المحاضرة الثالثة

الأحماض الأمينية (Amino Acid):

هي لبنات البناء الرئيسية لبناء البروتين في الجسم. يمكن ملاحظتها بسهولة بعد هضم البروتين. ثمانيه أساسية مهمة جدا (لا يمكن للجسم البشري أن يصنعها بنفسه) والباقي غير أساسية (يمكن صنعها داخل الجسم البشري، بشرط التغذية السليمة). بالرغم من قدرة الجسم على تصنيع الأحماض غير الأساسية، إلا أنه وفي بعض الأحيان يتوجب أخذ مكملات للأحماض غير الأساسية لضمان توفر الكميه المثلى في الجسم. بعض المصادر تضيف قسما ثالثا هو شبه-أساسية، حيث يقوم الجسم بتصنيع هذه الأحماض ولكن بكميات محدودة. الاحماض الامينيه تشكل مادة البناء الرئيسية للاجسام المضاده لمكافحة غزو البكتريا والفيروسات، وهي تبني البروتينات النووية، رنا (الحَمْضُ النَّوَوِيّ الرّيبِي) ودنا (الحَمْضُ الرّيْبِيُّ النَّوَوِي المَنْزُوع الأوكسِجين). كما تقوم الأحماض الأمينية بدور رئيسي بحمل الاوكسجين إلى أنحاء الجسم المختلفة، وهي مكون أساسي للنشاط العضلي, إضافة إلى بناء الخلايا وإصلاح الانسجه. الحوامض الأمينية تقوم بمهام أخرى كلعبها دور نواقل عصبية ومواد أولية لبعض الهرمونات أو كمصدر للطاقة.

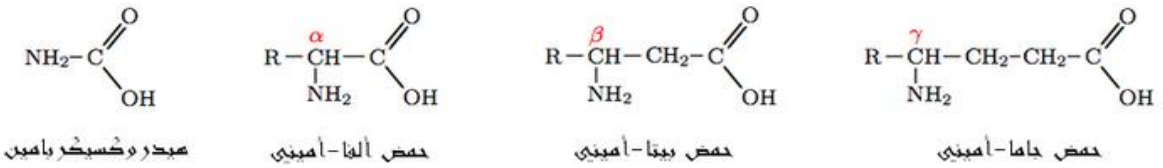
الحامض الأميني هو أحد المركبات العضوية تحمل نوعين من الجذور الكيميائية، وهي جذر أميني($-NH_2$)وجذر كربوكسيل ($-COOH$) متحدتين مع ذرة كربون مرتبطة بدورها بسلسلة عضوية جانبية Side chain R تكون مختلفة من حامض أميني إلى آخر.

ترقم ذرات الكربون عادة بالأحرف الإغريقية، وتنتمي الحوامض الأمينية المكونة للبروتينات إلى فئة ألفا -α Amino Acids وذلك لأن جذري الأمين والهيدروكسيل يرتبطان بذرة الكربون الأولى في السلسلة. وتوجد كذلك حموض أمينية أحيائية من فئة بيتا مثل البيتا-ألانين (β-Alanine :) وأخرى من فئة جاما مثل حمض الجاما امينو-بيتيريك (γ-Aminobutyric acid) أو (GABA)كما في الشكل (1) . ورغم وجود عدد كبير من الحوامض الألفا-الأمينية في الطبيعة إلا أن السلاسل البروتينية لا تحتوي سوى 20 نوعا منها فقط. .

البنية الكيميائية العامة

يعتبر هيدروكسي كرباميد (بالإنجليزية: Hydroxycarbamide) الحمض الأميني الأبسط من حيث التركيب فهو متكون من جذر أميني متصل مباشرة بكربون جذر الهيدروكسيل. وهذا المركب غير أحيائي. أما في بقية الأحماض الأمينية فتدخل ذرة أو أكثر من الكربون بين هذين الجذرين. ويحدد موقع الأمين في السلسلة الكربونية

الفئة التي ينتمي إليها الحمض الأميني كما يلي:

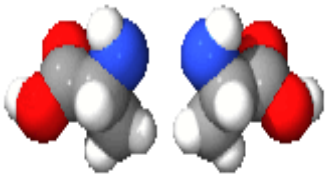


ميدروكسيكربامين حمض ألفا-أميني حمض بيتا-أميني حمض جاما-أميني

التماثلية البصرية (التناظر)

