محاضرة رقم 4	
الكلية	الزراعة
القسم	علوم الأغذية
المادة باللغة العربية	أسس تغذية الأنسان
المادة باللغة الانجليزية	Fundamentals of Human Nutrition
المرحلة	الثالثة
السنة الدراسية	2024-2023
الفصل الدراسي	الخريفي
المحاضر	م. د. فدوى وليد عبد القهار
العنوان باللغة العربية	الاحماض الأمينية والبروتينات
العنوان باللغة الانجليزية	Amino Acids and Proteins
المصادر والمراجع	الكتاب المنهجي: تغذية إنسان المؤلف: الأستاذ الدكتور عبد الله محمد ذنون الزهيري جامعة الموصل- 1992
	Williams, S.R. 1985. Nutrition and Diet Therapy. Times Mirror/ Mosby, College Publishing, St. Luis.
	Benjamin Caballero, Lindsay Allen, Andrew Prentice. 2008. Encyclopedia of human nutrition [2ed.]. ISBN 9780080454283, Elsevier Science (E).

المحاضرة الرابعة

الاحماض الأمينية والبروتينات Amino Acids and Proteins

حاول عدد من العلماء في القرن الثامن عشر دراسة طبيعة للمواد الحيوانية والنباتية ومنهم العالم الفرنسي Denis Papin (١٩٩٧ - ١٧١٢ م) الذي وضع الأسس الدراسة المواد البروتينية اذ كان يطلق على هذه المواد الحيوانية اسم بالمواد الزلالية Albuminous بعدها جاء العالم الدانماركي Gardens Mulder (1882-1802) الذي كان أول من أطلق على هذه المواد اسم proteins وهي كلمة يونانية تعني الذي يأتي أولاً أو يحتل المركز الأول لما لها من أهمية في تركيب وتنظيم. عمل وحركة اعضاء جسم الكائن الحي. ذلك أنه بدونها لا توجد حياة. ثم توالت الدراسات عن البروتينات وتشعبت متطلبات دراستها مختلف أنواعها وتعقيداتها واهميتها للإنسان.

تعريف البروتينات Definition

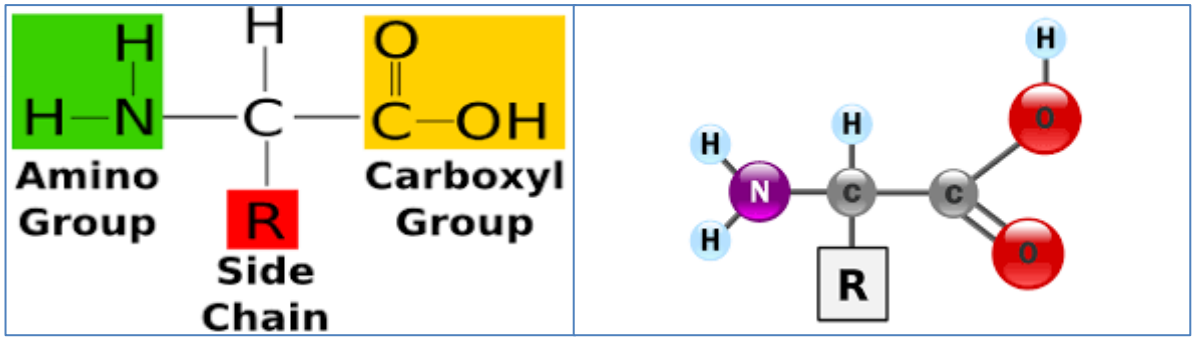
وهي مواد عضوية نتروجينية معقدة التركيب ذات أوزان جزيئية عالية (١٣) ألف الى عدة ملايين موجودة في جميع الخلايا الحيوانية والنباتية حيث تكون نسبة عالية من بروتوبلازم الخلية وجدارها وتحلل بفعل الأحماض والقواعد والإنزيمات الى وحدات جزيئة أصغر تسمى الأحماض الأمينية Amino Acids تتكون بصورة رئيسية من عناصر الكاربون 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 الهيموكلوبين والفسفور في بروتين الحليب بالكازين.

العنصر	النسبة المئوية
الكاربون	53
الهيدروجين	7
الأوكسجين	23
النيتروجين	16
الكبريت	1

يكون البروتين المكون الرئيس الجسم 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 بالأواصر الببتيدية peptide linkage تكون البروتين. ولقد تم تشخيص ودراسة حوالي ٢٠ – ٢٢ حامضاً أمينياً وهي الشائعة في الطبيعة وهي مركبات تحتوي على مجموعة الكاربوكسيل أمينية Carboxyl (COOH) group الحامضية ومجموعة Amino group (NH) القاعدية. والصيغة التركيبية للأحماض الأمينية هي:



حامض أميني Amino acid

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 ال R من تركيب إلى آخر تعطي أحماضاً أمينية مختلفة فقد تكون الـ R ذرة كاربون أن يكون أبسط أنواع الأحماض الأمينية وهو الكلايسين Glycine وقد تكون سلسلة كاربونية مستقيمة أو متشعبة او تراكيب حلقية وتحتوي بعضها على عنصر الكبريت.

ويمكن تصنيف الأحماض الأمينية نسبة الى:

أ- نسبة الى ما تحتويه الأحماض الأمينية من مجموعة امينية او كاربوكسيلية:

1- أحماض أمينية تحتوي على نفس العدد من المجاميع الأمينة والكاربوكسيلية وهي احماض أحماض أمينية متعادلة Neutral Amino Acids

2- عدد المجاميع الكاربوكسيلية أكثر من المجاميع الامينية وهي أحماض أمينية حامضية Acidic Amino acids

3- عدد المجاميع الأمينية أكثر من المجاميع الكاربوكسيلية وهي أحماض امينية قاعدية Basic Amino Acids

