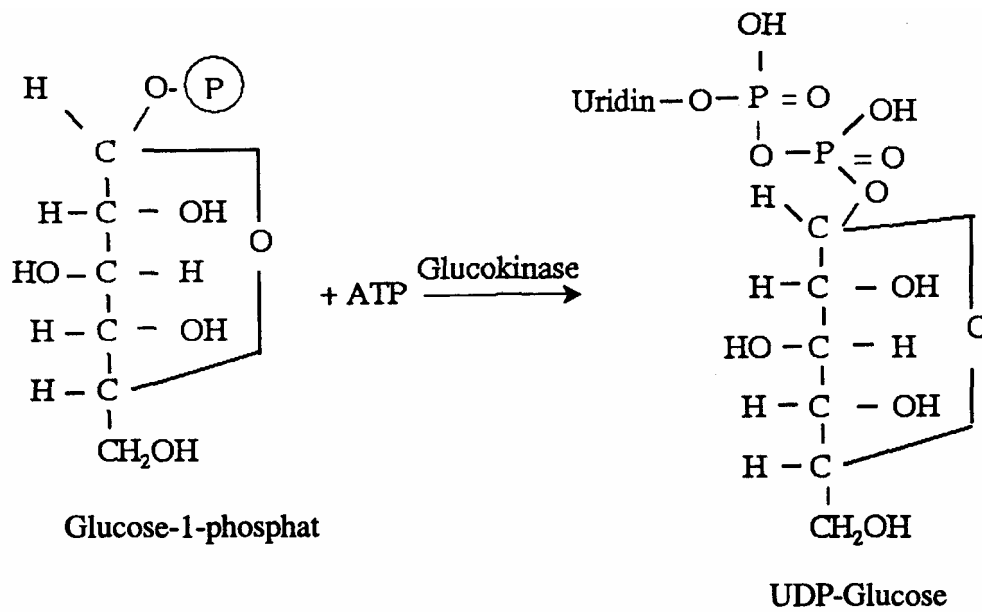


\* Phản ứng đồng phân hoá biến glucose-6-phosphat thành glucose -1-phosphat nhờ enzym phosphoglucomutase.H

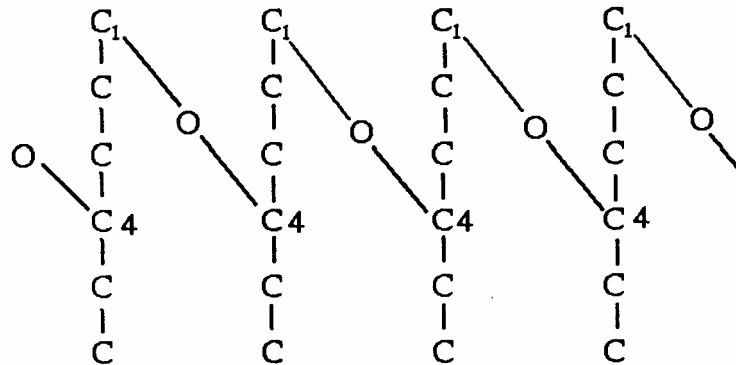


\* Do tác động của enzym transglucosidase và UTP (Uridintriphosphat) mà từ glucose 1- phosphat tạo ra đường mạch thẳng 1-4: amylose.

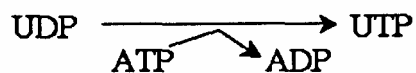
+ Trước hết glucose- 1 -phosphat liên kết với UTP tạo thành UDP-glucose và  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$



+ Từ UDP- glucose, các phân tử glucose tách ra và hợp lại với nhau thành chuỗi amylose chứa dây glucosid 1- 4.



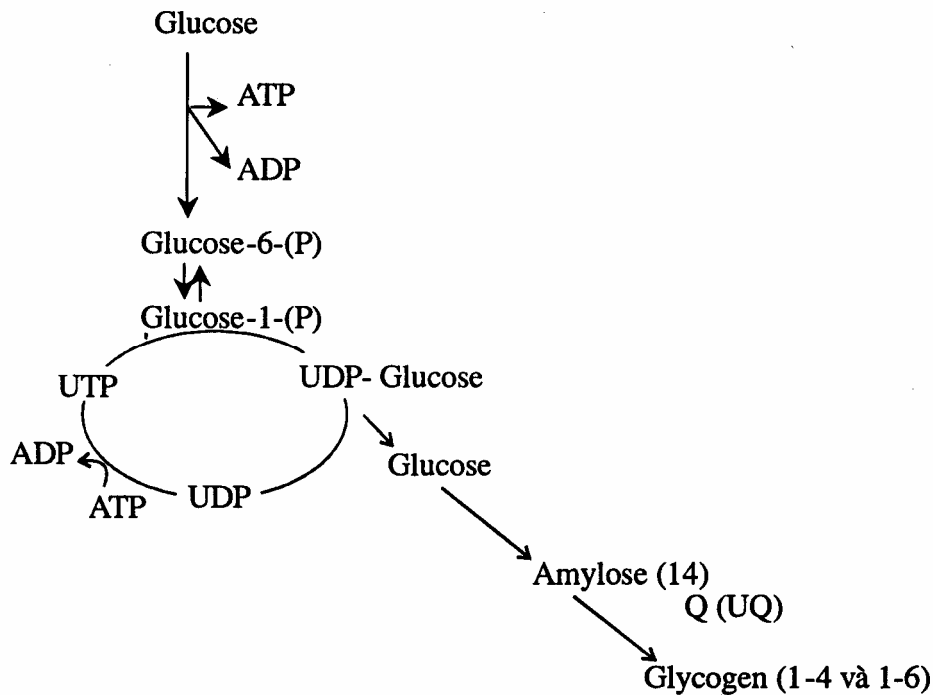
Còn UDP tách ra sẽ lấy phosphat của ATP biến thành UTP.



Như vậy, giai đoạn 1 và 3 đều phải tiêu tốn năng lượng. Năng lượng này do ATP cung cấp.

\* Dưới tác dụng của enzym Q hoặc UQ (Ubiquinon) sẽ chuyển một số mạch glucosid 1-4 thành mạch glucosid 1-6 tạo cho phân tử glycogen có dạng phân nhánh rậm rạp hơn .

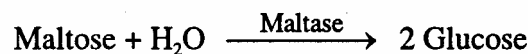
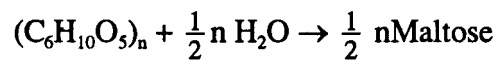
Quá trình tổng hợp glycogen có thể tóm tắt như sau:



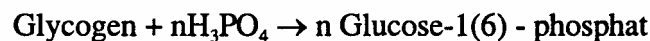
### 10.3.3. Sự phân giải glycogen thành glucose

Khi cơ thể cần glucose thì glycogen sẽ phân giải theo hai cách:

+ Thủy phân nhờ tác dụng của enzym amylase và maltase:



+ Phân giải theo kiểu phosphoryl hoá có sự tham gia của acid phosphoric.



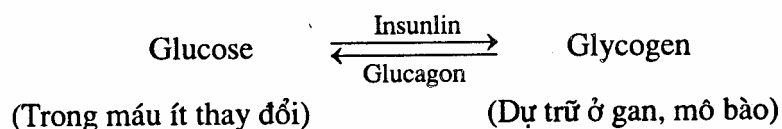
Giữa trữ lượng glycogen của gan và các cơ quan hoạt động như bắp thịt, não... có mối liên quan mật thiết. Khi glucose ở các mô tiêu tốn cho các hoạt động sinh lý thì glycogen gan sẽ tách dần glucose cho máu vận chuyển đến những nơi tiêu thụ.

### 10.3.4. Sự điều hoà hàm lượng glucose trong máu

Trong máu hàm lượng glucose luôn luôn ở một tỷ lệ nhất định (tùy từng loại động vật) do sự điều tiết của hom lon, thần kinh, vỏ não, thùy sau tuyến yên...

Khi hàm lượng glucose trong máu giảm, adrenalin sẽ xúc tác glucagon tăng cường biến glycogen thành glucose để làm tăng đường huyết (quá trình phân giải glycogen). Ngược lại, khi hàm lượng glucose trong máu tăng nhiều thì insulin lại tăng cường xúc tác quá trình biến glucose thành glycogen để hạ đường huyết (quá trình tổng hợp glycogen).

Cơ chế điều hòa đó có thể tóm tắt như sau:



#### 10.4. SỰ CHUYỂN HÓA TRUNG GIAN CỦA GLUCID

Glucose được dùng vào nhiều quá trình khác nhau như:

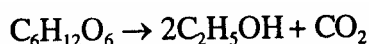
- Tạo hình: Glucoproteid, acid nucleic...
- Khử độc: Glucuronic kết hợp với độc chất và được thải ra ngoài dưới dạng glucuronat
- Cho năng lượng: Vai trò quan trọng nhất của glucose là oxy hoá cho năng lượng.

Về mặt khai thác năng lượng sống ta thấy mỗi một sinh vật khác nhau sẽ khai thác năng lượng dự trữ trong glucid theo những hướng khác nhau. Vì vậy hiệu suất năng lượng thu được trong quá trình ấy cũng sẽ khác nhau.

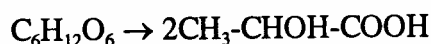
Có loại sinh vật khai thác ở môi trường yếm khí, có loại lại khai thác ở môi trường hiếu khí. Song cũng có loại khai thác năng lượng ở cả 2 loại môi trường yếm khí và hiếu khí. Ví dụ như tế bào men bia, bắp thịt động vật...

Bên cạnh đây ta còn thấy ở những sinh vật khác nhau, glucose cũng được phân giải theo nhiều cách khác nhau.

Ví dụ: - ở tế bào men rượu glucose phân giải thành rượu và than khí.



- Trực khuẩn lên men sữa chua thành acid lactic.



- Vi khuẩn lên men dấm, lên men butyric, propionic... có cả 2 điều kiện:

+ Lên men yếm khí:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  (acid lactic).

+ Lên men hiếu khí:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Q}$ .

Như vậy cơ chế của các quá trình trên được nghiên cứu từ lâu. Nhưng mãi tới 1880 mới được Pas-tơ phát hiện bước đầu. Sau đó được Hadden, lang, Iva-nốp, Mayhof, Embden, Krebs và nhiều tác giả khác nghiên cứu. Cho tới nay, về căn bản những phản ứng hoá học, những enzym tham gia và những hiệu quả năng lượng của hai cách phân giải trên được phát hiện tương đối đầy đủ.

Ta lần lượt xét từng cách phân giải một.

##### 10.4.1. Sự phân giải yếm khí của glucose

Quá trình phân giải yếm khí của glucose xảy ra ở vi sinh vật gọi là *quá trình lên*

men. Còn quá trình này xảy ra ở mô bào động vật gọi là *quá trình đường phân*.

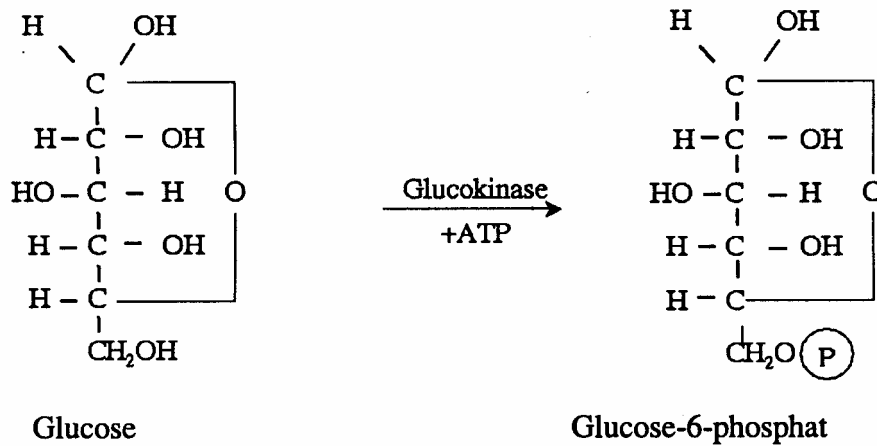
về căn bản hai quá trình này đều giống nhau, sự khác nhau chủ yếu chỉ bắt đầu từ giai đoạn sử dụng acid pyruvic.

#### 10. 4.1.1. Quá trình lên men rượu

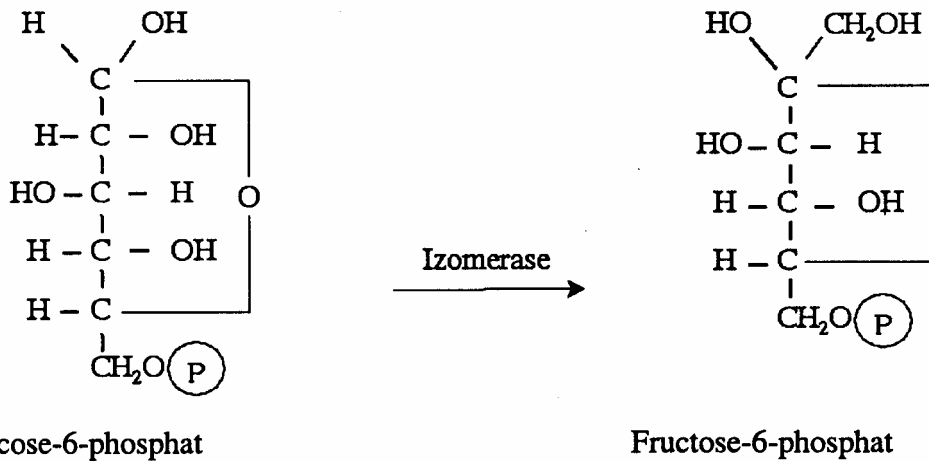
Quá trình lên men rượu được thực hiện ở nhiều vi sinh vật, điển hình nhất là ở tế bào nấm men rượu, men bia. Quá trình này được nhiều tác giả nghiên cứu và cuối cùng được tập hợp thành sơ đồ gọi là sơ đồ Embden - Mayehof.

Theo sơ đồ này, quá trình lên men rượu như sau:

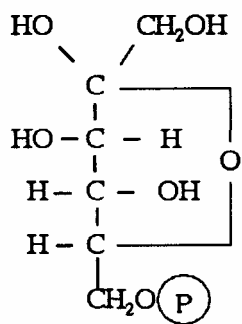
1/ Dưới tác dụng của glucokinase và ATP glucose được phosphoryl hoá thành glucose-6-phosphat



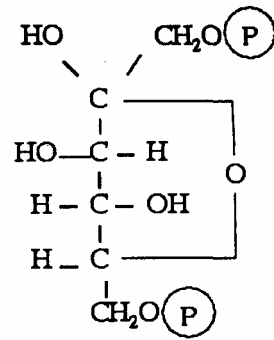
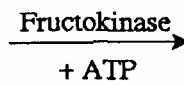
2/ Enzym đồng phân isomerase sẽ biến glucose-6-phosphat thành fructose-6-phosphat



3/ Dưới tác dụng của enzym phosphofructokinase và ATP, fructose-6- sẽ được phosphoryl hoá thành fructose- 1,6-diphosphat:

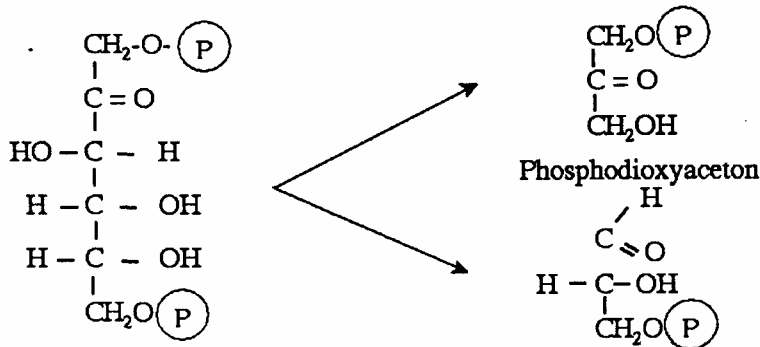


Fructose-6-phosphat



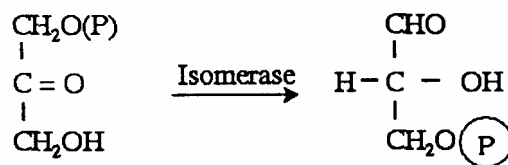
Fructose-1,6-diphosphat

4/ Dưới tác dụng của enzym aldolase phân tử chất " có bị cắt đôi thành 2 triose: iohosphodioxyaceton và phosphoglycerylaldehyd.



Phosphoglycerylaldehyd

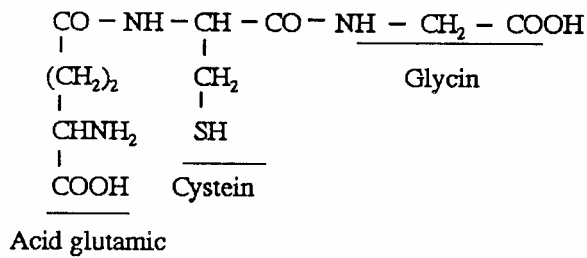
5/ Enzym đồng phân isomerase lại xúc tác biến phosphodioxyaceton thành phosphoglycerylaldehyd, vì chất này mới tiếp tục quá trình phân giải



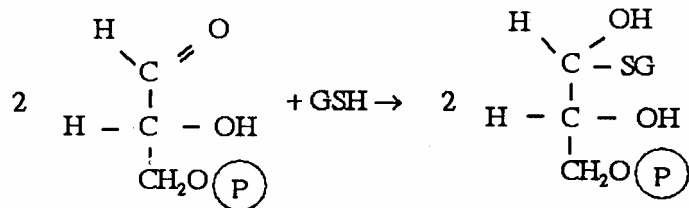
Như vậy qua 5 phản ứng trên từ 1 phân tử glucose đã biến thành 2 phân tử phosphoglycerylaldehyd (từ phản ứng 6 trở đi có hệ số 2).

6/ Giai đoạn này rất phức tạp chiếm vị trí trọng yếu trong quá trình phân giải yếm khí glucose. Phản ứng oxy hoá sản phẩm trên được xúc tác bởi enzym dehydrogenase yếm khí có nhóm ghép là NAD và có sự tham gia của glutation (ký hiệu G-SH)

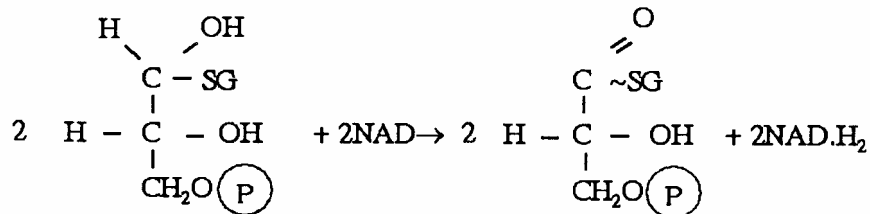
Glutation (GSH) là một tripeptid gồm 3 acid amin hợp thành là acid glutamic, cystein và glycin.



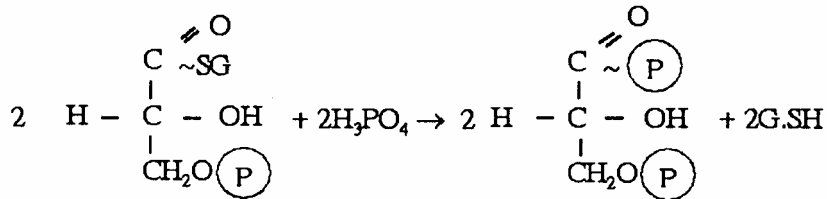
Giai đoạn thứ 6 có thể chia làm 3 phản ứng kế tiếp nhau: 6a/ Kết hợp với G.SH.



6b/ Mạch nối của phân tử được bố trí lại tạo mạch cao năng, có sự tham gia của NAD.



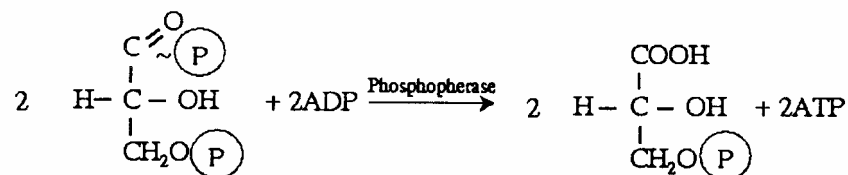
6c/ Dây cao năng này biến thành dây phosphat cao năng và glutation được giải phóng.



#### Acid 1,3-diphosphoglyceric

Như vậy, đến giai đoạn thứ 6 phân tử glucose đã được biến thành 2 phân tử acid 1,3-diphosphoglyceric.

7/ Phản ứng cắt mạch phosphat cao năng giải phóng và tích lũy năng lượng vào ATP do enzym phosphoferase xúc tác

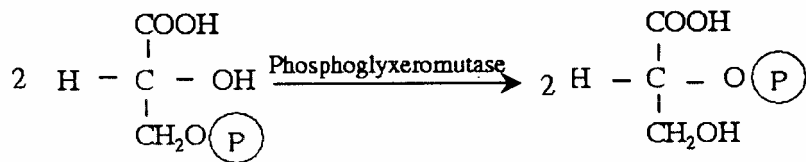


Acid 1,3-diphosphoglyceric

Acid 3- phosphoglyceric

8/ Dưới tác dụng của enzym đồng phân phosphoglyxeromutase acid 3-phosphoglyceric biến thành acid 2 - phosphoglyceric.

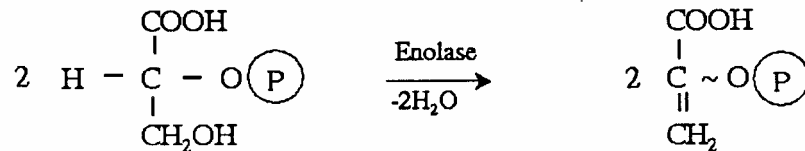




Axit 3-phosphoglyceric

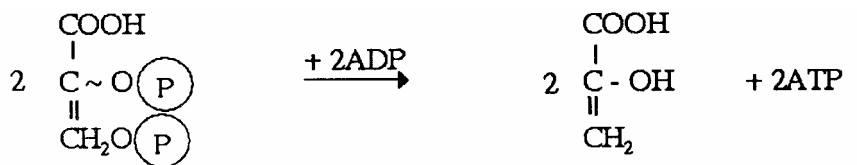
Axit 2-phosphoglyceric

9/ Phản ứng khử nước do enzym enolase xúc tác và có sự dồn mạnh tạo mạch cao năng

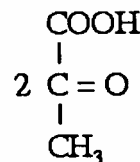


Acid 2 - phosphoenolpyruvic

10/ Enzym phosphoferase sẽ chuyển những gốc phosphat cao năng lượng của sản phẩm trên vào ADP, phosphoryl hoá ATP. Đây là lần thứ 2 giải phóng và tích lũy năng lượng. Còn acid trên biến thành acid pyruvic.



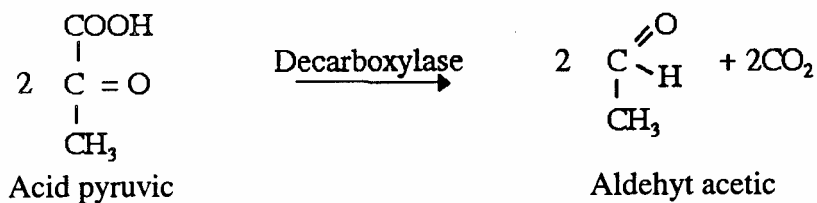
Acid pyruvic (dạng enol)



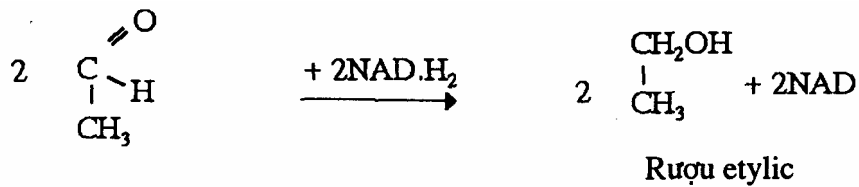
Acid pyruvic (dạng ceton)

Acid pyruvic là sản phẩm trung gian bắt buộc của mọi cách phân giải glucose ở nhiều sinh vật. Sự khác nhau thường bắt đầu từ cách sử dụng acid pyruvic trở đi.

11/ Ở tế bào men rượu, acid pyruvic được khử  $\text{CO}_2$  nhờ enzym decarboxylase thành aldehyd acetic và thán khí

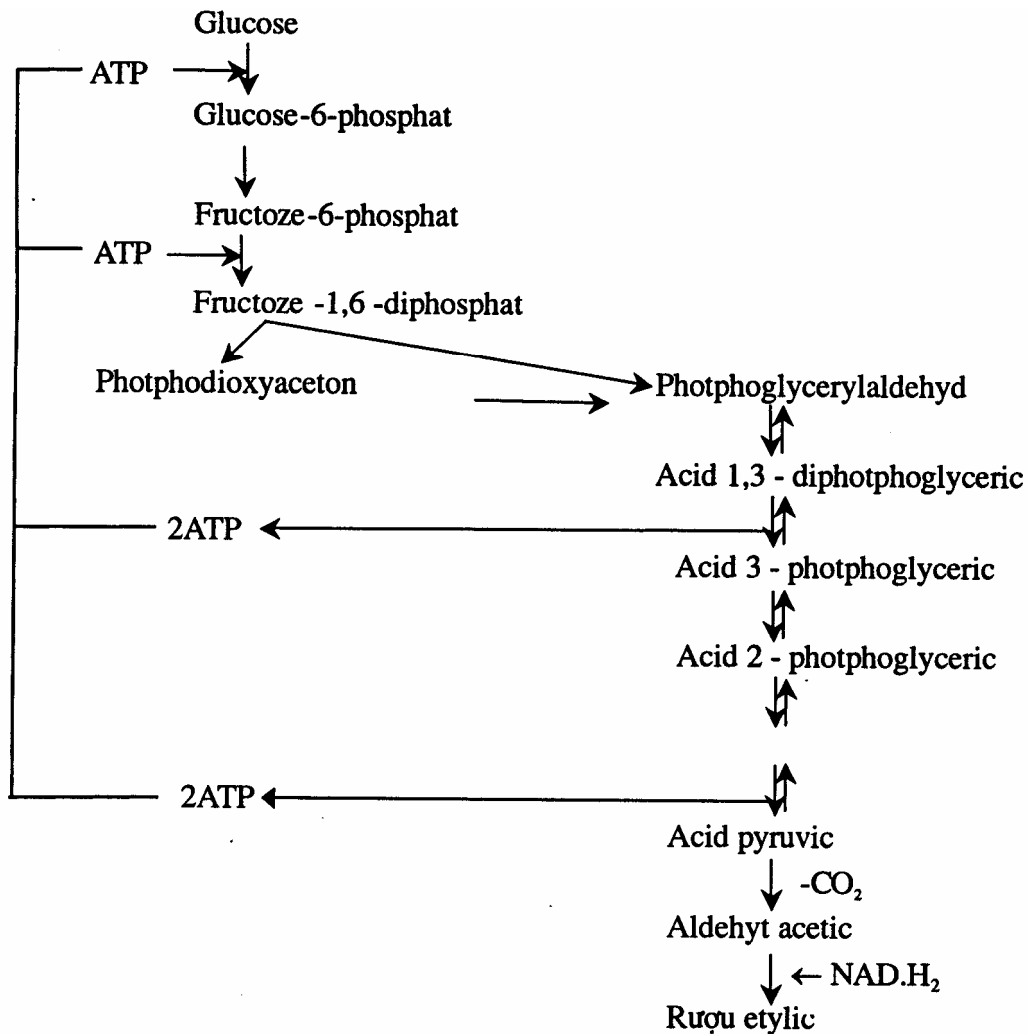


12/ Aldehyt acetic sẽ hoàn nguyên thành rượu etylic



Hydro cần dùng ở đây được NAD.H<sub>2</sub> từ giai đoạn thứ 6 mang tới. Điều này nêu lên một lần nữa mối liên quan chặt chẽ giữa oxy hoá và hoàn nguyên.

Quá trình lên men rượu có thể tóm tắt như sau (sơ đồ Embden - Mayehof - Pamac).



#### 10.4.1. 2. Quá trình đường phân ở mô bào động vật

Ở mô bào động vật cũng có khả năng oxy hoá glucose bằng con đường yếm khí, khi sự cung cấp oxy không đầy đủ cho sự co bóp của cơ trong quá trình vận động cày kéo...

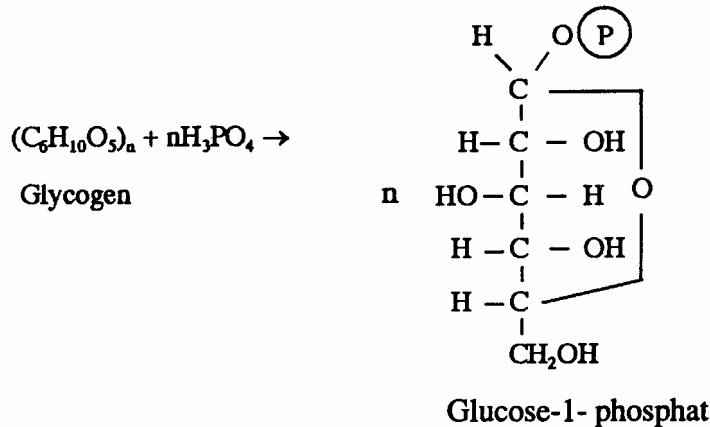
Ví dụ: Trâu bò khi cày kéo, căng cơ máu dẫn oxy bị trở ngại thì cơ thể tạm thời đưa bộ máy khai thác năng lượng để phân giải yếm khí.

Quá trình đường phân ở mô bào diễn ra ở bào tương chính ở đây có đủ hệ thung

enzym để thực hiện quá trình này.

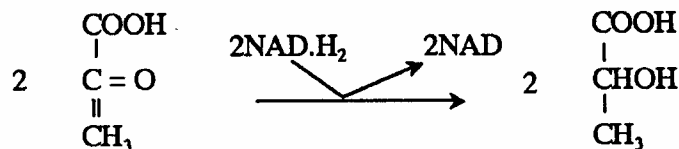
Song quá trình đường phân và quá trình lên men rượu có một số điểm khác nhau như:

\* Ở phản ứng thứ 1 của quá trình lên men rượu cần ATP để hoạt hoá glucose thành glucose - 6 - phosphat còn quá trình đường phân, sản phẩm này được hình thành từ glycogen nên không tốn ATP.



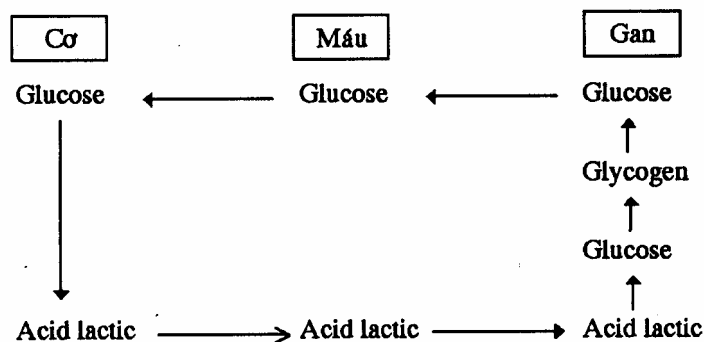
Sau đó glucose-1-phosphat sẽ được enzym mutase biến thành glucose- 6 - phosphat.

\* Từ phản ứng thứ 2 đến phản ứng thứ 10 của quá trình lên men rượu hoàn toàn giống với quá trình đường phân. Chỉ bắt đầu từ cách sử dụng acid pyruvic mới khác nhau.



Acid lactic là sản phẩm của quá trình đường phân. Nó là một chất độc. Nếu acid này sinh ra nhiều thì sẽ làm cho cơ thể mệt mỏi. Nhưng không phải độc là phải thải ra ngoài, mà nó được giữ lại cần thiết cho cơ thể.

Số phận của acid lactic sẽ được giải quyết theo vòng Cori.



Vòng Cori là cơ chế mà mô bào động vật vận dụng để thu hồi acid lactic - sản

phẩm sinh ra trong quá trình đường phân nhằm tiết kiệm nhiên liệu năng lượng và giải độc cho tế bào, nhất là tế bào cơ.

Ý nghĩa của vòng Cori:

- Nói lên cách giải quyết acid lactic.
- Giải độc cho tế bào.
- Tiết kiệm lượng acid lactic hình thành.

Như vậy trong điều kiện yếm khí (nghèo oxy) mô bào động vật chỉ phân giải glucose và glycogen đến dạng acid lactic. Nếu trạng thái thiếu oxy kéo dài thì acid lactic sẽ ứ đọng nhiều gây ra biến đổi hoá lý ở mô bào và dẫn tới sự mệt mỏi.

Khi nghỉ ngơi hoặc hoạt động đã trở lại nhịp nhàng, việc cung cấp oxy trở nên đều và đủ thì acid lactic sẽ chuyển đi bằng 2 cách:

- + Tổng hợp trở lại thành glucose và glycogen theo chiều ngược lại của quá trình đường phân.
- + Acid lactic bị oxy hoá thành acid pyruvic và nhập vào quá trình oxy hoá hiếu khí, giải phóng triệt để năng lượng và cho ra  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$ .

#### *10.4.1.3. Hiệu quả năng lượng của quá trình phân giải yếm khí glucose*

Sự lên men ở các vi sinh vật cũng như sự phân giải yếm khí glucose là những quá trình sinh lý bình thường.

Khi một phân tử gam glucose bị đốt cháy đến  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  thì sẽ giải phóng khoảng 688kcal.

Nhưng nếu đem so sánh giá trị năng lượng giữa một phân tử glucose và 2 phân tử rượu etylic sinh ra do tế bào nấm men thì biến đổi năng lượng tự do là  $-\Delta F = 50 \text{ Kcal}$ . Song trên thực tế qua 12 phản ứng trên thì chỉ lập được 2ATP, tương đương với 20- 25 Kcal (vì 1 ATP phân giải ra chỉ cho 10-12 Kcal).

Như vậy còn 25 - 30 Kcal đã toả ra ngoài làm nóng môi trường, cho nên ở những nơi ủ men sau một thời gian đã ấm lên.

Trong số 7% năng lượng glucose giải phóng ra của quá trình yếm khí, bản thân tế bào nấm men chỉ dùng được khoảng 3%. Để đủ năng lượng sống tế bào nấm men phải phân giải một lượng đường khá lớn.

Đối với quá trình đường phân do không cần tiêu tốn năng lượng ở phản ứng 1 nên hiệu quả cuối cùng thu được là 3ATP, tương đương với 30-36 Kcal.

#### *10.4.1.4. Ý nghĩa của sự phân giải yếm khí*

- Năng lượng giải phóng ra trong quá trình đường phân rất thấp (3ATP) nhưng ý nghĩa của nó lại lớn, vì đây là cách khai thác năng lượng để tồn tại và duy trì các hoạt động bình thường của nhiều loại vi sinh vật, trong đó phải kể đến loại vi sinh vật lên

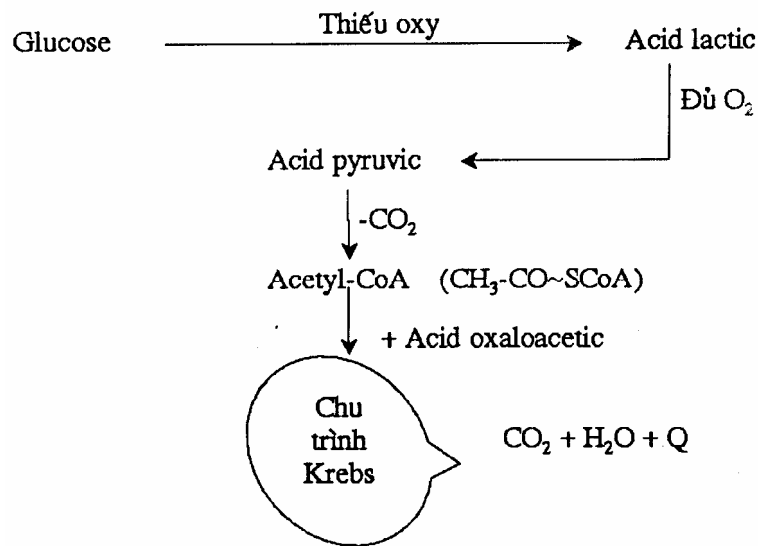
men.

