

الكيمياء الحياتية

BIOCHEMISTRY

البروتينات

Proteins

مدرس المادة
م.م محمد حميد

البروتينات proteins :

وهي مركبات ذات اوزان جزيئية كبيرة تحتوي على الاحماض الامينية كوحدات بنائية مرتبطة مع بعضها بأواصر ببتيدية، ويكون البروتين المكون الرئيس لجسم الإنسان، إذ يمثل حوالي 20% من وزن الجسم ، فالعضلات والأنسجة الرابطة والعظام والدم والجلد والأظافر والهورمونات والإنزيمات كلها في اساس تركيبها بروتين. ويتواجد في جميع الخلايا الحيوانية والنباتية ، ويدخل النتروجين كعنصر اساسي في تركيب البروتينات اضافة الى عناصر رئيسية مثل الكربون والهيدروجين والاكسجين والتي تتكون منها الأحماض الامينية ، فضلا عن عنصر الكبريت والفسفور وكذلك وجود عناصر اخرى بصورة اقل مثل الحديد والخاصين واليود والنحاس ويكون مرتبط بتخصص البروتين كوجود الحديد في الهيموغلوبين والفسفور في بروتين الحليب.

الوظائف الحيوية والفسولوجية للبروتينات

- 1- حاجة الجسم في النمو وبناء انسجة الجسم: يكون البروتين المكون الرئيس لبناء خلايا الجسم في العضلات والاورتار والاعضاء والغدد والشعر وسوائل الجسم الحيوية يدخل فيها البروتين.
- 2- ترميم وتعويض وبناء انسجة الجسم: يحتاج الجسم البالغ للبروتين لتعويض وتجديد الانسجة التالفة المفقودة في الحالات الطبيعية عند تحلل الكريات الحمراء، والغير طبيعية كالحرق والمرض والنزف وقطع الانسجة عند الجروح ، فيحتاج للبروتين في الاصلاح والترميم.
- 3- مصدرا للطاقة: تعد البروتينات كأحتياطي اخير بعد الكربوهيدرات والدهون في الحالات الاضطرارية وتزويد الجسم بالسرعات الحرارية حيث ان غرام واحد من البروتين يعطي 5.5 سعرات حرارية.
- 4- الحفاظ على التوازن المائي في الجسم: تؤدي بروتينات الدم ولاسيما الألبومين Albumins دوراً كبيراً في تنظيم حركة السوائل ومنها الماء بين الخلايا والدم ، وبهذا تحافظ على الضغط الازموزي.
- 5- المحافظة على توازن الحامضية والقاعدية في الجسم: يسلك البروتين سلوك الحامض والقاعدة اعتمادا على مجاميع الأمين NH_2 والكاربوكسيل $COOH$ فتكون محاليله مقاومة للتغير في PH بفعل فعلها التنظيمي.
- 6- تدخل في تركيب عدد من المركبات المهمة حيويًا كالانزيمات وعدد من الهرمونات والاجسام المضادة.
- 7- تزود البروتينات والاغذية البروتينية بصورة غير مباشرة بكثير من العناصر الغذائية الضرورية باللحوم تعد من الاغذية البروتينية ، فتزود الجسم بالحديد وفيتامين B1 وغيرها.
- 8- البروتينات تكون الاساس التركيبي للكروموسومات: يقوم بالمحافظة على ترتيبها وشكلها باستخدام البروتينات القاعدية مثل الهستونات.

تصنيف البروتينات على اساس تركيبها الكيميائي واقترانها مع المواد الاخرى

1_ البروتينات البسيطة **Simple proteins**: وتتكون من ببتيدات وسلاسل مكونة من أحماض أمينية فقط وتقسّم الى مجموعتين:

A- البروتينات النسيجية (الليفية) **Scleroproteins (Fibrous proteins)**: وتشمل البروتينات غير الذائبة او المقاومة للمذيبات وتكون الاجزاء الداعمة للأعضاء الحيوانية ويطلق عليها اسم ألبومينويدز **Albuminoids** ومن أمثلتها:

1-الكولاجين **Collagens**: وهو الاساس في تركيب الانسجة الرابطة والجلد والغضاريف والعظام، وتكون مقاومة للهضم بسبب انزيمات الجهاز الهضمي مثل أنزيم الببسين **Pepsin** والتربسين **Trypsin**، ويتكون اساسا من أحماض أمينية: الكلايسين والبرولين و3- الهيدروكسي برولين و4- هيدروكسي برولين و5- هيدروكسي لايسين وهي الأحماض التي تميز هذا النوع من البروتينات.

