

Chương 4. GLUCID

-----*

Mục tiêu của chương: Trang bị cho sinh viên kiến thức chung về glucid, tính chất và khả năng chuyển hóa của glucid trong chế biến và bảo quản thực phẩm.

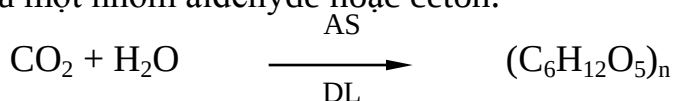
4.1 Giới thiệu

Glucid là hợp chất hữu cơ rất phổ biến trong thiên nhiên thường gặp trong cơ thể thực vật, động vật, vi sinh vật với hàm lượng khác nhau. Ở người và động vật glucid không quá 2%, ở thực vật chiếm nhiều nhất khoảng 80-90%.

Glucid được tổng hợp từ CO_2 , H_2O và năng lượng ánh sáng mặt trời, còn cơ thể người và động vật không tổng hợp được glucid mà phải sử dụng nguồn glucid từ thực vật.

Glucid thuộc nhóm chất dinh dưỡng khá quan trọng với người và động vật. Glucid được cấu tạo bởi các nguyên tố C, H, O. Trước đây, glucid có tên gọi là hydratcarbon do xuất phát từ công thức $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$. Tuy nhiên, những nghiên cứu sau cho thấy không phải những hợp chất có công thức cấu tạo chung như trên là glucid (ví dụ CH_3COOH) và trong thành phần cấu tạo của phân tử glucid còn có những nguyên tố khác như N, S, P trong trường hợp polysacaride phức tạp.

Có thể định nghĩa glucid theo cách khác: glucid là những hợp chất polyalcol có chứa một nhóm aldehyde hoặc ceton.



4.2 Chức năng của glucid

4.2.1 Sinh học, dinh dưỡng

- Là tiền chất tổng hợp các chất hữu cơ khác trong cơ thể như: acid nucleic, acid hữu cơ, acid amin.
- Là nguồn cung cấp năng lượng trực tiếp cho tất cả các tế bào của cơ thể người và động vật. Trong quá trình hô hấp, glucid giải phóng ra nguồn năng lượng lớn cung cấp cho mọi hoạt động của cơ thể (1g glucid oxy hóa cho 4,1 Kcal).
- Tạo hình tạo cấu trúc: lớp áo ngoài của giáp xác, sừng do glucid tạo nên, cellulose bộ khung của thực vật.

- Chức năng bảo vệ: là thành phần cấu tạo của vách tế bào thực vật, bảo vệ trước các tác động của môi trường bên ngoài. Glucid trong phức hợp protein có trong mô sụn và mô liên kết thực hiện chức năng nâng đỡ trong cơ thể người và động vật.
- Điều hòa: làm nhiệm vụ đóng mở khí khổng, gây kích thích ống tiêu hóa, tham gia quá trình điều hòa thẩm thấu của tế bào.
- Dữ trữ chất dinh dưỡng: có khả năng dữ trữ chất dinh dưỡng trong cơ thể dạng glycogen ở gan người và động vật, hoặc ở dạng tinh bột và đường của thực vật.

4.2.2 Chế biến thực phẩm

Vai trò của glucid trong lĩnh vực thực phẩm cũng rất đa dạng và vô cùng quan trọng.

Glucid là chất liệu cơ bản, cần thiết và không thể thiếu trong lĩnh vực sản xuất lên men. Các sản phẩm như rượu, bia, nước giải khát, bột ngọt (mì chính), acid amin, vitamin, kháng sinh, điều tạo ra từ cội nguồn glucid.

Glucid tạo ra được cấu trúc hình thái cũng như chất lượng cho các sản phẩm thực phẩm.

*** Tạo kết cấu:**

- Tạo sợi, tạo màng, tạo gel, tạo độ đặc, độ cứng, độ đàn hồi cho thực phẩm như tinh bột, pectin trong miến, giấy bọc kẹo,...
- Tạo được kết cấu đặc thù cho các sản phẩm thực phẩm như: độ phòng nở của bánh bông tôm, độ xốp cho bánh mì, vị chua cho sữa chua,...
- Tạo ra được những “bao vi thể” để cố định enzyme và cố định tế bào (trong sản xuất sâm panh).

*** Tạo chất lượng:**

- Tạo vị ngọt cho thực phẩm (các loại đường).
- Tham gia các phản ứng tạo màu, mùi cho sản phẩm (đường trong các phản ứng Maillard).
- Tạo tính chất lưu biến cho các sản phẩm thực phẩm như: độ dai, độ trong, độ giòn, độ dẻo,...
- Có khả năng giữ các chất thơm trong các sản phẩm thực phẩm.

4.3 Phân loại glucid

Dựa trên công thức cấu tạo, người ta chia thành 3 nhóm sau:

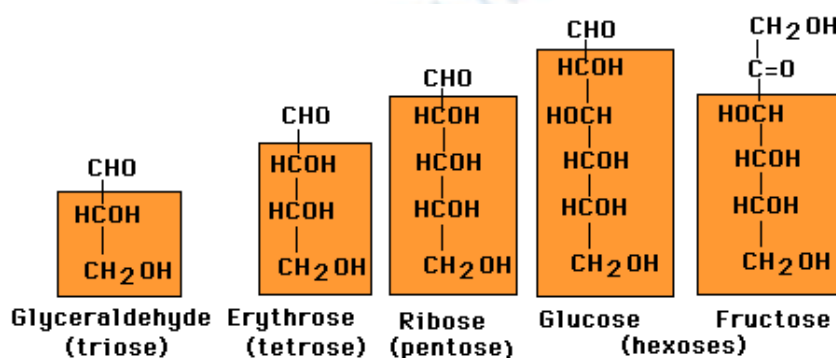
- Monosaccharide: là những đường đơn (monose).
- Olygosaccharide: là những glucid có từ 2-10 monosaccharide.
- Polysaccharide: chứa từ 10 monosaccharid trở lên.

4.4 Monosaccharide (glucid đơn giản)

4.4.1 Cấu tạo

Monosaccharide là một đường đơn không bị thủy phân, là dẫn xuất aldehyde hay ceton của một polyalcol (rượu đa chức chứa nhiều nhóm –OH) vì khi oxy hóa một

sẽ



polyalcol
cho ra

monosaccharide.

