م/٥ : البروتينات – الاحماض الامينية والاواصر الببتيدية–تصنيف البروتينات– تركيب البروتينات – الدنترة– التغيرات الكيمياوية.

البروتينات Proteins

البروتينات من المكونات الاساسية لكل خلية حية وتستخدم في تكوين وتجديد الانسجة المختلفة. وللبروتينات وظائف متخصصة جداً كالانزيمات Enzymes والقسم الاخر يعمل كأجسام مضادة antibodies بينما للقسم الاخر وظائف مهمة في السيطرة على العمليات الايضية .

تتمكن النباتات من تصنيع البروتينات من مصادر لا عضوية كالنيتروجين والماء وثاني اوكسيد الكاربون، بينما تعتمد الحيوانات والانسان على المصادر النباتية او البروتين الحيواني.

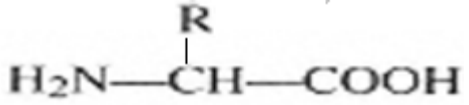
بعض البروتينات تكون غنية بالأحماض الامينية الاساسية والبعض الاخر تكون فقيرة للأحماض الامينية الاساسية او لا تحتوي على كميات كافية لذلك نرى بعض سكان العالم الذين يعتمدون على المصادر النباتية يصابون بأمراض سوء التغذية نظرا لنقص بعض الاحماض الامينية الاساسية في البروتينات النباتية بصورة عامة.

يتكون البروتين من النيتروجين والكربون والهيدروجين والاوكسجين وبعض البروتينات تحتوي على الكبريت والبعض الاخر يحتوي على الفوسفور والنسب كما يلي: ١٦%نيتروجين ،٥٠%كاربون، ٧%هيدروجين، ٢٢%أوكسجين، ٠.٥-٣%كبريت.

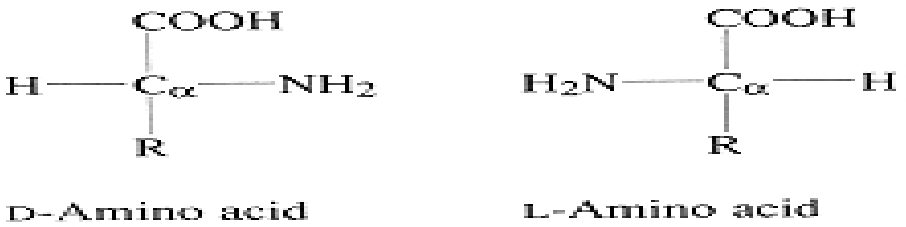
البروتينات مواد متبلمرة polymers ذات وزن جزيئي عالي ولها طبيعة غروية ولا تنفذ من خلال الاغشية شبه النفاذة ولها صفات امفورتيرية أي انها تتصرف كحامض في الوسط القاعدي أو كقاعدة في الوسط الحامضي، وتتحلل الى احماض امينية بصورة عامة .

الاحماض الامينية والاواصر الببتيدية

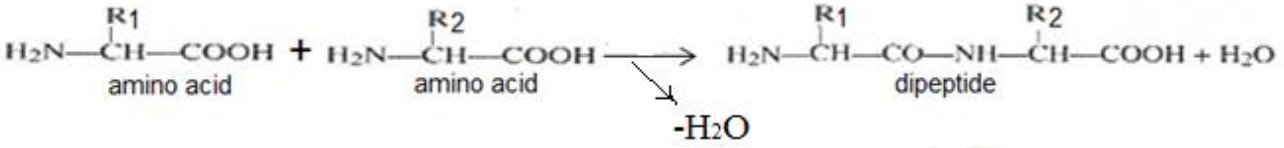
تتحد الاحماض الامينية مع بعضها في تكوين البروتينات خلال اواصر أميديه التي تتكون بين مجموعة الكربوكسيلية(الفا) والمجموعة الامينية وتسمى هذه الاواصر بالأواصر الببتيدية.