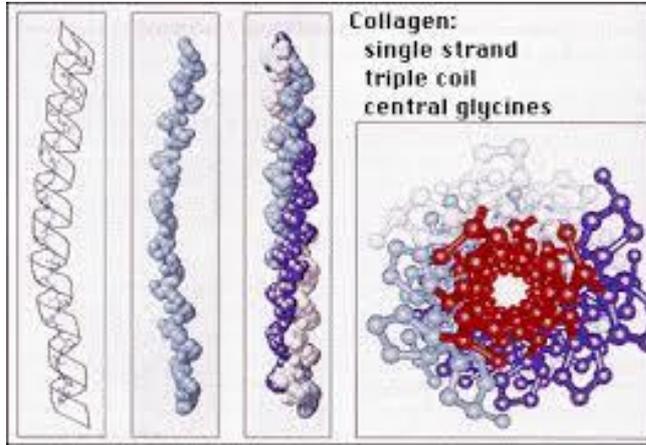


Image found on Web identical to Lehninger textbook image, creator unknown.

2- الكيراتين **Keratins**: ويكون الانسجة الواقية في الجلد والاذافر والشعر والقرون والحوافر والريش، وهو مقاوم للانزيمات وغير ذائب في الحوامض والقواعد المخففة والمذيبات العضوية وتحتوي على نسبة عالية من الحامض الأميني السستين **Cysteine** ويعزى اليها سبب قوة هذه البروتينات لوجود الأصرة الكبريتية المكونة من جزيئات الحامض.

3- الأستينات **Elastins**: ويتواجد في الغضاريف وجدار الشرايين اذ يعطيها صفة المرونة واكثر سهولة للهضم بواسطة الببسين والتربسين من بقية الانواع.

B- البروتينات الكروية **Globular proteins**: وهي بروتينات ذائبة ولها شكل مكور نتيجة التفافها على بعضها وتكوين أوامر بين أجزائها الببتيدية، ومن أمثلتها:

1- الألبومينات **Albumins**: تذوب في الماء والاملاح وتتخثر بالحرارة او تتغير طبيعتها **Denatured**، مثل بروتين البيض **Ovalbumin** وبروتين الحليب **Lactalbumin** والبومين المصل **Seram albumin**.

2- الكلوبولينات **Globulins**: لاتذوب في الماء وتذوب في المحاليل المخففة للحوامض والقواعد وتتغير طبيعتها بالحرارة، مثل كلوبولين المصل **Seram globulins** والحليب وفي

- الغدة الدرقية Thyro globulins.
- 3- الكلوتهيلينات Glutelins: وهي بروتينات نباتية غنية بالحامض الأميني الكلوتاميك والأرجنين والبرولين وتذوب في المحاليل المخففة الحامضية والقاعدية ، مثل كلوتينين القمح.
- 4- البرولامينات Prolamins: بروتين نباتي ذائب بالكحول، مثل البروتين النباتي الزائين Zein وبروتين الشعير Hordein.
- 5- البروتامين Protamins: وهي بروتينات تذوب في الماء ولا تتخثر بالحرارة وتحتوي على نسبة عالية من الحامض الأميني الأرجنين وتتحلل بانزيم التربسين مثل بروتين السلمين Salmin لسماك السلمون.
- 6 – الهستونات Histones: تذوب بالماء وتتخثر بالحرارة ويغلب في تركيبها الأحماض الأمينية القاعدية ومنها الأرجنين واللايسين والتايروسين وتتحلل بأنزيمات البيسين والتربسين وتتحد مع المجموعات السالبة للأحماض النووية لتكون البروتينات النووية Nucleoproteins كالهستونات النووية في نوى الخلايا.

2_ البروتينات المرتبطة (المقترنة) Conjugated proteins:

وهي بروتينات مكونة من جزء بروتيني مع جزء اخر غير بروتيني تدعى المجموعة الترفيعة prosthetic group مثل: الكربوهيدرات والدهون والاحماض النووية ومن هذه البروتينات:

1- البروتينات النووية Nucleoproteins: تتكون من ارتباط الاحماض النووية مع جزيئة او اكثر من البروتين في داخل النوية ويكون البروتين مرتبط مع الحامض النووي الديوكسي رابوزي DNA و عدة يكون البروتين من نوع البروتامين والهستون، وفي الساييتوبلازم مع الحامض النووي الرايبوزي RNA ويكون مايسمى بالرايبوسومات التي لها دور في بناء البروتينات.

2- البروتينات الكربوهيدراتية Glycoproteins والبروتينات المخاطية Mucoproteins: هذه البروتينات ترتبط بالكربوهيدرات والتي قد تكون أحادية او سلسلة قصيرة نسبياً من الكربوهيدرات ،وتكون الكربوهيدرات اقل من 4% اما المخاطية فمكونة من اعلى من 4% كربوهيدراتية والتي تصل الى 60% ومنها المايوسين Musin في جدار المعدة Gastric mucoid وكذلك في البيض Ova mucoid والكلوبيولينات في الدم .

3- الفوسفوبروتين: وهي بروتينات متحدة مع مركبات تحتوي على حامض الفسفوريك والذي يرتبط بحامض السيرين والثريونين في سلسلة البروتين مثل بروتينات الكازئين والفيثالين في صفار البيض.

