

كلية الصيدلة
مقرر البيولوجيا

المحاضرة الخامسة

المركبات العضوية في الخلية

Organic Compounds in The Cell

د. علي منصور

MANARA UNIVERSITY

مقدمة Introduction

المركبات العضوية هي المركبات الحاوية في تركيبها بشكل أساسي على عنصر الكربون، ومن أمثلتها السكريات والبروتينات والليبيدات والحموض النووية والفيتامينات والتي تعتبر مركبات أساسية لبناء وحيوية الخلايا الحية.

Organic compounds contain, basically, carbon in their structures. Examples of organic molecules include: carbohydrates, proteins, lipids, nucleic acids and vitamins (that are considered basics in building organisms).

1) السكريات Carbohydrates

تعتبر السكريات أكثر المركبات العضوية تواجداً في الطبيعة كالسكر والنشاء. تحتوي هذه المركبات على عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين وفق النسبة التالية: $1\text{ O} : 2\text{ H} : 1\text{ C}$. يتراوح عدد وحدات CH_2O في السكريات من ثلاث حتى عدة آلاف. يمكن التمييز بين ثلاثة أنماط رئيسة من السكريات:

Carbohydrates are the most abundant organic compounds in nature. They include sugars and starches and contain C, H, and O in a ratio of $1\text{C}:2\text{H}:1\text{O}$. The number of CH_2O units in a carbohydrate can vary from as few as three to as many as several thousand.

There are three basic kinds of carbohydrates:

1- السكاكر الأحادية Monosaccharides: وهي سكريات بسيطة حيث تضم من ثلاث إلى سبع ذرات كربون. من أشهر السكريات الأحادية هو سكر العنب glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) (شكل 1- A) وكذلك سكر الفركتوز fructose (شكل 1- B) الذي يعدّ مماكب لسكر الغلوكوز ويتواجد بكثرة في الفواكه. والمماكب (النظير Isomer) هو مركب له نفس الصيغة الكيميائية ولكن بارتباط مختلف للذرات ليمنح الجزيئة خصائص

مختلفة مثل طعم أكثر حلاوة. يمثل سكر العنب الناتج الأولي لعملية التركيب الضوئي في خلايا النباتات الخضراء وبالتالي المصدر الأولي والأساسي للطاقة لجميع الكائنات الحية.

Monosaccharides: they are simple sugars with backbones consisting of three to seven carbon atoms. Among the most common monosaccharides are glucose ($C_6H_{12}O_6$) (figure 1-A) and fructose (figure 1-B), which is an isomer of glucose. Isomers are molecules with identical numbers and kinds of atoms, but with different structures and shapes. Accordingly, fructose, which is found in fruits, has the same $C_6H_{12}O_6$ formula as glucose, but the different arrangement of its atoms gives it different properties, such as a slightly sweeter taste. Glucose which is produced by photosynthesis in green plant cells, is a primary source of energy in the cell of all living organisms.

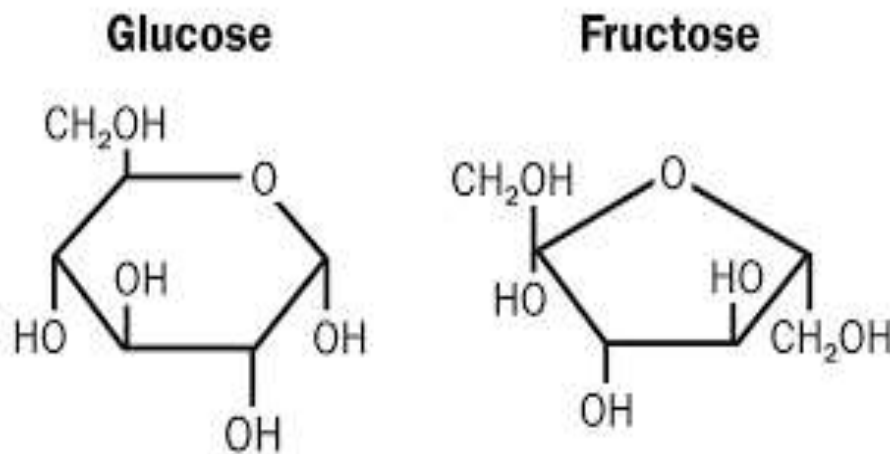


figure 1-A: glucose سكر العنب شكل (1-A) figure 1-B: fructose سكر الفواكه شكل (1-B)

2- السكريات الثنائية Disaccharides: يتشكل هذا النمط من السكريات عند ارتباط سكرين أحاديين مع بعضهما برابطة غليكوزيدية وذلك بطرح جزيئة ماء بتفاعل يدعى تفاعل التكاثف. يعدّ السكروز Sucrose من السكريات الثنائية واسعة الانتشار والذي ينتج عن ارتباط جزيئة غلوكوز مع جزيئة فركتوز. غالباً ما يمثل السكروز الشكل الذي ينتقل عبر النبات ويُخزّن في جذور النباتات كما في الشوندر السكري والسوق كما في نبات قصب السكر.

