جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية التربية/ قسم الكيمياء

الاحماض الامينية

بحث تقدمت به الطالبة

زهراء حمزة كامل

الى مجلس قسم الكيمياء / كلية التربية ، كجزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في الكيمياء

إشراف الاستاذة نهلة

1439 هـ
2018 م

المقدمة :

الأحماض الأمينية Amino Acid :هي لبنات البناء الرئيسية لبناء البروتين والببتيد، فالأحماض الأمينية هي مجموعة من المركبات العضوية متكونة من مجموعة أمين ($-NH_2$) على الأقل مشتبكة مع مجموعة كربوكسيل(–COOH)، ينتج التمثيل الغذائي في جسم الإنسان عددا كبيرا من الاحماض الأمينية المختلفة – وجميعها يتبع التقسيم المذكور أعلاه من جهة تكوينها من طرف أميني وطرف كربوكسيلي.

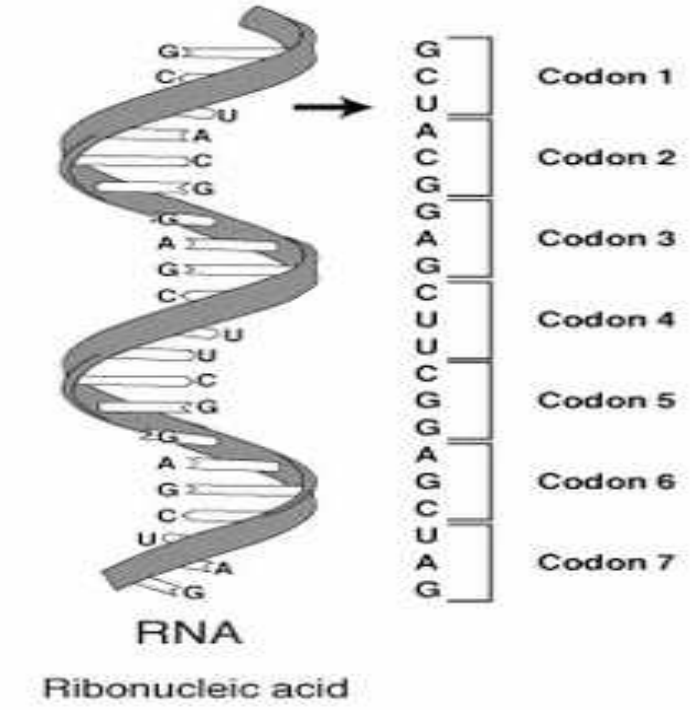
لكي يقوم الجسم بإنتاج ما يحتاجه من أحماض أمينية فهو يقوم بهضم الغذاء – وهنا على الأخص يقوم بهضم البروتينات – فيحلل البروتين إلى أجزائه الأساسية وهي أحماض أمينية، ثمانية أحماض أمينية أساسية مهمة جدا (لا يمكن للجسم البشري أن يصنعها بنفسه) والباقي غير أساسية (يمكن صنعها داخل الجسم البشري، بشرط التغذية السليمة) .

على الرغم من قدرة الجسم على تصنيع الأحماض غير الأساسية، إلا أنه في بعض الأحيان يتوجب أخذ مكملات للأحماض غير الأساسية لضمان توفر الكمية المثلى في الجسم. البعض يضيف قسما ثالثا هو شبه–أساسي ، حيث يقوم الجسم بتصنيع هذه الأحماض ولكن بكميات محدودة.

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

وتضطلع الأحماض الأمينية بمهام أخرى كلعبها دور نواقل عصبية ومواد أولية لبعض الهرمونات أو كمصدر للطاقة. وتتوفر أيضا مجموعة من الأحماض

الأمينية المصطنعة كيميائيا ولها عدة استعمالات في مجال الصناعة الكيميائية والصيدلية والغذائية.