4- الصبغية (الكروموبروتين): وهي بروتينات تحتوي على مجموعات اخرى لونية تسمى مجموعة الكروموفور Chromophoric group او مجموعة ترفيعة ترابطية كوجود عنصر الحديد او النحاس وتتضمن:

- صبغات خاصة بالتنفس مثل الهيموكلوبين والهيموسيانين ومايكلوبين العضلات.

- مكونات السلاسل الناقلة للالكترونات في المايكوكوندريا مثل السايوكرومات والفلافوبروتين

- الصبغات البصرية مثل الرودوبسين والايديوبسين.

- بروتينات لا تحتوي على المعادن وهي محتوية على صبغة الميلانين Melanin الموجودة في الشعر والجلد.

5- البروتينات الدهنية Lipoprotein: وهي بروتينات تتحد بالكليسيريدات او بالدهون وغيرها مثل البروتينات الدهنية الموجودة في الدم والمسؤولة عن نقل الدهون والتي تصنف اعتماداً على الوزن الجزيئية لكل نوع مثل البروتينات الدهنية عالية الكثافة HDL والواطة الكثافة LDL والواطة الكثافة جدا VLDL والكيلومايكرون Chylomicron.

6- البروتينات المعدنية Metalloproteins : وهي بروتينات متحدة بالمعادن والممثلة لهذه المجموعة هي الانزيمات مثل الارجينيز Arginase الذي يحتوي على عنصري المغنسيوم والمنغنيز، وانزيم التايروسينيز الذي يتطلب عنصر النحاس ويمكن تصنيف الهيموكلوبين الذي يحتوي على عنصر الحديد ضمن هذه المجموعة.

3_ البروتينات المشتقة Derived Proteins: وهي ناتجة من تحلل البروتينات ومكونة من سلاسل ببتيدية مثل الببتونات peptones والببتيدات وكذلك البروتينات المعاملة حرارياً والمغيرة طبيعياً (الممسوخة) Denatured proteins ومن امثلتها:

1- بروتينات الميتا Metaproteins: وهي عديمة الذوبان بالماء والحوامض المعدنية المركزة والاملاح المتعادلة ولكنها تذوب في الاحماض المعدنية او القواعد المخففة.

2- الببتونات Peptones: وهي مركبات تذوب بالماء ولا تتكثف بالحرارة وتترسب في خلات الرصاص.

3- البروتيسيز Proteoses: وهي بروتينات تذوب في الماء ولا تتجلط بالحرارة وتترسب بالتشبع النصفى بكبريتات الامونيوم وحامض النتريك المركز وتسمى بالبروتيسيز الثانوي أما البروتيسيز الأولي فهي تذوب في الماء أيضاً ولا تتجلط بالحرارة ولكن لا تترسب إلا بالتشبع الكامل لكبريتات الأمونيوم.

البروتينات ← البروتيازات ← الببتونات ← عديدات الببتيد ← ببتيدات ← احماض امينية (بواسطة انزيم الببسين) .

بروتينات البلازما Plasma proteins

تتراوح نسبة بروتينات البلازما من 6-8 غرامات لكل 100 سم³ من الدم، ويحتوي بلازما دم الانسان على ست اجزاء من البروتينات امكن فصلها بواسطة الهجرة الكهربائية Electrophorsis وكما موضح:

1-الالبومين albumin: يتم بناءه في الكبد ومن وظائفه المهمة المحافظة على الضغط الازموزي بالدم والمحافظة على استقراريته كما يقوم بنقل الاحماض الدهنية الحرة والبيليبروبين والكالسيوم وبعض الهرمونات وكذلك يلعب دور في أيض هذه المركبات.

2-ألفا - 1- كلوبولين α -1-Globulin: يقوم بنقل الستيرويدات والدهون والدهون الفسفورية ويشمل البروتينات الدهنية والترانسكورتين .

3-الفا-2-كلوبولين α -2-Globulin: يقوم بنقل الدهون والهيموكلوبين المتكسر من كريات الدم الحمراء كما يقوم بنقل النحاس والمشاركة في تكوين الخثرة الدموية ويشمل البروتينات الدهنية والسيروبلازمين والبروثروميين .

4-بيتا- كلوبولين β -Globulin : يشمل بيتا- لايبوبروتين والترانسفيرين الذي يقوم بنقل الحديد.

5-كاما- كلوبولين γ -Globulin: ويدعى بالاجسام المضادة Antibodies ويقوم بوظائف دفاعية ضد الأجسام الغريبة مثل البكتريا والفيروسات حيث يتحد مع البكتريا معادلا بذلك سموم البكتريا التي تعمل مكونة الضد (Antigens).

6-الفايبرينوجين Fibrinogen: بروتين موجود في البلازما وليس في مصل الدم ، يقوم بعملية تخثر الدم حيث يتحول الفايبرينوجين الى الفايبرين بفعل انزيم الثرومبين لأيقاف النزف.

