الفصل الخامس

الأحماض الأمينية والبروتينات

Amino Acids and Proteins

حاول عدد من العلماء في القرن الثامن عشر دراسة طبيعة المواد الحيوانية والنباتية ومنهم العالم الفرنسي Denis papin (١٦٤٧ – ١٧١٢ م) الذي وضع الأسس لدراسة المواد البروتينية اذ كان يطلق على هذه المواد الحيوانية اسم بالمواد الزلالية Albuminous بعدها جاء العالم الهولندي Gerardus Mulder (١٨٠٢ – ١٨٨٠) الذي كان أول من اطلق على هذه المواد اسم proteins وهي كلمة يونانية تعني الذي يأتي اولاً او يحتل المركز الاول لما لها من أهمية في تركيب وتنظيم عمل وحركة اعضاء جسم الكائن الحي ذلك أنه بدونها لاتوجد حياة. ثم توالت الدراسات عن البروتينات وتشعبت متطلبات دراستها بمختلف أنواعها وتعقيداتها واهميتها للانسان.

Definition

تعريف البروتينات

وهي مواد عضوية نتروجينية معقدة التركيب ذات أوزان جزيئية عالية (١٣ ألف الى عدة ملايين) موجودة في جميع الخلايا الحيوانية والنباتية حيث تكوّن نسبة عالية من بروتوبلازم الخلية وجدارها وتتحلل بفعل الأحماض والقواعد والإنزيمات الى وحدات جزيئة أصغر تسمى الأحماض الأمينية Amino Acids تتكون بصورة رئيسية من عناصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين ويدخل النتروجين عنصراً اساساً في تركيب البروتينات

فضلاً عن عنصر الكبريت والفسفور ويصاحب تركيب البروتينات وجود عناصر أخرى بصورة أقل مثل الحديد والزنك واليود والنحاس وغيرها من العناصر المعدنية وعادة يكون ذلك مرتبطاً بتخصص البروتين نفسه كوجود عنصر الحديد في الهموكلوبين والفسفور في بروتين الحليب بالكازين. والجدول (٥ – ١) يوضح نسب العناصر الرئيسة في تكوين البروتينات.

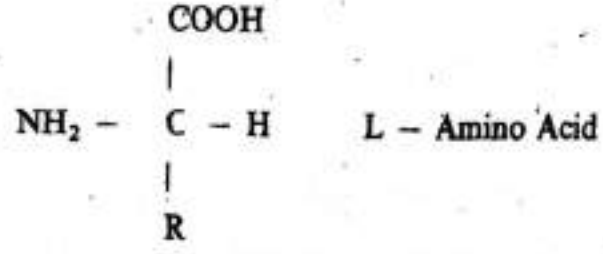
جدول (٥ – ١) : نسبة العناصر الرئيسة في البروتينات

العنصر		النسبة المئوية
الكاربون	C	٥٣
الهيدروجين	H	٧
الاوكسجين	O	٢٣
النتروجين	N	١٦
الكبريت	S	١

يكون البروتين المكون الرئيس لجسم الانسان ، اذ يمثل حوالي ٢٠ ٪ من وزن الجسم – فالعضلات والانسجة الرابطة والعظام والدماغ والدم والجلد والشعر والاظافر والهورمونات والأنزيمات كلها في أساس تركيبها هو بروتين. وحدها العضلات تكون حوالي ٥٠ ٪ من كمية البروتين الموجود في الجسم.

الأحماض الأمينية Amino Acids

هي أصغر وحدة بنائية في تركيب البروتين وعند ارتباط بعضها مع بعض بالاواصر البيتيدية peptide linkage تكون البروتين . ولقد تم تشخيص ودراسة حوالي ٢٠ – ٢٢ حامضاً أمينياً وهي الشائعة في الطبيعة وهي مركبات تحتوي على مجموعة أمينية (NH_2) Amino group القاعدية ومجموعة الكاربوكسيل Carboxyl group (COOH) الحامضية. والصيغة التركيبية للأحماض الأمينية هي :



كل الأحماض الأمينية التي تنتج عند تحليل البروتينات الطبيعية الـ Native proteins هي من نوع ألفا Amino Acids – α وهي التي تتميز بأن تكون مجموعة الأمين فيها مرتبطة بذرة الكاربون المرتبطة بالمجموعة الكاربوكسيلية تكون أيضاً من نوع L– Configuration .

