

انظروا أن اللحوم وحدها غنية بالبروتين؟

fb/medicalinformation صفحة معلومات طبية

# الفصل الثالث



# Amino Acids and Proteins

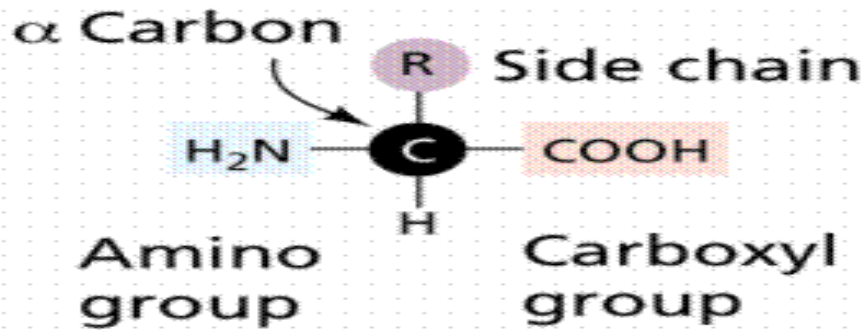


## : الاحماض الامينية Amino Acids

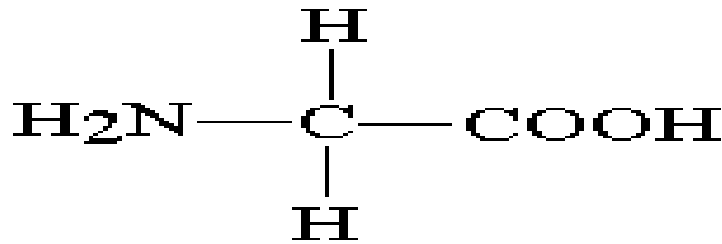
تعرف الاحماض الامينية على انها الوحدة الأساسية لتكوين جزي البروتين و تتكون من مجموعة أمين NH<sub>2</sub> ومجموعة كربوكسيل COOH حيث ان الأحماض الأمينية التي توجد في البروتينات عدده 20 حامض أميني من نوع ألفا (α).

ان الأحماض الأمينية تحتوي على الكربوكسيل ومجموعة الأمين مرتبطة بذرة الكربون من نوع ألفا وسلسله جانبية مميزه تسمى R تكون مختلفه من حمض أميني لآخر وكما موضح في الشكل التالي:

