المحاضرة الثالثة

كيميائية الخلية cell chemistry

المرحلة الأولى

م.د.هبةالله عادل الحمداني

2020-2019

كيمياء الخلية

تتباين الكميات النسبية لمركبات المادة الاولية من خلية الى اخرى ومن نسيج الى اخر اخذين بنظر الاعتبار عمر الخلية ونوع الخلية ودرجة التخصص .

1- الماء

يوجد الماء بكميات كبيرة في الخلية ويعمل على :-

1- مذوبا" طبيعيا" للايونات لمعدنية ومواد اخرى.

2- يعتبر الماء وسطا" مفرقا" او مشتتا" ذا اهمية للمواد الغروية (تعريف المادة الغروية هي عبارة عن انتشار مادة في اخرى بحيث تكون الصفات الكيميائية متوسطة ما بين تلك التي للمحاليل الحقيقية) . واهم انواع الغرويات في الخلايا الحية هي الهستونات التي تكون ذات الشحنات المتعاكسة والتي تسمى بالعنقوديات المشتركة احيث تشترك الهستونات مع الحامض النووي بشكل تفاعل .

م.د.هبة الله عادل الحمداني

3- الماء الحر يعد مذيبا" رئيسيا" في الخلية
4- يعتبر وسطا" ملائما" للتفاعلات الحيوية .

ان كلا نوعي الماء المرتبط والماء الحر يشكلان عنصرين مهمين في الحفاظ على الحالة الغروية للمادة الاولية لذا فان الماء والمواد العضوية في الخلية يكونان وحدات غير منفصلة وظيفيا" .

تشترك الجزيئات المائية في كثير من التفاعلات الانزيمية في الخلية كما في تكوين الحامض النووي من حامض الفيوماريكFumaric acid .ان الخصائص القطبية (الشحنة السالبة في طرف والشحنة الموجبة في الطرف الاخر) وقدرة الهيدروجين للتاصر (نقصد به ميل الهيدروجين لمشاركة ذرة الاوكسجين بالكتروناتها) هي التي تجعل الماء مذيبا" عاما" .

تذوب الكثير من المركبات العضوية في الماء ومنها التي تحوي مجموعة OHكالكحولاتوالكيتونات والتي تحوي مجموعة الكاربوكسيل مثل الحوامض الامينية والبروتينات ومجموعة الامينات NH2 .

تتحد الكاربوهيدرات بالماء بمقادير متباينة كما ان للدهون علاقة خاصة بالماء لان السلاسل الكاربونية الدهنية الطويلة غير قطبية محبة للماءHydrophilic فعند ارتباط الشحوم بمجاميع الفوسفات والكاربوهيدرات تصبح قطبية محبة للماء Hydrophilic عند نهايتها وكارهه للماء Hydrophobic (محبة للدهون) عند النهاية الاخرى . اما الاملاح فانهاتتاين بسهولة في الماء لتعطي دقائق مشحونة .

2- البروتينات

البروتينات هي المكون الاساسي للتركيب الخلوي ولوظيفة الخلية حيث تؤلف 85% من الوزن الجاف للخلايا والخصوصية الموجودة فيها هي القدرة على تمييز الاختلاف بين جزيئة واخرى حيث تعطيها هذه الصفة دورا" رئيسا" في تنظيم العمليات الخلوية . ان الاختلاف الطفيف بين بروتين واخر ياتي من الفروق الضئيلة في التركيب الكيميائي وفي تسلسل الاحماض الامينية هذه تمنحها خصائص من شانها ان تميز احد انواع الخلايا عن غيرها من الخلايا الاخرى .

يحتوي البروتين على القواعد العضوية للمادة الاولية وهي (الكاربون , الهيدروجين ,الاوكسجين , النتروجين , الكبريت) كما تتكون جزيئة البروتين من سلسلة طويلة من الاحماض الامينية المرتبطة مع بعضها بواسطة اصرة ببتيدية .