وبتغيير مجموعة الـ R من تركيب الى آخر تعطي أحماضاً أمينية مختلفة فقد تكون الـ R ذرة كاربون اذ يكون أبسط أنواع الأحماض الأمينية وهو الكليسين Glycine وقد تكون سلسلة كاربونية مستقيمة اومتشعبة او تراكيب حلقية وتحتوي بعضها على عنصر الكبريت. ويمكن تقسيم الأحماض الأمينية حسبما هو موجود في الجدول ٥-٢ :-

آ- نسبة الى ماتحتويه الاحماض الامينية من مجموعة امينية اوكاربوكسيلية :

١ - أحماض أمينية تحتوي على نفس العدد من المجاميع الأمينة والكاربوكسيلة وهي أحماض أمينية متعادلة Neutral Amino Acids

٢ - عدد المجاميع الكاربوكسيلية اكثر من المجاميع الامينية وهي احماض أمينية حامضية Acidic Amino acids

٣ - عدد المجاميع الأمينية اكثر من المجاميع الكاربوكسيلية وهي أحماض امينية قاعدية Basic Amino Acids

ب- نسبة الى نوع وشكل السلسلة الكاربونية :

١ - أحماض أمينية أليفاتية Aliphatic Amino Acids

٢ - أحماض أمينية حلقية غير متجانسة Heterocyclic Amino Acids

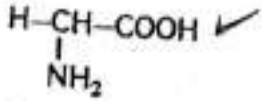
٣- أحماض أمينية حلقية أروماتيكية Aromatic Amino Acids

٤ - أحماض أمينية تحتوي عنصر الكبريت Sulfur containing Amino Acids

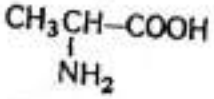
الجدول (ز-٢): تركيب الأحماض الأمينية

Monoamino monocarboxylic

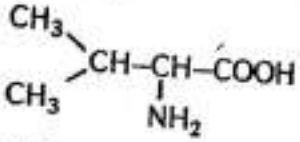
Glycine



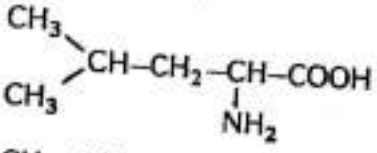
Alanine



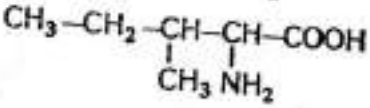
[a]Valine



[a]Leucine

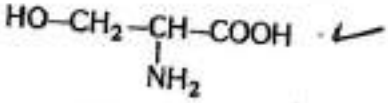


[a]Isoleucine

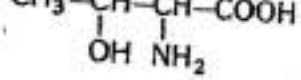


Hydroxyl-containing

Serine

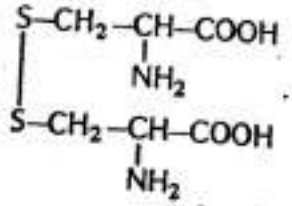


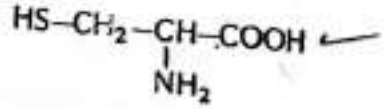
[a]Threonine



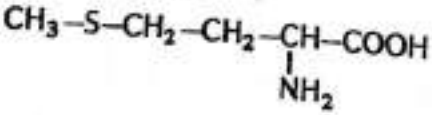
Sulfur-containing

Cystine (and cysteine)



