

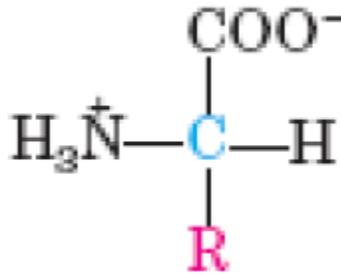
محاضرات الأحماض الأمينية

الاحماض الامينية

تعرف الاحماض الأمينية بأنها اصغر وحدة بنائية في تركيب البروتين ، إذ تعد اللبنة الاساسية لبناء جميع البروتينات ، وهي احماض عضوية تحتوي على مجموعة أمين و كاربوكسيل . أن عدد الاحماض الامينية من نوع ألفا والتي يبني منها البروتينات بصورة عامة في الطبيعة هو عشرون حامضاً أمينياً وتنتج هذه الاحماض أما عن التحلل الكيميائي أو الأنزيمي للبروتين أو تصنع بالطرق الكيميائية.

الخواص العامة للأحماض الأمينية

1- لدى الاحماض الامينية الموجودة في البروتينات صفة مشتركة وهي ارتباط مجموعة كاربوكسيلية واحدة ومجموعة أمينية بذرة الكربون المسماة ألفا (الشكل 1-5). ويتميز كل حامض أميني باحتوائه على مجموعة طرفية خاصة تدعى المجموعة الجاذبية R-GROUP



الصيغة العامة للحامض الاميني

وتكون المجموعة الامينية ألفا حرة غير مرتبطة في جميع الاحماض الامينية عدا البرولين PROLINE . ولتسمية الاحماض الامينية بصورة مختصرة ، فقد اعطي لكل حامض اميني ثلاثة حروف وكذلك أعطي حرف واحد ايضاً ، ولكن المستخدمة في الغالب هي المختصرات للأحماض الامينية ذات الثلاثة حروف (كما سوف يتم توضيحها في الفقرات اللاحقة) .

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



الشكل الفراغي للحامض الاميني الانين Alanine هيئة D و L .

محاضرات الأحماض الأمينية

3- هناك عشرون حامضا امينيا رئيسيا موجودا في البروتين والتي تختلف في العديد من الصفات مثل الشحنة والقابلية على تكوين اواصر هيدروجينية وخواص كارهة Hydrophobic او محبة للماء hydrophilic وخواص كيميائية اخرى والتي تؤلف جميع البروتينات الموجودة في جميع انواع الكائنات الحية .

4- تقسيم (تصنيف) الاحماض الامينية Classification of amino acids

يمكن تقسيم الاحماض الامينية استنادا الى توажدها في الطبيعة واهميتها للكائن الحي ومدى قابلية تصنيعها داخل خلايا الجسم وهذه التقسيمات هي :

I- الاحماض الامينية البروتينية .

II- الاحماض الامينية الغير البروتينية .

III- الاحماض الامينية النادرة في البروتينات .

IV- الاحماض الامينية الاساسية والغير اساسية .

I- الاحماض الامينية البروتينية :

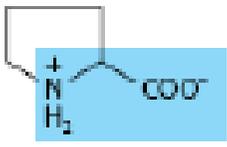
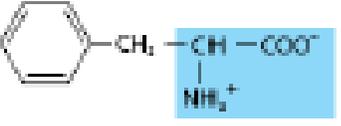
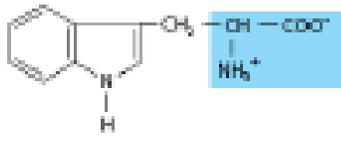
يمكن تقسيم الاحماض الامينية العشرين المكونة للبروتين اعتماداً على عدة صفات وكما يلي :

أ- بناءً على طبيعة المجاميع الجانبية (مجموعة R) للحامض الاميني ، وعلى هذا الاساس يمكن تصنيفها الى اربع مجاميع ، ويمكن توضيح تركيبها الكيميائية (في الاس الهيدروجيني المتعادل) ورمز كل حامض اميني مؤلف من ثلاثة احرف او حرف واحد كما يأتي :

1- غير محبة للماء Hydrophobic وتدعى احيانا اللاقطبية Nonpolar وتشمل الاحماض الامينية الاتية :

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	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{CH} - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$

محاضرات الأحماض الأمينية

التركيب الكيميائي	الرمز بحرف واحد	الرمز بثلاثة أحرف	الحامض الأميني
$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \qquad \qquad \\ \text{H}_3\text{C} \qquad \qquad \text{NH}_3^+ \end{array} $	L	Leu	ليوسين Leucine
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{NH}_3^+ \end{array} $	I	Ile	إيسوليوسين Isoleucine
	P	Pro	برولين Proline
$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \qquad \qquad \\ \text{S} - \text{CH}_3 \qquad \text{NH}_3^+ \end{array} $	M	Met	ميثونين Methionine
	F	Phe	فينيل ألانين Phenylalanine
	W	Trp	تريبتوفان Tryptophan

