**المكونات الكيميائية للخلية Chemical Components o the Cell**

لقد أولى علم الخلية الحديث اهتماماً كبيراً بدراسة المكونات الكيمياوية لأجزاء الخلية تمهيداً لدراسة تنظيمها الجزيئي .وقد ترافقت تلك الدراسة مع تطور تقنيات دراسة الخلية ، فقد تضمنت المحاولات الأولى تحليلات كيمياوية لأنسجة تامة كالكبد والمخ والأنسجة المولدة . إلا ان نتائج تلك التحليلات لم تكن دقيقة بما فيه الكفاية . ان المادة التي استخدمت في التحليلات كانت مزيجاً لأنواع متعددة من الخلايا اضافة الى مواد خلوية خارجية . وبظهور تقنية الطرد المركزي وعزل الاجزاء الخلوية عن بعضها البعض اصبحت المعلومات بخصوص التركيب الجزيئي لمكونات الخلية اكثر اهمية ودقة.

وعموماُ فقد قسمت المكونات الكيمياوية للخلية إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

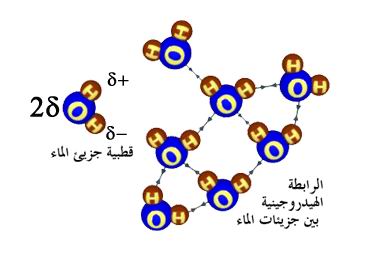
مكونات لا عضوية Inorganic ومكونات عضوية Organic وتشمل الأولى الماء والايونات المعدنية . وتشمل الثانية البروتينات ( الزلاليات) والكربوهيدرات والحوامض النووية واللبيدات (الدهون) اضافة إلى الفيتامينات ومنظمات النمو ( الهرمونات )التي توجد بكميات ضئيلة.

**المكونات اللاعضوية للخلية Component Of The Cell Inorganic**

* **الماء Water**

يعتبر الماء أكث المركبات وفرة في البروتوبلازم الفعال حيث تتراوح نسبته بين 60 -95 % ( وزناً) ويقل المحتوى المائي في التراكيب الكامنة كالبذور والابواغ ( السبورات) فتصل نسبته إلى 10% وأحيانا إلى 4 % .أن الماء وسط ملائم للنشاطات الخلوية المتعددة التي تجري في الخلايا الحيوانية والنباتية على حد سواء . وسبب ذلك امتلاك الماء خواص متعددة ومهمة تميزه عن غيره من السوائل فللماء حرارة نوعية عالية |High Specific heatوعليه يحصل تغير طيف في درجة الحرارة عند امتصاص او فقدان كميات كبيرة نسبياً من الحرارة كما يمتلك الماء حرارة تبخير عاليـــة High Heat of evaporation وعليه تتبدد كميات كبيرة من الحرارة تحت ظروف ملائمة للتبخير محدثة عملية تبريد بمقدار محسوس . كما وان للماء قوة تماسك وقوة تلاصق كبيرتين مقارنة مع السوائل الأخرى. كذلك تملك جزئية الماء درجة انصار عالية Melting Heat ( صفر مئوي ) مقارنة بالسوائل الاخرى كالبنزين والإيثانون والميثانول حيث تعمل درجة الانصهار العالية **High melting Point** الكائنات الحية على حمايتها من درجة الانجماد فكلما زادت درجة الانصهار تطلب ذلك رفع تلك الدرجة لذلك السائل لغرض تحويله إلى صلب.

أن لتركيب جزئية الماء دوراً مهماً ي الخواص المذكورة اعلاه . فجزئية الماء قطبية تتركب من ذرتين هيدروجين (موجبة الشحنة) تربط تساهمياً من جهة واحدة مع ذرة اوكسجين( سالبة الشحنة ) . يبلغ متوسط الزاوية الحاصلة من ارتباط H-O-H 105 درجة تقريباً . وبسبب التوزيع غير المتناظر للشحنات فأن جزئيات الماء ترتبط مع بعضها البعض (تتماسك)



**- تركيب جزئية الماء والأواصر الهيدروجينية بين جزئيات الماء**

أن التجاذب الذي يحصل بين ذرة H الموجبة لجزئية ماء مع ذرة O السالبة لجزئية ماء اخرى تنتج عنه تكوين الآصرة الهيدروجينية bond Hydrogen أو الجسر الهيدروجيني . تكون الاواصر الهيدروجينية مسؤولة بصورة مباشرة عن الحرارة النوعية العالية وحرارة التبخير العالية وغيرها من خواص الماء التي سبق ذكرها . اذ ان الطاقة اللازمة لفك تلك الاواصر اكبر بكثير من الطاقة اللازمة لفك الارتباطات الضعيفة بين جزئيات السوائل الأخرى كالإيثان والبنزين والايثر .