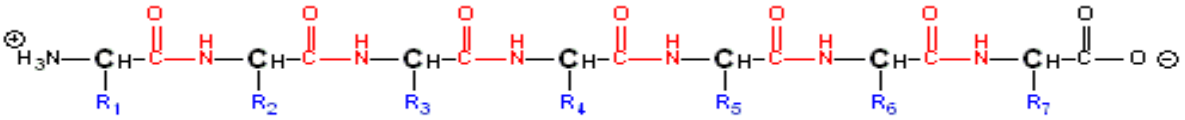
تسمى المواد الناتجة من تكوين الاواصر بالببتيدات ويطلق على الببتيدة المتكونة من حامضين امينيين بالببتيدة الثنائية والتي تحوي على عدة احماض امينية بالببتيدة المتعددة وتكتب المجموعة الكربوكسيلية الى اليمين من ذرة الكاربون الفا والمجموعة الامينية الى اليسار منها.



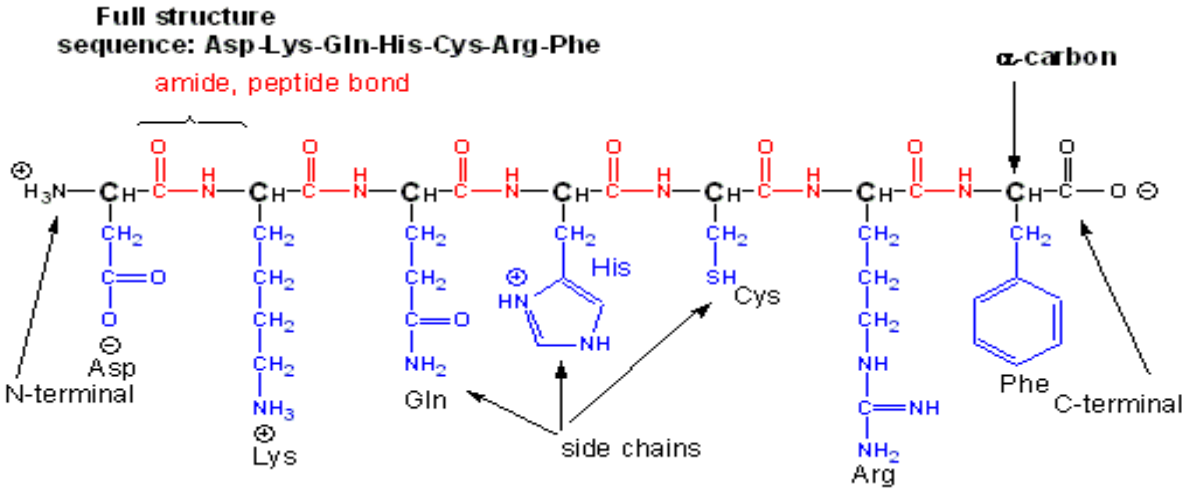
وعند اتحاد حامضين امينيين يكونان ببتيدة ثنائية كما في الشكل ادناه



ببتيدة ثنائية



قطعة من سلسلة ببتيدية

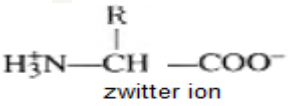


الاواصر الببتيدية مقاومة للتحلل وتستعمل الحوامض والقواعد القوية ولفترات طويلة لإكمال التحلل لكن تتحلل بواسطة الانزيمات المتخصصة على درجة حرارة معتدلة وبوقت قصير جدا مقرنة بالحوامض والقواعد، والانزيمات المحللة للبرتين تقسم الى صنفين:

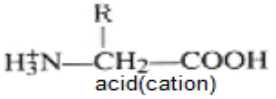
يحلل الببتيدات الداخلية انزيمات من نوع الداخلية للبروتينات والصنف الاخر هو انزيمات الببتيدات الخارجية exopeptidases وهذه الاخيرة تقوم بتحليل وازالة الاحماض الامينية بشكل متعاقب من نهايتي السلسلة الببتيدية المتعددة وهذه الانزيمات تضم carboxypeptidase الذي يزيل الحامض الاميني من النهاية الكاربوكسيلية و aminopeptidase الذي يزيل الحامض الاميني من النهاية الامينية.endopeptidases وهذه الانزيمات تقوم بتحليل الاواصر الببتيدية