Các monosaccharide với số phân tử cacbon khác nhau

* Các dạng cấu tạo của monosaccharide:

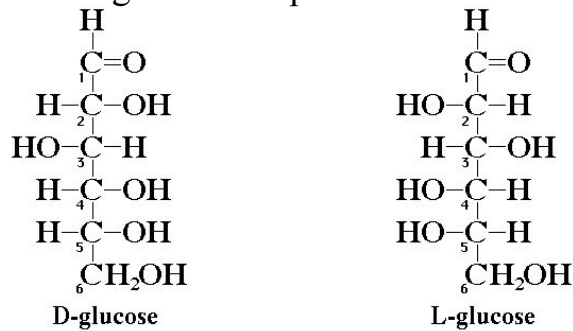
- Cấu tạo mạch thẳng

Tất cả các monosaccharide (trừ dioxyaceton) đều có cacbon bất đối xứng nên có tính hoạt quang nên tồn tại ở 2 dạng đồng phân D và L.

- + Dạng D: khi nhóm OH gắn vào C áp chót nằm ở bên phải.

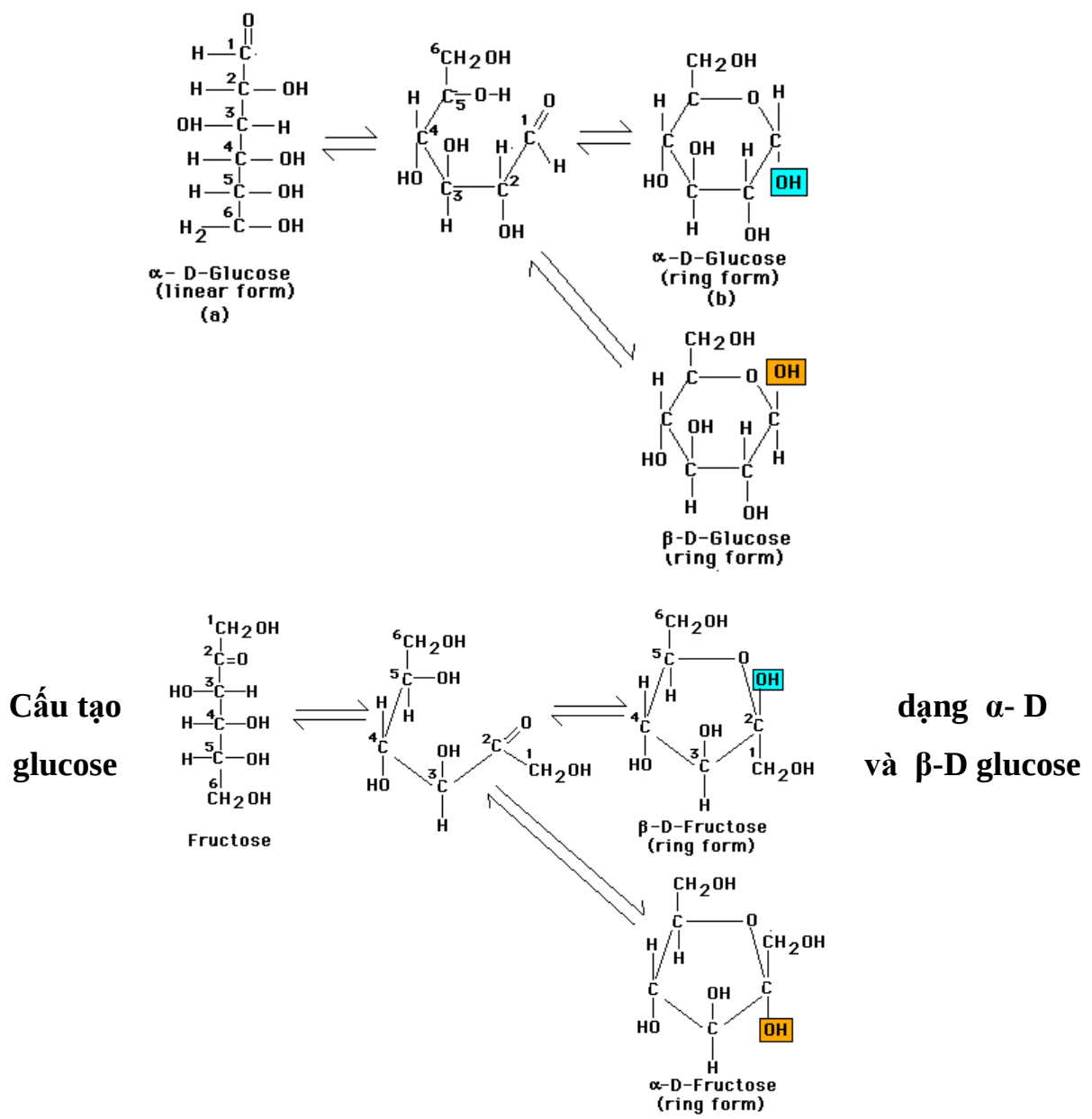
+ Dạng L: khi nhóm OH gắn vào C áp chót nằm ở bên trái.

Ví dụ:



- Cấu tạo dạng vòng **Cấu tạo dạng D và L của phân tử glucose**

Việc biểu diễn cấu hình của các monosaccharide với chuỗi C mạch thẳng theo Fischer rất tiện cho việc biểu diễn các đồng phân của chúng và đồng thời thể hiện tính chất chung của monosaccharide. Tuy nhiên, trong một vài trường hợp không thể hiện đầy đủ tính chất của một dung dịch monosaccharide (nhất là đối với monosaccharide có 4C trở lên) như:

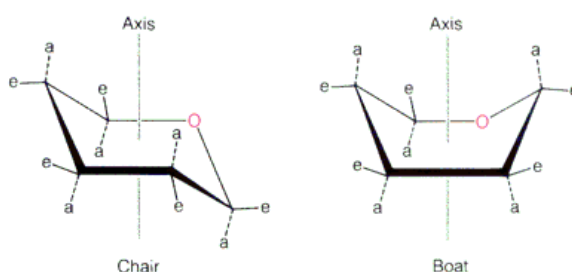


Cấu tạo dạng α -D fructose và β -D fructose

Nguồn: General Organic and Biochemistry 7th Edition

- Cấu tạo dạng ghế tàu

Vòng 6 cạnh cong được đề nghị biểu diễn dưới dạng ghế tàu



Cấu tạo dạng ghế tàu của phân tử glucose

4.4.2 Gọi tên

Có thể phân loại monosaccharide theo các nguyên tắc sau:

- Tùy theo sự có mặt của nhóm aldehyde hay ceton trong phân tử mà có dạng aldose hay ketose.
- Tùy theo số lượng nguyên tử cacbon trong phân tử monosaccharide (thường trong tự nhiên mỗi phân tử monosaccharide có từ 3-8 cacbon (C) và không phân nhánh. Nhưng phần lớn monosaccharide có 6C và là 1 aldehyde.