لدى جميع الأحماض الألفا-أمينية، باستثناء الكلايسين، يكون الكربون-ألفا مرتبطا بجذور مختلفة ومجموعة جانبية Rمميزة لدى نقول أنه كايرالي Chiral أو مركز ناشط بصريا. ونتيجة لهذه الخاصية، فان كل حمض ألفا-أميني متواجد في الطبيعة على شكل نظيرتين بصريتين، يمينية ويرمز لها بـ D، أو يسارية ويرمز لها بـ L.

و في الشكل (2) ، نجد الـ D-ألانين وكأنه صورة عبر المرآة لالـ L -ألانين، فان غالبية الأحماض الألفا-أمينية المكونة للبروتينات هي من النضيرة Lوليست D. ولكن يمكن أن نجد بعض الـ D-أحماض أمينية في أنواع من الصدفيات مثل عائلة الكونيدات ،وفي الغشاء البيبتدوسكري Peptidoglycan لبعض البكتيريا.



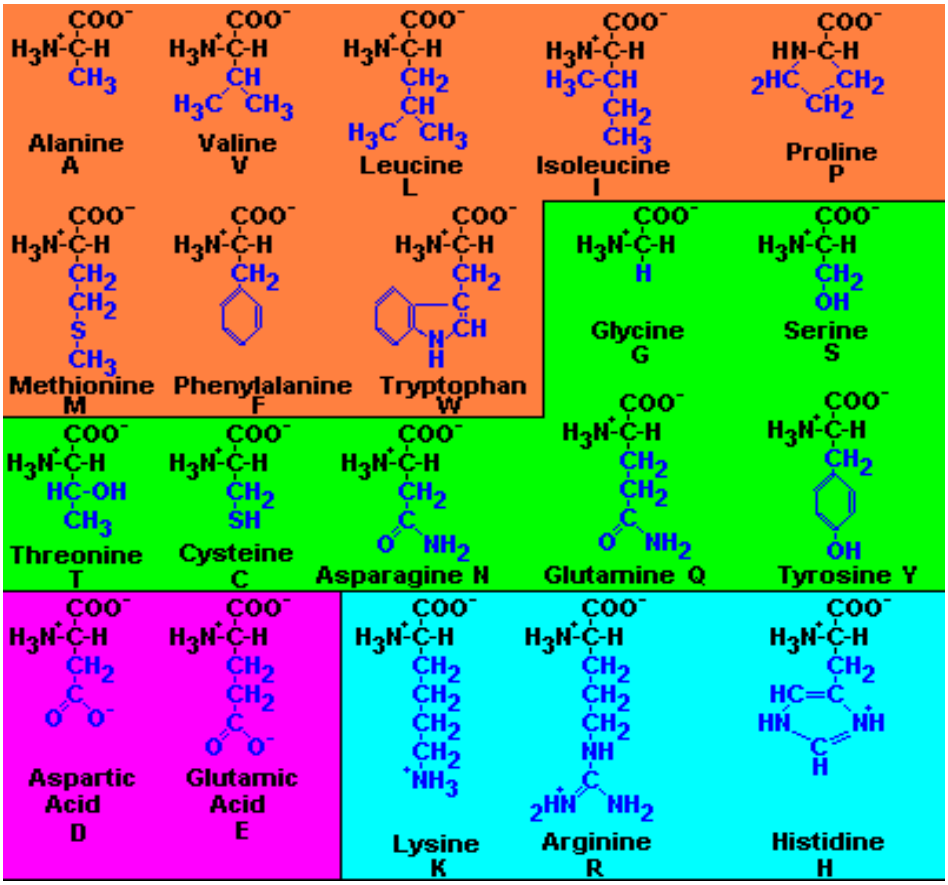
شكل(2) يمثل صورة الالانين

تصنيف الأحماض الأمينية

1- البنية العامة للحموض الأمينية وهي مصنفة حسب مكان ترابط الجذر الأميني NH_2 فوق السلسلة الكربونية، R(هو المجموعة الجانبية التي تحدد طبيعة كل حامض أميني). وكما في الشكل (1).