**الاملاح والمعادن والايونات**: **Salts and minerals and ions**

ترجع اهمية الاملاح كونها مصدر ( العناصر ) التي تدخل في تركيب وبناء عدد من المركبات العضوية الاساسية فضلاً عما تلعبه ايوناتها من ادوار في عدد من الفعاليات الحيوية الموضحة في الجدول ( ) . اغلب الاملاح توحد أما بصورة حرة أو بحالة متأنية والتي تكون أما موجبة الشحنة Cations مثل ايونات الصوديوم Na+ والبوتاسيوم K + أو سالبة الشحنة Anions مثل ايونات الكلور Cl + . كما توجد في الخلايا بهيئة مجاميع كمجموعة الفوسفات PO4 – التي تكون في الغالب متلازمة مع البروتينات مفسفرة او لبيدات مفسفرة او بهيئة مركبات مثل المركب الغني بالطاقة ( ATP ) Adenosine triphosphate والتي لها دورين رئيسين في الخلايا :

1. الدور الأول ازموزي Osmatic اذ يؤثر التركيز الكلي للأملاح الذائبة في حركة الماء خلال اغشية الخلية .
2. تلعب دوراً في تركيب وظيفة الجزيئات الكبيرة مثل المنغنيز Mg ++ في جزيئة الكلوروفيل والحديد Fe ++ في الهيموكلوبين، كما توجد في الخلايا غازات ذائبة في الماء السايتوبلازمي والتي تدخل من المحيط الخارجي أو كناتج للفعاليات الأيضية الخلوية منها الاوكسجين O2 والنتروجين N يذوبان بحالتهما الجزيئية أما CO2 فأنه أكثر ذوباناً بالماء من O2 والنتروجين وغالباً ما يتفاعل مع الماء ليكون حامض الكربونيك H2CO3 .

CO2 + H2O → H2CO3 → H+ HCO-3

وعليه فأن CO2 يؤثر في الــ PH ( الأس الهيدروجيني ) للخلية وبالتالي يؤثر في التفاعلات الايضية للخلية.

**جدول يوضح بعض وظائف الايونات غير العضوية في الخلايا**

|  |  |
| --- | --- |
| **Fe +++ و Fe++** | الهيموكلوبين ، سايتوكرومات ، انزيمات البروكسيد Peroxidases |
| **Mg ++** | انزيمات Phosphatases والكلوروفيل |
| **Cu ++** | انزيمات ascorbic acid oxidases ، Tyrosinase |
| **Zn++** | انزيمات Ascorbic acid oxidases , Tyrosinase |
| **Mn ++** | Peptidases |
| **Co ++** | Peptidases |
| **Mo** | Nitrate reductase xanthine |
| **Ca** | ATPase , actomyosin , Calmodulin |

**المكونات العضوية للخلية The Organic Component of the Cell**

**البروتينات Proteins**

أن أول من استعمل مصطلح بروتين هو العالم جيرارد يوهان ملدر Gerard Johannes Mulder عام 1838 حين ادرك اهميتها القصوى للمادة الحية فكلمة بروتين مشتقة من الكلمة اليونانية بروتيوس Proteios التي تعني في " المقدمة " ( الصف الأول ) . وقد اثبتت الدراسات الحديثة صحة ذلك فالبروتينات تعد من المكونات الاساسية للمادة الحية. تعتبر البروتينات اكثر المكونات العضوية اختلافاً من الناحية الكيمياوية والفيزياوية . وقد تمكن الباحثون لحد الان اكتشاف عدة الالاف من البروتينات المختلفة في الخلية البشرية الواحدة تعد البروتينات المكون الاساسي للكائنات الحية وهي تشمل مركبات عضوية ونيتروجينية تدخل في تركيب بروتوبلازم جميع الخلايا وتكثر نسبة المواد البروتينية في الانسجة الحيوانية عنها في الانسجة النباتية ولا يمكن للحيوان الاستمرار في الحياة بدون الاغذية البروتينية. والوظيفة الاساسية للمواد البروتينية هي بناء الانسجة لا تخزن المواد البروتينية غالباً وكذلك البومين البيض ((زلال البيض)) Albumin وتستخدم هذه البروتينات المخزونة في نمو الجنين ويختلف الوزن الجزيئي للبروتينات من 5000 الى عدة ملايين وتتكون من العناصر الآتية:

الكاربون 51-55%  
الاوكسجين 20-30%  
الكبريت 0.3-2.5%  
الهيدروجين 6-7.3%  
النيتروجن 15-18%  
وتحتوي بعض البروتينات على الفسفور وبعض العناصر الاخرى مثل الحديد والنحاس والمنغنيز واليود وتختلف نسبة هذه المواد باختلاف مصادر البروتين وتتكون جزيئة البروتين الطبيعي من سلسلة واحدة او اكثر من السلاسل الببتيدية التي تتكون من الاحماض الامينية Amino acid التي ترتبط مع بعضها البعض بروابط ببتيدية وعادة يكون وضع الذرات والمجموعات حول الروابط الببتيدية.