3- الاحماض الامينية

تحتوي الاحماض الامينية على مجموعتين احدهما حامضية COOH والثانية قاعدية NH لذا فتعتبر جزيئة امفوتيرية (ذات تفاعلين) .تتزين هذه المجاميع في المحاليل المتعادلة ويقال للحامض الاميني في هذه الحالة الايون الهجين Zwitterion وهو متعادل كهربائيا اما في المحاليل الحامضية التي يكون فيها PH واطئ فان تركيز الهيدروجين عالي يخفض تفكك مجموعة الحامض COOH وتكتسب مجموعة القاعدة NH ايون الهيدروجين بسهولة لتعطي الجزيئة NH شحنة نهائية موجبة اما في المحاليل القاعدية التي يكون فيها PH عالي فان تركيز الهيدروجين واطئ فان من السهل على مجموعة COOH والNH ان تفقد ايون الهيدروجين ويصبح الحامض الاميني ذو شحنة نهائية سالبة تدعى البتيدات التي تتالف مما يقارب من 50 حامض اميني بالببتيدات المتعددة في حين التي تتكون من اكثر من 50 حامض فتدعى بالبروتينات .

التركيب الاولي :- يعرف ترتيب الاحماض الامينية بسلسلة متعدد الببتيدات بالتركيب الاولي لجزيئة البروتين وهي تعد من اهم الانواع حيث تبني التراكيب الاخرى لجزيئة البروتين وتشمل مجاميع من الوحدات الثانوية للبروتين على التركيب الثانوي والثالثي والتي بدورها تكون التركيب الرباعي

تنتظم الاحماض الامينية في جزيئة البروتين على شكل خرزات ويعد ترتيبها مهما من الناحية البايلوجية حيث ان اي تغير في حامض اميني واحد لجزيئة الهيموكلوبين يسبب تغييرا بايلوجيا ملحوظا

التركيب الثانوي :- تكون سلسلة متعدد الببتيدات في بعض الاحيان مستقيمة اذا ما تكون البروتين من عدة مئات من الاحماض الامينية ولكن في اغلب الاحيان تظهر اشكالا اخرى تسمى بما يعرف بالتركيب الثانوي مثال على ذلك Helix Keratin وال Keratin .

التركيب الثالثي :- او مايسمى بالبروتينات الكروية حيث توجد فيها سلسلة متعدد الببتيدات متصلة مع بعض بطريقة بحيث تشكل تركيبا معقدا بابعاد ثلاثية .

ان الترتيب بهذه السلاسل يعد معقدا جدا ولايمكن حلها بواسطة استخدام تقنية حيود الاشعة السينية . ان المناطق الغير ملولبة في البروتين الكروي هي التي تسمح بتكوين الطيات Foldings وهذه الطية لاتحدث بصورة عشوائية بل بنمط معين .

تقسم البروتينات الى قسمين رئيسين :-

1- **البروتينات البسيطة** : - وهي المركبات التي عند تحللها تنتج احماض امينية اليفة اهم هذه المجاميع هي

أ- بروتينات البيض مثل زلال البيض Egg Albumin و المحين Vitelline الموجود في مح البيض حيث تذوب في الماء وتتصلب في الحرارة .

ب- بروتينات البلازما واللمف مثل الكلوب يولين حيث لايذوب في الماء لكنه يذوب في المحاليل الملحية المخففة

ت- البروتامين :- تكون المركبات القاعدية لخلايا الحيمن وبعضها اقل قاعدية مثل الهستونان التي وجدت في الكثير من نويات الخلية .

2- **البروتينات المقترنة** :- وهي التي تعادل بروتينات بسيطة فضلا عن مواد اخرى تسمى مجموعة Prosthetic وتنتج عند تحللها احماض امينية اليفة وتشمل :-

أ- البروتينات النووية :- مثل بروتين الكرموسوم والبروتين الرايبوسومي اللذان لهما دورا مهما في الخلية .

ب- البروتينات :- وهي بروتينات مقترنة مع حوامض دهنية عالية .

ت- البروتينات السكرية :- وهي البروتينات المقترنة مع الكاربوهيدرات .

ث- البروتينات التنفسية :- حيث تعد مجاميع ذات انتشار واسع وتشمل الهيموكلوبينوالسايتوكروماتوالهيموسيانين .