محاضرات الأحماض الأمينية

2- قطبية غير مشحونة محبة للماء hydrophilic وتشمل الاحماض الامينية الاتية :

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

3- سالبة الشحنة او تسمى الحامضية Acidic وتشمل :

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

محاضرات الأحماض الأمينية

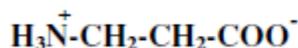
4- موجبة الشحنة او تسمى بالقاعدية Basic وتشمل :

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

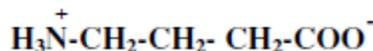
II- الاحماض الامينية الغير البروتينية : Non Proteinous amino acids

ان هذا النوع من الاحماض الامينية لا تدخل في بناء بروتينات الكائنات الحية التي تنتجها بل توجد في مصادر خاصة بشكل منفرد او مرتبط مع مركبات اخرى ويعود سبب عدم دخولها في بناء البروتين بأن مجموعة الامين والكاربوكسيل لا ترتبط بنفس ذرة الكاربون الألفا ومن هذه الاحماض الامينية :

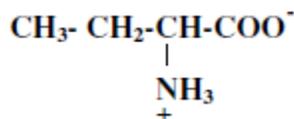
1- بيتا-الانين B-alanine (بيتا-امينو حامض بروبونيك B-amino propionic acid) الذي يوجد ضمن تركيب حامض بانتوثنيك Pantothenic acid ومرافق الانزيم (Coenzyme A) .



2- كما - امينو بيوتاريت Y-amino butyrate : ويوجد في العديد من النباتات والمخ والرئة والقلب والذي يعيد المثبط الكيميائي للحافز العصبي في مناطق معينة من الجهاز العصبي .

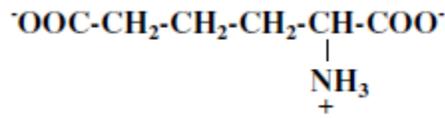


3- الفا-امينو بيوتاريت a-amino butyrate يتواجد هذا الحامض في مستخلصات المخ في مختلف الحيوانات .

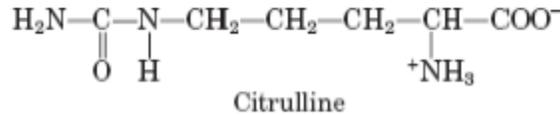
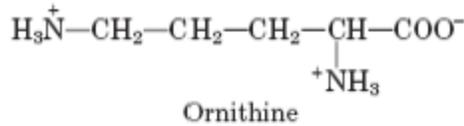


محاضرات الأحماض الأمينية

4- ألفا-امينو أدبييت a-amino adipiate : وهو احد المكبات الوسيطة التي تتكون اثناء التغيرات الحياتية للحامض الاميني اللايسين .

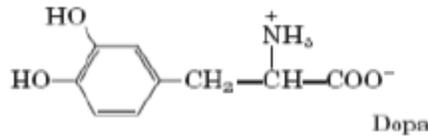


5- السترولين Citrulline و الاورنثين Ornithine : وهي الاحماض الامينية غير البروتينية (الشكل 3-5) التي تتكون اثناء العمليات الحياتية للامونيا (دورة اليوريا urea cycle) اذ يتم التخلص من المركب الاخير بشكل يوريا :



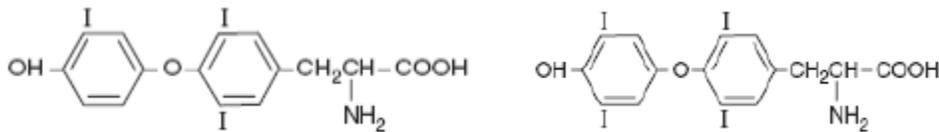
السترولين Citrulline و الاورنثين Ornithine

6- ثنائي هيدروكسي فينايل الانين Dihydroxy phenylalanine(Dopa) : يتواجد هذا الحامض الاميني (الشكل 4-5) في مسار تكوين الهرمونات الكاتيكول امين (الدوبامين والادرينالين والنورادرينالين) والذي يمكن يتواجد ايضا في انواع الفاصوليا .



ثنائي هيدروكسي فينايل الانين

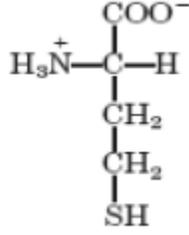
7- المركب 3 ، 5 ، 3 ثلاثي ايودو ثيرونين (T₃) : الذي يتواجد في الغدة الدرقية فضلا عن ثايروكسين رباعي ايودو ثيرونين (T₄) .