Sản phẩm cặn bã của chúng như acid lactic lại là những chất cần dùng cho con người về mặt thực phẩm, thức ăn ủ chua cho gia súc và nhu cầu công nghệ khác. Quá trình đường phân là quá trình tiết kiệm glucose lớn vì cơ thể có khả năng tự tái tạo acid lactic thành glucose và glycogen.

#### 10.4.2. Sự phân giải hiếu khí glucose

Ở những mô bào có hoạt động sinh lý mạnh như? bắp thịt, võng mạc, tinh trùng... cần nhiều năng lượng và lại được cung cấp đầy đủ oxy thì glucose sẽ phân giải theo con đường hiếu khí.

Glucose trong quá trình này được oxy hoá triệt để để đ~r~ CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O, đồng thời giải phóng toàn bộ năng lượng.



Chu trình Krebs là cơ chế oxy hoá các chất hữu cơ hình thành từ thức ăn phổ biến nhất và có đóng góp về năng lượng nhiều nhất cho các tế bào động vật.

Chu trình Krebs là lò đốt cơ bản các acid hữu cơ, từ đó đưa ra số lượng nhiều nhất các cặp cao năng để cung cấp cho chuỗi hô hấp mô bào. Cho nên xét về mặt năng lượng chu trình Krebs đóng vai trò chủ đạo.

Chính chu trình Krebs liên quan chặt chẽ với chuỗi hô hấp nên xét về mặt phân bố của nó cũng hợp lý - đó là chất nền ty lạp thể.

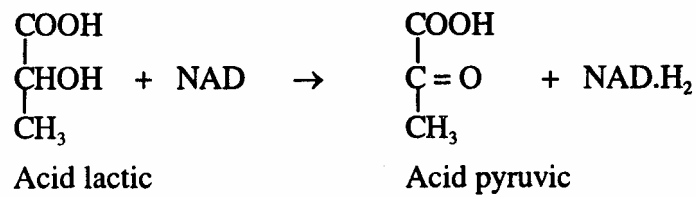
Ngoài ra chu trình Krebs còn giữ vai trò trung tâm của nhiều quá trình trao đổi vật chất.

##### 10.4.2.1. Sự hình thành các sản phẩm đi vào chu trình Krebs

\* Sự hình thành acid acetic hoạt động hay Acetyl - coenzym A (CH<sub>3</sub>-CO~SCoA)

Acetyl-CoA được hình thành từ acid pyruvic khi acid này khử đi một phân tử CO<sub>2</sub> nhờ enzym decarboxylase.

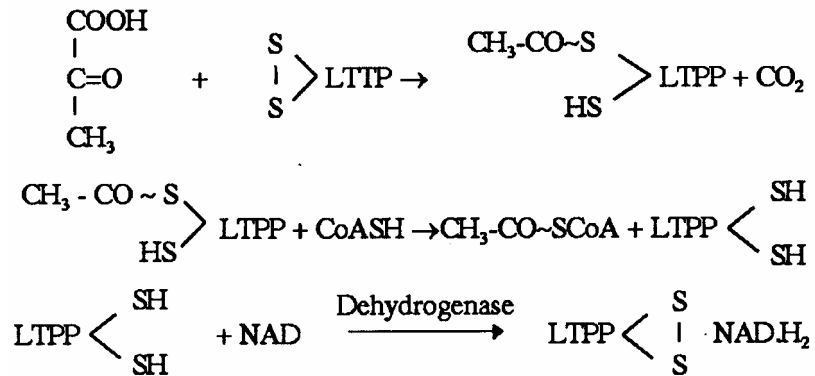
Mà như chúng ta được biết acid pyruvic lại xuất hiện sau khi oxy hoá acid lactic của quá trình yếm khí



Acid pyruvic sẽ đi vào các phản ứng hiếu khí, còn NAD.H<sub>2</sub> của enzym lactat - dhydrogenase sẽ chuyển điện tử proton vào hệ thống phosphoryl-hoá để giải phóng năng lượng và tổng hợp ATP.

Acid pyruvic khử đi một phân tử CO<sub>2</sub> nhờ enzym decarboxylase có nhóm ghép là dẫn xuất của vitamin B<sub>1</sub> (LTTP) để tạo thành Acetyl-CoA với sự tham gia của CoASH và NAD.

Phản ứng xảy ra như sau:



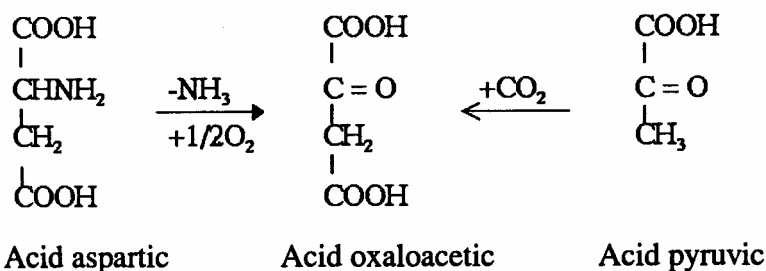
NAD.H<sub>2</sub> sẽ chuyển hydro vào hệ thống phosphoryl-oxy hoá tạo ra 3 phân tử ATP.

\* Sự hình thành acid oxaloacetic:

Acid oxaloacetic là sản phẩm thứ 2 đi vào chu trình Krebs. Acid này sinh ra trong mô bào từ 2 nguồn gốc:

Từ acid aspartic khử quan oxy hoá.

Từ acid pyruvic được ghép 1 phân tử CO<sub>2</sub>.

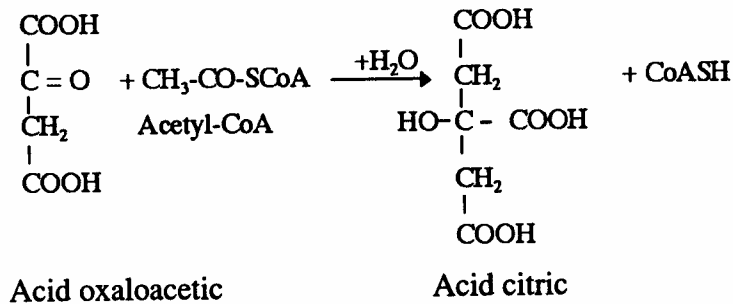


Khi đã có hai chất trên (Acetyl-CoA và acid oxaloacetic) chu trình Krebs sẽ diễn

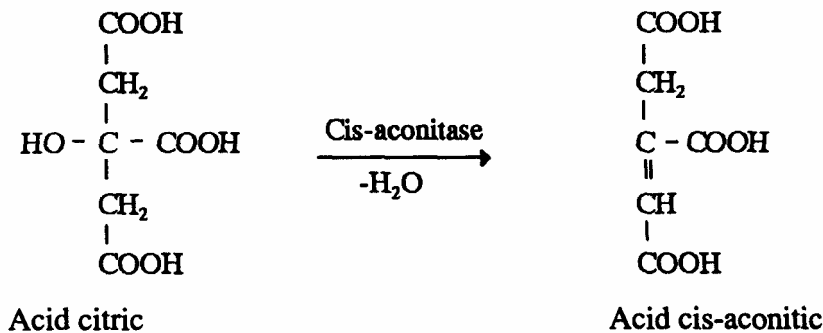
ra lần lượt theo các phản ứng như sau:

10. 4.2.2. Chu trình Krebs (vòng acid tricarbonic)

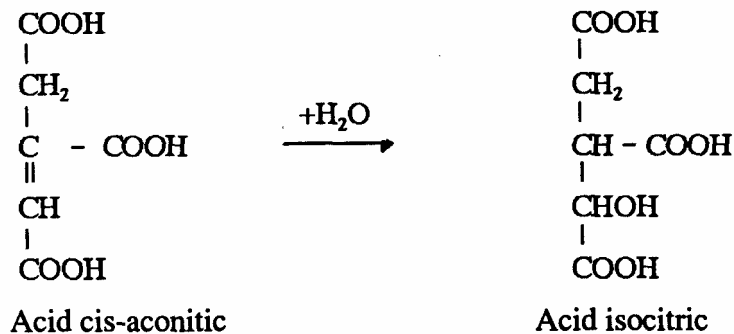
1/ Phản ứng ngưng tụ Acetyl-CoA với acid oxaloacetic dưới tác dụng của enzym *tôn2 hao cvtratsvntetase* để tạo thành acid citric:



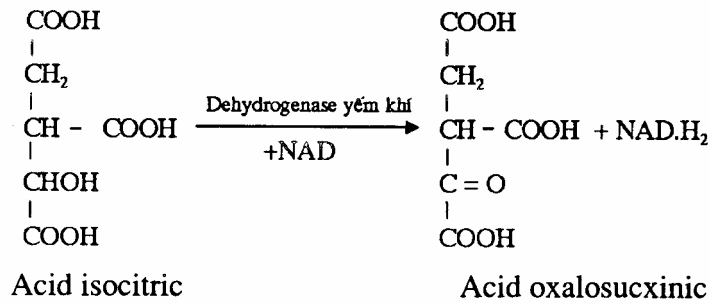
2/ Phản ứng khử nước dưới tác dụng của enzym *cis-aconitase* chuyển acid citric thành acid cis-aconitic:



3/ Phản ứng ghép nước tạo thành acid isocitric

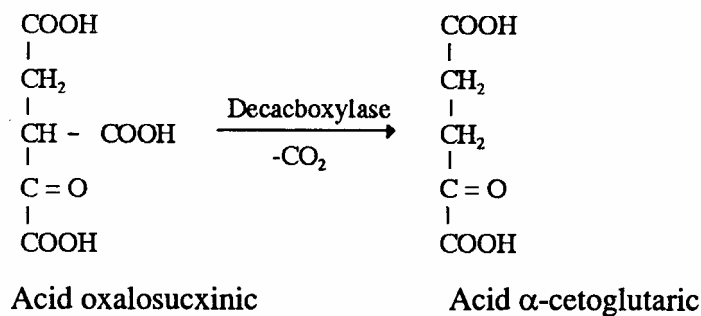


4/ Sản phẩm trên bị oxy hoá bởi enzym *dehydrogenase* yếm khí để tạo acid oxalosuccinic. NAD lấy H<sub>2</sub> sẽ chuyển vào hệ thống phosphoryl-oxy hoá để khai thác năng lượng.



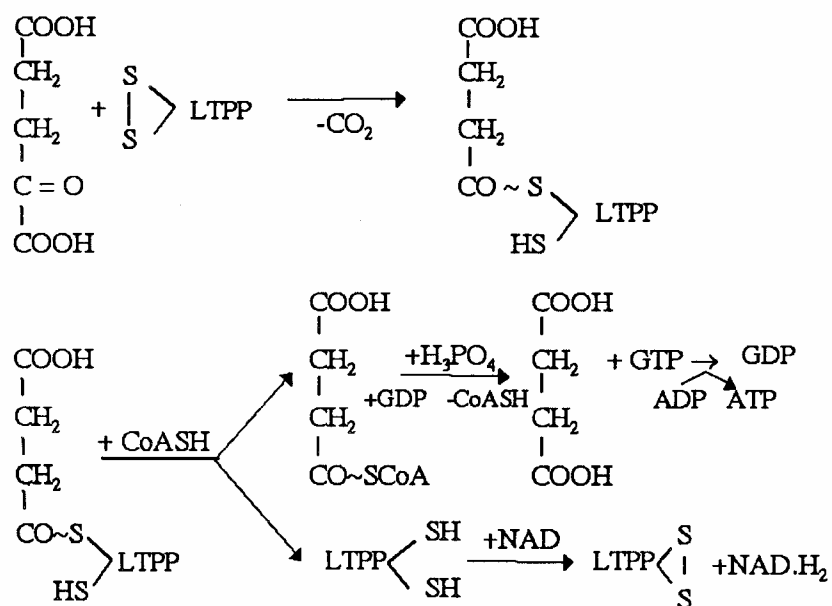
Qua 4 phản ứng trên ta thấy có acid chứa 3 nhóm COOH tham gia nên chu trình này gọi là chu trình acid tricarboxylic.

5/ Phản ứng khử carboxyl thực hiện bởi enzym decarboxylase đặc hiệu tạo thành acid  $\alpha$ -ketoglutaric



Bắt đầu từ đây ta chỉ gặp các acid dicarboxylic vì 1 nguyên tử carbon đã bị khử theo than khí.

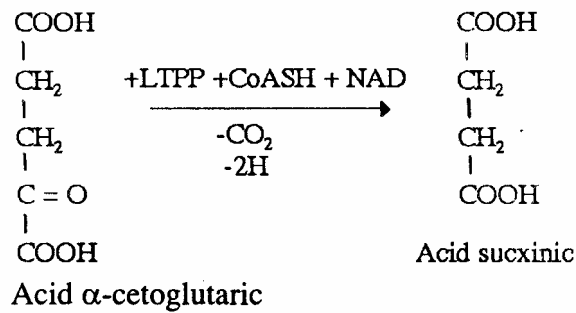
6/ Phản ứng carboxyl-oxy hoá nhờ enzym decarboxylase có nhóm ghép là dẫn xuất của vitamin B<sub>1</sub> (LTPP) được thực hiện qua nhiều bước (giống như kiểu khử CO<sub>2</sub> của acid pyruvic) để tạo thành acid succinic.



Nhờ enzym succinyl-CoA-deacylase mà acid succinic sẽ tách khỏi coenzym A.

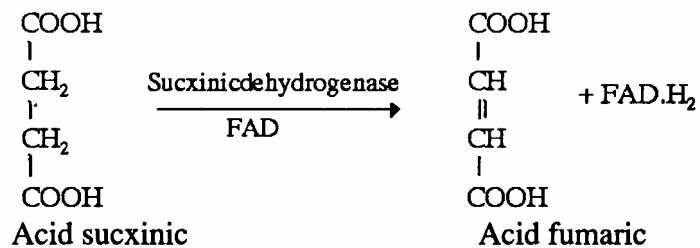
Tóm tắt quá trình trên như sau:



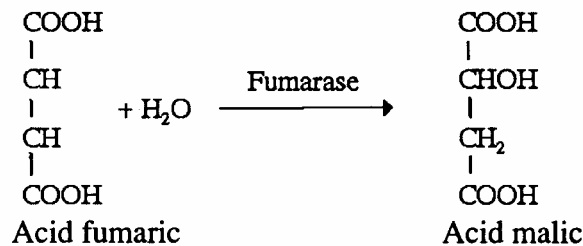


NAD.H<sub>2</sub> chuyển H<sub>2</sub> vào hệ thống phosphoryl-oxy hoá để khai thác năng lượng.

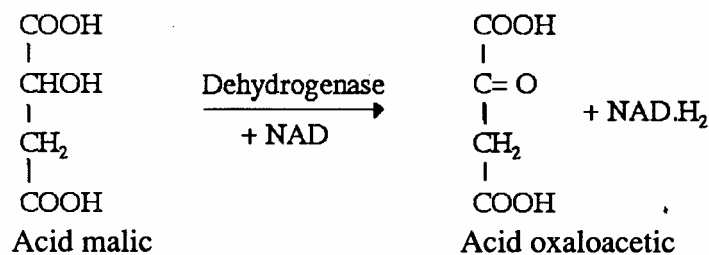
7/ Acid succinic bị oxy hoá thành acid fumaric nhờ enzym succinicdehydrogenase xúc tác (nhóm ghép là FAD).



8/ Phản ứng ghép nước nhờ enzym fumarase biến acid fumaric thành acid malic.

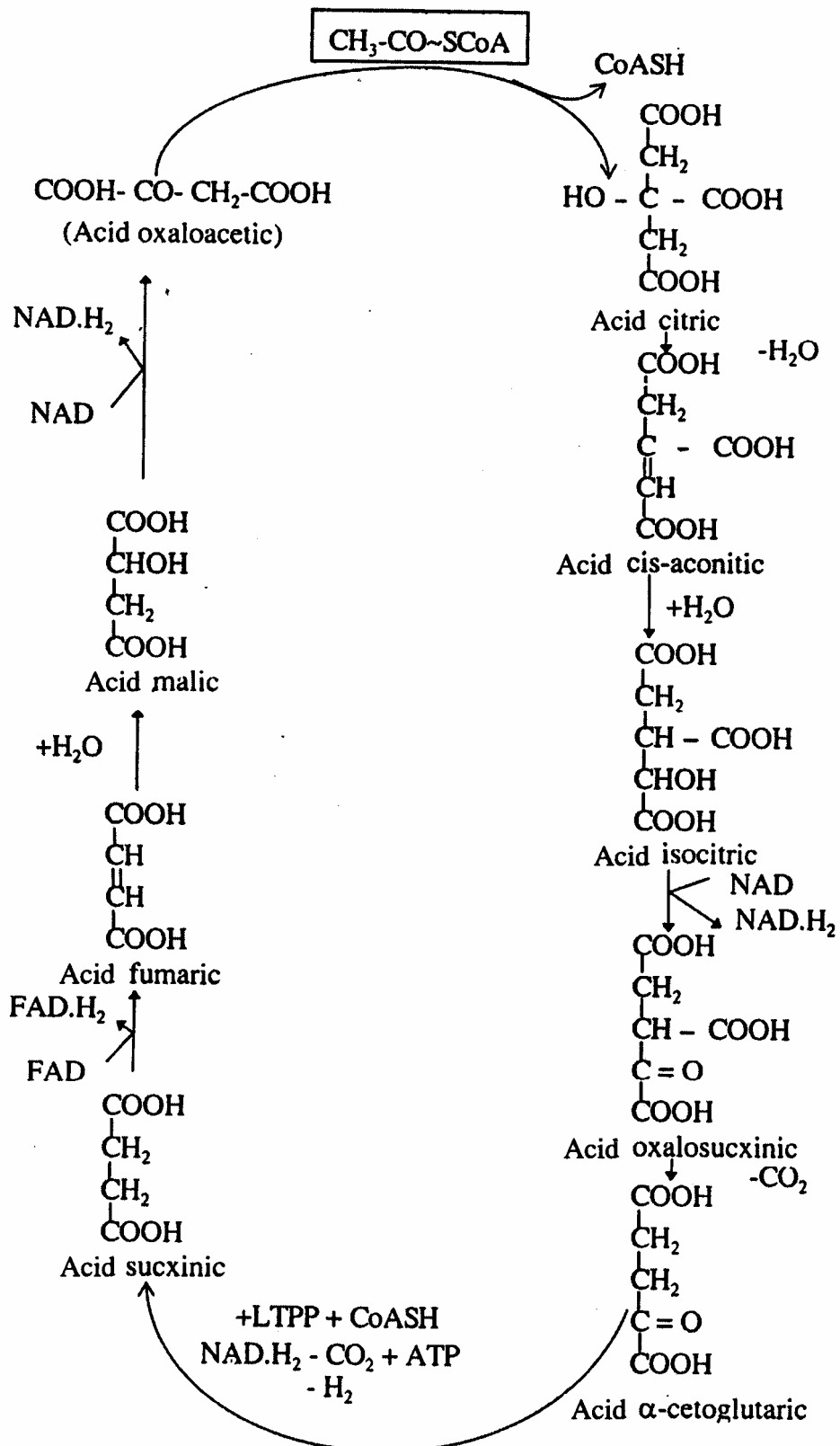


9/ Phản ứng oxy hoá acid malic nhờ enzym dehydrogenase yếm khí (nhóm ghép là NAD) thành acid oxaloacetic.



NAD.H<sub>2</sub> sẽ chuyển H<sub>2</sub> vào hệ thống phosphoryl-oxy hoá để khai thác năng lượng.

Như vậy qua 9 phản ứng ta thấy lại xuất hiện nguyên vẹn phân tử acid oxalacetic, chỉ có acid acetic hoạt động (Acetyl-CoA) được oxy hoá triệt để và thải ra ngoài dưới dạng CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O. Tóm tắt chu trình Krebs như sau:



### 10.4.2.3. Hiệu quả năng lượng

Cứ mỗi cặp điện tử tách khỏi cơ chất qua hệ thống phosphoryl - oxy hoá đến O<sub>2</sub> giải phóng 3ATP.

Glucose	$\xrightarrow{\text{Đường phân}}$	2 Acid lactic	3ATP
2 Acid lactic	$\longrightarrow$	2 Acid pyruvic: $2 \times 3\text{ATP} = 6\text{ATP}$	
2 Acid pyruvic	$\xrightarrow{-\text{CO}_2}$	2 Acetyl-CoA: $2 \times 3\text{ATP} = 6\text{ATP}$	
2 Acetyl-CoA	$\xrightarrow{\text{Chu trình Krebs}}$	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}: 2 \times 12\text{ATP} = 24\text{ATP}$	
<b>Tổng cộng:</b>			<b>39ATP</b>

Như ta biết: 1 phân tử gam glucose đốt cháy hoàn toàn đến  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  cho 688 Kcal, còn ở sinh vật oxy hoá 1 phân tử gam glucose cho 39ATP (tương đương 390kcal). Như vậy hiệu suất sử dụng là 55%, còn 45% toả ra môi trường làm nóng cơ thể.

#### 10. 4.2.4. ý nghw của chu trình Krebs

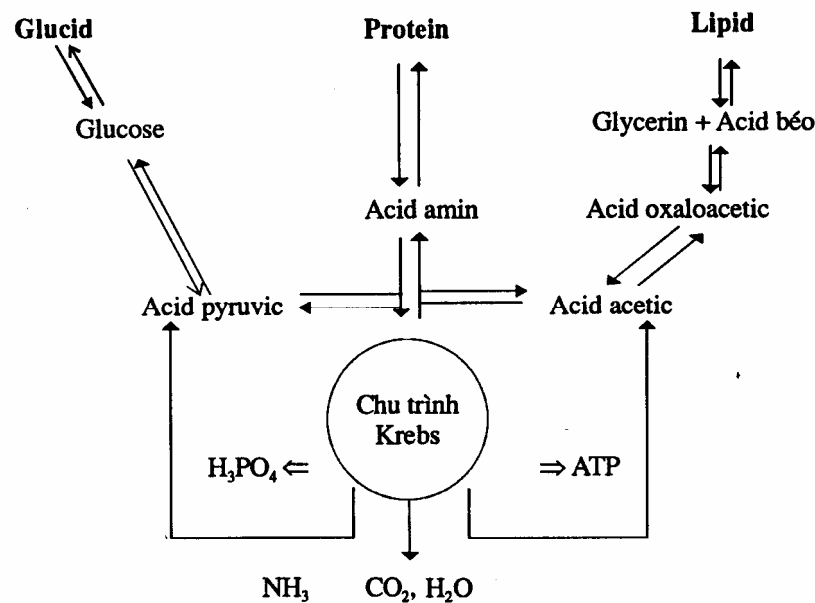
- Về mặt năng lượng: Chu trình Krebs là biểu hiện cụ thể của quá trình oxy hoá giải phóng năng lượng và quá trình phosphoryl- oxy hoá tích lũy năng lượng.

Hiệu quả năng lượng gần 55% là hiệu quả rất lớn. Chu trình Krebs là chu trình khai thác năng lượng lớn nhất của cơ thể. Quá trình này xảy ra ở ty lạp thể.

- Ý nghĩa chuyển hoá và tổng hợp chất

Chu trình Krebs là nơi gặp gỡ trung gian của nhiều quá trình trao đổi chất như chuyển hoá glucid, lipid, protein. Do đó các sản phẩm trung gian của chu trình Krebs có thể đi ngược lại để tổng hợp thành các sản phẩm glucid, lipid, protein.

Hay nói cách khác, thông qua chu trình Krebs các chất glucid, lipid, protein có thể chuyển hoá lẫn cho nhau.



## Chương 11

### QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI LIPID

#### 11.1. VAI TRÒ CỦA LIPID TRONG TRAO ĐỔI VẬT CHẤT

Lipid gồm nhiều loại như: dầu thực vật, lipid động vật và các chất giống lipid (lipoid). Đáng kể nhất là nhóm phosphatid và sterid. Đặc điểm của nhóm chất này là không hoà tan trong nước mà chỉ hoà tan trong các dung môi hữu cơ như: cồn, đê, benzen, cloroform...

Lipid đóng vai trò quan trọng trong đời sống của sinh vật.

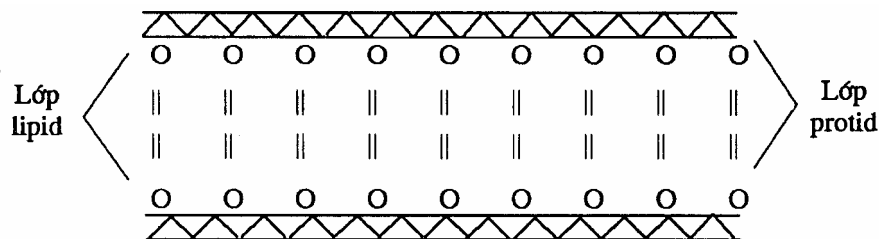
##### 11.1.1. Vai trò về năng lượng

Lipid chứa ở các mô lipid dưới da, trong lá lipid, phủ tạng... Nó là nguồn dự trữ năng lượng lớn nhất của cơ thể. Hàng ngày 25 - 30% nhu cầu năng lượng của cơ thể do lipid cung cấp.

Mỗi một gam lipid khi oxy hoá cơ thể thu được 9,3kcal, trong khi đó oxy- hoá 1 gam glucid hoặc 1 gam protein chỉ thu được 4,1kcal. Do đó người ta nói rằng cơ thể dự trữ năng lượng dưới dạng lipid là thông minh nhất vì nó tiết kiệm được khối lượng.

##### 11.1.2. Vai trò tạo hình

Chức năng quan trọng nhất của lipid là cấu tạo màng sinh vật (màng tế bào, màng ty lạp thể...). Trong màng sinh vật, lipid ở trạng thái liên kết với protein tạo thành hợp chất lipoprotein. Chính nhờ tính chất của hợp chất này đã tạo cho màng sinh vật có được tính thấm thấu chọn lọc, tính cách điện là những thuộc tính hết sức quan trọng của màng sinh vật.



Ngoài ra, lipid còn là dung môi hoà tan nhiều vitamin quan trọng như vitamin A, D, K, E. Cho nên khẩu phần thiếu lipid lâu ngày thì động vật dễ mắc bệnh thiếu vitamin kể trên.

Lipid ở dưới da của động vật có tác dụng đệm và giữ ấm cho cơ thể nhờ tích lipid và dẫn nhiệt kém. Đối với động vật ngủ đông, động vật di cư, các loại sâu kén lipid còn là nguồn cung cấp nước cho cơ thể, vì khi oxy hoá long lipid có 107 g nước được sinh ra.

Đối với công tác chăn nuôi và thú y, việc nghiên cứu sự chuyển hoá của lipid sẽ

giúp chúng ta hiểu được bản chất hoá học của việc vỡ béo gia súc, quá trình cải tạo tăng hàm lượng bơ trong sữa... đồng thời những hiểu biết này sẽ giải thích được các trạng thái bệnh lý như: ceton- huyết, ceton - niệu...

## **11. 2. SỰ TIÊU HÓA VÀ HẤP THỤ LIPID**

### ***11.2.1. Sự tiêu hoá lipid***

- Ở miệng thì không có sự tiêu hoá lipid vì không có enzym thuỷ phân lipase.

- Xuống đến dạ dày lipid cũng bị biến đổi rất ít vì lipid của thức ăn chưa được nhũ tương và enzym lipase của dịch vị cũng hoạt động yếu do chưa được hoạt hoá.

- Quá trình tiêu hoá lipid được thực hiện chủ yếu ở tá tràng và ruột non.

Lipid muốn được tiêu hoá được thì cần phải có 2 điều kiện:

+ Lipid được nhũ tương tức là ở trạng thái dễ bị tác động của enzym.

+ Enzym lipase phải được hoạt hoá.

#### ***11. 2.1.1. Vấn đề nhũ tương lipid***

Lipid không hoà tan trong nước cho nên enzym lipase khó thuỷ phân. Muốn tiêu hoá lipid, cơ thể phải chuyển chất này sang trạng thái gần với dung dịch hơn. Nhũ tương là loại dung dịch "giả" trong đó chất hoà tan bị phân tán đến kích thước hạt khoảng 0 5micron trở lên, nhưng ranh giới giữa hai pha vẫn phân rõ. Yếu tố giúp cho việc biến lipid thành những hạt nhũ tương là do acid mật của gan tiết ra (như acid coleic, acid litocolic, acid 7-desoxycolic...).

Muối của acid mật và acid béo hấp thụ lên bề mặt các hạt lipid thành một màng phân cách, hạn chế tác dụng liên kết của lực hút phân tử (tức là làm giảm sức căng bề mặt). Do đó khi đã vỡ nhỏ thì các hạt lipid khó tập hợp lại thành khối.

Ngoài ra, những nhóm chức ưa nước của phân tử acid (như OH, COOH...) sẽ bố trí mặt ngoài tạo thêm lớp vỏ thuỷ hoá xung quanh hạt lipid làm cho nó càng tăng sự phân cách hơn.

Tác động cơ học tạo nhũ tương được thực hiện bởi sự co bóp ruột non (nhu động ruột) Nhờ vậy mà lipid được trở thành nhũ tương bền.

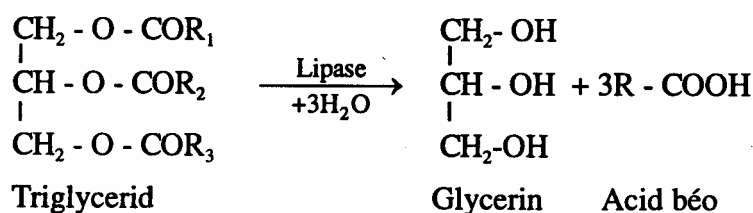
Mục đích của nhũ tương hoá là làm tăng diện tiếp xúc giữa enzym lipase và lipid và do đó tốc độ phản ứng cũng tăng lên hàng vạn lần.

#### ***11.2.1.2. Hoạt hoá enzym lipase***

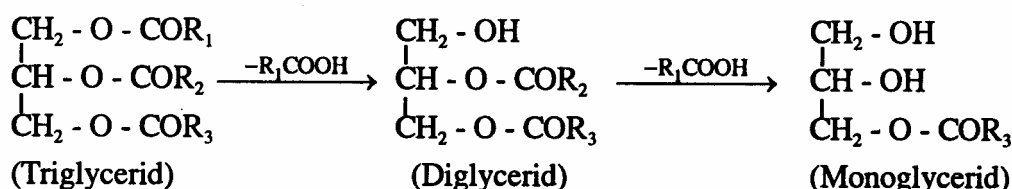
Lipase ở tá tràng có 2 nguồn gốc: lipase tuyến tụy và lipase niêm mạc ruột non. Chủ yếu nhất vẫn là lipase tuyến tụy tiết ra. Lúc đầu mới tiết ra nó ở dạng tiền enzym chưa hoạt động, sau đó được acid mật hoạt hoá thành dạng hoạt động.

Như vậy qua đây ta thấy mật đóng vai trò rất quan trọng đối với sự trao đổi lipid, nó tạo nhũ tương và hoạt hoá lipase.

Dưới tác dụng của enzym lipase lipid được phân giải thành glycerin và acid béo theo phản ứng sau:



Trong trường hợp thủy phân không triệt để, nó có thể thủy phân thành diglycerid hoặc monoglycerid.



### 11.2.2. Sự hấp thu lipid

Sản phẩm của quá trình tiêu hoá lipid là glycerin và acid béo. Các sản phẩm này được hấp thu qua vách ruột theo cách khác nhau.

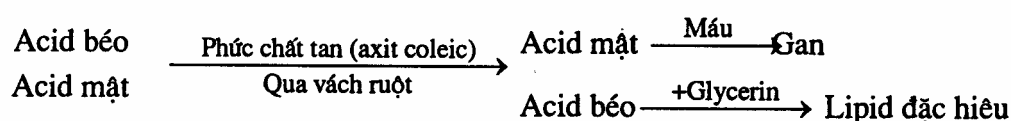
#### 11.2.2.1. Sự hấp thu glycerin

Glycerin hoà tan trong nước nên nó dễ dàng được hấp thu trực tiếp vào tế bào niêm mạc ruột giống như sự hấp thu các monosacand.

#### 11.2.2.2. Sự hấp thu acid béo

Acid béo không hoà tan trong nước nên muốn hấp thu được trước tiên nó phải được liên kết với acid mật tạo thành phức chất gọi là "acid coleic" hoà tan và được hấp thu qua tế bào vách ruột hoặc thụ động hoặc phần lớn theo nguyên tắc ẩm bào.

Sau khi vào tế bào thành ruột, acid mật tách khỏi acid béo. Acid mật đi vào hệ tĩnh mạch trở về gan, còn acid béo cùng với glycerin tổng hợp thành lipid đặc hiệu.



Lipid đặc hiệu được hình thành ở tế bào niêm mạc ruột 70% sẽ đi vào ống lâm ba của nhung mao, rồi tập trung dần đến ống lâm ba ngực để đổ vào tĩnh mạch ruột và đến tĩnh mạch cửa gan. ở gan lipid có thể bị oxy hoá để cung cấp năng lượng cho cơ thể hoặc dẫn về các mô dự trữ như mô mỡ dưới da, mô dây treo tràng... tích lũy lại thành lipid dự trữ. Nhưng nói chung bất cứ lipid nào trước khi đem sử dụng (oxy hoá cung cấp năng lượng) cũng đều trải qua giai đoạn tích lũy khoảng 3 - 5 ngày, cho nên ta thấy mô mỡ luôn luôn biến đổi.

Còn 30% lipid được ngấm trực tiếp vào máu về tĩnh mạch cửa, loại lipid này được chở đến các mô mỡ tích lũy lại.

## 11.3. SỰ CHUYỂN HÓA LIPID

### 11.3.1. Sự oxy hoá lipid

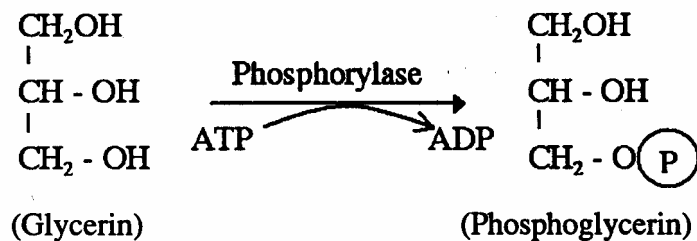
Khi cơ thể cần lấy năng lượng thì enzym lipase sẽ phân giải lipid ở các mô dự trữ thành glycerin và acid béo.

Glycerin và acid béo sẽ được đưa về gan và được oxy hoá theo 2 cách khác nhau đến  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  Và giải phóng năng lượng triệt để.

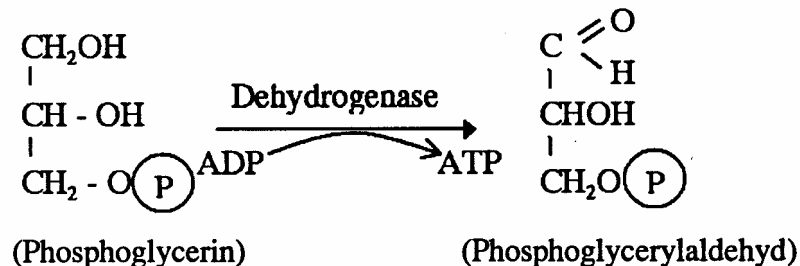
#### 11.3.1.1. Sự oxy hoá glycenn

Glycerin được phân giải theo kiểu của glucose. Nhiều thí nghiệm đã chứng minh rằng glycogen có thể tổng hợp từ glycerin.