Disaccharides: they are formed when two monosaccharides become bonded together by dehydration synthesis. The removal of a molecule of water during the formation of a larger molecule from smaller molecules is referred to as a condensation reaction. Sucrose is the form in which sugar is usually transported throughout plants and is also the form of sugar stored in the roots of sugar beets and the culms (stems) of sugar cane.

3- السكريات المتعددة Polysaccharides: ناتجة عن ارتباط ثلاثة جزيئات أو أكثر من السكريات الأحادية مع بعضها لتشكل سلسلة طويلة (قد يصل عدد جزيئاتها إلى عدة آلاف) متفرعة أو غير متفرعة. من أمثلتها النشاء وهو مخزن الطاقة عند النباتات، وحدة بنائه الأساسية هي غلوكوز- إلفا α -glucose لتشكل كل جزيئة غلوكوز مع جزيئة أخرى رابطة غليكوزيدية (α 1- 4) لتضم عدداً كبيراً من جزيئات الغلوكوز وفق الصيغة $(C_6H_{10}O_6)^n$ في سلاسل طويلة متفرعة (شكل 2). النشاء هو المصدر الرئيسي للسكريات بالنسبة للإنسان في محاصيل مثل البطاطا، القمح، الأرز والذرة في المناطق المعتدلة.

Polysaccharides are formed when three or more monosaccharides bond together. Polysaccharide polymers sometimes consist of thousands of simple sugars attached to one another in long, branched or unbranched chains or in coils. For example, starch, which is the main reserve of

energy in plants, is polysaccharide sugar that usually consists of several hundred to several thousand coiled α -glucose units. The basic structural unit of starch is α -glucose in formula $(C_6H_{10}O_6)^n$ in long branched chains. Throughout the world, starches are major sources of carbohydrates for human consumption-the principal starch crops are potatoes, wheat, rice, and corn in temperate areas.

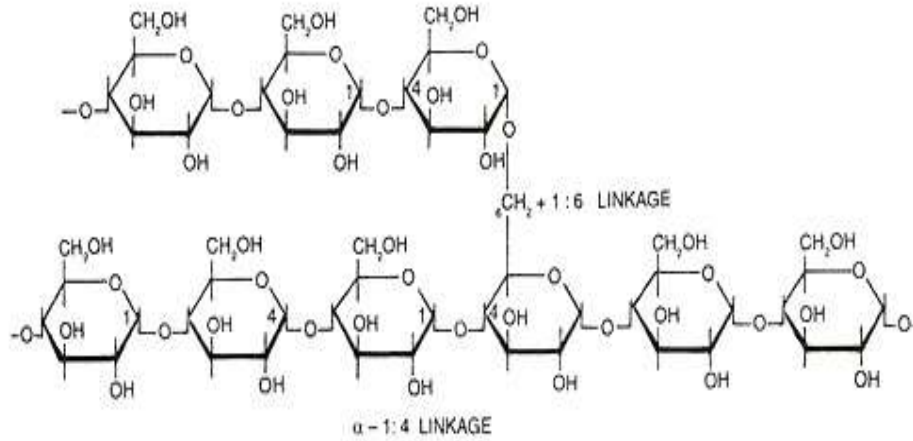


Fig. 9.8. Structure of starch.

شكل (2): بنية النشاء structure of starch

من الأمثلة عن السكريات المتعددة أيضاً السيللوز، حيث تمثل ألياف السيللوز البنية الأساسية لتركيب الجدر الخلوية للخلايا النباتية. وحدة بنائه الأساسية هي غلوكوز- بيتا β -glucose لترتبط كل جزيئة غلوكوز مع أخرى برابطة غليكوزيدية (β 1- 4) حيث تتألف جزيئة السيللوز من 3000 إلى 10,000 جزيئة غلوكوز في سلسلة غير متفرعة.

تكون جزيئات الغلوكوز مترابطة في السيللوز بشكل مختلف عما هو في النشاء وهناك عدد قليل من الحيوانات القادرة على هضم السيللوز بفعالية كفعالية هضم النشاء. تتضمن الكائنات التي تهضم السيللوز الحيوانات الأوالي في أمعاء النمل الأبيض، ويرقات الحشرات وبعض الفطريات

التي تنتج أنزيمات خاصة (سيلولاز cellulase) تسهل تحطيم الروابط بين وحدات الغلوكوز في السيللوز وتحرر الغلوكوز.

أما في المملكة الحيوانية فيخزن السكر على هيئة غليكوجين في الكبد. ويمثل الكيتين الذي يُغلف أجسام الحشرات مثال عن السكريات البنيوية.

Cellulose, the basic structural polymer in plant cell walls, is a polysaccharide sugar consisting of 3000 to 10,000 molecules of β -glucose in unbranched chain. Although cellulose is very widespread in nature, its glucose units are bonded together differently from those of starch, and most animals digest it much less readily than they do with starch.