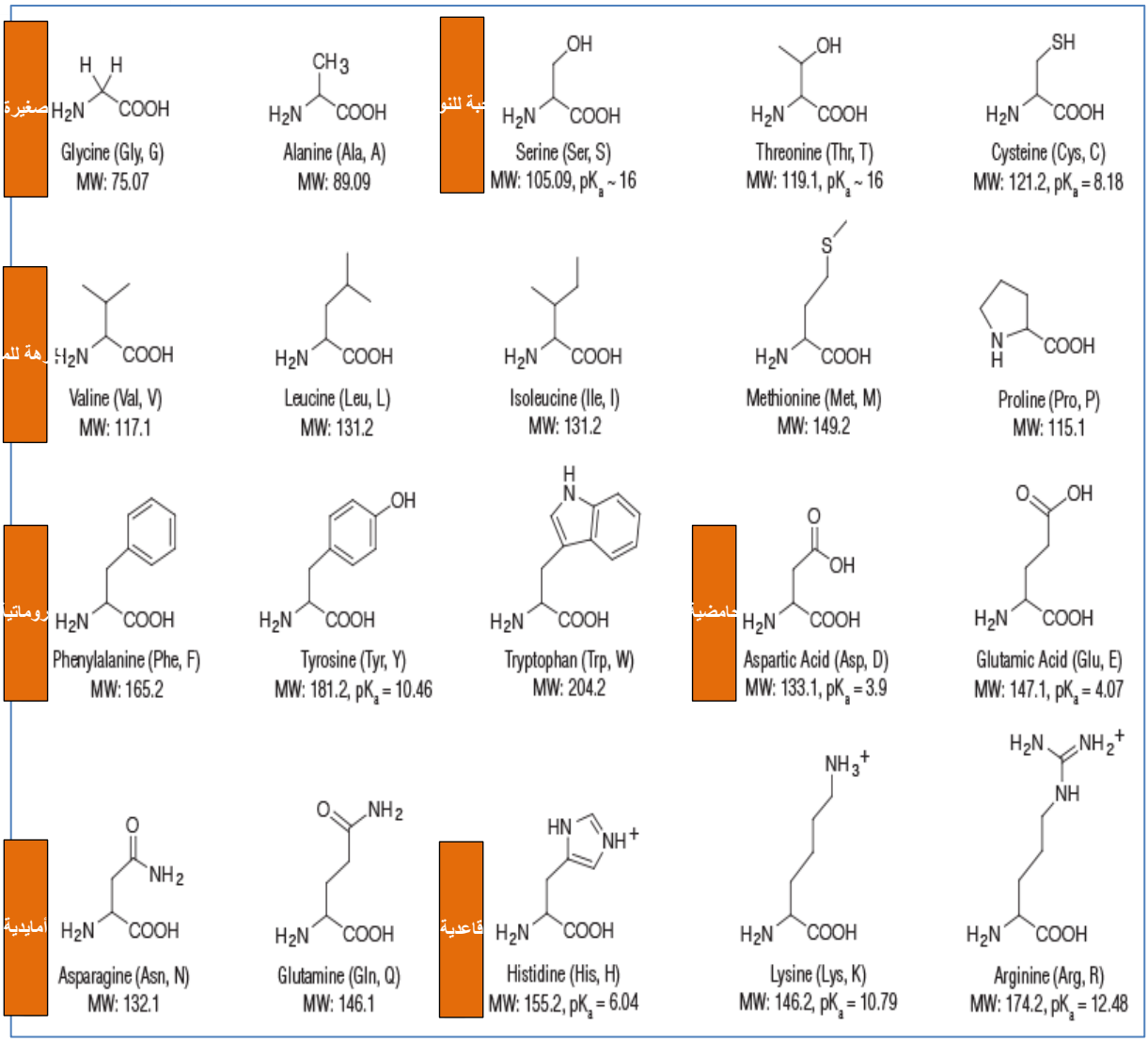
ب نسبة إلى نوع وشكل السلسلة الكاربونية:

1 - أحماض أمينية أليفاتية Aliphatic Amino Acids

2- أحماض أمينية حلقية غير متجانسةHeterocyclic Amino Acids

3- أحماض أمينية حلقية أروماتية Aromatic Amino Acids

4- أحماض أمينية تحتوي عنصر الكبريت Sulfur containing Amino Acids



ج_ نسبة الى حاجة الجسم اليها (القيمة الغذائية للحامض الأميني):

1- الحوامض الأمينية الاساسية (الضرورية)

2- الحوامض الأمينية غير الأساسية (غير الضرورية)

3- الحوامض الأمينية نصف أو شبه الأساسية (نصف الضرورية)

إن احتياجات الجسم للبروتين يكون على صورتين الأولى هي الحاجة إلى الترويجين حيث يستطيع الجسم أن يحصل على النتروجين من البروتين المهضوم والصورة الثانية هي حاجة الجسم على الأحماض الأمينية بصورة خاصة اذا يحتاج الجسم الى عدد من الاحماض الأمينية التي لا يستطيع من تكوينها أو تمثيلها من النتروجين والعناصر العضوية الأخرى أو من الاحماض الأمينية الأخرى وهذا عليه ان يحصل عليها في الغذاء فتصبح ضرورة له ان يجدها في الغذاء وهذه الأحماض تسمى **الأحماض الأمينية الضرورية Essential Amino Acid** وقد وجد أن هناك ثمانية أحماض أمينية

ضرورية في تغذية الانسان البالغ من مجموع الأحماض الأمينية الأخرى المعروفة. لقد عد حامض الهستدين لفترة طويلة حامضاً ضرورياً للأطفال لكن في الفترة الاخيرة ثبت أنه ضرورياً في تغذية البالغين ايضاً.

هناك أحماض امينية تصنف على انها **نصف ضرورية Semi essential Amino Acids** وهي حامض السستين Cystine وحامض التايروسين Tyrosine بسبب عند وجودهما في البروتين فانهما يقللان من حاجة الجسم الى كل من حامض الميثايونين Methionine وحامض الفينيل ألانين phenylalanine على التوالي وكلاهما ضروري للجسم ويمكن تمثيل السستين والتايروسين منها على التوالي ايضا. وبما انه يمكن تعويض حوالي ٥٠ % و٧٥% من كل من الميثايونين والفينيل ألانين بوساطة الستين والتايروسين على التوالي فإن لهذين الحامضين السستين والتايروسين اهمية في القيمة الغذائية للبروتينات.

أما باقي الأحماض الأمينية الأخرى فيمكن للجسم أن يصنعها او يمثلها داخل الجسم 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 الأمينية الضرورية حيث يمكن تعويضها كلها من احماض امينية أخرى وبهذا يكون وجودها في الغذاء غير ضروري تسمى **الاحماض الأمينية غير الضرورية Non-essential Amino Acid**.

جدول يوضح تصنيف الأحماض الأمينية حسب ضرورتها للإنسان

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

يجب ان لا يساء فهم إطلاق كلمة غير ضروري أو غير أساسي على الاحماض الأمينية المسماة كذلك فيسرى ذلك على اهميتها الحقيقية للإنسان. الفرق بين الاحماض الضرورية وبين الاحماض الأمينية غير الضرورية هو في عدم مقدرة الجسم على تكوين الهيكل الكاربوني للأحماض الامينية الضرورية على حين يستطيع ذلك بالنسبة للأحماض الأمينية غير الضرورية. كذلك فان الاحماض الامينية غير الضرورية. تكون حوالي 40% من أنسجة الجسم البروتينية ووجودها في الغذاء

يوفر للأحماض الأمينية الضرورية للقيام بدورها ووظائفها الأساس في الجسم فضلاً على أنها توفر وتمد الجسم بالنيتروجين اللازم لبناء المركبات النيتروجينية الأخرى في الجسم.

تصنيف البروتينات Classification of proteins

عادة تصنف البروتينات على أساس تركيبها الكيمياوي أو اقترانها بالمواد الأخرى العضوية وغير العضوية وهي:

I. البروتينات البسيطة Simple Proteins

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

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

وتشمل البروتينات غير الذائبة أو مقاومة للمذيبات وتكون الاجزاء الداعمة Protective functions للأعضاء الحيوانية ويطلق عليها اسم Albuminoids ومن امثلة هذه البروتينات ما يأتي:

1- الكولاجين Collagen

يعد الأساس في تركيب الأنسجة الرابطة Connective tissues والجلد والغضاريف والعظام وعادة تكون مقاومة للهضم بوساطة أنزيمات الجهاز الهضمي مثل أنزيم الببسين والتربسين. ويمكن تحويله إلى ما يسمى بالجيلاتين بغليه بالماء وكذلك بالقواعد والحوامض المخففة ويتكون أساساً من ثلاثة احماض امينية هي الكلايسين والبرولين والهيدروكسي برولين وهي الاحماض التي تميز هذا النوع من البروتينات.

2- الكيراتين Keratin

وتكون الانسجة الواقعة في جلد الحيوانات والاظافر والشعر والقرون والحوافر والريش. وهي مقاومة لأنزيمات البepsin والتربسين وغير ذائبة في الأحماض والقواعد المخففة والمذيبات العضوية. ويحتوي على نسبة عالية من حامض الستين ويعزى اليه سبب قوة هذه البروتينات لوجود الأصرة الكبريتية المكونة بين جزيئات الحامض.