Quá trình bắt đầu bằng sự phosphoryl-hoá glycerin nhờ ATP và enzym phosphorylase đặc hiệu:



Phosphoglycerin bị oxy hoá thành phosphoglyceraldehyd.



Sau đó phosphoglyceraldehyd sẽ được chuyển hoá tiếp tục như từ giai đoạn 6 của quá trình đường phân.

Sản phẩm cuối cùng là acid acetic hoạt động (Acetyl-CoA) có thể sẽ đi vào chu trình Krebs hoặc sẽ đi vào các quá trình tổng hợp khác của cơ thể.

Nhưng vì phân tử lipid gồm chủ yếu là phần acid béo nên xét về mặt năng lượng acid béo chiếm vai trò quan trọng hơn, glycerin chỉ cung cấp 1/125 đến 1/25 số năng lượng của phân tử lipid.

#### 11.3.1.2. Sự oxy hoá acid béo

Acid béo được oxy hoá là các acid béo no và có số carbon chẵn. Acid béo chưa no trước khi đem oxy hoá sẽ được chuyển thành dạng bão hoà hydro. Dạng acid béo không bão hoà nghiên cứu chưa được nhiều.

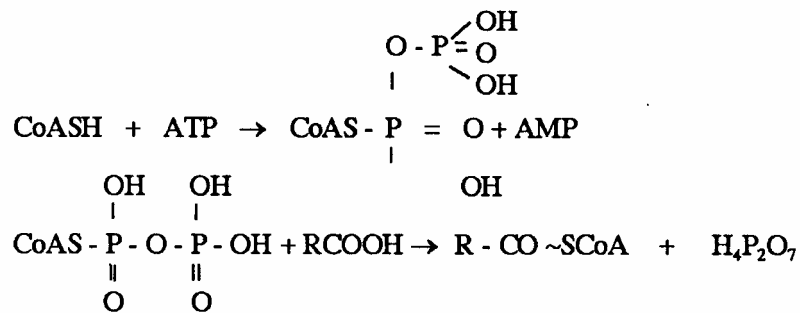
Quá trình oxy hoá acid béo được tiến hành ở gan. Quá trình này được Kơ-nốp

người Đức (Knoop, 1904) nghiên cứu và hoàn chỉnh gọi là *quá trình ~oxy hoá lipid*.

Kơ-nốp đã chú ý tới số carbon chẵn của acid béo. ông đã thí nghiệm cho chó ăn các acid béo chứa số carbon chẵn và lẻ được đánh dấu bằng nhóm phenyl ở vị trí CH<sub>3</sub>. Trong quá trình chuyển hoá, nhóm phenyl không bị phá hủy có thể tìm lại trong nước tiểu. Bằng cách đó, ông đã chứng minh được giả thiết của mình. ông nhận thấy rằng: trong lúc chuyển hoá ở cơ thể động vật, acid béo bị đứt thành từng đoạn 2 carbon.

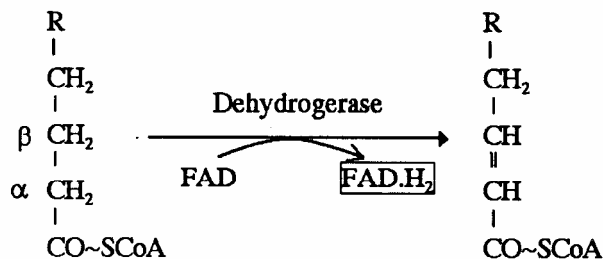
Các bước của quá trình oxy hoá acid béo như sau:

1/ Lipid béo được hoạt hoá nhờ ATP và coenzym acyl-hoá

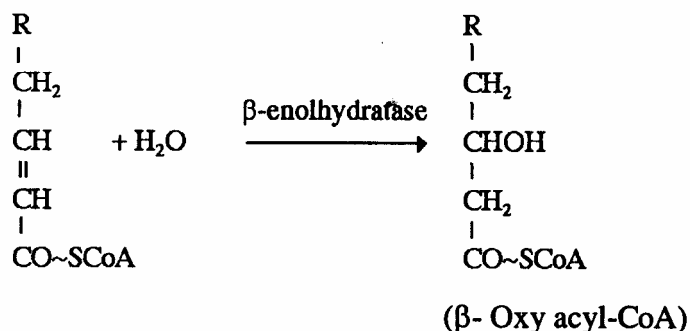


(Acid béo hoạt hóa) (Pyrophosphat)

2/ Phản ứng oxy hoá được thực hiện bởi enzym dehydrogenase hiếu khí có nhóm ghép là FAD biến acid béo sang dạng không bão hoà. Vị trí lấy H<sub>2</sub> là carbon α và β.

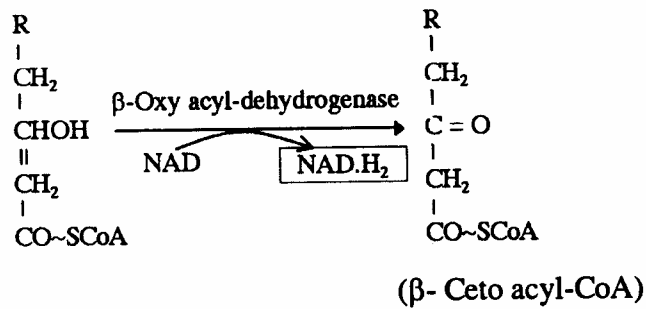


3/ Phản ứng ghép nước dưới tác dụng của enzym thuộc nhóm hydratase như β-enolhydratase vào vị trí C<sub>β</sub>.

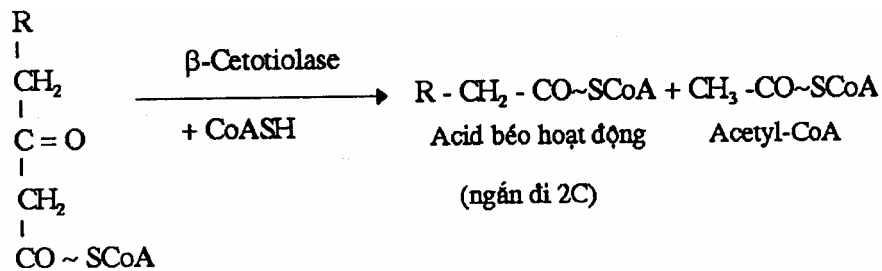


4/ Phản ứng oxy hoá oxy acid ở vị trí ,6 nhờ enzym dehydrogenase nhóm ghép là NAD biến oxy acid thành β-cetoacid (cho nên quá trình này mang tên quá trình y hoá).





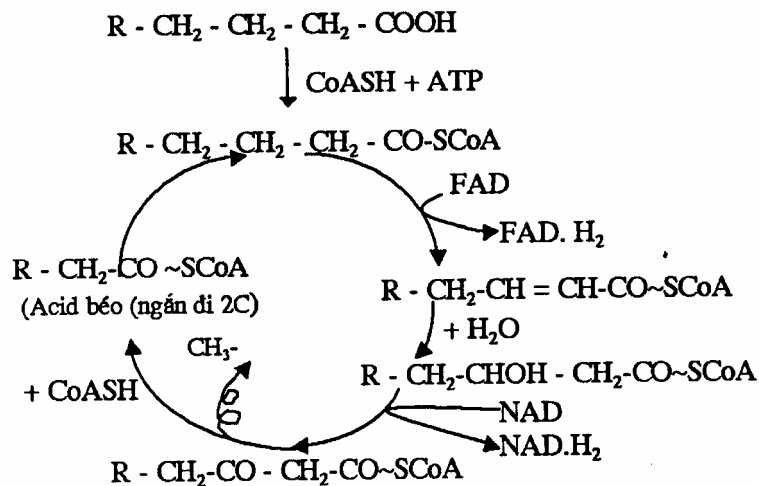
5/ Enzym,  $\beta$ -cetotiolase (nhóm ghép là COASH) sẽ cắt ~cetoacid trên một đoạn 2 carbon thành acid acetic hoạt động (tức acetyl-CoA) và 1 acid béo hoạt động ngắn đi 2 carbon.



Như vậy sau 5 phản ứng của quá trình oxy hoá, acid béo được phân thành 1 acid acetic hoạt động và 1 acid béo ngắn đi 2C.

Quá trình  $\beta$  - oxy hoá lại tiếp tục nhưng vì ở đây phân tử acid béo đã ở dạng hoạt hoá (acyl-CoA) nên từ vòng thứ hai trở đi sẽ bắt đầu ngay từ phản ứng thứ 2.

Sơ đồ tóm tắt của quá trình  $\beta$  - oxy hoá acid béo như sau:



Hiệu quả năng lượng của quá trình  $\beta$  - oxy hoá acid béo:

Năng lượng thu được của quá trình  $\beta$  - oxy hoá acid béo là rất lớn. Hai cặp  $\text{H}_2$  go FAD và NAD đưa vào hệ thống phosphoryl - oxy hoá sẽ đủ năng lượng tạo ra 5ATP. Còn acetyl-CoA được hình thành sau mỗi vòng cắt đem oxy hoá trong chu trình Krebs cho 12ATP.

Ví dụ:  $\beta$  - oxy hoá acid palmitic (16C) ta có:

Sau 7 vòng  $\beta$  - oxy hoá sẽ có 8 acetyl-CoA hình thành. Hiệu quả năng lượng là:

$$8 \text{ acetyl-CoA} \times 12 \text{ ATP} = 96 \text{ ATP}$$

$$7 \text{ vòng oxy hoá} \times 5 \text{ ATP} = \underline{35 \text{ ATP}}$$

$$131 \text{ ATP}$$

Nếu đem trừ đi 1 ATP tiêu tốn cho giai đoạn đầu tiên của vòng cắt thứ nhất để hoạt hoá acid béo thì số 130 ATP sinh ra sau khi oxy hoá acid palmitic vẫn là một con số rất lớn.

### 11. 3.1.3. Vai trò của gan trong quá trình chuyển hoá lipid

Gan đóng vai trò chủ yếu trong chuyển hoá lipid. Bởi vì các quá trình oxy hoá lipid chủ yếu xảy ra ở gan, còn ở các mô bào khác quá trình oxy hoá lipid hầu như không đáng kể.

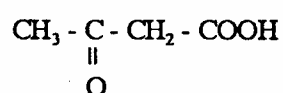
Khi cơ thể thiếu glucid, lượng lipid ở gan tăng lên rõ rệt. Nếu trong những trường hợp bị bệnh đau gan hoặc gan bị trúng độc phospho, tetraclorua carbon... thì các acid béo đi về gan sẽ không được oxy hoá. Lipid bị ứ đọng tại gan, biến gan thành "gan béo". Trong những trường hợp như vậy người ta thường phải bổ sung vào khẩu phần các chất tiêu mỡ như se rin, methionin...

Ngoài ra, như chúng ta đã trình bày ở trên gan là cơ quan sản sinh ra các acid mật, là yếu tố nhũ tương hoá lipid và hoạt hoá lipase. Vì vậy, khi quá trình tiết mật kém, sự tiêu hoá và hấp thu lipid bị đình trệ. Lipid không được tiêu hoá sẽ theo phân ra ngoài.

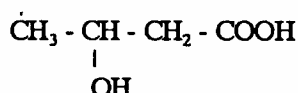
### 11. 3.1.4. Sản phẩm của quá trình $\beta$ - oxy hóa. Sự hình thành thể ceton

Trong quá trình  $\beta$  - oxy hoá acid béo, lượng acetyl-CoA được tạo ra rất nhiều. Bản thân tế bào gan chỉ sử dụng một ít acetyl-CoA cho nhu cầu của mình, nên phần lớn acetyl-CoA được đưa tới các mô bào khác để sử dụng. Thể ceton là dạng chuyển hoá trung gian của acetyl-CoA.

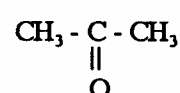
Thể ceton là tên gọi trong chẩn đoán lâm sàng của nhóm gồm 3 chất: acid acetoacetic; acid hydroxy butyric và aceton.



(Acid acetoacetic)

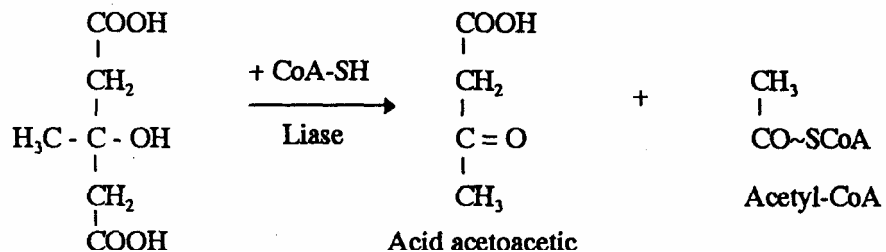
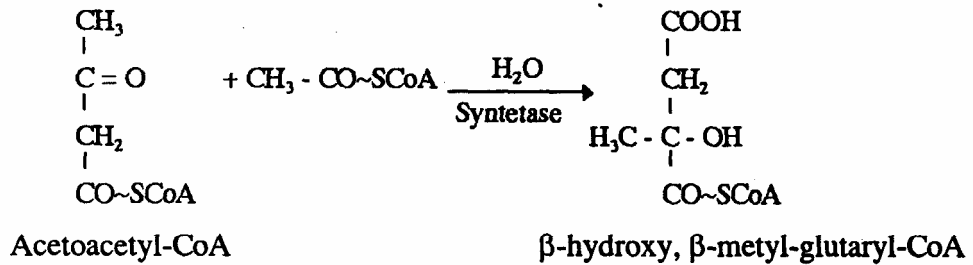
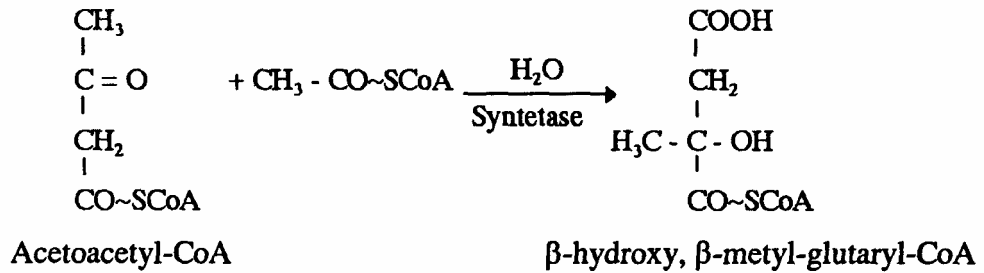
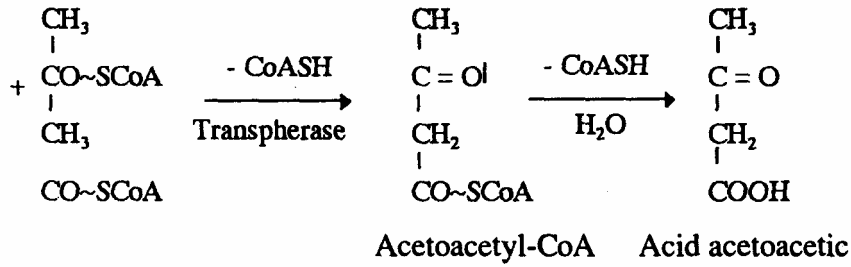


(Acid  $\beta$ -hydroxybutyric)



(Aceton)

Quá trình tạo ra thể ceton như sau:



70 - 80% thể ceton trong máu tồn tại ở dạng acid  $\beta$ -hydroxybutyric. Trong trường hợp rối loạn chuyển hoá nặng, khi hàm lượng acid acetoacetic quá cao, một phần chất này có thể bị mất đi  $\text{CO}_2$  tạo thành aceton.

Aceton là chất dễ bay hơi và được bài tiết ra ngoài qua nước tiểu và hơi thở. Như vậy, thể ceton là những chất chuyển hoá bình thường của cơ thể động vật, chúng chỉ trở nên nguồn gốc gây chứng toan huyết khi được sản sinh quá nhiều do điều tiết chuyển hoá glucid và lipid bị rối loạn.

Việc tách và giữ lại gan các nhóm ghép  $\text{COA-SH}$  có ý nghĩa lớn cho gan khỏi bị thiếu chất này.

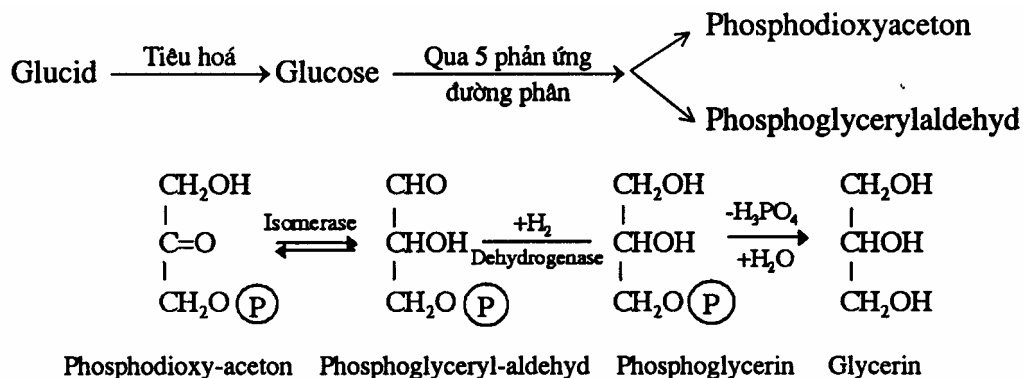
### 11.3.2. Sự tổng hợp triglycerid

Nguyên liệu để tổng hợp triglycerid là glycerin và acid béo. Hai chất này không nhất thiết phải từ lipid thức ăn đưa vào mà còn bắt nguồn từ glucid, protein. Bởi vì khi nghiên cứu các quá trình oxy hoá ta thấy có nhiều giai đoạn giống nhau như giai đoạn

chuyển tiếp giữa trao đổi glucid, lipid và protein.

### 11.3.2.1. Sự tổng hợp glycenn

Glycerin được tạo nên từ sản phẩm của quá trình phân giải glucose. Cho nên nguồn gốc chủ yếu của nó là nguồn glucid thức ăn.

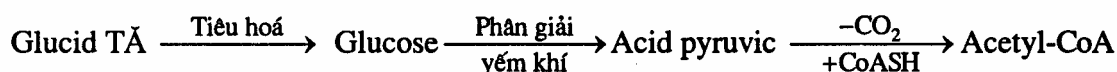


Quá trình này được nhiều enzym xúc tác như isomerase, dehydrogenase với nhóm ghép NAD, phosphatase...

### 11.3.2.2. Sự tổng hợp acid béo theo vòng xoắn Linen - Waykins

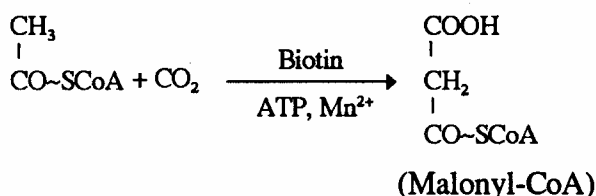
Acid béo được tổng hợp nên từ các phân tử acetyl-CoA theo kiểu vòng xoắn do Linen-waykins nghiên cứu nên được gọi là vòng xoắn Linen-waykins.

Đơn vị cấu tạo nên acid béo là acid acetic hoạt động (tức là acetyl-CoA). Nguồn gốc của acid này có thể từ nhiều chất (lipid, acid amin...) nhưng quan trọng nhất và có ý nghĩa thực tiễn nhất là từ glucid. Đó cũng chính là cơ sở khoa học của việc vỗ béo gia súc bằng tinh bột.

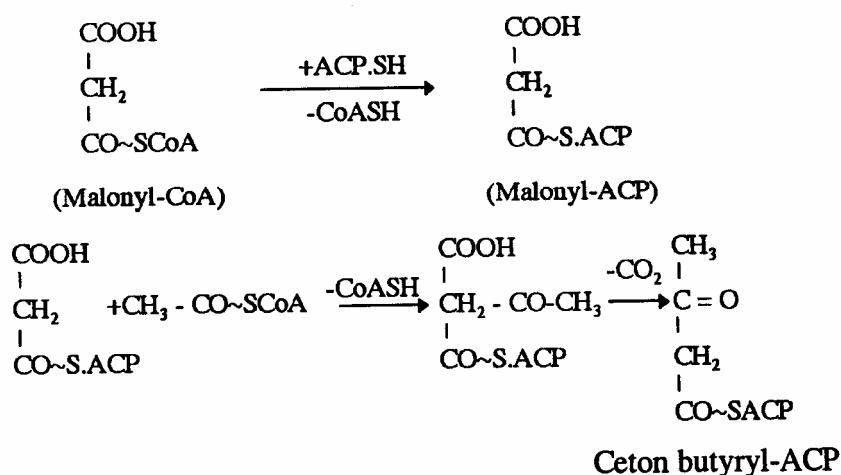


Theo Linen - Waykin, quá uul tổng hợp acid béo được tiến hành qua 3 giai đoạn:

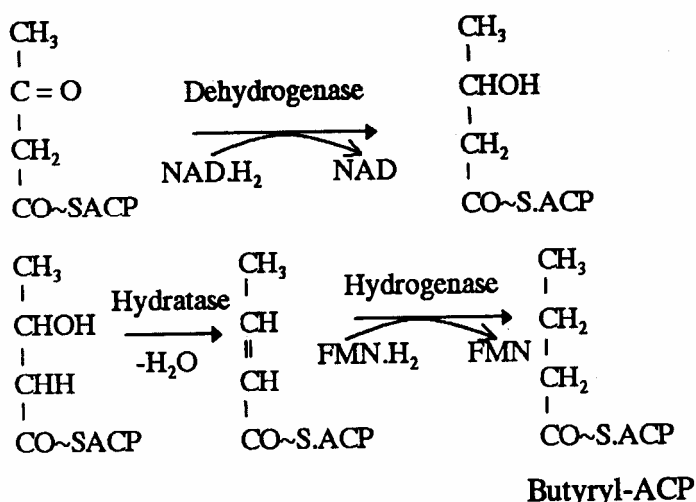
1/ Hoạt hoá acetyl-CoA tạo thành malonyl-CoA thực hiện bởi enzym carboxylase có nhóm ghép là thoãn (vitamin H) và có sự tham gia của ATP, Mn<sup>2+</sup>.



2/ Hai acyl-CoA liên kết với nhau nhờ enzym syntetase. Linen gọi đó là enzym ACP (acyl - carrier - protein).



3/ Quá trình tạo butyryl-ACP



Phân tử butyryl-ACP (4C) lại kết hợp với một phân tử acetyl-CoA (đã qua giai đoạn malonyl-CoA) theo các phản ứng như trên để tạo thành phân tử capronyl-ACP (6C). Cứ như vậy mà phân tử acid béo qua một vòng xoắn sẽ được nối dài thêm 2 carbon.

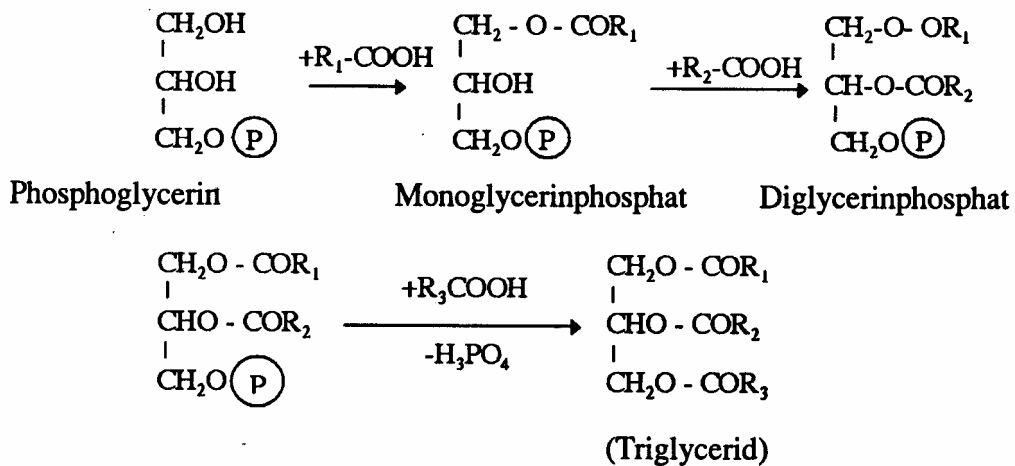
Đặc điểm của các phân tử acetyl-CoA tham gia tổng hợp acid béo là nó đều qua giai đoạn malonyl-CoA. Quá trình này xảy ra ở bào tương trên màng ty lạp thể. Trong cơ thể động vật gần 70 - 80% acid béo ban đầu được tổng hợp dưới dạng palmityl-CoA (16C). Sau đó tùy theo nhu cầu của tế bào, từ acid béo này sẽ được chế biến thành các acid béo khác. Việc xử lý này được tiến hành ở hai vị trí:

Nếu đòi hỏi nối dài thêm phân tử acid béo thì palmityl-CoA được đưa vào ty lạp thể ở đó nó được nối dài bởi các acetyl-CoA.

Nếu trở thành các acid béo không bão hoà hoặc 'thấp phân tử' thì nó được chuyển vào tiểu thể microsomal để xử lý oxy hoá.

Sau khi có glycerin ở trạng thái hoạt hoá, quá trình gắn acid béo thực hiện từng

phân tử lần lượt và tạo thành các sản phẩm: mono-, di-glycerid phosphat và cuối cùng mới tạo thành triglycerid.



#### 11. 4. SỰ CHUYỂN HÓA LIPOID

Lipoid gồm nhiều đại diện khác nhau, nhưng người ta mới nghiên cứu kỹ hai loại là phosphatid và steroid. Hai loại này tham gia vào nhiều vào quá trình trao đổi vật chất của cơ thể.

##### 11.4.1. Sự chuyển hoá của phosphatid

Phosphatid chiếm vị trí quan trọng trong quá trình chuyển hoá lipid và protein cụ thể là xúc tiến việc hấp thu lipid ở vách ruột. Có người cho rằng lipid được phosphoryl hoá qua giai đoạn lập phosphatid. Cũng có người cho rằng phosphatid cần cho sự trao đổi chất ở vách ruột để đủ năng lượng dùng vào việc hấp thu.

Phosphatid tham gia vào vận chuyển lipid và acid béo ở cơ thể. Khi máu nhận nhiều lipid và acid béo thì đồng thời hàm lượng phosphatid huyết tương cũng tăng lên. Trạng thái này còn gặp khi động vật bị đói, tức là lúc cơ thể phải huy động lipid dự trữ vào nhu cầu năng lượng. Khi lipid liên kết với phosphatid hoạt tính hoá học của chúng đối với enzym sẽ cao hơn. Điều này giải thích hiện tượng "gan béo" khi cơ thể thiếu phosphatid (vì thiếu choán và methionin).

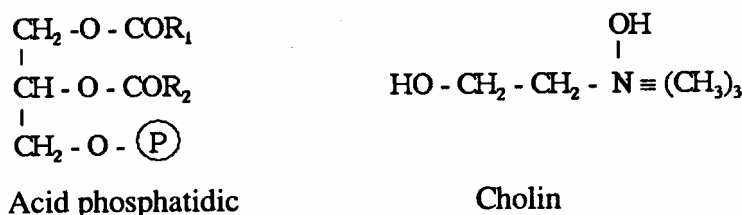
Cơ thể động vật có khả năng tổng hợp phosphatid từ các nguyên liệu đơn giản như glycerin, acid béo, acid phosphoric, choán, serin, etanolamin... Phosphatid được tổng hợp chủ yếu ở gan, não, cơ, vách ruột non.

Các đại diện phosphatid thường gặp như lexitin, cephalin, serinphosphat, được phân giải và tổng hợp tương tự nhau. Ta lấy lexitin làm thí dụ.

##### 11.4.1.1. Sự phân giải lexitin

Enzym phân giải lexitin là lexitinase A và B, phosphatase. Lexitin bị lexitinase A tách đi một acid béo thành dạng lisolexitin có tác dụng dung huyết. Sau đó lexitinase B tách nốt acid béo thứ hai. Cả hai enzym này đều có ở tế bào động vật.

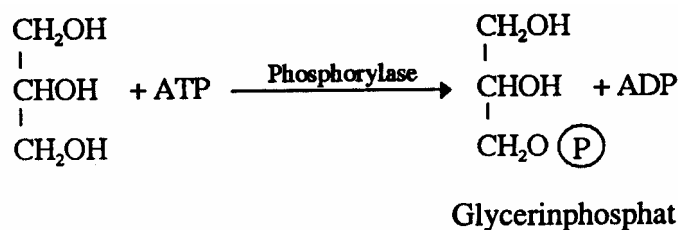
Nếu sự phân giải bắt đầu bởi phosphatase thì nhóm cholin-phosphat sẽ bị tách ra trước khi lexitin mất nhóm azot-cholin, nó sẽ thành acid phosphatidic.



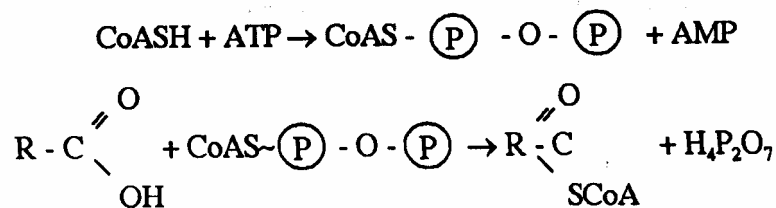
#### 11.4.1.2. Sự tổng hợp Lexitin

Quá trình tổng hợp lexitin như sau:

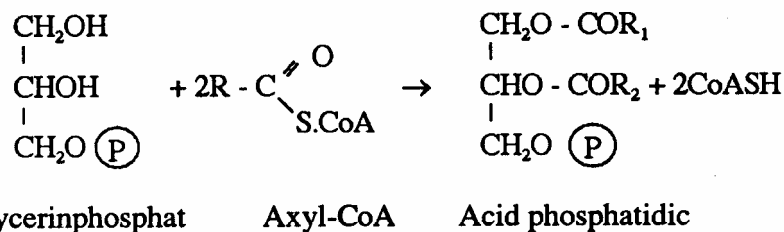
+ Hoạt hoá glycerin với ATP nhờ phosphorylase.



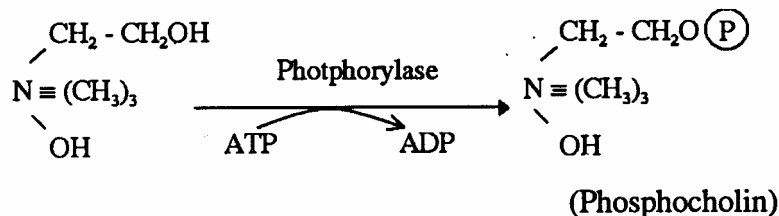
+ Dưới tác dụng của ATP và CoASH, acid béo được hoạt hoá và biến thành dạng acyl-CoA.



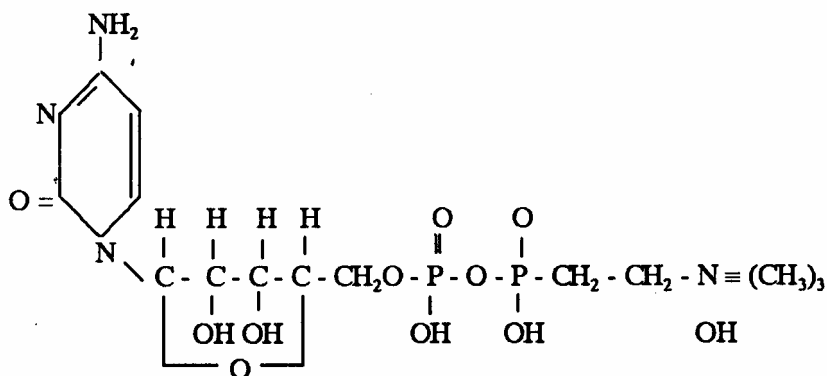
+ Liên kết giữa glycerinphosphat và 2 acyl-CoA tạo thành acid phosphatidic.



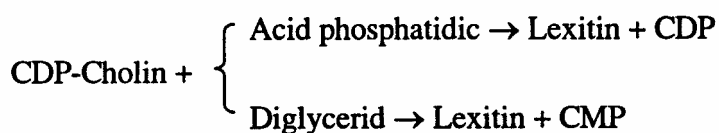
+ Cholin được hoạt hoá bởi ATP và phosphorylase đặc hiệu:



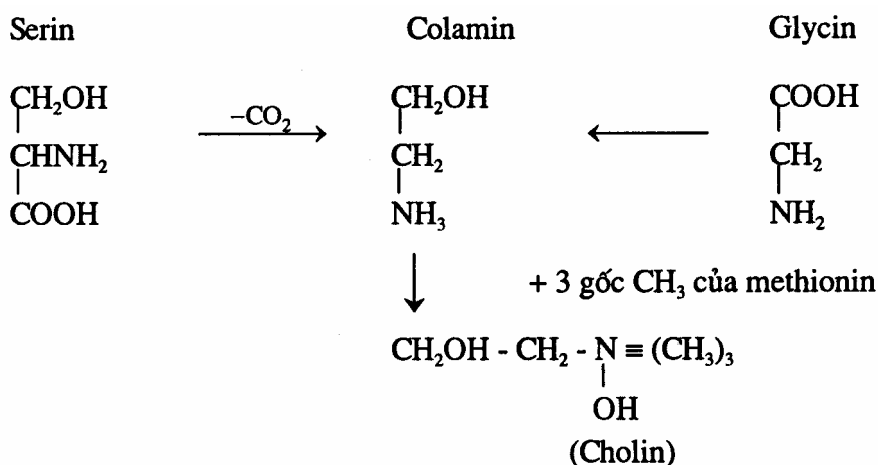
+ Phosphocholin sẽ liên kết với citidintriphosphat (CrP) để tạo thành Citiônôphospho-cholin (cDP-cholin) và pirophosphat. Chỉ ở trạng thái này choán mới dễ liên kết vào acid phosphatidic hoặc diglycerid để tạo thành lexitin.



CDP-Cholin



Ở đây choán được tổng hợp từ se rin, glycin và methionin. Điều này nói lên tầm quan trọng của các acid amin đó đối với việc tiêu hoá lipid.



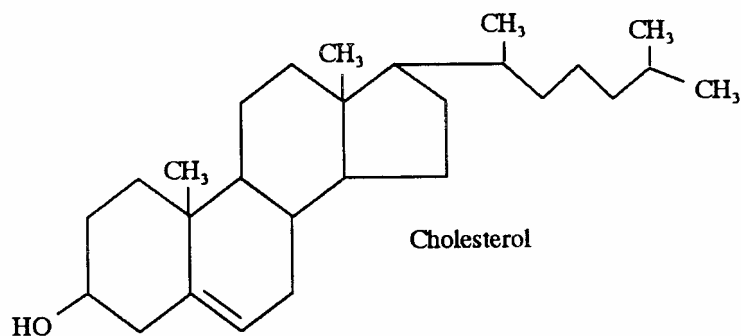
#### 11.4.2. Sự chuyển hoá của steroid

Đại diện chủ yếu của nhóm lipid này là cholesterol và cholesterit tức là este của cholesterol và acid béo.

Cholesterol có nhiều trong mô bào động vật và sinh vật khác. Trong máu động vật hàm lượng của nó có thể có từ 150 - 250mg%.