مسلسلة كودونات في جزيء mRNA . يتكون كل كودون من ثلاثة نيوكليوتيدات ، كل منها ممثل في أحد الأحماض الأمينية

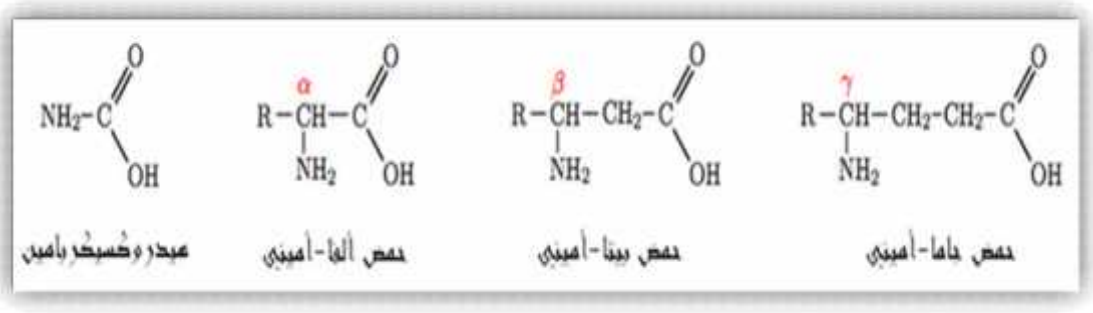
الأحماض الأمينية هي اللبنة الصغرى لتكوين بروتين إضافة إلى بناء الخلايا وإصلاح الأنسجة تشكل الأحماض الأمينية مادة البناء الأساسية للأجسام المضادة لمكافحة غزو البكترياوالفيروسات ؛ كما تشكل جزءا أساسيا من نظام الإنزيمات والهرمونات ؛ وهي تبني البروتينات النووية RNA الحَمْضُ النَّوَوِيِّ الرايبوزي و الدنا الحَمْضُ الرايبوزي النَّوَوِي المَنْزُوع الأوكسِجين.

كما تقوم الأحماض الأمينية بحمل الأكسجين في الهيموجلوبين (وتوزعه في أعضاء الجسم المختلفة، وهي المكون الأساسي للعضلات وبروتينات الجسم.

نظريا يوجد 64 نوع من الأحماض الأمينية ، فالDNA تبنى من 4 شيفرات جينية (Codon) هيA ، C، G، Tوتبنى الأحماض عادة بتركيب عدة شفرات، مثل .GCA, GCC, GCG لكن المتوفر في أجسام الكائنات الحية هي أقل من

ذلك – ما بين 20 إلى 26 نوع من الأحماض الأمينية. مع ملاحظة أن الكثير منها يتشكل بأكثر من ثلاث شيفرات وقد تصل إلى 6 والبعض منها مكون فقط من شيفرة (كودون) واحد.

الحمض الأميني هو أحد مركبات عضوية تحمل نوعين من الجذور الكيميائية، وهي طرف قاعدي أميني) نشادري[1] وطرف حمضي كربوكسيل متحدتين مع ذرة كربون مرتبطة بدورها ببقية عضوية جانبية Side chain تكون مختلفة من حمض أميني إلى آخر. تعتبر الأحماض الأمينية وحدة التركيب الأساسية للبروتينات في الكائنات الحية ، فهي تكون العضلات والأنسجة والأعضاء والجلد.



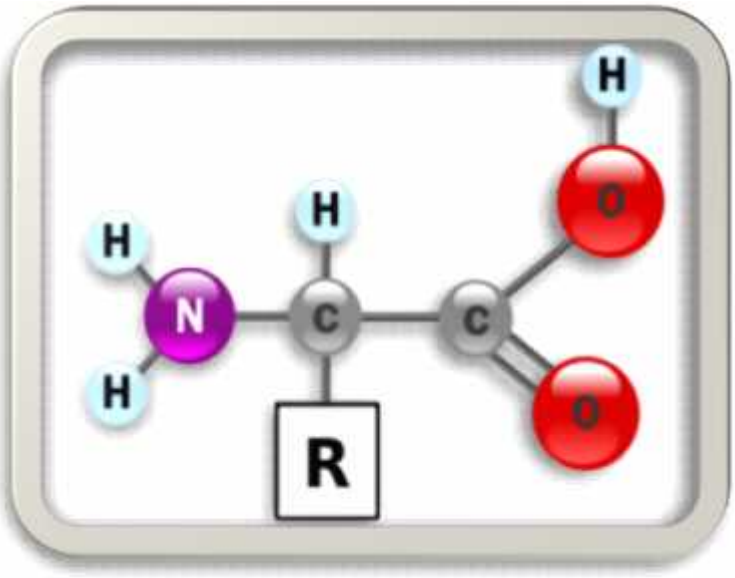
البنية العامة للاحماض الأمينية وهي مصنفة حسب مكان ترابط الجذر الأميني NH_2 فوق السلسلة الكربونية، هو المجموعة الجانبية التي تحدد طبيعة كل حمض الأميني.