. وعلى الرغم من البروتينات تؤدي ادواراً حيوية مختلفة إلا انها تقسم من الناحية الوظيفية إلى مجموعتين كبيرتين هما

1. **البروتينات التركيبية Structural Proteins**

تكون وظيفة البروتينات التركيبية الاسناد بالدرجة الأولى وتوجد عادةً اما بداخل الخلية فتعرف بالبروتينات التركيبية الخلوية الداخلية **Intracellular structural Proteins** ومن امثلتها التيوبيلوين Tubulin والبروتينات الشبيهه بالاكتين Actin-like Proteins للنبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة وبعض بروتينات الاغشية أو توجد خارج الخلية فتعرف بالبروتينات التركيبية الخلوية الخارجية **Extra cellular Proteins** ومن امثلتها الكولاجين collagen في الجلد والعظام والغضاريف وكذلك القرنين ( الكيراتين ) Keratin في الاظافر والشعر .

1. **البروتينات الديناميكية Dynamic Proteins**

تشمل البروتينات الديناميكية الانزيمات enzymes وبعض البروتينات الهرمونية كالانسولين insulin والثايروكسين thyroxin وارثروبيلوتين erythropoietin وبعض صبغات الدم blood pigments ( كاليهيموكلوبين hemoglobin والهيموسيانين hemocyanin .وتوجد بعض البروتينات تؤدي وظيفة تركيبية وديناميكية في آن واحد في الخلية كما هو الحال في بروتين الاكتين actin.

تصنف البروتينات احياناً استناداً إلى تنظيمها الجزيئي وعلى هذا الأساس تصنف إلى :

1. **البروتينات الحويصلية او الكروية Vesicular or Globular Proteins**

وتكون سلاسل متعدد البيبتيد منطوية او ملتوية ولا تزيد النسبة المحورية عن 1:3 او 1:4 ومن امثلتها هي الالبومينات والانسولين والهيموكلوبين والميوكلوبين وجميع الانزيمات تقريباً وتمتلك القدرة على الحركة وتذوب في المحاليل المائية.

**2- البروتينات الليفية Fibrous Proteins**

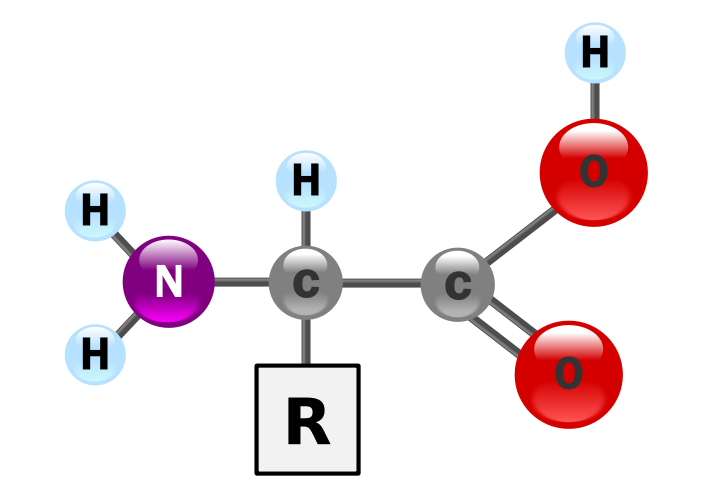
بروتينات تكون سلاسل متعدد الببتيد فيها ممتدة موازية لمحور واحد وهي بروتينات غير ذائبة وتشكل عناصر تركيبية او واقية للكائن الحي مثل الكيراتين والمايوسين myosin ((البروتين العضلي)) والاكتين actin والكولاجين Collagen .

يوجد حوالي عشرين نوعاً من الاحماض الامنية كمكونات منتظمة لجزئية البروتين وباتحاد هذه الانواع المحدودة من الأحماض الامنية مع بعضها وبنسب مختلفة يمكن الحصول على عدد لا يحصى من الجزئيات البروتينية المختلفة . ويمكن تعين حجم وشكل ووظيفة البروتينات بواسطة عدد ونوع وتوزيع الحوامض الامنية الموجودة في الجزئية فهناك بروتينات صغيرة كما هو الحال في بروتين (ACTH) الهرمون الموجه لقشرة الكظر الذي يتكون من 39 حامض اميني فقط ويبلغ وزنه الجزيئي 4,500 دالتون ومن البروتينات الكبيرة هو الهيموسيانين الذي يتكون من 8200 حامض اميني ويبلغ وزنه الجزيئي اكثر 900,000

* **الأحماض الأمينية.**

هي وحدة البناء في البروتينات ، أحماض عضوية كربونية تتكون من مجموعة الأمين (NH2) ومجموعة الكربوكسيل (COOH)ومجموعة الكيل( R ) (مختلفة من حامض لأخر) ترتبط بذرة الكربون ألفا α)) والمجموعة R تسمى المجموعة الطرفيةSide chain

**الصيغة العامة للاحماض الامنية**



البنية الكيميائية لحامض أميني في الكربون ألفا α، لاحظ جذر الأمين NH2 إلى اليسار و جذر الكربوكسيل COOH إلى اليمين.