الاواصر في جزيئة البروتين

ان الاصرة الالهيدروجينية الضعيفة تكون مسؤولة على ابقاء سلسلة متعدد الببتيد مع بعض وتعد هذه الاصرة من النوع الهيدروستاتيكي حيث ان ذرة الهيدروجين تربط بواسطة اثنين من الذرات القوية الكهرومغناطيسية لذا فان الاصرة الهيدروجينية يمكن ان تكون حسر بين ذرتين سالبتين قويتين مثال ذلك الكاربون والنايتروجين

هناك ثلاث اواصر رئيسية :-

1- الاصرة التساهمية Covalent bond
2- الاصرة الايونية Ionic bond
3- الاصرة البينية Intermediate bond

الاحماض النووية Nucleic Acid

موقعها

توجد الاحماض النووية في النواة وفي السايتوبلازم فالموجودة في النواة تكون متلازمة مع الكروموسومات وهذه الحوامض مهمة في نقل المعلومات الوراثية من النواة الى السايتوبلازم حيث يتم عملية بناء البروتين .

التركيب الكيميائي للحوامض النووية Chemical Stracuture of Nucleic Acide

هناك نوعان رئيسيان من الحوامض النووية هما الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين DNA والحامض النووي الرايبوزي غير منقوص الاوكسجينRNA .

يحتوي الحامض النووي على (سكر الرايبوزوالرايبوزاللاوكسجينيDeoxy Ribose و قواعد نايتروجينية . القواعد هي (البيرمدينات Pyrimidine وتشمل السايتوسينوالثايمين) (البيوريناتPurines وتشمل الكوانين والادنين)

1-الادنين Adenine

2-الكوانين Guanine

3-الثايمين Thymine

4-السايتوسينCytocine

5-اليوراسيل Uracil

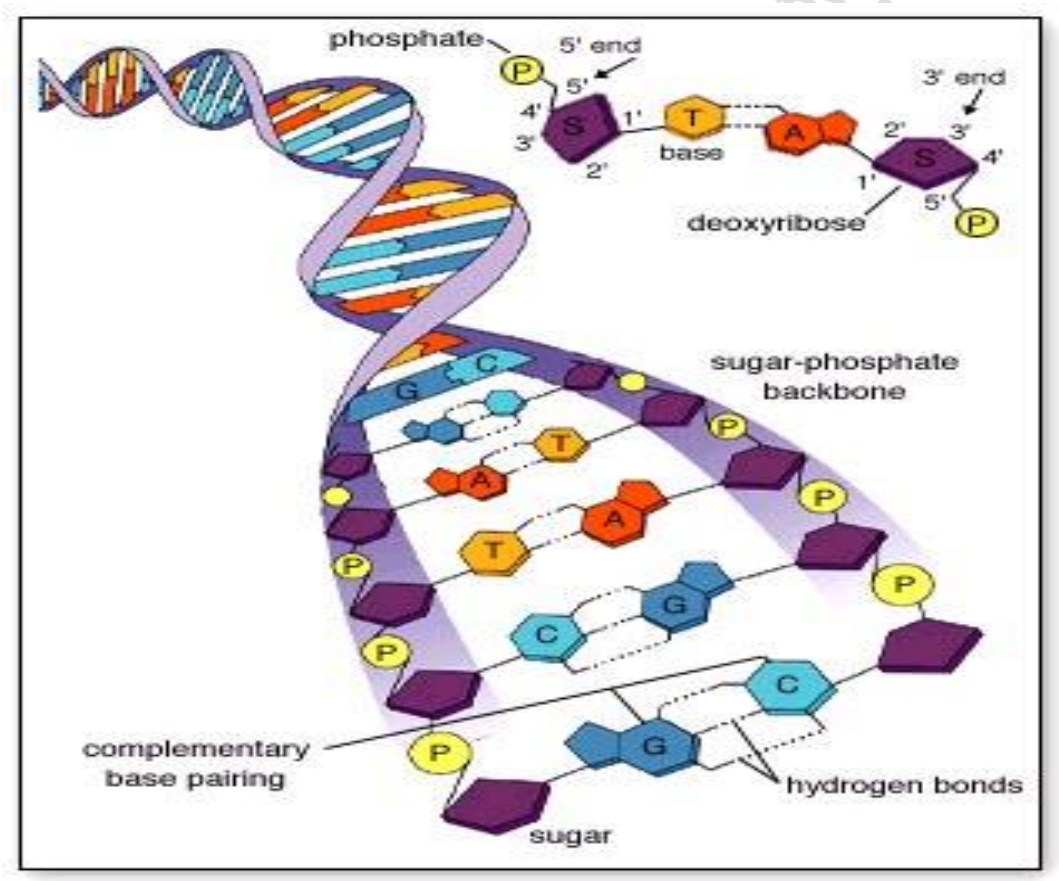
اهم القواعد النايتروجينية في DNA هي (A,T,G,C) اما في RNA (A,U,G,C) وهناك اختلاف اخر بين الاحماض النووية حيث يكون الاوكسجين مفقود من موقع الكاربون لسكر الرايبوز في DNA . كما توجد علاقة بين البيوريناتوالبرمدينات حيث يتصل احد القواعد النايتروجينية من البيورينات مع قواعد البرمدينات بنسبة A:T تساوي 1:1 اما نسبة G/C ليست ثابتة حيث تعتمد على نوع الكائن الحي .