Organisms that do digest cellulose, such as the protozoans living in termite guts, caterpillars, and some fungi, produce special enzymes capable of facilitating the breakdown of bonds between the carbons and the glucose units of the cellulose; the organisms then can digest the released glucose.

In animal kingdom, glucose is stored in form of glycogen in their livers: Chitin is an example of structural sugars that cover insects' bodies.

(2) الليبيدات Lipids

تعتبر الليبيدات مركبات دهنية أو زيتية وتكون غالباً غير منحلة في الماء بسبب عدم امتلاكها مكونات قطبية. تخزن الليبيدات ضعف الطاقة التي تخزنها نفس الكمية من السكريات. تضم الليبيدات، كحال السكريات، عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين، ولكن تكون نسبة الأكسجين فيها أقل مما هي في السكريات. تلعب الليبيدات دوراً هاماً في تخزين الطاقة لفترات

طويلة الأمد بالإضافة إلى أنها مركب بنوي هام في الخلية الحية. ويمكن تقسيم الليبيدات إلى أربع مجموعات:

Lipids are fatty or oily substances that are mostly insoluble in water because they have no polarized components. They typically preserve energy about twice as much as similar amounts of carbohydrate and play an important role in the long terms energy reserves and they are important structural components of cells. Like carbohydrates, lipid molecules contain carbon, hydrogen, and oxygen, but there is proportionately much less oxygen present in lipids. Lipids can be divided into four groups:

1- الليبيدات ثلاثية الغليسيريديت (Triglycerides): من أمثلتها الزيوت التي تكون في حالة سائلة في درجة حرارة الغرفة على عكس الدهون ذات الحالة الصلبة وتستخدم كخزان للطاقة. ينتج هذا النمط من الليبيدات عن ارتباط جزيئة غليسيرول مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدسمة. تتألف معظم جزيئات الحموض الدسمة من سلسلة من 16 إلى 18 ذرة كربون. إذا كانت ذرات كربون الأحماض الدسمة مرتبطة مع بعضها بروابط أحادية يقال أن الحموض الدسمة مشبعة (الدهون) وإذا كان هناك على الأقل رابطة مضاعفة بين ذرتي كربون ويوجد بالتالي عدد أقل من ذرات هيدروجين المرتبطة يقال أن الأحماض الدسمة غير مشبعة (الزيوت).

Triglycerides: examples include fats which are solid at room temperature, and oils which are liquid, and they are used as energy stores. This type of lipids is formed from binding glycerol molecule with three molecules of fatty acid. Most fatty acid molecules consist of a chain with 16 to 18 carbon atoms. If hydrogen atoms are attached to every available bonding site of these fatty acid carbon atoms, as in most animal fats such as butter and those found in

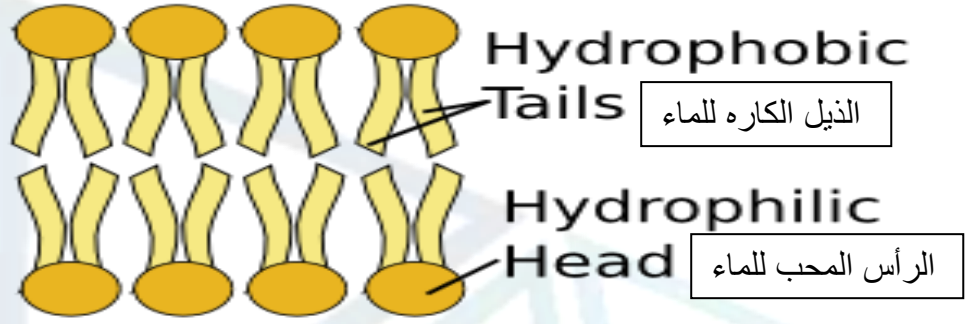
meats, the fat is said to be saturated. If there is at least one double bond between two carbons and there are fewer hydrogen atoms attached, the fat is said to be unsaturated.

2- الفوسفوليبيدات (phospholipids): تعتبر المركب الأساسي الذي يشكل الغشاء السيتوبلازمي للخلية. يتألف جزيء الفوسفوليبيد من قطبين: - الرأس: يتألف من مجموعة فوسفات (القطب المحب للماء)، والذيل: يتألف من سلاسل حمض دهني (القطب الكاره للماء). تشكل الفوسفوليبيدات طبقة مضاعفة لتؤلف الغشاء السيتوبلازمي بحيث يكون القطبان المحبان للماء على تماس مع المحلول المائي لداخل الخلية والمحلول المائي خارجها، بينما يتوضع القطبان الكارهان للماء من الداخل بعيداً عن المحلول المائي. إنّ هذه البنية تؤمن حماية مكونات الخلية بعزلها وبنفس الوقت توفر التماس مع المحلول المائي عن طريق القطب المحب للماء (شكل 3).

Phospholipids make up the basic structure of a cell membrane. A single phospholipid molecule has two different ends: The head end contains a phosphate group and is **hydrophilic**. The tail end is called **fatty acid chains**, and these chains are **hydrophobic**.