### Conventional depiction

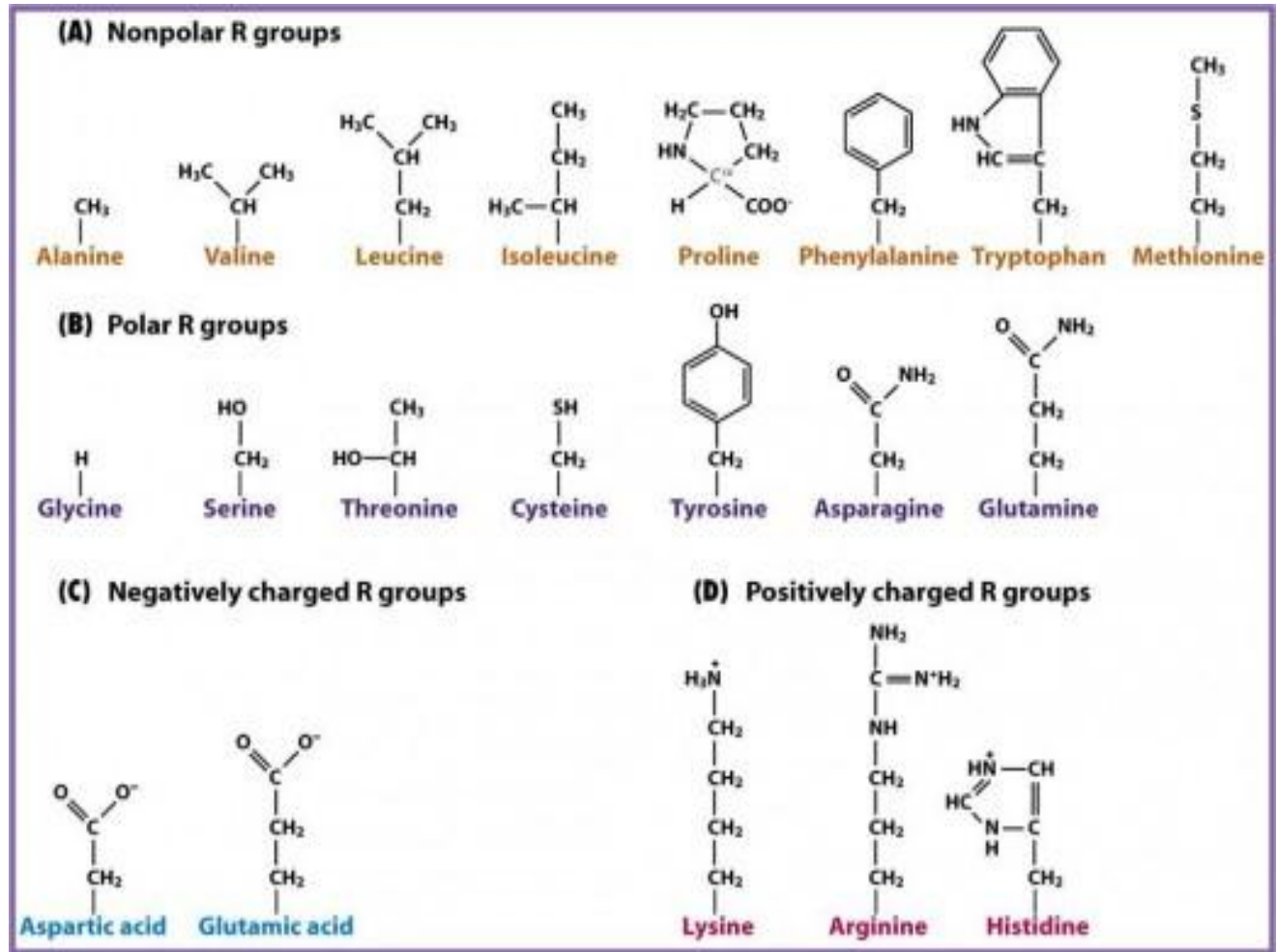


تكون مجموعة الأمين ألفا ظليقه غير مستبدله في جميع الأحماض الأمينية ماعدا حمض واحد وهو البرولين، كما ان ابسط انواع الاحماض الامينية هو الجيلايسين والموضح تركيبه الكيميائي التالي:



### glycine

أما بقية الأحماض الألفا-أمينية فلها نفس البنية مع اختلاف في السلسلة الجانبية R، فعوضا عن ذرة الهيدروجين المرتبطة بالكربون ألفا في الجيلايسين، تتخذ أنواع مختلفة، على سبيل المثال، جذر المثلث Methyl في حالة الألانين Alanine أو جذر مختلف الحلقة Heterocyclic بالنسبة للتريبتوفان Tryptophan، وايضا" توجد احماض امينية الفاتية واروماتية وقاعدية وحامضية وتحتوي كبريت وغير متجانسة الحلقة حيث توضح التراكيب الكيميائي التالية امثلة للاحماض الامينية الاساسية:

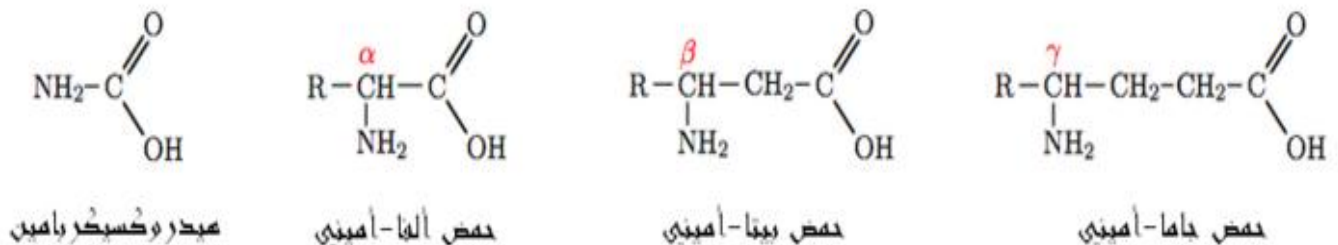


يحدد موقع الأمين في السلسلة الكربونية الفئة التي ينتمي إليها الحمض الأميني كما يلي:

1- احماض ألفا-أمينية: حيث يتصل جذر الأمين بالكربون رقم 2 بعد كربون جذر الهيدروكسيل و يرقم بألفا  $C_\alpha$ .