Ví dụ: C₃: triose, C₄: tetrose, C₅: pentose, C₆: hexose, C₇: heptose, C₈: octose.

- Phân loại theo bản chất hóa học:
 - + Monosaccharide trung tính: trong phân tử chỉ có nhóm carbonyl và alcol.
 - + Monosaccharide acid: ngoài 2 nhóm trên trong phân tử còn có nhóm carboxyl.

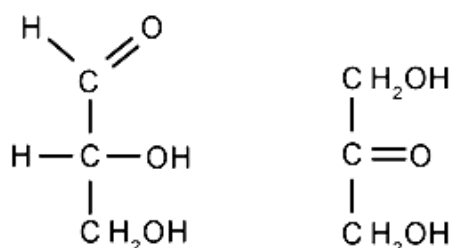
- + Monosaccharide bazo: ngoài 2 nhóm trên trong phân tử còn có nhóm –
NH₂.

Các monosaccharide thường gặp như: glucose, fructose, galactose, ribose,...

4.4.3 Một số monosaccharide tiêu biểu

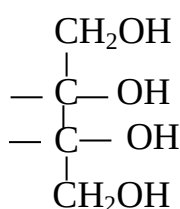
* *Triose (C₃H₆O₃):*

Hai đại diện tiêu biểu là glyceraldehyde và dihydroxyacetone là sản phẩm trung gian của sự chuyển hóa glucid.



* *Tetrose (C₄H₈O₄):*

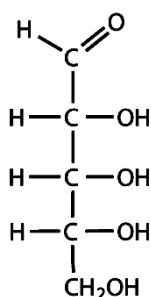
Thường gặp là D-Glyceraldehyde Dihydroxyacetone Eritrose là sản phẩm trung gian của chu trình pentozophosphat.



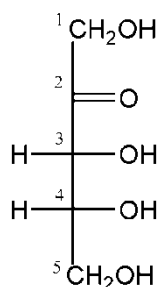
D-Eritrose

* *Pentose (C₅H₁₀O₅):*

Các đường pentose quan trọng thường gặp là D-Ribose, D-Ribulose, D-Xilulose trong sự chuyển hóa glucid và là thành phần quan trọng của các hợp chất hữu cơ quan trọng như acid nucleic.



D-ribose



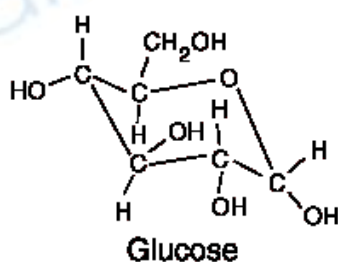
D-ribulose

* Hexose ($C_6H_{12}O_6$):

Là monosaccharide phổ biến và quan trọng trong cuộc sống.

- **D-glucose** (đường nho, dextroza)

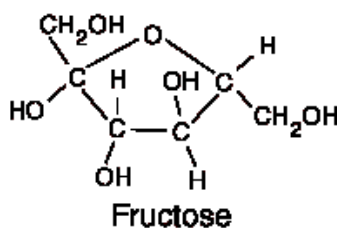
D-glucose là monosaccharide phổ biến ở thực vật cũng như ở động vật, có nhiều trong nho chín nên gọi là đường nho, dung dịch glucose làm quay mặt phẳng phân cực sang phải nên cũng có tên gọi là dextroza. Trong dung dịch D-glucose tồn tại chủ yếu ở dạng pyran (vòng 6 cạnh). D-glucose là thành phần cấu tạo của rất nhiều loại tinh bột, glycogen, cellulose,... Ở cơ thể người và động vật, glucose là thành phần cố định trong máu. Đưa glucose vào máu người bệnh, sẽ làm hồi phục sức khỏe nhanh chóng vì glucose là monosaccharide được hấp thu dễ nhất trong máu.



D-glucose

- **D-fructose** (đường quả, levaloza)

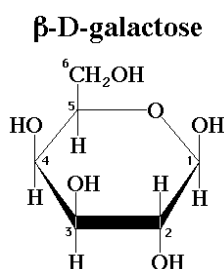
D-fructose có nhiều trong quả, mật, hoa. Nó làm quay mặt phẳng của ánh sáng phân cực sang trái nên có tên gọi là levaloza. D-fructose là thành phần của disaccharide là saccharose và của các polyfructozid thường gặp trong thực vật. Fructose thường tồn tại dưới dạng furan (vòng năm cạnh). Fructose dễ dàng bị lên men bởi nấm men, có nhiều trong mật ong. Khi fructose kết tinh trong dung dịch nước fructose có hình kim, tinh thể của nó ngậm một phân tử nước.



D-fructose

- D-galactose

D-galactose là một monosaccharide có trong thành phần cấu tạo của đường lactose (đường sữa), D-galactose và dẫn suất của nó còn là thành phần cấu tạo nên các polysaccharide galactose của thực vật (agar, carrageenan, pectin). Galactose chỉ bị lên men bởi các loại men riêng biệt.



Phân tử galactose

4.4.4 Tính chất chung của monosaccharide

* Tính chất vật lý:

Monosaccharide là những tinh thể rắn, không mùi, không màu. Tan nhiều trong nước, tan ít hoặc không tan trong dung môi hữu cơ như alcohol, eter, có vị ngọt nhưng độ ngọt rất khác nhau.

Nếu lấy độ ngọt của saccharose là 100%.

Bảng 4.1 Độ ngọt của các loại đường

Loại đường	Độ ngọt (%)
Fructose	173
Glucose	74
Maltose	32
Lactose	16
Xilose	4

* Tính chất hóa học:

Đối với các phân tử monosaccharide có đầy đủ tính chất của nhóm -C=O và -CHO

- Phản ứng oxy hóa.