الأواصر المسؤولة عن تركيب البروتين:

جميع البروتينات تتكون من ارتباط الاحماض الامينية المتعاقبة بواسطة الاصرة الببتيدية بشكل سلاسل طويلة غير متفرعة تسمى سلاسل متعدد الببتيد، ولاتوجد الاحماض الامينية لأي بروتين بكميات متساوية، وتحتوي بعض البروتينات على سلسلة واحدة من متعدد الببتيد اما البروتينات المحتوية على سلسلتين او اكثر من متعدد الببتيد فتسمى بالبروتينات متعددة السلاسل .

فالبروتينات التي تتكون من سلسلة واحدة هي مثل انزيم الرايبونوكليز، البومين المصل، اما الانسولين فيتكون من سلسلتين والكيموترپسين يتكون من ثلاثة والهيموكلوبين من اربع سلاسل. ان ثباتية تراكيب البروتين يتم بواسطة صنفين من الاواصر القوية وهي:

1-اصرة الببتيد.

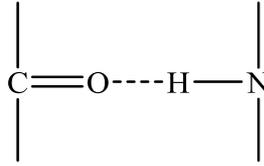
2-اصرة ثنائية الكبريت Disulphide bonds: وهي اصرة ثابتة نوعا ما تحت الظروف الطبيعية التي يتعرض لها البروتين، وتستطيع بعض الحوامض ان تؤكسد اصرة ثنائية الكبريتيد

(-S-S-) وكذلك يختزل الميركابتوايثانول هذه الاصرة ويتم بذلك فصل سلاسل متعدد الببتيد بعضها عن بعض.

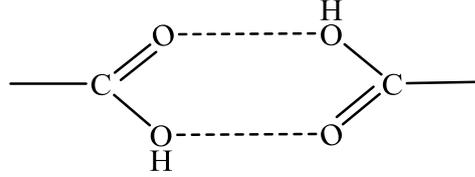
وهناك ثلاث اصناف من الاواصر الضعيفة وهي:

1. اواصر هيدروجينية Hydrogen bonds

تتكون الاواصر الهيدروجينية بين الاوكسجين والهيدروجين لأواصر الببتيد وكذلك السلاسل الجانبية للاحماض الامينية في سلسلة متعدد الببتيد.



بين المجاميع الببتيدية



اصرة هيدروجينية بين مجاميع الكاربوكسيل

2. اواصر هيدروفوبيك (تداخلات كارهة للماء) Hydrophobic interaction

عبارة عن ارتباطات داخلية غير محبة للماء وهي لاتعتبر اواصر حقيقية وتلعب دورا في الحفاظ على تركيب البروتين .

3. اواصر الكترولستاتيكية ملحية

بالنسبة للاواصر الملحية فتتكون بين المجاميع المشحونة للسلاسل الجانبية في الاحماض الامينية ، مثلا بين مجموعة الامين للحمض الاميني اللايسين الذي يحمل شحنة موجبة وبين مجموعة الكاربوكسيل غير المرتبطة بذرة الكربون ألفا للاسبارتيت والكلوتاميت الذي يحمل شحنة سالبة، وتعمل على حفاظ على تركيب البروتين.

الترتيب البنائي (التركيب) للبروتين

يختلف تركيب بروتين عن بروتين اخر باختلاف أمور عدة يمكن اجمالها بما يأتي:

1- عدد ونوع الاحماض الامينية المكونة والموجودة في سلاسلها الببتيدية.

2- تتابع أو تسلسل الاحماض الامينية في كل سلسلة ببتيدية.

3- التوزيع الفراغي للمجموعات المختلطة والذرات في السلسلة الببتيدية .

4- الترتيب ثلاثي الابعاد لجزيئة البروتين.

5- الشكل العام لجزيئة البروتين

6- تكوين عدد من الوحدات ذات استقلال نشاطي محدود

7- تجميع جزيئات الوحدة البروتينية مع وحدات اخرى لتكوين مجموعات ذات اوزان جزيئية عالية

8- ارتباط البروتينات مع مواد غير بروتينية.

تركيب البروتينات

تمتلك جزيئات البروتين صيغ تركيبية معينة ، وهذه تشمل:

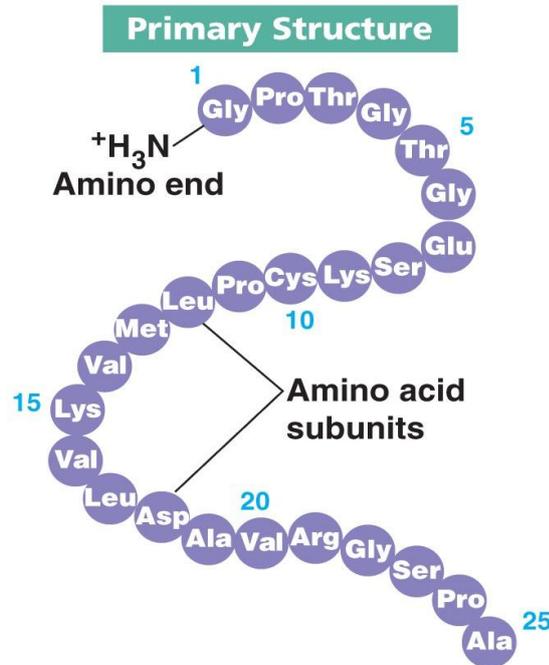
1- التركيب الأولي

2- التركيب الثانوي

3- التركيب الثلاثي

4- التركيب الرباعي

1_ التركيب الاولي للبروتين Primary structure: ويشير الى عدد ونوعية وتسلسل (انتظام) الاحماض الامينية في السلسلة او السلاسل الببتيدية التي تؤلف ذلك البروتين، وقد تحدث فيه طفرات احيانا مما يؤدي الى احلال وحدات حامض اميني محل احماض اخرى، كما في هيموكلوبين المصابين بفقر الدم المنجلي (الهالالي) ANEMIA، علما انه لا توجد اي قوى او اواصر بين الاحماض في هذا التركيب عدا الاواصر الببتيدية.



2- التركيب الثانوي للبروتين Secondary structure:

ويشير الى كيفية التواء او انطواء سلسلة او سلاسل ببتيدية للبروتينات في الحالة الطبيعية على امتداد محور واحد ويثبت بالواصر الهيدروجينية والواصر ثنائية الكبريت، ويتمثل بالانواع التالية:

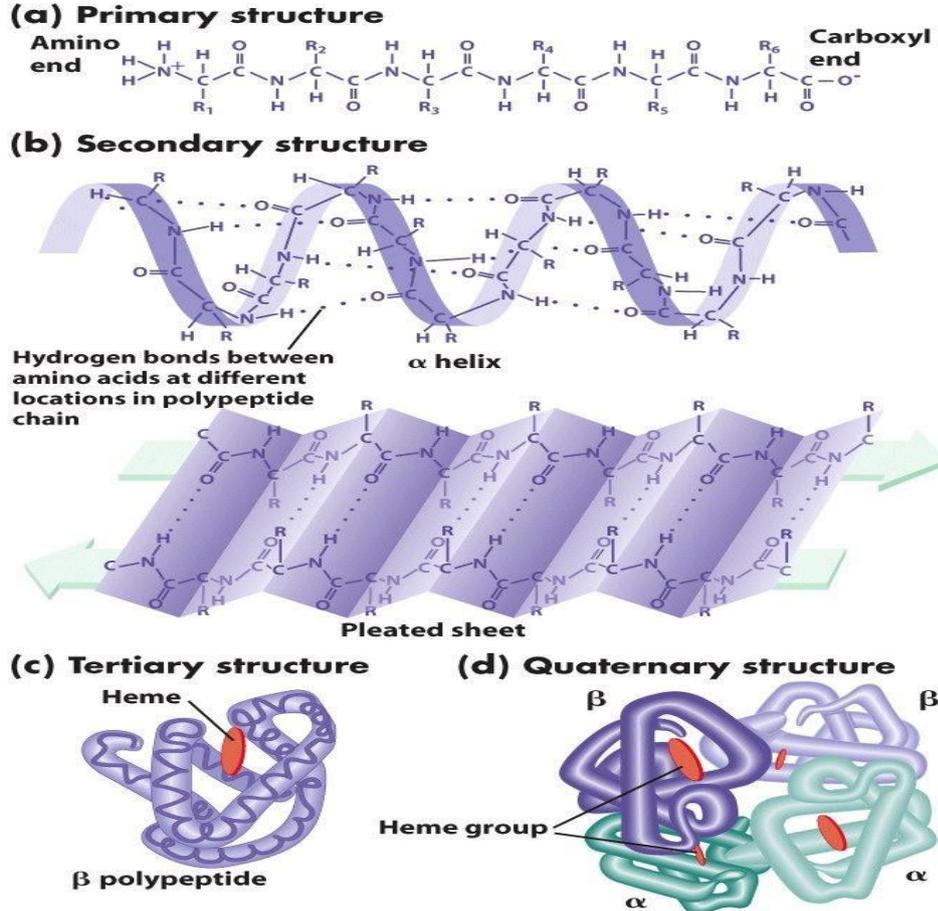
1- المنحني الحلزوني-الفا α - Helix

ويتمثل في بناء البروتين الليفى المسمى الفا-كيراتين حيث تكون السلاسل الببتيدية ملتوية بانتظام لتشكل تركيب يسمى بالمنحني الحلزوني الفا، ويتكون الفا-كيراتين الموجود في الشعر والصوف من حبال تتألف كل منها من 3-7 منحنيات كل منها بشكل المنحني الحلزوني. وكذلك هناك البروتينات الحلزونية الامفيباثيكية .

