ج- البروتينات المشتقة : وتشمل نواتج تحلل البروتينات الموجودة في الطبيعة ويمكن الحصول عليها بطرق كيميائية او فيزيائية وتقسم حسب درجة تحللها الى :

١- المشتقات الاولية (primary derivatives) ويشمل البروتيان

٢- المشتقات الثانوية (secondary derivatives) ويشمل البروتيوزات والببتونات والببتيدات .

يطلق اسم البروتيان protean على البروتينات التي تحورت قليلا بفعل الماء او الحوامض والقواعد المخففة او الانزيمات وهي لا تذوب في الماء مثل الفايبرين (الدم المتخثر) والكازين (الحليب المتجبن) .

اما البروتيوزات فهي تذوب في الماء ولا تتخثر بفعل الحرارة وتعد الببتونات من المركبات ابسيطة الناتجة من تحلل البروتين وتذوب بالماء ولا تتخثر بالحرارة ايضا .

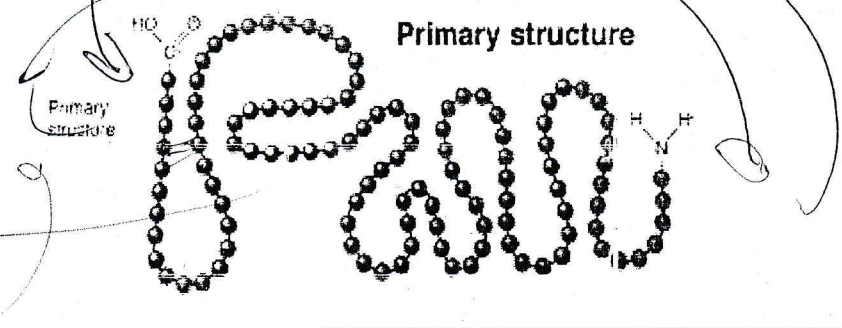
تركيب البروتينات

التركيب الاولي primarystructure

يشمل هذا التركيب اتصال الاحماض الامينية مع بعضها بواسطة الاواصر الببتيدية لتكون سلسلة طويلة غير متشعبة تحتوي على عدة مئات من الاحماض الامينية .

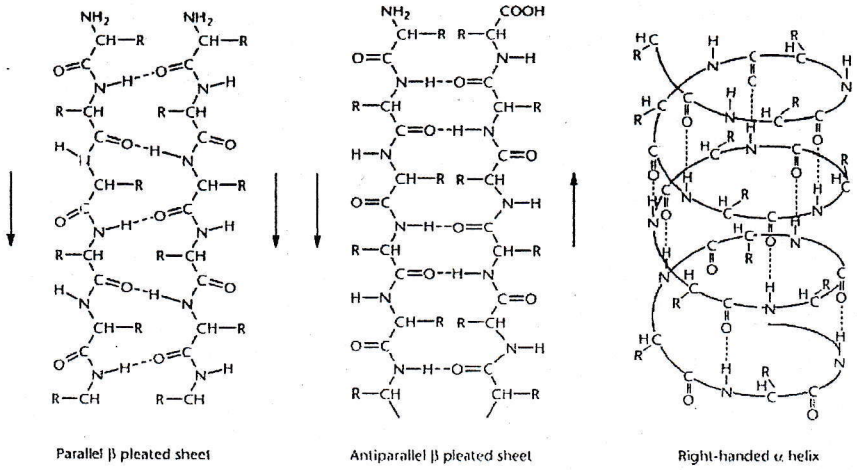
ويرتبط بهذه السلسلة الطويلة عدة سلاسل جانبية قصيرة ، يحتوي احد طرفي السلسلة الطويلة على المجموعة الامينية الحرة الفا N-terminal amino acid والطرف الاخر للسلسلة يحتوي على مجموعة الكاربوكسيل الحرة الفا C-terminal amino acid .