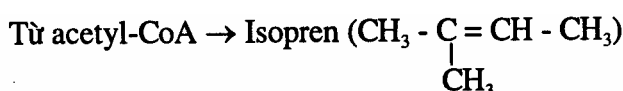
Sơ đồ công thức của cholesterol:



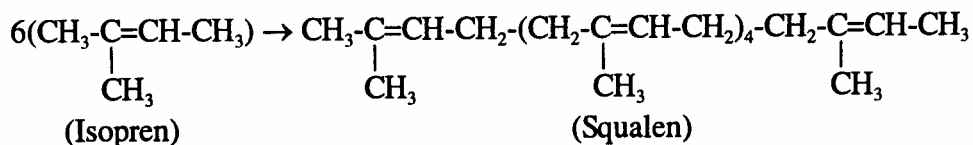


#### 11. 4.2.1. Sự tổng hợp cholesterol

Theo tài liệu của Bloch (1944), cholesterol được tổng hợp từ các acetyl-CoA. Quá trình tổng hợp diễn ra khá dễ dàng ở nhiều mô:



Sau đó 6 isopren liên kết lại với nhau tạo thành chuỗi squalen:



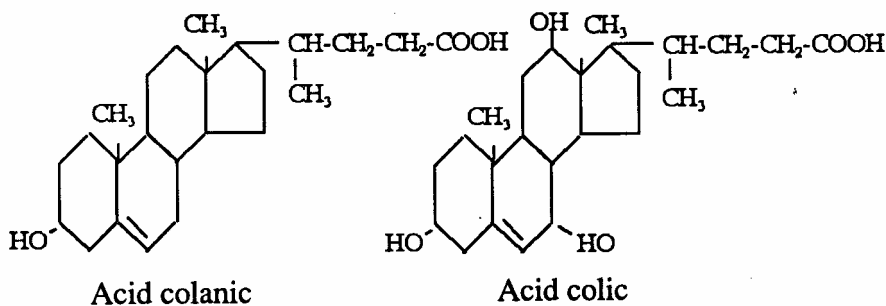
Cuối cùng chuỗi squalen sẽ gấp khúc thành cholesterol. Mặc dầu cơ chế gấp khúc của squalen chưa rõ song người ta biết được công thức của cholesterol như trên.

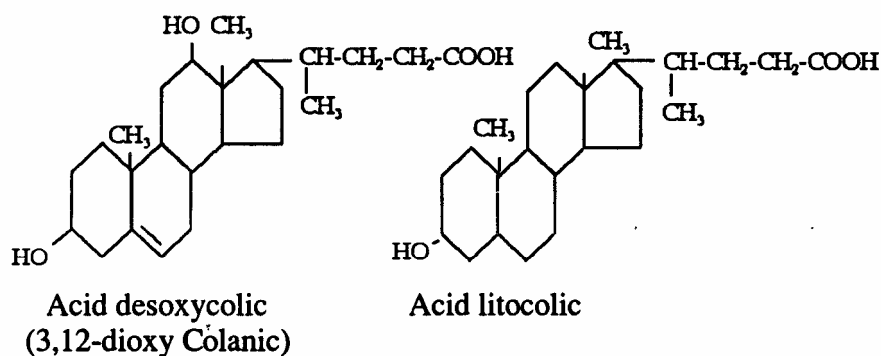
#### 11.4.2.2. Sự chuyển hoá của cholesterol

Cholesterol trong quá trình chuyển hoá sẽ biến thành nhiều hoạt chất sinh học hoặc sẽ thải theo mật và qua vách ruột già. Một lượng nhỏ có thể đưa ra theo mỡ nhờn của da. Từ cholesterol chuyển hoá cho ra các sản phẩm sau:

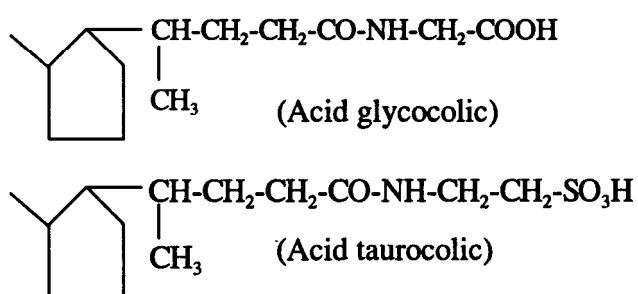
\* Các hormon thuộc nhóm steroid như các hormon sinh dục và nhóm corticosteroid (hom lon tuyến thượng thận): androsterol (ở con đực), estrogen (ở con cái), corticosterol (tuyến thượng thận).

\* Các acid mật ở gan: acid mật do cholesterol tạo ra gồm có: acid colanic, acid colic acid desoxycolic, acid litocolic...



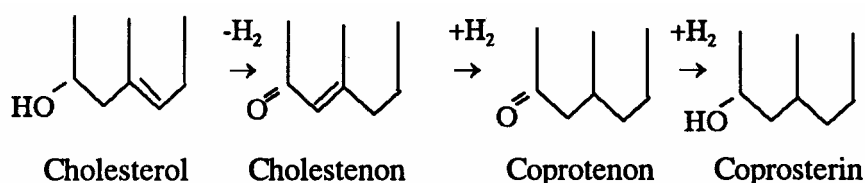


Trong mật các acid trên thường liên kết với glycine và taurine qua mạch  $-CO-NH-$  thành acid glycocholic và acid taurocholic.

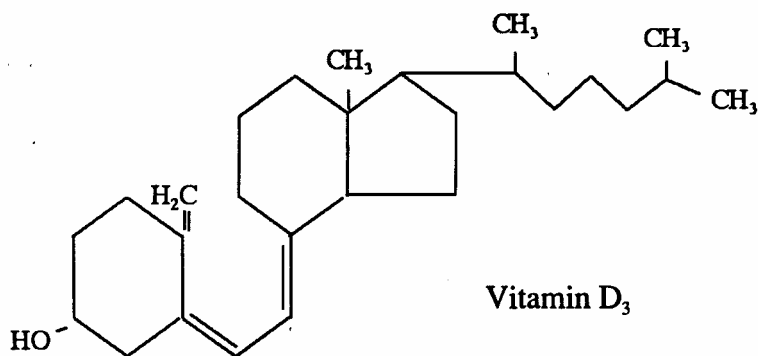


Những acid đó là dạng bài tiết của cholesterol, chúng có tác dụng kích thích enzym lipase, nhũ tương hoá lipid của thức ăn và xúc tiến sự thẩm thấu acid béo qua vách ruột.

Một phần cholesterol qua ruột già thải theo phân ra ngoài. ở ruột già, do tác dụng oxy hoá khử của vi khuẩn nó biến thành coprosterin màu vàng - màu đặc trưng của phân.



\* Cholesterol ở dưới da (dạng 7 - dehydrocholesterol) dưới tác dụng của tia tử ngoại ( $\lambda = 260 \text{ m}\mu$ ) bị phân hoá mở mạch 9-10 tạo thành vitamin  $D_3$ .



Ở cừu một phần cholesterol được bài tiết dưới dạng chất nhờn của chân lông.

### 11. 5. CƠ CHẾ ĐIỀU CHỈNH QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI LIPID

Sự chuyển hoá lipid ở cơ thể động vật chịu sự điều chỉnh của hai hệ thống: thần kinh và thể dịch.

### **11.5.1. Điều chỉnh của thần kinh**

Khi hệ thần kinh giao cảm - Sympathicus bị kích thích, quá trình phân giải lipid tiến hành mạnh.

Khi hệ thần kinh phó giao cảm hưng phấn, lipid tích lũy nhiều hơn. Theo nhiều tài liệu thì loại hình thần kinh có tác dụng rất rõ đối với quá trình tích lũy lipid.

### **11.5.2. Điều chỉnh của hormon**

\* *Hormon lipocain*: Được sinh ra ở ống dẫn tuyến tụy, có tác dụng xúc tác sự oxy hoá lipid ở gan, chống hiện tượng "gan béo".

\* *Hormon vỏ tuyến thượng thận*: Cortizol, desoxy-corticosterol và hormon tuyến yên như adenocortico-tropin cũng có tác dụng gián tiếp gây tích lũy lipid thông qua trao đổi glucid.

\* *Hormon tuyến sinh dục cũng ảnh hưởng tới sự tích lũy lipid*.

Ví dụ: trong chăn nuôi việc thiếu gia súc là làm giảm quá trình oxy hoá lipid.

Sự chuyển hoá lipid có liên quan mật thiết với quá trình chuyển hoá đường bột. Khi nguồn đường bột của cơ thể bị giảm sút hoặc bị bệnh đường niệu thì việc chuyển hoá lipid được tăng cường để bổ sung phần năng lượng. Acid béo phân giải mạnh sẽ tạo ra nhiều acetat, acetoacetat, cetoacid. Đó là những thể ceton. Bình thường hàm lượng thể ceton khoảng 1-2%. Nhưng khi cơ thể suy nhược phải dùng lipid làm chất cho năng lượng chủ yếu thì hàm lượng thể ceton trong máu tăng lên tới 200 - 300%.

Loại chất này kém oxy hoá nên tích lũy lại nhiều gây ra hiện tượng ceton - huyết.

Hậu quả của ceton- huyết là ceton - niệu, tức là nước tiểu chứa nhiều thể ceton.

Thể ceton gây cho cơ thể trạng thái toan huyết và làm rối loạn quá trình sinh hoá học của cơ thể. Con bệnh thường chết trong trạng thái hôn mê.

Đối với bò sữa cao sản cũng thường dễ xảy ra tình trạng này nếu nuôi dưỡng không đúng kỹ thuật.

Khi cơ thể mắc một số bệnh đường tiêu hoá như bệnh gan, tắc mật... thì sự hấp thu lipid bị trở ngại và kèm theo các bệnh thiếu vitamin A, D, K, E.

## **Chương 12**

### **QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI PROTEIN**

#### **12.1. VAI TRÒ CỦA PROTEIN TRONG QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT**

Quá trình trao đổi protein chiếm vị trí chủ đạo trong bất kỳ quá trình sống nào, vì mọi hiện tượng sinh trưởng, phát dục của bất kỳ sinh vật nào cũng liên quan với quá trình trao đổi protein.

Trong cơ thể sống, protein có các vai trò chính sau đây:

##### **12.1.1. Vai trò tạo hình**

Đó là vai trò chính của sự chuyển hoá protein. Các chất protein khi vào đường tiêu hoá được các enzym phân giải thành các polypeptid và các acid amin. Những chất này được máu đưa tới các cơ quan tổng hợp nên các chất có hoạt tính sinh học cao như enzym, hormon, kháng thể... Đặc biệt là enzym có tầm quan trọng lớn vì nó xúc tác vô số các phản ứng sinh hoá học trong cơ thể.

Protein còn dễ dàng liên kết tạm thời với các chất có nguồn gốc khác nhau như lipid, glucid, các acid hữu cơ... Chúng có những tính chất hoàn toàn mới và rất quan trọng. Khi chúng phân giải thành chất cũ thường chúng có hoạt tính cao hơn để tham gia vào các phản ứng của cơ thể.

##### **12.1.2. Vai trò xúc tác sinh học**

Hầu hết các quá trình trao đổi chất đặc trưng đối với cơ thể sống đều được tiến hành dưới tác dụng xúc tác bởi những chất có hoạt tính sinh học đặc biệt, đó là các enzym. Mà như chúng ta đã biết bản chất hoá học của enzym là protein.

##### **12.1.3. Vai trò điều hoà trao đổi chất**

Một số peptid hoặc protein có khả năng tăng cường hoặc kìm hãm hoạt động của enzym, tham gia điều hoà tốc độ và sự cân bằng các quá trình sinh học trong cơ thể. Ví dụ các hormon glucagon và adrenalin tăng cường chuyển hoá glycogen thành glucose thông qua adenylatxylase, AMP vòng và phosphorylase.

##### **12.1.4. Vai trò vận chuyển các chất**

Ví dụ hemoglobin vận chuyển khí, transferin vận chuyển sắt, cytocrom vận chuyển điện tử...

##### **12.1.5. Vai trò co duỗi và vận động**

Protein cấu trúc hình sợi tạo thành các tế bào cơ bắp, cơ trơn có khả năng co duỗi và giúp cho quá trình vận động.

##### **12.1.6. Vai trò bảo vệ**

Cơ thể sinh vật có khả năng tổng hợp những protein đặc hiệu (các kháng thể) chống lại các yếu tố ngoại lai như độc tố vi khuẩn (các kháng nguyên). Hoặc những protein của da, sừng, móng... cũng có tác dụng bảo vệ cơ thể.

### **12.1.7. Vai trò cung cấp năng lượng**

Trong quá trình dị hoá một lượng đáng kể acid quân bị phân huỷ qua con đường oxy hoá cung cấp năng lượng cho cơ thể.

Cứ 1 gam protein khi oxy hoá cho 4,1kcal.

## **12.2. MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CỦA SỰ TRAO ĐỔI PROTEIN Ở ĐỘNG VẬT**

Ở giới động vật bậc cao (người và vật nuôi) sự chuyển hoá protein có những đặc điểm sau đây:

### **12.2.1. Sự hấp thu đồng bộ**

Sự hấp thu acid amin qua vách ống tiêu hoá đòi hỏi một tỷ lệ tương quan nhất định giữa các loại acid amin để đạt hiệu quả tối ưu về mặt dinh dưỡng. Nói cách khác, các acid amin có ảnh hưởng tương hỗ trong quá trình hấp thu và sử dụng ở mô bào.

Theo K.Uyliam, tương quan số lượng để có sự hấp thu tối ưu của các acid amin như sau: (Lấy lysin làm chuẩn 100%).

Lysin	100%
Methionin và Cystein	34%
Tryptophan	9%
Histidin	33%
Vang	12%
Tyrosin và phenylalanin	78%
Treonin	45%
Leucin	85%
Isoleucin	47%

Cho nên trong kỹ thuật chăn nuôi điều này có ý nghĩa ứng dụng quan trọng: cần nắm chắc tỷ lệ các acid amin trong khẩu phần để bổ sung những- acid amin còn thiếu, nhờ đó tăng tỷ lệ tiêu hoá và giá trị dinh dưỡng của thức ăn. Trong những acid amin thiếu hụt thường phải chú ý trước hết đến ly sin, methionin và tryptophan.

### **12.2.2. Tích lũy protein có giới hạn**

Giới thực vật và vi sinh vật có khả năng tiếp thu rộng rãi nguồn protein và acid amin cho sự phát triển khối lượng và phân bào liên tục.

Còn ở động vật, do khối lượng cơ thể chỉ phát triển đến một mức nhất định (đặc

trung theo loài giống) nên đến tuổi trưởng thành cơ thể không có khả năng dự trữ

protein. Lượng nhập vào thừa sẽ bị phân huỷ sang các dạng glucid hoặc lipid. Như vậy ở động vật tùy theo lứa tuổi, tùy theo trạng thái sinh lý mà có sự cân bằng nhất định trong việc thu và thải protein.

Người ta nghiên cứu sự cân bằng đó qua chỉ số Nitơ (azot) gọi là sự "cân bằng Nitơ". Có nghĩa là số Nitơ thu vào theo thức ăn và số Nitơ thải ra theo phân, nước tiểu, mồ hôi... Có 3 trạng thái cân bằng Nitơ:

- Cân bằng dương

Khi số Nitơ thu vào lớn hơn số Nitơ thải ra. Cân bằng dương thường gặp ở động vật non đang phát triển hoặc ở động vật đang phục hồi sau khi ốm.

- Cân bằng âm

Khi số Nitơ thu vào ít hơn số Nitơ thải ra, chứng tỏ sự dị hoá mạnh hơn đồng hoá.

Thường gặp ở động vật già cỗi, ốm yếu.

- Cân bằng đều

Số Nitơ thu vào và thải ra bằng nhau. Dạng này đặc trưng cho cơ thể trưởng thành, đã ngừng phát triển.

### ***12.2.3. Lượng protein tối thiểu***

Trong dinh dưỡng học, người ta thường chú ý tới chỉ tiêu này để điều chỉnh lượng protein cần phải có trong khẩu phần nhằm đảm bảo các nhu cầu sinh lý bình thường của cơ thể động vật

Mỗi một động vật cần lượng protein tối thiểu này khác nhau phụ thuộc vào loài, vào lứa tuổi và trạng thái sinh lý... Bình quân chỉ số này dao động trong khoảng trên dưới 1g cho 1kg khối lượng cơ thể.

Ví dụ: Cừu cần 1g/1kg khối lượng trong một ngày đêm.

Lợn cần 1g/kg khối lượng .

Bò nghỉ vắt sữa 0,6 - 0,7g/kg khối lượng.

Bò vắt sữa 1g/kg khối lượng

Người cần 1,0 - 1,5g/kg khối lượng.

## **1.2.3. SỰ TIÊU HÓA VÀ HẤP THU PROTEIN**

### ***12.3.1. Sự tiêu hoá protein***

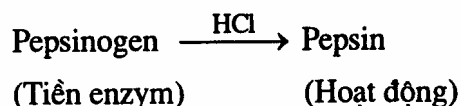
Protein của động vật và thực vật đều có tính đặc hiệu riêng của mình. Vì vậy, muốn tiêu hoá hấp thu được, protein phải đưa về các phân tử đơn giản không có tính đặc hiệu sinh học nữa. Chỉ với những thành phần này chúng mới được hấp thu qua

màng ruột vào máu mà không gây nên những dị ứng cho cơ thể.

ở miệng: không có sự tiêu hoá protein vì không có enzym protease phân giải.

- ở dạ dày: Dịch vị có 2 chất cần cho sự tiêu hoá protein là enzym pepsin và HCl.

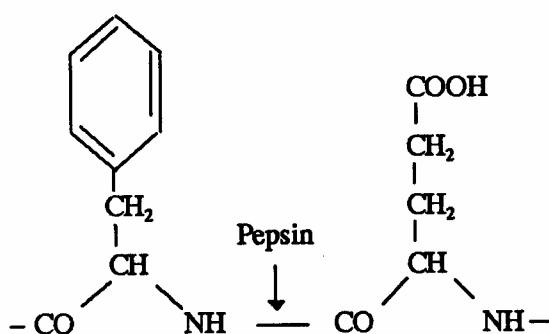
Pepsin lúc đầu mới tiết ra thường ở dạng tiền enzym - pepsinogen. Nhưng nhờ có HG mà nó chuyển sang dạng hoạt động.



Ha còn có tác dụng làm cho protein trương phồng lên giúp cho enzym dễ tác động.

Enzym pepsin sẽ cắt mạch peptid được hình thành giữa nhóm quan của acid amin mạch vòng và nhóm carboxyl của acid amin dicarboxylic.

Ví dụ: Mạch nối giữa phenylalanin với acid aspartic hoặc acid glutamic.



Dưới tác dụng của pepsin, phân tử protein bị đứt thành các polypeptid chứa khoảng 4 -5 gốc acid amin.

Những protein được tiêu hoá là protein hoà tan trong nước, còn các protein của mô liên kết thì khó tiêu hoá (colagen, elastin). Lông và tóc thì hoàn toàn không tiêu hoá được.

ở ruột: Protein được tiêu hoá hoàn toàn biến thành các acid amin nhờ enzym của tuyến tụy và dịch ruột.

Enzym của tuyến tụy và dịch ruột tiết ra gồm có nhiều loại:

\* Trypsin: Lúc đầu tiết ra ở dạng trypsinogen. Nhờ enzym enterokinase ở thành ruột mà trypsinogen biến thành trypsin.



Trypsin cắt mạch peptid thành lập nên bởi nhóm carboxyl của glycin (hoặc acid diamin) và nhóm quan của acid amin nào đó.

\* Chimotrypsin: Cắt mạch peptid gần các acid amin mạch vòng.

Các polypeptid thấp phân tử sẽ được thuỷ phân tiếp tục nhờ các e~zym peptidase như: \* Carboxypeptidase: Cắt mạch peptid gần nhóm COOH tự do.

\* Aminopeptidase cắt mạch peptid gần nhóm NH<sub>2</sub> tự do.

\* Dipeptidase cắt mạch dipeptid thành 2 acid amin.

\* Prolinase cắt mạch peptid thành lập bởi thoãn và các acid amin khác.

\* Nuclease thuỷ phân acid nucleic.

Kết quả cuối cùng là protein được biến thành các acid amin.

### **12.3.2. Sự hấp thu acid amin**

Protein nguyên thể không được hấp thu. Nếu tiêm protein trực tiếp vào máu thì sau một thời gian protein này được bài tiết ra ngoài theo nước tiểu, đồng thời trong máu xuất hiện một loại kháng thể đặc hiệu chống lại loại protein này. Nếu sau 10 - 12 giờ lại tiếp tục tiêm loại protein này vào cơ thể thì cơ thể sinh ra hiện tượng dị ứng, làm con vật choáng ngất và có thể chết.

Protein hấp thu được phải ở dạng acid amin tự do, nhờ vậy mà cơ thể không bị đe dọa bởi hiện tượng dị ứng nguy hiểm.

Riêng gia súc sơ sinh có khả năng hấp thu được protein như  $\gamma$ -globulin từ sữa mẹ để hình thành kháng thể trong 7 ngày đầu, nhưng sau đó khả năng này mất đi.

## **12.4. SỰ CHUYỂN HÓA CỦA ACID AMIN**

Hàng ngày trong cơ thể động vật luôn luôn có một lượng acid amin được đưa vào vòng chuyển hoá.

Ví dụ: Hàng ngày ở người có khoảng 100 g acid amin của thức ăn ngấm qua vách ruột và 20 g acid amin do sự phân huỷ protein của mô bào.

Các quá trình tổng hợp và phân giải protein được thực hiện qua nhiều phản ứng liên quan chặt chẽ với nhau như: Phản ứng khử quan

Phản ứng chuyển quan

Phản ứng khử carboxyl...

Ta lần lượt xét từng loại phản ứng trên.

### **12.4.1. Phản ứng khử quan của các acid amin**

Khi cho acid amin qua gan cô lập người ta thu được các chất như cetoacid và amoniac. Phản ứng này xảy ra ở gan, thận và chiếm một vị trí quan trọng. Thông qua phản ứng khử quan, amoniac hình thành. Enzym xúc tác phản ứng khử quan là enzym oxydase.

Có hai loại oxydase:

- Oxydase nhóm ghép là FMN - xúc tác phản ứng khử nhún cho các acid nhún

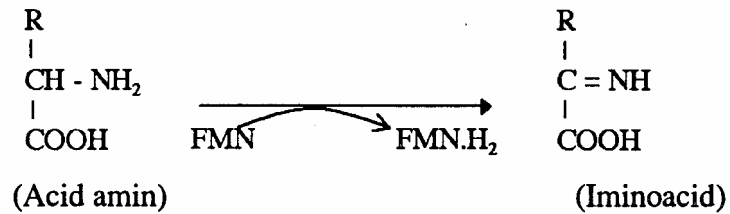


hàng L.

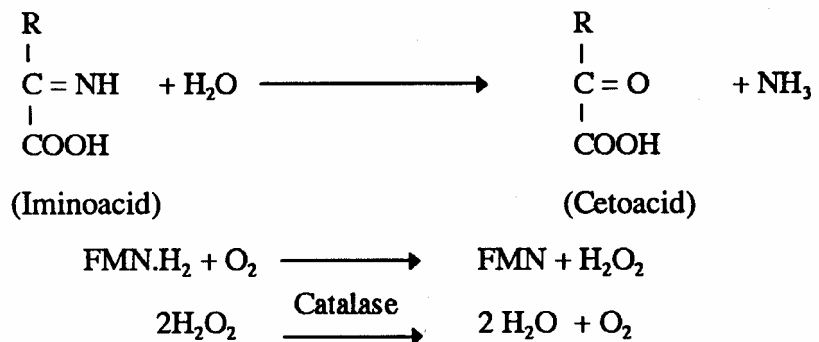
- Oxydase nhóm ghép là FAD- xúc tác phản ứng khử quan cho các acid amin hàng D.

Phản ứng khử quan xảy ra như sau:

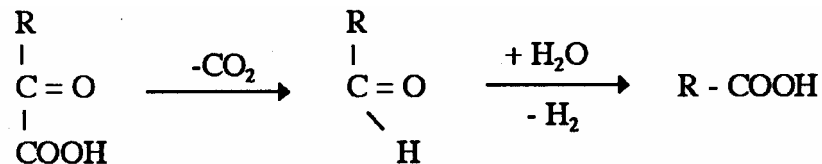
**\* Phản ứng oxy hoá**



**\* Phản ứng thuỷ phân**



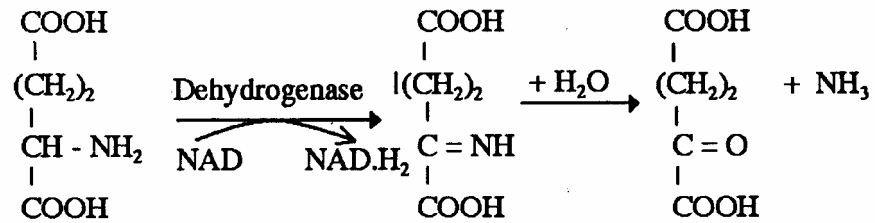
Các cetoacid hình thành trong quá trình trên sẽ chuyển hoá tiếp tục theo 2 hướng: Khử carboxyl thành aldehyd, chất này lại bị oxy hoá thành acid béo ngắn đi 1 carbon.



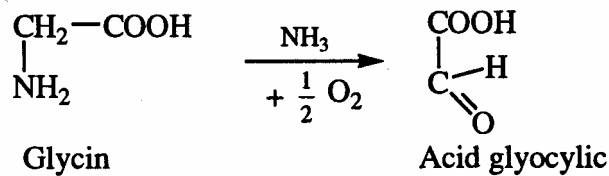
Đi theo hướng này thường là các cetoacid của leucin, isoleucin.

- Một số khác có khả năng chuyển thành các sản phẩm glucid. Hướng này thường là cetoacid của acid glutamic và một số acid amin mạch vòng như phenylalanin, tyrosin... Một số acid amin khử quan không do oxydase mà do dehydrogenase (nhóm ghép NAD)

Ví dụ như: acid glutamic



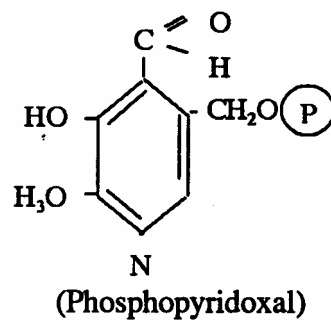
Đặc biệt có glycin khi khử amin biến thành acid glycylic.



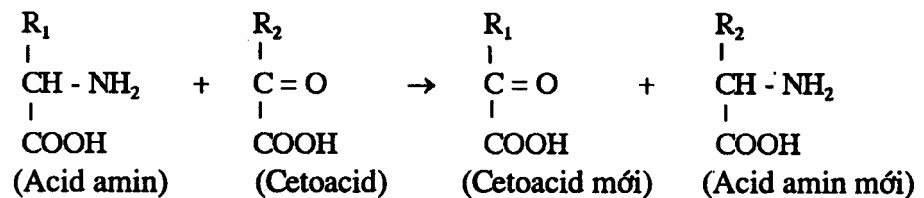
### 12.4.2. Phản ứng chuyển quan của các acid amin

Do Braosten và Krisman tìm ra năm 1937. Phản ứng chuyển quan được thực hiện giữa một chất cho quan thường là các acid amin (nhất là acid glutamic) và một chất nhận amin thường là một cetoacid. Kết quả là một acid amin mới và một cetoacid mới hình thành.

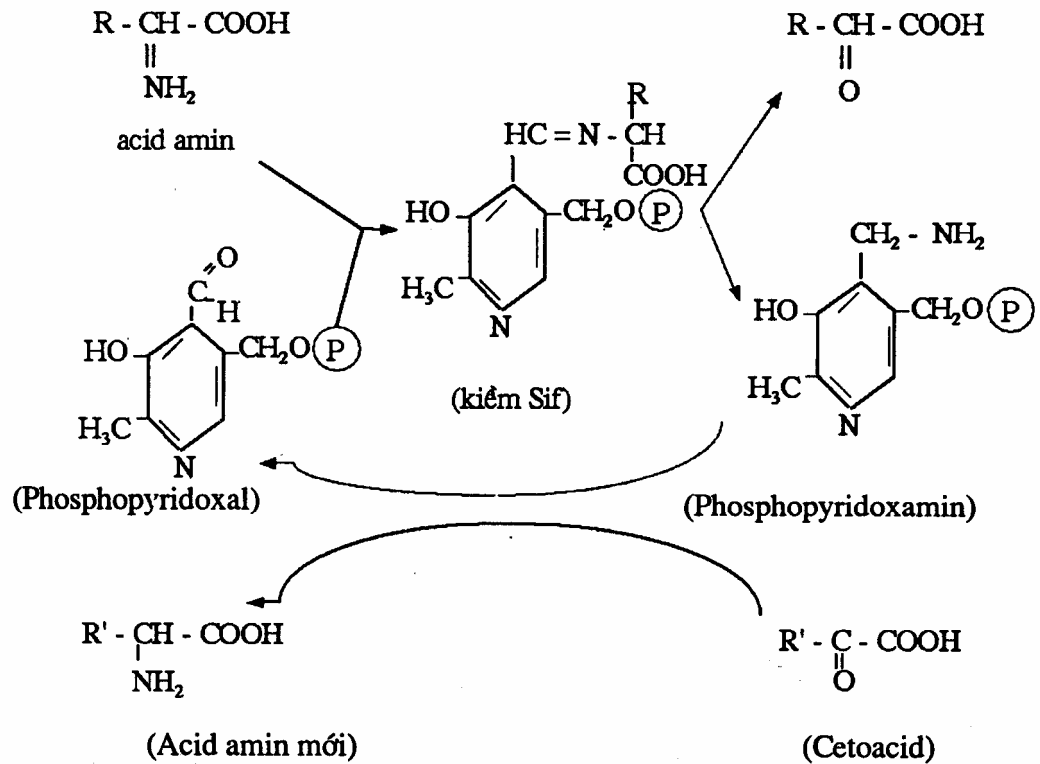
Enzym xúc tác phản ứng chuyển quan là enzym aminoferase (hay transaminase) nhóm này là dẫn xuất của vitamin B<sub>6</sub> (Phosphopyridoxal).



Sơ đồ tổng quát của phản ứng chuyển amin như sau:

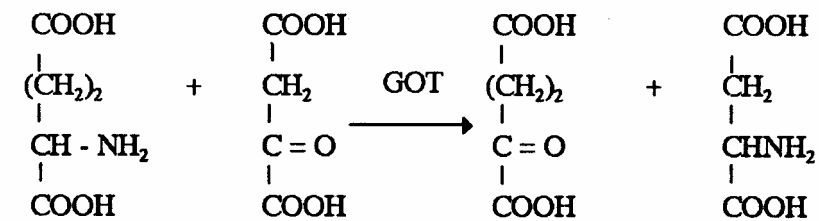


Quá trình xảy ra có sự tham gia của phosphopyridoxal (vitamin B<sub>6</sub>) như sau:

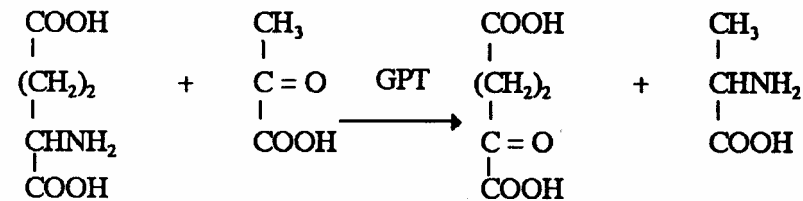


Trong cơ thể động vật thường gặp 2 loại enzym chuyển quan. Đó là: GOT: Glutamico - Oxaloacético - Transaminase.

GFT: Glutamico - Pyruvico - Transaminase.



(Acid glutamic) (Acid oxaloacetic) (Acid cetoglutaric) (Acid aspartic)



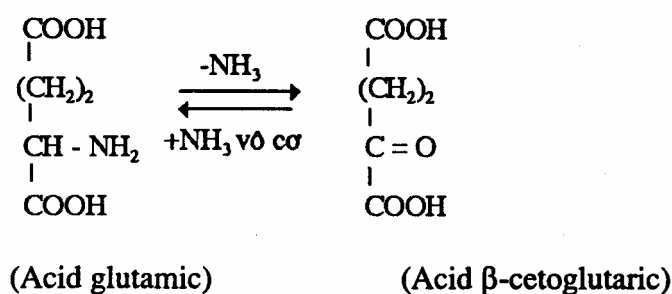
(Acid glutamic) (Acid pyruvic) (Acid cetoglutaric) (Acid alamin)

Hai enzym này hiện nay được dùng nhiều trong chẩn đoán bệnh:

+ Tim yếu: GOT trong máu tăng lên hàng chục lần.

+ Bệnh gan: GPT tăng.

Trong cơ thể sinh vật, nhất là thực vật, acid glutamic và acid a-cetoglutaric chiếm vị trí quan trọng vì chúng là nhân tố tham gia chuyển quan.



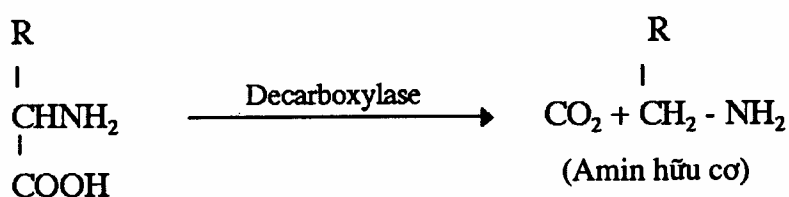
Phản ứng chuyển quan có tầm quan trọng lớn trong đời sống sinh vật vì thông qua nó sinh vật thu được nhiều acid amin mới, nhất là các acid amin có thể thay thế được. Phản ứng phổ biến ở thực vật, ở động vật chủ yếu ở gan và các mô bào đang phát triển.

### 12.4.3. Phản ứng khử carboxyl của các acid amin

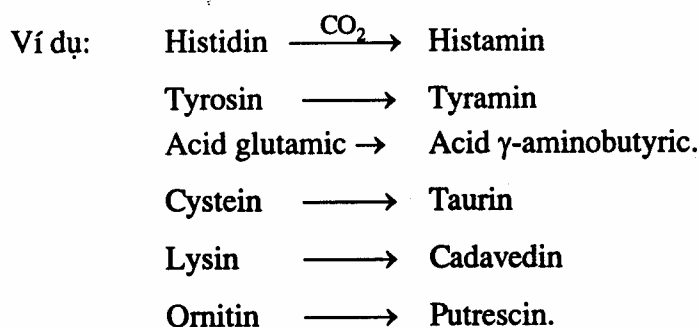
Do Nenski phát hiện ở sinh vật và mô bào động vật (1876).

Enzym xúc tác phản ứng này là decarboxylase có nhóm ghép là dẫn xuất của vitamin B6 (Phosphopyridoxal).

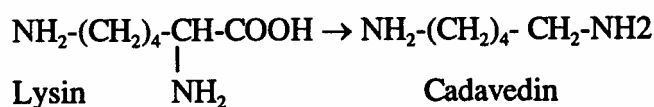
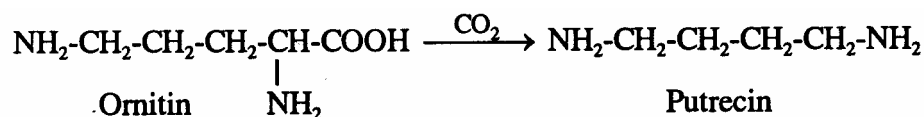
Cơ chế của phản ứng như sau:



Tùy loại acid amin bị khử caroxyl mà amin hữu cơ có tên gọi tương ứng.