اما RNA فتكون علاقته ببناء البروتين حيث يعمل على شكل حامل للمعلومات الوراثية من الكروموسومات في النواة الى السايتوبلازم محل تركيب او بناء البروتينات باستثناء بعض الرواشح مثل راشح تبرقش التبغ TMA حيث ان RNA هو الحامض النووي الوحيد الذي يقوم مقام DNA .

نموذج واطسن وكريكWatson and Crick Model

استطاع كل من واتسن وكريك بمساعدة كيمياء الحيوية وحيود الاشعة السينية ان يفترضو نموذجا" عام 1953 يوضح طبيعة DNA التي لاقى قبولا" واسع النطاق , حيث تتالف الجزيئة اساسا" من سلسلتي بنتوز– فوسفات في ترتيب حلزوني مزدوج مرتبط ببعضها بازواج القواعد النايتروجيني التي ترتبط باواصر هيدروجينية .

تكون طول الطية الواحدة من الحلزون ما يقارب 3.4 نانوميتر ويوجد ما يقارب من 10 ازواج من القواعد في كل طية ويبلغ القطر 2000 نانوميتر .



الليبد **Lipid**

تكون الليبدات مهمة في كثير من الافعال الحيوية للخلية وبالاخص في عملية الايض التاكسديoxidative metabolim الذي يشمل كل من المايتوكوندرياوالبلاستيدات.

تصنف الليبدات الى الانواع التالية :-

1-الليبدات البسيطة Simple Lipids

وهي استر الكحول للحوامض الدهنية وتشمل :-

أ) الشحوم الطبيعية Glycerides :-وتسمى احيانا" ثلاثي الكلسيريداتtriglycerides التي هي عبارة عن ثلاثي الاستر للحامض الدهني والكليسيرول .
ب) الشمع Wax :- والتي هي استير للحوامض الدهنية مع كحول غير الكليسيرول مثل شمع النحل .

2-الستيرويد Steroid

وهي مشتقات هايدروكاربونية تتصف بتعدد الحلقات Clycopentose وتعود الى مجموعة من المواد ذات الاهمية الكبيرة الى الستيرويد مثل الهرمونات الجنسية والتي تسمى بالكورتكوستيرون وهرمونات لحاء الغدة الكظرية المجاورة للكلية adrenal cortical وقسم من الفيتامينات مثل فيتامين K,E,D .