The phospholipids of a cell membrane are arranged in a double layer called the **lipid bilayer**. The hydrophilic phosphate heads are always arranged so that they are near water. Watery fluids are found both inside a cell (**intracellular fluid**) and outside a cell (**extracellular fluid**). The hydrophobic tails of membrane phospholipids are organized in a manner that keeps them away from water (see figure 3).

Extracellular Fluid



Intracellular Fluid

شكل 3: بنية الغشاء السيتوبلازمي figure 3: structure of cytoplasm membrane

3- الستيرويدات (steroids): من أشهرها الكوليسترول الذي يعدّ البنية الأساسية لتشكيل مركبات هامة للجسم كهرموني التستوسترون والأندروجين وفيتامين "د" والكورتيزون.

Steroids: examples of steroids include cholesterol which is the basic unit in building up important components of human body such as testosterone and androgen hormones, D vitamin, and cortisone.

4- الشموع (waxes): مركبات عضوية عازلة غير قابلة للانحلال أبداً في الماء. تتألف من سلاسل طويلة جداً من الأحماض الدهنية المرتبطة مع سلسلة طويلة جداً من الكحول . وتكون صلبة في درجة حرارة الغرفة. تكون الشموع مترافقة مع الكوتين أو السوبرين وهما أيضاً بوليميرات ليبيدية غير منحلة في الماء وتعمل على منع تسرب الماء. وقد تغطي أوراق بعض النباتات للتقليل من عملية النتج (فقدان الماء)، أيضاً تتشكل في الأذن عند الإنسان للحماية من الكائنات الدقيقة والحشرات الصغيرة، وتوجد أيضاً في خلايا نحل العسل.

Waxes are lipids consisting of very long-chain fatty acids bonded to a very long-chain alcohol than glycerol. Waxes, which are solid at

room temperature, are found on the surfaces of plant leaves and stems. They are usually embedded in a matrix of cutin or suberin, which are also lipid polymers that are insoluble in water. The combination of wax and cutin or wax and suberin function in waterproofing, reduction of water loss, and protection of human ear against microorganisms and small insects. Waxes are also found in honeybee cells.

(3) البروتينات proteins

تضم خلايا الكائنات الحية عدّة مئات إلى عدّة آلاف من أنواع البروتينات المختلفة. تعدّ البروتينات مكونات أساسية في بناء الخلية الحية وحيويتها وهي التي تمنح كل كائن حي نوعيته واختلافه عن باقي الكائنات لامتلاكه بروتينات نوعية تميزه عن غيره. مثال: تملك النباتات العشبية العديد من البروتينات الشائعة المشتركة ولكن يوجد بعض البروتينات التي تجعل نوع ما من الأعشاب مميزاً عن أنواع أخرى. وقد ساعد تحليل البروتينات علماء التطور على فهم العلاقات التطورية والوراثية للكائنات المختلفة. وتختلف البروتينات بين بروتينات بنوية كالبروتينات الغشائية وبروتينات وظيفية كالأنزيمات (الوسائط الحيوية في جميع التفاعلات التي تحدث في الخلية الحية).

تتألف جزيئات البروتينات عادة من ذرات الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والآزوت وأحياناً الكبريت. وتكون جزيئات البروتين عادة ضخمة وتتألف من سلاسل متعددة الببتيد التي تتألف كل منها من عدد من الأحماض الأمينية. تمثل الأحماض الأمينية الوحدة الأساسية في تشكيل البروتينات، حيث تشترك جميع الأحماض الأمينية العشرون المتواجدة في الطبيعة بامتلاكها لزمري الكربوكسيل ($-COOH$) والأمين ($-NH_2$) وتختلف فيما بينها بالجذر R (الذي يتنوع من ذرة هيدروجين واحدة حتى حلقة معقدة).

The cells of living organisms contain from several hundred to many thousands of different kinds of proteins. Each kind of organism has a unique combination of proteins that give it distinctive characteristics. There are, for example, hundreds of kinds of grasses, all of which have certain proteins in common and other proteins that make one grass different from another. Analysis of proteins helps evolutionary scientist to sort out relationships and heredity between different organisms. Proteins regulate chemical reactions in cells, and comprise the bulk of protoplasm apart from water.

Proteins consist of carbon, hydrogen, oxygen, and nitrogen atoms, and sometimes sulphur atoms. Protein molecules are usually very large and consist of one or more polypeptide chains with, in some instances, simple sugars or other smaller molecules attached.

Polypeptides are chains of amino acids. There are 20 different kinds of amino acids. Each amino acid has two special groups of atom plus an R group. One functional amino acid group is called the amino group ($-NH_2$); the other, which is acidic, is called the carboxyl group ($-COOH$). The structure of an R group can vary from a single hydrogen atom to a complex ring.

يمكن تمييز أربع مستويات في بناء البروتين (جدول 1):

1- البنية الأولية (primary structure): تنتج هذه البنية عن ارتباط الأحماض الأمينية مع

بعضها بروابط ببتيدية، لتشكيل السلسلة متعددة الببتيد. تتشكل الرابطة الببتيدية بين

-2

كربون الزمرة الكربوكسيلية لحمض أميني ونيروجين الزمرة الأمينية للحمض الأميني المجاور.