2- الصفائح المسطحة بيتا (السطح المطوى) Pleated sheet

يتمثل في بناء البروتين الليفى المسمى فيبروين (البروتين الليفى للحرير الطبيعي)، حيث تمتد السلاسل بأبعاد متعرجة تشبه الزكزاك Zig-Zig وترتبط بواسطة الاواصر الهيدروجينية التي تربط مجموعة الكربونيل CO مع مجموعة اميد NH.

3-منحني حلزوني ثلاثي: يتمثل في بناء البروتين الليفى كولاجين (مولد الغراء) حيث تلتوي ثلاث سلاسل من متعدد الببتيد حول بعضها لتكوين منحنى حلزوني ثلاثي.

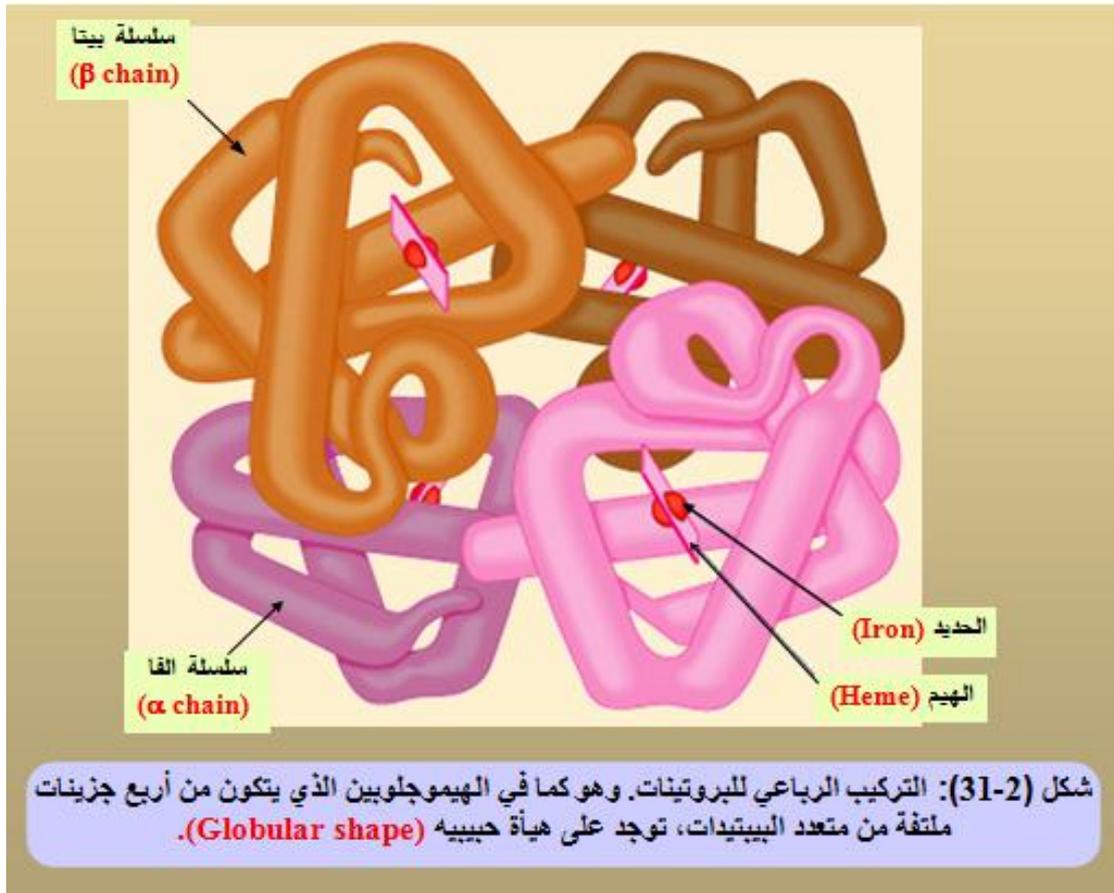


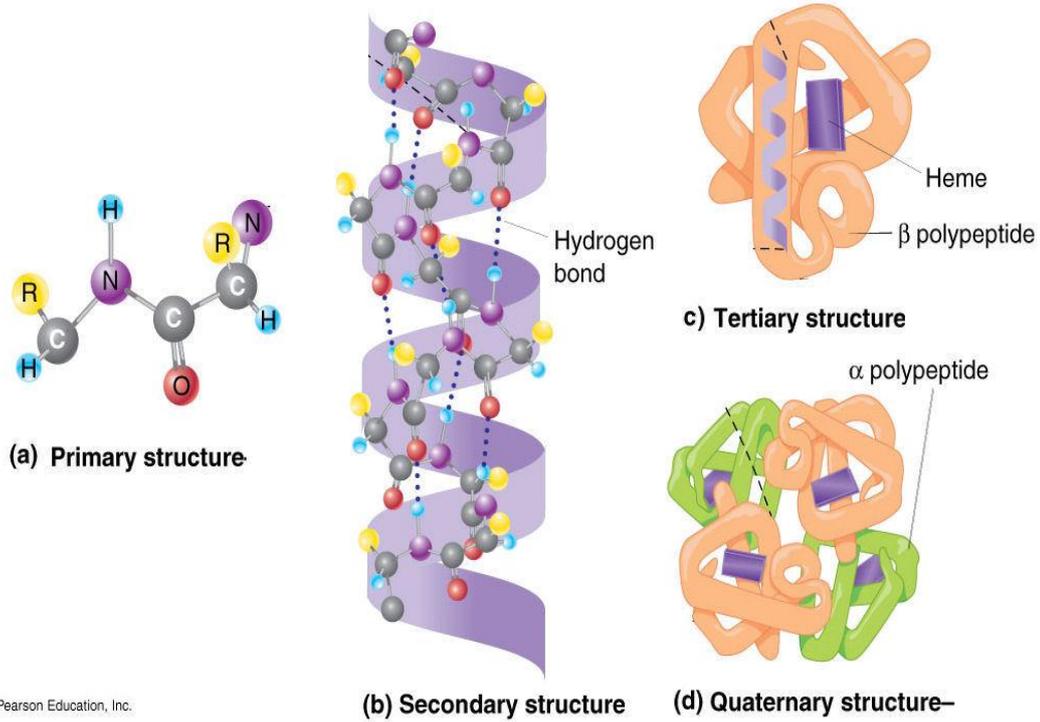
3- التركيب الثلاثي للبروتين Tertiary structure :

وهو الذي يحدد الشكل الكلي لجزيء البروتين الكروي ويتوضح فيه التفافات اخرى اضافة لالتفافات البناء الثانوي للبروتين، وثباتية هذا البناء يعود لوجود الاواصر المختلفة العديدة التي تكون اكثر قوة من الاواصر الهيدروجينية مثل الروابط الكبريتية وهناك الروابط الكارهة للماء والشاردية (الايونية) الضعيفة بين المجموعات الكيميائية وتساعد في تثبيت التواءات السلاسل الببتيدية واستقرارها، ومن الامثلة على التركيب الثلاثي للبروتين هو المايوكلوبين الذي يعمل على نقل الاوكسجين في العضلات ومن البروتينات الكروية مثل انزيم ريبونوكليس في البنكرياس.

4- التركيب الرباعي للبروتين Quaternary structure :

