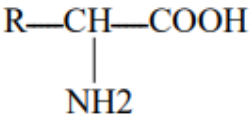
البروتينات Proteins

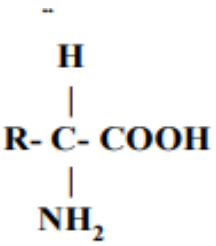
هي مواد نيتروجينية معقدة التركيب ذات وزن جزيئي عالي تتكون من وحدات بنائية واطئة الوزن الجزيئي تسمى بالاحماض الامينية وتوجد في جميع الخلايا الحية. والاحماض الامينية هي مركبات عضوية تحوي مجموعة امينية ومجموعة كاربوكسيلية، وتتحد هذه الحوامض مع بعضها البعض في ارتباط يسمى الرابطة الببتيدية.



تتكون البروتينات من أحماض أمينية مرتبطة مع بعضها بواسطة رابطة ببتيدية Peptide linkag وتعتبر البروتينات من الضروريات في تركيب ووظيفة كلّ الخلايا الحية وحتى الفيروسات وللبروتينات وظيفتان هامة اذ تعمل كأيون هيدروجين منظم وكمكونات تركيبية للخلايا. العديد من البروتينات تشكل الأنزيمات أَو وحدات بروتينية تدخل في تركيب الإنزيماتِ. كما يقوم البروتين بأدوار أخرى هيكليةِ أَو ميكانيكيةِ، مثل تشكيل الدعامات والمفاصل ضمن الهيكل الخلوي. وتلعب البروتينات مهام حيوية أخرى فهي عضو مهم في الاستجابة المناعية وفي تخزين ونقل الجزيئات الحيوية كما تشكل مصدراً للأحماض الأمينية للكائنات التي لا تستطيع تشكيل هذه الاحماض الأمينية بنفسها، والبروتينات أيضا واحدة من الجزيئات الضخمة الحيوية إلى جانب السكريات المتعددة والدهون والأحماض النووية، وهذه الجزيئات الحيوية الضخمة تشكل بمجموعها مكونات المادة الحية الأساسية. تحتوي البروتينات على N، O ، H ، C وقليل منها تحتوي على الكبريت S وقسم أخر على الفسفورP وعناصر أخرى مثل Fe، I ، Cu ، Mn ، Zn وتتراوح الأوزان الجزيئية لمعظم البروتينات من 12000 إلى مليون أو اكثر ، ويعطي هذا الحجم الكبير جزيئات البروتين صفات غروية فهي لا تمر خلال أغشية التنافذ التفاضلي Permeability.

.الأحماض الامينية

يوضح التحليل المائي لجزيء البروتين انه يتركب من وحدات صغيرة عديدة هي الأحماض الأمينية والتركيب العام للأحماض الأمينية هو

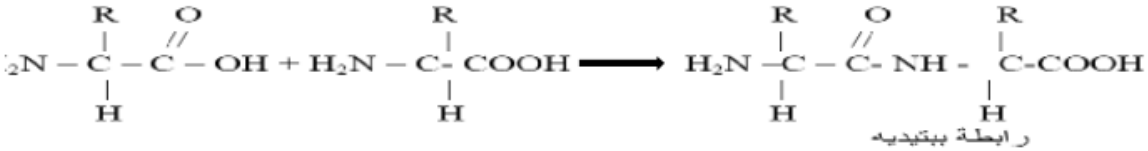


يصور هذا البناء الحامض الأميني الأول والذي فيه مجموعة الأمين Amino group (NH_2) ترتبط مع ذرة الكربون ألفا المجاورة لمجموعة الكربوكسيل (COOH)

والإختلافات الفردية بين الأحماض الأمينية الأولية توجد في مجموعة (R) والتى قد تختلف كلياً من حامض أميني لآخر. من الأمثلة على الاحماض الأمينية الموجودة في بروتين النبات الجليسين ، والألانين ، الفالين ، ليوسين ، ايزوليوسين ، سيرين ، وثريونين ، فنيل آلانين ، تيروزين، تربتوفان ، سستايين ، مثيونين ، برولين ، هيدروكسي برولين ، حامض الإسبرتك ، حامض الجلوتاميك، هستيدين ، ارجنين ، وليسين. وتكون بعض النباتات الراقية غنية بمثل هذه الأحماض الأمينية على الرغم من قلة إنتشارها.