ثلاثي و رباعي ايودو ثيرونين

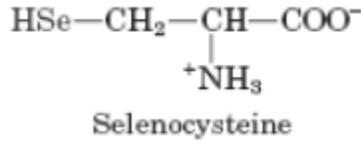
محاضرات الأحماض الأمينية

8- هوموسستين Homocystein : الذي يوجد بوصفه مركباً وسطياً (الشكل 5-6) يتكون أثناء تفاعلات الأحماض الأمينية الميثيونين والثيونين وحامض الاسبارتيك .



هوموسستين

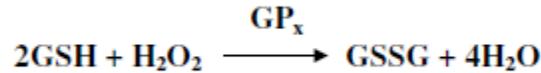
9- سلينوسستين Selenocysteine : سلينوسستين أحد الأحماض الأمينية من نوع L (الشكل 5-7) الموجود في العديد من البروتينات ، وان اسمه يدل عليه أنه يحتوي على ذرة السيلينيوم (Seleninm (Se) بدل الكبريت (S) Sulfur في التركيب المشابه للحامض الأميني السستين .



سليوسستين Selenocysteine

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

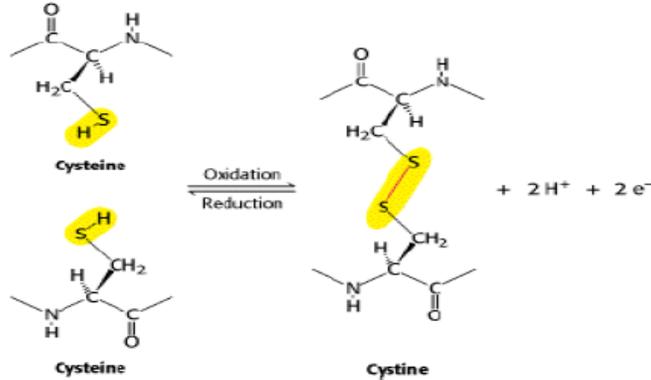
ويتواجد هذا الحامض الأميني في الموقع الفعال للعديد من الانزيمات في الجسم اذ يعمل عاملاً مساعداً في تفاعلات الاكسدة والاختزال Redox reactions على سبيل المثال إنزيم كلوتاتايون وبيروكسيديز Glutathione peroxidase (GP_x) الذي يعمل من خلاله على تحويل بيروكسيد الهيدروجين الى الماء وكلوتاتايون مؤكسد كما في المعادلة الآتية :



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

محاضرات الأحماض الأمينية

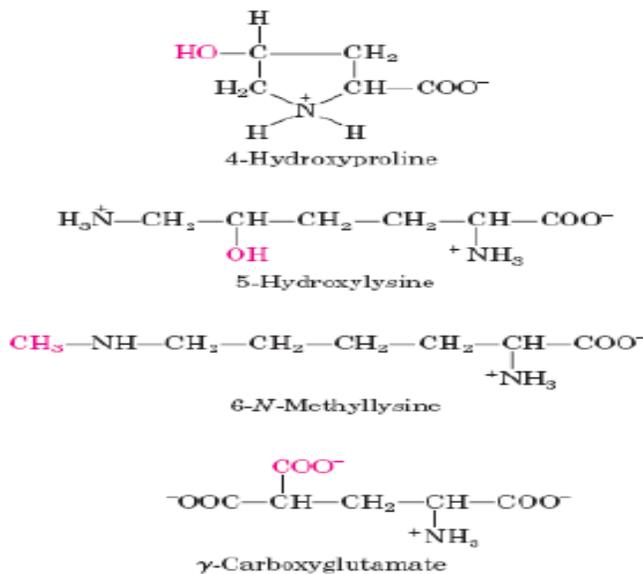
10- الحامض الاميني السستين Cystine : يتكون السستين من اكسدة الحامض الاميني السستين cysteine (الشكل 5-8) اذ يدخل السستين في ربط سلسلتين ببتيدين بواسطة اصرة ثنائي الكبريت Disulfidebond والذي يكون مسؤولاً عن تكوين احد انواع حصوات الكلية Kidney stone .



تكوين السستين Cystine من جزئتي السستين cysteine

III- الاحماض الامينية النادرة في البروتينات Rare amino acids in proteins

هناك بعض الاحماض الامينية البروتينية التي تستخرج من نواتج التحليل المائي لبعض البروتينات وتعد جميعها من مشتقات الاحماض الامينية البروتينية مثل 4-هيدروكسي برولين 4-Hydroxy proline المشتق من البرولين والموجود بكثرة في البروتينات الليفية كالكولاجين و بعض البروتينات النباتية وكذلك 5-هيدروكسي لايسين 5-hydroxy lysine المشتق ايضاً من الكولاجين و N- ميثيل لايسين N-Methyl lysine و 3- ميثيل هستيدين 3-Methyl histidine والتي تعد مشتقات مثيلية للاحماض الامينية البروتينية التي يمكن استخراجها من البروتينات العضلية (الشكل 5-9) .