3- البنية الثانوية (secondary structure): ناتجة عن تشكل روابط هيدروجينية بين أكسجين الزمرة الكربوكسيلية وهيدروجين الزمرة الأمينية لحمضين أميين مختلفين. ومن الأمثلة عن البنى الثانوية لمتعدد الببتيد هي الكولاجين والكيراتين.




4- البنية الثالثية (tertiary structure): تمثل البنية الفراغية ثلاثية الأبعاد لجزيئة البروتين والناتجة عن التقاف وتحلزن البنية الثانوية لمتعدد الببتيد مثل الأنزيمات. إن الروابط المتشكلة بين زمر R كالروابط ثنائية الكبريت هي المسؤولة عن الحفاظ على البنية الثالثية.

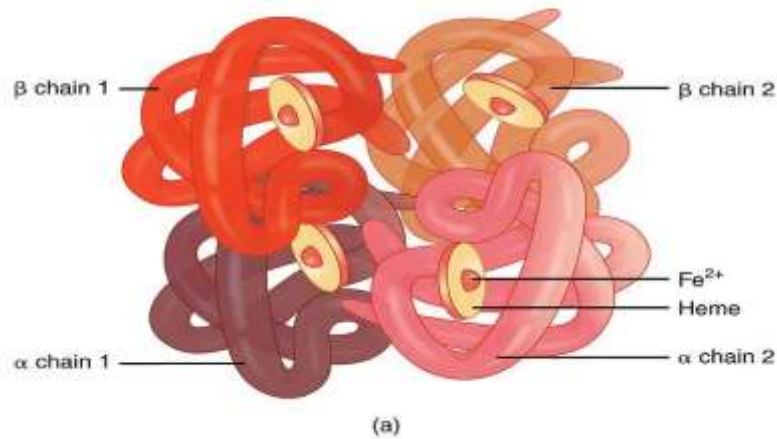
5- البنية الرابعة (quaternary structure): تنتج هذه البنية عن ترتيب معين ترتبط فيه عدة سلاسل بروتينية منطوية مع بعضها لتشكل وحدة معقدة. كالهيموغلوبين الذي يتألف من أربع سلاسل متعددة ببتيدي مختلفة حتى يصبح وظيفياً: سلسلتي إلفا وسلسلتي بيتا (شكل 4).

Four levels of proteins can be distinguished (table 1):

- 1- Primary structure: Amino acids are linked together by peptide bonds, which are covalent bonds formed between the carboxyl carbon of one amino acid and the nitrogen of the amino group of another, a molecule of water being removed in the process. Consequently, a linear structure is formed.
- 2- Secondary structure: A hydrogen bond form between oxygen atoms of carboxyl groups and hydrogen atoms of amino groups in

جدول 1: أشكال البروتينات Table 1: shapes of proteins

Type of protein	fibrous	globular	conjugated
Shape (fig 1)			
Examples of this type of	Collagen Keratin	Enzymes Antibodies	Haemoglobin
	ثانوية	ثالثية	رابعة



الشكل 4: البنية الرابعة للبروتينات (الهيموغلوبين) Quaternary structure of Protein (Haemoglobin)

different molecules. Examples are the secondary structure of collagen and keratin.

3- Tertiary structure: develops as the polypeptide further coils and folds such as enzymes. It's maintained by interactions and bonds among R groups (figure 4).

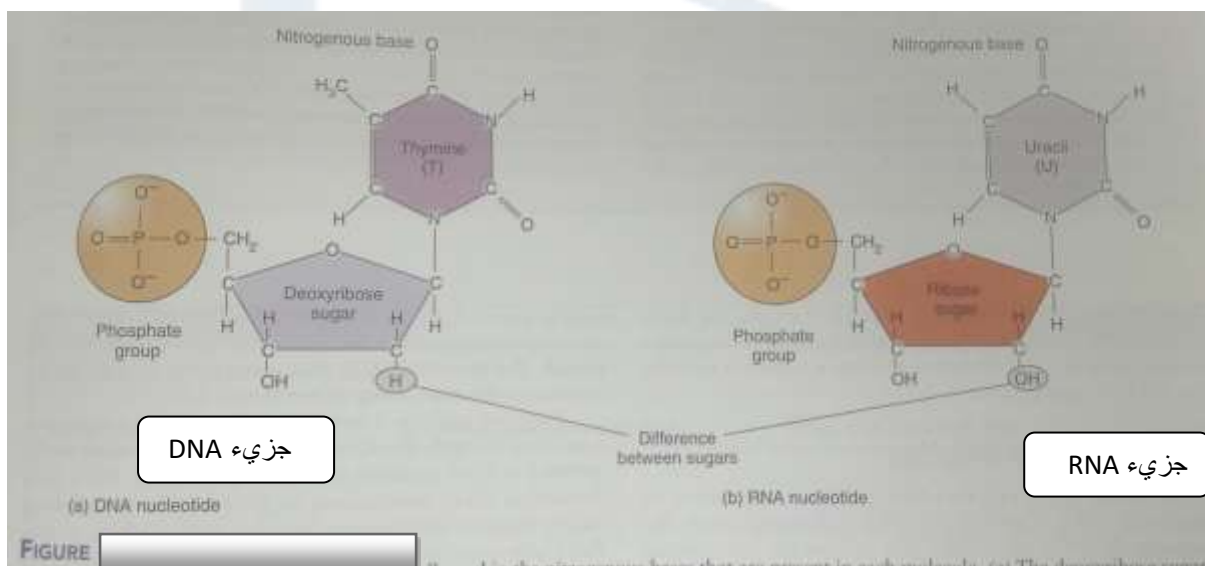
4- Quaternary structure: this structure is formed as a result of number and arrangement of multiple folded protein subunits in a multi-subunit complex. An example is haemoglobin which consists of four polypeptide subunits; 2 alpha chains and two beta chains.