خواص الاحماض الامينية

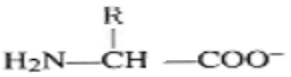
للأحماض الامينية صفات ايونية ويحتوي كل حامض اميني على مجموعتين متأينتين على الاقل واحدة تعطي البروتون والاخرى تأخذ البروتون وهما المجموعة الكاربوكسيلية والمجموعة الامينية ويطلق على الحامض الاميني في وضعه المتأين بأيون زويتر(zwitter ion).



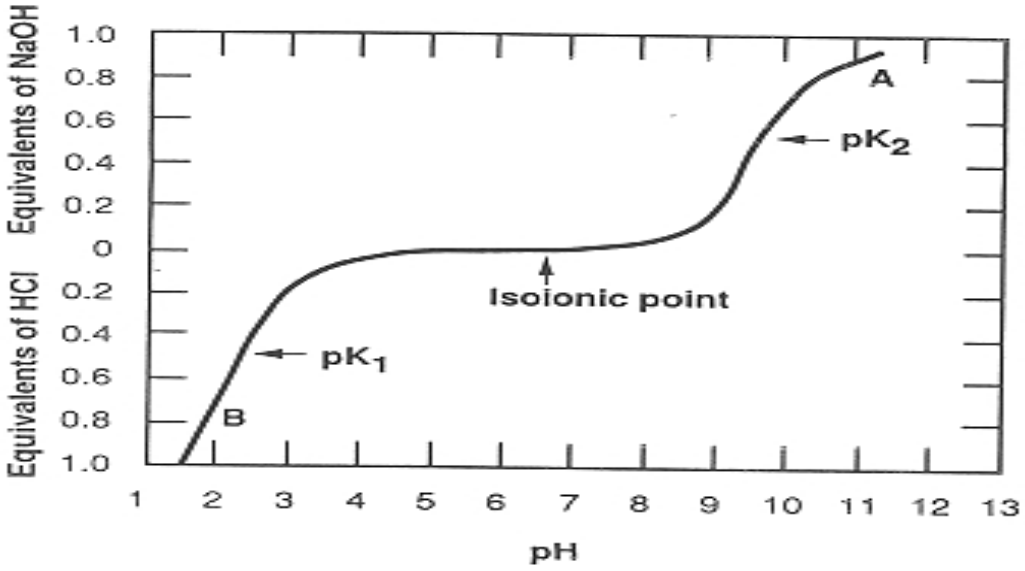
وعلى قيم واطئة من من الـ pH يكون الحامض الاميني(موجب الشحنة ويسمى كاتيون