أوآصر الببتيد Peptide Bonds

البروتينات تتكون بإتحاد الأحماض الأمينية بعضها ببعض من تفاعل مجموعة الكربوكسيل من حامض أميني مع مجموعة الأمين في الحامض الأميني الآخر وتنشأ رابطة تعرف بالرابطة الببتيدية مع عزل جزيئية ماء



بناء وهدم الأحماض الأمينية

اولاً- بناء الأحماض الأمينية: تستطيع النباتات أن تبني جميع الأحماض الأمينية من مواد غير عضوية . وتشمل تفاعلات بناء الأحماض الأمينية على عدة خطوات:

الخطوة الأولى: تكوين أحماض ألفا كيتية مقابلة من حيث تركيبها للأحماض الأمينية مثل (ألفا كيتو جلوتاريك ، بيروفيك واكسالوخليك) وتنتج هذه الأحماض الكيتية عن طريق المسار الجليكولي ودورة كربس.

الخطوة الثانية: إنتاج الأمونيا التي لا تلبث أن تتفاعل مع ألفا كيتو جلوتاريك لتكوين حمض الجلوتاميك، وتنتج الأمونيا عن طريق إمتصاص جذور النباتات الأمونيوم أو أيونات النترات من التربة بسهولة . ثم تختزل النترات الممتصة إلى أمونيا بمساعدة بعض الإنزيمات في أنسجة النباتات قبل تكوين المجموعات الأمينية

التفاعل بين الأمونيا مع الألفاكيتوجلوتاريك

الخطوة الثالثة: تنتقل المجموعة الأمينية من حامض الجلوتاميك إلى أحد الأحماض الكيتية والتى تتحول بدورها إلى أحماض أمينية وتسمى هذه العملية نقل مجموعة الأمين ويحفزها إنزيمات تسمى بالإنزيمات الناقلة لمجموعة الأمين (Transaminases) ، أن تفاعلات النقل الأميني تتضمن إشتراك فوسفات فوسفات البيردوكسال (Pyridoxal Phosphate) كمرافق انزيمي. ويظهر أن (فوسفات البيردوكسال) ترتبط بإحكام مع الإنزيم وتكتسب مجموعة أمين من الحمض الأميني ليتكون (فوسفات البيردوكسال أمين) وبالتالي تطلق الحمض الكيتوني المقابل، ثم يمرر (فوسفات البيردوكسال أمين) مجموعة الأمين إلى حمض كيتوني آخر ليتكون حمض أميني جديد وينفرد (فوسفات البيردوكسال) مرة أخرى.

الحوامض الأمينية Amino acids

هي وحدة التركيب الأساسي للبروتينات الموجودة في الطبيعة وعددها اكثر من 20 حامض أميني ، جميعها تحتوي على جذر الكربوكسيل (COOH –) وجذر الأمين (NH_2 –) ، متصل بكربون من نوع ألفا α ما عدا البرولين Proline ، والكربون الفا هو أول كربون بعد مجموعة COOH– والثاني يسمى بيتا β وهكذا .

تتميز الأحماض الأمينية بانها مواد بلورية تتميز عن بعضها وتختلف من ناحية الطعم فمنها ما هو حلو المذاق مثل الكلايسين وبعضها عديم الطعم مثل التربتوفان Tryptophan والبعض الأخر مر مثل الأرجينين Arginine. جميع الاحماض الأمينية تذوب في الماء ما عدا السيستين Cystine والتيروسين Tyrosine ، وكذلك جميعها لا تذوب في الكحول والأيثر باستثناء البرولين Proline.

الحوامض النووية Nucleic acids

هي مجموعة بيولوجية مهمة جدا حيث تلعب دورا في بناء وفعاليات الخلية ، وكذلك وراثة الكائنات الحية النباتية والحيوانية واغلبها توجد بشكل بروتينات نووية. ان المكونات الرئيسة للحوامض النووية هي C ،H ، O ، N ، P ومع ان تسمية الحوامض النووية تدل على وجودها في داخل نواة الخلية ، فان قسم منها يوجد أيضا في السيتوبلازم، والحوامض النووية تكون على نوعين :

1. Deoxyribose Nucleic Acid (DNA)
2. Ribose Nucleic Acid (RNA)

قواعد الحوامض النووية Bases nucleic acids

تكون على نوعين :

1. البايريميدينات Pyrimidine's

وهي من مشتقات مركب البايريميدين Pyrimidine وتضم اليوراسيل Uracil والثايمين Thymine والسايتوسين Cytosine .ولهذه القواعد أهمية بيولوجية ليست فقط بالحوامض النووية بل قسم منها تلعب دورا مهما في عملية الأيض للكربوهيدرات والدهون،

2. البيورينات Purines

ان البيورين عبارة عن حلقة بريميدين Pyrimidine مندمجة مع حلقة اميدأزول Imidazole وتضم الكوانين Guanine والأدنين Adenine.