محاضرات الأحماض الأمينية

IV- الاحماض الامينية الاساسية والغير اساسية وشبه الاساسية :

تقسم الاحماض الامينية ايضا استناداً الى مقدرة الجسم على تكوين الهيكل الكربوني للاحماض الامينية الى
(الجدول 5-1) :

1- احماض امينية اساسية Essential amino acids

(ليس للجسم المقدرة على تكوينها اي يجب تجهيزها عن طريق الغذاء)

2- احماض امينية غير اساسية Nonessential amino acids

(للجسم المقدرة على تكوينها)

3- احماض امينية شبه اساسية Semiessential amino acids

(لجسم المقدرة على تكوينها عند توفر الاحماض الامينية مقابلة لها)

الجدول (5-1): تقسيم الأحماض الأمينية حسب ضرورتها للإنسان.

الأحماض الأمينية الأساسية	احماض أمينية شبه أساسية	الأحماض الأمينية غير الأساسية
أيزوليوسين	أرجنين*	ألانين
ليوسين	هستيدين*	أسبارجين
لايسين	سستين**	حامض الأسبارتيك
ميثيونين	تايروسين**	كلايسين
فينايل ألانين		حامض الكلوتاميك
ثريونين		برولين
تربتوفان		سيرين
فالين		كلوتامين

* الارجنين والهستيدين يعدان من الاحماض الامينية الشبه اساسية لكون الجسم يحتاجهم لفترة محددة فقط وهي فترة دعم نمو حديثي الولادة والاطفال .

** السستين والتايروسين شبه اساسية لأنها تقلل متطلبات فينايل الانين والميثيونين فهي لا تكون اساسية في الغذاء بوجود كمية كافية من الفينايل الانين والميثيونين .

محاضرات الأحماض الأمينية

الوظائف الحيوية لعدد من الاحماض الامينية

فضلا عن كون الاحماض الامينية المادة الاولية لبناء الببتيدات ومن ثم تكوين البروتينات فإن الاحماض الامينية ومشتقاتها تساهم في وظائف الاخشية الخلوية في نقل الاشارات العصبية وبناء البورفيرينات والبيورينات والبريميدينات واليوريا . وفيما يأتي بعض الوظائف الحيوية لعدد من الاحماض الامينية :

1- الحامض الاميني الميثونين عنصر مهم في عملية المثلية Methylation وكذلك يدخل في تركيب مادة الكولين Choline وهو مادة اولية Precursor لمادة الاستيل كولين acetyl Choline الذي يعد مادة مهمة في الجهاز العصبي لنقل الاشارات العصبية فضلا عن ان الحامض نفسه يعد مادة اولية للحامض الاميني السستين.

2- يعد التربتوفان مادة اولية لفيتامين النياسين أو النيكلوتيد وكذلك مادة اولية لمادة السيروتينين Cerotonin وهي مادة لنقل الاشارات العصبية ومادة مضيقة Visoconstrictor في انقباض الاوعية .

3- حامض الفيناييل الاتين مادة اولية للحامض الاميني التايروسين ويعدان مواد اولية لتصنيع هرمون الثايروكسين Thyroxine وهرمونات الكاتيكولامين (الدوبامين Dopamine و الادرينالين Adrenaline و النورادرينالين Noradrenaline) .

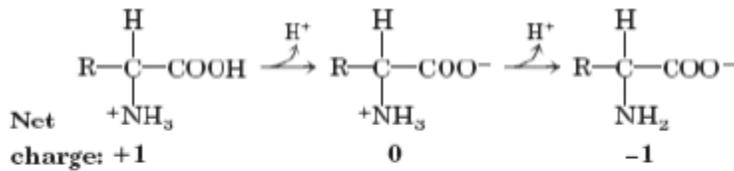
4- يتحول حامض الهستيدين الى مادة الهستامين Hictamine وهي مادة هرمونية تعمل على افراز حامض الهيدروكلوريم في المعدة وتؤدي الى انخفاض ضغط الدم وغيرها من الوظائف الاخرى .

5- هناك حوامض امينية مهمة لها وظائف عدة من خلال مشاركتها العمليات المختلفة في الجسم على سبيل المثال : اللايسين ضروري لبناء الكولاجين داخل الجلد والايذوليوسين ضروري لانتاج الهيموكلوبين ومهم لسلامة الجلد والاسباراجين يساعد على حفظ التوازن في الجهاز العصبي المركزي والفالين ضروري لتنظيم عملية الهضم ومعالجة امراض الكآبة النفسية ومنع بعض امراض الجهاز العصبي .

اما الميثيونين فيساعد على تقليل الدهون ومنع تراكمه في الكبد والشرابين .