- **حموض ألفا-أمينية**, يتصل جذر الأمين بالكربون رقم 2 بعد كربون جذر الهيدروكسيل ويرقم بألفا C_α. يسمى المركب بالحمض 2-أمينوايثانويك Aminoethanoic acid، أو ما يعرف بالكلايسين Glycine، أبسط الحموض الأمينية لدى الكائنات الحية. أما بقية الأحماض الألفا-أمينية فلها نفس البنية مع اختلاف في السلسلة الجانبية R، فعوضا عن ذرة الهيدروجين المرتبطة بالكربون ألفا في الكلايسين، تتخذ أنواع مختلفة، على سبيل المثال، جذر المثيل Methyl في حالة الألانين Alanine أو جذر مختلف الحلقة Heterocyclic بالنسبة للتريبتوفان Tryptophan. والدور الأساسي للأحماض الألفا-أمينية هو بناء مختلف البروتينات.

- **حموض بيتا-أمينية**، يرتبط جذر الأمين بالكربون الثالث بداية من كربون جذر الهيدروكسيل C_β، وأبسط ممثل أحيائي لهذه الفئة هو البيتا-ألانين، يتأتي من تحلل الكارنوسين Carnosine، ويلعب دور ناقل عصبي مثبط للكلايسين.
- **حموض جاما-أمينية**، يتحد جذر الأمين بالكربون الرابع بعد كربون جذر الهيدروكسيل C_γ، مثل حامض الجاما امينو-بيتيريك GABA.



شكل (3): يمثل الصيغة التركيبية لعشرون حامض اميني

2- تقسم الأحماض الألفا-أمينية العشرون الموجودة في البروتينات، والمشفرة في المعلومة الوراثية، إلى مجاميع حسب عدد من الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والأحيائية :كما في الجدول (1) والشكل (3).

- **الطبيعة الكيميائية للسلسلة الجانبية** : بما أن المجموعة الجانبية R هي التي تحدد هوية الحامض الأميني، يمكن اذن تقسيم الأحماض الأمينية إلى سلسلة هيدروكاربونية، اما أليفاتية Aliphatic أو أروماتية Aromatic أو مختلفة الحلقة Heterocyclic.
- **القطبية الكهربائية** : تقسم الأحماض الأمينية حسب قطبيتها الكهربائية (شكل(4))، وذلك حسب حالة التأين، إلى قطبية Polar (سالبة أو موجبة الشحنة) أو غير قطبية Nonpolar (عديمة الشحنة). تحدد

هذه الخاصية المهمة قابلية الأحماض الأمينية للانحلال في الماء (و الماء هو محلول قطبي)، فتكون الأحماض الأمينية ذات المجاميع الجانبية Rالقطبية متجاذبة مع الماء Hydrophilic، وهي عادة ما تكون على الجزء الخارجي للبروتينات. بينما الأحماض الأمينية ذات السلاسل الجانبية غير القطبية، وغير المتجاذبة مع الماء Hydrophobic، تميل إلى التجمع للداخل.

- **القاعديـة \ الحمضيـة** : كما في الشكل (3) السلسلة الجانبية Rمن الممكن أن تكون قاعدية، مثل حمض الليسين Lysine أو الأرجنين Arginine وهو شديد القاعدية، أو حمضية، مثل الكلوتاميك Glutamic acid والأسبارتيك Aspartic acid، أو متعادلة مثل الكلايسين والليوسين Leucine. وعادة ما تكون الأحماض الأمينية ذات المجاميع الجانبية القاعدية والحامضية قطبية جدا وهي توجد بصورة كبيرة على سطح البروتينات المماس للماء.

3- تقسم الأحماض الأمينية حسب أهميتها الغذائية وتوفرها الأحيائي(شكل 4) إلى :

- أحماض أمينية أساسية Essential لا يصنعها الجسم، ويجب تناولها في الغذاء. مثال، الليوسين واللايسين.
- أحماض أمينية شبه-أساسية Semi-essential يستطيع الجسم تخليقها ولكن ليس بكميات كافية، خاصة في مرحلة النمو، ويحبذ أن تتوفر في الغذاء. مثال، الأرجنين والهستيدين Histidine.
- أحماض أمينية غير أساسية Nonessential متوفرة في الجسم السليم بكميات دائمة، ولا تستلزم حضورها في الغذاء. مثال، الكلايسين والبرولين Proline.