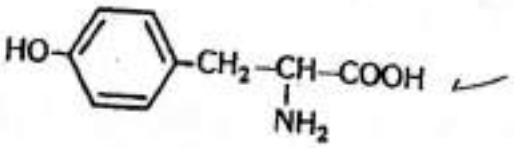


[a]Methionine

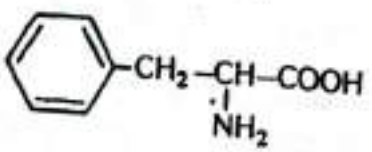


Aromatic

Tyrosine



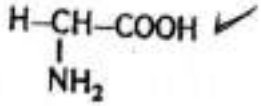
[a]Phenylalanine



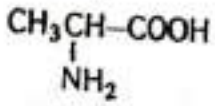
الجدول (٥-٢): تركيب الأحماض الأمينية

Monoamino monocarboxylic

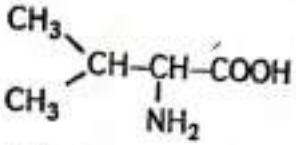
Glycine



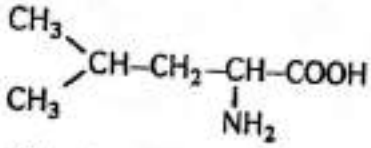
Alanine



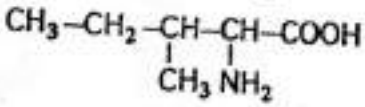
[a]Valine



[a]Leucine

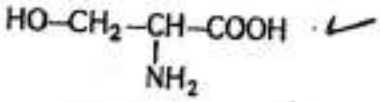


[a]Isoleucine

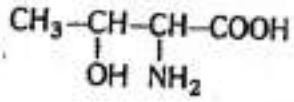


Hydroxyl-containing

Serine

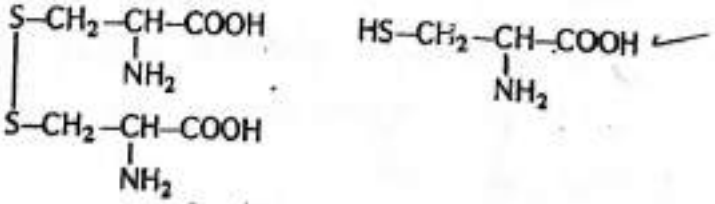


[a]Threonine

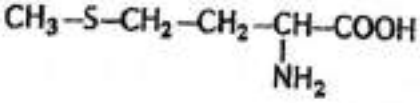


Sulfur-containing

Cystine (and cysteine)

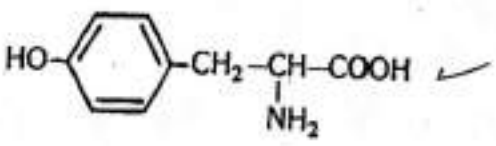


[a]Methionine

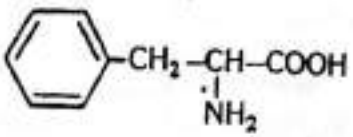


Aromatic

Tyrosine



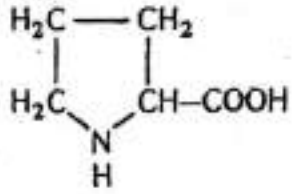
[a]Phenylalanine



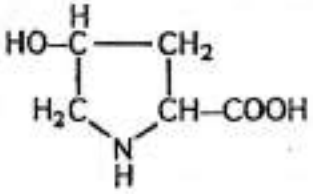
تابع جدول(۵-۲)

Heterocyclic

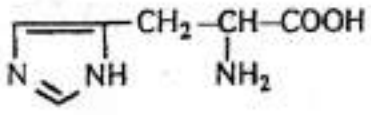
Proline



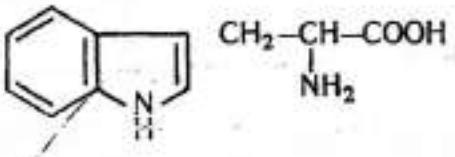
Hydroxyproline



[b]Histidine

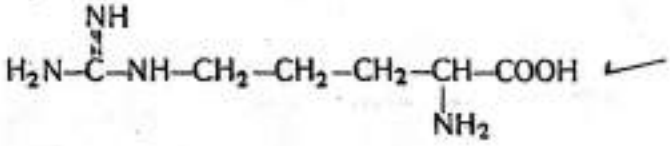


[a]Tryptophan

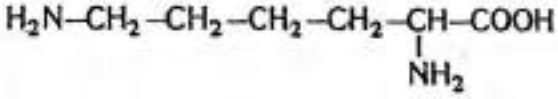


Diamino monocarboxylic (basic)

Arginine

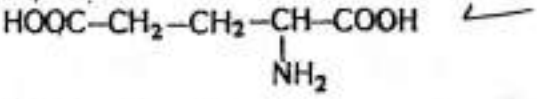


[a]Lysine

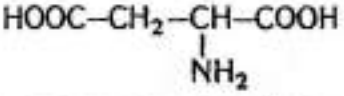


Monoamino dicarboxylic (acidic)

Glutamic acid



Aspartic acid



[a]Essential to the adult human.
[b]Essential to infants; may be essential to adults