- Phản ứng khử.
- Phản ứng thế.
- Phản ứng tạo este khi kết hợp acid.
- Phản ứng tạo glycoside.
- Phản ứng dehydrate hóa.

* Phản ứng Caramen:

Là phản ứng tạo ra các hợp chất có màu nâu với mùi caramel đặc trưng khi đun nóng chảy đường hoặc khi đun dung dịch đường trong môi trường acid hoặc kiềm.

* Phản ứng Maillard:

Phản ứng Maillard còn gọi là phản ứng hóa nâu phi enzyme, là phản ứng xảy ra giữa đường khử (chủ yếu là glucose, fructose, maltose, lactose) với protein, peptide, acid amin (với nhóm amin) tạo thành các hợp chất màu nâu (melanoidin). Phản ứng này xảy ra nhanh hơn khi nhiệt độ tăng, a_w thấp và khi bảo quản thực phẩm trong thời gian dài.

Các kết quả gây ra bởi phản ứng Maillard:

- Phản ứng Maillard tạo ra màu nâu rất cần thiết trong các sản phẩm, nướng nhưng lại có hại cho các loại thực phẩm khác như sữa đặc, rau củ sấy, nước sốt cà chua...
- Tạo ra các hợp chất bay hơi có mùi, phản ứng này rất cần thiết trong các quá trình, nướng, quay nhưng nó lại tạo ra các mùi không mong muốn trong các quá trình thanh trùng, tiệt trùng,...
- Tạo ra vị đắng cần thiết trong chế biến cà phê nhưng lại tạo ra các vị lạ khi quay thịt cá.
- Làm mất nhiều acid amin thiết yếu như lysine, cysteine, methionine.

4.5 Oligosaccharide (Polisaccharide loại 1)

Oligosaccharide là glucid có từ 2-10 monosaccharide liên kết với nhau bằng liên kết glycoside. Vì vậy phân tử lượng của chúng không lớn lắm và giữ được một số tính chất của các đường đơn. Chúng tan nhiều trong nước, có vị ngọt và

dễ kết tinh. Oligosaccharide khi bị thủy phân bằng acid hay enzyme sẽ cho ra các monosaccharide.

Có hai loại oligosaccharide khử và không khử:

- + Oligosaccharide khử: trong phân tử còn có nhóm $-OH$ glycoside tự do nên thể hiện tính khử (lactose, maltose).
- + Oligosaccharide không khử: trong phân tử không có nhóm $-OH$ glycoside tự do nên không thể hiện được tính khử (saccharose).

4.5.1 Disaccharide

Là những oligosaccharide phổ biến rộng rãi nhất trong tự nhiên.

Trong phân tử của nó có thể có 2 gốc hexose (hoặc 2 gốc pentose) kết hợp lại. Hoặc giữa 1 gốc hexose và 1 gốc pentose kết hợp lại thông qua liên kết o-glycoside.

Các gốc monosaccharide trong phân tử disaccharide có thể giống nhau hoặc khác nhau.

Ví dụ:

- Maltose được tạo thành từ 2 phân tử glucose.
- Lactose tạo thành từ 2 monosaccharide khác nhau là galactose và glucose.

* Một số oligosaccharide tiêu biểu:

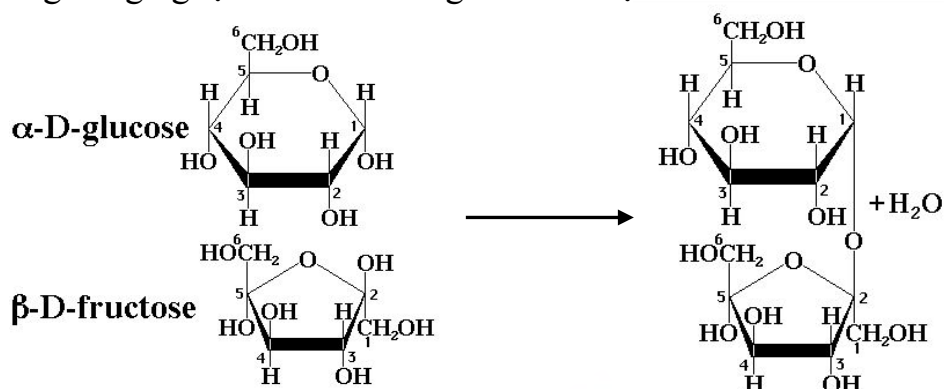
- Saccharose

Saccharose là disaccharide được cấu tạo từ hai phân tử α -D-glucose và β -D-fructose liên kết với nhau bằng liên kết 1,2-glycoside. Do nhóm $-OH$ của C_1 của phân tử glucose và nhóm $-OH$ của C_2 đều tham gia phản ứng nên đường saccharose không còn tính khử.

Chỉ khi đường saccharose bị thủy phân (bằng enzyme invertase hoặc bằng acid HCl ở nhiệt độ cao) thành hai đường đơn (glucose và fructose) thì mới có tính oxy hóa khử. Phản ứng thủy phân saccharose còn gọi là phản ứng nghịch đảo đường do có tính quay cực trước và sau phản ứng hoàn toàn khác.

Saccharose còn gọi là đường mía vì nguyên liệu chính sản xuất đường saccharose là mía. Trong nước mía, saccharose chiếm 14 - 25%, trong củ cải đường saccharose chiếm từ 14 - 20%.

Do đường mía rất phổ biến trong tự nhiên, ngoài độ ngọt khá cao, rất dễ kết tinh vì vậy được sử dụng phổ biến trong chế biến thực phẩm là nguyên liệu chính trong công nghệ sản xuất đường và bánh kẹo.



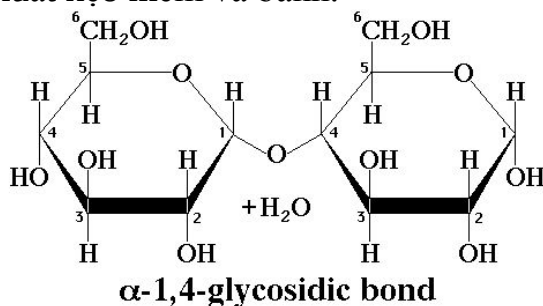
Sự hình thành phân tử saccharose

- Maltose

Maltose là disaccharide được cấu tạo từ hai phân tử α -D-glucose liên kết với nhau bằng liên kết 1,4-glycoside. Liên kết này tạo thành giữa nhóm - OH của C_1 của phân tử α -D-glucose thứ nhất với nhóm - OH của C_4 của phân tử α -D-glucose thứ hai. Do trong phân tử maltose còn có nhóm - OH glycoside tự do nên còn thể hiện tính khử.