وهي الطريقة التي تنتظم (تتلائم) فيها عدد من السلاسل الببتيدية مع بعض لتكوين وحدة كبيرة كجزيء بروتيني معين أي حدوث تداخلات بين الوحدات الثانوية للبروتين، مثل جزيئة الهيموكلوبين التي تتألف من اربعة سلاسل ببتيدية، اثنان من نوع الفا واثنان من نوع بيتا وهي تنتظم مع بعضها لتكوين جزيئة كاملة من الهيموكلوبين. وهناك التركيب الرباعي المتجانس والغير متجانس.





تغيير الحالات الطبيعية للبروتين (المسخ) Denaturation

يتضمن المسخ التغييرات التي تطرأ على جزيئة البروتين من النواحي الفيزيائية والكيميائية والخواص الحياتية وبالتالي يؤدي الى تغيير حالتها الطبيعية والتي تنتج عنها فقدان الصفات الفسيولوجية للبروتين فمثلا فقدان الانزيمات بعض من فعاليتها ، والعوامل المسببة لمسخ البروتين تشمل:

- 1- درجة الحامضي والقاعدية،
- 2-الدرجات الحرارية العالية
- 3-الموجات فوق الصوتية،
- 4-أملاح المعادن الثقيلة ،
- 5-الاشعة فوق البنفسجية ،
- 6-الاشعة السينية،
- 7- رج البروتين وتحريك محلوله المائي بقوة،
- 8- التراكيز العالية من مركبات اليوريا
- 9-اضافة الى تعرض البروتين الى مذيبات عضوية مثل الالاسيتون والايثانول
- 10- تحطيم البروتين من خلال سحقه وتحطيم الاواصر الببتيدية.

التغيرات التي تطرأ على البروتين نتيجة للمسح:

- 1- انخفاض قابلية ذوبان البروتين
- 2- تغيرات في التراكيب الداخلية للبروتين وكذلك في عملية ترتيب الاواصر الببتيدية .
- 3- زيادة الفعالية الكيميائية ومجاميع الثايول والقابلية الايونية للبروتين.
- 4- سهولة تحلله بواسطة الانزيمات المحللة.
- 5- فقدان جزئي او كلي للفعالية البايولوجية الاصلية.