ان احتياجات الجسم للبروتين يكون على صورتين الأولى هي الحاجة الى النتروجين حيث يستطيع الجسم ان يحصل على النتروجين من البروتين المهضوم والصورة الثانية هي حاجة الجسم الى الأحماض الأمينية بصورة خاصة. اذ يحتاج الجسم الى عدد من الاحماض الامينية التي لايستطيع من تكوينها او تمثيلها من النتروجين والعناصر العضوية الاخرى او من الاحماض الامينية الاخرى ولهذا عليه ان يحصل عليها في الغذاء فتصبح ضرورة له ان يجدها في الغذاء وهذه الاحماض تسمى الأحماض الأمينية الضرورية الـ Essential Amino Acids وقد وجد ان هناك ثمانية أحماض أمينية ضرورية في تغذية الانسان البالغ من مجموع الأحماض الامينية الاخرى المعروفة. لقد عد حامض الهستدين لفترة طويلة حامضاً ضرورياً للاطفال لكن في الفترة الاخيرة ثبت أنه ضرورياً في تغذية البالغين ايضاً.

هناك أحماض امينية تصنف على انها نصف ضرورية Semiessential Amino Acids وهي حامض السستين Cystine وحامض التيروسين Tyrosine بسبب عند وجودهما في البروتين فانهمايقللان من حاجة الجسم الى كل من حامض الميثايونين Methionine وحامض الفينايل الانين phenylalanine على التوالي وكلاهما ضروري للجسم ويمكن تمثيل السستين والتيروسين منها على التوالي ايضا.

وبما انه يمكن تعويض حوالي ٥٠٪ و ٧٥٪ من كل من الميثايونين والفينايل الانين بوساطة السستين والتيروسين على التوالي فإن لهذين الحامضين السستين والتيروسين اهمية في القيمة الغذائية للبروتينات.

اما باقي الأحماض الأمينية الأخرى فيمكن للجسم أن يصنعها او يمثلها داخل الجسم من من أحماض أمينية أخرى حيث يستطيع الجسم من تكوين الهيكل الكاربوني لها ايضا من النواتج الوسطية في عملية تمثيل الكاربوهيدرات والدهون ثم يضاف إليها مجموعة الأمين التي يمكن الحصول عليها من الاحماض الامينية الضرورية حيث يمكن تعويضها كلها من احماض امينية اخرى وبهذا يكون وجودها في الغذاء غير ضروري فتسمى الاحماض الامينية غير الضرورية Nonessential Amino Acids جدول ٥-٣ يبين تصنيف الاحماض الامينية نسبة الى ذلك. يجب ان لايساء فهم اطلاق كلمة غير ضروري او غير أساسي على الاحماض الامينية المسماة كذلك فيسري ذلك على اهميتها الحقيقية للانسان. الفرق بين الاحماض الضرورية وبين الاحماض الامينية غير الضرورية هو في عدم مقدرة الجسم على تكوين الهيكل الكاربوني للاحماض الامينية الضرورية على حين يستطيع ذلك بالنسبة للاحماض الامينية غير الضرورية. كذلك فان الاحماض الامينية غير الضرورية

تكون حوالي ٤٠٪ من أنسجة الجسم البروتينية ووجودها في الغذاء يوفر الاحماض الامينية الضرورية للقيام بدورها ووظائفها الأساس في الجسم فضلاً عن انها توفر وتمد الجسم بالنتروجين اللازم لبناء المركبات النتروجينية الاخرى في أنسجة الجسم.

الجدول (٥-٣): تصنيف الاحماض الامينية حسب ضرورتها للانسان

ESSENTIAL AMINO ACIDS	SEMIESSENTIAL AMINO ACIDS	NONESSENTIAL AMINO ACIDS
Isoleucine	Cystine	Alanine
Leucine	Tyrosine	Arginine
Lysine		Aspartic acid
Methionine		Cysteine
Phenylalanine		Glycine
Threonine		Glutamic acid
Tryptophan		Hydroxylysine
Valine		Hydroxyproline
Histidine		Proline
		Serine

تصنيف البروتينات Classification of proteins

عادة تصنف البروتينات على أساس تركيبها الكيمياوي او اقترانها بالمواد الاخرى العضوية وغير العضوية وهي:

I - البروتينات البسيطة Simple Proteins

تكون أبسط أنواع البروتينات وهي مكونة من بيتيدات وسلاسل مكونة فقط من الاحماض الامينية. وتقسم هذه المجموعة الى:

آ- البروتينات الليفية (النسيجية) Scleroproteins(Fibrous Proteins)

وتشمل البروتينات غير الذائبة او مقاومة للمذيبات وتكون الاجزاء الداعمة Protective functions للأعضاء الحيوانية ويطلق عليها أسم Albuminoids ومن امثلة هذه البروتينات مايأتي:-

١ – الكولاجين Collagens

يعدالأساس في تركيب الأنسجة الرابطة Connective tissues والجلد والغضاريف والعظام وعادة تكون مقاومة للهضم بوساطة أنزيمات الجهاز الهضمي مثل أنزيم البيسين والتريسين. ويمكن تحويله الى مايسمى بالجيلاتين بغليه بالماء وكذلك بالقواعد والحوامض المخففة ويتكون أساساً من ثلاثة احماض امينية هي الكليسين والبرولين والهيدروكسي برولين وهي الاحماض التي تميز هذا النوع من البروتينات.

٢ – الكيراتين Keratins

وتكون الأنسجة الواقعة في جلد الحيوانات والاظافر والشعر والقرون والحوافر والريش. وهي مقاومة لانزيمات البيسين والتريسين وغير ذائبة في الأحماض والقواعد المخففة والمذيبات العضوية. ويحتوي على نسبة عالية من حامض السستين ويعزى اليه سبب قوة هذه البروتينات لوجود الآصرة الكبريتية المكونة بين جزيئات الحامض.

٣ – الاستين Elastins

توجد في الغضاريف وجدار الشرايين حيث تعطيها صفة المرونة وتجعلها اكثر سهولة للهضم بوساطة البيسين والتريسين من النوعين الآخرين. وعادة يصاحب الكولاجين في تركيب الأنسجة.

ب – البروتينات الكروية الذائبة Globular Proteins (Soluble)

وتمثل البروتينات الذائبة ولها شكل مكور نتيجة التفافها على بعضها وتكوين اواصر كبريتية وغيرها بين اجزائها البيتيدية ومن هذه البروتينات:

١ – الالبومينات Albumins

وهي بروتينات تذوب في الماء والاملاح وتتخثر بالحرارة Coagulable او تغيير طبيعتها denatured ومن هذه البروتينات بروتين البيض في البياض Ovalbumin والـ Lactalbumin الحليب وسيرم الدم Serum albumin.

٢- الكلوبيولينات
Globulins

من ظواهر هذه البروتينات انها لاتذوب في الماء بل تذوب في المحاليل المخففة للاحماض والقواعد وتتغير طبيعتها بالحرارة وسهولة تخثرها. من أمثلة هذه البروتينات كلوبيولين الدم Serum globulin والعضلات والحليب Lactoglobulin و thyroglobulin في الغدة الدرقية Thyroid gland و Ovoglobulin في البيض ومن البروتينات النباتية منها مثل ال edestin في بذور القنب hemp وال amandin في بذور اللوز almond.

٣- الكلوتيلينات
Glutelins

عادة تكون بروتينات نباتية ومنها الحبوب وهي غنية بالأحماض الأمينية ولاسيما حامض الكلوتامك والارجنين والبرولين وهي تذوب في المحاليل الملحية والحامضية والقاعدية ولا تذوب في الوسط المتعادل. ومن أمثلة هذه المجموعة :

كلوتنين القمح glutenin وهو مزيج من بروتين الكلوتين gluten والكليادين gliadin.

٤- البرولامينات
Prolamins

وتسمى البروتينات الذائبة في الكحول بتركيز ٧٠- ٨٠٪ كحول Alcohol soluble Proteins وهي بروتينات نباتية أيضاً ولا تذوب في الماء والمحاليل المتعادلة ومن الأمثلة عليها هو بروتين الذرة الزئين Zein وبروتين الشعير hordein الهوردئين وبروتين القمح الكليادين gliadin وبروتين الكفارين Kafirin لنبات الكافير Kafir.

٥- البروتامينات
Protamines

وهي بروتينات ذات اوزان جزيئية قليلة نسبياً وتتكون من ببتيدات متعددة وتذوب في الماء ولا تتخثر في الحرارة وتحتوي على نسبة عالية من حامض الأرجنين Arginine وتتحلل بوساطة انزيم التربسين Trypsin ولا تتحلل بأنزيم الببسين pepsin ومن الامثلة على هذه البروتينات : بروتين السالمين Salmine لسمك السلمون وبروتين الستورين Sturine في سمك الستورجين Sturgeon وبروتين السكومبرين Scombrine في سمك المكرل Mackerel.