Maltose còn gọi là đường mạch nha vì khi thủy phân đại mạch nảy mầm bằng hệ enzyme amylase thì thu được maltose. Khi thủy phân maltose bằng acid hoặc bằng enzyme maltase thì thu được 2 phân tử đường α -D-glucose.

Maltose dùng trong sản xuất bánh kẹo vì có độ ngọt cao và khó kết tinh hơn so với saccharose, có khả năng giữ ẩm tạo cho sản phẩm bánh kẹo có độ mềm dẻo dùng trong sản xuất kẹo mềm và bánh.



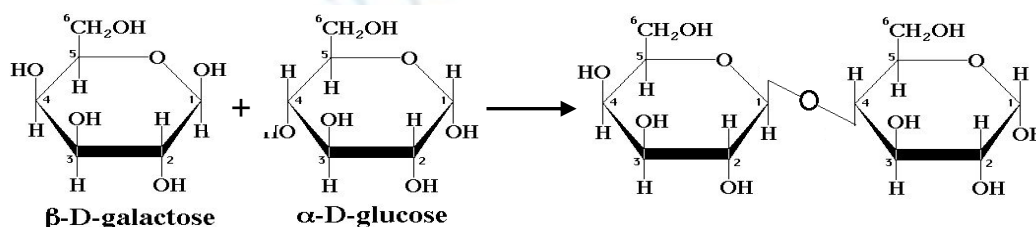
Phân tử maltose

- Lactose

Lactose còn gọi là đường sữa vì nó có trong sữa người, động vật (5 - 8%). Lactose cấu tạo bởi một phân tử β -D-galactose với một phân tử α -D-glucose. Lactose là một loại đường khó tiêu hóa vì nó chứa liên kết β -1,4-glycoside.

Ở nhiệt độ thường lactose hòa tan trong nước ít hơn saccharose 10 lần, ở nhiệt độ 100°C thì độ hòa tan của nó xấp xỉ saccharose. Lactose kết tinh chậm và tinh thể lớn, vitamin B₂ có thể ức chế được sự kết tinh của lactose.

Lactose khó bị thủy phân bởi acid. Enzyme lactase có trong ruột non của trẻ em dễ thủy phân lactose. Đáng chú ý là khi người càng lớn thì enzyme này dần mất đi, do đó một số người uống sữa thường có triệu chứng khó tiêu đầy bụng. Những người này cần uống sữa đã lên men lactic như sữa chua hoặc sữa có bổ sung vi khuẩn lên men lactic.



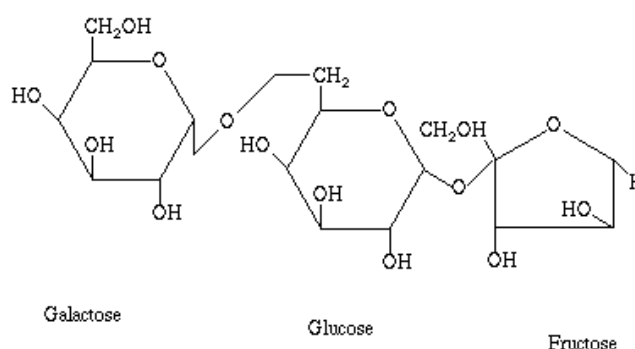
Phân tử lactose

4.5.2 Trisaccharide

Phổ biến nhất là Raffinose, thường gặp ở hạt bông, củ cải đường, rỉ đường người ta có thể thu được raffinose nguyên chất.

Cấu tạo từ α -D-galactose; α -D-glucose; β -D-fructose nối với nhau bằng liên kết $\alpha(1,6)$; $\alpha(1,2)$ glycoside.

Raffinose không có vị ngọt, không bền với nhiệt độ, dưới tác dụng của acid dễ dàng bị thủy phân giải phóng fructose.



Phân tử raffinose

4.6 Polysaccharide loại 2

4.6.1 Gọi tên polysaccharide

Polysaccharide là những glucid được cấu tạo từ những monosaccharide liên kết với nhau bằng liên kết α hay β -glycoside. Trong thành phần của polysaccharide có thể được cấu tạo bởi cùng một loại monosaccharide hay bởi nhiều loại monosaccharide khác nhau (dưới 5 - 6 loại). Polysaccharide có nhiều loại quan trọng gặp cả ở thực vật, động vật và vi sinh vật bao gồm một số có ứng dụng quan trọng trong công nghệ chế biến.

4.6.2 Polysaccharide nguồn thực vật

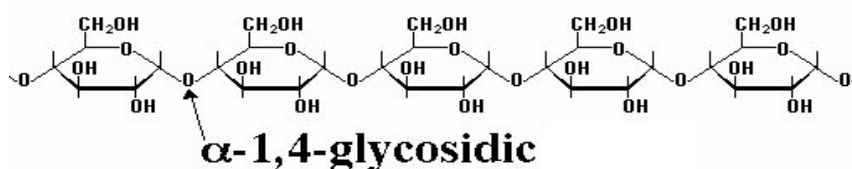
- Tinh bột

Tinh bột là nguồn dinh dưỡng dự trữ ở thực vật, tạo nên nhờ quá trình quang hợp ở cây xanh. Tinh bột là glucid có chủ yếu trong hạt hòa thảo, củ, thân cây và lá. Trong thực vật tinh bột ở dạng hạt nhỏ được giải phóng sau khi tế bào bị phá vỡ, tùy theo từng loại nguyên liệu mà hạt tinh bột có hình dạng và kích thước khác nhau. Tùy theo nguồn tinh bột khác nhau mà kích thước xê dịch trong khoảng 2-150 μ m, lớn nhất là tinh bột khoai tây và nhỏ nhất là tinh bột gạo.