الخواص الحامضية – القاعدية – الاحماض الامينية

عند وضع الحامض الاميني في محيط حامضي فسوف يحمل شحنة موجبة ، اما اذا وضع في محيط قاعدي فسوف يحمل شحنة سالبة ، ويبقى الشكل الأمفوتيري Zwitterion (ثنائية القطب Dibolaraons) متعادلا في محيط متعادل (ph=7) كما في الشكل 5-10 الاتي



شكل أيوني موجب في محيط حامضي

الشكل الأمفوتيري في محيط متعادل

شكل أيوني سالب في محيط قاعدي

محاضرات الأحماض الأمينية

يكون الايون الامفوتيري متعادلا كهربائيا فلا يستطيع الهجرة في المجال الكهربائي كما يمثل هذا التركيب ايضا الحالة الصلبة للأحماض الامينية اذ ان ارتفاع درجات الانصهار Melting points لجميع الاحماض الامينية فوق 200م يعزا الى تركيبها الايوني الذي يحتاج الى طاقة عالية لتفكيك القوى الايونية للشبكة البلورية للحامض . وان شكل الاحماض الامينية موجود غالبا بصورة متأينة في سوائل الجسم الحي عند الاس هيدروجيني مقاربا ل7(الشكل الامفوتيري للأحماض الامينية) ولكن يمثل التركيب الكيميائي للحامض الاميني بشكل غير متأين لغرض التأكيد على مجموعتي الامين والكاربوكسيل .

وبما ان البروتين يتألف من الاحماض الامينية ولهذا فهو مادة امفوتيرية وان كل بروتين له نقطة تعادل كهربائي معينة (وتدعى الاس الهيدروجيني Ph الذي لا يجذب فيه الايون الثنائي القطب عند وضعه في مجال كهربائي نحو اي من القطبين بنقطة التعادل (التماثل) الكهربائي(Lsoelectric point (PL وله القابلية على معادلة الاحماض والقواعد . وهكذا فإن مثل هذه الخصائص للبروتينات تمكنها من ان تعمل بوصفها مواداً منظمة او حافظة Buffers في الدم او في سوائل الجسم الاخرى .

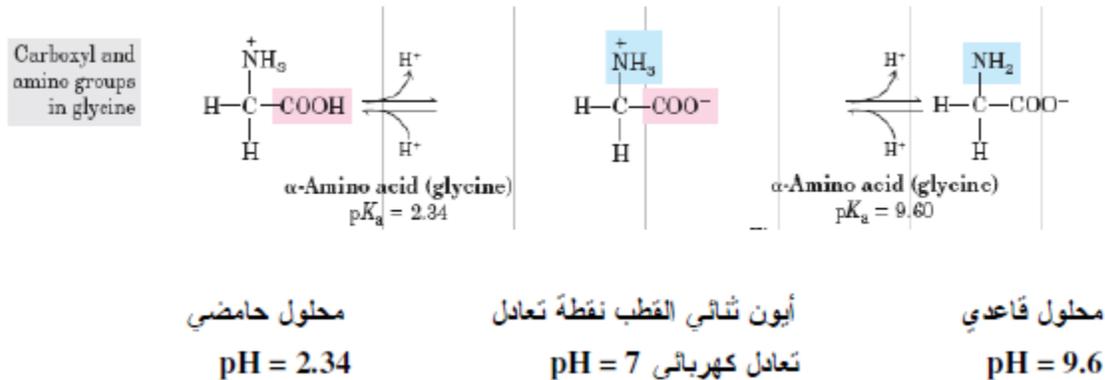
ان الطبيعة الايونية الثنائية للأحماض الامينية لها تعطي اثنين من ثوابت التآين على الاقل وذلك عند تفاعلها مع الحامض او القاعدة . ففي المحاليل المنظمة البسيطة فإن معادلة الباحثان هندرسن – هسيلبرج تمثل ثابت التآين pK بأنه ال PH (الاس الهيدروجيني) التي توجد عندها تراكيز متساوية من الملح والحامض للمحلول المنظم كما في المعادلة الاتية :

$$pH = pK + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حامض}]}$$

$$pH = pK + \log \frac{1}{1}$$

$$pH = pK$$

ويمكن استعمال حامض اميني بسيط مثل الكلايسين مثلا للأحماض الامينية (او البروتينات) التي تعمل بوصفها محاليل منظمة . فعند معايرة محلول الكلايسين مع حامض او قاعدة فإن الحامض الاميني يتغير من شكل الايون الثنائي القطب الى شكل متأين يحمل فقط مجموعة امين مشحونة او مجموعة كاربوكسيل مشحونة ويمكن تمثيل هذا بالمعادلة الاتية :



