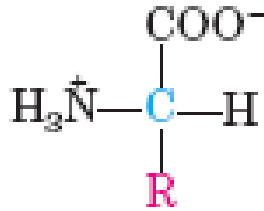


الأحماض الأمينية

تعرف الأحماض الأمينية بأنها اصغر وحدة بنائية في تركيب البروتين، إذ تعد اللبنة الأساسية لبناء جميع البروتينات، وهي أحماض عضوية تحتوي على مجموعة أمين وكاربوكسيل. أن عدد الأحماض الأمينية من نوع ألفا والتي يبنى منها البروتينات بصورة عامة في الطبيعة هو عشرون حامضاً أمينياً وتنتج هذه الأحماض أما عن التحلل الكيميائي أو الإنزيمي للبروتين أو تصنع بالطرق الكيميائية.

الخواص العامة للأحماض الأمينية.

1- لدى الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات صفة مشتركة وهي ارتباط مجموعة كاربوكسيلية واحدة ومجموعة أمينية واحدة بذرة الكربون المسماة ألفا (الشكل 5-1). ويتميز كل حامض أميني باحتوائه على مجموعة طرفية خاصة تدعى المجموعة الجانبية R-group والتي تحدد صفات كل حامض أميني.



الشكل(5-1): الصيغة العامة للحامض الأميني.

تكون المجموعة الأمينية ألفا حرة وغير مرتبطة في جميع الأحماض الأمينية عدا البرولين Proline. ولتسمية الأحماض الأمينية بصورة مختصرة، فقد أعطي لكل حامض أميني ثلاثة حروف وكذلك أعطي حرف واحد أيضاً، ولكن المستخدمة في الغالب هي المختصرات للأحماض الأمينية ذات الثلاثة حروف (كما سوف يتم توضيحها في الفقرات اللاحقة) .

2- ان جميع الأحماض الأمينية الموجودة في بروتينات الكائنات الحية تكون لها هيئة L (L- Form) (الشكل 5-2)، إذ أن ذرة الكربون ألفا في جميع الأحماض الأمينية عدا الكلايسين غير متناظرة Asymmetric وبالتالي فهي تعد فعالة بصرياً Optically active .



الشكل(5-2): الشكل الفراغي للحامض الأميني ألانين Alanine هيئة L و D .

3- هناك عشرون حامضاً أمينياً رئيساً موجوداً في البروتين والتي تختلف في العديد من الصفات مثل الشحنة والقابلية على تكوين الأواصر الهيدروجينية وخواص كارهة Hydrophobic أو محبة للماء Hydrophilic وخواص كيميائية أخرى والتي تؤلف جميع البروتينات الموجودة في جميع أنواع الكائنات الحية.

4 - تقسيم (تصنيف) الأحماض الأمينية Classification of amino acids

يمكن تقسيم الأحماض الأمينية استناداً الى تواجدتها في الطبيعة وأهميتها للكائن الحي ومدى قابلية تصنيعها داخل خلايا الجسم وهذه التقسيمات هي:

I- الأحماض الأمينية البروتينية.

II- الأحماض الأمينية غير البروتينية.

III- الأحماض الأمينية النادرة في البروتينات.

IV- الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية.

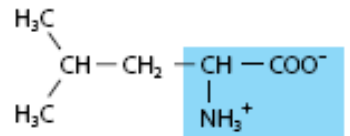
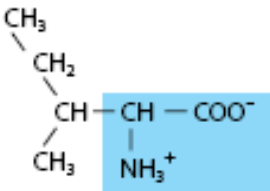
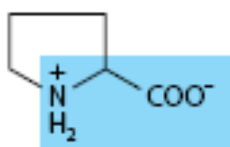
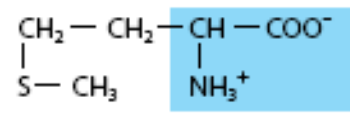
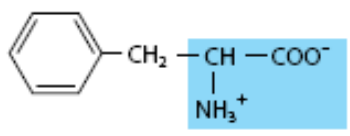
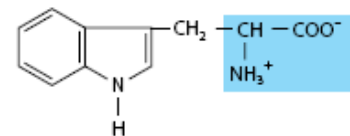
I- الأحماض الأمينية البروتينية:

يمكن تقسيم الأحماض الأمينية العشرين المكونة للبروتين اعتماداً على عدة صفات وكما يأتي:

أ- بناءً على طبيعة المجاميع الجانبية (مجموعة R) للحامض الأميني، وعلى هذا الأساس يمكن تصنيفها الى أربع مجاميع، ويمكن توضيح تراكيبها الكيميائية (في الأس الهيدروجيني المتعادل) ورمز كل حامض أميني مؤلف من ثلاثة أحرف او حرف واحد كما يأتي :

1- غير محبة للماء Hydrophobic وتدعى أحياناً اللاقطبية Nonpolar وتشمل الأحماض الأمينية الآتية:

الحامض الأميني	الرمز بثلاثة أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
ألانين Alanine	Ala	A	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
فالين Valine	Val	V	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH} - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \diagup \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$

التركيب الكيميائي	الرمز بحرف واحد	الرمز بثلاثة أحرف	الحامض الأميني
	L	Leu	ليوسين Leucine
	I	Ile	أيسوليوسين Isoleucine
	P	Pro	برولين Proline
	M	Met	مثنونين Methionine
	F	Phe	فينايل ألانين Phenylalanine
	W	Trp	تربتوفان Tryptophan

2 — قطبية غير مشحونة محبة للماء Hydrophilic وتشمل الأحماض الأمينية الآتية:

الحامض الأميني	الرمز بثلاث أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
كلايسين Glycine	Gly	G	$\begin{array}{c} \text{H} - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
سيرين Serine	Ser	S	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$
ثريونين Threonine	Thr	T	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$
سسيتين Cysteine	Cys	C	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \quad \\ \text{SH} \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$
تايروسين Tyrosine	Tyr	Y	$\text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
أسباراجين Asparagine	Asn	N	$\text{H}_2\text{N} - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
كلوتامين Glutamine	Gln	Q	$\text{H}_2\text{N} - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$

3 — السالبة الشحنة او تسمى بالحامضية Acidic وتشمل:

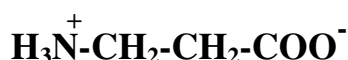
الحامض الأميني	الرمز بثلاثة أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
حامض الأسبارتيك Aspartic acid	Asp	D	$\text{}^-\text{OOC} - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
حامض الكلوتاميك Glutamic acid	Glu	E	$\text{}^-\text{OOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$

الحامض الأميني	الرمز بثلاثة أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
لايسين Lysine	Lys	K	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_3^+ \qquad \qquad \text{NH}_3^+ \end{array}$
أرجنين Arginine	Arg	R	$\begin{array}{c} \text{H} - \text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{C} = \text{NH}_2^+ \qquad \text{NH}_3^+ \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
هستيدين Histidine	His	H	$\begin{array}{c} \text{HN} \quad \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH} \quad \text{CH} \\ \qquad \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$

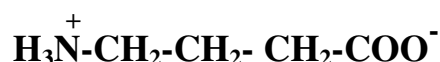
II- الأحماض الأمينية غير البروتينية : Non proteinous amino acids

ان هذا النوع من الأحماض الأمينية لا تدخل في بناء بروتينات الكائنات الحية التي تنتجها بل توجد في مصادر خاصة بشكل منفرد او مرتبط مع مركبات أخرى ويعود سبب عدم دخولها في بناء البروتين بأن مجموعة الأمين والكربوكسيل لا ترتبط بنفس ذرة الكربون الألفا ومن هذه الأحماض الأمينية:

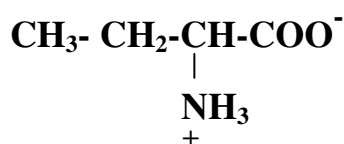
1- بيتا- ألانين β -alanine (بيتا- أمينو حامض بروبونيك β -amino propionic acid) الذي يوجد ضمن تركيب حامض بانتوثنيك Pantothenic acid ومرافق الإنزيم A (Coenzyme A).



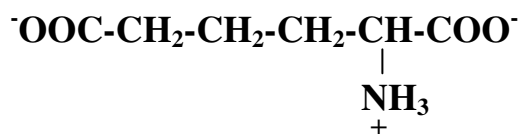
2- كاما- أمينو بيوتاريك γ -amino butyrate : ويوجد في العديد من النباتات والمخ والرئة والقلب والذي يعد المثبط الكيميائي للحافز العصبي في مناطق معينة من الجهاز العصبي.