وان ارجاع بروتين المسخ الى وضعه الطبيعي يتوقف على طبيعة تركيب البروتين والمدة الزمنية التي تعرض لها البروتين الممسوخ وعمق المسخ ونوعية العامل المسبب للمسح، علما انه طبيعيا يعتبر المسخ حالة غير عكسية بالرغم من وجود بعض الاستثناءات مثل مسخ الهيموغلوبين بحامض قوي واعادته الى حالته الطبيعية بواسطة معاملته تحت ظروف ملائمة

هضم البروتينات Digestion of protein

لا تبدأ عملية هضم البروتينات مالم يصل الطعام الى المعدة ، وعند وصول الطعام الى المعدة يتحفز إفراز هورمون كاسترين Gastrin والذي بدوره يحفز افراز حامض الهيدروكلوريك HCl وانزيم البيبسينوجين من قبل خلايا متخصصة في جدار المعدة ، وتكون درجة حامضية العصارة الهضمية بين 1.5_2.5 ، حيث تعمل هذه الدرجة من الحامضية على قتل البكتريا وإزالة الالتواءات الخاصة لجزيئات البروتين، فتعرض أواصر الببتيد الداخلية الى الأنزيمات المحللة البيبسينوجين الذي هو المصدر الأولي غير الفعال للبيبسين. وبفعل عملية التحفيز الذاتي بواسطة البيبسين نفسه ، او بواسطة ايونات الهيدروجين ، تتحلل الأواصر الببتيدية للبيبسينوجين ويتحول بهذا الى البيبسين Pepsin، الشكل الفعال للأنزيم ، ويحلل البيبسين سلاسل متعدد الببتيد الطويلة الى خليط من الببتيدات القصيرة السلسلة. ويعمل هذا الأنزيم على تحلل الأواصر الببتيدية للأحماض الأمينية تايروسين ، فينابل الانين وتربتوفان الموجودة في سلاسل البروتين، وعند مرور محتويات المعدة الى الأمعاء الدقيقة فإن الدرجة الحامضية الواطئة تحفز افراز هورمون سيكريتين Secretin الى الدم ، وهذا بدوره يحفز البنكرياس لافراز البيكاربونات الى الأمعاء الدقيقة ، ليعادل حامض الهيدروكلوريك المعدي ، وبذلك ترتفع درجة الحامضية ، كما يفرز البنكرياس الانزيمات المحللة للبروتين بشكل غير فعال مثل التريبسينوجين وبعد دخولها الى الامعاء تتحول الى الشكل الفعال التربسين ، وكل نوع من الانزيمات يكون مخصص لتحلل الاواصر الببتيدية التي يشترك فيها حامض اميني معين، ويفرز الغشاء المخاطي للأمعاء انزيمات اخرى محللة للبروتين والتي تعمل على تحلل الببتيدات المتبقية الى احماض امينية طليقة بفعل العمل التخصصي لهذه الانزيمات وتسمى الانزيمات المحللة للبروتين (Proteolytic enzymes) او الببتايديزز (Peptidases) او البروتيزز (Proteases) وتسمى ايضا هيدروليز حيث انها تحفز انشطار أصرة الببتيد (C-N) وبذلك تتم عملية الهضم وبمساعدة العصارات الهضمية في المعدة .

امتصاص البروتينات Absorption of protein

بعد عملية تحلل البروتين proteolysis الى خليط من الأحماض الأمينية المختلفة وبكفاءة عالية ، حيث تقوم الامعاء الدقيقة بامتصاص هذه الاحماض الامينية بصورة غالبية بواسطة النقل الفعال ، ثم تنتقل الاحماض الامينية عن طريق الدم الى الكبد ، الذي يعتبر العضو الرئيسي لتمثيل الاحماض الامينية ، وان مصير الاحماض الامينية التي تصل الكبد بعد امتصاصها من الامعاء مختلف وكالاتي:

1- اما ان تنتقل عن طريق الدم الى الاجهزة الاخرى ليستفاد منها كوحدات بنائية لبروتينات جديدة في الانسجة.

2- او صنع بروتينات بلازما الدم وبروتينات الكبد.

3- تستخدم بعض الاحماض الامينية مصادر اولية في اثناء البناء الحيوي لقواعد البيورينات والبريميدينات وبعض الهرمونات ومركبات نتروجينية اخرى.

4- تستخدم بعض الاحماض الامينية الفائضة عن حاجة الكبد لصناعة بروتينات جديدة وتعاني من عملية ازالة الأمين وتحطيم الهيكل الكربوني لتدخل دورة حامض الستريك لغرض صنع الكلوكوز والكلايوجين عن طريق عملية Gluconeogenesis في حالة عدم توفر الكربوهيدرات او اكسدها عن طريق الدورة الى ثاني اوكسيد الكربون وماء وانتاج طاقة.

5- تتحول الامونيا المتحررة من تحطيم الاحماض الامينية بواسطة الكبد الى نواتج ابرازية هي اليوريا بفعل دورة اليوريا.

علما ان الاحماض الناتجة من هذه البروتينات تكون دائما في حالة توازن مع تلك الاحماض الامينية الممتصة من الغذاء البروتيني.