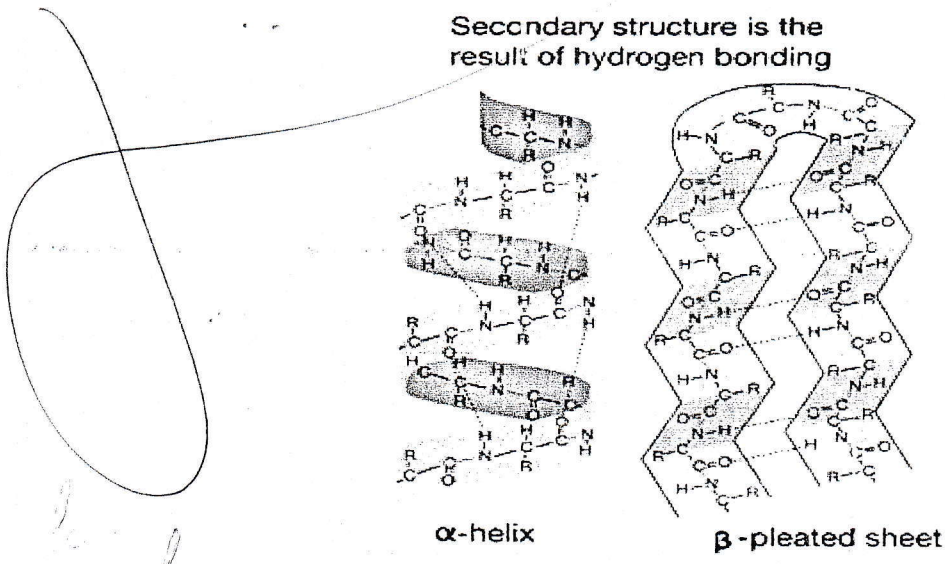
تعتمد الصفات الفيزيائية والكيميائية للبروتين على الاواصر الببتيدية وعلى السلاسل الجانبية القصيرة ولهذه الاخيرة تاثير كبير على تفاعلات البروتين .



التركيب الثانوي Secondary structure

يشمل الشكل الحلزوني helical للسلاسل الببتيدية المتعددة والذييتكون بواسطة الاواصر الهيدروجينيةبين مجاميع N-H و C=O ، وقد تتكون الاواصر الهيدروجينية ضمن السلسلة الببتيدية الواحدة او بين سلسلتين ببتيديتين متجاورتين . وتعتمد الصفات الفيزيائية والكيميائية للبروتين على شكل جزيئة البروتين المجسمة ذات البعد الثلاثي اي على بنية البروتين وكذلك على تعاقب الاحماض الامينية المختلفة في السلسلة .





folding

التركيب الثلاثي Tertiary structure

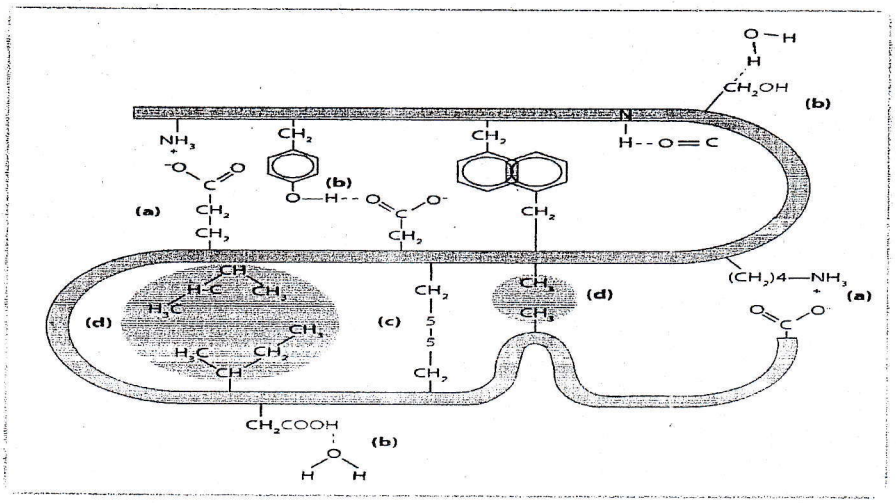
يشير هذا المصطلح الى قابلية السلسلة الببتيدية للانطواء folding وهنالك عدة قوى تساعد على ثباتية هذا النوع من التركيب