**الحوامض الامينية تقسم على اربع مجاميع على وفق طبيعة ( صفات ) السلسة الجانبية :**

1. **الحوامض الأمينية غير القطبية Non polar amino acids**

عددها عشرة احماض لا تذوب بالماء ابسطها Glycine الذي يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة في السلسة الجانبية بالإضافة الى Leucine , Alanine , Proline , Valine , Isoleucine , Cysteine , Methionine , Tryptophan , Phenylalanine .

1. **الحوامض الأمينية القطبية Polar amino acids**

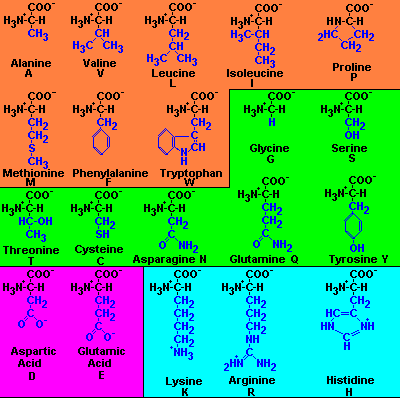
عددها خمسة حوامض أمينية وهي Serine , Threonine , Tyrosine , Glutamine , Asparagine وهذه الحوامض الأمينية تستطيع تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء لهذا فهي محبة للماء Hydrophilic .

1. **حوامض امينية قاعدية Basic amino acids**

وهي ثلاثة حوامض Lysine , Arginine , Histidine وجميعها تكتلك نهاية تحمل شحنة موجبة والتي تكون محبة للماء وجميعها تلعب دوراً مهماً في توازن الــPH الخلية.

1. **الحوامض الأمينية الحامضية Acidic amino acids**

وهما حامضان أمينيان هما Aspartic و Glutamic يحملان في أحدى نهايتيهما مجموعة كاربوكسيل COO- التي تحمل شحنة سالبة.

[](http://www.google.iq/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi55fGf6ZvKAhUmnHIKHVbaCb0QjRwIBw&url=http://f.zira3a.net/t12096&psig=AFQjCNEHOzqqMh_-BPA9iNr9dpP6nZDM4A&ust=1452397538878480)

**أنواع الحوامض الامينية الــ ( 20) التي تشكل أغلب البروتينات**

**\*\* تقسم البروتينات أستناداً إلى تركيبها :**

1. **بروتينات بسيطة Simple Proteins**

وهذه البروتينات تنتج بصورة خاصة حوامض أمينية فقط عند تحللها منها بروتينات الزلال والمح وبروتينات بلازما الدم واللمف وبروتينات الحنطة والذرة والهستونات.

1. **بروتينات مقترنة Conjugated Proteins**

تتكون من أحماض أمينية مع جزء غير بروتيني ( يعرف بالمجموعة المضافة Prosthetic group وتصنف استناداً الى الطبيعة الكيمياوية للمجموعة المضافة الى :

1. البروتينات النووية Nucleoproteins مثل البروتينات الكروموسومية
2. البروتينات السكرية Glycoproteins مثل بروتينات الغشاء البلازمي
3. البروتينات اللبيدية Lipoproteins مثل بروتينات الغشاء البلازمي
4. البروتينات الصبغية Chromoproteins مثل Hemocyanin
5. البروتينات المعدنية Metalloproeins مثل الهيموكلوبين Hemoglobin

تظهر البروتينات في الخلايا الحية بأربع مستويات استناداً إلى ترتيب وتنظيم الوحدات( الحوامض الأمينية ) المؤلفة لجزيئة البروتين وهي مهمة من الناحية البايلوجية فقد يغير ترتيب حامض أميني واحد الخاصية البيولوجية والوظيفية لتلك الجزئيات وهي كما يأتي :

1. **التركيب الأولي Primary Structure**

يظهر التركيب الأولي بهيئة سلسلة مستقيمة من متعدد الببتيدات Polypeptides بعد اتحاد حامضين امينيين أو أكثر بعد فقدان لجزئية الماء فيما بينها ، يعد التركيب الأولي التركيب الذي تنشأ منه التراكيب الأخرى للبروتينات .

**2-التركيب الثانوي Secondary Structure**

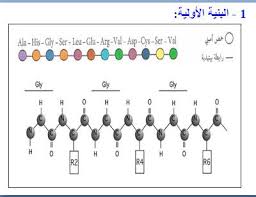
يظهر التركيب الثانوي بعد اتحاد عدة مئات من الاحماض الامينية ( تركيب متعدد الببتيدات) الانواع الشائعة للتركيب الثانوي حلزن الفا – helix α والشكل الصفيحي بيتا β – sheet في حلزون الفا .