Histones

٦- الهستونات

وهي تذوب في الماء وفي المحاليل المخففة وتتخثر بالحرارة ويغلب على تركيبها الاحماض الامينية القاعدية ومنها حامض الارجنين وحامض الليسين وكذلك حامض التيروسين ويفتقر الى حامض التربتوفان. ويتحلل بالانزيمات البيسين والتربسين وعادة يصاحب الاحماض النووية، اذ له دور في الوراثة مثل بروتين الـ nucleohistone ومثال هذه البروتينات بروتين السكومبرون Scombrone بروتين سمك المكرل Mackerel او الاسقمري.

Conjugated Proteins

H- البروتينات المرتبطة

وهي بروتينات مكونة من جزء بروتيني مع جزء آخر غير بروتيني يدعى الـ Prosthetic group كالكاربوهيدرات والدهون. ومن هذه البروتينات ما يأتي :

Nucleoproteins

أ- النيوكليوبروتينات

تتكون من ارتباط الاحماض النووية مع جزيئة أو أكثر من البروتين في داخل النوية يكون البروتين مرتبط مع حامض DNA وعادة يكون البروتين من نوع البروتامين والهستون وفي السايتوبلازم مع الحامض الـ RNA ويكون مايسمى بالرايبوسومات Ribosome الذي له دور في تخليق البروتينات.

Mucoproteins

ب- الكليكوبروتينات Glycoproteins والميكوبروتين

مكونة من ارتباط الكاربوهيدرات بالبروتينات وعادة تكون المواد الكاربوهيدراتية أقل من ٤٪. أما الميكوبروتين فمكونة من نسبة أعلى من ٤٪ كاربوهيدراتية وعادة عند تحليل هذه المواد الكاربوهيدراتية تنتج سكريات امينة Hexosamines وكذلك حامض اليورونيك uronic acid وتسمى هذه الكاربوهيدرات السكريات المخاطية Mucopolysaccharides ومثال على هذه البروتينات الميوسين Mucin في جدار المعدة gastric mucoid وكذلك هو موجود في البيض مثل Ovomucoid الكلوكوبروتينات منها أنواع الكلوبيولينات الدم serum globulin α, β, γ

جـ – الفوسفوبروتينات Phosphoproteins

مكونة من بروتينات متحدة مع مركبات تحتوي على حامض الفوسفوريك وعادة يرتبط بحامض السيرين والثريونين في سلسلة البروتين. مثال هذه البروتينات الكازين Casein ، بروتين الحليب وكذلك بروتين اوفوفيتلين Ovovitellin في صفار البيض.

د– كروموبروتين Chromoproteins

بروتينات تحوي على مجموعة أخرى لونية تسمى Chromophoric group أو Prosthetic group كوجود أحد العناصر المعدنية مثل الهيموكلوبين Hemoglobin وبروتينات الفلافوبروتينات Flavoproteins في السايتوكرم Cytochromes .

هـ – الليبوبروتينات Lipoproteins

بروتينات تتحد بالكلسريدات أو بالدهون وغيرها مثل الليبوبروتينات الموجودة في الدم وكذلك ليوفيتلين lipovitellin في صفار البيض .

و– ميتالوبروتينات Metalloproteins

بروتينات متحدة بالمعادن والممثلة لهذه المجموعة هي الانزيمات مثل الأرجنيز Arginase وجود عنصر المغنيسيوم والمنغنيز وانزيم التيروسينيز Tyrosinase يتطلب وجود عنصر النحاس وانزيم الكاربونيك انهدريز Carbonic anhydrase يتطلب وجود عنصر الزنك. ويمكن تصنيف الهيموكلوبين ضمن هذه المجموعة ايضاً.