النيوكليوسيدات Nucleosides

عبارة عن قاعدة نتروجينيه بيورين Purine أو بريميدين Pyrimidine متصلة بسكر الرايبوز Ribose أو Deoxyribose ، ويشتق اسم النيوكليوسيد من القاعدة النيتروجينية مع انتهاء بالمقطع (indine) في حالة القاعدة النيتروجينية بريميدين ، و بالمقطع (osine) في حالة القاعدة النيتروجينية بيورين.

النيوكليوتيدات Nucleotides

هو أسترات حامض الفسفوريك للنيوكليوسيدات وله صفة حامضية قوية ، حيث يتحد حامض الفسفوريك على شكل استر مع جذور الهيدروكسيل في سكر الرايبوز المنقوص الأوكسجين أو مع سكر الرايبوز .

البناء الكيمياوي للحوامض النووية Chemical construction of nuclear acids

- البناء الأول يفترض على ان الحوامض النووية عبارة عن سلاسل طويلة متعددة تتصل فيما بينها على شكل شريط حلزوني بواسطة حامض الفسفوريك
- البناء الثاني على ضوء الدراسات بواسطة أشعة X اتضح لولبية شكل جزئ الـ DNA مما أدى إلى اقتراح نموذجا لجزيء DNA يتكون من سلسلتين (شريطين) من النيوكليوتيدات المتعددة تلتف الواحدة منها لولبيا حول الأخر وفي اتجاه معاكس بحيث تكون السلسلة المكونة من فوسفات – سكر إلى الخارج ، بينما القواعد النيتروجينية إلى الداخل والتي تثبت الواحدة الأخرى عن طريق الأواصر الهيدروجينية بين أزواج القواعد المتقابلة. ومن الحسابات عن أبعاد الروابط الكيمياوية والمسافة بين السلسلتين وجد ان كل زوج متقابل من القواعد لابد ان يتكون من قاعدة كبيرة Purine وقاعدة صغيرة pyrimidine حيث ان زوجا من قاعدة الـ pyrimidine يكون اقصر من الحيز الموجود بين السلسلتين وعلى ذلك فان زوجا من قاعدة الـ Purine يكون اكبر من الحيز الموجود بين السلسلتين، ومن نتائج كميات ونسب القواعد استنتج ان A تقابل T فيما G تقابل C.

وان نسبة A/T و G/C واحدة وان مجموع البيورينات يعادل مجموع البريميدينات وان الوزن الجزيئي للـDNA يتراوح بين 6 – 16 مليون وان الـ DNA له لزوجة عالية اذا ما قورن بالـ RNA . واهم فعاليات الـ DNA البيولوجية:

1- يعمل كمخزن للبيانات أو المعلومات الجينية .

2- يسيطر على التركيب الحياتي للبروتينات داخل الخلية .

البناء الكيمياوي للـ RNA

في جزئ الـ RNA نسبة الـ A/U و G/C لا يشترط ان تكون واحدة وذلك لان جزئ الـ RNA يتكون من شريط حلزوني واحد تكون فيه القواعد متصلة مع بعضها في مناطق معدودة فقط .

ان اغلب الـ RNA يوجد في السيتوبلازم Cytoplasm على شكل ذائب ولكن 10% يوجد في النواة وهناك أنواع للـ RNA هي:

1. tRNA

يتكون من شريط منفرد وملتوي ويسمى بالذائب لشدة ذوبانه ، اذا ما قورن ببقية أنواع الـ RNA ويسمى بالناقل أو المستقبل وذلك لوظيفته في نقل الأحماض الأمينية ، وهو اصغر جزيئات الـ RNA ومتحرك جدا داخل الخلية.

2. mRNA

يتكون من شريط منفرد ، وهو قصير الحياة غير ثابت وهو القالب الذي يبنى عليه جزئ البروتين ويحضر في نواة الخلية ، ويحتوي 4 قواعد فقط هي U، G ، C ،A .