**3-التركيب الثالثي tertiary structure**

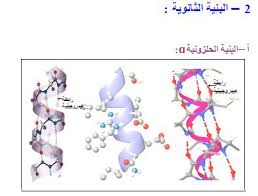
تظهر لهذا التركيب ابعاد ثلاثية اذ تصل مناطق التراكيب الثانوية لكل من ملف الفا – helix α وصحيفة بيتا β – sheet من خلال طيات او عروات Loops مع بعضها ومن افضل الامثلة انزيم Ribonuclease

**4-التركيب الرابعي Quaternary structure**

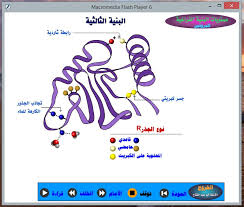
يظهر ها التركيب من خلال اتحاد سلسلتين من متعدد الببتيدات او اكثر .

**[](https://www.google.iq/imgres?imgurl=http://www.tomohna.com/upload/uploads/tomohna.com_1389109445751.jpg&imgrefurl=http://www.tomohna.net/vb/showthread.php?t=53634&page=7&docid=KAM2AnrHXOo5LM&tbnid=K96dULth1fjZFM:&w=400&h=307&ved=0ahUKEwiC5Yye65vKAhWC_XIKHdmKCfQQxiAIAg&iact=c&ictx=1)**

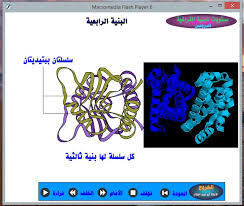
**التركيب الأولي للبروتين**

**[](https://www.google.iq/imgres?imgurl=https://fbcdn-sphotos-b-a.akamaihd.net/hphotos-ak-prn2/1209307_622523031112434_54593612_n.jpg&imgrefurl=http://www.djelfa.info/vb/showpost.php?p=1054294815&postcount=499&docid=dhHIP-vmpN7wFM&tbnid=rb_p_yLQ40SE1M:&w=394&h=299&ved=0ahUKEwicoden65vKAhXiKnIKHcJuD2wQxiAIAg&iact=c&ictx=1)**

**التركيب الثانوي للبروتين**

**[](https://www.google.iq/imgres?imgurl=http://www.5zn.cc/files/upfilefile/gesutusers/2013/10/08/1381257821Image3.jpg&imgrefurl=http://www.p48bac.com/vb/showthread.php/28013-%D9%81%D9%84%D8%A7%D8%B4-%D9%85%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AApdb-%D9%85%D8%B3%D8%AA%D9%88%D9%8A%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D9%86%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%81%D8%B1%D8%A7%D8%BA%D9%8A%D8%A9&docid=bPOwYtHtdhx6YM&tbnid=aYLI2h31pDsZlM:&w=714&h=606&ved=0ahUKEwjLsLeO65vKAhXivHIKHSpZA74QxiAIAg&iact=c&ictx=1)**

**التركيب الثالثي للبروتين**

**[](https://www.google.iq/imgres?imgurl=http://www.5zn.cc/files/upfilefile/gesutusers/2013/10/08/1381257821Image4.jpg&imgrefurl=http://www.p48bac.com/vb/showthread.php/28013-%D9%81%D9%84%D8%A7%D8%B4-%D9%85%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AApdb-%D9%85%D8%B3%D8%AA%D9%88%D9%8A%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D9%86%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%81%D8%B1%D8%A7%D8%BA%D9%8A%D8%A9&docid=bPOwYtHtdhx6YM&tbnid=VLJZde5NXB6-lM:&w=714&h=604&ved=0ahUKEwiH0Jbq6pvKAhXDwHIKHQ_-BLMQxiAIAg&iact=c&ictx=1)**

**التركيب الرباعي للبروتين**

**الكربوهيدرات Carbohydrates**

* تنتمي السكريات إلى المواد العضوية.
* يدخل في تركيب جميع جزيئاتها العناصر التالية: الكربون, الهيدروجين والأكسجين.
* تدعى السكريات **بالكربوهيدرات** أي كربون وماء (هيدرا – ماء) بسبب احتوائها على العناصر الثلاث السابقة - كربون, هيدروجين وأكسجين, بحيث أن النسبة بين الهيدروجين والأكسجين دائما تكون 1:2 كالنسبة الموجودة في جزيء الماء (مقابل كل ذرتي هيدروجين هنالك ذرة أكسجين).
* يحصل الإنسان والحيوان على السكريات من الغذاء أما النباتات فتقوم ببنائها.
* وظيفة السكريات الرئيسية للجسم هي تزويد الطاقة لعمليات الحياة – عملية الأكسدة في التنفس الخلوي. وتعتبر السكريات الخماسية والسداسية ذات اهمية حيوية خاصة فالسكريات الخماسية (الرايبوز والرايبوز المختزل (اللاوكسجيني ) deoxyribose توجد في جزئيات الحوامض النووية.
* تقسم السكريات إلى ثلاثة أنواع:

1. السكريات الأحادية – C6H12O6 مثل الكلوكوز , الفروكتوز والكلاكتوز.

تشكل السكريات الأحادية وحدة بناء السكريات الأخرى, وهي أبسط أنواع السكريات تركيبا (مقارنة مع السكريات الثنائية أو المعقدة جزيئاتها صغيرة نسبيا). من أهم صفاتها:

تذوب في الماء , حلوة الطعم, تعبر عبر غشاء الخلية بسهولة دون أن تكون هنالك حاجة لتفكيكها إلى مكوناتها (عناصرها) في الجهاز الهضمي.