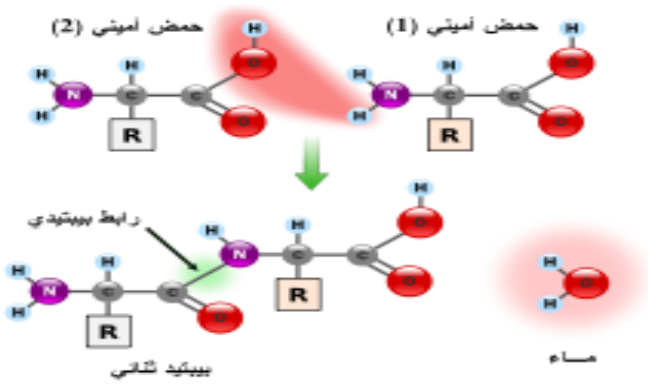
جدول (1) قـائمة تصنيف الأحمـاض الألفا-الأمينيـة المكونة للبروتينات

الحامض الأميني	الرمز ثلاثة حروف	الرمز حرف واحد	قطبية السلسلة الجانبية	حمضية أو قاعدية السلسلة الجانبية	الأهمية الغذائية
ألانين Alanine	Ala	A	غير قطبي	متعادل	غير أساسي
أرجنين Arginine	Arg	R	قطبي	قاعدي قوي	شبه-أساسي
أسباراجين Asparagin	Asn	N	قطبي	متعادل	غير أساسي
أسبارتيت Aspartic acid	Asp	D	قطبي	حمضي	غير أساسي
سيستئين Cysteine	Cys	C(٥)	قطبي	متعادل	غير أساسي (٥)
جلوتامين Glutamin	Gln	Q	قطبي	متعادل	غير أساسي

جلوتاميت Glutamic acid	Glu	E	قطبي	حمضي	غير أساسي
كلايسين Glycine	Gly	G	غير قطبي	متعادل	غير أساسي
هيستدين Histidine	His	H	قطبي	قاعدي ضعيف	شبه-أساسي
ايزوليوسين Isoleucine	Ile	I	غير قطبي	متعادل	أساسي
ليوسين Leucine	Leu	L	غير قطبي	متعادل	أساسي
ليسين Lysine	Lys	K	قطبي	قاعدي	أساسي
ميثيونين Methionine	Met	M	غير قطبي	متعادل	أساسي
فينيل ألانين Phenylalanine	Phe	F	غير قطبي	متعادل	أساسي
برولين Proline	Pro	P	غير قطبي	متعادل	غير أساسي
سيرين Serine	Ser	S	قطبي	متعادل	غير أساسي
ثريونين Threonine	Thr	T	قطبي	متعادل	أساسي
تريبتوفان Tryptophan	Trp	W	قطبي	متعادل	أساسي
تيروسين Tyrosin	Tyr	Y	قطبي	متعادل	غير أساسي(م)
فالين Valine	Val	V	غير قطبي	متعادل	أساسي

(م) رمز السيستين **C** يمكن أن يكتب أيضا C_{S-H}، إذا كان الجذر الكبريتي (-HS) حرا أو C_{S-S}، إذا كان هذا الجذر مرتبطا بجذر كبريتي لسيستين أخرى في السلسلة البيبتيدية. وتختلف الخاصيات أيضا في هذه الحالة، فالسيستين المرتبطة تصير غير قطبية.(م م) هذه الأحماض الأمينية تصير أساسية في مراحل النمو الأولى وعند الأطفال.

البيبتيدات: هي عبارة عن ارتباط حامض اميني مع حامض اميني اخر بأواصر بيبتيدية .



شكل (5) تكون الرابط البيبتيدي

الرابط البيبتيدي : وهي الاصرة التي تتشكل بين جزيئتين عندما تتفاعل مجموعة الكربوكسيل للجزيئة الأولى مع مجموعة الامينو للجزيئة الثانية محررة جزيئة الماء (H_2O) ويدعى هذا التفاعل بالتآلف الجاف ويحدث بين الاحماض الامينية. وتدعى الجزيئة الناتجة بالأميد.كما في شكل (5)