3. rRNA

ان الرايبوسومات Ribosome عبارة عن أجزاء مجهرية في الخلية ممكن رؤيتها فقط بالمجهر الإلكتروني ، وتتألف من 60% بروتين و 40% RNA ، ويحضر في نواة الخلية من قالب الـ DNA وينتقل إلى السيتوبلازم ، وتتألف الرايبوسومات من وحدتين تتحدان مع mRNA لتكونا مصنعا لإنتاج البروتينات.

ثانياً: هدم الاحماض الامينية

الخطوة الرئيسية الأولى في هدم الحامض الأميني هو تجريده من مجموعته الأمينية التى تنطلق في صورة أمونيا وأكسدة هيكله الكربوني في الوقت نفسه إلى حامض ألفا -كيتي ثم تدخل هذه الأحماض المسارات الأيضية العامة فبعض هذه المركبات مثل البيروفيك وكيتوجلوتاريك وأكسالوخليك تتأكسد أكسدة كاملة عن طريق دورة كربس ، وبعض المركبات الكيتية الأخرى تتحول الى مركبات اخرى يمكن ان تدخل الأيض الكربوهيدراتي أو الدهني وعندئذ إما أن تتأكسد أكسدة تامة مسفرة عن إنتاج طاقة ، وإما أن تستخدم تحت ظروف ملائمة لأغراض تخليقية آخرى.

وتختلف آلية تجريد الحمض الأميني من مجموعته الأمينية في المتعضيات المختلفة ففي المتعضيات الدنيا تتحقق هذه الخطوة بإنزيمات(اكسيديزات الأحماض الأمينية) وتحفز هذه الإنزيمات أكسدة الحمض الأميني عن طريق نزع الهيدروجين من المجموعة الأمينية ومن كربون ألفاً وتحويله الى حامض إميني Amino acidلا يلبث أن يتفاعل تلقائياً مع الماء مطلقاً امونيا ومكوناً حمضاً كيتياً

من جهة اخرى يوجد في بعض المتعضيات الدقيقة والنباتات ، إنزيمات تحفز تجريد الأحماض الأمينية من مجموعاتها مثل إنزيم (Lyase ammonia Aspartate) الذي يحفز الأمونيا من جزيء أسبارتك

اما الإنزيم الذي يقوم بدور اساسي في تجريد الأحماض الأمينية من مجموعاتها الأمينية في الأنسجة الحيوانية والنباتية فهو جلوتاميك ديهيدروجينيز (glutamic dehydrogenase) بالتعاون مع إنزيمات أخرى تسمى (ناقلات أمينية) . ففي هذه التفاعلات تنتقل مجموعة الأمين عن طريق المرافق الانزيمي (فوسفات بيرودكسال) نحو حامض ألفا كيتو جلوتاريك مكونة حامض الجلوتاميك.