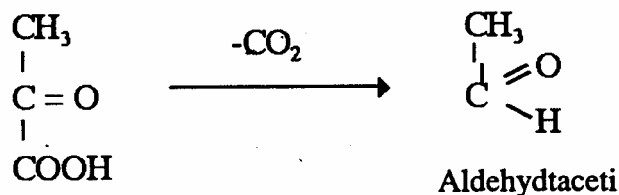


Các quan hữu cơ trong cơ thể có tính chất và tác dụng khác nhau. Có những chất không độc, cũng có những chất rất độc, nhưng ở những liều lượng nhất định lại có tác dụng sinh học cần thiết cho cơ thể. Ví dụ histamin là một hoạt chất đặc trưng cho các quá trình viêm, dị ứng ở người và gia súc. Adrenalin, noradrenalin (dẫn xuất từ tyramin và tyrosin) có vai trò hormon và gian chất thần kinh, serotonin (từ tryptophan) và acid  $\gamma$ -aminobutyric (gọi tắt là GABA) cũng là những chất điều tiết hoạt động dẫn truyền xung động thần kinh qua xinap hết sức quan trọng. Trong những quan độc cần nhắc đến hai chất thường có trong những quá trình thối rữa, đó là putrescin và cadavedin.

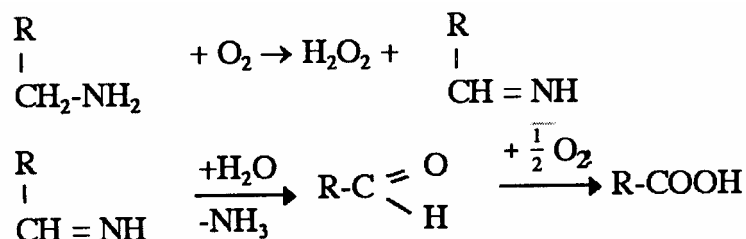


Phản ứng khử carboxyl còn có ở các cetoacid.

Ví dụ: Ở acid pyruvic.

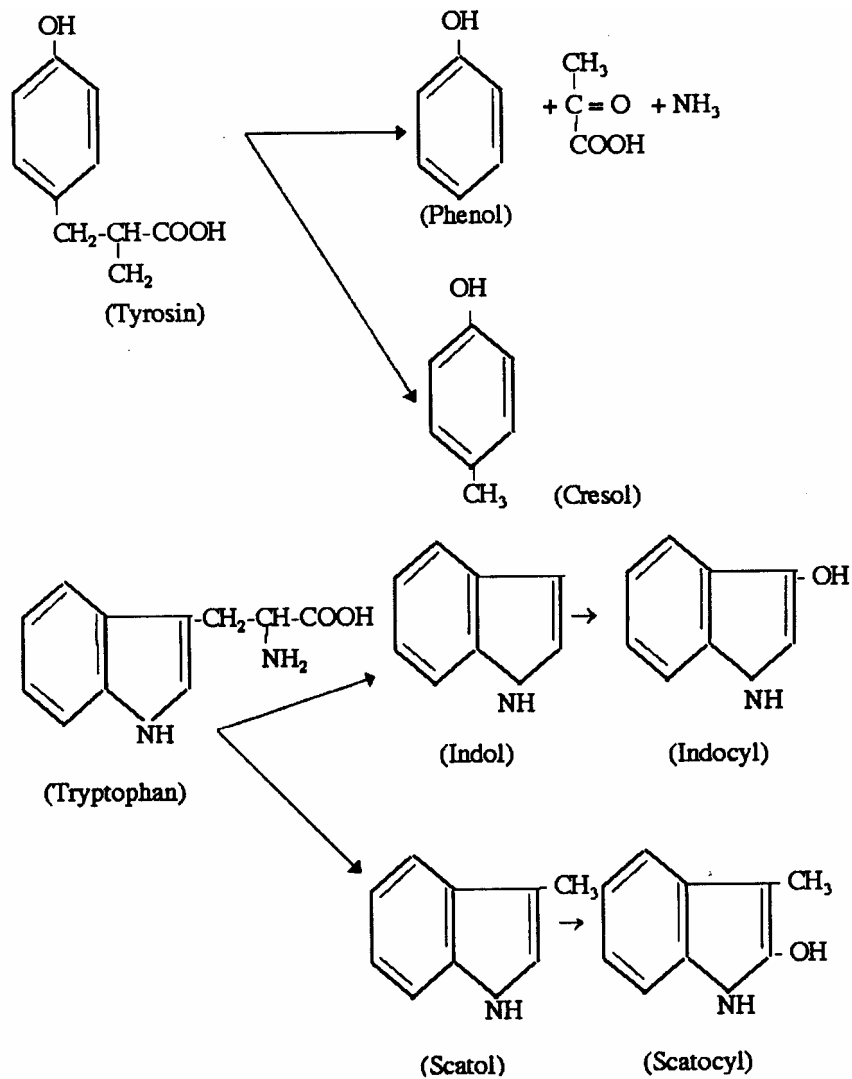


Các quan hữu cơ hình thành trong cơ thể sẽ được khử độc bằng cách oxy hoá thành acid hữu cơ.



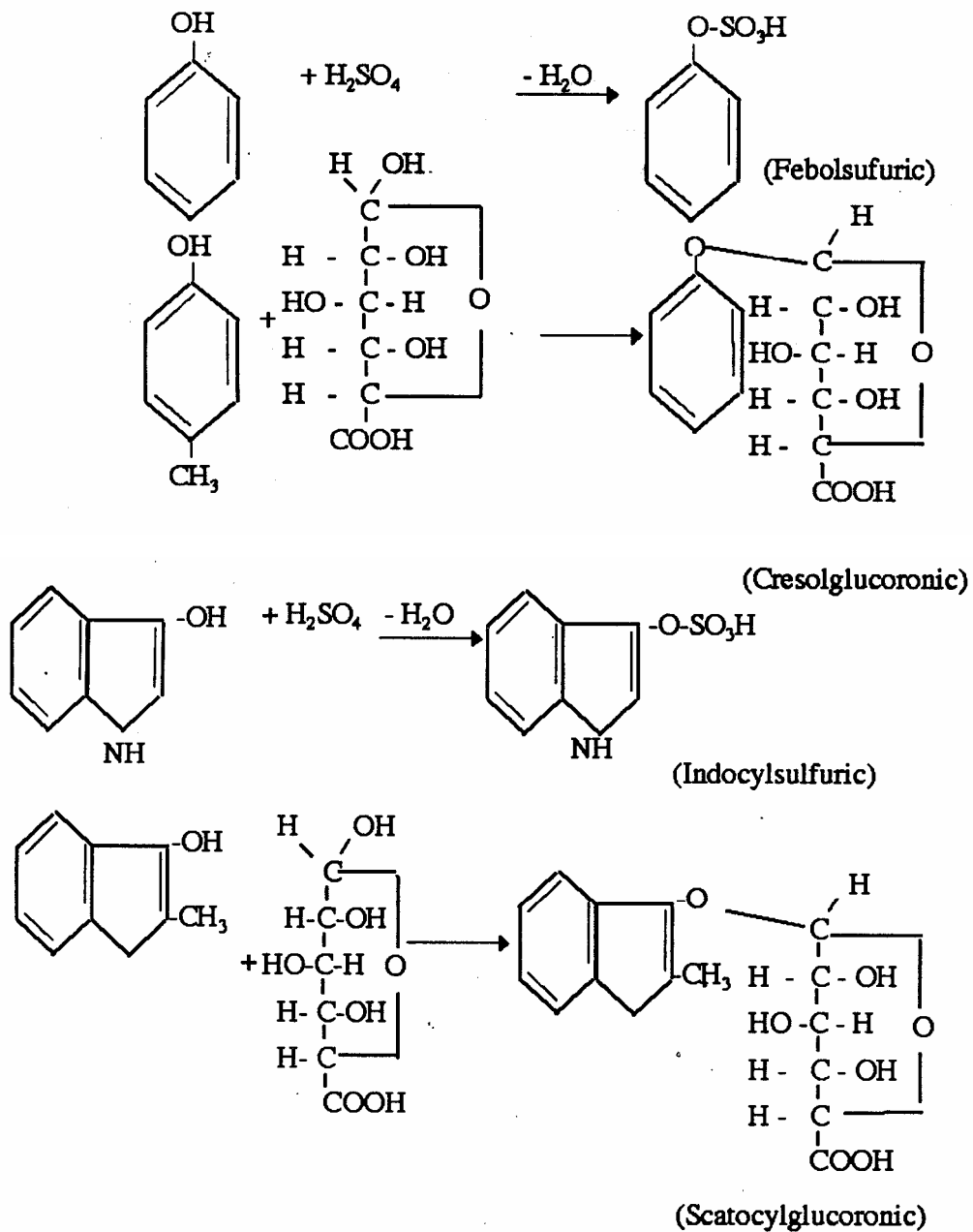
#### 12.4.4. Sự thối rữa protein do vi khuẩn ở ruột già

Trong quá trình tiêu hoá protein bao giờ cũng còn một lượng khoảng 2 - 3% protein không sử dụng hết được đưa xuống ruột già. ở đây số lượng vi khuẩn vô cùng lớn sẽ gây thối rữa các cặn bã thức ăn thành các quan hữu cơ và các thành phẩm khác có tính độc. Ngoài các quan hữu cơ có tính độc như đã xét ở trên ta còn gặp một số loại như sau:



Tất cả các sản phẩm trên là chất độc, chúng thấm qua vách ruột vào máu gây tác hại cho cơ thể. Đây là hiện tượng trúng độc thường xuyên của cơ thể và là nguyên nhân làm cho động vật già nhanh trước thời gian.

Metnhi-côp đã đề nghị dùng sữa chua (có acid lactic) để hạn chế hoạt động của vi khuẩn gây thối rữa này. Các chất trên ngấm qua vách ruột vào máu về gan và được khử độc bằng cách lập các hợp chất kép với acid sulfuric và acid glucuronic.



Loại chất kép này không độc được thải ra ngoài theo nước tiểu dưới dạng muối K và Na. Đây là những chất *indican*.

Ngày nay, người ta đã chẩn đoán bệnh bằng cách phân tích lượng indican của nước tiểu để xét sự phân huỷ của protein ở ruột già nhiều hay ít.

### 12.5. SỰ BÀI TIẾT CẶN BÃ CỦA QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI PROTEIN

Sản phẩm của quá trình phân giải protein và acid quân là các acid hữu cơ và NH<sub>3</sub>. Acid hữu cơ sẽ chuyển hoá tiếp qua chu trình Krebs đến CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O và cho năng lượng.

Còn amoniac trong cơ thể được hình thành do quá trình khử quan của các acid amin, gốc kiềm phận và pynmidin và ATP của cơ.

Amoniac ở dạng tự do rất độc đối với cơ thể. Trong một ngày đêm lượng

amoniac sinh ra trong người lên tới 19,4g. Nhưng thực tế ở dịch bào lại gặp rất ít, trong nước tiểu chỉ có 0,3 - 0,5g% ở dạng muối.

Amoniac sẽ được thải ra ngoài theo nước tiểu dưới dạng hợp chất không độc. ở mỗi loài động vật tùy thuộc vào hoàn cảnh sống, tùy thuộc vào cấu tạo cơ thể đơn giản hay phức tạp, mà cơ thể động vật sẽ bài tiết NH<sub>3</sub> dưới nhiều dạng khác nhau:

- Ở những sinh vật đơn bào hoặc đa bào đơn giản sống trong môi trường nước, ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> có thể được tiết thẳng ra ngoài qua vách tế bào, vì ở nước nó dễ hoà tan.

- Nhóm lưỡng thê tiết muối muôn khi còn là nòng nọc sống trong nước, nhưng khi là ếch nhái sống trên cạn, chúng lại chuyển sang bài tiết urê là chính.

- Những động vật đẻ trứng như chim (gia cầm) và loại bò sát, chủ yếu bài tiết muối mật vì sản phẩm này không chiếm mất nhiều nước của cơ thể.

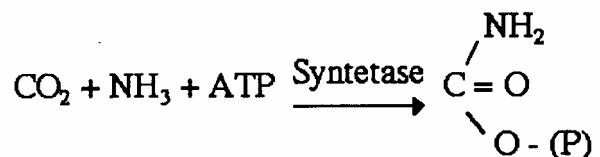
Ở cá chất tanh trimetylaminooxid ((CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> N = O) cũng được coi là một chất bài tiết chứa Nitơ. Nước đái nhiên chứa guanin.

- Ở động vật loài có vú, trong nước tiểu có cả 3 loại sản phẩm chứa Nitơ bài tiết, đó là urê, muối mật, các muối muôn và một vài hợp chất nữa.

Tất cả điều này cũng muốn nói lên sự thích nghi của cơ thể với ngoại cảnh. Sau đây ta xét sự chuyển hoá của NH<sub>3</sub> thành các sản phẩm cặn bã bài tiết.

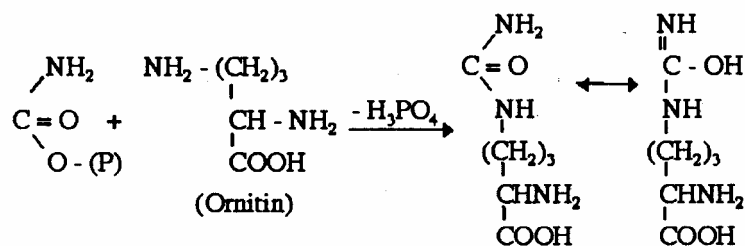
### ***12.5.1. Quá trình tổng hợp urê chu trình Ornitin***

*\* Thành lập carbamin - Phosphat*

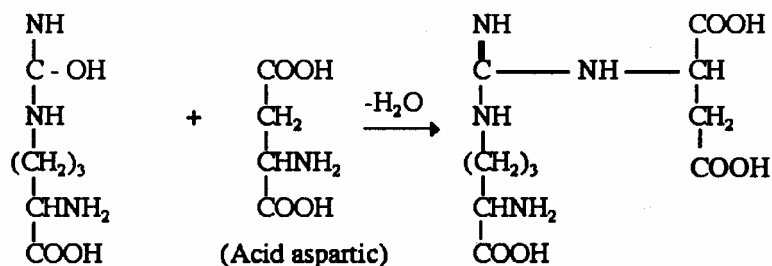




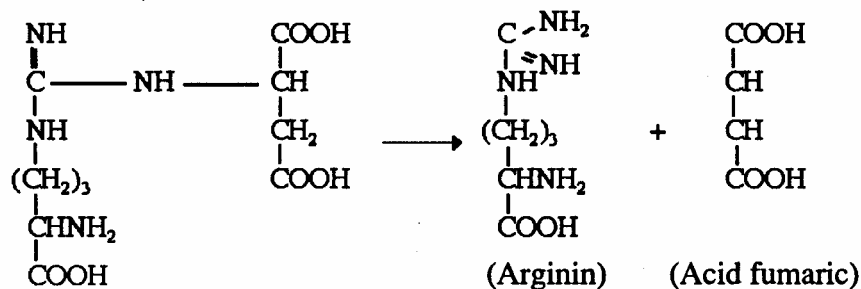
**\* Thành lập Citrulin**



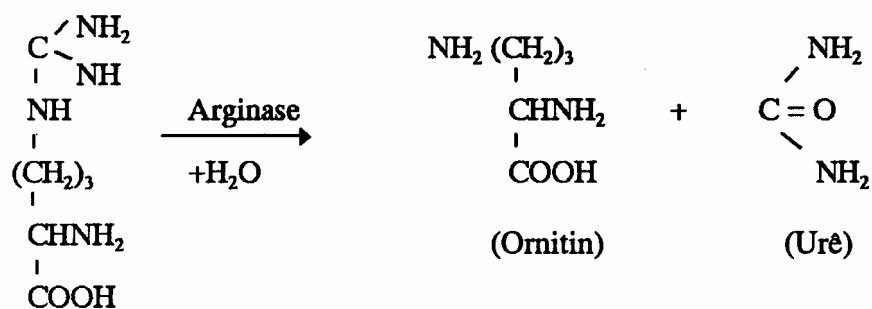
**\* Citrulin kết hợp với acid aspartic thành hợp chất trung gian argino-succinic**



Sau đó argino-succinic dễ phân giải thành arginin và acid fumaric.

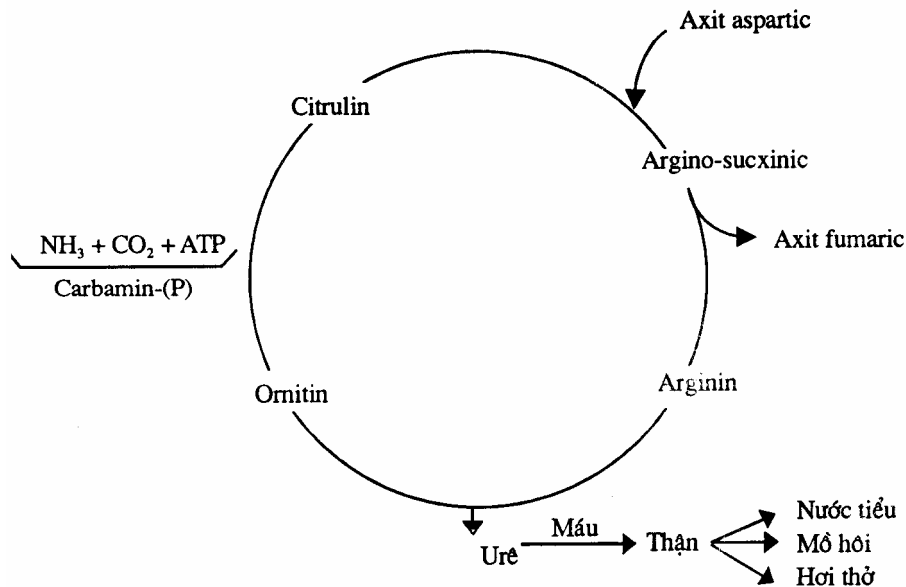


**\* Phản ứng thủy phân arginin trở lại chất ornithin**



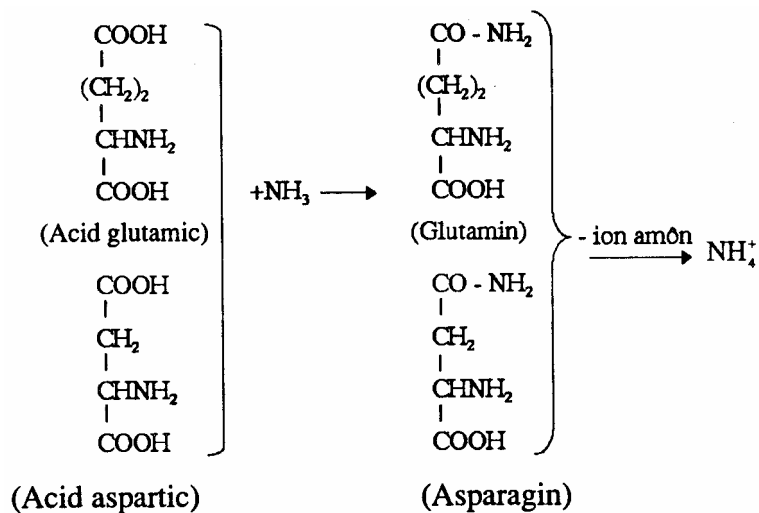
Urê được hình thành ở gan theo máu đến thận và bài tiết ra ngoài theo nước tiểu, mồ hôi hoặc hơi thở.

Tóm tắt sơ đồ tổng hợp urê (hay chu trình Ornithin) như sau:



### 12.5.2. Sự bài tiết amoniac dưới dạng muối amôn

Trước hết amoniac liên kết với acid glutamic hoặc acid aspartic tạo thành các amid.



Các amid này được đưa về gan và giải phóng amoniac dưới dạng các con muôn ( $\text{NH}^+$ ). Sau đó các con muôn lại liên kết với các acid để tạo thành các muối muôn tương ứng như  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ ...

Các muối trên sẽ được bài tiết ra ngoài theo nước tiểu.

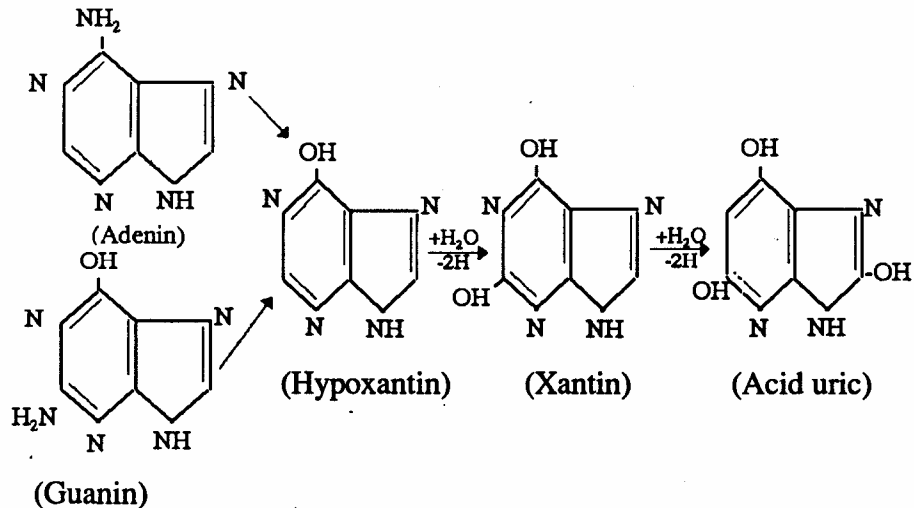
### 12.5.3. Sự bài tiết amoniac dưới dạng acid trực

Ở các loài chim và bò sát xuất hiện khả năng bài tiết chất cặn bã của quá trình trao đổi protein dưới dạng acid ược.

Quá trình thành lập acid ược như sau:

Amoniac kết hợp với acid glutamic tạo thành dạng anđ là giữ nhún (xem phía trước). Chất này cùng với các chất khác như acid aspartic, glycine, acid formic,  $\text{Co}_2$  tạ

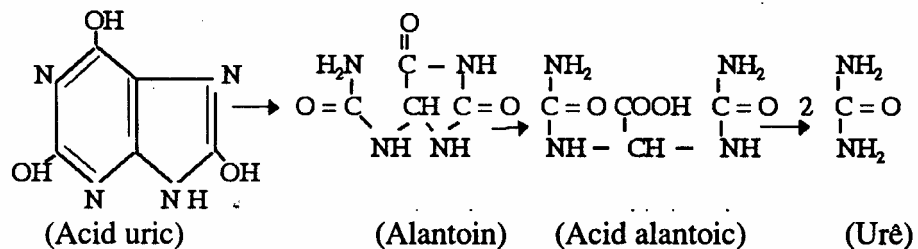
thành dạng gốc kiềm purin. Sau đó gốc kiềm phân sẽ phân giải để cho acid uric.



Ngoài ra, acid nưc còn đưc thành lập từ các gốc kiềm phân của quá trình trao đổi acid nucleic.

Acid uric hình thành sẽ liên kết với Na, K tạo thành các muối mật. Đó là những chất kém hoà tan trong nước, cho nên trong những trường hợp bệnh lý, các muối này đọng nhiều ở vùng khớp sụn là một điển hình của bệnh thống phong hay còn gọi là bệnh "gạt", ở thận có thể tạo nên sỏi thận.

Ở một số động vật, acid uric có thể bị phân giải tiếp thành allantoin (trâu, bò, rùa, nhuyễn thể...); acid alantoic (một số loài cá). Acid alantoic dễ bị phân huỷ tiếp bởi enzym alantoinase để biến thành urê.



## 12.6. SỰ CHUYỂN HÓA CỦA CÁC NHÓM PROTEIN PHỨC TẠP

Protein phức tạp bao gồm 2 thành phần:

- Phần protein đơn giản.
- Phần nhóm ghép.

Phần protein đơn giản chúng ta đã nghiên cứu ở trên. ở đây chúng ta chỉ xét sự chuyển hoá của nhóm ghép.

Ta xét một vài đại diện chính của nhóm protein phức tạp.

### 12.6.1. Sự chuyển hoá của chromoprotein

Chromoprotein là nhóm protein phức tạp mang màu sắc vì nhóm ghép của nó

thường có nguyên tử kim loại.

Đại diện điển hình của nhóm này là hemoglobin.

Trong cơ thể động vật luôn luôn có quá trình sản sinh hồng cầu mới và phá hủy hồng cầu cũ. Nơi hình thành hồng cầu là tủy xương.

### 12.6.1.1. Quá trình tổng hợp hemoglobin

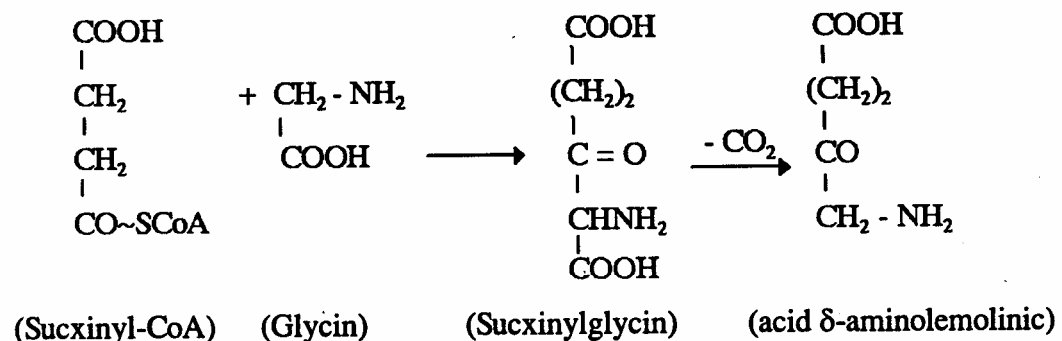
Hemoglobin gồm 2 phần: globin và nhân hêm.

Nhân hêm là hợp chất có 4 vòng pyrol nối với nhau bằng dây methyl (-CH=) tạo thành cốt porfirin. Cốt porfirin kết hợp với nguyên tử  $Fe^{2+}$  tạo thành nhân hêm.

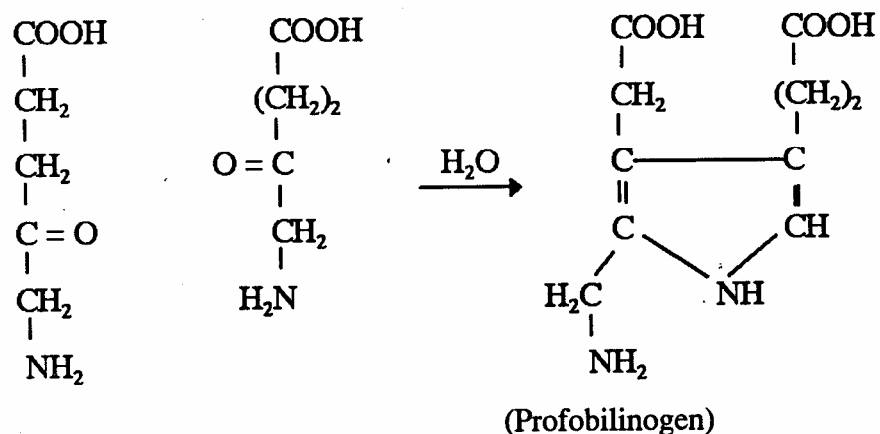
Do đó chủ yếu ở đây là xét vòng pyrol xuất hiện như thế nào?

Ở tủy xương, nguyên liệu để tổng hợp pyrol là acid succinic hoạt hoá và glycine.

Mà ở động vật acid succinic là sản phẩm của chu trình Krebs và một số vòng chuyển hoá khác; còn glycine là một acid amin thay thế được cho nên chúng có sẵn trong cơ thể



Từng cặp acid trên sẽ liên kết với nhau:



Bốn profobilinogen liên kết với nhau theo dây nối methyl tạo thành cốt porfirin. Sau đó cốt porfirin kết hợp với  $Fe^{2+}$  tạo thành hêm.

### 12.6.1.2. Sự phân giải hemoglobin

Hồng cầu sống khoảng 110 - 120 ngày, sau đó hồng cầu già được đưa tới hệ thống nội mạc hình lưới (chủ yếu là ở lách) để phân huỷ.

Dưới tác động của enzym thực bào, hemoglobin trong hồng cầu bị đứt một dây nối methyl làm cho vòng porflrin vỡ ra biến hồng cầu từ màu đỏ sang màu xanh (gọi là verdohemoglobin).

Sau đó hồng cầu bị phân huỷ thành 3 phần: globin, sắt và porflrin. Mỗi phần sẽ có cách chuyển hoá riêng.

\* Globin: là protein đơn giản sẽ chuyển hoá theo con đường của các acid amin.

\* Sắt: là nguyên tố hiếm trong cơ thể và thức ăn nên được giữ lại dưới dạng feratin ( $\text{Fe}^{2+}$ - globulin) và feritin ( $\text{Fe}^{3+}$ - globulin) ở gan và tuỷ xương. Lúc cần nó lại được dùng để tổng hợp nhân hêm.

\* Vòng porflrin.

Vòng porflrin bị đứt một dây methyl gọi là biliverdin. Biliverdin được hoàn nguyên (+H<sub>2</sub>) trở thành sắc tố mật bilirubin. Bilirubin được đưa ra máu, chở tới gan. ở gan, nó kết hợp với acid glucoronic trở thành dạng hoà tan và tập trung ở túi mật. Từ mật bilirubin được bài tiết theo ống mật ra ruột.

Ở tá tràng bilirubin biến thành mesobilinogen (không màu). Mesobilinogen đi theo hai con đường.

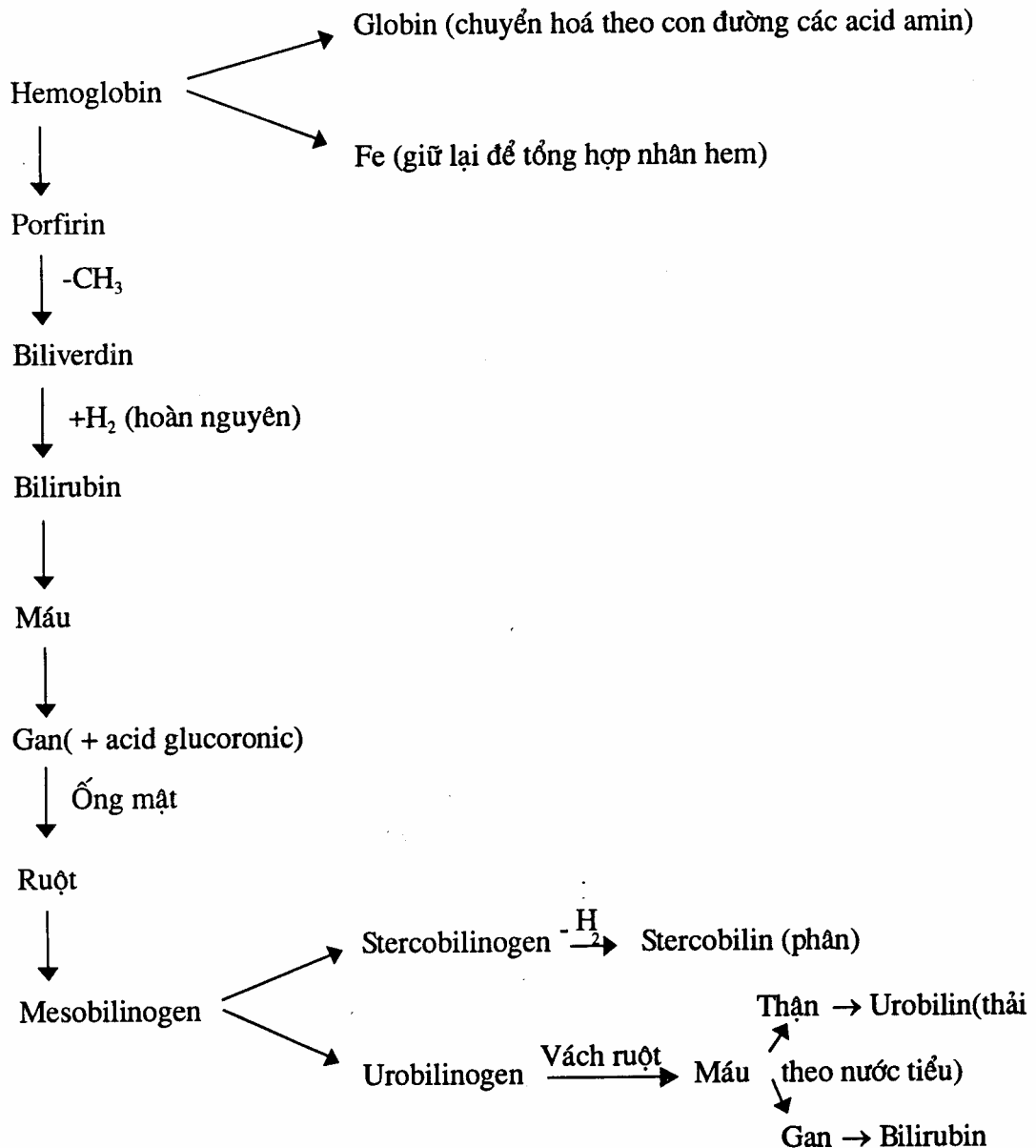
- Thành chất stercobilinogen → stercobilin thải ra ngoài theo phân.

Thành chất urobilinogen. Chất này thấm qua vách ruột vào máu. Trong máu nó đi theo 2 con đường hoặc tới thận biến thành urobilin và bài tiết theo nước tiểu (gây màu vàng của nước tiểu); hoặc trở về gan về dạng bilirubin.

Tất cả các trạng thái suy yếu về sức khoẻ đều làm vỡ hồng cầu hemoglobin bị phân giải mạnh.

Trong trường hợp bị viêm gan, quá trình tiết mật bị rối loạn, hoặc tắc ống mật do sỏi đá... đều làm cho bilirubin tràn vào máu và được máu chở tới mô bào gây hiện tượng vàng da hoặc nước tiểu vàng.

## SƠ ĐỒ PHÂN GIẢI HEMOGLOBIN



### 12.6.2. Sự chuyển hoá của nucleoprotein

Nucleoprotein khi vào đường tiêu hoá gặp pepsin và HCl ở dạ dày, trypsin ở tá tràng thì phần protein sẽ tách khỏi phần acid nucleic. Phần protein sẽ biến thành các acid amin. Còn phần acid nucleic được enzym nuclease phân giải thành gốc kiềm, đường pentose và H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Đường và H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> chuyển hoá theo con đường mà chúng ta đã nghiên cứu.

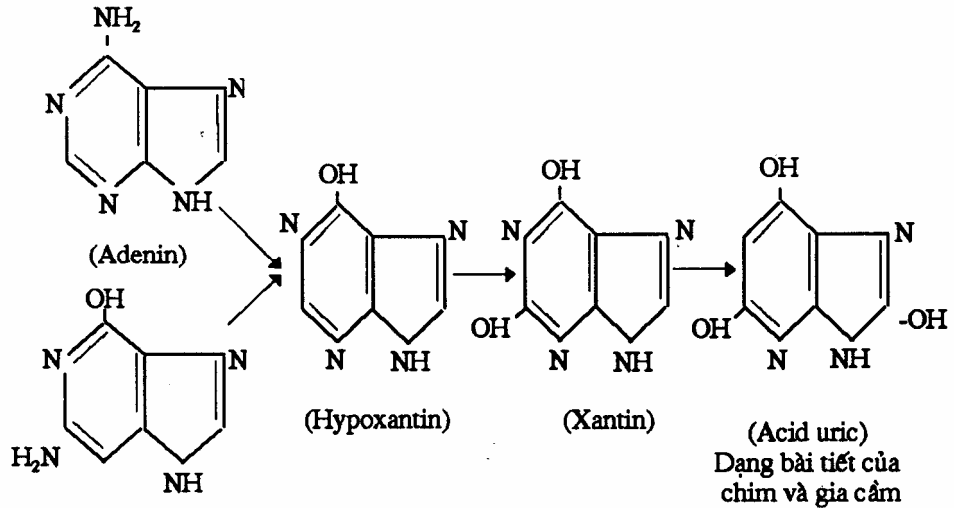
Ở đây ta chỉ nghiên cứu sự chuyển hoá của gốc kiềm. Gốc kiềm có trong acid nucleic gồm gốc kiềm phan và gốc kiềm pyrimidin.