2- إيلاستين Elastin

توجد في الغضاريف وجدار الشرايين حيث تعطيها صفة المرونة وتجعلها أكثر سهولة للهضم بوساطة الببسين والتربسين 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 أواصر كبريتية وغيرها بين اجزائها الببتيدية ومن هذه البروتينات:

1- الالبومينات Albumins

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

2- الكلوبيولينات Globulins

من ظواهر هذه البروتينات انها لا تذوب في الماء بل تذوب في المحاليل المخففة للأحماض والقواعد وتتغير طبيعتها بالحرارة وسهولة تخترها 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 edestin في بذور القنب hemp والـ amandin في بذور اللوز almond.

3- الكلوتيلينات Glutelins

عادة تكون بروتينات نباتية ومنها الحبوب وهي غنية بالأحماض الأمينية ولاسيما حامض الكلوتاميك والأرجنين والبرولين وهي تذوب في المحاليل الملحية والحامضية والتقاعدية ولا تذوب في الوسط المتعادل. ومن أمثلة هذه المجموعة: كلوتنين القمح glutenin وهو مزيج من بروتين الكلوتين gluten والكلياداين gliadin

4- البرولامينات Prolamins

وتسمى البروتينات الذائبة في الكحول Alcohol soluble Proteins بتركيز 70-80% كحول وهي بروتينات نباتية أيضاً ولا تذوب في الماء والمحاليل المتعادلة بين الأمثلة عليها هو بروتين الذرة الزئين Zein وبروتين الشعير hordein الهوردئين وبروتين القمح الكلياداين gliadin وبروتين الكفارين Kafirin لنبات الكافير Kafir.

5- 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 الأمثلة على هذه البروتينات: بروتين السالمين Salmine لسمك السلمون وبروتين الستورين Sturine في سمك الستورجين Sturgeon وبروتين السكومبرين Scombrine في سمك المكرل Mackerel.

6- الهستونات Histones

وهي تذوب في الماء وفي المحاليل المخففة وتتخثر بالحرارة ويغلب على تركيبها الاحماض الأمينية القاعدية ومنها حامض الأرجنين وحامض اللايسين وكذلك حامض التايروسين ويفتقر الى حامض التربتوفان. ويتحلل بالأنزيمات الببسين والتربسين وعادة يصاحب الاحماض النووية، اذ له دور في الوراثة مثل بروتين الـ nucleohistone ومثال هذه البروتينات بروتين السكومبرون Scombrone بروتين سمك المكريل Mackerel او الاسقمري.

ب- البروتينات المرتبطة Conjugated Proteins

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

1- **النيوكليوبروتينات** Nucleoproteins

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 ما يسمى بالرايبيوسومات Ribosome الذي له دور في تخليق البروتينات.

2- الكليكوبروتينات Glycoproteins والميكوبروتين Mucoproteins

مكونة من ارتباط الكاربوهيدرات بالبروتينات وعادة تكون المواد الكاربوهيدراتية أقل. أما الميكوبروتين فمكونة من نسبة أعلى من ٤ كاربوهيدراتية وعادة عند تحليل هذه المواد الكاربوهيدراتية تنتج سكريات امينة Hexosamines وكذلك حامض $\alpha\beta\gamma$ رنيك uronic acid وتسمى هذه الكاربوهيدرات السكريات المخاطية ومثال على هذه البروتينات الميوسين Mucin في جدار Mucopolysaccharides المعدة gastne mucoid وكذلك هو موجود في البيض مثل – Ovomucoid الكلوكوبروتينات منها أنواع الكلوبيولينات الدم serum globulin.

3- الفوسفوبروتينات Phosphoproteins

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

4- كروموبروتين Chromoproteins

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

5- الليبوبروتينات Lipoproteins

بروتينات تتحد بالكليسريدات أو بالدهون وغيرها مثل اللايبوبروتينات الموجودة في الدم وكذلك ليبوفيتلين lipovitellin في صفار البيض.

6- ميتالوبروتينات Metalloproteins

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

ج- 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

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:

1- حاجة الجسم في النمو وبناء أنسجة الجسم Growth and tissues Maintenance

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 الأولى 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 لإنتاج الحليب لتغذية طفلها ولتعويض ذلك في بنية أنسجتها أيضاً. هكذا يستمر الطفل في الحاجة إلى البروتين حتى البلوغ. راجع الاحتياجات اليومية للبروتين.

2- تصليح وتعويض وبناء أنسجة الجسم Repairing, Replacing and Building a new tissue

يحتاج الجسم البالغ للبروتين لأغراض التعويض وتجديد الانسجة البالية التي تفقد في الحالات الطبيعية وغير الطبيعية مثلاً في حالة الوضع الطبيعي لكريات الدم الحمر فأن الكريات تتحلل الى مكوناتها كل ١٢٥ يوماً تقريباً فيتطلب الجسم بناء كريات جديدة. كذلك تتجدد خلايا الكثير من الانسجة مثل الخلايا المبطنة للأمعاء 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.

3- مصدر طاقة

فضلاً عن البناء والاصلاح فأن 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 الأخرى ولهذا فقد يتحول البروتين الزائد إلى 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.

4- الحفاظ على التوازن المائي في الجسم Maintain water Balance

تؤدي بروتينات سيرم الدم ولاسيما الألبومين Albumins دوراً كبيراً في تنظيم حركة السوائل ومنها الماء بين الخلايا والدم ويسبب كبر حجم هذه البروتينات نسبياً فأنها تبقى خارج الخلايا اذ يكون من الصعب عليها الانتقال إلى 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 لكن بسبب قلة Water of Oxidation أو ماء الأكسدة Metabolic water البروتين يؤدي ذلك الى تجمع الماء داخل الخلايا والأنسجة فيسبب ما يسمى بالاستسقاء edema او الانتفاخ ويعرف هذا الاستسقاء به Low protein edema ويحدث عادة في البطن والارجل وعادة تحدث هذه الاعراض عند الاطفال المصابين بمرض الكواشيوركور Kwashiorkor والناس الجياع starving people.

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

يكون رقم الحموضة اوال pH لأنسجة 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 سلك سلوك الحامض والقاعدة اعتمادا على وجود مجاميع الأمين والكاربوكسيل في جزيئاته ولهذا فأنه محاليله تعد مقاومة للتغيير في ال pH High Buffer Capacity أي إن لها فعلاً تنظيماً عالياً.

6- تدخل في تركيب عدد من المركبات المهمة حيوياً

ومنها كل الأنزيمات وعدد من الهورمونات والاجسام المضادة Antibodies فالأنزيمات جميعها في تركيبها هو بروتينات والهورمونات مثل هورمون الانسولين Insulin يكون من سلسلتين من الأحماض الأمينية وهورمون الثيروكسين Thyroxine مكون من حامض الأميني التايروسين باليود وكذلك الأجسام المضادة بعد بروتينات مثل gammaglobin وهي الأجسام المناعية للدفاع عن جسم الانسان. لهذا فأن قلة البروتين المتناولة تضعف مقدرة الجسم على الدفاع ضد الأمراض والعدوى.

7- **فضلاً عن ذلك فأن البروتين والاغذية البروتينية تزود الجسم بصورة غير مباشرة بكثير من العناصر الغذائية الضرورية.** الأخرى مثل الحديد والفسفور والكبريت العضوي والفيتامينات مثلاً اللحوم تعد من الأغذية البروتينية فإنها تزود الجسم بحوالي 40% من احتياجات الحديد و30% من احتياجات الثيامين (B) و25٪ من احتياجات الرايبوفلافين (B) و60% من احتياجات نياسين.