محاضرات الأحماض الأمينية

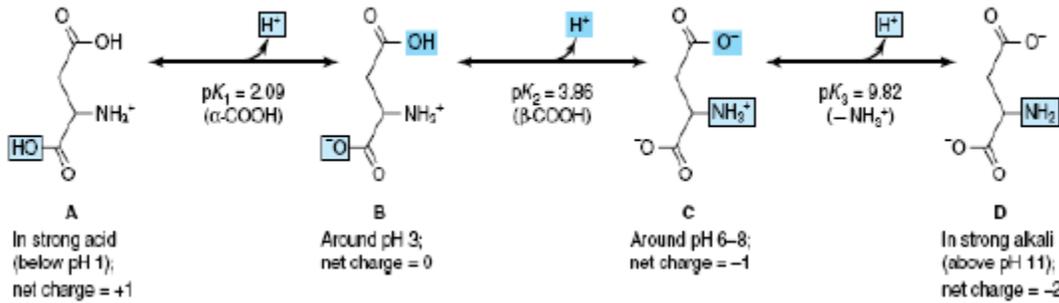
ان الاحماض الكربوكسيلية أحادية الامين قيمتين لثابت التأيين pK وهي تعمل منظمات في منطقتين من الاس الهيدروجيني كما هو الحال للكلايسين . ويمكن حساب PH لنقطة التعادل الكهربائي وذلك بقسمة مجموع قيمتي pK على 2 :

$$pI = \frac{PK_1 + PK_2}{2}$$

$$pI = \frac{2.4 + 9.6}{2} = 6$$

للكلايسين

أما الاحماض الامينية التي تحتوي على مجموعة جانبية متأيئة مثل حامض الاسبارتيك واللايسين فديها ثلاث قيم pK إذ تمثل قيمة pK_3 تأين المجموعة الجانبية للحامض الاميني PK_R ، وتتواجد كل من هذه الاحماض الامينية بأربعة اشكال متأيئة ، ويمكن تمثيل تأين حامض الاسبارتيك كالاتي :



ويتضح من الجدول (2-5) في ادناه ان لكل حامض اميني عدد من المجاميع يختلف عن غيرها اذا تفاوتت هذه المجاميع بدرجات تأينها وبالتالي فالصورة الفيزيائية لكل حامض يختلف عن الاخر .

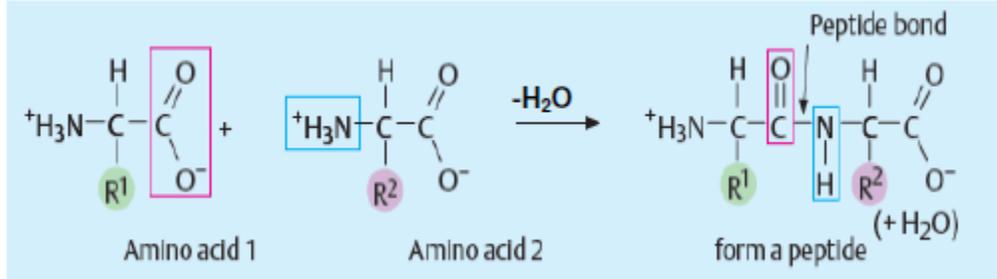
جدول (2-5): العلاقة بين الحامض الأميني وثابت التفكك.

ثابت التفكك (pK)			الحامض الأميني
pK_3	pK_2	pK_1	
-	9.6	2.35	كلايسين
-	9.15	2.21	سيرين
10.28	8.18	1.96	سستين
9.66	4.28	2.19	كلوتاميك
9.82	3.87	2.09	اسبارتيك
9.28	6.10	1.77	هستيدين
10.53	8.95	2.18	لايسين

محاضرات الأحماض الأمينية

الببتيدات Peptides

الببتيد هو عبارة عن حامضين امينين مرتبطين مع بعضهما بواسطة اصرة الببتيد peptide bond والتي تسمى ايضا اصرة أميد Amide bond ، وتتكون الاصرة من تفاعل مجموعة ألفا-كاربوكسيل من حامض أميني مع مجموعة ألفا-أمين من حامض أميني آخر بطرح جزيئة ماء

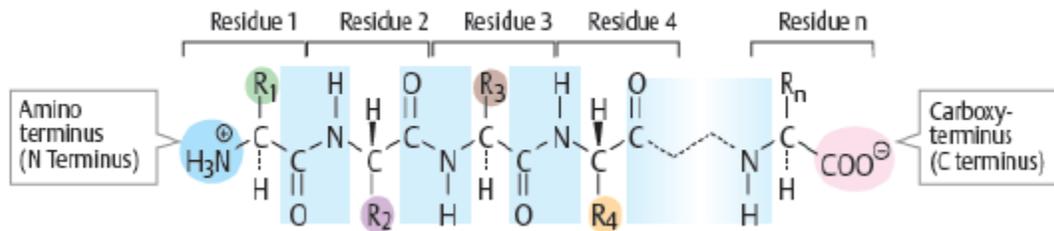


تكوين اصرة الببتيد peptide bond

وتقسم الببتيدات اعتماداً على عدد الاحماض الامينية الى :

- أ- ثنائية الببتيدات Dipeptides : وهي متكونة من وحدتين من الاحماض الامينية .
- ب- ثلاثية الببتيدات Terpeptides : تتكون من ثلاثة وحدات من الاحماض الامينية .
- ج- رباعية الببتيدات Tetrapeptides : تتكون من اربع وحدات من الاحماض الامينية .
- د- وهناك أمثلة أخرى مثل الخماسية والسداسية والسباعية ... الخ .