وظيفتها الرئيسية: إنتاج الطاقة في عملية التنفس الخلوي – الأكسدة.

1. السكريات الثنائية C12H22O11

كل جزئي ثنائي السكر يتكون من جزيئين سكر أحادي ما, وعند اتحادهما معا ينتج جزيء ماء (لذلك عدد ذرات الهيدروجين 22 بدلا من 24, وعدد ذرات الأكسجين 11 بدلا من 12).

من أنواع السكريات الثنائية Disaccharides

السكروز – ويدعى سكر القصب, هو السكر الذي نستعمله لتحلية أغذيتنا.

المالتوز ويدعى سكر الشعير

اللاكتوز ويدعى سكر الحليب.

من أهم صفات السكريات الثنائية: تذوب في الماء, طعمها حلو ولكنها لا تستطيع العبور عبر أغشية الخلايا دون تفكيكها إلى وحدات بناءها وهي السكريات أحادية – في الجهاز الهضمي.

3-عديدة السكر – السكريات المعقدة n(C6H10O5) polysaccharides

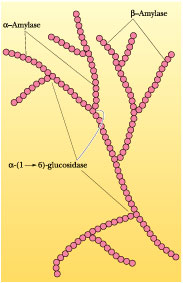
تكرار جزيء أحادي السكر - C6H12O6  n مرات, ولكن بسبب ارتباط كل جزيء مع الأخر فيخسر كل جزيء أحادي السكر ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين.

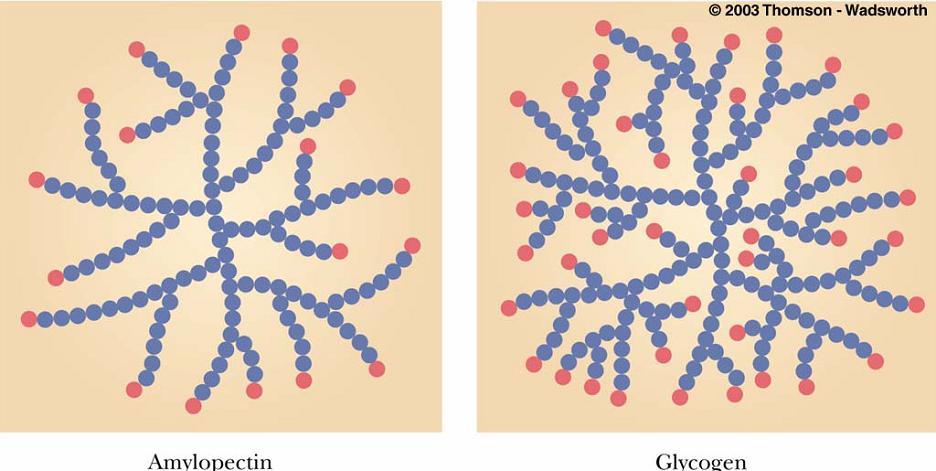
لذلك وحدة بناء السكريات المعقدة هي السكريات الأحادية.

من أهم صفاتها : لا تذوب في الماء , ليست حلوة الطعم وكذلك لا تعبر عبر أغشية الخلية , لذلك يجب تفكيكها في الجهاز الهضمي أولا إلى وحدات بناءها (سكريات أحادية) لكي يستطيع الجسم استيعابها واستغلالها. من أنواعها : الكلايكوجين, النشا والسليلوز.

قسم منها يشكل مواد خزن مثل الكلايكوجين لدى الحيوانات والإنسان والنشا لدى النباتات.

السكريات المخزونة : هي مادة يستطيع الجسم بناءها من وحدات بناءها عند وجودها بفائض في جسمه , كذلك يستطيع أن يفككها عند الحاجة لوحدات بناءها كذلك على مادة الخزن أن لا تذوب في الماء. فالنشا هو سكر معقد , وهو مادة الخزن الأساسية لدى النباتات , ويتكون في النبات عند وجود فائض من الكلوكوز ويخزن في الدرنات , الثمار أو في البذور – لذلك يكثر في البطاطا , الأرز الحنطة. ويستغل (يتحلل الى سكر أحادي) عندما تبدأ الدرنات بتنمية جذور وأوراق. ويتكون النشأ من اتحاد سلسلتين طويلتين مكونتين من وحدات متكررة لجزئيات الكلوكوز تعرف الأولى يالاميلوز amylase وتكون مستقيمة وتعرف الثانية بالاميلوبكتين amylopectine التي تكون متفرعة





أما الكلايكوجين فهو يشكل مادة خزن لدى الإنسان والحيوان بعد مادة الدهن التي تشكل مادة الخزن الأساسية. يخزن الكلايكوجين في الكبد والعضلات, وحدات بناءه هي السكر الأحادي كلوكوز. يتكون الكلايكوجين عندما يكون هنالك فائض من الكلوكوز في الجسم, وعندما يقوم الجسم بنشاط جسماني يحتاج فيه الجسم الى طاقة يتحلل الجليكوجين إلى كلوكوز ويتم استغلال الكلوكوز.