يعتبر هيدروكسي كربامید (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:

- **احماض ألفا–أمينية**، حيث يتصل جذر الأمين بالكربون رقم 2 بعد كربون جذر الهيدروكسيل ويرقم بألفا يسمى المركب بالحمض 2–أمينوايتانويك Aminoethanoic acid، أو ما يعرف بالغليسينGlycine ، أبسط الاحماض

الأمينية لدى الكائنات الحية. أما بقية الأحماض الألفا–أمينية فلها نفس البنية مع اختلاف في السلسلة الجانبية ، فعوضا عن ذرة الهيدروجين المرتبطة بالكربون ألفا في الغليسين، 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.

- **احماض بيتا–أمينية،** يرتبط جذر الأمين بالكربون الثالث بداية من كربون جذر الهيدروكسيل ، وأبسط ممثل أحيائي لهذه الفئة هو البيتا–ألانين، يتأتي من تحلل الكارنوسينCarnosine ، ويلعب دور ناقل عصبي مثبط للغليسين.
- **احماض غاما–أمينية،** يتحد جذر الأمين بالكربون الرابع بعد كربون جذر الهيدروكسيل ، المثال المعروف في هذه الفئة هو حامض الغاما–بيتيريك GABA، وهو كذلك ناقل عصبي مثبط.



البنية الكيميائية لحمض أميني في الكربون ألفا، لاحظ جذر الأمينNH2 إلى اليسار وجذر الكربوكسيل COOH إلى اليمين.

❖ التماثلية البصرية (التناظر):

لدى جميع الأحماض الألفا–أمينية، باستثناء الجليسين، يكون الكربون–ألفا مرتبطا بجذور مختلفة ومجموعة جانبية مميزة لذى نقول أنه كايرالي Chiral أو مركز ناشط بصريا ونتيجة لهذه الخاصية، فان كل حمض ألفا–أميني متواجد في الطبيعة على شكل نظيرتين بصريتين Stereoisomers ، يمينية Dextrogyre ويرمز لها، في الكيمياء الحيوية، بـ ، أو يسارية Levogyre ويرمز لها بـ . ومعنى ذلك فيزيائيا أنها تقوم بازاحة الضوء المستقطب بزاوية معينة اما باتجاه عقارب الساعة بنسبة للنظير ، وهو الاتجاه الموجب (+)، أو ضد اتجاه عقارب الساعة بنسبة للنظير ، وهو الاتجاه السالب (−). وبالنسبة لنظام التسمية **S** / **R** ، الأكثر استعمال في الكيمياء العضوية، فان نفس المبدأ يتبع حسب قاعدة "كان إنجولد بريلوج" فـ D== **R** و L== **S** .

ولا تنطبق هذه القاعدة الا على السيستين (Cysteine) لأن الجذر الكبريتي ليست له الأولوية في هذه الحالة. اذن فالـD سيستين هو الـ **S** سيستين، والـL سيستين هو الـ **R** سيستين [2].

و في المثال الموجود على النموذج المقابل، نجد الـD ألانين وكأنه صورة عبر المرآة لـL ألانين، وهما مركبان لا يمكن مطابقتهما non–superimposable ، تماما كما لا يمكن مطابقة قفى اليد اليمنى مع ظهر اليد اليسرى.