وهذه الانواع المذكورة اعلاه تتبع مجموعة الببتيدات قليلة الوحدات Oligopeptids او الببتيدات البسيطة Simple peptides أما إذا زادت أعداد الاحماض الامينية في الببتيد عن عشرة يطلق عليه الببتيد المتعدد Polypeptide . ويجب التأكد هنا بأن عدد أواصر الببتيد اقل بوحدة من عدد الاحماض الامينية . فضلاً عن ذلك فهناك بببتيدات حلقية Cyclic Peptide وتكون خالية من النهايتين الامينية والكاربوكسيلية . ونوع ثالث من الببتيدات التي تكون بشكل متفرع ومنتشعب ولتكون الببتيدات متشعبة Branched peptide . ومعظم الببتيدات تكون على شكل سلسلة مفتوحة ذات نهايتين الاولى في أقصى اليسار وتدعى طرف النهاية الأمينية والأخرى في أقصى اليمين وتدعى طرف النهاية الكاربوكسيلية . وتسمى الاحماض الامينية في الببتيد ابتداء من نهاية الامينية وصولاً الى النهاية الكاربوكسيلية (الشكل 5-13) والتي تستخدم عادة الرموز للاحماض الامينية عند قراءة الببتيد .



النهاية الكاربوكسيلية والامينية Carboxy and amino terminus للببتيدات

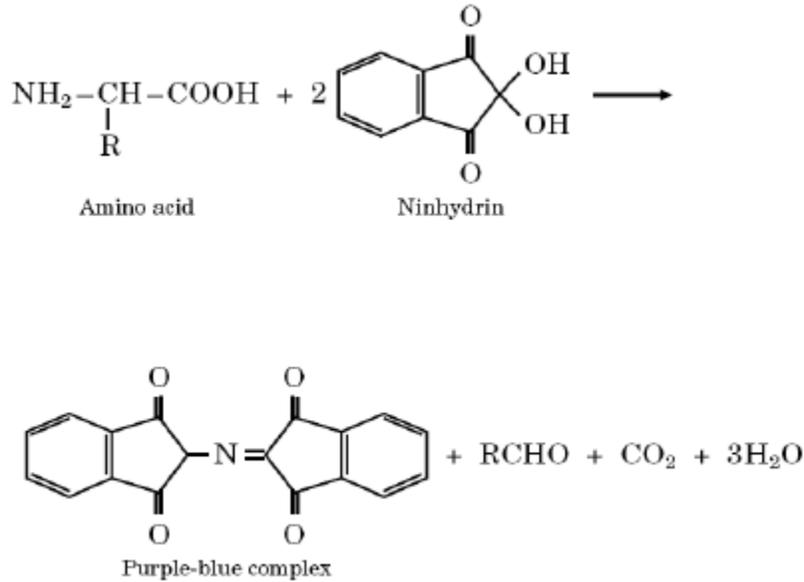
محاضرات الأحماض الأمينية

يمكن استخدام ثلاثة أحرف أو حرفاً واحداً يميز الحامض الأميني دون الآخر للتعبير عن تسلسل ونوعية الببتيدات في السلسلة الببتيدية ذات الاتجاه الواحد، وهذا الترتيب يبدأ كتابته من النهاية الأمينية وصولاً الى النهاية الكربوكسيلية على سبيل المثال : الهرمون الببتيدي أنجيوتنسن II (Angiotensin II) عند استخدام ثلاث حروف يكون له ترتيب Asp-Arg-Val-Tyr-ile-His-Pro-Phe: أو يكتب DRVYIHPF عند استخدام حرف واحد لتميز الأحماض الأمينية وتسلسلها .

التفاعلات المهمة للأحماض الأمينية والببتيدات

1- التفاعل مع الكاشف ننهايدرین Ninhydrin :

تتفاعل جميع الأحماض الأمينية مع ننهايدرین لتكوين الألديهيد وثاني أكسيد الكربون CO_2 وأمونيا ماعدا الحامض الأمينية برولين وهيدروكسي برولين . ان كمية CO_2 المتحررة من هذا التفاعل يمكن ان تستعمل للتقدير الكمي للأحماض الأمينية . اما جزيئة الامونيا المتكونة في التفاعل نفسه فأنها ترتبط بجزيئتين من ننهايدرین لتكون مركباً أزرق اللون يقاس عند طول موجي 570 نانوميتر ، وهذا يشكل الاساس للطريقة اللونية المستعملة في تقدير الكمي للأحماض الأمينية .