كلوكوز (عند وجود فائض كلوكوز) الكلايكوجين

الكلايكوجين (عند بذل جهد جسماني) كلوكوز

السيليلوز: هو سكر معقد يبني جدار الخلية النباتية (مادة بناء), تستطيع النباتات بناءه ولكن لا تستطيع تفكيكه لذلك لا يعتبر مادة خزن لدى النباتات. كذلك لدى الحيوانات فهو لا يعتبر مادة خزن لأن الإنسان والحيوان لا يستطيعان بناءه أو تفكيكه.

عند تناول السكريات في الغذاء يتم استيعابها من الجهاز الهضمي على شكل سكريات أحادية فقط. لذلك تفكيك السكريات الثنائية أو المعقدة إلى وحدات البناء – السكريات الأحادية – يتم في الجهاز الهضمي ومن ثم يتم انتقالها إلى جهاز الدم. وعن طريق الدم تصل إلى جميع خلايا الجسم التي تحتاج إلى السكر كجزيء أساسي لإنتاج الطاقة.

**اللبيدات ( المواد الدهــنية ) Lipids**

تشمل اللبيدات مركبات متعددة تتميز بعدم قابليتها على الذوبان بالماء وبذوبانها في المواد العضوية كالايثر ,الكلوروفوم والبنزين . يعود السبب إلى هذه الصفة العامة لليبيدات والمركبات التابعة لها إلى سيادة السلاسل الهيدروكربونية الالفاتية الطويلة او حلقات البنزين التي تكون غير قطبية وكارهة للماء , ولكن في لبيدات متعددة قد تصل هذه السلاسل من احد نهايتيها بمجموعة قطبية يجعلها قابلة للارتباط مع الماء عن طريق الروابط الهيدروجينية.

تشابه اللبيدات الكربوهيدرات من حيث الوظيفة في تؤدي دورين مهمين في الخلية أولها انها تدخل في تركيب بعض المكونات الخلوية كالأغشية الخلوية وثانيهما انها قد توجد كمواد مخزونة في الخلية وبذلك تعمل كمصدر للطاقة. تشمل اللبيدات المركبات العضوية كالحوامض الشحمية والشحوم المتعادلة والفوسفاتيدات الكليسيرية والبيدات السكرية glycolipids والستيرويدات Steroids والتربينات وغيرها .

**الانزيمات Enzymes**

وهي محفزات بروتينية تبنى داخل الخلية الحية وتعمل كعوامل مساعدة بايلوجية للتعجيل من معدل سرعة التفاعلات الحياتية وهي تعمل بتخصص عال على جزء ( المادة الاساس Substance ) معين او على صنف من الجزيئات المعينة وتحوي الخلية الواحدة ما يقارب من ( 1000 ) من الانزيمات المختلفة وهو السبب الذي يجعل الخلية تعمل بكفاءة عالية. ان الانزيمات تتشابه مع المحفزات غير العضوية من حيث كونها لا تستنفذ ولا تتغير بعد تحفيزها للتفاعل وهي تخفض طاقة التنشيط للتفاعل . وتختلف عنها في كونها تعمل بدرجة عالية من التخصص على جزء معين او مجموعة جزيئات معينة تنتمي لصنف واحد .

تتألف الانزيمات من الاحماض الامينية نفسها الموجودة في البروتين تتكون بوساطة الخلايا الحية وتستطيع ان تعمل بصورة مستقلة خارج الخلايا الحية وان الاشكال المجسمة الخاصة للإنزيمات تعود الى وجود التسلسل Sequences المعين لمخلفات الاحماض الامينية التي تؤلف كل انزيم ، وبالنظر لكون الانزيم مادة بروتينية فان المجاميع الفعالة فيه توجد على سطح الجزيء وفي منطقة ذات شكل هندسي محدد ثابت وهذا ما يجعل الإنزيم وبضمنه الموقع الفعال يمتلك التخصص والسيطرة لعملية التحفيز ، وتتكون الانزيمات من سلسلة واحدة او عدة سلاسل من متعدد الببتيد Polypeptide وان بعض الانزيمات تحتوي على مكونات اخرى يحتاجها الانزيم لفعاليته تعرف بالعوامل المساعدة او المرافقة Cofactor حيث تكون هذه العوامل المساعدة اما على شكل ايونات المعادن Metal ions مثل المغنيسيوم Mg والحديد Fe او قد تكون بشكل جزيئات عضوية معقدة تسمى مرافقات الانزيم Coenzyme وقد تحتاج بعض الانزيمات الى وجود كلا النوعين المعدنية والجزيئات العضوية المعقدة للقيام بعملها . لذلك فعند ارتباط العوامل المرافقة بالانزيم يطلق عليها بالمجموعة المترابطة. اما يخص تسمية الانزيمات فان اسم الانزيم يتألف من قسمين يشمل القسم الاول اسم المادة الاساس التي يعمل عليها الانزيم او اسم الناتج واما القسم الثاني فهو يصف نوع التفاعل المحفز فمثلا" Glucose phosphate isomerase و Pyruvate kinase .