8- **وظائف خاصة لعدد من الاحماض الأمينية Specific physiologic Roles** من المعروف ان كل الأحماض الامينية مهمة في بناء واصلاح الانسجة بالخلايا.

لكن هناك وظائف ولاسيما ومهمة لعدد من الاحماض الأمينية ذكر عدداً منها بحامض الميثايونين عنصر مهم في عملية الـ Methylation وكذلك يدخل في تركيب مادة الكولين Choline وهو مادة أولية precursor لمادة الـ acetylcholine وبعد مادة مهمة في الجهاز العصبي لنقل الاشارات العصبية neurotransmitter فضلا عن أن الحامض نفسه بعد مادة أولية لحامض الستين cystine الموجود في كثير من المركبات ومنها هورمون الانسولين وغيرها من الببتيدات.

يعد حامض التربتوفان مادة اولية لفيتامين النياسين أو النيكلوتايد وكذلك مادة أولية المادة السيروتونين Serotonin وهي ايضا مادة نقل الإشارات العصبية neurotransmitter ومادة ايضا مضيقة Vasoconstrictor في انقباض الأوعية. كذلك حامض الفينيل ألانين وهو مادة أولية لحامض التايروسين ويعدان مادة أولية التصنيع هورمون الـ Thyroxine وهورمون الأبينفرين epinephrine وهو مادة تعد منبهاً لعضلة القلب cardiac stimulant وكذلك قابضة للأوعية و vasoconstrictor يتحول حامض المستدين الى مادة الهيستامين Histamine وهي مادة هورمونية تعمل على افراز حائض الهيدروكلوريك في المعدة وتؤدي الى انخفاض ضغط الدم وغيرها من الوظائف لا مجال لذكرها هنا.

القيمة الغذائية للبروتينات Nutritive value of proteins

لكون البروتينات جزيئات معقدة التركيب مكونة من عدد كبير من الأحماض الأمينية المختلفة وباختلاف الاحماض الأمينية ووظائفها فضلاً عن اختلاف المركبات المرتبطة بها ومصادرها فان للبروتينات قيمة غذائية مختلفة بين بروتين وآخر اعتمادا على عوامل كثيرة منها:

1- نسبة البروتين التي يحتويها الغذاء

كلما كانت الأغذية التي يتركز فيها البروتين خاصة إذا زاد في نسبته عن ٣٠٪ بروتين مثل الجبن وفول الصويا تعد مصادر جيدة للبروتين موازنة بالأغذية الأخرى التي تحتوي على نسبة أقل من البروتين مثل الحبوب التي تحتوي على حوالي ١٠٪ او الأجزاء الخضر من النباتات التي تحتوي على ١-٣٪ من البروتين حيث يتطلب للحصول على كمية معينة من البروتين اخذ كميات كبيرة من الغذاء في حالة انخفاض نسبة البروتين منه والعكس في حالة البروتين العالي النسبة خاصة إذا كانت الاغذية من نوع واحد من البروتين مثل البروتينات النباتية.

2- درجة استفادة الجسم من البروتين

وهذه تعتمد على القابلية الهضمية Digestibility وكذلك القيمة الحيوية للبروتين Biological value اذ تكون البروتينات الحيوانية أسهل هضماً (حوالي ٩٧٪) من البروتينات النباتية التي تتراوح بين ٦٠-٧٠% كذلك تكون القيمة الحيوية أو البايولوجية للبروتينات النباتية أقل من القيمة الحيوية للبروتينات الحيوانية.

3- محتوى الاغذية البروتينية من الأحماض الأمينية Amino Acids Composition

تختلف القيمة الغذائية أو البروتينات نسبة لما تحتويه من احماض امينية كما ونوعا سواء أكانت احماضاً أمينية أساس أم غير أساس ونسبة وجود هذه الاحماض في البروتين، وعليه تقسم البروتينات الى ما يأتي:

أ- البروتينات الكاملة complete proteins

وهو البروتين الذي يحتوي على جميع الأحماض الأمينية الضرورية أو الأساس في تغذية الأنسان Essential Amino Acids بالكليات الكافية لاحتياجات الانسان وتشمل هذه المجموعة البروتينات من مصادر حيوانية مثل بروتين البيض والحليب واللحم والسمك والدجاج وهذه البروتينات تعد بروتينات ذات قيمة الغذائية عالية.

ب- البروتينات الناقصة جزئيا Less complete proteins

وتشمل البروتينات التي ينقصها حامض أميني واحد أو اثنان من الأحماض الأمينية الأساس غير كافية لاحتياجات الجسم ومن هذه البروتينات البروتينات النباتية مثل بروتين الحبوب والبقوليات والنقل ومعظم البذور وتعد بروتينات ذات قيمة الغذائية وسط تحتاج الى تحسينها بإضافة بروتينات أخرى تعوض نقصها.

ج - البروتينات الناقصة In complete proteins

وهي البروتينات التي تنقصها كثير من الأحماض الأمينية الضرورية وفائدتها كمصدر بروتيني تعد معدومة وغير ذات فائدة لأنها ذات قيمة غذائية منخفضة جدا. من هذه البروتينات بروتين الذرة الزائين Zein والجيلاتين Gelatin مهم روتين حواني يوجد في الانسجة الرابطة والعظام والجلد.

توازن الاحماض الأمينية The balance of Amino Acids

إن وجود كمية كبيرة من حامض اميني معين موازناً بالأحماض الأمينية الأخرى يخل بالتوازن ويؤدي إلى نتائج سلبية قد يكون منها تقليل النمو واضعافه.

الاحماض الأمينية المحددة للقيمة الغذائية Limiting Amino Acids

تختلف البروتينات من مصادرها المختلفة بان قسماً منها تتميز بوجود حامض اميني او أكثر غير كاف لسد احتياجات الجسم منها وفي هذه الحالة فإن هذا الحامض يحدد القيمة الغذائية للبروتين او يقلل منها.

وتسمى هذه الاحماض الأمينية المحددة للقيمة الغذائية (L.A.A) Limiting Amino Acids. الجدول أدناه يبين الأحماض الأمينية المحددة للقيمة الغذائية في عدد من البروتينات المختلفة.

جدول يوضح الاحماض الأمينية المحددة للقيمة الغذائية في الأغذية والبروتينات المختلفة.