a) تجاذب الكتلروستاتيكي (بين الاحماض الامينية الحامضية والقاعدية)

b) اواصر هيدروجينية بين التايروسين ومجموعة كاربوكسيلية لحامض اخر

c) اصرة ثنائية الكبريت

d) تجاذب المجاميع غير المحبة للماء مع بعضها



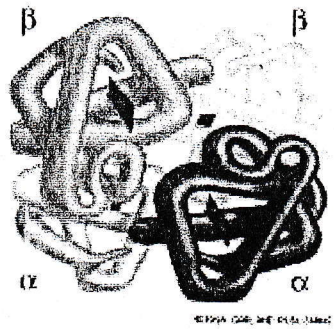
ان القوى والاواصر التي تساهم في التركيبين الثانوي والثلاثي لجزيئة البروتين ذات اهمية كبيرة في اعطائها الثباتية القصوى ، اضافة الى انها تساعد على تماسك جزيئة البروتين وجعلها في ان تكون في الوضع الطبيعي (native state) خاصة بالنسبة للانزيمات حيث ان التركيب النهائي لجزيئة الانزيم هو نتيجة الفعل المشترك للتركيبين الثانوي والثلاثي بحيث يكون الموقع الفعال للانزيم (active site) في وضع يسهل تماسه مع المادة التي يعمل عليها الانزيم .

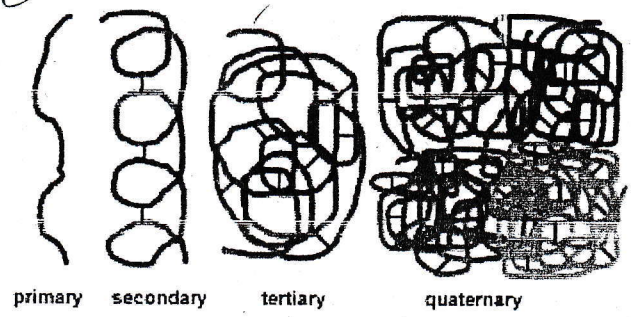
التركيب الرباعي Quaternary structure

يوضح هذا التركيب عدد وحدات البروتين التي يجب ان ترتبط مع بعضها لتكون الشكل الفعال للبروتين من الناحية البايولوجية مثال تحتوي الصبغة الفعالة لانزيم الفوسفوريليز phosphorelase على وحدتين متشابهتين وكل وحدة منفصلة عن الاخرى من هاتين الوحدتين لا تظهر فعالية للانزيم .

يسمى هذا النوع من التركيب الرباعي بالمتجانس اما اذا كانت هذه الوحدات غير متشابهة فيسمى بغير المتجانس ومن امثلتها الهيموغلوبين والذي يحتوي على اربعة وحدات اثنين من نوع الفا واثنين من نوع بيتا .