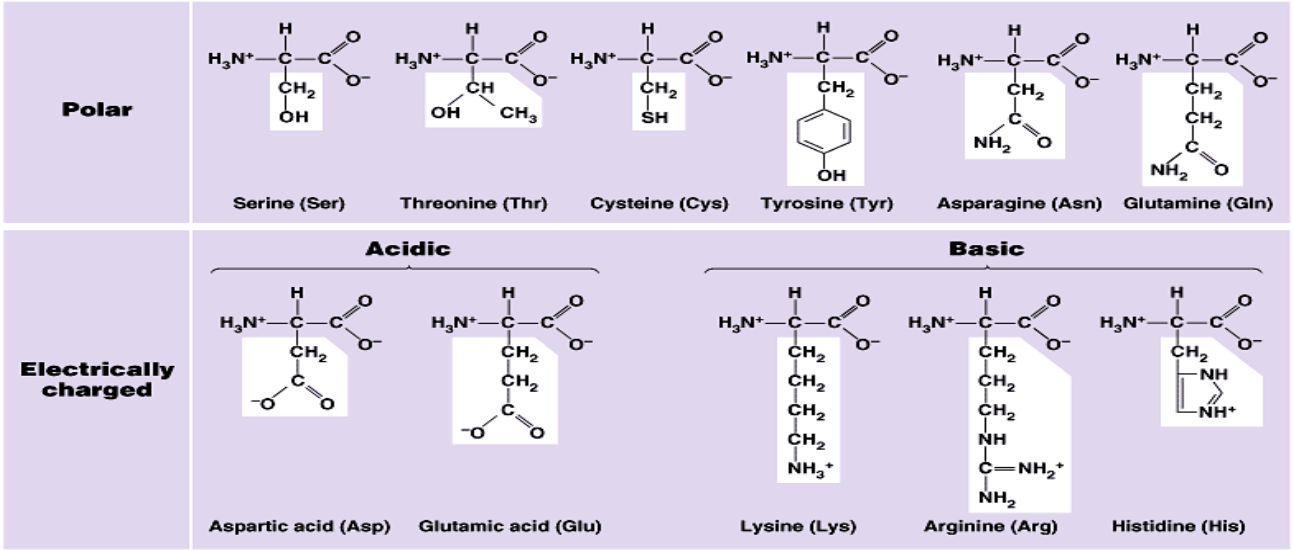


اما على قيم عالية من الـpH فيكون الحامض الاميني سالب الشحنة ويسمى أنيون.



وعلى قيم وسطسية من الـpH بين الـ(pka) للكاتيون والانيون لايهاجر الحامض الاميني في المجال الكهربائي لتعادل الشحنات السالبة والموجبة التي يحملها وتسمى هذه النقطة بنقطة التعادل الكهربائي(isoelectric point)





تصنيف البروتينات

تصنف البروتينات الى بسيطة simple ومقترنة conjugated ومشتقة derived .

أ-**البروتينات البسيطة** وهي البروتينات التي تعطي احماض امينية فقط عند تحللها وتشمل :

١-الالبومين (ahbumin) يذوب في الماء والمحاليل الملحية ويتخثر بالحرارة مثل البومين البيض والحليب والسيرم وال(legumetin) في البازلاء والـ(leucosin) في الحنطة.

٢-الكلوبيولين(globulin) يذوب في المحاليل الملحية المتعادلة للاحماض والقواعد القوية مثل كلوبيولين سيرم الدم والمايوسين في العضلات واليكيومين في البازلاء.

٣-الكلوتينات (glutelins) تذوب في القواعد والحوامض المخففة جداً ولاتذوب في المذيبات المتعادلة، توجد هذه البروتينات في النباتات فقط مثل كلوتين الحنطة وأوريزنين الرز.

٤-البرولامينات (prolamins) تذوب في ٥٠-٩٠% كحول ولاتذوب في الماء او الكحول المطلق وتوجد البروليانات في النبات فقط مثل الكلايدين في الحنطة والزين في الذرة والهوردين في الشعير.

٥-السكليروبروتينات(scleroproteins) لا تذوب في المحاليل المتعادلة وتوجد في الحيوانات فقط مثل الكولاجين والكيراتين للأنسجة الرابطة والعظام والقرون.

٦-الهستونات(histones) تحتوي على كميات كبيرة من الاحماض الامينية القاعدية ، توجد في الحيوانات وتذوب في الماء والحوامض والقواعد المخففة مثل الهستونات الموجودة في البنكرياس.

٧-البروتامينات(protamines) تعتبر من البروتامينات القاعدية القوية ولها اوزان جزيئة اقل م الاميني الهستونات تذوب في الماء والامونيا ولا تتخثر بالحرارة وهي غنية جداً بالحامض الارجينين اذ يشكل ٧٠-٨٠% من مجموع الاحماض الامينية.

ب-البروتينات المرتبطة

تحتوي هذه البروتينات على جزء غير بروتيني في تركيبها مثل السكريات واللبيدات ومجاميع عضوية والاحماض النووية.

١-البروتينات النووية(nucleoprotein): وتتكون من اتحاد البروتينات مع الاحماض النووية.