III– البروتينات المشتقة Derived proteins

وهي نواتج تحلل البروتينات ومكونة من سلاسل ببتيدية مثل الببتونات peptones والببتيدات peptides وكذلك البروتينات المعاملة حراريا والمغيرة طبيعيا Denatured proteins وكذلك البروتينات المتخثرة Coagulated proteins

الوظائف الحيوية والفسيولوجية للبروتينات Function of Proteins

للبروتينات عدة وظائف متنوعة في خلايا وأنسجة الجسم ومن الضروري توفرها بالكمية والنوعية التي يحتاجها الجسم لتوفر كل عوامل الصحة والسلامة واستمرار خلايا وأعضاء الجسم بوظائفها بكفاءة عالية ومن هذه الوظائف :

١ – حاجة الجسم في النمو وبناء أنسجة الجسم Growth and tissuesMaintenance

يعد البروتين مادة بناء الأنسجة والبروتوبلازم وسوائل الجسم عامة . اذ يكون المكون الرئيس والأساس لبناء كل خلية في الجسم فالعضلات والأنسجة الرابطة والعظام والدماغ والدم والجلد والشعر والاظافر والهورمونات والانزيمات كلها تحتوي في تركيبها الأساس بروتين فقد يكون في بنائها الكلي بروتين أو يكون جزءاً منها . وأكثر حاجة الجسم للبروتين عند النمو ولاسيما في الطفولة منذ تكوين الجنين وحتى البلوغ . اذ يبدأ اهمية البروتين منذ اللحظة الاولى لتكوين الانسان في بداية الحمل ويقع على الام الحامل عبء ثقيل فيجب العناية الشديدة بتغذيتها تغذية سليمة ولاسيما من ناحية البروتين كماً ونوعاً لضمان النمو الجيد للجنين وسلامة أنسجة الام نفسها . ثم استمرار عملية الحمل ثم الوضع بنجاح . ثم تتبعها عملية الوضع والرضاعة حيث تحتاج الام الى كمية كبيرة من البروتين الجيد لانتاج الحليب لتغذية طفلها ولتعويض ذلك في بنية أنسجتها أيضاً . هكذا يستمر النمو في الحاجة الى البروتين حتى البلوغ . راجع الاحتياجات اليومية للبروتين.

٢ – تصليح وتعويض وبناء أنسجة الجسم

Repairing, Replacing and Building a new tissue

يحتاج الجسم البالغ للبروتين لاغراض التعويض وتجديد الانسجة البالية التي تفقد في الحالات الطبيعية وغير الطبيعية مثلاً في حالة الوضع الطبيعي لكريات الدم الحمر فأن الكريات تتحلل الى بكوناتها كل ١٢٥ يوماً تقريباً فيتطلب الجسم بناء كريات جديدة . كذلك تتجدد خلايا الكثير من الانسجة مثل الخلايا المبطنة للامعاء التي تتجدد بين حين وآخر كذلك تتجدد خلايا العضلات لكن بصورة بطيئة جداً ولو تجدد أي نسيج آخر، فأن العملية تحتاج الى بروتين في التجديد .

أما في الحالات غير الطبيعية مثل حالات المرض والحروق Burns والنزف hemorrhage او قطع أي جزء عند حدوث الجروح Wounds فتحتاج ايضاً الى البروتين في الاصلاح والترميم .

٣- مصدر طاقة Source of Energy

فضلاً عن البناء والاصلاح فأنَ البروتين يعد مصدر طاقة في الحالات الاضطرارية اذ أن غراماً واحداً من البروتين يعطي نحو ٤ سعرات حرارية ويستفاد الجسم من البروتين في تحرير الطاقة كاحتياطي أخير بعد الكاربوهيدرات والدهون ويستفاد الجسم من البروتين في حالتين :

أ- عندما تكون كمية الطاقة المستحصل عليها في الجسم من الكاربوهيدرات والدهون غير كافية او غير متوفرة لسد احتياجات الجسم فيضطر الجسم لاستخدام البروتين.

ب- عندما تتوفر كمية كبيرة من البروتين زائدة عن حاجة الجسم للوظائف الاخرى ولهذا فقد يتحول البروتين الزائد الى طاقة او الى طاقة مخزونة بشكل دهن.

ويعد بروتين الخلايا وسوائل الجسم الاحتياطي الاخير كطاقة بديلة عند عمليات الهدم الجسمية. وعادة يعد البروتين غير اقتصادي لتحرير الطاقة فضلاً عما يتسببه من مشاكل واجهاد للخلايا عند هدم البروتين والتخلص من نواتجه.