Eg Haemoglobin has four sub units,
2 α and 2 β



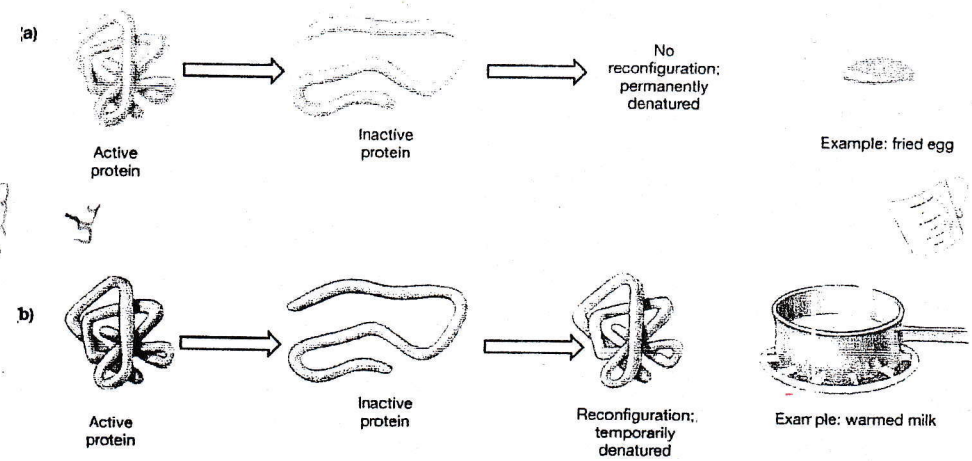


تغيير الصفات الطبيعية للبروتين Denaturation

يطلق هذا التعبير على مجمل التغيرات على البروتين بوضعه الطبيعي نتيجة معاملته بالحرارة والقواعد والحوامض والكحول او تعرضه للاشعة فوق البنفسجية ويؤدي ذلك الى تغيرات كبيرة في تركيبه .

تشمل عملية تغير الصفات الطبيعية للبروتين فقدان قابلية جزيئة البروتين على الانطواء اي انها تصبح غير منطوية (unfolded) . ولا يؤدي تغير الصفات الطبيعية للبروتين الى تكسر الاواصر الببتيدية ولا يؤثر على تعاقب الاحماض الامينية في جزيئة البروتين.

وفي بعض الحالات يساهم تغير الصفات الطبيعية للبروتين في اعطاء المنتوج النكهة والقوام . فمثلا يبستر الحليب على درجة حرارة ٧٢م لمدة ١٥ ثانية لتفادي تغير الصفات لبروتينات الشرش ، اذا عومل الحليب على درجات حرارية اعلى ولنفس الفترة فسيؤدي ذلك الى ظهور ما يسمى بالطعم المطبوخ في الحليب وبذلك سوف يقاوم التخثر بانزيم الرنين ويكون هذا التغير مرغوبا في حالة انتاج الحليب المجفف المستعمل في المعجنات .

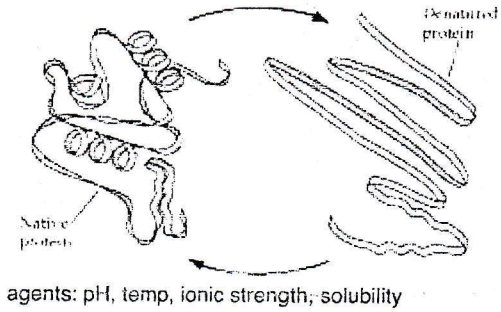


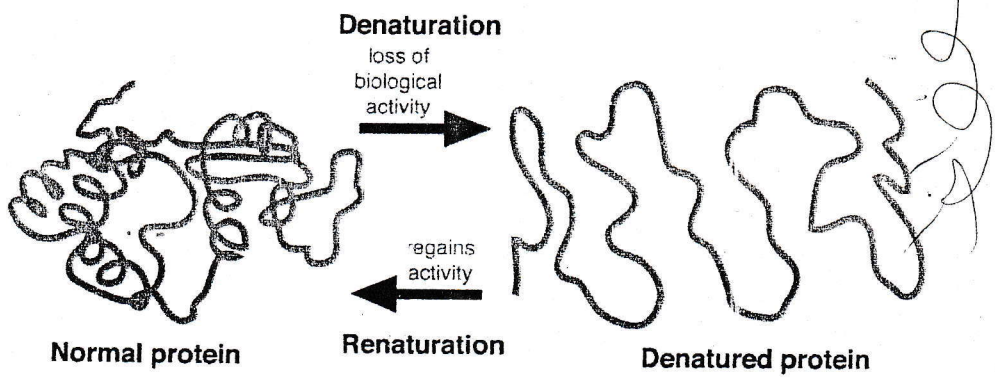
تتغير طبيعة بروتينات البيض عند تسخينها او خفقها ، وتتغير طبيعة بروتينات اللحم على درجات حرارية تتراوح بين ٥٧-٧٥م ، ويؤثر ذلك على القوام وعلى قابلية اللحم على حفظ الماء (water holding capacity) ، كما تتغير طبيعة البروتينات بصورة عامة عند تجميدها او خزنها مجمدة حيث تقل ثباتية العديد من البروتينات عند التجميد ، وتتاثر بروتينات الاسماك بصورة خاصة بذلك.