٢-البروتينات الدهنية (lipoproteins): عبارة عن اتحاد بين البروتينات والدهون مثل الكولسترول واللسثين، توجد في النوية وفي الدم وصفار البيض والحليب والدماغ والانسجة العصبية والجدار الخلوي.

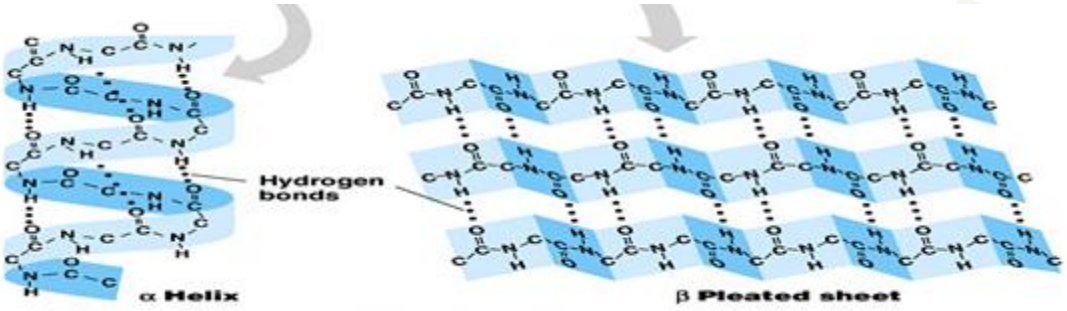
٣-البروتينات الملونة(chromoprotein): مثل الفلافوبروتين والكلوروفيل والهيموكلوبين والفيريتين.

٤-البروتينات السكرية(glycoproteins): تتكون من اتحاد البروتينات مع السكريات .

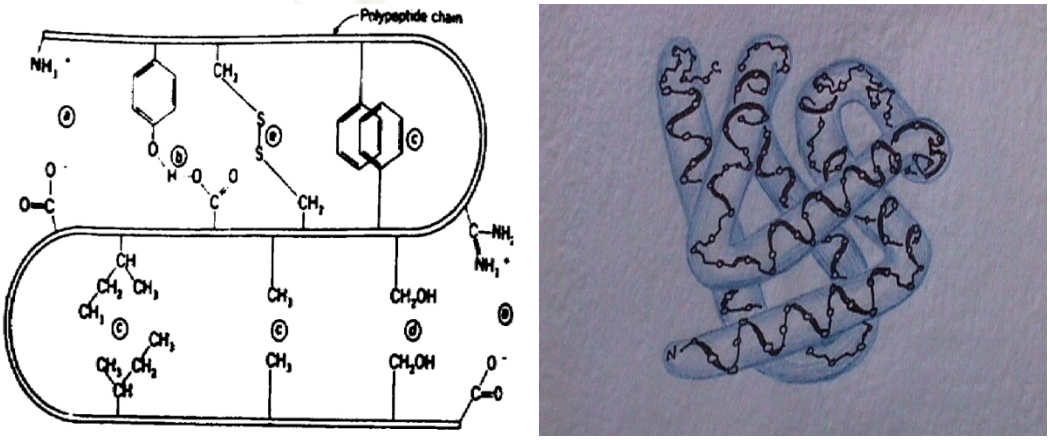
ج-البروتينات المشتقة: وتشمل جميع ناتج تحلل البروتينات الموجودة في الطبيعة.

تركيب البروتينات

- التركيب الاولي:هو عبارة عن مئات من الاحماض الامينية مرتبطة مع بعضها بروابط ببتيدية مكونة سلسلة غير متفرعة، تعتمد والكيميائية الصفات الفيزيائية للبروتين على الاواصر الببتيدية والسلاسل الجانبية القصيرة.
- التركيب الثاثوي: هو عبارة عن شكل حلزوني للسلاسل الببتيدية المتعددة والذي يتكون بواسطة الاواصر الهيدروجينية بين مجاميع NH- والـ C=O وقد تكون الاواصر الهيروجينية ظمن السلسلة الواحدة اوسلسلتين متجاورتين الشكل .