الغذاء او البروتين	الحامض الاميني المحدد للقيمة الغذائية
البيض	لايوجد
الحليب	لايوجد
اللحم	لايوجد
الرز	الليسين
فول الصويا	الميثايونين+ الستين
زهرة الشمس	الليسين
البزاليا	الميثايونين+ الستين
القمح	الليسين
السمك	التربتوفان
طحين الذرة	التربتوفان
السمسم	الليسين

تقدير القيمة الغذائية للبروتين Evaluation of Protein Quality

استنادا الى العوامل التي تحدد القيمة الغذائية للبروتينات ومنها اساس احتوائها من الاحماض الأمينية الأساس وغير الأساس ونسب وجودها فضلاً عن قابلية الجسم على الاستفادة منها على أساس القابلية الهضمية يمكن تقدير القيمة الغذائية للبروتينات بالطرق الآتية:

1 - طرق تحمد على التحليل الكيمياوي Chemical testing للأحماض الأمينية التي يحتويها البروتين

تعد طريقة سهلة من ناحية إجرائها وغير مكلفة اذ يمكن اجراؤها مختبر يا اما بالتحليل الكروماتوكرافي Chromatography او بطرق استخدام الانزيمات او الأحياء المجهرية في تحليل الأحماض الأمينية للبروتين المراد اختباره فضلاً عن تحليل الأحماض الأمينية البروتين آخر بعد بروتيناً مثالياً او مرجعاً standard أو Reference وعادة يكون بروتين البيض الذي يعد من الحية محتواه من الاحماض الأمينية الأساسي بروتيناً ممتازاً يكفي لاحتياجات الإنسان بصورة كافية وقد تستخدم بروتينات أخرى مثل

بروتين الحليب وغيرها ومن خلال ذلك يمكن تقدير ما يسمى بالدرجة الكيمياوية للأحماض الأمينية Amino Acid Score or Chemical Score والحساب الدرجة الكيمياوية لبروتين معين يتم تقدير الاحماض الأمينية الاساسية ولاسيما في كل من البروتين المختبر والبروتين المرجع او المثالي ثم تحسب النسبة المئوية لكل حامض أميني أساس في البروتين المختبر بالنسبة المثيلة في البروتين المثالي وعادة يركز على الاحماض الأمينية المحددة للقيمة الغذائية Limiting Amino Acids لاختصار الفحص ولعدم الاطالة .

الدرجة الكيمياوية= (عدد ملغرامات الحامض الأميني في غرام واحد من البروتين المختبر/عدد ملغرامات نفس الحامض الأميني في غرام واحد من البروتين المرجع) ×100

2- طرق تعتمد على استخدام الانزيمات أو الأحياء المجهرية Enzymatic or Microbial Testing

يمكن استخدام الاحياء المجهرية لتقدير القيمة الغذائية للبروتينات المختلفة عن طريق اجراء اختبار نموها على البروتين المراد اختياره موازنة ذلك بنموها على بروتينات مثالية او استخدام انزيمات نقية pure enzymes، لتحلل البروتينات ثم قياس الأحماض الأمينية المنفردة بعد الاختبار وتسمى هذه الطرق بـ In Vitro methods او استخدام طرق الاجراء خارج الكائن الحي.

3- استخدام الطرق البايولوجية Biological Testing او استخدام الكائن الحي في التجربة In Vivo methods

في هذه الطرق تستخدم حيوانات المختبر في اجزاء التجربة وعادة تستخدم الجرذان Rats وهي اهم حيوانات تفيد لهذا الغرض السرعة نموها وتكاثرها ووضوح الاستجابة لها وتستخدم في هذه الطريقة حيوانات نامية Growing Animals وعادة تستمر التجربة لمدة ٢٨ يوما مع تحديد كمية البروتين المعطاة في الغذاء نحو ١٠% وهي لا تحسب النسبية مئوية وعادة تقارن هذه النسب ببروتينات جيدة او مثالية تعد مرجعاً Reference كبروتين البيض والحليب (الكازين) ومن خلال ذلك يمكن قياس ما يأتي:

أ - قياس معامل الهضم Coefficient of Digestibility (CD)

تعرف بانها النسبة المئوية للنتروجين الممتص Absorbed Nitrogen من المستهلك أو Consumed Nitrogen المتناول ويحسب ذلك عن طريق حساب النتروجين المستهلك مطروحا منها النتروجين

المطروح Endogenous fecal عدا النتروجين الداخلي Fecal Nitrogen عن طريق البراز Nitrogen. وهذا الأخير مصدره العصارات التي يفرزها الجهاز الهضمي والخلايا المتهدمة فضلاً عن الاحياء المجهرية التي تعيش في الامعاء. ويمكن حسابه عن طريق اعطاء الحيوان غذاء خالي من اي بروتين لتتمكن من حساب النتروجين الموجود في البراز والذي يكون بالتأكيد مصدره أي من تلك المصادر المذكورة اعلاه ويطلق على هذا المعامل بمعامل الهضم الحقيقي True Digestibility Coefficient والمعادلة الآتية توضح ذلك:

معامل الهضم الحقيقي= (النتروجين المستهلك) – (النتروجين البراز–نتروجين البراز الداخلي)/(النتروجين المستهلك) ×100

ولسهولة التقدير يستخدم معامل الهضم الظاهري Apparent Digestibility Coefficient ويتمثل بالمعادلة:

معامل الهضم الظاهري= (النتروجين المستهلك) –(نتروجين البراز) / (النتروجين المستهلك)× 100

وملخص كلنا المعادلتين يكون:

معامل الهضم = (النتروجين المستهلك/ النتروجين الممتص) × 100

ب تقدير القيمة الحيوية أو البايولوجية Biological Valve (BV)

ويعرف بأنها النسبة المئوية للنتروجين المستفاد منه او المحتفظ به Retained Absorbed Nitrogen من النتروجين الممتص Nitrogen

القيمة الحيوية = (((النتروجين للمستهلك – (نتروجين البراز + نتروجين الادرار))/ (النتروجين المستهلك–نتروجين البراز) × 100

ويمكن تمثيلها بالمعادلة الآتية:

القيمة الحيوية = (النتروجين المستفاد منه/ النتروجين الممتص) × 100

ولتقدير القيمة الحيوية الحقيقية يجب ان ندخل في الحساب كل من النتروجين الايضي او الداخلي endogenous في كل من البراز والادرار عن طريق حساب ذلك للمجموعة التي تعطي غذاء خالياً من البروتين.

ج- صافي البروتين المستخدم (المفيد) Net Protein Utilization (NPU)

ويعرف بان النسبة المئوية للنتروجين المستفاد منه من النتروجين المستهلك ويعني ذلك قياس كفاءة النتروجين أو البروتين المستفاد منه.

صافي البروتين المستخدم= (النتروجين المستفاد منه / النتروجين المستهلك) ×100

وهو عادة يساوي حاصل ضرب معامل الهضم بالقيمة الحيوية مقسوماً على 100

صافي البروتين المستخدم= (معامل الهضم× القيمة الحيوية) / 100

تتساوى القيمة الحيوية عادة وصافي البروتين المستخدم في حالة كون البروتين كامل الهضم أي له ١٠٠٪ معامل هضم.

د نسبة كفاءة البروتين Protein Efficiency Ratio (PER)

تعد من أسهل الطرق البايولوجية ويعتمد على قياس الزيادة في الوزن نسبة الى كمية البروتين المستهلك.

نسبة كفاءة البروتين= الزيادة في الوزن بالغرام/ وزن البروتين المتناول

وقد تعدل Corrected القيم نسبة الى قيمة نسبة كفاءة الكازين (٢,٥) كما يأتي:

النسبة المعدلة لكفاءة البروتين = (نسبة كفاءة البروتين المراد فحصه/ نسبة كفاءة الكازين×2.5

هـ - صافي البروتين المضاف أو المكتسب Net Protein Retention (NPR)

يجرى تحوير نسبة كفاءة البروتين عادة إلى قيمة أخرى يمكن الاستفادة منها في عملية تقسيم البروتينات وتحديد القيمة الحيوية له، وذلك عندما تقارن الزيادة بالوزن الحاصل للحيوانات المعطاة البروتين المراد قياس القيمة الحيوية له مع المجموعة الثانية المعطاة غذاء خالياً من البروتين. وعادة يحصل يفقد بالوزن في حالة المجموعة الثانية ولهذا يمكن حساب قيمة صافي البروتين المضاف NPR كما يأتي:

صافي البروتين المضاف= (الزيادة بالوزن للمجموعة المعطاة البروتين + النقصان بالوزن للمجموعة المعطاة غذاء خالياً من البروتين) / وزن البروتين المستهلك

و- قيمة البروتين الصافي Gross Protein Value (GPV)

وهي النسبة بين الزيادة في الوزن للمجموعة التي تعطي البروتين المراد تقدير القيمة الحيوية له الى الزيادة في الوزن للمجموعة التي تعطي الكازين فضلاً عن كمية البروتين الأساس في كل مجموعة منها.