Tinh bột là nguồn cung cấp dinh dưỡng cho con người và động vật. Ngoài ra tinh bột còn được sử dụng trong công nghiệp dệt, giấy... Tinh bột được cấu tạo chủ yếu từ hai cấu tử thành phần là amylose và amylopectin. Tùy theo loại nguyên liệu mà tỷ lệ amylose và amylopectin trong tinh bột là khác nhau. Nhìn chung tỷ lệ amylose/amylopectin trong đa số loại tinh bột xấp xỉ 1/4.

+ Amylose

Là chuỗi polysaccharide mạch thẳng, không phân nhánh, được cấu tạo từ các đơn vị α -D-glucose liên kết với nhau bằng liên kết α -1,4-glycoside. Mỗi phân tử amylose được cấu tạo từ 200 đến 1000 gốc glucose. Các phân tử amylose ở trạng thái tinh thể xếp thành từng chuỗi song song nhau, trong đó từng chuỗi cuộn vòng lại hình xoắn ốc.

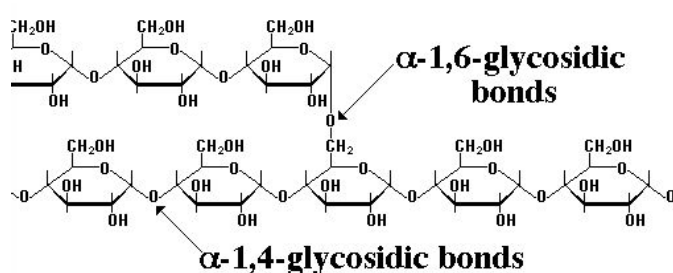


Phân tử amylose

Amylose khi tác dụng với iod (I_2) tạo thành màu xanh đặc trưng, phức hợp hấp thụ mạnh nhất ở bước sóng 620 nm. Đây là phản ứng dùng nhận biết tinh bột, có thể giải thích hiện tượng này là do phân tử tinh bột tạo được cấu trúc vòng xoắn ốc. Mỗi vòng xoắn hấp thụ một phân tử I_2 , các nhóm $-OH$ nằm ở phía ngoài, còn các nhóm cacbonhydro ($-CH$) thì bao quanh phân tử I_2 . Các mạch amylose (dextrin) có ít hơn 6 gốc glucose thì không tạo màu với I_2 .

+ *Amylopectin*

Amylopectin là chuỗi polysaccharide có cấu tạo mạch phân nhánh cũng được cấu tạo bởi các gốc α -D-glucose liên kết với nhau bằng liên kết α -1,4-glycoside, tại các điểm phân nhánh bằng liên kết α -1,6-glycoside. Các điểm phân nhánh nằm cách nhau trung bình từ 18-20 gốc monosaccharide.



Phân tử amylopectin

Amylopectin tác dụng với Iot cho màu xanh tím đặc trưng, do kết quả tạo thành phức hợp như là một chất hấp thụ màu.

* Một số tính chất của tinh bột:

Khi đun nóng trong nước $60-70^\circ C$, tinh bột trương nở mạnh tạo dung dịch có độ nhớt cao, hiện tượng đó gọi là sự hồ hóa tinh bột. Dưới tác dụng của hệ

enzyme amylase hay acid tinh bột bị thủy phân tạo thành dextrin, maltose và glucose các sản phẩm này có tính khử.

Tinh bột thường dùng làm chất tạo độ nhớt sánh cho các thực phẩm dạng lỏng hoặc là tác nhân làm bền các loại thực phẩm dạng keo hoặc dạng nhũ tương. Người ta cũng sử dụng chúng như các yếu tố tạo kết dính và làm đặc, tạo độ đặc và độ đàn hồi cho nhiều thực phẩm.

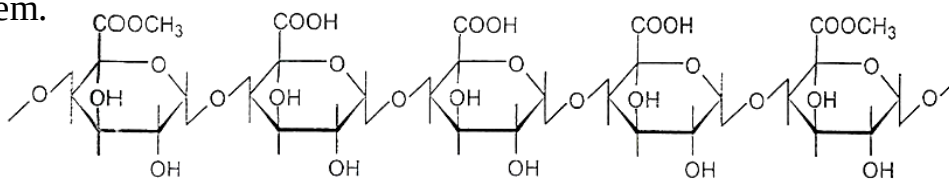
Tinh bột giàu amylase có thể dùng chế tạo các màng bao ăn được (bao kẹo, thuốc viên). Tinh bột khoai mì, khoai tây tạo độ nhớt cao ít bị thoái hóa được dùng trong chế biến gia vị, nước sốt với danh nghĩa là chất làm đặc tạm thời để giữ cho huyền phù được đồng nhất.

- Pectin

Pectin là một polysaccharide có nhiều ở quả, củ hoặc thân cây. Trong thực vật pectin tồn tại dưới hai dạng: dạng protopectin không tan, tồn tại chủ yếu ở thành tế bào; dạng pectin hòa tan chủ yếu tồn tại ở dịch của tế bào.

Phân tử pectin có cấu tạo mạch thẳng gồm các phân tử acid galacturonic liên kết với nhau bằng liên kết α -1,4 galactoside. Dưới tác dụng của acid, enzyme protopectinase hoặc đun sôi thì protopectin chuyển thành dạng pectin hòa tan.

Đặc tính quan trọng của pectin là khi có mặt của acid, đường và ion Ca^{2+} , nó có khả năng tạo thành gel. Vì vậy pectin có ứng dụng nhiều trong kỹ nghệ sản xuất mứt kẹo hay dùng làm chất ổn định trong các loại đồ uống hay các sản phẩm kem.



Phân tử pectin (polygalacturonic acid)

Tính chất tạo gel của pectin phụ thuộc vào 2 yếu tố: chiều dài của chuỗi pectin và mức độ methyl hóa. Chiều dài của phân tử pectin quyết định mức độ cứng của gel tạo thành. Nếu phân tử pectin có chiều dài ngắn thì không tạo được

gel dù sử dụng với số lượng nhiều. Độ methyl hóa của phân tử pectin sẽ quyết định điều kiện tạo gel khác nhau.