التركيب الثلاثي (tertiary structure) هو انطواء السلسلة وتوجد عدة عوامل تساعد على ثباتية هذا التركيب الشكل:



الشكل تركيب البروتين الثلاثي

هناك عدة قوى تحافظ على ثباتية هذا الشكل من التغيير:

*-تجاذب الكتروستاتيكي بين الاحماض الامينينية الحامضية والقاعدية.

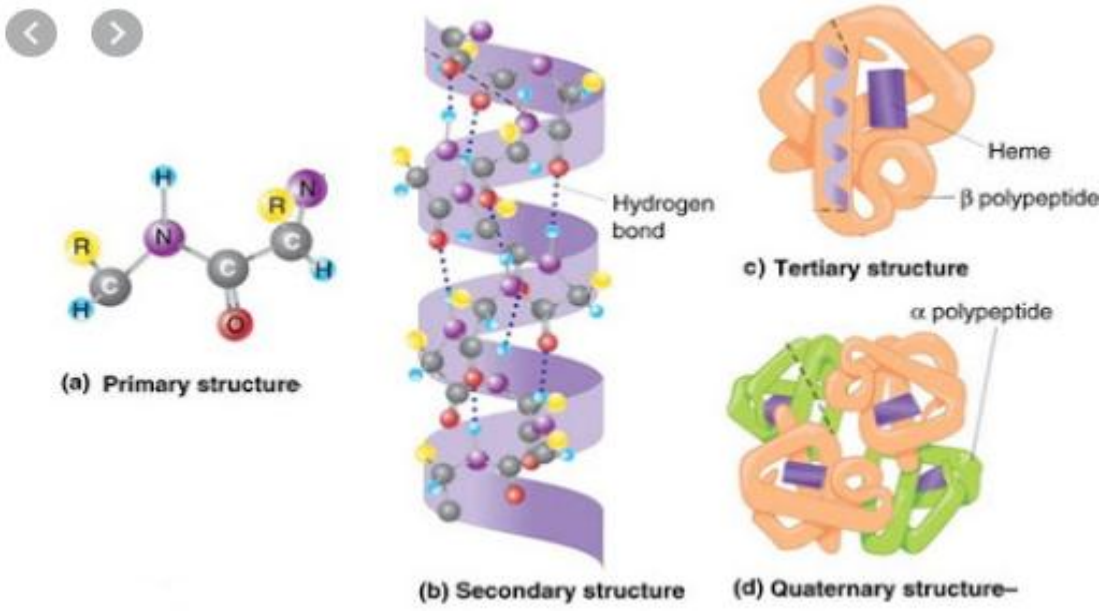
*-اواصر هيدروجينية بين التايروسين ومجموعة كاربوكسيلية لحامض اميني اخر.

*–تجاذب المجاميع غير المحبه للماء(hydrophobic) مع بعضها.

*–تجاذب قطب ثنائي مع قطب ثنائي.

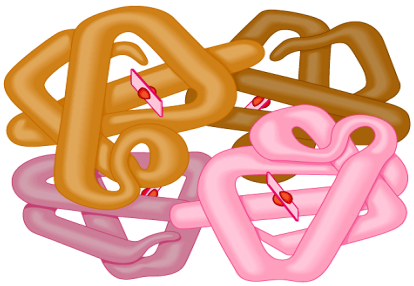
*–اصرة ثنائية الكبريت(disulfide).

جميع هذه القوى تساهم في تشكيل التركيب الثنائي والثلاثي واعطائه الثباتية وتساهم في تماسك جزيئية البروتين وجعلها في الوضع الطبيعي وخاصة الانزيمات حيث ان التركيب النهائي لجزيئة الانزيم هو نتيجة الفعل المشترك بين التركيب الثانوي والثلاثي بحيث يكون الموقع الفعال(active site) في الانزيم بوضع يسهل تماسه مع المادة الاساس (substrate) وهي المادة التي يعمل عليها الانزيم .