4) الحموض النووية Nucleic Acids

الحموض النووية هي جزيئات متعددة مصنوعة من وحدات مكررة تدعى النكليوتيدات. يتكون كل نيكليوتيد من جزيء سكر، مجموعة فوسفات، وأساس أزوتي (شكل 5). ويوجد نوعين رئيسيين من الحموض النووية: DNA و RNA. يحوي كل جزيء نيكليوتيد من نيكليوتيدات الـ DNA على سكر خاص واحد وهو السكر الريبوزي المنقوص الأوكسجين، وواحد من أربع أسس أزوتية وهي الأدينين (A)، الغوانين (G)، السيتوزين (C)، والتيمين (T) (شكل 3-2). أما نيكليوتيدات الـ RNA فتحتوي سكر خاص واحد وهو السكر الريبوزي، وواحد من أربع أسس أزوتية وهي الأدينين (A)، الغوانين (G)، السيتوزين (C)، واليوراسيل (U).

Nucleic acids are large polymers made of many repeating units called nucleotides. Each nucleotide is composed of a sugar molecule, a phosphate group, and a molecule called nitrogenous base (figure 3.1). There are two main types of nucleic acids: DNA (Deoxyribo Nucleic Acid) and RNA (Ribo Nucleic Acid). DNA nucleotides contain one specific sugar, deoxyribose, and one of four different nitrogenous bases:

Adenine (A), Guanine (G), Cytosine (C), and Thymine (T). RNA nucleotides contain one specific sugar, ribose, and one of four different nitrogenous bases: Adenine (A), Guanine (G), Cytosine (C), and Uracil (U).



شكل 5: بنية نيكليوتيد الـ DNA بالمقارنة مع بنية نيكليوتيد الـ RNA

Figure 5: Structures of DNA and RNA Nucleotides

5) الفيتامينات Vitamins

ما هي الفيتامينات What are vitamins؟

الفيتامينات هي مجموعة من المركبات العضوية والتي توجد بكميات قليلة في الأغذية الطبيعية، وهي أساسية لعمليات الاستقلاب الطبيعية (شكل 6). ويمكن أن تتجم بعض الأوضاع الصحية

عن عدم أخذ كمية كافية من أي نوع من الفيتامينات، وذلك بسبب كون جسم الإنسان لا ينتج كميات كافية من الفيتامينات أو لا ينتج بعض الفيتامينات على الإطلاق.

ويمتلك كل كائن حي متطلبات مختلفة من الفيتامينات. فعلى سبيل المثال، لا ينتج الإنسان فيتامين C فهو يحتاج إلى تأمينه عن طريق استهلاك الغذاء، بينما لا تحتاج الكلاب إلى فعل ذلك حيث تستطيع الكلاب إنتاج كميات كافية من هذا الفيتامين.

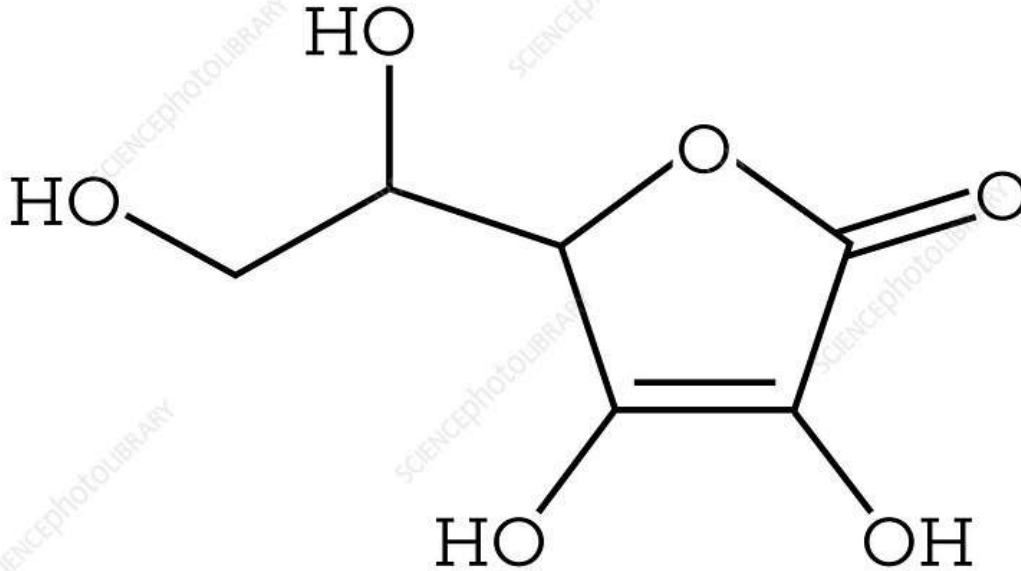
يوجد حالياً 13 نوعاً مميزاً من الفيتامينات، وهي تلعب أدواراً مختلفة و مطلوبة بكميات مختلفة.