* Đối với pectin có độ methyl hóa cao:

- Nồng độ đường >50%.
- pH = 3 - 3,5.
- Nồng độ pectin: 0,5 - 1%

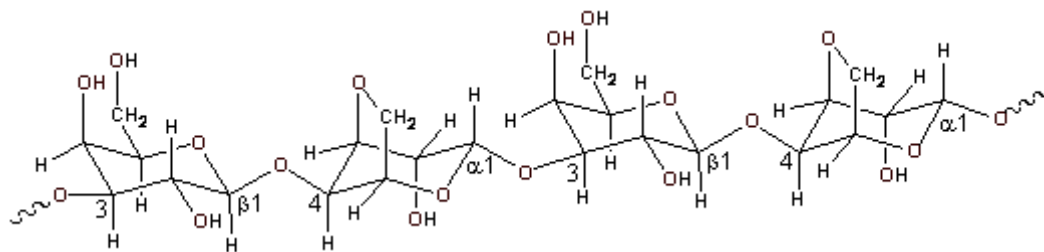
* Đối với pectin có độ methyl hóa thấp: tỉ lệ các nhóm COO^- cao, do đó các liên kết giữa những phân tử pectin sẽ được tạo thành qua cầu nối là các ion hóa trị (II), đặc biệt là Ca^{2+} . Cấu trúc của gel phụ thuộc vào nồng độ Ca^{2+} .

* Hệ enzyme pectinase:

- + Pectin-esterase (PE): là enzyme thủy phân lần lượt các liên kết ester giữa các nhóm methanol và nhóm carboxyl của acid galacturonic trong phân tử pectin.
- + Polygalacturonase (PG): là enzyme thủy phân liên kết α -1,4 galactozid giữa các gốc acid galacturonic.

- Agar

Agar hay còn gọi là thạch có ở các loại rong biển (thuộc nhóm tảo đỏ *Phodophyceae*). Cấu tạo của agar gồm 2 loại polysaccharide là agarose và agaropectin gồm các gốc D và L galactose kết hợp lại bởi liên kết β (1,3) và β (1,4) glycoside. Agarose không chứa gốc sulfat nhưng có khả năng tạo gel lớn, agaropectin có chứa SO_4^{2-} tạo gel rất cứng so với agarose.



Phân tử agar

Agar không tan trong nước lạnh, ở trạng thái ẩm tan trong nước ở nhiệt độ 25°C , nhưng khi ở trạng thái sấy khô thì chỉ tan trong nước nóng. Khi để nguội, dung dịch agar tạo thành khối gel cứng. Đây là chất tạo gel rất tốt có thể hấp thu

rất nhiều nước và gel bền nhờ các liên kết hydro ở nồng độ rất thấp 0,04%. Do đó agar được ứng dụng nhiều trong công nghệ thực phẩm như: tạo màng có độ bền cơ học cao và trong suốt, làm thạch, thay thế pectin trong mứt quả, hay gelatin trong các sản phẩm thịt cá... và trong lĩnh vực sinh học làm môi trường nuôi cấy vi sinh.

- Cellulose

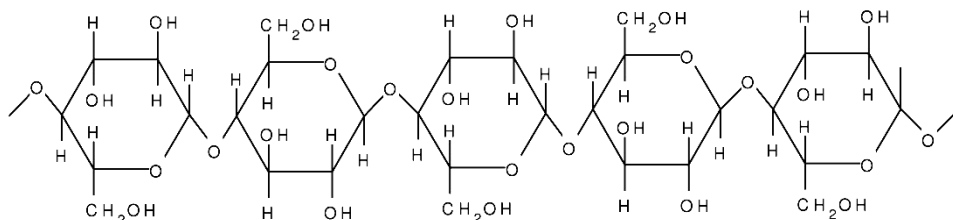
Cellulose thành phần chính của màng tế bào thực vật cùng với hemicellulose, pectin và lignin. Cellulose là thành phần không tiêu hóa được trong thực phẩm nguồn gốc thực vật, được sử dụng như chất xơ thực phẩm. Cellulose là polysaccharide mạch thẳng gồm các gốc β -D-glucose liên kết với nhau bằng liên kết

β -1,4-glycoside.

Phân tử cellulose có dạng hình sợi, nhiều phân tử cellulose kết hợp với nhau tạo thành chùm (gọi là mixen hoặc sợi nhỏ) nhờ liên kết hydro. Nhờ cấu trúc hình sợi này quyết định tính chất lý hóa học của cellulose (trở về mặt hóa học).

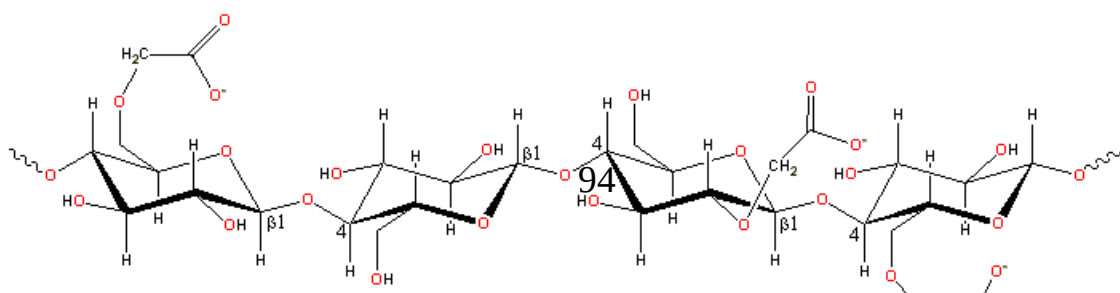
Cellulose còn có nhóm -OH tự do nên có thể có những dẫn suất quan trọng trong ngành công nghiệp như nitrocellulose, acetylcellulose, cacboxyl methyl cellulose (CMC) ... ứng dụng trong kỹ nghệ chất dẻo, chất nổ, sợi nhân tạo.

Cellulose không cho phản ứng màu với Iot, không có tính khử, không tan trong nước và các dung môi thường. Bị thủy phân bởi 2 tác nhân acid đậm đặc và enzyme cellulase có trong dạ dày của động vật ăn cỏ.



Phân tử cellulose

Ứng dụng của CMC:



Phân tử CMC

CMC là chất dẫn xuất của cellulose với alkali hay chloroacetic acid. Tính chất của CMC phụ thuộc vào mức độ thay thế của acid chloroacetic (DS) và mức độ polymer hóa của phân tử CMC. CMC có DS thấp không tan trong nước nhưng tan nhiều trong kiềm, trong khi CMC có mức độ DS cao lại tan trong nước. Độ tan của CMC phụ thuộc nhiều vào pH.