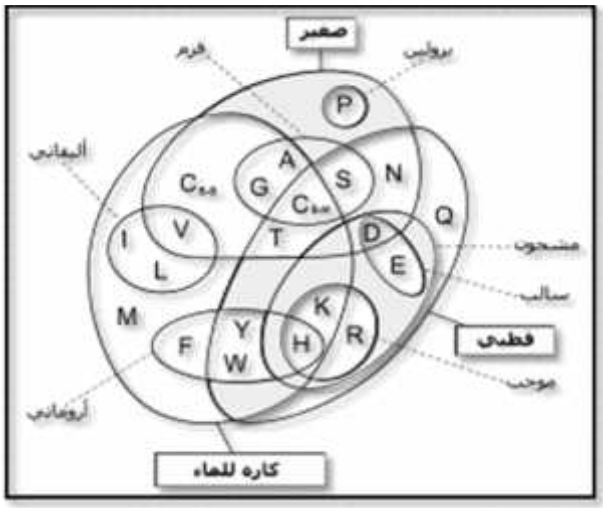
ولسبب لا يزال محيرا، فان غالبية الأحماض الألفا–أمينية المكونة للبروتينات هي من النضيرة وليست . ولكن يمكن أن نجد بعض الـ– أحماض أمينية في أنواع من الصدفيات [3] مثل عائلة الكونيدات Conidae ، وفي الغشاء البيبتدوسكري Peptidoglycan لبعض البكتيريا [4].

❖ تصنيف الأحماض الأمينية

تقسم الأحماض الألفا–أمينية العشرون الموجودة في البروتينات، والمشفرة في المعلومة الوراثية، إلى مجموعات حسب عدد من الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والأحيائية:

- **الطبيعة الكيميائية للسلسلة الجانبية** : بما أن المجموعة الجانبية R هي التي تحدد هوية الحمض الأميني، يمكن اذن تقسيم الأحماض الأمينية إلى ذات سلسلة هيدروكاربونية، اما أليفاتية Aliphatic أو أروماتية Aromatic أو مختلفة الحلقة.Heterocyclic

- **القطبية الكهربائية** : تقسم الأحماض الأمينية حسب قطبيتها الكهربائية، 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 المجموعات الجانبية R القطبية متجاذبة مع الماء Hydrophilic، وهي عادة ما تكون على الجزء الخارجي للبروتينات. بينما الأحماض الأمينية ذات السلاسل الجانبية غير القطبية، وغير المتجاذبة مع الماءHydrophobic ، تميل إلى التجمع للداخل.



مخطط فيين لتصنيف الأحماض الأمينية إلى زمر (أنظر إلى الجدول أسفله)، حسب الخاصيات الكيميائية للمجاميع الجانبية وقطبيتها الكهربائية.

- **القاعديـة \ الحمضيـة** : السلسلة الجانبية R من الممكن أن تكون قاعدية، مثل حمض الليسين Lysine أو الأرجنين Arginine وهو شديد القاعدية، أو حمضية، مثل الجلوتميت Glutamic acid والأسبارتيت Aspartic acid، أو متعادلـة مثـل الجليسين والليوسين Leucine وعـادة مـا تكـون الأحمـاض الأمينيـة ذات المجـاميع الجانبيـة القاعديـة والحمـضية قطبيـة جـدا وهي توجد بصورة كبيرة على سطح البروتينات المماس للماء.

يمكن أيـضا أن نقسم الأحمـاض الأمينيـة حسب أهميتهـا الغذائيـة وتوفرها الأحيائي إلى:

1. أحماض أمينية أساسية Essential لا يصنعها الجسم، ويجب تناولها في الغذاء. مثال، الليوسين والليسين.
2. 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
3. أحماض أمينية غير أساسية Nonessential متوفرة في الجسم السليم بكميات دائمة، ولا تستلزم حضورها في الغذاء. مثال، الجليسين والبرولين Proline.