#### 12.6.2.1. Sự chuyển hoá của gốc kiềm purin

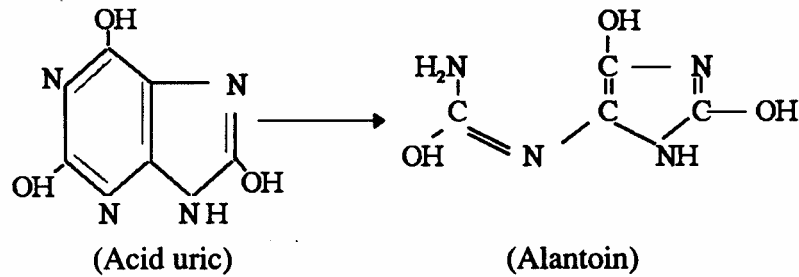
##### \* Sự phân giải gốc kiềm purin

Dẫn xuất của gốc kiềm phan là adenin và guanin. Hai chất này bị phân giải thành

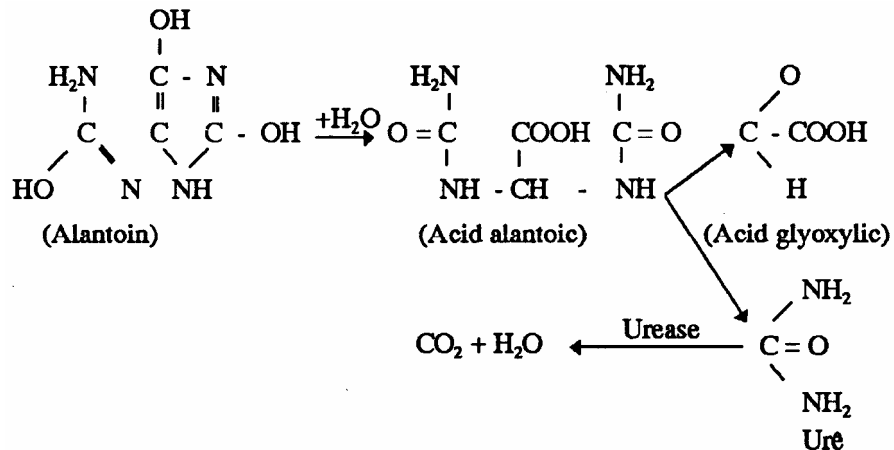
hypoxantin, xan tin và acid trực.



Động vật cao đẳng (người và khỉ) tiếp tục oxy hoá acid uric thành allantoin.

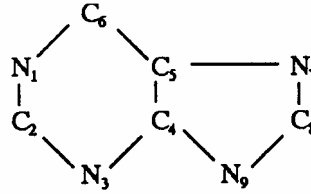


Ở loại cá và ếch nhái allantoin lại tiếp tục phân huỷ đến dạng  $\text{CO}_2$  và  $\text{NH}_3$  dưới tác dụng của enzym allantoinase và urease.



*\* Tổng hợp gốc kiềm purin*

Bằng phương pháp nguyên tử đánh dấu người ta đã chứng minh rằng gốc kiềm phân được tổng hợp từ glycin, acid glutamic, acid aspartic, acid formic và CO<sub>2</sub> mà chất đứng ra làm nền móng là riboso-5-phosphat.

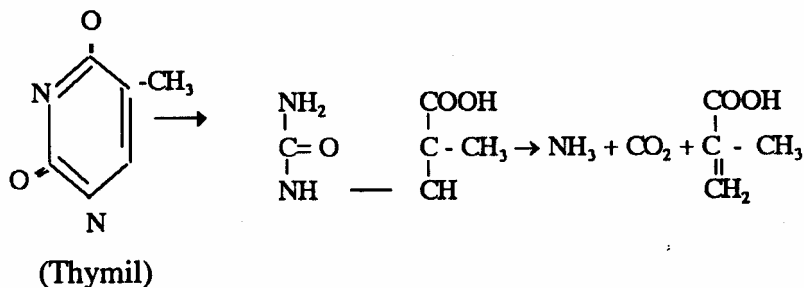
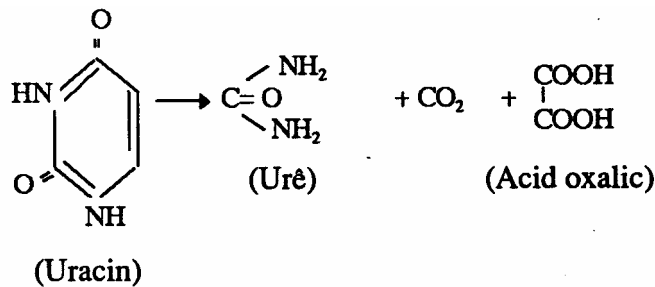


N<sub>1</sub>, N<sub>9</sub> là của acid glutamic  
 N<sub>3</sub> là của acid aspartic  
 N<sub>7</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> là của glycin.  
 C<sub>2</sub>, C<sub>8</sub> là của acid formic.  
 C<sub>6</sub> là của CO<sub>2</sub>

*12.6.2.2. Sự chuyển hoá của gốc kiềm pyrimidin.*

*\* Sự phân giải gốc kiềm pyrimidin*

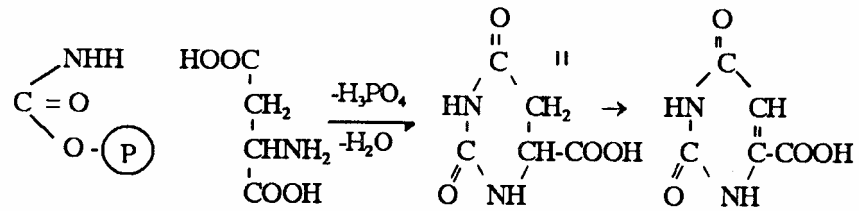
Dẫn xuất của gốc kiềm pyrimidin là thymin, uraxin và cytosin. Các dẫn xuất đó có thể phân giải thành urê, CO<sub>2</sub> acid oxalic hoặc một số sản phẩm khác.



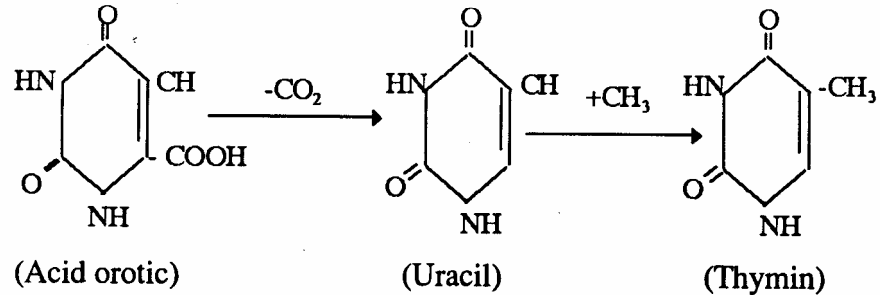
*\* Sự tổng hợp gốc kiềm pyrimidin*

Gốc kiềm pyrimidin được tổng hợp từ CO<sub>2</sub> và NH<sub>3</sub> (dưới dạng carbanun-phosphat) với acid aspartic.





(Carbamin-phosphat) (Acid aspartic) (Acid dihydroorotic) (Acid orotic)



(Acid orotic)

(Uracil)

(Thymin)

## 12.7. SỰ ĐIỀU HÒA QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI PROTEIN

### 12.7.1. Thông qua các vitamin

Bởi vì hầu hết vitamin tham gia vào nhóm ghép của enzym.

- vitamin B<sub>2</sub> - thành phần nhóm ghép oxydase (thực hiện phản ứng oxy hoá).
- vitamin B<sub>6</sub> - tham gia nhóm ghép của enzym vận chuyển quan và enzym khử carboxyl.
- vitamin PP - tham gia nhóm ghép của enzym hydrase.

### 12.7.2. Thông qua hormon

Đặc biệt là hormon somatotropin của tuyến yên làm tăng cường quá trình tích lũy protein.

### 12.7.3. Thông qua hệ thần kinh trung ương

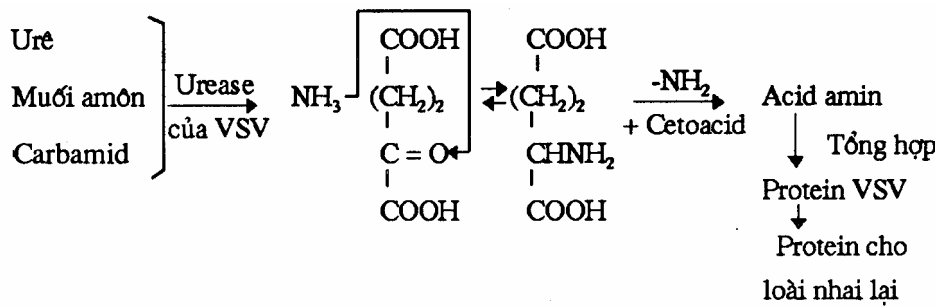
Tất cả các quá trình trao đổi chất chịu sự điều tiết của hệ thần kinh trung ương

## 12.8. ĐẶC ĐIỂM TRAO ĐỔI PROTEIN Ở LOÀI NHAI LẠI

Do cấu tạo của dạ cỏ mà sự trao đổi protein ở động vật nhai lại (trâu, bò, dê, cừu...) có nhiều đặc điểm khác với các động vật khác. Đó là:

### 12.8.1. Loài nhai lại nhờ có hệ vi sinh vật ký sinh ở dạ cỏ mà chúng có khả năng biến Nitơ phi protein thành Nitơ protein

Quá trình đó xảy ra như sau:



Các chất urê, muối muôn, carbamid... nhờ enzyme urease của vi sinh vật phân giải thành amoniac; amoniac được chuyển vào nhóm cao của acid a-glutamic và biến thành nhóm quan trọng trong phân tử acid glutamic. Trong cơ thể vi sinh vật acid glutamic chuyển nhóm quan cho một cetoacid để tạo thành acid amin mới (thông qua phản ứng chuyển quan). Vi sinh vật dùng các acid amin đó để tổng hợp nên protein của bản thân nó.

Vi sinh vật phát triển ở dạ cỏ, theo thức ăn được đưa xuống dạ múi khế. ở đây do môi trường toan (pH = 1,5 - 2,5) nên vi sinh vật bị chết đi và chính chúng là nguồn protein cung cấp cho loài nhai lại.

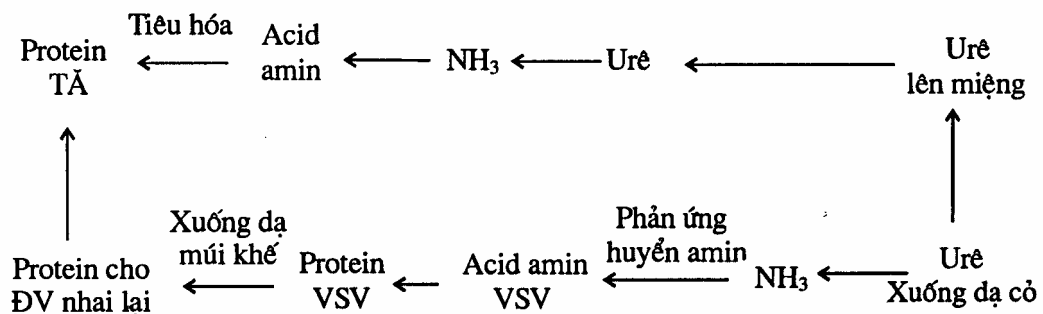
Nguồn protein vi sinh vật có thể đảm bảo 1/4 lượng protein cần thiết cho nhu cầu hàng ngày của loài nhai lại.

Ngày nay, lợi dụng đặc điểm này người ta thường thay thế khoảng 25 - 30% lượng Nitơ protein của khẩu phần bằng Nitơ phi protein (như urê, muối muôn...) trong khẩu phần trâu bò.

### 12.8.2. Vòng chuyển hoá nào của loài nhai lại là khép kín nên rất tiết kiệm

Do quá trình nhai lại nên số lượng nước bọt của chúng rất lớn (80 - 100 lít/ngày), lượng urê bài tiết theo nước bọt cũng khá lớn. Lượng urê này khi nua trở lại dạ cỏ lại được xử lý như urê bổ sung theo khẩu phần.

Đó là vòng chuyển hoá nào khép kín ở loài nhai lại và là nguyên nhân tiết kiệm đạm ở chúng.



## *Chương 13*

### ***QUÁ TRÌNH SINH TỔNG HỢP PROTEIN***

#### **13.1. Ý NGHĨA CỦA SINH TỔNG HỢP PROTEIN**

Sinh tổng hợp protein là một vấn đề mấu chốt trong sinh học phân tử, vì protein cùng với acid nucleic là chất liệu cơ bản của sự sống. Trong cơ thể sinh vật, phân tử protein luôn tự đổi mới, chúng được xây dựng một cách thường xuyên từ các chất của môi trường xung quanh. Vì thế, lẽ tất nhiên trong bản chất sự sống, toàn bộ tiến trình trao đổi chất đều phục vụ cho sự tái sinh đặc hiệu của thể protein.

Mọi quá trình trao đổi khác trong cơ thể sinh vật như trao đổi glucid, lipid, acid nucleic và trao đổi khoáng... đều phục vụ cho sự trao đổi protein.

Các loại protein thức ăn ăn vào sẽ được cơ thể động vật sử dụng, biến đổi thành sản phẩm của chúng. Hiệu suất mà động vật cải tạo lại protein của thức ăn gia súc không cao, nó phụ thuộc vào loại gia súc, mức sản lượng, kỹ thuật nuôi, thời gian sử dụng chúng kéo dài và những điều kiện khác. Nhìn chung, hệ số sử dụng protein thức ăn của gia súc thay đổi từ 8 - 45%.

Trong sinh học, chiều hướng giải quyết các vấn đề quan trọng nhất của khoa học sinh vật, việc làm sáng tỏ các định luật di truyền và biến dị, việc điều khiển sự sinh trưởng và phát triển của cơ thể, sự tìm tòi nguyên nhân bệnh tật và phương pháp chữa bệnh... đều tập trung vào sự nghiên cứu tổng hợp protein.

#### **13.2. QUÁ TRÌNH SINH TỔNG HỢP PROTEIN**

Trước tiên chúng ta nên nhớ rằng protein được cấu tạo từ các acid amin. Đó là những viên gạch nền móng xây dựng nên phân tử protein.

Ở cơ thể thực vật có thể tổng hợp được hầu hết các acid amin trong phân tử protein cũng như các acid amin khác. Ngược lại, cơ thể động vật không thể tổng hợp được tất cả các acid amin. Do đó thức ăn cho động vật bậc cao cần chứa đủ các acid amin cần thiết. Các thành tựu khoa học protein trong những năm gần đây đã có ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của những khái niệm về cơ chế sinh tổng hợp protein.

Về mặt lý thuyết, người ta đã hiểu rõ phần quan trọng nhất của sự sinh tổng hợp protein đặc biệt là việc đảm bảo trình tự sắp xếp của các acid amin trong cấu trúc bậc 1 của phân tử protein.

Các thành tựu to lớn trong nghiên cứu cấu trúc và cơ chế sinh tổng hợp acid nucleic cũng đóng vai trò vô cùng quan trọng trong việc hình thành các khái niệm hiện đại về cơ chế sinh tổng hợp protein.

Vì thế sinh tổng hợp protein là một quá trình phức tạp gồm nhiều giai đoạn, gắn liền với các cấu trúc dưới tế bào được xác định như nhân, hạt nhân, mạng lưới nội bào,

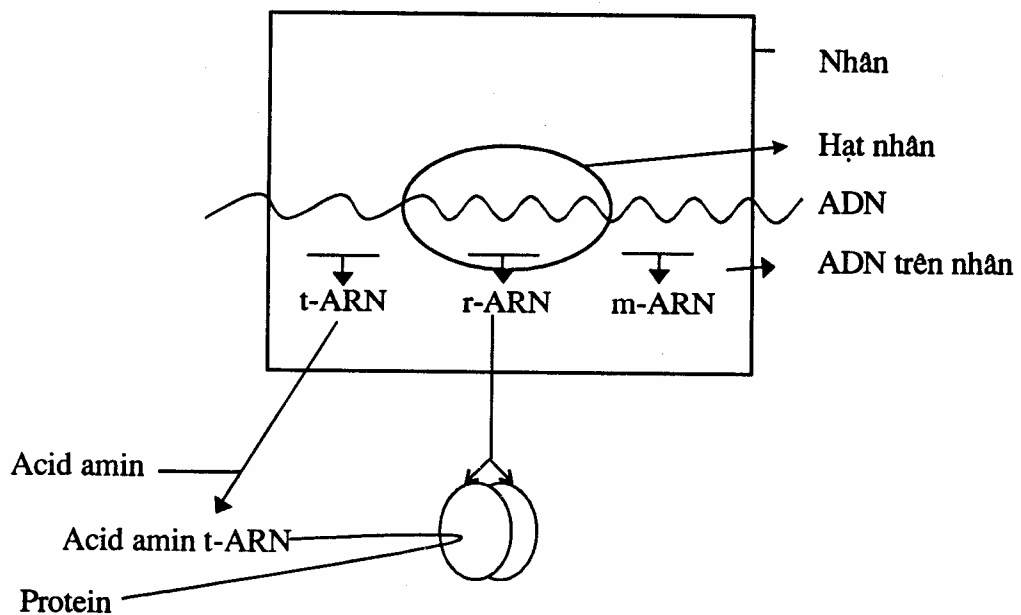
ribosom... sinh tổng hợp protein là một quá trình được điều tiết có hệ thống và cần thiết phải cung cấp năng lượng.

Nếu xem xét đầy đủ thì quá trình sinh tổng hợp protein trải qua 2 bước lớn: sao chép và giải mã - mỗi bước lại có nhiều giai đoạn. Ta hình dung toàn bộ 2 bước ở tế bào có nhân như sau:

\* Nhờ tác dụng của ARN-polymerase, các ARN được tạo thành theo khuôn là một sợi ADN, mỗi đoạn của sợi ADN đó là một đen và ứng với một phân tử ARN nhất định, ARN ribosom được tạo thành dựa trên đoạn ADN qua hạt nhân, còn ARN thông tin và ARN hoà tan (vận chuyển) được tạo thành dựa trên khuôn là các đoạn ADN ngoài phạm vi hạt nhân.

\* Sau khi được tạo thành thì M-ARN, T-ARN, R-ARN được chuyển ra bào tương cùng với hàng loạt các yếu tố khác nhau tham gia việc tổng hợp chuỗi polypeptid ở ribosom.

*Sơ đồ tổng quát về quá trình sinh tổng hợp protein ở tế bào có nhân:*



Trước hết chúng ta hãy xét cấu tạo và một số đặc tính cơ bản của các yếu tố chính.

### **13.2.1. Các yếu tố tham gia quá trình tổng hợp protein**

#### **13.2.1.1. Acid desoxynucleic (ADN)**

ADN tập trung chủ yếu trong nhân tế bào và là thành phần cơ bản của nhiễm sắc thể. Trong mỗi loại tế bào của những cơ thể nhất định, hàm lượng ADN không thay đổi. Về mặt cấu tạo hoá học ADN là một polynucleotit bao gồm nhiều gốc mononucleotit nối với nhau theo một thứ tự nhất định. Thứ tự sắp xếp của các mononucleotit trên phân tử ADN tương ứng với thứ tự sắp xếp của các acid amin, mỗi một acid amin được mã hoá bằng một mật mã bao gồm bộ 3 nucleotit nhất định gọi là

con don. Mỗi một chuỗi polypeptid được mã hoá bởi một đoạn ADN được gọi là một xistron hay đơn cấu trúc. Chính trên cấu trúc điều khiển sự sinh tổng hợp chuỗi polypeptid mà nó mã hoá thông qua sự tạo thành M-ARN.

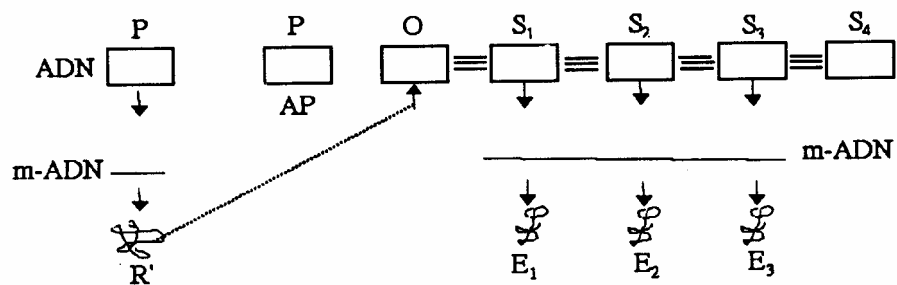
**Gen cấu trúc → m-ARN → chuỗi polypeptid**

Như vậy, thông tin của chuỗi polypeptid được bảo quản trong đơn cấu trúc và người ta đã đưa ra công thức nổi tiếng " 1 gen- 1 chuỗi polypeptid".

Nhiều đơn cấu trúc liên quan với nhau về chức phận, chịu sự điều khiển chung của một đến điều hành. Toàn bộ các thông tin về các protein đặc hiệu của cơ thể được bảo quản trong các đơn cấu trúc của ADN.

Khi đến điều hành ở trạng thái hoạt động thì các đơn cấu trúc cũng ở trạng thái hoạt động và sự tổng hợp M-ARN tương ứng xảy ra với sự xúc tác của ARN-polymerase. M-ARN này sẽ tham gia trực tiếp vào quá trình tổng hợp các protein tương ứng.

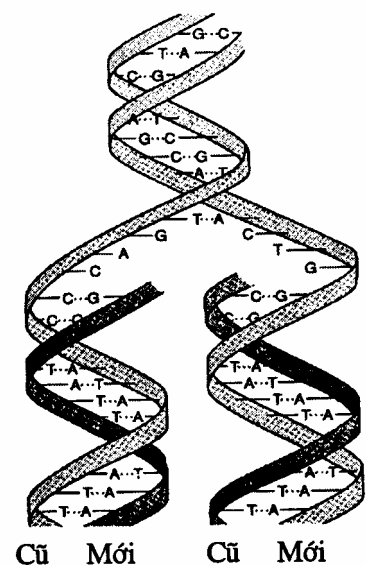
Tế bào luôn cần những số lượng nhất định các protein và luôn có khuynh hướng bảo đảm nhu cầu đó không thừa, không thiếu. Việc đó được thực hiện nhờ đến điều hoà.



Mô hình các gen của phân tử ADN

- R - Gen điều hoà
- R'- Chất kim hãm
- P- Gen khởi động
- O- Gen điều hành
- S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>- Gen cấu trúc
- AP- Polymerase
- E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>- các enzym

Bên cạnh đó, phân tử ADN còn có sự tái sinh hay là sự nhân đôi. Sự nhân đôi phân tử ADN xảy ra khi tế bào chia và nhờ ADN-polymerase, ngày nay người ta thừa nhận sự nhân đôi phân tử ADN theo cơ chế bán bảo tồn: Mỗi sợi ADN được dùng làm khuôn cho sự tổng hợp sợi ADN thứ 2 bổ sung với nó theo qui luật bổ sung gốc kiem (qui luật đối bazơ T-A; G-X).

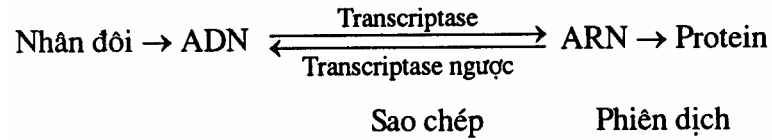


Tóm lại, sự vận chuyển thông tin di truyền có hai hướng:

- Nhân đôi ADN (sự sao chép) và truyền các thông tin bảo quản trong ADN cho thế hệ sau.

- Truyền thông tin qua ARN tới quá trình tổng hợp protein.

Đó là lý thuyết trung tâm go Cách đề xuất (1958) được biểu diễn bằng sơ đồ sau:



### 13.2.1.2. Các dạng acid nucleic (ARN)

Trong quá trình tổng hợp protein trong tế bào sinh vật còn có sự tham gia của một số loại phân tử ARN khác nhau. Mỗi loại đều có cấu tạo hoá học khác nhau và đảm nhận một chức năng sinh học riêng biệt.

#### \* ARN thông tin (M-ARN)

M-ARN chứa sự thông tin, tức là mật mã tương ứng một cách nghiêm ngặt với mật mã của ADN.

Phân tử M-ARN phân ra thành các nhóm gồm 3 nucleotit, các bộ ba (triplet) này được gọi là codon.

Mỗi một acid amin tương ứng với co don của mình trên M-ARN và đối co don (anticodon) đặc biệt trên T-ARN. Các T-ARN đặc biệt đối với mỗi một acid amin. Các acid amin được hoạt hoá đứng đối lập với các co don tương ứng của M-ARN nhờ anticodon của mình. Việc gắn các acid quân trên khuôn trong những vị trí nhất định phụ thuộc vào sự liên kết của mỗi một acid amin với T-ARN của mình, bộ ba bổ sung của nó chịu trách nhiệm sắp xếp một cách chính xác góc acid quân trên khuôn M-ARN. Các công trình nghiên cứu cũng chứng minh rằng mật mã có thể bị thoái hoá (degenerate co don) nếu nhiều co don có thể có đều tương ứng với các acid nhún. Mật mã không chồng chéo lên nhau, nghĩa là các nucleotit có trong một triplet nhất định sẽ không tham gia trong các triplet bên cạnh, mật mã được đọc hen lực từ một điểm nhất định.

#### \* ARN hoà tan hay vận chuyển (S-ARN, T-ARN)

Chúng làm nhiệm vụ vận chuyển các phân tử acid amin đến địa điểm sinh tổng hợp Proteú. Nhiệm vụ này được hoàn thành chính là nhờ cấu trúc đặc biệt trên phân tử s-ARN. Trình tự của các bazơ, Nitơ trên phân tử t-ARN lần đầu tiên đã được Robert Holley xác định vào năm 1965.

t-ARN hoàn thành 2 chức năng cơ bản: gắn với các acid amin nhất định và kết hợp với co don của m-ARN bằng các Liên kết hydro nhờ bộ ba gốc kiềm đặc hiệu là anticodon có trên nó. Trong cấu tạo của t-ARN có chứa các gốc kiềm hiếm (trung bình 10 -12 gốc kiềm hiếm trên một phân tử t-ARN). Sự có mặt của các gốc kiềm hiếm làm

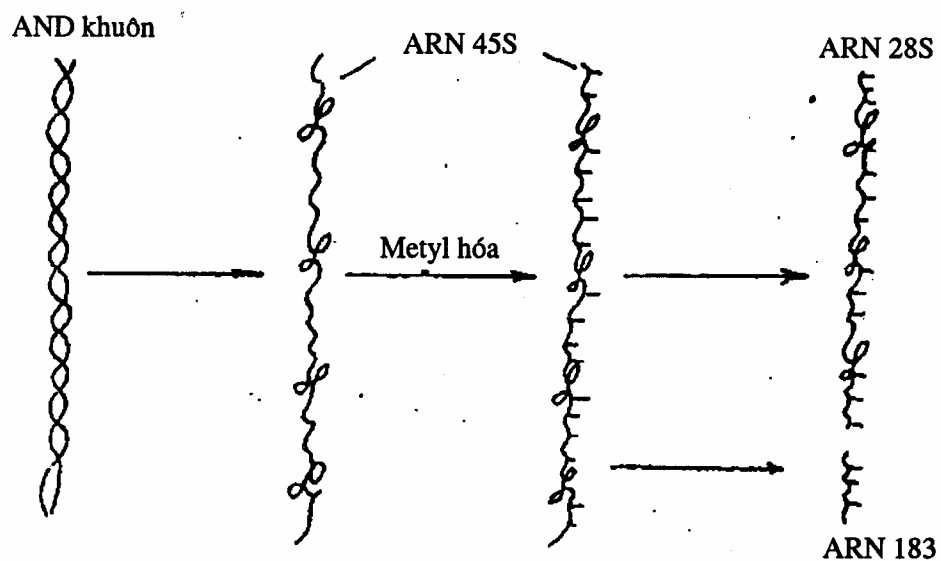
cho phân tử t-ARN bền vững khi có mặt enzym nuclease. Đồng thời nó làm cho phân tử t-ARN có cấu trúc chẻ ba (hình hoa thập.tự) vốn ngăn cản sự hình thành vòng xoắn kép của t-ARN.

\* *ARN ribosom (r-ARN)*

r-ARN được tổng hợp trong nhân dựa trên khuôn ADN dưới tác dụng của ARN-polymerase. r-ARN chiếm khoảng 80 - 90% tổng số ARN trong tế bào. Chất tiền thân của r-ARN là hợp chất cao phân tử, ký hiệu là r-ARN 45S.

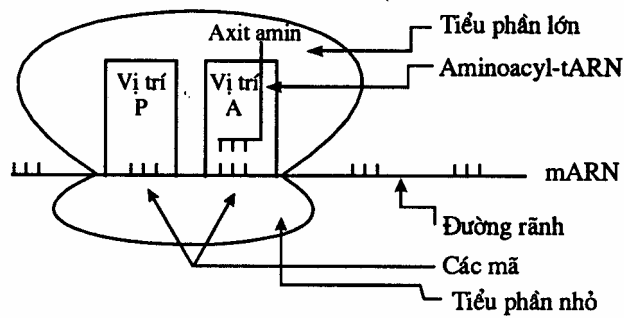
Trong hợp chất này có chứa trình tự nucleotit của cả r-ARN 28S và của cả r-ARN 18S.

Sơ đồ tổng hợp r-ARN từ khuôn ADN như sau:



Protein ribosom được tạo thành trong nguyên sinh chất và chuyển vào nhân, tại đây chúng liên kết với chất tiền thân của r-ARN.

\* *Ribosom*: là bộ máy sinh tổng hợp protein. Về mặt cấu tạo, ribosom được tạo thành từ 2 tiểu phần lớn và nhỏ. Hai tiểu phần này chỉ tương tác với nhau khi có mặt ion  $Mg^{2+}$ . các tiểu phần được tạo nên bởi phân tử r-ARN và Protein. Giữa 2 tiểu phần có đường rãnh để tiếp nhận và gắn m-ARN (khoảng 8 mã của m-ARN nằm trong rãnh đó). - ở tiểu phần lớn, có 2 vị trí: vị trí anunoacyl hay vị trí A làm nhiệm vụ tiếp nhận aminoacyl-tARN; vị trí peptidyl hay vị trí P làm nhiệm vụ tiếp nhận peptidyl-tARN trong quá trình chuyển vị. Ngoài ra còn có các vị trí gắn các yếu tố mở đầu, yếu tố kéo dài và yếu tố kết thúc.

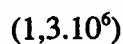
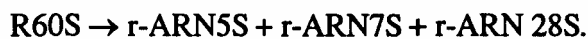


- Ở ribosom 70S của E.coli còn có tiểu phần lớn 50S (R50S) trọng lượng phân tử là  $18.10^6$  và tiểu phần nhỏ 30S (R30S) trọng lượng phân tử  $10^6$ .

Tiểu phần 50S chứa 1 phân tử r-ARN 23S và 1 phân tử r-ARN 5S và khoảng 34 protein khác nhau.

Tiểu phần 30S chứa 1 phân tử r-ARN 16S và 21 protein khác nhau.

ở tế bào nhân ribosom 80S có 2 tiểu phần:



- Các enzym tham gia quá trình sinh tổng hợp protein

+ Aminoacyl-tARN syntetase.

+ Peptidyl - transferase.

+ ARN - polymerase.

Ngoài ra, các yếu tố mở đầu (IF), yếu tố kéo dài (EF) yếu tố kết thúc (RF), các hợp chất giàu năng lượng ATP, GTP và các ion  $Mg^{2+}$ ,  $NH^4$  cũng như sự có mặt của 20 acid amin đều không thể thiếu được trong quá trình sinh tổng hợp protein.

Chúng ta có thể tóm tắt các yếu tố tham gia sinh tổng hợp protein như sau:

Các yếu tố	Vai trò
ADN	Bảo quản thông tin di truyền và điều khiển sự tổng hợp protein theo sơ đồ: ADN $\leftrightarrow$ ARN $\rightarrow$ Protein
M-ARN	Bản sao của các đen cấu trúc của ADN, làm khuôn mẫu cho sự tổng hợp protein ở ribosom
R-ARN	Cùng với các protein ribosom tạo nên ribosom nơi xảy ra quá trình sinh tổng hợp protein



T-ARN	Vận chuyển acid amin đến ribosom và đọc mã ở M-ARN theo qui tắc mã - đối mã
Enzym	- ARN-Polymerase xúc tác cho sự tổng hợp các ARN theo khuôn là các đoạn ADN tương ứng... - Aminoacyl-tARN syntetase xúc tác cho sự tạo phức aminoacyl-tarn. - Peptidyl-transferase xúc tác cho sự tạo liên kết peptid giữa các acid amin
Năng lượng	- ATP cần cho sự hoạt hoá các acid amin - GTP cần cho sự gắn aminoacyl-tARN vào ribosom và chuyển vị
Mg <sup>2+</sup>	Cần cho hoạt động của aminoacyl-tARN syntetase và cho sự ổn định của ribosom
20 acid amin thường gặp	Nguyên liệu cho sự tổng hợp protein

### 13.2.2. Các giai đoạn sinh tổng hợp protein

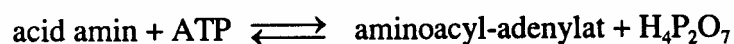
Quá trình sinh tổng hợp protein gồm 4 giai đoạn:

- Giai đoạn hoạt hoá acid amin.
- Giai đoạn mở đầu chuỗi polypeptid.
- Giai đoạn kéo dài chuỗi polypeptid.
- Giai đoạn kết thúc chuỗi polypeptid.

#### 13.2.2.1. Giai đoạn hoạt hoá acid amin(xảy ra ở bào tương)

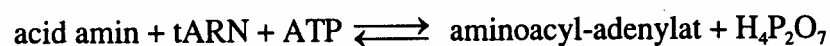
Giai đoạn đầu tiên của sự tổng hợp là sự hoạt hoá tất cả các acid amin cần thiết (khoảng 20 a.a khác nhau) nghĩa là tạo thành aminoacyl-tARN. Diễn ra qua 2 bước:

- *Bước 1* : Tạo phức aminoacyl-adenylat :



- *Bước 2*: Aminoacyl-adenylat + t-ARN  $\rightarrow$  aminoacyl-tARN + AMP

Tổng quát:



#### 13.2.2.2. Giai đoạn mở đầu chuỗi polypeptid. xảy ra ở ribosom

Trước tiên tạo phức hợp mở đầu gồm R30S + mARN + Formyl-methionin-tARN

+ IF<sub>1</sub>, IF<sub>2</sub>, IF<sub>3</sub>,

Cuối cùng phức mở đầu kết hợp với R50S hình thành nên R70S hoạt động và gắn tạo mã mở đầu trên mARN.