قيمة البروتين الصافي = الزيادة في الوزن بالغرام للمجموعة التي تعطي البروتين/ الزيادة في الوزن بالغرام للمجموعة التي تعطي الكازين

وقد تحسب كنسبة مئوية بضربها ×١٠٠.

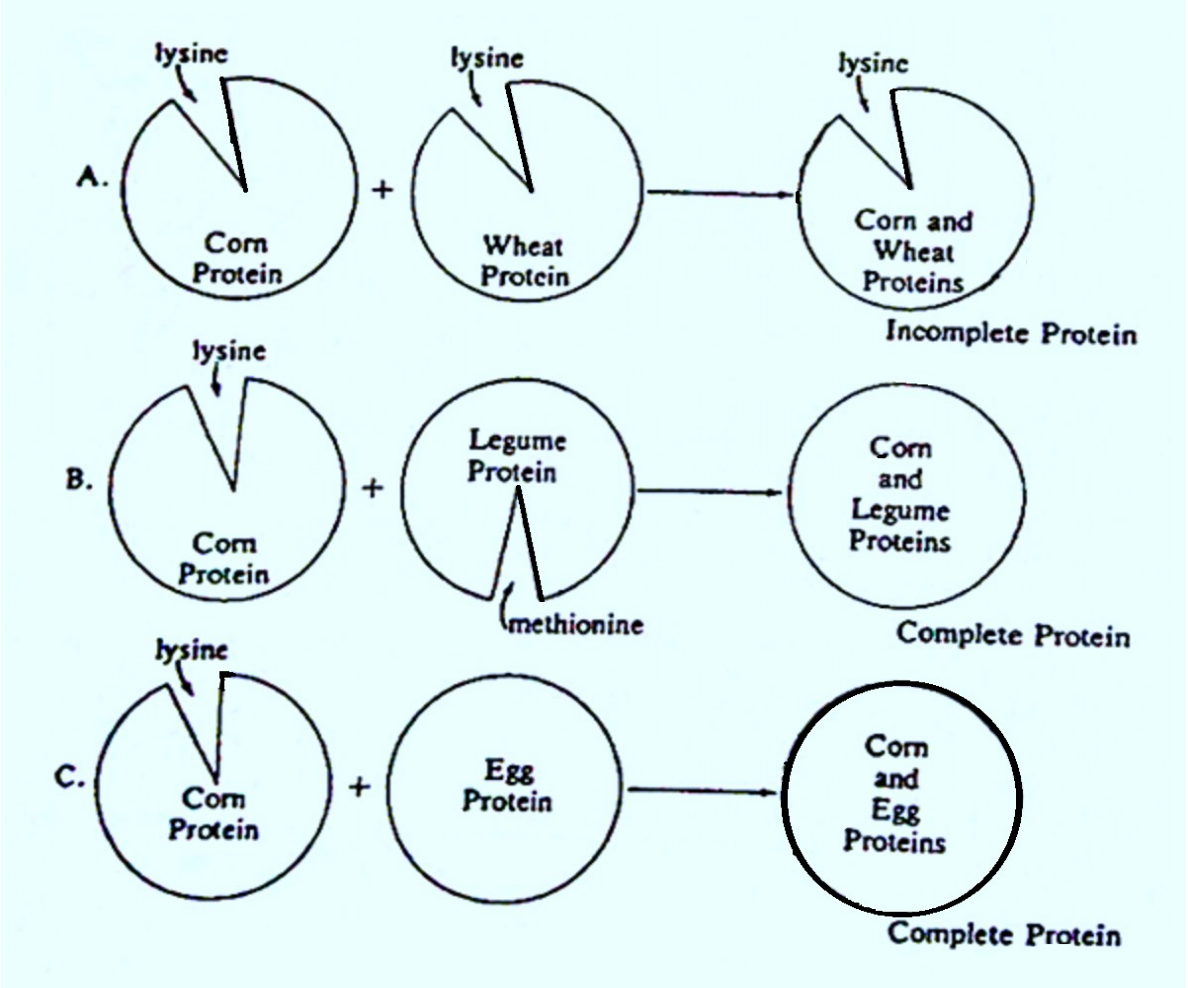
هذه اهم القيم والطرق المتبعة والمعتمدة لتقدير القيمة الحيوية للبروتين هناك طرق اخرى يمكن ذكرها ولا مجال لكلام عنها وهي دال التوازن النتروجيني Nitrogen Balance Index (NBI) ومعامل النمو النتروجيني Nitrogen Growth Index (NGI). حيث يمكن الاستدلال على نفس القيم التي ذكرت في اعلاه من الرسم البياني لكل من الزيادة في الوزن (النمو) او التوازن النتروجيني المستهلك من قبل الحيوانات. الجدول (٥ -٥) يبين عدد من القيم الحيوية للبروتينات والاغذية المختلفة.

الجدول(٥ – ٥): يوضح قيم كل من الدرجة الكيمياوية والقيمة الحيوية وصافي البروتين المستخدم ونسبة كفاءة البروتين لعدد من البروتينات والاغذية المختلفة.

الغذاء	الدرجة الكيمياوية Chemical score	القيمة الحيوية BV	صافي البروتين المستخدم NPU	نسبة كفاءة البروتين PER
البيض	١٠٠	١٠٠	٩٤	٣,٩٢
حليب البقر	٩٥	٩٣	٨٢	٣,٠٩
سمك	٧١	٧٦	—	٣,٥٥
لحم البقر	٦٩	٧٤	٦٧	٢,٣٠
رز غير مبيض	٦٧	٨٦	٥٩	—
رز مبيض	٥٧	٦٤	٥٧	٢,١٨
فستق الحقل	٦٥	٥٥	٥٥	١,٦٥
الشوفان	٥٧	٦٥	—	٢,١٩
دقيق الحنطة الكلي	٥٣	٦٥	٤٩	١,٥٣
ذرة	٤٩	٧٢	٣٦	—
فول الصويا	٤٧	٧٣	٦١	٢,٣٢
بذور السمسم	٤٢	٦٢	٥٣	١,٧٧
بزاليا	٣٧	٦٤	٥٥	١,٥٧