قائمة تصنيف الأحماض الألفا-الأمينية المكونة للبروتينات[5]

الحمض الأميني	الرمز 3ح	الرمز 1ح	الكتلة الذرية ((مول\غ))	قطبية السلسلة الجانبية	حمضية أو قاعدية السلسلة الجانبية	الأهمية الغذائية
ألانين Alanine	Ala	A	89,1	غير قطبي	متعادل	غير أساسي
أرجنين Arginine	Arg	R	174,20	قطبي	قاعدي (قوي)	شبه-أساسي
أسباراجين Asparagin	Asn	N	132,12	قطبي	متعادل	غير أساسي
حمض الأسبارتيك Aspartic acid	Asp	D	133,10	قطبي	حمضي	غير أساسي
سيستين Cysteine	Cys	C (م)	121,16	قطبي	متعادل	غير أساسي (م م)
جلوتامين Glutamin	Gln	Q	146,15	قطبي	متعادل	غير أساسي
جلوتاميت Glutamic acid	Glu	E	147,13	قطبي	حمضي	غير أساسي
جلايسين Glycine	Gly	G	75,07	غير قطبي	متعادل	غير أساسي
هستيدين Histidine	His	H	155,16	قطبي	قاعدي ضعيف	شبه-أساسي
آيزوليوسين Isoleucine	Ile	I	131,17	غير قطبي	متعادل	أساسي
ليوسين Leucine	Leu	L	131,17	غير قطبي	متعادل	أساسي
لايسين Lysine	Lys	K	146,19	قطبي	قاعدي	أساسي
مثيونين Methionine	Met	M	149,21	غير قطبي	متعادل	أساسي
فينيل ألانين Phenylalanine	Phe	F	165,19	غير قطبي	متعادل	أساسي
برولين Proline	Pro	P	115,13	غير قطبي	متعادل	غير أساسي
سيرين Serine	Ser	S	105,09	قطبي	متعادل	غير أساسي
ثريونين Threonine	Thr	T	119,12	قطبي	متعادل	أساسي
ترتوفان Tryptophan	Trp	W	204,23	قطبي	متعادل	أساسي
تيروسين Tyrosin	Tyr	Y	181,19	قطبي	متعادل	غير أساسي (م م)
فالين Valine	Val	V	117,15	غير قطبي	متعادل	أساسي

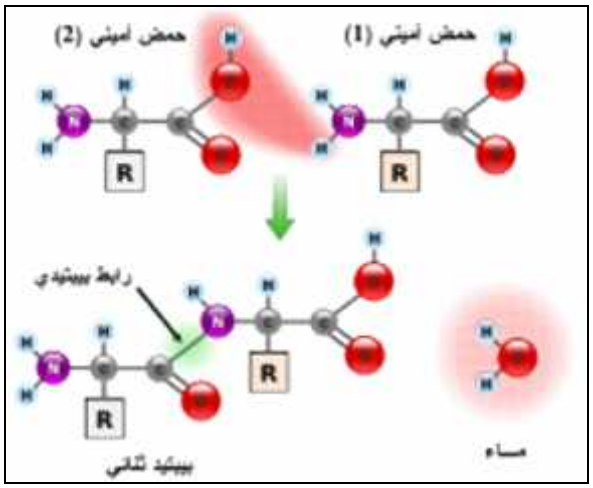
* (م) رمز السيستين C يمكن أن يكتب أيضاS-H ، إذا كان الجذر الكبريتي (-HS) حرا أوS-SC ، إذا كان هذا الجذر مرتبطا بجذر كبريتي لسيستين أخرى في السلسلة الببتيدية ، وتختلف الخاصيات أيضا في هذه الحالة، فالسيستين المرتبطة تصير غير قطبية.

* (م م) هذه الأحماض الأمينية تصير أساسية في مراحل النمو الأولى وعند الأطفال.

❖ الخصائص الكيميائية العامة

اولاً: تكون الرابط البيبتيدي :

وهي الروابط 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 وكذلك يسمى (تفاعل التكثيف) ويحدث بين الأحماض الامينية. أن الآصرة الناتجة من هذا التفاعل وهي CO–NH تسمى الاصرة البيبتيدية وتدعى الجزيئة الناتجة بالأميد، وألاميدات مركبات عضوية تحتوي مجموعة وظيفية تدعى الاميد وهي عبارة عن زمرة كربونيل متصلة بزمرة أمين.