معادلة أي تفاعل كيميائي الذي يشترك به الانزيم

P+ S …………….. (ES) ……………E+ P

P = المادة الناتجة من التفاعل ـــــــــ E = الانزيم ـــــــــــ S = مادة التفاعل

تعتبر صفة تخصص الانزيم بمادة التفاعل من الصفات المهمة جداً لنشاط الانزيم ويقصد بصفة التخصص هذه ان لكل انزيم مادة تفاعل معينة يعمل عليها الانزيم فبعض الانزيمات تمتلك تخصص مطلق absolute specificity لمادة تفاعل معينة ولا تعمل حتى على جزئيات متقاربة جداُ فمثلاُ انزيم L-aminoacid oxidase يؤثر على الاحماض الامنية من نوع L ولا يؤثر على الاحماض الامنية من نوع D في حين بعض الانزيمات تمتلك تخصص نسبي لمادة التفاعل ومثال ذلك انزيم اللايبيز Lipase الخاص بتحلل الدهون .

**الانزيمات المتناظرة Isozymes ( Isoenzymes)**

لقد كان الاعتقاد سابقاً بان الكل تفاعل حيوي انزيماً واحدا فقط ولكن بعد تطور تقنيات الهجرة الكهربائية Electrophoresis أمكن معرفة وجود عدد من الانزيمات تقوم بتسريع نفس التفاعل الكيميائي والتي تختلف في تركيبها الجزئي قليلاً ويطلق عليها بالانزيمات المتناظرة مثال انزيم Lactic dehydrogenase الذي يقوم بتسريع تحويل البايرفيت Pyruvate الى لاكتيت Lactate حيث وجد منه خمسة انزيمات متناظرة لهذا الانزيم .

**الانزيمات الالوستيرية Allosteric enzymes**

تتكون من عدد من السلاسل الببتيدية وهذه الانزيمات تمتلك موقعين للارتباط مختلفين وظيفياً يعرف الموقع الاول بالموقع الفعال الذي ترتبط به مادة التفاعل ( يمتلك نشاطاً تسريعياً ) ويعرف الموقع الثاني بالموقع الالوستيري Allosteric site او الموقع المنظم Regulatory site الذي ترتبط به الجزيئة المؤثرة ( لا يمتلك نشاطاً تسريعياً ) .

هناك نوعين من المؤثرات :

1. المؤثرات الموجبة Positive effectors تعمل على زيادة معدل التفاعل
2. المؤثرات السلبية Negative effectors تعمل على خفض معدل التفاعل او تعمل كمثبط ( مانع ) Inhibitor للتفاعل ، في حالة غياب هذا المثبط يلاحظ أرتباط المادة الاساس في الموقع الفعال للأنزيم وينتج مادة التفاعل ، اما ارتباط هذا المثبط في الموقع الاولستيري يستحث على تغير شكلي في الانزيم ويمنع حصول التفاعل ، من الامثلة على الانزيمات الاولستيرية انزيم Phosphofructokinase الذي يعمل على تحلل الكلوكوز -6 – فوسفات الى CO2 والماء H2O.

**الأيض الخلوي Cell metabolism**

يقصد به جميع التفاعلات الكيمياوية التي تجري في الخلية اذ تنظم تلك التفاعلات وتسرع انزيمياً .يطلق على ناتج كل تفاعل ضمن سلسلة ايضية بالمسار الايضي Metabolic Pathway .

يمكن تقسيم المسارات الايضية في الخلية على مجموعتين :-

1-مسارات هادمة Catabolic

2-مسارات بناءه anabolic

تتضمن الأولى تحويل المواد ذات الوزن الجزيئي العالي الى مواد ات وزن جزيئي واطئ مثلا تحويل الكلوكوز الى CO2 و H2O مصحوباً بتحرير طاقة في يلاحظ عكس لك في المسار الثاني البناء.

**تنظيم الايض الخلوي**

يجري تنظيم المسرات الايضية لأي تفاعل من خلال آليتين وهي كمية المركبات الضرورية التي تحتاجها الخلية او كمية المواد الناتجة المخزونة ، وقد تلعب النواتج الاخرى دوراً في عملية تنظيم الايض الخلوي .

**وهناك آليات عديدة تعمل على تنظيم التفاعلات الايضية في الخلايا منها :**

1. التنظيم عن طريق كتلة ناتج التفاعل

2 - التنظيم بوساطة النشاط الانزيمي

1. التنظيم عن طريق التأثير الالوستيري
2. التنظيم بوساطة تحوير الاواصر التساهمية في الانزيم
3. التنظيم عن طريق الانزيمات المتناظرة

6- التنظيم بالسيطرة الجينية او الوراثية