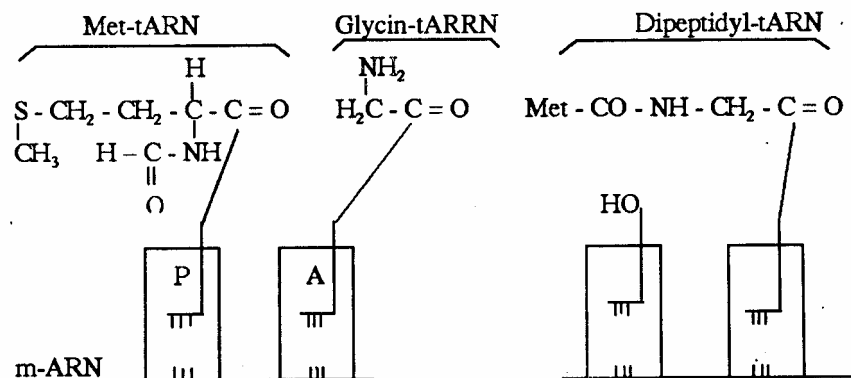
### 13.2.2.3. Giai đoạn kéo dài chuỗi polypeptid (Diễn ra ở ribosom)

Đây là quá trình lắp ráp các acid amin theo một trình tự nhất định đã được mã hoá ở M-ARN để tạo thành chuỗi polypeptid đặc trưng. Quá trình này được tiến hành qua 3 bước:

- *Bước 1* : Aminoacyl-tARN tiếp theo sẽ gắn vào vị trí A của phức hợp ribosom 70S.

Quá trình này cần năng lượng do GTP cung cấp, đồng thời có sự tham gia của các yếu tố kéo dài EF-T và EF-C, GTP thủy phân thành GDP và phosphat vô cơ cung cấp năng lượng cho quá trình gắn.

- *Bước 2*: Tạo thành liên kết peptid, lúc này ở ribosom đã có phân tử f-Met-tARN mở đầu ở vị trí P, với sự xúc tác của enzym peptidyl transferase, liên kết peptid được tạo thành giữa nhóm NH<sub>2</sub> của aminoacyl-tARN vừa mới đi vào (giả sử là glycyl-tARN) với nhóm COOH của f-Met-tARN. Kết quả tạo thành dipeptidyl-tARN vẫn gắn ở vị trí A. Liên kết giữa f-Met và TARN bị cắt đứt, năng lượng được giải phóng ra dùng để tạo liên kết -CONH-; còn TARN mới vẫn gắn ở vị trí P. Có thể hình dung bước 2 theo sơ đồ sau:



Quá trình này lặp đi lặp lại nhiều lần, mỗi lần ứng với một chu kỳ kéo dài, tức là ứng với sự gắn thêm một acid amin vào peptidyl-tARN mới. Trong đó nhóm NH<sub>2</sub> của aminoacyl-tARN mới vào vị trí A gắn với nhóm Co của COOH của peptidyl-tARN ở vị trí P và đẩy TARN tự do ra khỏi gốc peptidyl.

- *Bước 3*: Sự chuyển vị.

Sau khi liên kết peptid đã được tạo thành, peptidyl-tARNgly vẫn ở vị trí A của ribosom, ứng với mã tương ứng của glycyl trên MARN. Ribosom di chuyển ngược lại với vị trí A về phía co don tiếp theo. Do vậy peptidyl-tARN glycyl chuyển từ vị trí A sang vị trí P. Năng lượng cần thiết cho sự chuyển vị do GTP cung cấp. TARN fMet

tách khỏi ribosom. Khi đó vị trí A trống, ứng với mã của acid amin kế bên, sẵn sàng tiếp nhận aminoacyl-tARN này và lại bắt đầu chu kỳ mới, liên kết peptid khác lại được hình thành.

Các chu kỳ lắp ráp tương tự cứ tiếp diễn cho đến acid amin thứ n, khi vị trí A của ribosom gặp co don kết thúc (stop co don) là co don không mã hoá cho bất kỳ acid amin nào thì sự lắp ráp dừng lại.

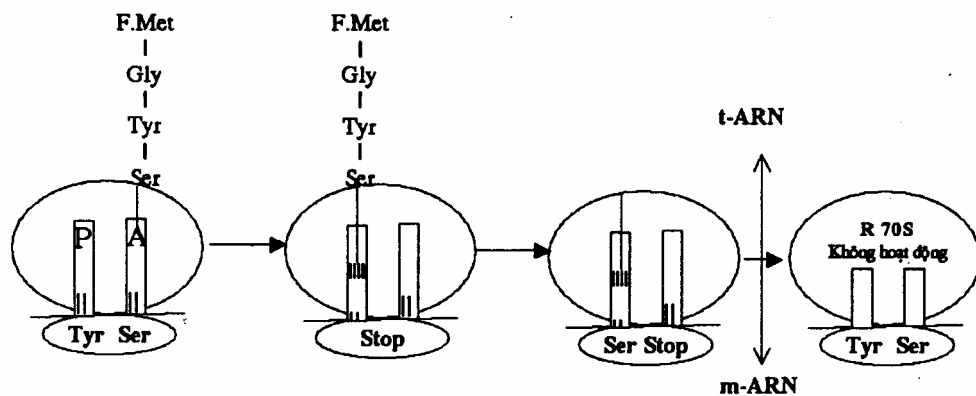
#### 13.2.2.4. Giai đoạn kết thúc chuỗi polypeptid

Sự tổng hợp chuỗi polypeptid được kết thúc khi trên phân tử MARN xuất hiện các co don kết thúc UAA, UAG hoặc UGA.

Khi acid amin cuối cùng được gắn vào chuỗi polypeptid trên ribosom thì nhóm carboxyl tận cùng của nó vẫn còn liên kết với TARN bằng liên kết hoá trị ở vị trí A dưới dạng polypeptid T-ARN. Ribosom lại dịch chuyển một co don và polypeptid-tARN chuyển từ vị trí A sang vị trí P. Mã kết thúc ứng với vị trí A mở và không có aminoacyl- TARN nào vào vị trí A nữa.

Các yếu tố kết thúc  $R_1$ ,  $R_2$  và  $R_3$  liên kết với ribosom và làm dễ dàng cho việc thuỷ phân liên kết este giữa polypeptid và TARN. Chuỗi polypeptid được giải phóng, MARN và TARN tách khỏi ribosom. Ribosom 70S tự do lại bị phân ly thành các tiểu đơn vị 30S và 50S và lại có thể tham gia vào việc tổng hợp một phân tử protein mới.

Cả 2 giai đoạn kéo dài và kết thúc của quá trình sinh tổng hợp protein có thể được hình dung theo sơ đồ sau:



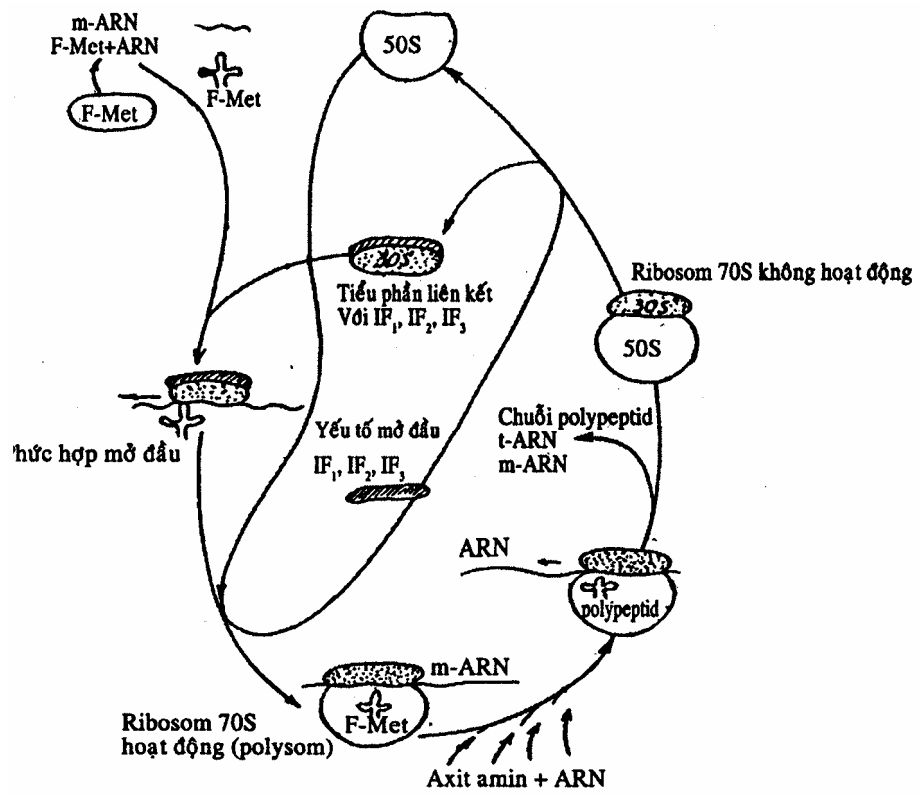
Chuỗi polypeptid sau khi tách khỏi ribosom sẽ cuộn lại để tạo thành cấu trúc bậc 2, bậc 3... Quá trình này xảy ra tự động và được quy định bởi cấu trúc bậc 1 của chuỗi peptid. Chuỗi polypeptid còn được xử lý tiếp bằng những phản ứng phosphoryl-hoá, methyl-hoá hoặc glucosyl-hoá để trở thành những protein có chức năng khác nhau.

Tốc độ tổng hợp protein được xác định bằng tốc độ dịch mã, khoảng 1 triplet/1 giây đối với tế bào E.con. Để tạo thành một liên kết peptid chỉ cần một khoảng thời gian rất ngắn và tiêu tốn năng lượng của ba liên kết cao năng.

Tóm lại, sinh tổng hợp protein là một quá trình vô cùng phức tạp, nhưng lại diễn

ra rất nhịp nhàng và với tốc độ nhanh chóng trong tế bào sinh vật với một cơ chế sinh động và lý thú

Có thể tóm tắt toàn bộ quá trình đó bằng cơ đồ khái quát sau đây:



## Chương 14

# QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI NƯỚC VÀ MUỐI KHÓNG

### 14.1. QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI NƯỚC

Nước là dung môi hoà tan các chất. Nước trong cơ thể động vật ở trạng thái luôn luôn trao đổi. Nó không ngừng được bài tiết ra ngoài qua hô hấp, nước tiểu, mồ hôi, phân và được đưa vào cơ thể theo con đường thức ăn, nước uống. Trong cơ thể động vật trưởng thành nước thường chiếm khoảng 55-65%, còn ở động vật sơ sinh có tới 70-80% nước.

Nước trong cơ thể động vật trưởng thành phân bố cũng không giống nhau.

#### *Hàm lượng nước trong các cơ quan và tế bào của chó*

<b>Cơ quan, tế bào</b>	<b>% so với tổng số nước trong cơ thể</b>
Cơ	47,74
Da	11,58
Ruột	9,68
Xương	9,08
Máu	8,27
Gan	3,86
Phổi	2,83
Não	1,59

Nước tham gia tích cực vào tất cả các quá trình sinh hoá học của cơ thể. Phân tử protein khác nhau đều có các nhóm hoá học như nhóm -OH, = CO, -CHO... liên kết với phân tử nước. Ví dụ như liên kết với albumin có tới 30-40% nước (tính theo vật chất khô của protein). Sự liên kết đó trong tế bào động vật có dạng nước tự do và nước liên kết. Tham gia vào dạng liên kết của nước ở tế bào có protein (gọi là vỏ thuỷ hoá), cũng như lipid, glucid và muối khoáng. Tuy nhiên, hàm lượng nước liên kết ở các tế bào khác nhau là khác nhau. Ví dụ, ở cơ hàm lượng nước liên kết là rất ít (dưới 1%) và có thể tăng, giảm tùy thuộc vào trạng thái sinh lý khác nhau.

Hàm lượng nước trong cơ thể động vật giảm dần theo lứa tuổi. Ví dụ, ở cơ thể bê đực sơ sinh chứa tới 75% nước, bê non - 62%, bê trưởng thành chỉ còn 52-55% và bê già còn có thể giảm nữa. Nhu cầu về nước và sự phân bố nước trong tế bào thay đổi phụ thuộc vào thành phần thức ăn, trạng thái sinh lý, hoạt động sản xuất... Ví dụ, thức ăn giàu lipid hàm lượng nước trong tế bào giảm hoặc ở cừu với mức dinh dưỡng trung bình hàm lượng nước trong cơ thể khoảng 50-60%, với mức dinh dưỡng cao thì từ 35-

45%. Cơ thể động vật không thể thiếu nước. Ngựa thiếu nước 17- 18 ngày sẽ chết.

Nước uống vào cơ thể được hấp thu chủ yếu ở ruột non. Nước đi vào đường tiêu hoá cùng với các dịch tiêu hoá. ở ruột già xảy ra sự tái hấp thu nước của dịch tiêu hoá. Ngoài nước uống, trong cơ thể động vật không ngừng hình thành nước do quá trình oxy hoá protein, glucid và lipid. Oxy hoá là glucid hình thành 0,6g nước, oxy hoá là lipid cho 1,97g nước và oxy hoá là protein cho 0,4g nước. Nguồn nước này có ý nghĩa quan trọng khi thiếu nước uống dài ngày đối với động vật sống ở sa mạc, động vật ngủ đông hay loài côn trùng mà quá trình phát triển trải qua giai đoạn kén.

*Hàm lượng nước trong các cơ quan và tế bào động vật*

<b>Cơ quan, tế bào</b>	<b>% so với tổng số nước trong cơ thể</b>
Tế bào xương	16 - 46
Tế bào cơ	75
Tế bào liên kết	60 - 80
Não (chất trắng)	70
Não (chất xám)	84
Gan	70
Thận	80
Máu	85

Nhu cầu về nước ở động vật nông nghiệp cũng khác nhau: cứ 1kg thức ăn đối với bò cần 4-6 lít nước, đối với cừu 2-3 lít, đối với lợn 7-8 lít, đối với ngựa 2-3 lít.

Protein của máu (albumin và globulin) có ý nghĩa lớn trong việc phân bố nước giữa máu và tế bào. áp suất thẩm thấu do protein máu gây ra gọi là áp suất

Sự bài tiết nước từ cơ thể là do thận, da, ruột và phổi. Gần một nửa số lượng nước được bài tiết qua thận cùng nước tiểu, gần một phần ba do da và phổi, phần còn lại là qua ruột.

Ở các động vật khác nhau, phụ thuộc vào đặc điểm trao đổi chất mà sự bài tiết nước xảy ra theo các cách khác nhau. Ví dụ, ngựa lao tác mạnh nước thải theo mồ hôi nhiều, chó thải nước với không khí thở ra qua bề mặt tuyến nhầy ở miệng...

Quá trình trao đổi nước liên quan mật thiết với quá trình trao đổi protein, glucid, lipid và đặc biệt trao đổi chất khoáng.

Các chất khoáng loại này có khả năng tích lũy nước ở trong tế bào, thì ngược lại các chất khoáng khác lại kích thích sự thải nước (qua thận và các bộ phận bài tiết khác). Muối natri, đặc biệt là Natri gây tích nước ở tế bào. Trong khi đó muối kim loại tăng cường sự đào thải nước. Điều đó giải thích sự tác động có lợi của muối kim khi bị

viêm.

Không chỉ riêng protein mà cả các hợp chất lipoit của tế bào có ý nghĩa quan trọng trong việc cân bằng nước của cơ thể. Phụ thuộc vào trạng thái sinh lý của động vật làm thay đổi tương quan tăng hoặc giảm sự liên kết nước của tế bào. Các cơ quan và tế bào chứa càng nhiều sterit thì nó càng có khả năng liên kết mạnh với nước.

Sự trì hoãn việc cung cấp lipid dẫn tới sự giảm hàm lượng nước trong tế bào Cholesterol, hợp chất protein, glucid và các chất khác ảnh hưởng trực tiếp tới sự liên kết nước .

Sự điều hoà trao đổi nước trong cơ thể là do hệ thần kinh trung ương và hormon tuyến yên, hormon miền vỏ tuyến thượng thận và hormon tuyến sinh dục.

## 14.2. QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI MUỐI KHOÁNG

Đối với động vật nông nghiệp rất cần các nguyên tố sau đây: Na, K, Ca, P, S, O, Fe, Mìt, Zn, Cu, I, Co, Mo.

Các muối Na, K, Ca và Mg của các acid phosphoric, acid carbonic, acid sulfuric có ý nghĩa rất quan trọng đối với sự trao đổi chất. Bảng dưới đây cho thấy sự phân bố của các chất khoáng này trong cơ thể động vật.

### *Sự phân bố của các muối khoáng chủ yếu trong cơ thể động vật*

Muối	Huyết thanh của máu (mg%)	Thành phần hữu hình của máu (mg%)	Cơ (mg%)
Natri	335	19	37,9
Kim	19,5	420	320,1
Canci	9,6	0,5	7,5
Ma giê	3,2	3,0	21,2

Qua bảng trên cho thấy nghi và khu chiếm ưu thế trong máu, tính có nhiều trong thành phần hữu hình, còn kém, nghi và ma giê có nhiều trong tế bào cơ. Các chất này thường nằm ở trạng thái tự do hay liên kết với protein.

Nhu cầu các chất vô cơ đặc biệt tăng lên ở giai đoạn phát triển của gia súc non, thời kỳ có chữa, lực cho sữa ở bò, cho lông ở cừu hay cho trứng ở gà.

Ngoài ra, các con ( $H^+$ ) và  $OH^-$  có ý nghĩa lớn trong trao đổi chất của động vật, gây nên sự cân bằng toan - kiềm trong cơ thể.

Các muối vô cơ đưa vào cơ thể cùng với thức ăn và nước uống. Tuy nhiên, thành

phần các chất khoáng của thức ăn là không giống nhau. Cho nên, nếu cho ăn một loại thức ăn kéo dài thì trong cơ thể động vật sẽ tích lũy thừa hoặc thiếu một số hợp chất khoáng, dẫn tới sự phá huỷ trạng thái cân bằng của tế bào. Điều đó cũng sẽ dẫn tới phá huỷ sự cân bằng toan - kiềm và trao đổi chất nói chung.

#### **14.2.1. Natri (Na) và Kali (K)**

Natri và kali trong cơ thể ở dạng muối clorua, phosphat, carbonat và sulfat, thường ở trạng thái ion và trạng thái liên kết với protein, acid nucleic và các sản phẩm trao đổi chất khác. Natri có trong dịch thể, còn kali có trong mô bào.

Vai trò sinh học của natri và kali rất lớn. Nồng độ ion natri và kali quyết định áp suất thẩm thấu của máu. Ion natri có trong thành phần hệ đệm của máu, thải theo nước

ở dạng bicarbonat và theo dịch tiêu hoá. Nó cần thiết để duy trì pH máu. Ion kali duy trì độ pH trong tế bào và thải theo huyết tương. Cùng với ion natri chúng làm tăng trạng thái keo của tế bào. Ion natri và kali ảnh hưởng tới hoạt động hệ thần kinh, trạng thái của hệ cơ, chức năng tim và mạch máu, gan, thận và các cơ quan khác. Ion kali ức chế hoạt động của một loạt enzym như phosphorylase; ion kali hoạt hoá các enzym riêng biệt. Ion kali và natri bài tiết khỏi cơ thể chủ yếu theo nước tiểu, một phần theo mồ hôi. Nhu cầu của động vật đối với muối natri là khác nhau. Ví dụ bò cần 5-7g NaCl/100kg khối lượng/ngày đêm (2 g/lít sữa); ngựa 15-30 g; lợn 6-10 g; cừu 8-10 g.

#### **14.2.2. Canxi (Ca)**

Canxi có ý nghĩa lớn đối với cơ thể, 97% calci có trong thành phần của xương ở dạng muối phosphat và carbonat (80% dạng  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  và 13% dạng  $\text{CaCO}_3$ ). Canxi có trong thành phần của tất cả các tế bào, trong máu dưới dạng liên kết với protein, cũng như trong sữa ở dạng hoà tan của casein.

Canxi làm giảm sự hưng phấn của hệ thần kinh, giảm khả năng thẩm thấu tế bào, tăng hoạt động của tim, tham gia quá trình đông máu. Canxi hoạt hoá enzym ATP-ase, lexitinase, ức chế enzym enolase, dipeptidase và các enzym khác.

Nhu cầu của động vật đối với muối calci như sau: bò gần 5 g/kg khối lượng/ngày đêm, cừu 3-10 g, ngựa 35-100 g.

#### **14.2.3. Magiê (Mg)**

Magiê là chuôn nội bào có trong nhân tế bào và ribosom ở dạng liên kết với protein, nó là chất hoạt hoá quan trọng của quá trình phosphoryl-oxy hoá.  $\text{Mg}^{2+}$  tìm thấy trong xương, cần thiết cho quá trình cơ học, tham gia vào thành phần miosin và ATP giữ vai trò cầu nối giữa các chất này.

#### **14.2.4. Phospho (P)**

Phospho trong cơ thể ở dạng muối của acid phosphoric, tham gia thành phần của



các protein, lipid, glucid và nhiều sản phẩm khác của quá trình trao đổi chất. Vai trò của phospho trong trao đổi chất của cơ thể là rất lớn.

Acid phosphoric tham gia vào thành phần của nhiều coenzym. Đối với quá trình sống cần phải xác định tương quan giữa Can cũng như Môm trong cơ thể người và động vật.

Nhu cầu của động vật đối với phospho như sau: bò 3 g/kg khối lượng/ngày đêm, cừu 2-5g, ngựa 60 g. Sự rối loạn trao đổi chất, phospho là nguyên nhân của nhiều bệnh phổ biến ở gia súc, gia cầm như còi xương, mềm xương, loãng xương...

#### **14.2.5. Clo (Cl)**

Cl là muón quan trọng ở trong tất cả các tế bào, dịch thể của cơ thể. Anion Cl cùng với con Na và K giữ ổn định áp suất thẩm thấu trong dịch thể và chức năng bình thường của hệ thần kinh.

#### **14.2.6. Các nguyên tố vi lượng**

Vai trò của các nguyên tố vi lượng đối với cơ thể động vật là tham gia tích cực vào các quá trình sinh trưởng, phát triển, sinh sản cũng như bảo vệ sức khoẻ và sản xuất. Thừa hay thiếu các nguyên tố vi lượng trong thức ăn cũng là nguyên nhân của nhiều bệnh khác nhau ở động vật.

Sau đây chúng ta nghiên cứu vai trò của một số nguyên tố vi lượng đối với động vật nông nghiệp.

##### **14.2.6.1. Iod ( $I_2$ )**

Iod là một trong những nguyên tố vi lượng quan trọng của cơ thể. Nó được tìm thấy đầu tiên trong tế bào của tuyến giáp trạng với số lượng lớn (20-300 mg/100 g tế bào tươi) Iod cũng tìm thấy trong vỏ thận (0,2-0,4mg/100 g), trong tuyến sinh dục (0,1-0,2 mg/100g), trong gan, thận, lách, phổi và các tế bào khác. Trong máu iod có khoảng 10- 12  $\gamma$  % (1  $\gamma$  = 0,001 mg).

Iod tham gia vào thành phần của hormon tuyến giáp trạng, điều hoà hầu hết các quá trình trao đổi chất. Thiếu iod trong thức ăn sẽ gây ra sự rối loạn trao đổi chất ở tất cả các động vật, kìm hãm sinh trưởng, giảm sản xuất. Nhạy cảm với sự thiếu iod là lợn, dễ mắc bệnh kèm theo rối loạn trao đổi Nitơ, glucid, nước, muối khoáng, rụng lông... ở bò thiếu iod giảm sản lượng sữa, ở cừu sinh trưởng chậm, ở gia cầm giảm sản lượng trứng... Để cung cấp iod cho cơ thể động vật cần bổ sung muối iod và muối ăn.

Hàm lượng iod trong thức ăn là khác nhau. Ví dụ trong trứng có 20-26  $\gamma$  /kg VCK, trong lúa kiều mạch 42  $\gamma$ , trong bắp cải 60  $\gamma$ , trong sữa 550  $\gamma$ ...

##### **14.2.6.2. Đồng (Cu)**

Đồng có trong máu và tất cả các tế bào của động vật, nhiều nhất là gan và lách. Ví dụ trong gan bò có tới 30 mg Cu/1000 g chất tươi. Trong máu động vật có 2 mg/l

lít. Đồng trong cơ thể động vật thường ở dạng tự do hoặc liên kết. Hàm lượng đồng trong huyết tương máu tăng khi có chữa hoặc mắc bệnh truyền nhiễm. Đó có thể coi như phản ứng bảo vệ đối với sự liên kết của toxine. Thiếu đồng trong thức ăn ảnh hưởng tới sự sinh trưởng, chức năng của hệ thần kinh, hệ cơ và tuần hoàn, hoạt tính sinh dục và sức sản xuất.

#### 14.2.6.3. Molibden (Mo)

Molibden tìm thấy ở trong các tế bào khác nhau của cơ thể động vật và tham gia vào thành phần của enzym trao đổi gốc kiềm purin (xanthoxydase). Thừa molibden đại gia súc giảm mọc lông. Thiếu molibden ảnh hưởng tới sinh trưởng của vật nuôi.

#### 14.2.6.4. Mangan (Mn)

Mangan tham gia vào thành phần của nhiều tế bào động vật, nhiều nhất là gan.

Mangan đóng vai trò quan trọng trong quá trình phosphoryl-oxy hoá. Ma ngan

(Mn<sup>2+</sup>) tham gia vào nhiều phản ứng chuyển hóa trung gian. Mn<sup>2+</sup> xúc tiến quá trình phân giải glucid, tăng cường trao đổi protein.

Nhờ sự tham gia tích cực vào các phản ứng enzym mà ma ngan ảnh hưởng tới sự sinh trưởng, tăng cường tuần hoàn và chức năng sinh dục của con đực và con cái. Nhạy cảm với sự thiếu ma ngan là gia cầm, gây bệnh perozit (biến dạng xương chân và cánh).

#### 14.2.6.4. Kẽm (Zn)

Kẽm tìm thấy ở hầu hết các tế bào của động vật, nhiều nhất là ở tinh dịch, sau đó là gan tuyến tụy, ở cơ, tuyến sinh dục và xương. Thiếu kẽm kìm hãm phát triển, hình thành lông, đặc biệt là chức năng sinh dục và các dấu hiệu khác. Kẽm kích hoạt hormone tuyến yên và hormone sinh dục. Kẽm tham gia vào thành phần của carboanhydrase - enzym quan trọng của chuyển hóa trung gian. Nhận thấy sự liên kết của kẽm với một số vitamin (B, PP). Kẽm được bài tiết ra ngoài cơ thể chủ yếu theo phân.

#### 14.2.6.4. Cobalt (Co)

Cobalt là một nguyên tố vi lượng quan trọng. Lần đầu tiên ở Australia (1935) người ta đã sử dụng coban để chữa bệnh cho cừu và bê. Cobalt có ở các cơ quan và mô bào. Cobalt trong cơ thể ảnh hưởng tới sự sinh trưởng, quá trình mọc lông và sản phẩm thịt, quá trình tạo máu.

Thiếu coban trong khẩu phần trước tiên là giảm sự tổng hợp vitamin B<sub>12</sub> (cyanocobalamin). Sự tổng hợp vitamin B<sub>12</sub> được thực hiện bởi vi sinh vật đường tiêu hóa, đặc biệt là ở dạ cỏ động vật nhai lại và phần ruột già của các động vật khác. Trong thành phần vitamin B<sub>12</sub> chứa 4,5% coban, vì vậy thiếu coban trong khẩu phần sẽ mắc bệnh thiếu vitamin B<sub>12</sub> - bệnh thiếu máu ác tính.

## Chương 15

# MỐI LIÊN QUAN GIỮA CÁC QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT

### 15.1. SƠ ĐỒ TỔNG QUÁT CỦA CÁC QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT

Trong cơ thể sinh vật, trao đổi chất của tế bào là tổng thể của các mối liên hệ. Sự trao đổi của một hợp chất nào đó xảy ra trong cơ thể sống không phải riêng lẻ như chúng ta tách ra để dễ nghiên cứu, mà nó liên quan mật thiết với sự trao đổi chất của các hợp chất khác. Mối liên quan tương hỗ về sự trao đổi chất giữa các hợp chất thể hiện trên hai mặt chủ yếu là nguyên liệu và năng lượng.

#### 15.1.1. Mối liên quan về mặt nguyên liệu

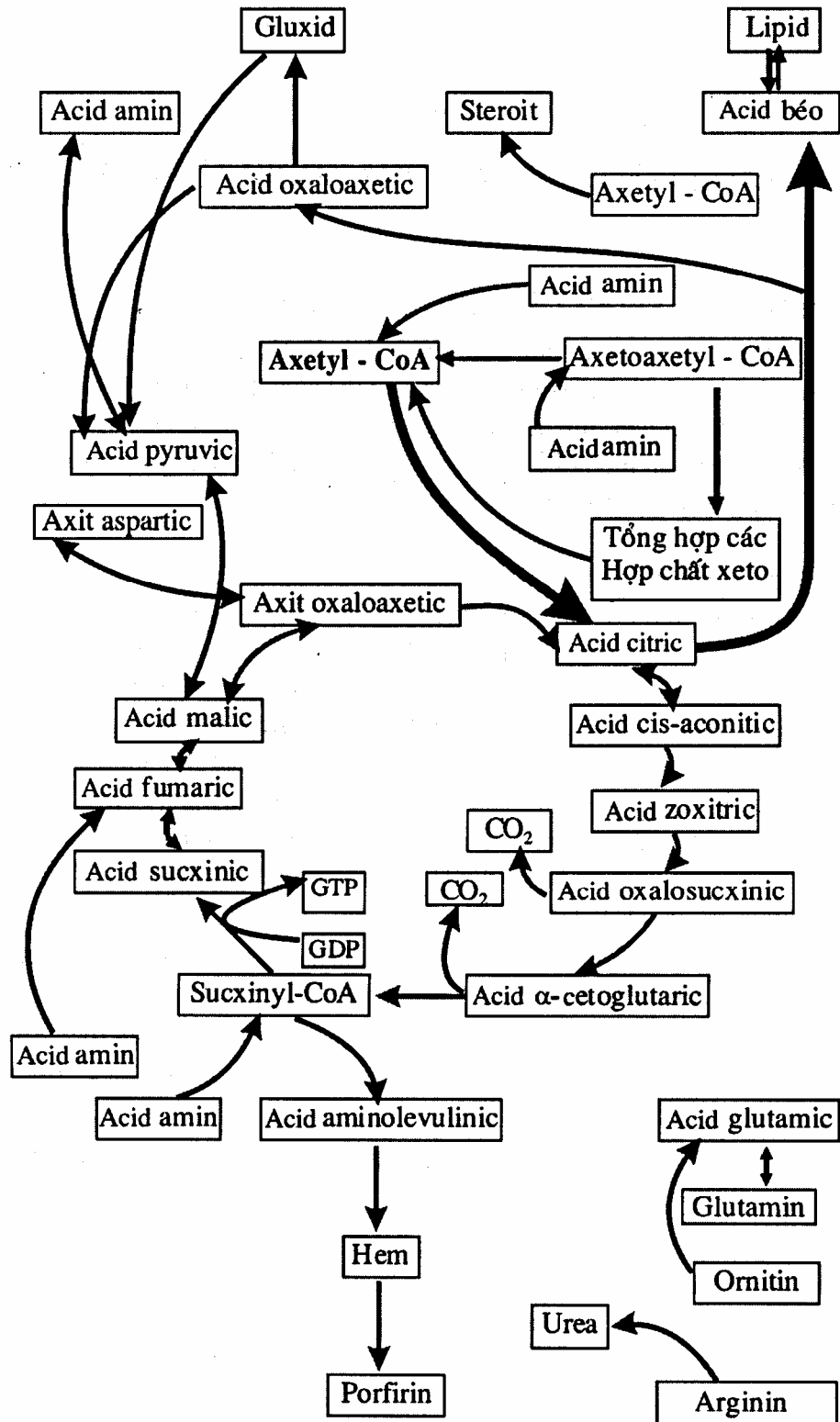
Trong quá trình trao đổi chất ở cơ thể sống, các chất protein, glucid, lipid ban đầu khác nhau hoàn toàn về cấu tạo hóa học, đó là tính đặc hiệu của từng chất. Các chất này dưới tác dụng của nhiều hệ thống men chúng sẽ bị phân giải thành những sản phẩm trung gian giống nhau. Từ những sản phẩm trung gian này, tùy theo nhu cầu của cơ thể cũng như môi trường sống mà sinh vật sẽ tổng hợp nên các hợp chất cao phân tử đặc trưng cho cơ thể hoặc sẽ được oxy hóa triệt để nhằm tạo ra năng lượng. Nhờ khả năng chuyển hóa tương hỗ giữa các chất mà cơ thể sinh vật có khả năng thích ứng được với môi trường. Quá trình chuyển hóa này chịu sự điều tiết rất tinh vi và nhạy bén của hệ thống thần kinh - thể dịch trong cơ thể của động vật.

Chu trình Krebs như chúng ta đã trình bày ở phần trước là nơi gặp gỡ trung gian của mọi quá trình trao đổi chất, thông qua chu trình Krebs các chất có thể chuyển hóa cho nhau, chính nó là trung tâm của sự trao đổi vật chất. Các đường hướng trao đổi chất quan trọng nhất của các sản phẩm trung gian thông qua chu trình Krebs được mô tả ở sơ đồ dưới đây.

$\alpha$ - *Cetoglutaric* là chất nhận quan trọng nhất của các nhóm quan trọng các phản ứng chuyển quan. Nó sẽ tạo ra acid glutamic, chất này có thể tạo ra glutamin hoặc là chất tiền của thoãn, omitin, cytrulin, arginin và các chất trao đổi khác.

*Acid oxaloacetic* là hợp chất quan trọng của sự tổng hợp glucid. Phản ứng chuyển quan thuận nghịch của acid oxaloacetic để tạo thành acid aspartic, chất này là tiền thân của pyrimidin-nucleotit hoặc có thể tạo thành một số acid amin.

*Sucxynyl-CoA* có thể kết hợp với glycin để tạo ra acid  $\gamma$ - aminolevuluric, chất này ngưng tụ thành proforbilinogen, hợp chất chủ yếu được dùng trong quá trình tổng hợp các cấu trúc porfirin.



Con đường trao đổi chất quan trọng nhất của các sản phẩm trung gian ở chu trình Krebs

### 15.1.2. Mối liên quan về mặt năng lượng

Trao đổi chất luôn gắn liền với trao đổi năng lượng vì mỗi hợp chất hữu cơ là thành phần của hợp chất sống đều có mức năng lượng dự trữ, biến đổi trong quá trình trao đổi chất. Trong cơ thể sống, các phản ứng oxy hóa luôn đi kèm với quá trình tổng hợp các chất giàu năng lượng như ATP, ADP, creatin phosphat (CP), arginin phosphat,

UTP, CTP, GTP... hoặc kèm theo sự tạo công sinh lý, một phần năng lượng biến thành nhiệt để duy trì thân nhiệt hằng định. Các hợp chất cao năng, đặc biệt là ATP, được sử dụng trong các phản ứng thu năng lượng và các quá trình sinh tổng hợp các chất khác nhau.

## **15.2. MỐI LIÊN QUAN GIỮA CÁC QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT**

### ***15.2.1. Mối liên quan giữa trao đổi protein và trao đổi acid nucleic***

Trong cơ thể sinh vật tồn tại mối liên quan chặt chẽ, hỗ trợ lẫn nhau giữa trao đổi protein và acid nucleic. Sự tổng hợp acid nucleic phụ thuộc vào trao đổi acid amin và protein. Sự tổng hợp nucleotit triphosphat và acid nucleic phụ thuộc vào sự có mặt của các enzym như ADN-polymerase, ARN-polymerase, polynucleotit phosphorylase và các enzym đảm bảo sự tổng hợp các gốc kiềm phân và pyrimidin. Một số acid amin như acid glutamic, acid aspartic, glycin và một số gốc carbon đều là nguyên liệu để tổng hợp nhân pyrimidin và phần của acid nucleic.

Đến lượt mình, acid nucleic lại có vai trò quan trọng trong quá trình sinh tổng hợp protein. Acid deoxyribonucleic (ADN) và các acid ribonucleic (MARN, TARN, RARN) đều tham gia sự lắp ghép của các gốc acid amin theo một trình tự xác định, tạo thành chuỗi polypeptid.