تكون الرابط البيبتيدي

ثانياً: الخاصيات الأيونية والقطبية الكهربائية

التفاعلات الكيميائية:

1. **الخواص الأيونية للحوامض الامينية** :بالنظر لاحتواء الحوامض الامينية على مجموعتين الأمين والكاربوكسيل لذا فأنها تعتبر ثنائية القطب أي تعمل كحامض أو كقاعدة وتسمى امفوتيرية أي تفقد وتكتسب بروتون لذلك تكون على صورة ما يسمى بالأيون المزدوج وهو أيون ناتج عن منح مجموعة الكربوكسيل بروتونها

لمجموعة الأمين لهذا فانها إذا وضعت في محاليل حامضية قوية PH = 1 تتقبل بروتون وتشحن (+) واذا وضعت في محاليل قاعدية قوية تفقد بروتون وتشحن (−) اما في نقطة التعادل الكهربائي (PI−) هي النقطة التي تتساوى فيها عدد (+) مع (−) وتكون PH معينة لكل حامض أميني كالاتي: أ− الحوامض الأمينية المتعادلة:− محصلة الشحنة = صفر (5−6.3) =PH=P1 ب− القاعدية: محصلة الشحنة == صفر (7.6−10.8) == PH = P1 ج− الحامضية محلصة الشحنة == صفر(2.97−3.2) == PH = P1

2. نزع الكربوكسيل **تجرد الحامض الاميني من مجموعة الكاربوكسيل Decarboxylation** عند تجريد المجموعة الكاربوكسيلية من الحوامض الأمينية فأنها تتحول إلى الأمينات الأولية وذلك بمساعدة الأنزيمات من نوع Decarboxylation

3. نزع الأمين **تجريد المجموعة الأمينية (Deamination :)** عند تجريد الحوامض الأمينية من مجموعة الأمين تتحول إلى حوامض كاربوكسيلية وأمونيا والحوامض الكاربوكسيلية تتمثل في الجسم إلى مركبات تستفاد منها الخلية أما الامونيا فأنها تطرح في البول على شكل يوريا بواسطة دورة تسمى بدورة اليوريا والتي تحدث في الكبد وذلك بتخليص الجسم من النتروجين أو من الامونيا السامة

4. نقل الأمين **تفاعل نقل مجموعة الأمين (Transmination :)** ويتم في هذا التفاعل انتزاع مجموعة الامين بواسطة الاكسدة ونقلها من مركب إلى أخر من المركبات المتفاعلة، يتم هذا التفاعل بمساعدة انزيمات (Transminase) حيث تتحول الحوامض الأمينية إلى حوامض كيتونية والتي بدروها تتحول إلى مشتقات كاربوهيداتية تستفاد منها الخلية

5. نترزة **التفاعل مع حامض النتروز** يستعمل هذا التفاعل لغرض قياس كمية الحامض الاميني في محلول معين حيث يتفاعل حامض النتروز مع الحامض الاميني محرراً النتروجين الذي يكمل جمعه وحساب حجمه يمكن تصنيف كمية الحامض الاميني

6. **التفاعل** :Nihydrin) Nihydrin (**Nihydrin** :) :مادة مؤكسدة قوية تتفاعل مع الحوامض الأمينية لتعطي مركب أزرق اللون يعتمد هذا التفاعل على وجود مجموعتي الأمين والكاربوكسيل بشكر حر وهذا التفاعل يكون حساس لكشف عن المركبات قليلة من الحوامض الامينية

7. **تفاعل سانكر** (**Sanger** :) يستعمل هذا التفاعل لتشخيص الحامض الأميني الموجود في بداية السلسلة الببتيدية (النهاية النتروجينية) يستعل كاشف 2,4- Dinitre fluro Benzen (D.VFB)حيث يتفاعل هذا المركب مع الحامض الأميني الأول في نهاية النتروجينية من السلسلة الببتيدية مكونا مركب أصفر اللون حيث يشخص الحامض الأميني المرتبط به بواسطة Chromatogralplyفي هذا التفاعل تتحرر الأحماض الامينية من السلسلة الببتيدية بشكل حر ويعتبر هذا التفاعل مدمراً للسلسلة الببتيدية وذلك بتحرير الحوامض الأمينية بشكل حر.