تؤثر الحرارة عادة على التركيب الثلاثي للبروتين وتتغير طبيعة معظم البروتينات ويحصل فيها تخثر (coagulation) بين ٥٥-٧٥م ، الا انه هنالك بعض الاستثناءات مثل الكازين والجلاتين حيث يمكن غليهما بدون حدوث تغيرات في طبيعتهما ، ويتمتع الكازين بثباتية عالية جدا تجاه الحرارة العالية ، حيث بالامكان غليه وتعقيمه وترايزه بدون حصول تخثر.

البروتين	درجة حرارة التخثر(م)
البومين البيض	٥٦
البومين السيرم	٦٧
البومين حليب الابقار	٧٢
بيتا-لاكتوكلوبيولين (الابقار)	٧٠-٧٥
كازين	١٦٠-٢٠٠

ان تغير الصفات الطبيعية لبروتين ما لا يعني بالضرورة الاقلال من درجة تحلله او هضمه بواسطة الانزيمات الهاضمة او المحللة للبروتين ، حيث وجد ان تغير الصفات الطبيعية لالبومين البيض والهيموغلوبين يزيد من سرعة تحللهما بواسطة انزيم التربسين .





التغيرات الكيميائية

تحدث عدد من التغيرات الكيميائية في بروتينات الاغذية خلال عملية التصنيع والخزن ، وان قسما من هذه التغيرات يكون مرغوبا والقسم الاخر غير مرغوب ، تتغير طبيعة بعض البروتينات بحيث يصعب تحللها من قبل انزيمات الجهاز الهضمي او يؤدي الى تحوير في بعض الاحماض الامينية الموجودة في طرف السلسلة مما يؤدي الى عدم الاستفادة من هذه الاحماض . ان تسخين البروتينات على درجات حرارية معتدلة بوجود الماء يؤدي الى تحسين قيمتها الغذائية بصورة ملحوظة فمثلا يمكن الاستفادة بصورة احسن من الاحماض الامينية المحتوية على الكبريت الموجود في بروتينات فول الصويا وكذلك ابطال نشاط مثبط التربسين .

تسخين البروتين لفترات طويلة بعدم وجود الماء يؤدي الى تلف بعض الاحماض الامينية كالتربتوفان والارجنين والمثيونين واللايسين ، ومن التغيرات الاخرى فقدان الماء من السيرين والثريونين وفقدان الكبريت من السستين، وتاكسد السستين والمثيونين وتكون مركبات

حلقية من حامضي الاسبارتك والكلوتاميك . ومن اهم التغيرات التي تحصل على البروتينات نتيجة المعاملة الحرارية هو حدوث التفاعلات البنية غير الانزيمية البنية بوجود السكريات المختزلة .

الخصائص الوظيفية للبروتين

الاتجاه الحديث في الصناعات الغذائية في الوقت الحاضر هو عزل البروتينات من مصادر مختلفة واستعمالها كمكونات للاغذية ، وتعطي للخصائص الوظيفية للبروتينات المعزولة اهمية كبيرة في هذا المجال . وتعرف الصفات الوظيفية بانها تلك الصفات التي تجعل من البروتين المعزول احد مكونات الاغذية المفيدة والذي له احد الميزات التالية : ثباتية المستحلب والرغوة foaming وتكوين اجيل او الهلام وسهولة الذوبان وربط جزيئات الماء ويعطي لزوجة مناسبة للمنتوج ، فمثلا تضاف البروتينات المعزولة الى النقانق لتزيد من ثباتية المستحلب في المنتوج ، كذلك تعتبر صفات البروتين الاستحلابية emulsifying properties مهمة في عمل الكريم المخفوق.