CMC là chất kết tinh trợ được sử dụng để điều chỉnh và cải thiện cấu trúc của nhiều loại thực phẩm như mứt trái cây, nhân bánh dạng paste, giảm hiện tượng tạo tinh thể đá trong kem, giúp giữ cấu trúc mềm và trơn mịn,...

4.6.3 Polysaccharide nguồn vi sinh vật

- Dextran

Là glucan do vi khuẩn *leuconostoc* và *streptococcus* tổng hợp nên khi nuôi cấy trên môi trường saccharose. Trong các vi khuẩn này có enzyme dextran-sucrase xúc tác quá trình biến saccharose thành dextran.

Cấu tạo gồm nhiều gốc glucose kết hợp nhau bởi liên kết α -1,6 glycoside.

Dextran tan trong nước cho dung dịch có độ nhớt cao (nhờ đó mà người ta phát hiện ra dextran khi lọc và kết tinh đường saccharose).

Các sản phẩm trùng hợp bằng acid của dextran được dùng làm chất thay thế huyết thanh của máu, chúng ít độc và cũng thích hợp tính chất thẩm thấu và độ nhớt máu hơn các chất thay thế khác. Ngoài ra dextran còn là nguyên liệu ban đầu để sản xuất ra sephadex – những rây phân tử có nhiều ứng dụng trong phòng thí nghiệm.

4.6.4 Polysaccharide nguồn động vật

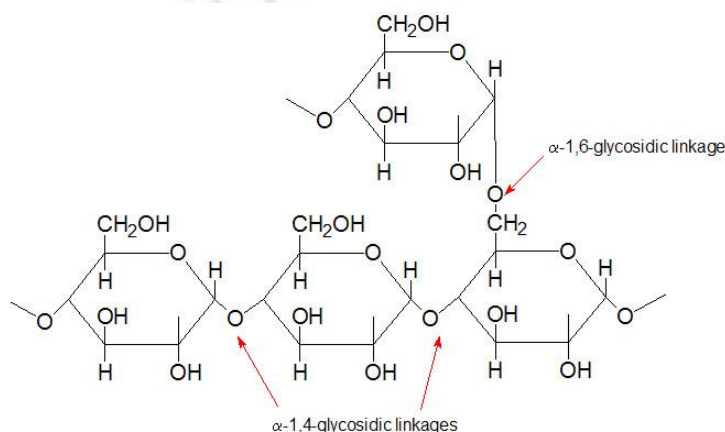
- Glycogen

Glycogen là glucid dự trữ của người và động vật có hàm lượng rất cao trong gan 10%, trong bắp thịt 2% và một ít ở đại não. Hàm lượng glycogen trong gan,

bấp thịt phụ thuộc vào mức độ béo của động vật. Khi đói hay làm việc nhiều bắp thịt bị mỏi thì hàm lượng glycogen giảm do quá trình chuyển hóa thành năng lượng cung cấp cho cơ thể. Glycogen còn có trong nấm mốc, nấm men.

Phân tử glycogen khá lớn, là một chuỗi polymer phân nhánh gồm các gốc α -D-glucose liên kết với nhau bằng cả liên kết α -1,4 và α -1,6 glycoside. Người ta đã chứng minh rằng cấu tạo của glycogen gần giống với cấu tạo của amylopectin nhưng mức độ phân nhánh của nó nhiều hơn amylopectin, khoảng 10-12 gốc monosaccharide thì có một điểm phân nhánh.

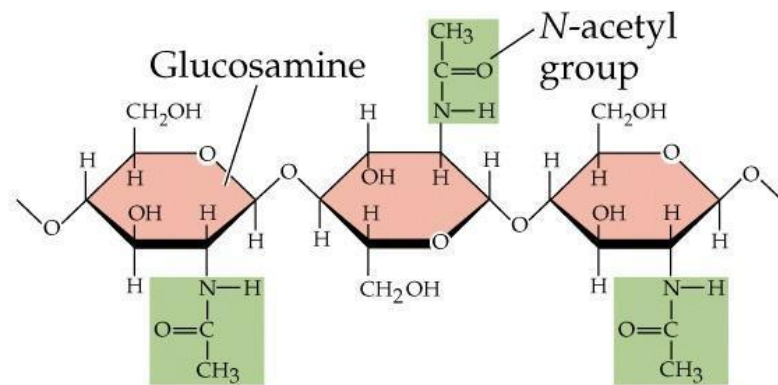
Tính chất: glycogen ở trạng thái vô định hình, màu trắng tan nhiều trong nước nóng, cho màu tím đỏ khi tác dụng với Iot, không có tính khử, khi thủy phân bằng acid hoặc enzyme cho các gốc α -D-glucose.



Phân tử glycogen

- Chitin

Chitin là polysaccharide thành phần chủ yếu của mô biểu bì ở côn trùng và giáp xác. Về cấu tạo nó gần giống với cellulose và cũng có chức năng tương tự. Đơn vị cấu tạo cơ bản của chitin là N-acetyl β -D-glucosamin kết hợp với nhau bằng liên kết β -1,4 glycoside. Chitin không bị hòa tan bởi acid, kiềm loãng và các dung môi hữu cơ. Khi đun chitin trong dung dịch đậm đặc của một số muối có thể bị hòa tan. Chitin tác dụng với kiềm đặc đun nóng tạo thành sản phẩm chitozan.



Phân tử chitin

4.7 Khả năng chuyển hóa glucid

4.7.1 Chuyển hóa monosaccharide

- Sự đường phân

* Định nghĩa: Sự đường phân (glycolysis) là con đường phân giải cơ bản của sự phân giải glucose. Trong quá trình này 1 phân tử glucose bị oxy hóa tạo thành 2 phân tử pyruvic kèm theo việc giải phóng năng lượng.

* Ý nghĩa: Sự đường phân là quá trình yếm khí, xảy ra trong tế bào chất ở mỗi cơ thể sinh vật, chúng có tính chất phổ biến và mang nhiều ý nghĩa khác nhau.

Đây là con đường chủ yếu của quá trình hô hấp phát sinh năng lượng và dự trữ ATP (Adenosin triphosphate) trong tế bào, đặc biệt có ý nghĩa quan trọng trong tế bào không quang hợp ở cây trưởng thành. Ở động vật quá trình đường phân, ATP được tạo thành để cung cấp năng lượng cho sự co rút của cơ xương.