الشكل الرباعي(guaternary structure)

يتشكل هذا التركيب من ارتباط وحدات من البروتين مع بعضها لتكوين الشكل الفعال للبروتين من الناحية البايولوجية، ومثال على ذلك انزيم الفوسفوريز الذي يحتوي على وحدتين متشابهتين من البروتين وكذلك



الهيموكلوبين الذي يحتوي على اربع وحدات متشابهة وهذا النوع يسمى التركيب الرباعي المتجانس . اما اذا كانت الوحدات غير متشابهة فيسمى التركيب الرباعي غير المتجانس مثل فايروس موزاييك التبغ المتكون من اتحاد الحامض النووي مع البروتين.

تغير الصفات الطبيعية للبروتين

تعرض البروتين الى المعاملات المختلفة كالحرارة والقواعد والحوامض والكحول او التعرض للأشعة فوق البنفسجية يؤدي الى تغيرت كبيرة في تركيب البروتين وهذا التغير يصحبه فقدان الصفات الطبيعية له وشكل الجزئية يفقد قابليته على الانطواء وهذا التغير لا يشمل الاواصر الببتيدية ولا تعاقب الاحماض الامينية في جزيئة البروتين.

في الصناعات الغذائية يساهم تغير الصفات الطبيعية للبروتين في اعطاء المنتج النكهة والقوام، وفي صناعة الالبان يتم اختيار المعاملات الحرارية المناسبة بناء على التغيرات الكيميائية التي تحدثها هذه المعاملات في المنتج، فمثلاً اختيار درجة حرارة البسترة على ٧٢م لمدة ١٥ ثانية لتفادي تغير الصفات الطبيعية لبروتينات الشرش ، واذا عومل الحليب على درجات حرارية عالية يودي الى ظهور الطعم المطبوخ وترسيب أيونات الكالسيوم ومقاومة الحليب للتخثر بواسطة انزيم الرنين.

تقل ثباتية العديد من البروتينات عند التجميد وبالأخص بروتينات الاسماك اذ يصبح قوامها مطاطياً ويفقد الرطوبة، وجسيمات الكازين تكون مقاومة للمعاملات الحرارية لكنها تتأثر بالتجميد.

توثر الحرارة عادة على التركيب الثلاثي للبروتين وتغير طبيعة معظم البروتينات ويحصل فيها دنترة (coagulation) بين ٥٥-٧٥م باستثناء البعض مثل الكازين الجلاتين حيث بالامكان غليهما دون حصول تغيرات في طبيعتهما.

الأحماض الامينية Amino acids

الأحماض الامينية الأساسية Essential amino acids:

الأحماض الامينية الغير الأساسية Non essential amino acids:

احماض امينية اساسية	احماض امينية غير اساسية
لايسين	تيروسين
ليوسين	سستاين
ايزو ليوسين	سيرين
مثيونين	كلوتاميك
فنيل الانين	اسبارتك
ثريونين	هيدروكسي برولين
فالين	برولين
تربتوفان هستيدين	كلايسين
هستيدين(للاطفال)	كلوتامين
	سستين

الاحتياجات من البروتينات

١-تقدر الاحتياجات من البروتينات للشخص البالغ بحوالي ٨، . غم / كغم من وزن الجسم المثالي في اليوم.

٢- تزيد هذه النسبة للأطفال في فترة النمو والمراهقة وأيضا إثناء الحمل والرضاعة.

٣-ينصح بان تكون ربع الكمية من مصدر حيواني وذلك للبالغين، وحوالي نصف الكمية للفئات الحساسة الذين يحتاجون للبروتين للنمو.

وظـائــف الـبــروتـيـنـــات

١- بناء انسجة الجسم وتعويض التالف منها (في حالة توافر مصادر الطاقة).

٢- المحافظة على توازن سوائل الجسم في معدلها الطبيعي كالدم والبلازما عن طريق الضغط الاسموزي.

٣- الإنزيمات عبارة عن بروتينات وهي المسئولة عن جميع التفاعلات الحيوية.