3-الليبدات المقترنة Conjugated Lipids

وهي التي تنتج عند تحللها مواد اخرى بالاضافة الى الكحول والحوامض منها :-

أ) الليبدات المسفرة Phospholipids حيث تحتوي على فوسفات ونتروجين وتشمل هذه المجموعة على Sphingomylein . Lecihtin ,Cephalin .
ب) الليبدات جانبية المخ

وهي حوامض دهنية متحدة مع نتروجين تحتوي على كاربوهيدرات وتشمل المجموعة على Kerasin ,Phrenosin وتوجد على شكل مكونات myelin للنخاعين في العصب .

4-الليبوكرومات Liphochromes

وهي اصباغ حمراء او برتقالية في الخلية تذوب في مذيبات عضوية ولا تذوب في الماء وتشمل الكاروتينات في الجزر والزانثوفيلات في الالياف وفيتامين A .

الكاربوهيدرات **Carbohydrates**

وهي مركبات كثيرة الانتشار في الكائنات الحية من نبات او حيوان وهي المصدر الاساسي للطاقة اللازمة للفعاليات المختلفة .تحتوي الكاربوهيدرات على ثلاث مكونات هي الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والصيغة العامة لتركيب الكاربوهيدرات هي Cn(H2O)n تبعا" لنوعية الجذلر او المجموعة المرتبطة بذرة الكاربون .

يمكن تصنيف الكاربوهيدرات الى ثلاثة مجاميع وهي :-

1- سكر احادي (او السكر البسيط)Monosaccharides
وتركيبه الكيميائي C6H12O6 تعتمد على ذرات الكاربون التي في السلسلة مثلا":-
سكر الترايوز يحتوي على ثلاث حلقات كاربونيةوالبنتوز يحتوي على خمس حلقات كاربونية .
2- سكر ثنائي Disaccharides
وتركيبه الكيميائي C12H22O12 ويتكون من اتحاد جزيئتين من السكر الاحادي ومثالها المالتوز واللاكتوز والسكروز .
3- السكريات المتعددة Polysaccarides

وتركيبها الكيميائي Cn(H2O)n حيث تتكون الجزيئة الواحدة من اتحاد عدد من جزيئات السكر الاحادي مكونة جزيئة كبيرة لا تذوب في الماء بسهولة وتعمل محلولا غرويا" عند تسخينها مع الماء . من اهم انواعها النشا والسليلوز الذي يعد اهم مكونات الجدار الخلوي في الخلية النباتية . هناك انواع من السكريات المتعددة التي تحتةي احماض امينية او متحدة مع البروتينات يطلق عليها بالسكريات متعددة المخاطية Mucopolysaccharide .

المركبات الغير عضوية

بجانب الاملاح التي توجد بالخلية المتحدة مع الجزيئات العضوية يوجد ايضا" الكثير من الاملاح اللاعضوية تكون بشكل طليق او متاين . وهذه المركبات :-

1- التي توجد بحالة ايونية مثل جزيئات موجبة الشحنة مثل +Na وجزيئات سالبة الشحنة مثل -Cl .
2- مجموعة الفوسفات PO4 وهي احد الايونات المهمة في تنظيم بنية المادة الاولية وفي الفعالية الحيوية وتكون متلازمة مع البروتينات بشكل بروتينات مفسفرة او لبيداتمفسفرة .
3- ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATPAdenosine Triphosphateعد المصدر الرئيسي للطاقة في الخلية حيث ان الاواصر بين المجاميع الفوسفاتية تحمل مستويات عالية من الطاقة .
4- الكبريت :- مهو من المركبات الغير عضوية التي تعتبر مهمة لتجهيز الارتباط في جهاز خيوط المغزل اثناء الانقسام الخلوي .
5- المغنسيوم والمنغنيز :- تعتبر عوامل مساعدة لفعالية الانزيمات اما وجود الحديد والكالسيوم والمغنسيوم في النواة يعد احد الادلة التي تبرهن على وجود رابطة خاصة بين الايونات والتنظيم الجزيئي للكروموسومات .

المصادر :

1- Dakram dia shkara و مكرم ضياء شكارة / علم الخلية / 2000
2- د.علي محمد عبدالله / الخلية والانسان / 2013
3- عباس حسين مغير / علم حياة الخلية /2012

م.د. هبة الله عادل الحمداني