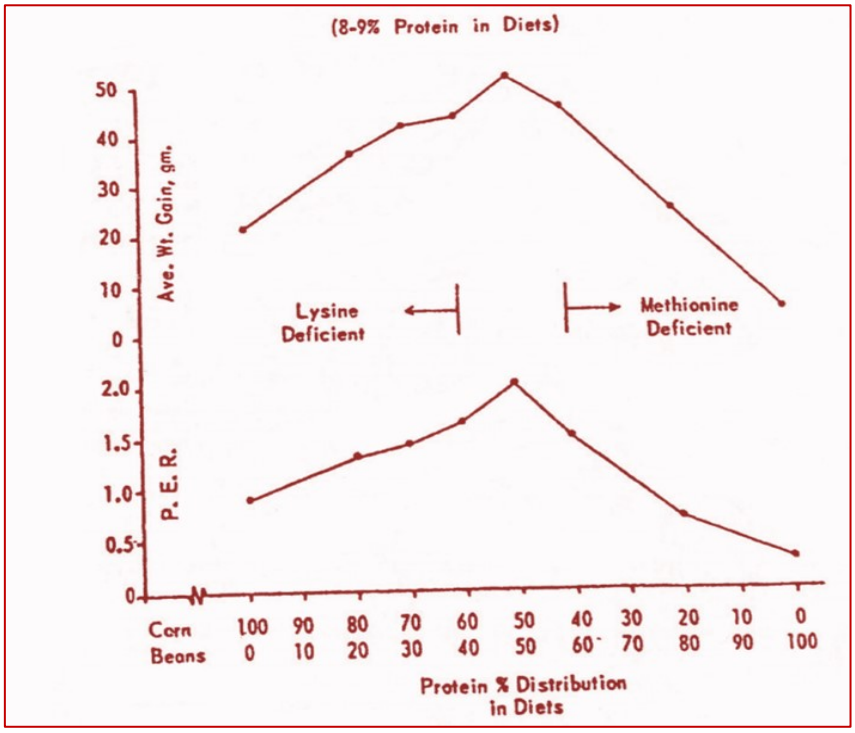
البروتينات المكملة لبعضها Complementary Proteins

كما ذكرنا سابقا تختلف البروتينات بالنسبة لما تحتويه من الأحماض الأمينية ولاسيما الاساس منها التي بدورها تحدد القيمة الغذائية لها. ان معظم البروتينات النباتية كالحبوب والبقوليات تتميز بانها ينقصها احد أو أكثر من الاحماض الأمينية الاساس اذ تكون كميته. غير كافية لسد حاجة الفرد. وهذا ما اصطلح عليه بالأحماض الأمينية المحددة للقيمة الغذائية LAA وقد لا يحدث النمو عندما تكون هذه البروتينات هي المصدر الوحيد للبروتين في الغذاء. ان وجبات الغذاء التي يتناولها الانسان تحتوي على عدد من البروتينات المختلفة التي تختلف فيما بينها بما تحتويه من الاحماض الأمينية الاساس لاسيما بالأحماض الامينية المحددة للقيمة الغذائية. ومجموع هذه البروتينات ينتج مكونات البروتين جديد يعتمد على الاحماض الأمينية الكلية الموجودة في الوجبة الغذائية التي تجهزها بروتينات الأغذية المختلفة. عند اضافة بروتينات البقوليات التي ينقصها غالباً الأحماض الأمينية الكبريتية الى بروتينات الحبوب التي ينقصها غالباً حامض اللايسين Lysine ينتج بروتين متكامل يتميز بان له قيمة غذائية بسبب التكامل الحاصل بين الاحماض الأمينية الاساس لها. على ان لا يكون الحامض الأميني المحدد للقيمة الغذائية هو نفسه في كلا النوعين من البروتينات انظر الشكل أدناه.



شكل يوضح تكامل Complementation البروتينات التحسين القيمة الحيوية البروتين التالي

الشكل أدناه يوضح مدى تغيير وتحسين القيمة الغذائية البروتين الناتج من خلط كميات معينة من بروتين الذرة مع بروتين البقوليات Beans حيث تكون القيمة الغذائية مثل نسبة كفاءة البروتين وزيادة الوزن منخفضة في حالة وجود كمية كبيرة وسائدة من أحد البروتين على الثاني وتزداد القيمة الغذائية بزيادة كميات النوعين حتى يتم التكامل عند مزج كميات متساوية من النوعين. وعملية خلط البروتينات النباتية لإنتاج برونين ذات قيمة غذائية عالية من الأمور المهمة في الدول النامية والفقيرة بصورة خاصة التي تعاني من مشكلة نقص البروتينات الحيوانية ذات القيمة الغذائية العالية والمكلفة من ناحية انتاجها في مثل هذه الدول. ولهذا فهناك محاولات كثيرة سابقة وجارية على انتاج خلطات من أنواع مختلفة من المصادر البروتينية الرخيصة ولاسيما النباتية ذات قيمة غذائية عالية للتعويض عن نقص البروتينات الحيوانية.



شكل يوضح تحسين القيمة الغذائية للبروتين عن طريق خلط أكثر من نوع واحد من البروتينات

التوازن النتروجيني Nitrogen Balance

يعرف التوازن النتروجيني بأنه الفرق بين النتروجين المستهلك أو المتناول Nitrogen Intake ومجموع النتروجين المطروح أو المفقود Nitrogen Excretion يشمل Ling نتروجين البراز Focal Nitrogen ونيتروجين الإدرار Urinary Nitrogen وتروجين الجلد Skin nitrogen وقد يتمثل بالمعادلة الآتية:

التوازن النتروجيني = النتروجين المستهلك – النتروجين المطروح

Nitrogen Balance= Nitrogen Intake–Nitrogen Excretion

واعتماداً على المعادلة المذكورة يمكن ان يكون التوازن على الصور الآتية:

حالات التوازن States of Balance

التوازن النتروجيني الموجب Positive Nitrogen Balance

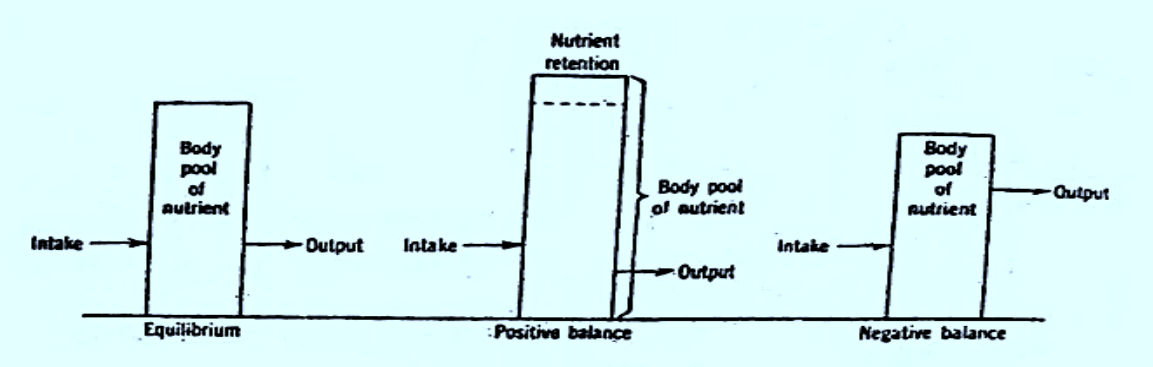
يعني ان ما يتناوله الجسم من النتروجين يزيد على ما يفرزه منه وهذا يحدث في حالة النمو. مثلا عند الاطفال حين يحتجز الجسم النتروجين لبناء الخلايا والأنسجة او في حالة الشفاء وتحسن الحالة الصحية او في حالة حدوث الحروق والجروح ويزداد وزن الجسم ايضاً في حالة كونه المحتجز عوامل طاقة.

التوازن النتروجيني السالب Negative Nitrogen Balance

يعني ان ما يتناوله الجسم من النتروجين يقل عما يفرزه منه. ذلك ان النتروجين أو البروتين المستهلك لا يسد حاجة الجسم له وبهذا يحصل الفقدان في الوزن أو الخسارة في البروتين الجسمي ولاسيما اذا كان مصاحب لذلك نقض في عوامل الطاقة الاخرى وكذلك يحصل في حالة المرض والحالات غير الطبيعية أن يؤدي إلى هدم الأنسجة.