٤- الهرمونات مواد بروتينية : الأنسولين (يخفض مستوى السكر في الدم) والكلوكاجون (رفع سكر الدم)- الثيروكسن (ينظم عملية الأكسدة في الجسم للحصول على الطاقة).

٥- بروتينات الدم تحتوى على الهيموكلوبين الذي ينقل الأوكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم ونقل ثاني أكسيد الكربون من الرئتين إلى الخارج في هواء الزفير. كما تحتوى على أجسام مضادة مثل كاما كلوبيوبين والتي تكسب الجسم مناعة ضد المرض.

٦- تدخل في تركيب أحماض الصفراء.

٧- تدخل في تركيب الشعر والأظافر في الإنسان.

٨- تدخل في تكوين صبغة الميلانين التي تلون الشعر والجلد.

٩- تدخل في تكوين الغشاء المخاطي الذي يغطى الجهاز الهضمي ويحميه من تأثيرات الإنزيمات.

١٠- حامض الميثونين له دور في عدة عمليات حيوية في الجسم يدخل في تركيب الكولين، تكوين كرياتينين العضلات.

١١- تلعب دور في انتقال الصفات الوراثية.

١٢- تحافظ علي ميزان الحموضة والقلوية (pH= 7)، لاحتوائها علي مجموعة كربوكسيل وأمين (تعمل كحمض وقاعدة).

١٣- تدخل البروتينات مثل بروتين الاوبسن في تكوين مركب اورجوان الإبصار.

١٤- تعتمد مرونة الأوعية الدموية علي وجود بروتين (الالاستين)، كما إن المركبات الغير عضوية في العظام ترتبط بعضها ببعض بواسطة مادة الكولاجين وهي مادة بروتينية.

١٥- بعض الأحماض الامينية لها المقدرة علي أن تتحد مع بعض المواد السامة وتكون مواد غير سامة تطرد مع البول.

العوامل التي تؤثر على نشاط البروتين

١- درجة الحرارة.

٢. درجة الحموضة PH.

٣. تركيز الأملاح.

يختلف مدى تأثير كل واحد من هذه العوامل من بروتين إلى آخر.

التخثر البروتيني Denaturation

يسمى هدم المبنى الفراغي "الطّبيعي" للجزيء البروتين تخثراً.

تتضرّر عادة الأربطة الضّعيفة في البروتين التي أدّت إلى تحويل التركيب الأولي إلى التركيب الثانوي والثّلاثي والرّباعي في البروتين.

لا تتضرّر الأربطة الببتيديّة الموجودة بين الحوامض الأمينيّة في السّلسلة (أي التركيب الأولي) .

أمثلة على حدوث التخثر البروتيني

١. طبخ البيضة.

٢. تنظيف الجلد بالكحول.

٣- قتل ال E.coli عند الطّبيخ.

٤. حرق الأوعية الدّموية.

٥. تعقيم الأدوات الطبّية.

٦. تحويل الحليب إلى لبن.

التغيرات الكيميائية

تتغير طبيعة بعض البروتينات بحيث يصعب تحللها من قبل الانزيمات المحللة في الجهاز الهضمي او قد تؤدي الى تحوير في بعض الاحماض الامينية في طرف السلسلة الببتيدية ولا يستفاد من هذه الاحماض. ان تسخين البروتينات على درجات حرارية معتدلة بوجود الماء يؤدي الى **تحسين قيمتها الغذائية** بصورة ملحوظة ، مثل تثبيط انزيم الثايامينيز الموجود في السمك بواسطة الحرارة حيث يقوم هذا الانزيم بتحليل الثايامين ومن ثم تلفه.

من اهم التغيرات التي تحصل في البروتينات نتيجة المعاملات الحرارية هو حدوث التفاعلات البنية غير الانزيمية بوجود السكريات المختزلة، وقد تتلف بعض الاحماض الامينية عند تسخينها بعدم وجود السكريات ايضاً.

المصادر: الدكنور باسل كامل داللي، الدكتور كامل حمودي الركابي، ١٩٨٨م