تكوين البروتينات

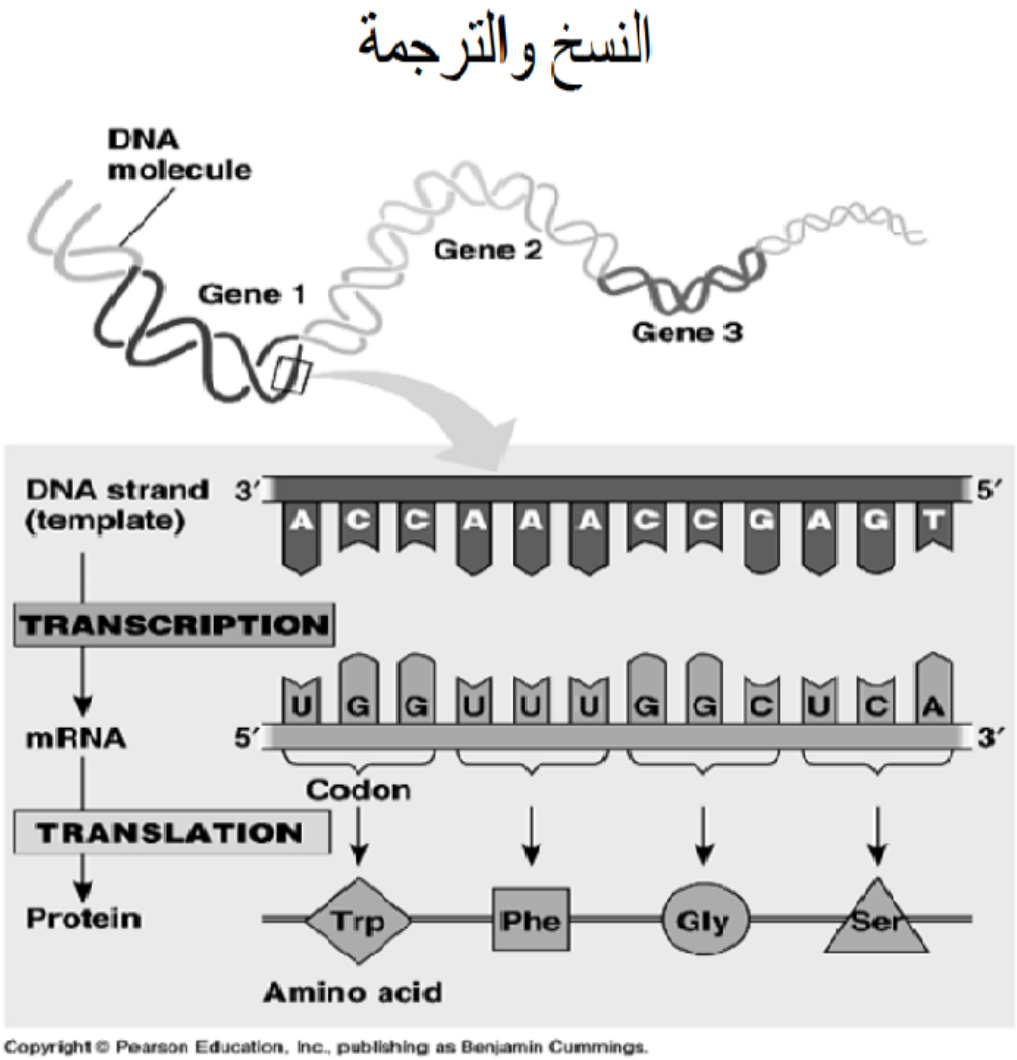
لأجل تكوين البروتينات تحدث الخطوات التالية على التعاقب وأهمها

1- عملية التضاعف DNA Replication حيث تتضاعف كمية DNA

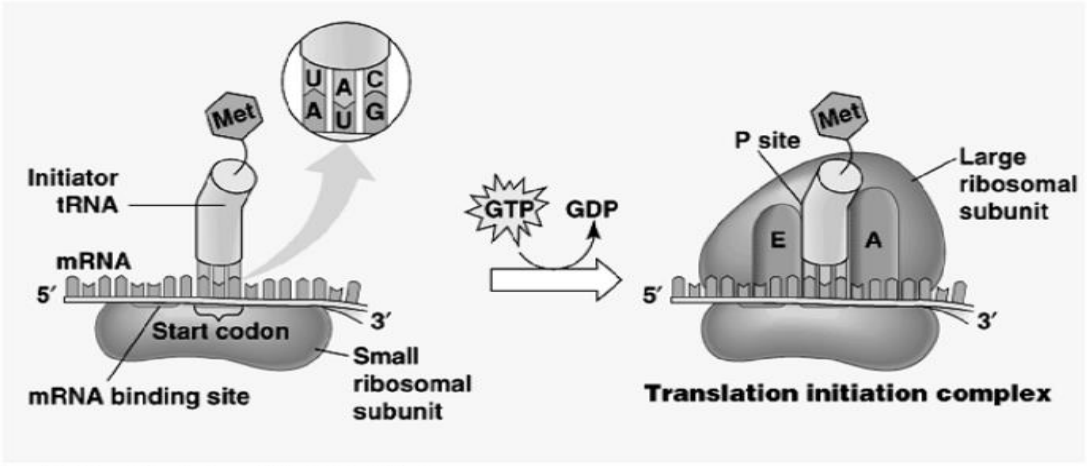
2- ثم تليها عملية النسخ Transcription حيث تتكون أنواع الـ RNA

3- ثم عملية التحام الـ m-RNA على الريبوسومات وتكوين (m-RNA Ribosomes complex)

4- واخيراً تحدث عملية الترجمة Translation المتعلقة بتكوين البروتينات . كما انه بالإمكان تكوين العديد من انواع البروتينات من عشرين حامضاً أمينياً فقط كما أن معظم الخلايا تكون الألآف من أنواع البروتينات خلال دورة حياتها.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

The ribosome moves onto the messenger RNA and begins translation of the mRNA codons from the start AUG codon