8. **تفاعل إيدمان** (**Edman reaction** :) يستعمل هذا التفاعل لمعرفة تتابع (Sequence)في السلسلة الببتيدية ويعتبر هذا التفاعل مهم لأنه يحطم السلسلة الببتيدية ويمكن تكراره مع السلسلة الناتجة لحد عشرين حامض أميني أو أكثر يستعمل في هذا التفاعل الكاشف.Phenyl iso thioCyngtac .

❖ الخواص العامة للأحماض الأمينية

كاربونات ثنائية القطب الحوامض الأمينية مركبات مشابهة للأملاح مثل الأملاح كلها مركبات صلبة ذات درجة انصهار عالية لدرجة انها تحترق بصورة عامة قبل تحولها إلى الحالة المنصهرة انها مركبات غير ذائبة في المذيبات الغير المستقطبة وتذوب في الماء.

❖ امتصاص واستخدامات الأحماض الأمينية

تتنقل الحوامض الأمينية، وهي نواتج النهائية لهضم البروتين تنتقل بسرعة من خلال جدران الأمعاء الدقيقة كما تمتص أيضا الببتيدات البسيطة وصغيرة جداً. تستعمل الحوامض الأمينية المنفردة في واحدة من الطرق الاتية:

1- لتصنيع نسيج بروتيني جديد، أو لترميم نسيج قديم أو للاحلال محل بروتينات سوائل الجسم المتحطمة.

2- لتصنيع مركبات غير بروتينية تحتوي على نتروجين مثل الحوامض النووية الهيم (heme)أو الكريانين (Creatine)

3- لتوفير الطاقة الكيميائية والتعرض للهدم. إذ قد تدخل المركبات الوسيطة الناتجة من هدم الحوامض الامينية في دورة حامض النتريك أو يمكن استعمالها لتصنيع الكلوكوز الحوامض الشحمية التي يمكن خزنها في النسيج الدهني. اما المركبات الرئيسية الناتجة عن هدم الكامل للحوامض الامينية فما هي الا ثنائي اوكسيد الكاربون والماء واليوريا.

❖ مصادر الأحماض الامينية

1- الجزء الأكبر من الأحماض الأمينية ناجم عن البروتين الغذائي.

2- من تعويض بروتينات الجسم بغدة endogrnous من خلال الجوع وسوء التغذية.

3- كما وينمو ايض الأحماض الامينية النفوليتي Catabolic البنائيAnatolic

❖ المصادر و المراجع:

1. باستثناء وحيد وهو البرولين لأن جذره الأميني يرتبط ببقية (كيمياء) في شكل حلقة.

2. ينبغي عدم الخلط بين وهي المجموعة الجانبية و **R**وهو تسمية للنضيرة البصرية اليمينية.

3. المظفر، سامي عبد المهدي، رياض رشيد سلمان "الكيمياء الحياتية (دار الكتب الطباعة – النشر" جامعة بغداد، كلية التربية 1984.

4. مقدمات في كيمياء الحياة، ترجمة الدكتور أحمد سلمان الجنابي.

5. هربت ما يسليش/ تاليف هوارد بنجامكين/ جاكوب شارفكين

6. هابر "الكيمياء الحيوية" ترجمة وأشراف أ.د. رويدة أبو سمرة د. نزار حمود / د. عماد أبو علي.

7. أسس الكيمياء العامة والعضوية والحياتية/ تأليف. جون ر.هرار ترجمة الدكتور عبد ناجي.

8. Pisarewicz K, Mora D, Pflueger F, Fields G, Marí F (2005). "Polypeptide chains containing D-gamma-hydroxyvaline.". *J Am Chem Soc*. **127** (17): 6207–15. PMID 15853325.

9. van Heijenoort J (2001). "Formation of the glycan chains in the synthesis of bacterial peptidoglycan.". *Glycobiology*. **11** (3): 25R–36R. PMID 11320055.

10. Nelson ،David L.(2000). *Lehninger Principles of Biochemistry* (3rd ed). Worth Publishers. ISBN 1-57259-153-6.

11. Roger, L; DeKock, Harry, B. gray "chemical structure and bonding" 1980 1983) ترجمة: زكوم، مهدي ناجي، جماعة البصرة).