التوازن النتروجيني المتعادل Nitrogen Equilibrium

يعني ان ما يتناوله الجسم مساو لما يفقده الجسم اذ يحصل التوازن بين المتناول والمفقود. وهذا يحصل عند ثبوت الوزن والحالة ولاسيما عندما يكون فيها الجسم في وضع الحالة المستقرة والحالة الصحية الجيدة اذ يمكن ان تبقى هذه الحالة عند اخذ الغذاء المتوازن الذي يكفي لسد الاحتياجات بشكل موزون الشكل المرقم أدناه يوضح صور التوازن النتروجيني عن طريق التوازن النتروجيني يمكن تقدير احتياج الفرد من البروتين او المقررات اليومية له وقبل حساب ذلك يجب التعريف بالمصطلحات الآتية:



شكل يوضح صور (حالات) التوازن النتروجيني

النتروجين المستهلك Nitrogen Intake

يقدر النتروجين في الغذاء كيمياوياً ومن ذلك طريقة كلدال Kjeldahl وللحصول على نسبة البروتين الموجودة في الغذاء تضرب النتيجة × العامل ٦,٢٥ على أساس ان كل ١٠٠ غم بروتين يحتوي على ١٦ غم نتروجين ودر أن غراماً واحداً من النتروجين يعادل ٦,٢٥ غم بروتين. برغم أن نسبة النتروجين في البروتين تختلف من مصدر الى آخر او بروتين الى آخر.

النتروجين المطروح Nitrogen Excretion

ويشمل النتروجين في الصور الآتية:

نتروجين البراز Fecal Nitrogen

ويشمل النتروجين الناتج من البروتين غير المهضوم فضلاً عن نتروجين الخلايا المهدمة أو المفقودة من خلال الجهاز الهضمي وكذلك بروتينات العصارات الهضمية من ضمنها الأنزيمات والهورمونات وخلايا البكتريا التي تعيش في القولون. وتختلف الكمية المفقودة عن هذا الطريق بتأثير عدة عوامل منها نوع البروتين والحالة الفسيولوجية للشخص التي تباين بين شخص وآخر. والفرق بين النتروجين المستهلك بالنتروجين الموجود في البراز هو النتروجين الممتص أو الذي كان مهيأ للاستفادة من لدن الجسم.

نتروجين الإدرار (البول) Urinary Nitrogen

إن حوالي ٩٠٪ من النتروجين الموجود في الأدرار بأني من عملية ازالة الأمين Deamination من الأحماض الأمينية عند تمثيلها ويطرح على شكل بوريا Urea فضلاً عن كمية قليلة من الأمونيا Ammonia وكذلك النتروجين غير البروتيني Nonprotein nitrogen يفرز على شكل كرياتنين Creatinine وحامض البوليك Uric acid ومركبات أخرى بكميات قليلة جداً. فأن النتروجين الموجود في الإدرار يكون أقل ما يمكن موازنة بالحالات الأخرى. وعندما تزداد كمية البروتين المتناول عن حاجة الجسم في البناء والحفاظ على الخلايا والأنسجة فأن كمية من الأحماض الأمينية يهدم ويستخدم لإنتاج الطاقة او تخزن على شكل طاقة كامنة مخزونة وبالنتيجة يرتفع نتروجين الادرار، والمعرفة أقل حاجة من البروتين لسد احتياجات الخلايا والأنسجة يتم ذلك عن طريق تتبع التوازن حتى حصول التوازن السالب فضلاً عن هذا الفقد فأنه يحدث كذلك فقد عن طريق الجلد والذي يشمل العرق والخلايا المفقودة منه وكذلك الشعر والأظافر وعلى الرغم من صعوبة تقدير هذا الفقد أجريت محاولات عديدة تنفق على ان الفقد كان في حدود ١,٤ – ١,٥ غم تتزوجين وتزداد الكمية عند زيادة التعرق في حالة الاعمال الشاقة والجهد المضاعف الذي يقوم به الفرد. ولا يمكن أن ننسى عملية التنفس والفقدان عن طريق الرئتين ايضا.

اعتماداً على دراسات التوازن النتروجين قامت كل من منظمة الغذاء والزراعة FAO ومنظمة الصحة العالمية WHO في الأمم المتحدة بوضع توصياتها احتياجات البروتين الذي يتراوح بين ٠,٥٢ غم بروتين / كنم من وزن الجسم للمرأة ومحدود ٠,٥٧ غم بروتين / كغم من وزن الجسم للرجل اذا كان وزناهما هو ٥٥ و ٦٥ كغم على التوالي. وعليه يكون احتياجات او توصيات البروتين هو ٢٩ و ٣٧ غم بروتين يومياً على التوالي، انظر جدول رقم ٦٥ للمقررات اليومية المقترحة من لدن لجنتي FAO WHO. ان هذه الكميات قليلة موازنة بالتوصيات الأمريكية المقترحة من لدن لجنتي الغذاء والتغذية الأمريكية Food and Nutrition Board وهي ٤٤ و٥٦ غم يوميا للمرأة والرجل بوزن ٥٥ و٧٠ كغم على التوالي. وقد تم حساب هذه الارقام الاخيرة كما يأتي:

لقد قدرت كمية النتروجين الكلي المفقود أو المطروح على الصور الثلاث المارة الذكر يوميا من لدن الشخص البالغ السليم بحوالي ٥,٢٨ غم او ما يعادل ٣٣ غم بروتين يوميا وهو فقد لا بد منه حيث يصطلح عليه بالفقد الإجباري Obligatory lots of Nitrogen وهذا فأن الشخص البالغ السليم عليه ان يتناول في أقل تقدير ٣٣ غم بروتين يوميا فقط لد الفقد الأجباري الحاصل ليكون التوازن متساويا نظريا وهذا فلاطمنان لسد احتياجات الشخص والتلافي تأثير عامل الفردية Individual variability وكذلك درجة كفاءة البروتين تحسب الاحتياجات المذكورة في أعلاه كما يأتي:

الايضاحات	غم بروتين/ كغم من وزن الجسم
احتياجات البروتين اليومي اعتماداً على دراسة التوازن النتروجيني	$(\frac{٣٣}{٧٠}) = ٠,٤٧$
تضاف نسبة الفروقات الفردية وجدت انها بحدود ٣٠٪	$(٠,٣ \times ٠,٤٧) = ٠,١٤$
المجموع	٠,٦١
تعدل النسبة الاخيرة اعتماداً على درجة كفاءة البروتين وقد وجدت انها حوالي ٧٥٪ في الغذاء الامريكي النموذجي	٠,٨ $(١,٣٣ \times ٠,٦١)$

وبهذا يمكن الاعتماد على الرقم الاخير (٨) غم بروتين / كغم وزن الجسم) المعرفة المقررات اليومية التقريبية للفرد في حالة الاوزان المختلفة.

اما في حالة النمو وهذا ما يحدث عند الاطفال منذ الولادة وحتى البلوغ فأن الاحتياجات تقررها الزيادة في الوزن. حيث تكون مستمرة وتكون عالية في السنة الأولى وتنخفض بزيادة العمر. ففي سنة الشهور الأولى تكون الزيادة اليومية لكل كغم من وزن الجسم بحدود ٥-٦ غم وتنخفض في النصف الثاني من السنة الى نحو ٣ غم وتنخفض في السنة الثانية إلى حدود ٠,٥٠,٣ غم حتى عمر الذهاب الى المدرسة وبسبب قلة سرعة النمو فان الاحتياجات اليومية للبروتين تقل اعتمادا على ذلك.