٤- الحفاظ على التوازن المائي في الجسم Maintain water Balance

تؤدي بروتينات سيرم الدم ولاسيما الالبيومين Albumins دوراً كبيراً في تنظيم حركة السوائل ومنها الماء بين الخلايا والدم وبسبب كبر حجم هذه البروتينات نسبياً فأنها تبقى خارج الخلايا اذ يكون من الصعب عليها الانتقال الى داخل الخلية وبهذا تحافظ على الضغط الأزموزي Osmotic pressure حيث يساعد على تبادل الماء من الخلية الى خارجها ولاسيما الماء الناتج عن العمليات الحيوية داخل الخلية Metabolic water او ماء الأكسدة Water of Oxidation لكن بسبب قلة البروتين يؤدي ذلك الى تجمع الماء داخل الخلايا والأنسجة فيسبب ما يسمى بالاستسقاء edema او الانتفاخ ويعرف هذا الاستسقاء بـ Low protein edema ويحدث عادة في البطن والارجل وعادة تحدث هذه الاعراض عند الاطفال المصابين بمرض الكواشيوركر Kwashiorkor والناس الجياع starving people.

٥- يحافظ على توازن الحموضة والقاعدية في الجسم Acid base Balance

يكون رقم الحموضة اوال pH لانسجة وخلايا الجسم حوالي ٧,٤ اي انه قلوي ضعيف والبروتين يعد من العوامل المهمة التي تحافظ على هذا الرقم من التغيير اذ

يعد البروتين من المركبات التي تسلك سلوك الحامض والقاعدة اعتمادا على وجود مجاميع الأمين والكاربوكسيل في جزيئاته ولهذا فأنه محاليله تعد مقاومة للتغيير في الـ High Buffer Capacity pH أي إن لها فعلاً تنظيماً عالياً.

٦- تدخل في تركيب عدد من المركبات المهمة حيوياً ومنها كل الأنزيمات وعدد من الهورمونات والاجسام المضادة Antibodies فالانزيمات جميعها في تركيبها هو بروتينات والهورمونات مثل هورمون الانسولين Insuliln يكون من سلسلتين من الأحماض الامينية وهورمون التيروكسين Tyroxine مكون من حامض الأميني التايروسين باليود وكذلك الأجسام المضادة يعد بروتينات مثل gammaglobin وهي الأجسام المناعية للدفاع عن جسم الانسان. لهذا فأن قلة البروتين المتناولة تضعف مقدرة الجسم على الدفاع ضد الأمراض والعدوى.

٧- فضلاً عن ذلك فأن البروتين والاغذية البروتينية تزود الجسم بصورة غير مباشرة بكثير من العناصر الغذائية الضرورية الاخرى مثل الحديد والفسفور والكبريت العضوي والفيتامينات مثلاً اللحوم تعد من الأغذية البروتينية فإنها تزود الجسم بحوالي ٤٠٪ من احتياجات الحديد و ٣٠٪ من احتياجات الثيامين (B_1) و٢٥٪ من احتياجات الرايبوفلافين (B_2) و٦٠٪ من احتياجات نياسين.

٨- وظائف خاصة لعدد من الاحماض الامينية Specific physiologic Roles

من المعروف ان كل الاحماض الامينية مهمة في بناء واصلاح الانسجة بالخلايا لكن هناك وظائف ولاسيما ومهمة لعدد من الاحماض الامينية ذكر عدداً منها بحامض الميثايونين عنصر مهم في عملية الـ Methylation وكذلك يدخل في تركيب مادة الكولين Choline وهو مادة اولية precursor لمادة الـ acetylcholine ويعد مادة مهمة في الجهاز العصبي لنقل الاشارات العصبية neurotransmitter فضلاً عن أن الحامض نفسه يعد مادة أولية لحامض الستين cystine الموجود في كثير من المركبات ومنها هورمون الانسولين وغيرها من البيتيدات.

يعد حامض التربتوفان مادة اولية لفيتامين النياسين او النيكلوتايد وكذلك مادة أولية لمادة السيروتينين Serotonin وهي ايضا مادة نقل الإشارات العصبية neurotrans-mitter ومادة ايضا مضيقة Vasoconstrictor في انقباض الاوعية.

كذلك حامض الفينايل الأنين وهو مادة أولية لحامض التيروسين ويعدان مادة أولية لتصنيع هورمون الـ Thyroxine وهورمون الابنفرين epinephrine وهو مادة تعد منبهاً لعضلة القلب وكذلك قابضة للاوعية cardiac stimulant و vasoconstrictor