### ***15.2.2. Mối liên quan giữa trao đổi glucid và trao đổi acid nucleic***

Khi phân giải glucose theo chu trình pentose-phosphat sẽ tạo thành ribose-5-phosphat. Chất này sẽ tạo nên phosphoriboxyl-pyrophosphat dùng làm nguyên liệu để tổng hợp thành các gốc kiềm phân và pyrimidin cũng như đường D-ribose và D-deoxyribose. Các chất này là thành phần bắt buộc cần thiết để tổng hợp nên các nucleotit và acid nucleic.

Ngược lại, trong tế bào các sản phẩm của acid nucleic có thể được biến thành ribose-5-phosphat, sau đó tổng hợp nên glucose - 6- phosphat. Mặt khác, sự tổng hợp acid nucleic trong một mức độ nhất định có ảnh hưởng đến sự tổng hợp glucid. Điều này thể hiện rõ ở phản ứng sử dụng uridin triphosphat (UTP) để tổng hợp uridin diphospho - glucose (UDP-glucose) trong quá trình tổng hợp glycogen dự trữ.

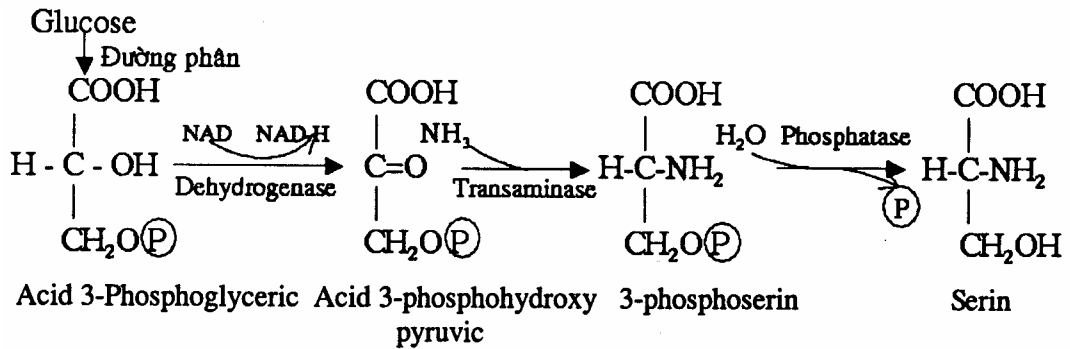
### ***15.2.3. Mối liên quan giữa trao đổi lipid và trao đổi acid nucleic***

Mối liên quan giữa trao đổi lipid và acid nucleic thường là mối liên quan gián tiếp thông qua sự trao đổi glucid và trao đổi protein. I uy nhiên, sự tổng hợp glycerophospholipid cần có sự tham gia của cytidin triphosphat (CrP), các bazơ Nitơ nhất thiết phải được hoạt hóa dưới dạng cytidin diphospho-cholin (CDP-cholin) và cytidin diphospho-ethanolamin (CDP-ethanolamin). Sau đó là sự chuyển gốc bazơ Nitơ cho acid phosphatidic hoặc diglycerid.

### ***15.2.4. Mối liên quan giữa trao đổi protein và trao đổi glucid***

Trong cơ thể động vật nhiều acid amin được tổng hợp từ glucid và amoniac. Sự

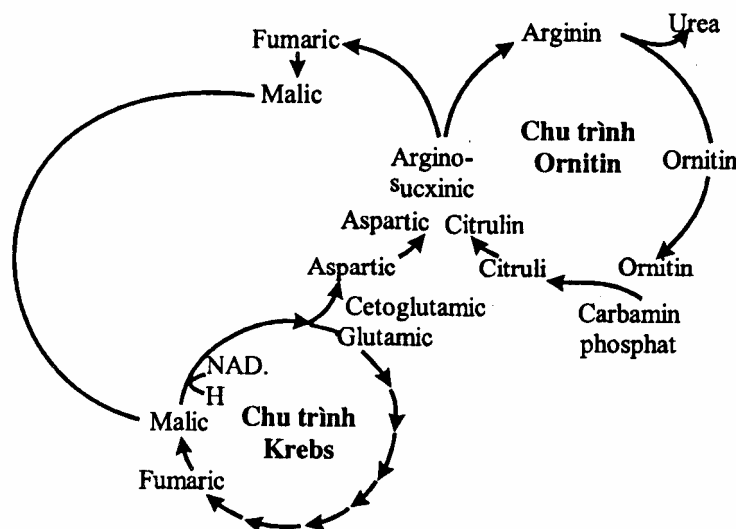
phân giải glucid tạo ra một số  $\alpha$ -cetoacid, khi quân hóa chúng sẽ tạo thành các acid amin. Ví dụ từ acid pyruvic sẽ tạo thành alanin, từ  $\alpha$ -cetoglutamic sẽ tạo thành acid glutamic. Từ acid glutamic sẽ tổng hợp được proline, từ acid aspartic sẽ tạo thành lysin, threonin, methionin. Sự phân giải glucid cũng tạo thành acid 3-phosphoglyceric, chất này sẽ tạo thành se rin. Từ se rin có thể tạo thành cystein hoặc glycin. Sự hình thành se rin từ glucose như sau:



Ngược lại, các acid amin như alanin, phenylalanin, tyrosin, histidin, tryptophan, se rin, cystein có thể bị phân giải tạo ra acid pyruvic hoặc một số hợp chất trung gian của chu trình Krebs như acid oxaloacetic và acid  $\alpha$ -cetoglutanc. Từ acid oxaloacetic có thể tạo ra acid phosphoenolpyruvic, từ đó sẽ tổng hợp nên glucose mới.

Ngoài ra, giữa quá trình dị hóa glucid thông qua chu trình Krebs và quá trình dị hóa acid amin thông qua chu trình Ornitin có những giai đoạn tạo ra các sản phẩm trung gian giống nhau như acid aspartic, glutamic, fumaric. Điều đó chứng tỏ sự trao đổi glucid cũng liên quan đến sự trao đổi protein.

Mối liên quan giữa chu trình Krebs và chu trình Ornitin có thể diễn tả như sau:



### 15.2.5. Mối liên quan giữa trao đổi glucid và trao đổi lipid

Mối liên quan giữa trao đổi glucid và trao đổi lipid chủ yếu thông qua sản phẩm trung gian là phosphodihydroxyaceton và acetyl-CoA. Từ sự phân giải glucid tạo ra glycerin và acid béo, từ đó tổng hợp nên lipid (cơ sở khoa học của việc vỗ béo gia súc

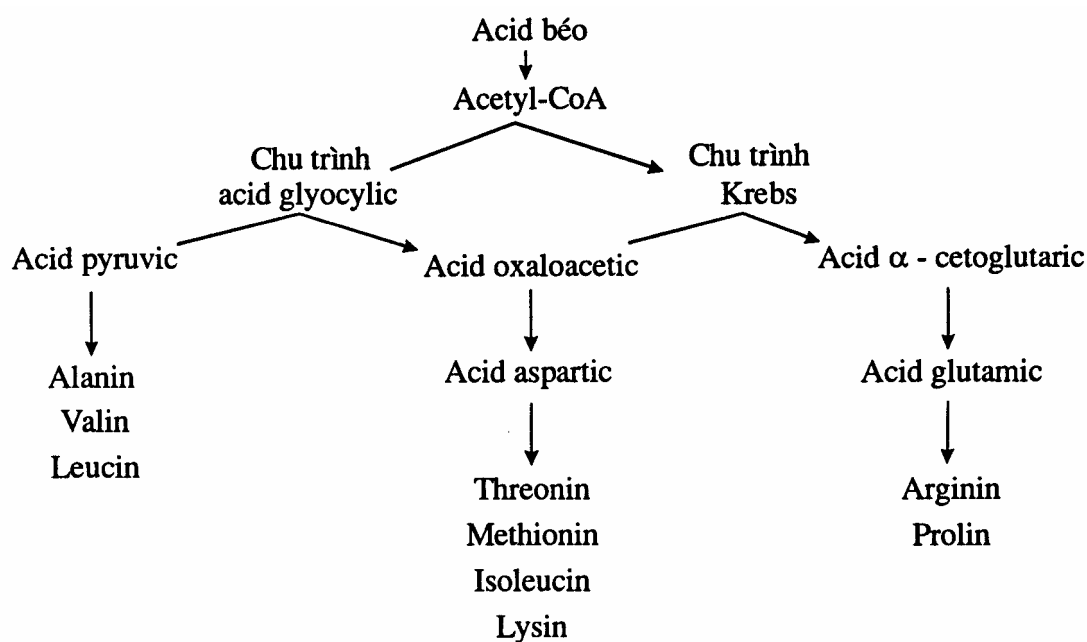
bằng tinh bột).

Ngược lại, sự phân giải lipid tạo ra các sản phẩm như glycerol và acetyl-CoA, chúng là nguyên liệu để tổng hợp nên glucid.

### 15.2.6. Mối liên quan giữa trao đổi protein và trao đổi lipid

Acid béo là sản phẩm chủ yếu của sự phân giải lipid. Trong quá trình trao đổi chất, acid béo tiền chất của một số acid amin. Acid béo sau khi được  $\sim$ oxy hóa và qua chu trình Krebs sẽ tạo thành acid  $\alpha$ -ketoglutaric và chất này sẽ tổng hợp được một số acid amin.

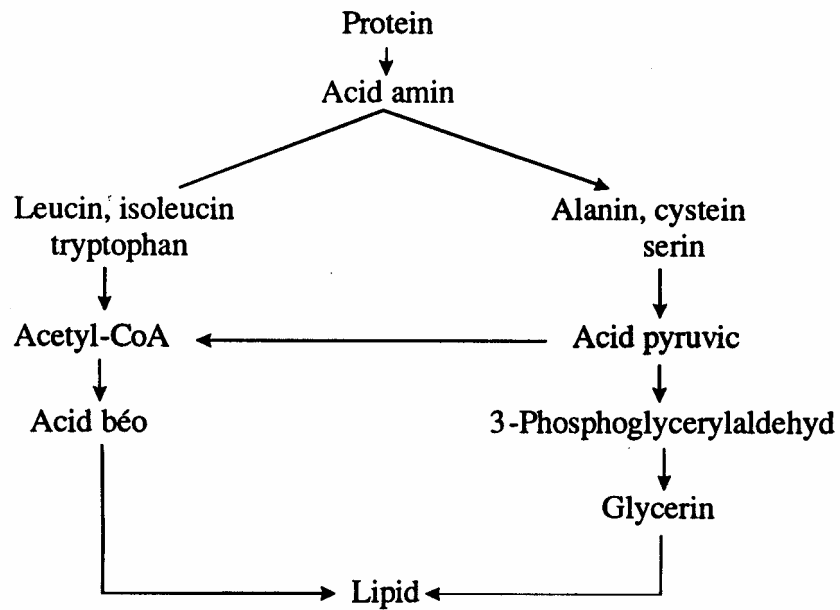
Acetyl-CoA còn được biến đổi thành acid oxaloacetic qua chu trình acid glyoxylic và từ acid này chuyển hóa thành acid pyruvic. Từ hai cetoacid này thông qua phản ứng chuyển quan và phản ứng khử quan sẽ tổng hợp nên nhiều acid amin. Sự trao đổi glycerin thông qua sản phẩm trung gian của glucid có thể dẫn đến sự tổng hợp các acid amin như histidin, phenylalanin, tyrosin và tryptophan. Quá trình chuyển hóa protein thành lipid có thể diễn tả như sau:



Ngược lại, một số acid amin như leucin, isoleucin, tryptophan khi bị phân giải sẽ tạo thành acetyl-CoA, từ đó tổng hợp nên acid béo. Một số acid amin khác như alanin, cystein, serin có thể bị phân giải thành acid pyruvic và tạo thành acid 3-phosphoglyceraldehyd. Từ chất này sẽ tạo nên glycerol là nguyên liệu tổng hợp nên lipid.

Vai trò của protein trong trao đổi lipid còn được xác định bởi chức năng xúc tác của chúng trong các phản ứng phân giải và tổng hợp lipid.

Sơ đồ chuyển hóa protein thành lipid có thể diễn tả như sau:



Từ những vấn đề vừa nêu trên có thể rút ra kết luận rằng: Trao đổi chất là quá trình cơ bản nhất của sự sống. Trong cơ thể, các quá trình trao đổi chất có mối liên quan mật thiết và có sự thống nhất với nhau. Sản phẩm của sự phân giải một chất này là nguồn nguyên liệu để tổng hợp nên chất kia, năng lượng do sự phân giải chất này lại cần dùng cho quá trình sinh tổng hợp các chất khác. Sự trao đổi glucid và lipid có ý nghĩa lớn về mặt cung cấp năng lượng cho cơ thể. Sự trao đổi protein có vai trò điều hoà nghiêm ngặt và tinh vi đối với quá trình trao đổi chất. ở động vật bậc cao, chiều hướng của những quá trình trao đổi chất đều chịu sự chi phối và điều tiết rít chính xác, nhạy bén của cơ chế điều hoà thần kinh ra thể dịch.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Trần Thị ân, Đái Duy Ban, Nguyễn Hữu Chấn, Đỗ Đình Hồ, Lê Đức Trình (1980), *Hoá sinh học*, Nhà xuất bản Y học.
2. Vũ Kim Bảng. Nguyễn Đăng Hùng, Nguyễn Văn Kiệm, Trần Thị Lộc, Vũ Thị Thư, Lê Khắc Thận, (1991), *Hoá sinh đại cương*, Nhà xuất bản Đại học và Giáo dục chuyên nghiệp, Hà Nội- 1 99 1 .
3. Trịnh Văn Bảo, Phan Thị Hoan và CS (2002), *Các nguyên lý sinh học*, Nhà xuất bản Y học, Hà Nội.
4. Phạm Thị Trân Châu, Trần Thị áng (1999), *Hoá sinh học*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
5. Hồ Huỳnh Thuỳ Dương (1998), *Sinh học phân tử*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
6. Nguyễn Lâm Dũng, Phạm Văn Ty, Nguyễn Đình Quyến (1999), *Vi sinh vật học*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
7. Đỗ Đình Hồ và CS (2005), *Hoá sinh y học*, Nhà xuất bản Y học, TP. Hồ Chí Minh.
8. Phạm Thành Hồ (2001), *Di truyền học* (tái bản lần thứ 3), Nhà xuất bản Giáo dục, TP Hồ Chí Minh.
9. N.V. Kurilov, A.V. Krotkova (1979), *Sinh lý và hoá sinh tiêu hoá động vật nhai lại* (Sách dịch), Nhà xuất bản KHKT, Hà Nội, 1979.
10. Hoàng Quang và CS, (2000), *Hoá sinh y học*, Nhà xuất bản Quân đội nhân dân, Hà Nội.
11. Nguyễn Tiến Thắng, Nguyễn Đình Huyền (1998), *Gzáo trình Sinh hoá hiện đại*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1998.
12. Nguyễn Xuân Thắng và CS (2004), *Hoá sinh học*, Nhà xuất bản Y học, Hà Nội.
13. Lê Thị Khu Thu (2002) *Hóa sinh lâm sàng*, Nhà xuất bản Y học, Hà Nội.
14. Hoàng Văn Tiên, Lê Khắc Thận, Lê Doãn Diễm (1997), *Sinh hoá học với cơ sở khoa học của công nghệ tiên* (Giáo trình Cao học Nông nghiệp), Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội-1997.

### Tiếng Anh

15. Benjamin Han ow, Abraham Mazur, Textbook of Biochemistry (Eighth edition), Saunders company, Philadelphia, Lon don
16. Brobst D. F. (1997), Pancreaticfunction. In: ainical biochemistry of domestic animals, fifth edition (Kaneko J. J., Harvey J. W., Bruss M. L., eds), pp. 353-366, Academic Press, San Diego, USA.

17. Brody T. (1999), Nutritional biochemistry, Second edition, Academic Press, San Diego, USA.
18. Copeland, R. A. (2000), Enzymes; a practical introduction to structure mechanism and data analysis, 2nd ed. Wiley-VCH. A John Wiley & Sons, INC, Pub.
19. Deunison, C. (2002), A guide to protein isolation, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.
20. Hans, U. B. (1974), Methods of enzymatic analysis, Second English edition, Academic Press, Inc., New York, San Francisco, London, Vol.4.
21. Hombuckle W. E., Tennant B. C. (1997), Gastrointestinal function, In: Clinical biochemistry of domestic animals, fifth edition (Kaneko, J. J., Harvey J.W., Bruss M.L., eds), pp 367-406, Academic Press, San Diego, USA.
22. Lichler, D. C. (2002), Introduction to proteomics, Humana Press Inc., Totowa, New Jersey.
23. Lodish, H. (2003), Molecular cell Biology, 5th ed, E-Book.
24. McDonald P., Edwards R. A., Greenhalgh J. F. D., Morgan C. A. (1995), Animal Nutrition, Fifth edition, Longman Scientific & Technical, New York-USA, pp. 9-27.
25. Nelson D. L., Cox M. M. (2005), Lehninger Principles of Biochemistry, Fourth edition, Freeman and Company, New York, USA.
26. NRC (1998), Nutrient requirements of swine, Tenth ed, National Academy Press, Washington D. C., USA.
27. Pastan I. (1990), Biochemistry, New Delhi-1990.
28. Stryer L. (1981), Biochemistry, W.H. Freeman and company, New York, 1981.
29. Too H. P. (2001), Demystifying the new genetics - Molecular aspects of Biomedical sciences, National University of Singapore.
30. Walker J. M. (1996), The protein protocols, Handbook, 2<sup>nd</sup> ed, Humana Press Inc. Totowa, New Jersey.
31. White A., Handler P., Smith E. L. (1964), Principles of Biochemistry, Third edition, McGraw-Hill Inc. New York, USA.

### **Tiếng Pháp**

32. Rawn D.J. (1990), Traité de biochimie, Editions Universitaires, Paris-1990.
33. Weil J.H. (1987), Biochimie générale, Masson, Paris, New York, Milan, Mexico-1987.

# MỤC LỤC

Mở đầu.....	3
GIỚI THIỆU MÔN SINH HOÁ HỌC.....	3
1. ĐỐI TƯỢNG VÀ NHIỆM VỤ NGHIÊN CỨU CỦA MÔN HỌC.....	3
1.1. Sinh hoá học tĩnh.....	3
1.1. 1. Nhiệm vụ và đối tượng.....	3
1. 1. 2. Phương pháp nghiên cứu.....	3
1.2. Sinh hoá học động.....	3
1 2 .1. Nhiệm vụ và đối tượng.....	3
1.2.2. Phương pháp nghiên cứu.....	4
2. VỊ TRÍ MÔN HỌC.....	4
Chương 1: THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA TẾ BÀO VÀ DỊCH THỂ Ở CƠ THỂ ĐỘNG VẬT.....	7
1.1. THÀNH PHẦN CÁC NGUYÊN TỐ CỦA TẾ BÀO CƠ THỂ.....	7
1.2. CÁC HỢP CHẤT VÔ CƠ VÀ HỮU CƠ TRONG CƠ THỂ ĐỘNG VẬT.....	9
1.3. NƯỚC TRONG CƠ THỂ ĐỘNG VẬT.....	9
Chương 2: PROTEIN.....	11
2.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ PROTEIN.....	11
2.1.1. Tên gọi.....	11
2.1.2. Định nghĩa protein.....	11
2.1.3. Các nguyên tố hoá học của protein.....	12
2.1.4. Vai trò sinh học của protein.....	13
2.2. CẤU TẠO HÓA HỌC CỦA PROTEIN.....	14
2.2.1. Acid amin - đơn vị cơ bản cấu tạo nên phân tử protein.....	14
2.2.2. Kết cấu của các acid amin trong phân tử protein.....	21
2.3. CÁC ĐẶC TÍNH CỦA PROTEIN.....	29
2. 3.2. Trạng thái keo.....	30
2.3.3. Lưỡng tính và điểm đẳng điện.....	30
2.3.4. Đặc tính hoà tan.....	31
2.3.5. Hiện tượng sa lắng và biến tính.....	32
2.4. PHÂN LOẠI PROTEIN.....	32
2.4.1. Dựa vào hình dạng của protein.....	32
2.4.2. Dựa vào chức năng của protein.....	33
2.4.3. Dựa vào giá trị dinh dưỡng của protein.....	34
2.4.4. Dựa vào cấu tạo hoá học của protein.....	34
2.5. CÁC LOẠI PROTEIN PHỨC TẠP.....	37
2.5.1. Glucoprotein.....	37
2.5.2. Phosphoprotein.....	38
2.5.3. Chromoprotein (chữ Hy Lạp: Chroma - màu sắc).....	38
2.5.4. Lipoprotein.....	41
2.5.5. Nucleoprotein.....	42
Chương 3: NUCLEOPROTEIN VÀ ACID NUCLEIC.....	43
3.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ NUCLEOPROTEIN.....	43
3.2. THÀNH PHẦN VÀ CẤU TẠO ACID NUCLEIC.....	43
3.2.1. Đường pentose.....	44
3.2.3. Nucleosid.....	45
3.2.4. Nucleotid.....	46
3.3. PHÂN LOẠI ACID NUCLEIC.....	48
3.3.1. Cơ sở phân loại acid nucleic.....	48
3.3.2. Tên gọi ARN, ADN và liên kết hoá học.....	48
3.3.3. Acid desoxyribonucleic (ADN).....	49

3.3.4. Acid ribonucleic (ARN) .....	51
3.4. NUCLEOPROTEID .....	52
3.4.2. Nucleoprotein của virus .....	53
Chương 4: GLUCID .....	54
4.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ GLUCID .....	54
4.1.1. Định nghĩa về glucid .....	54
4.1.2. Vai trò của glucid trong sự sống .....	54
4.1.3. Các tính chất của glucid .....	54
4.1.4. Vấn đề đồng phân và mạch vòng của monosacarid .....	55
4.1.5. Các monosacarid phổ biến .....	58
4.1.6. Các dẫn xuất chính của monosacarid .....	60
4.2. PHÂN LOẠI GLUCID .....	60
4.2.1. Loại ose .....	61
4.2.2. Loại osid .....	61
4.3. LOẠI OSE .....	61
4.3.1. Triose (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> ) .....	61
4.3.2. Tetrose (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> ) .....	62
4.3.3. Pentose (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) .....	62
4.3.4. Hexose (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> ) .....	62
4.4. LOẠI OSID .....	63
4.4.1. Loại holosid .....	63
4.4.2. Loại heterosid .....	67
Chương 5: LIPID .....	70
5.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ LIPID .....	70
5.1.1. Khái niệm chung .....	70
5.1.2. Vai trò của lipid .....	70
5.1.3. Thành phần cơ bản của lipid .....	71
5.2. PHÂN LOẠI LIPID .....	72
5.2.1. Lớp lipid đơn giản .....	72
5.2.2. Lớp lipid phức tạp .....	77
Chương 6: VITAMIN .....	83
6.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ VITAMIN .....	83
6.1.1. Định nghĩa .....	83
6.1.2. Lịch sử phát hiện vitamin .....	83
6.2. NHỮNG ĐẶC TÍNH CHUNG CỦA VITAMIN .....	83
6.2.1. Nguồn gốc và hàm lượng trong vật phẩm .....	84
6.2.2. Vai trò sinh học của vitamin .....	84
6.3. PHÂN LOẠI VITAMIN .....	86
6.3.1. Cơ sở để phân loại .....	86
6.3.2. Cách gọi tên vitamin .....	86
6.4. NHÓM VITAMIN HOÀ TAN TRONG LIPID .....	86
6.4.1. Nhóm vitamin A (Axeroptol hoặc vitamin chữa chứng khô giác mạc mắt) .....	86
6.4.2. Nhóm vitamin D (Calcipherol, vitamin chống còi xương) .....	88
6.4.3. Nhóm vitamin E (Tocopherol, vitamin sinh sản) .....	90
6.4.4. Nhóm vitamin K (vitamin chống chảy máu, yếu tố đông máu) .....	91
6.5. NHÓM VITAMIN HOÀ TAN TRONG NƯỚC .....	92
6.5.1. Vitamin B, (Tia min, areorin, vitamin chống viêm thần kinh) .....	92
6.5.3. Acid pantotenic (vitamin B <sub>3</sub> ) .....	95
6.5.4. Vitamin PP .....	95
6.5.5. Vitamin B <sub>6</sub> .....	97
6.5.6. Inozit - vitamin B <sub>7</sub> .....	98
6.5.8. Acid folic (vitamin Bc) .....	99

6.5.9. Vitamin B12 (xyancobalamin, vitamin chống thiếu máu ác tính).....	99
6.5.10. Vitamin C (Acid ascorbic).....	100
Chương 7: HORMONE.....	103
7.1. KHÁI NIỆM CHUNG.....	103
7.2. VAI TRÒ SINH HỌC CỦA HORMON.....	103
7.3. PHÂN LOẠI HORMON.....	104
7.3.1. Loại dẫn xuất steroid.....	105
7.3.2. Loại dẫn xuất protein.....	110
7.3.3. Loại dẫn xuất của acid amin.....	116
Chương 8: ENZYM.....	118
8.1. ENZYM VÀ HIỆN TƯỢNG XÚC TÁC SINH HỌC.....	118
8.1.1. Lịch sử về enzym.....	118
8.1.2. Hiện tượng xúc tác.....	119
8.1.3. Định nghĩa về enzym.....	119
8.2. CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA ENZYM.....	119
8.2.1. Enzym có nguồn gốc protein.....	119
8.2.2. Trung tâm hoạt động của enzym.....	120
8.3. CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG XÚC TÁC CỦA ENZYM.....	122
8.3.1. Tính xúc tác của enzym.....	122
8.3.2. Điều kiện để một phản ứng hoá học xảy ra.....	122
8.3.3. Thuyết hoạt động của enzym.....	123
8.4. ĐIỀU KIỆN HOẠT ĐỘNG CỦA ENZYM.....	124
8.4.1. ảnh hưởng của nhiệt độ.....	125
8.4.2. ảnh hưởng của pH.....	125
8.5. TÍNH ĐẶC HIỆU CỦA ENZYM.....	126
8.5.1. Đặc hiệu tuyệt đối.....	126
8.5.2. Đặc hiệu tương đối.....	127
8.5.3. Đặc hiệu theo kiểu phản ứng.....	127
8.5.4. Đặc hiệu theo kiểu hình học không gian.....	127
8.6. HIỆN TƯỢNG HOẠT HOÁ VÀ ỨC CHẾ CỦA ENZYM.....	127
8.6.1. Giải thích cơ chế hoạt hoá enzym.....	127
8.6.2. Giải thích cơ chế ức chế của enzym.....	128
8.7. TÊN GỌI VÀ PHÂN LOẠI ENZYM.....	130
8.7.1. Cách gọi tên enzym.....	130
8.7.2. Phân loại enzym.....	130
Chương 9: ĐẠI CƯƠNG VỀ QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT.....	143
9.1. KHÁI NIỆM CHUNG.....	143
9.1.1. Định nghĩa về quá trình trao đổi vật chất.....	143
9.1.2. Nội dung của quá trình trao đổi vật chất.....	144
9.1.3. Năng lượng dùng vào các hoạt động sống.....	145
9.1.4. Sự chuyển hoá trung gian của vật chất và các phương pháp nghiên cứu sự chuyển hoá trung gian.....	146
9.2. SỰ HÔ HẤP MÔ BÀO (Quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học).....	147
9.2.1. Khái niệm chung.....	147
9.2.2. Cơ chế của quá trình oxy hoá hoàn nguyên sinh học.....	150
9.3. QUÁ TRÌNH PHOSPHORYL HOÁ - DỰ TRỮ NĂNG LƯỢNG.....	152
9.3.1. Nguồn năng lượng và sự bảo toàn năng lượng.....	152
9.3.2. Định nghĩa về sự phosphoryl - oxy hoá.....	153
9.3.3. Sơ đồ Phosphoryl - oxy hoá theo Leninger.....	153
9.4. NGUỒN GỐC CO <sub>2</sub> VÀ H <sub>2</sub> O TRONG CƠ THỂ.....	155
9.4.1. Nguồn gốc CO <sub>2</sub> .....	155
9.4.2. Nguồn gốc H <sub>2</sub> O.....	155

Chương 10: QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI GLUCID .....	157
10.1 VAI TRÒ DINH DƯỠNG CỦA GLUCID .....	157
10.1.1 Vai trò về năng lượng .....	157
10.1.2. Vai trò tạo hình .....	157
10.2. SỰ TIÊU HÓA GLUCID .....	157
10.2.1. Sự tiêu hoá tinh bột .....	157
10.2.2. Sự tiêu hoá cellulose (chất xơ) .....	158
10.3. SỰ HẤP THU VÀ TÍCH LŨY ĐƯỜNG .....	160
10.3.1. Sự hấp thu đường .....	160
10.3.2. Tích lũy đường sự tổng hợp glycogen dự trữ .....	161
10.3.3. Sự phân giải glycogen thành glucose .....	164
10.3.4. Sự điều hoà hàm lượng glucose trong máu .....	164
10.4. SỰ CHUYỂN HÓA TRUNG GIAN CỦA GLUCID .....	165
10.4.1. Sự phân giải yếm khí của glucose .....	165
10.4.2. Sự phân giải hiếu khí glucose .....	173
Chương 11: QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI LIPID .....	180
11.1. VAI TRÒ CỦA LIPID TRONG TRAO ĐỔI VẬT CHẤT .....	180
11.1.1. Vai trò về năng lượng .....	180
11.1.2. Vai trò tạo hình .....	180
11.2. SỰ TIÊU HÓA VÀ HẤP THU LIPID .....	181
11.2.1. Sự tiêu hoá lipid .....	181
11.2.2. Sự hấp thu lipid .....	182
11.3. SỰ CHUYỂN HÓA LIPID .....	183
11.3.1. Sự oxy hoá lipid .....	183
11.3.2. Sự tổng hợp triglycerid .....	187
11.4. SỰ CHUYỂN HÓA LIPOID .....	190
11.4.1. Sự chuyển hoá của phosphatid .....	190
11.4.2. Sự chuyển hoá của steroid .....	192
11.5. CƠ CHẾ ĐIỀU CHỈNH QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI LIPID .....	194
11.5.1. Điều chỉnh của thần kinh .....	195
11.5.2. Điều chỉnh của hormon .....	195
Chương 12: QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI PROTEIN .....	196
12.1. VAI TRÒ CỦA PROTEIN TRONG QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT .....	196
12.1.1. Vai trò tạo hình .....	196
12.1.2. Vai trò xúc tác sinh học .....	196
12.1.3. Vai trò điều hoà trao đổi chất .....	196
12.1.4. Vai trò vận chuyển các chất .....	196
12.1.5. Vai trò co duỗi và vận động .....	196
12.1.6. Vai trò bảo vệ .....	196
12.1.7. Vai trò cung cấp năng lượng .....	197
12.2. MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CỦA SỰ TRAO ĐỔI PROTEIN Ở ĐỘNG VẬT .....	197
12.2.1. Sự hấp thu đồng bộ .....	197
12.2.2. Tích lũy protein có giới hạn .....	197
12.2.3. Lượng protein tối thiểu .....	198
12.3. SỰ TIÊU HÓA VÀ HẤP THU PROTEIN .....	198
12.3.1. Sự tiêu hoá protein .....	198
12.3.2. Sự hấp thu acid amin .....	200
12.4. SỰ CHUYỂN HÓA CỦA ACID AMIN .....	200
12.4.1. Phản ứng khử quan của các acid amin .....	200
12.4.2. Phản ứng chuyển quan của các acid amin .....	202
12.4.3. Phản ứng khử carboxyl của các acid amin .....	204
12.4.4. Sự thoái rữa protein do vi khuẩn ở ruột già .....	205

12.5. SỰ BÀI TIẾT CẶN BÃ CỦA QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI PROTEIN .....	207
12.5.1. Quá trình tổng hợp urê chu trình Ornitin.....	208
12.5.2. Sự bài tiết amoniac dưới dạng muối amôn .....	210
12.5.3. Sự bài tiết amoniac dưới dạng acid trực .....	210
12.6. SỰ CHUYỂN HÓA CỦA CÁC NHÓM PROTEIN PHỨC TẠP .....	211
12.6.1. Sự chuyển hoá của chromoprotein .....	211
12.6.2. Sự chuyển hoá của nucleoprotein .....	214
12.7. SỰ ĐIỀU HÒA QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI PROTEIN .....	217
12.7.1. Thông qua các vitamin .....	217
12.7.2. Thông qua hormon .....	217
12.7.3. Thông qua hệ thần kinh trung ương .....	217
12.8. ĐẶC ĐIỂM TRAO ĐỔI PROTEIN Ở LOÀI NHAI LẠI.....	217
12.8.1. Loài nhai lại nhờ có hệ vi sinh vật ký sinh ở dạ cỏ mà chúng có khả năng biến Nitơ phi protein thành Nitơ protein .....	217
12.8.2. Vòng chuyển hoá nào của loài nhai lại là khép kín nên rất tiết kiệm.....	218
Chương 13: QUÁ TRÌNH SINH TỔNG HỢP PROTEIN .....	219
13.1. Ý NGHĨA CỦA SINH TỔNG HỢP PROTEIN.....	219
13.2. QUÁ TRÌNH SINH TỔNG HỢP PROTEIN .....	219
13.2.1. Các yếu tố tham gia quá trình tổng hợp protein .....	220
13.2.2. Các giai đoạn sinh tổng hợp protein .....	225
Chương 14: QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI NƯỚC VÀ MUỐI KHOÁNG .....	229
14.1. QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI NƯỚC.....	229
14.2. QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI MUỐI KHOÁNG .....	231
14.2.1. Natri (Na) và Kali (K) .....	232
14.2.2. Canxi (Ca).....	232
14.2.3. Magiê (Mg).....	232
14.2.4. Phospho (P) .....	232
14.2.5. Clo (Cl).....	233
14.2.6. Các nguyên tố vi lượng.....	233
Chương 15: MỐI LIÊN QUAN GIỮA CÁC QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT .....	235
15.1. SƠ ĐỒ TỔNG QUÁT CỦA CÁC QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT.....	235
15.1.1. Mối liên quan về mặt nguyên liệu .....	235
15.1.2. Mối liên quan về mặt năng lượng.....	236
15.2. MỐI LIÊN QUAN GIỮA CÁC QUÁ TRÌNH TRAO ĐỔI CHẤT.....	237
15.2.1. Mối liên quan giữa trao đổi protein và trao đổi acid nucleic.....	237
15.2.2. Mối liên quan giữa trao đổi glucid và trao đổi acid nucleic .....	237
15.2.3. Mối liên quan giữa trao đổi lipid và trao đổi acid nucleic.....	237
15.2.4. Mối liên quan giữa trao đổi protein và trao đổi glucid.....	237
15.2.5. Mối liên quan giữa trao đổi glucid và trao đổi lipid.....	238
15.2.6. Mối liên quan giữa trao đổi protein và trao đổi lipid.....	239
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	241

**Chịu trách nhiệm xuất bản**  
**NGUYỄN CAO DOANH**

**Phụ trách bản thảo**

**BÍCH HOA - HOÀI ANH**

**Trình bày bìa**

**PHẠM THANH BÌNH**

**NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP**

**D14 Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội**

**ĐT: (04) 8524501 - 8521940; Fax: 04.5760748**

**CHI NHÁNH NXB NÔNG NGHIỆP**

**58 Nguyễn Bình Khiêm - Q1 - Tp. Hồ Chí Minh**

**ĐT: (08) 8.299521 - 8.297157; Fax: 08.9101036**

---

In 215 bản khổ 19 x 27cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Nông nghiệp. Quyết định in số 229-2007/CXB/1019-21/NN do Cục xuất bản cấp ngày 17 tháng 3 năm 2008. In xong và nộp lưu chiểu quý II/2008.