Vitamins are a group of organic compounds that are present in minute amounts in natural foods. Vitamins are essential to normal metabolism (figure 6). If we do not take enough of any kind of vitamin, certain medical conditions can result. This is because the human body either does not produce enough of them, or it does not produce any at all.

Each organism has different vitamin requirements. For example, humans need to consume vitamin C, or ascorbic acid, but dogs do not. Dogs can produce, or synthesize, enough vitamin C for their own needs, but humans cannot.

There are currently 13 recognized vitamins.

Different vitamins have different roles, and they are needed in different quantities.



Vitamin C
 $C_6H_8O_6$

شكل 6: بنية فيتامين C Structure of vitamin C

حقائق حول الفيتامينات Facts on vitamins

- 1- يوجد حوالي 13 نوعاً من الفيتامينات.
- 2- تكون الفيتامينات إما منحلة بالماء أو منحلة بالدهن.
- 3- تكون الفيتامينات المنحلة بالدهن أسهل تخزيناً في الجسم من الفيتامينات المنحلة بالماء.
- 4- تحتوي الفيتامينات دائماً كربون لذلك توصف بأنها "عضوية".
- 5- الغذاء هو أفضل مصدر للفيتامينات ولكن يمكن أن يُنصح بعض الناس باستعمال متممات منها من قبل الطبيب.

- There are 13 known vitamins.
- Vitamins are either water-soluble or fat-soluble.

- Fat-soluble vitamins are easier for the body to store than water-soluble.
- Vitamins always contain carbon, so they are described as "organic."
- Food is the best source of vitamins, but some people may be advised by a physician to use supplements.

1- الفيتامينات المنحلة بالدم **Fat-soluble vitamins**

تُخزن هذا الفيتامينات في النسيج الدهنية للجسم وفي الكبد. تكون الفيتامينات A، D، E، K منحلة بالدم (جدول 2). ويكون تخزين هذا النوع من الفيتامينات أسهل من تخزين الفيتامينات المنحلة بالماء ويمكن أن يبقوا في الجسم كمخزونات لعدة أيام وأحياناً لعدة أشهر. تُمتص هذه الفيتامينات عبر القناة الهضمية بمساعدة الدهون.

1- Fat-soluble vitamins are stored in the fatty tissues of the body and the liver. Vitamins A, D, E, and K are fat-soluble (table 2). These vitamins are easier to store than water-soluble vitamins, and they can stay in the body as reserves for days, and sometimes months. These vitamins are absorbed through the intestinal tract with the help of fats, or lipids.

2- الفيتامينات المنحلة بالماء **Water-soluble vitamins**

لا يبقى هذا النوع من الفيتامينات في الجسم لفترة طويلة ولا يستطيع الجسم تخزينها ويتم طرحها حالاً في البول. وبسبب ذلك، فنحن بحاجة إلى تعويض هذا النوع الفيتامينات أكثر من الفيتامينات المنحلة بالدم. يكون كل من الفيتامين C وجميع أنواع الفيتامين B منحلة بالماء (جدول 2).

Water-soluble vitamins do not stay in the body for long. The body cannot store them, and they are soon excreted in urine. Because of this, water-

soluble vitamins need to be replaced more often than fat-soluble ones. Vitamin C and all the B vitamins are water soluble (Table 2).

الأمراض الناجمة عن نقص الفيتامينات Diseases caused by deficiency of vitamins

يمكن أن يسبب نقص الفيتامين A العمى الليلي أو اضطراب العين الذي يؤدي إلى جفاف القرنية. يمكن أن يسبب نقص فيتامين B5 مرض التنميل. يمكن أن يسبب نقص الفيتامين B6 مرض فقر الدم والاعتلال العصبي المحيطي. يمكن أن يسبب نقص الفيتامين B7 مرض تضخم المعى. يمكن أن يسبب نقص الفيتامين B9 (حمض الفوليك) خلال الحمل إلى فشل الولادة. يتم تشجيع النساء الحوامل بأخذ جرعات من حمض الفوليك قبل حدوث وأثناء الحمل. يمكن أن يسبب نقص الفيتامين D الكساح أو تلين العظام (الجدول 2).