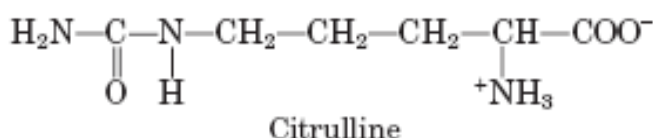
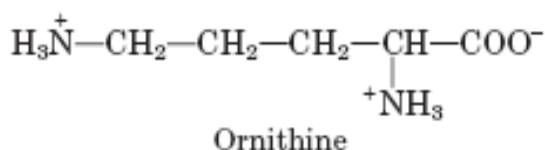
3- ألفا- أمينو بيوتاريك α -Amino butyrate : يتواجد هذا الحامض في مستخلصات المخ لمختلف الحيوانات.



4- ألفا- أمينو أدبييت α - Amino adipate : وهو أحد المركبات الوسيطة التي تتكون أثناء التغيرات الحياتية للحامض الأميني اللايسين.

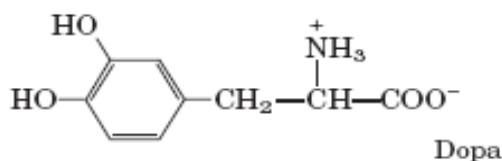


5- الستروولين Citrulline والأورنثين Ornithine : وهي الأحماض الأمينية غير البروتينية (الشكل 3-5) التي تتكون أثناء العمليات الحياتية للأمونيا (دورة اليوريا Urea cycle) اذ يتم التخلص من المركب الأخير بشكل يوريا.



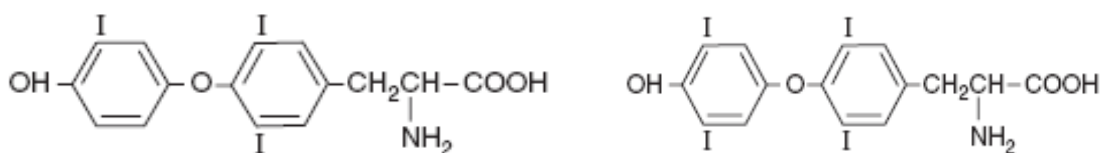
الشكل (3-5): الستروولين Citrulline والأورنثين Ornithine.

6- ثنائي هيدروكسي فينايل ألانين Dihydroxy phenylalanine (Dopa) : يتواجد هذا الحامض الأميني (الشكل 4-5) في مسار تكوين هورمونات الكاتيكول أمين (الدوبامين والأدرينالين والنورأدرينالين) والذي يمكن أن يتواجد أيضاً في بعض أنواع الفاصوليا.



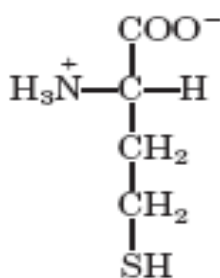
الشكل (4-5): ثنائي هيدروكسي فينايل ألانين.

7- المركب 3، 5، 3 ثلاثي أيودو ثيرونين (T₃) : الذي يتواجد في الغدة الدرقية فضلاً عن ثايروكسين رباعي أيودوثيرونين (T₄) .



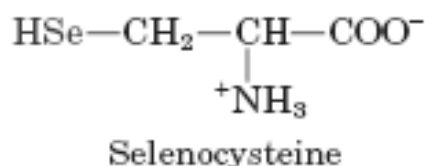
الشكل (5-5): ثلاثي ورباعي أيودو ثيرونين.

8- هوموسستين Homocystein: الذي يوجد بوصفه مركباً وسطياً (الشكل 5-6) يتكون أثناء تفاعلات الأحماض الأمينية الميثونين والثيرونين وحامض الأسبارتيك.



الشكل (5-6): هوموسستين.

9- سلينوسستين Selenocysteine : سلينوسستين أحد الأحماض الأمينية من نوع L (الشكل 5-7) الموجود في العديد من البروتينات، وان أسمه يدل عليه أنه يحتوي على ذرة السلينيوم Sulfur (S) بدل الكبريت Selenium (Se) في التركيب المشابه للحامض الأميني السستين.



الشكل (5-7): سلينوسستين Selenocysteine.