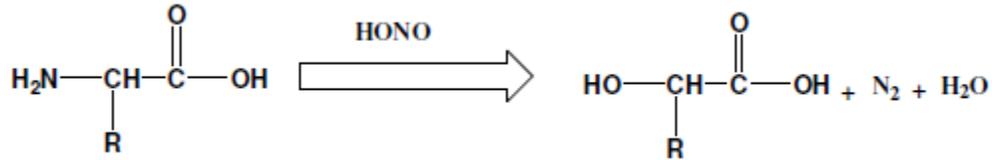


التفاعل العام للحامض الأميني مع ننهايدرین .

محاضرات الأحماض الأمينية

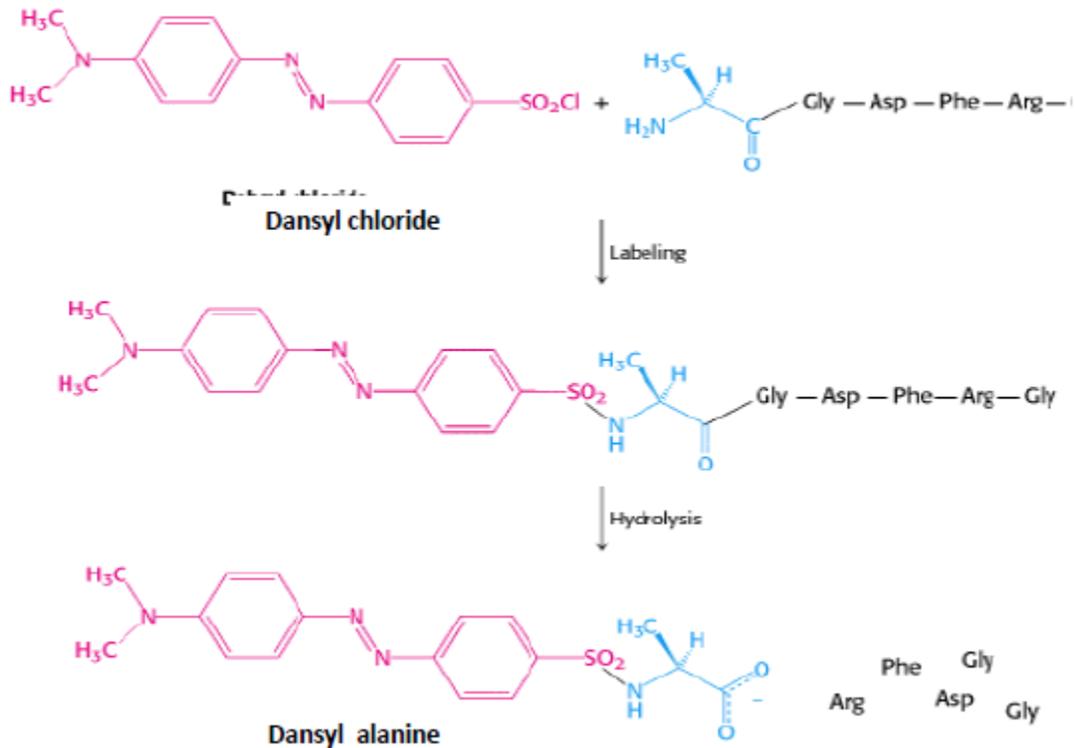
2- التفاعل مع حامض النتروز Nitrous acid :

يعد هذا التفاعل الاساسي لطريقة الباحث فان سلايك Van Slyke المستخدم في تقرير مجموعة الامين للأحماض الامينية كما في المعادلة ادناه ، وان غاز النتروجين المتحرر في هذا التفاعل يجمع ويقدر حجمه.



3- التفاعل مع كلوريد الدانسيل Dansyl shloride :

نظرا لكون مجموعة الدانسيل (1-Dimethyl amino nabthalana-5-sulfomyl chloride) تعطي فلورة Fluorescent لذن الممكن ايجاد وقياس كميات قليلة من مشتقات الدانسيل Dansyl delire derivatives للحامض الاميني في النهاية النيتروجينية وتعد هذه الطريقة من اكثر الطرائق دقة وحساسية لمعرفة النهاية الامينية للبروتينات (شكل 20-5).



تفاعل الأحماض الأمينية (على سبيل المثال من النهاية التي تحتوي على الحامض الاميني الأنتين) مع كلوريد الدانسيل Dansyl chloride.

محاضرات الأحماض الأمينية

4- تفاعل الهيدرازين :

تتفاعل الهيدرازين مع الببتيدات فيعمل على تكسير جميع الاواصر الببتيدية ما عدا الاحماض الامينية في النهاية الكربوكسيلية التي تتحول الى الهيدرازيد ويظهر الحامض الاميني في النهاية الكربوكسيلية بوصفه حامضاً امينياً حراً والتي من الممكن تشخيصه كوماتوكرافياً كما في المعادلة الآتية :