Deficiency of vitamin A may cause night-blindness and keratomalacia, an eye disorder that results in a dry cornea. Deficiency of vitamin B5 may cause paresthesia. Deficiency of vitamin B6 may cause anemia, peripheral neuropathy. Deficiency of vitamin B7 may cause inflammation of the intestine. Deficiency of vitamin B9 during pregnancy is linked to birth defects. Pregnant women are encouraged to supplement folic acid for the entire year before becoming pregnant. Deficiency of vitamin D may cause rickets and osteomalacia, or softening of the bones(table 2) .

جدول 2: أسماء الفيتامينات ومصادرها

الفيتامين	الاسم الكيميائي	المصادر	المرض الناجم عن العوز
A	Retinol الريتينول	الكبد، الجزر، البطاطا الحلوة، الزبدة، السبانخ، الجبن، البيض، المشمش، الحليب	العمى الليلي، جفاف العين والبشرة والشعر
B1	Thiamine تيامين	الحبوب، بذور عباد الشمس، الرز غير المقشور، القرنبيط، البطاطا، البرتقال	الارهاق والتحسس ومرض بيرى بيرى يؤثر على الأعصاب والعضلات
B2	Riboflavin ريبوفلافين	الهليون، الموز، الحليب، اللبن، اللحم، البيض، السمك، الفاصوليا الخضراء	تشقق اطراف الشفاه وقشور على الراس
B3	Niacin نياسين	الكبد، القلب، الكلية، الدجاج، لحم البقر، السمك، البيض، التمر، البندورة، الجزر	اضطرابات عقلية، تقشر الجلد، اكتئاب
B5	Pantothenic acid حمض البانتوزينك	اللحم، الحبوب الكاملة، البروكلي، الأفوكادو	تشنجات، طفح جلدي، احمرار اللسان، تشقق زوايا الفم
B6	Pyridoxine بيريدوكسين	اللحم، الموز، الحبوب الكاملة، الخضار، الجوز	فقر الدم، المرض العصبي المحيطي
B7	Biotin بيوتين	الكبد، مح البيض، بعض الخضار	تضخم المعى
B9	Folic acid حمض الفوليك	خميرة الخبز، الخضروات الورقية، القرنيات، الكبد	نقص خلال الحمل يسبب الإجهاض، فقر دم، دوخة
B12	Cyanocobalamin سيانوكوبالامين	اللحم، السمك، البيض، الحليب	فقر الدم، شحوب، دوخة ودوار
C	Ascorbic acid حمض الأسكوربيك	الفواكه والخضروات	نزف في اللثة، بطء شفاء الأمراض، ضعف في الاسنان
D	Ergocalciferol أيرغو كالسيفيرول	التعرض لأشعة الشمس، السمك، البيض، كبد العجل، المشروم	الكساح أو تلين العظام، ألم في المفاصل
E	Tocopherols توكوفيرولز	ثمار الكيوي، اللوز، الأفوكادو، البيض، الحليب، الجوز، الخضروات الورقية	فقدان الشهية، ضعف جهاز المناعة، خدر في الذراعين
K	Phylloquinone فيللوكوينون	ثمار الكيوي، الأفوكادو، الخضروات الورقية، البقدونس	النزف المفرط في حالة الجروح، انخفاض كثافة العظم

Table 2: Names of Vitamins and Their Resources

vitamin	Chemical name	Diseases of Deficiency	Good resources
A	Retinol	night-blindness	Liver, carrots, sweet potato, butter, spinach, some cheeses, egg, apricot, milk.
B1	thiamine	Beriberi, Wernicke-Korsakoff syndrome	cereal grains, sunflower seeds, brown rice, cauliflower, potatoes, oranges
B2	Riboflavin	ariboflavinosis	asparagus, bananas, milk, yogurt, meat, eggs, fish, green beans
B3	Niacin	Mental disturbance, dermatitis	liver, heart, kidney, chicken, beef, fish, eggs, dates, tomatoes, carrots
B5	Pantothenic acid	paresthesia	meats, whole-grains, broccoli, avocados
B6	Pyridoxine	anemia, peripheral neuropathy,	meats, bananas, whole-grains, vegetables, and nuts
B7	Biotin	inflammation of the intestine	egg yolk, liver, some vegetables
B9		Deficiency during pregnancy birth defects	leafy vegetables, legumes, liver, baker's yeast
B12	Cyanocobalamin	megaloblastic anemia,	fish, meat, poultry, eggs, milk and dairy products
C	Ascorbic acid	megaloblastic anemia	fruit and vegetables.
D	Ergocalciferol	osteomalacia, or softening of the bones	Exposure sunlight fatty fish, eggs, beef liver, mushrooms.
E	Tocopherols	hemolytic anemia in newborns	Kiwi fruit, almonds, avocado, eggs, milk, nuts, leafy green
K	Phylloquinone	bleeding diathesis	leafy green vegetables, avocado, kiwi fruit. Parsley