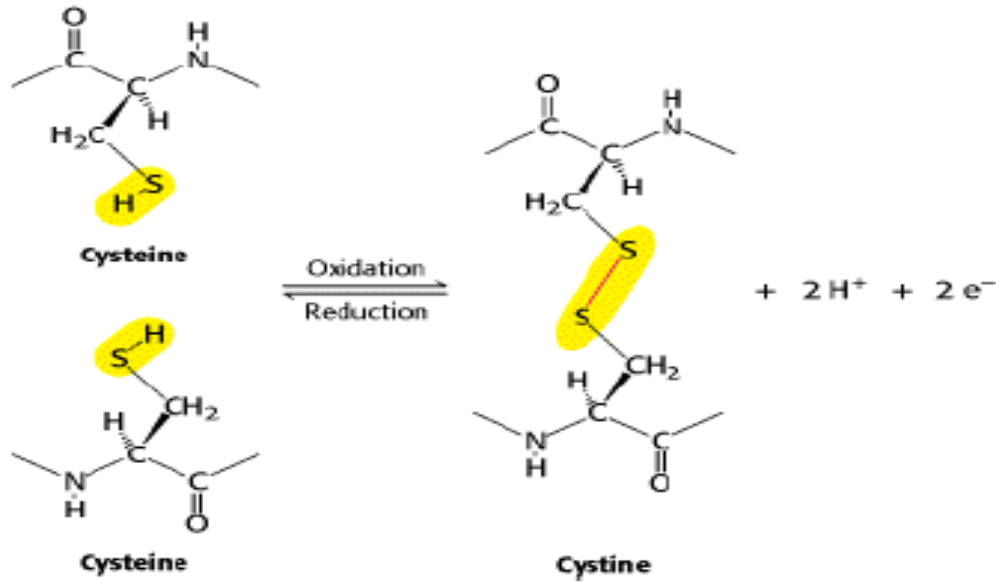
وله قيمة $pK_3 = 5.2$ والتي هي اقل من السستين، ويتكون خلال عملية الترجمة في بناء البروتين Protein synthesis ويعد الحادي والعشرين في ترتيب الأحماض الأمينية ولكنه لا يحتوي على شفرة وراثية واضحة Code كما في العشرين حامضاً أمينياً.

ويتواجد هذا الحامض الأميني في الموقع الفعال للعديد من الإنزيمات في الجسم اذ يعمل عاملاً مساعداً في تفاعلات الأكسدة والإختزال Redox reactions على سبيل المثال إنزيم كلوتاثايون بيروكسيداز Glutathione peroxidase (GP_x) الذي يعمل من خلاله على تحويل بيروكسيد الهيدروجين الى ماء وكلوتاثايون مؤكسد كما في المعادلة الآتية:



يدخل سلينوسستين أيضاً في الموقع الفعال للإنزيم دي أيودونيز Deiodinase الذي يعمل على تحويل الثايروكسين Thyroxine إلى ثلاثي أيودوثايرونين Triiodothyronine.

10- الحامض الأميني السستين Cystine: يتكون السستين من أكسدة الحامض الأميني السستين Cyteine (الشكل 5-8)، إذ يدخل السستين في ربط سلسلتين ببتيدين بوساطة أصرة ثنائي الكبريت Disulfide bond والذي يكون مسؤولاً عن تكوين احد أنواع حصوات الكلية Kidney stone.



الشكل (5-8): تكوين السستين Cystine من جزيئي السستين Cysteine.

III - الأحماض الأمينية النادرة في البروتينات Rare amino acids in proteins

هناك بعض الأحماض الأمينية النادرة فضلاً عن الأحماض الأمينية البروتينية التي تستخرج من نواتج التحليل المائي لبعض البروتينات وتعد جميعها من مشتقات الأحماض الأمينية البروتينية مثل 4-هيدروكسي برولين 4-Hydroxy proline المشتق من البرولين والموجود بكثرة في البروتينات الليفية كالكولاجين وبعض البروتينات النباتية وكذلك 5-هيدروكسي لايسين 5-Hydroxy lysine المشتق أيضاً من الكولاجين و N-مethyl lysine و 3-مethyl histidine هستيدين والتي تعد مشتقات مثيلية للأحماض الأمينية البروتينية التي يمكن استخراجها من البروتينات العضلية (الشكل 5-9).