2- احماض بيتا-أمينية: يرتبط جذر الأمين بالكربون الثالث بداية من كربون جذر الهيدروكسيل  $C_\beta$ ,

3- احماض جاما-أمينية: يتحد جذر الأمين بالكربون الرابع بعد كربون جذر الهيدروكسيل  $C_\gamma$ ,



تختلف مجاميع R بالتركيب و الحجم وفي ميلها للاتحاد و التفاعل مع الماء اعتمادا على:

### 1- الطبيعة الكيميائية للسلسلة الجانبية:

بما أن المجموعة الجانبية R هي التي تحدد هوية الحمض الأميني، يمكن اذن تقسيم الأحماض الأمينية ذات سلسلة هيدروكاربونية الى أليفاتية Aliphatic ، وأروماتية Aromatic، ومختلفة الحلقة Heterocyclic.

### 2- القطبية الكهربائية:

تقسم الأحماض الأمينية حسب قطبيتها الكهربائية، وحالة التآين الى:

1- الأحماض الأمينية غير قطبية Nonpolar (عديمة الشحنة)

2- قطبية Polar غير مشحونه

3- قطبية Polar سالبة الشحنة (حمضية)

4- قطبية Polar موجبة الشحنة

### 3- القاعدية \ الحمضية:

السلسلة الجانبية R من الممكن أن تكون:

1- قاعدية، مثل حمض الليسين Lysine أو الأرجنين Arginine و هو شديد القاعدية،

2- حمضية، مثل Glutamic acid و Aspartic acid،

3- متعادلة مثل الجليسين و الليوسين Leucine.

4- وعادة ما تكون الأحماض الأمينية ذات المجاميع الجانبية القاعدية و الحمضية قطبية جدا وهي

توجد بصورة كبيرة على سطح البروتينات المماس للماء

### تصنيف الاحماض الامينية حسب اهميتها الغذائية:

1- أحماض أمينية أساسية Essential: لا يصنعها الجسم، و يجب تناولها في الغذاء. مثال، الليوسين و الليسين .

2- أحماض أمينية شبه-أساسية Semi-essential: يستطيع الجسم تخليقها ولكن ليس بكميات كافية، خاصة في مرحلة النمو، و يحبذ أن تتوفر في الغذاء. مثال، الأرجنين و الهستيدين Histidine.

3- أحماض أمينية غير أساسية Nonessential: متوفرة في الجسم السليم بكميات دائمة، و لا تستلزم حضورها في الغذاء. مثال، الجليسين و البرولين Proline.

بالإضافة إلى الأحماض الأمينية الشائعة في البروتين هناك أنواع قليلة أخرى توجد كعناصر ثانوية بسيطة لبعض أنواع البروتينات وهذه الأحماض الأمينية مشتقة من إحدى الأحماض الأمينية الشائعة في البروتين مثل 5-هيدروكسي لايسين المشتق من اللايسين الموجود في البروتين الليفي الكولاجين وكما موضح تركيبه الكيميائي التالي:  $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHCOOHNH}_2$  كما توجد أحماض أمينية بصورة ظليقة أو مرتبطة و لكنها لا توجد مطلقا في البروتين حيث أن هذه الأحماض الأمينية مشتقة من إحدى الأحماض الأمينية الشائعة في البروتين مثل السترولين و الأورنثين المشتقين من الحمض الأميني أرجنين والتي تسلك سلوك العامل الوسطي في تكوين اليوريا.

### تصنيف الأحماض الأمينية حسب مصدرها في الجسم:

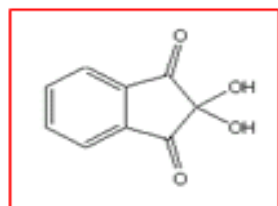
- 1- أحماض أمينية كلوكوجينية: وهي التي تعطي الجلوكوز مثل أرجنين وحمض الكلوماتيك.
- 2- أحماض أمينية كيتوجينية: وهي التي تعطي أجسام الكيتونية مثل الليوسين.
3. أحماض أمينية جلوكوجينية و كيتوجينية: وهي التي تعطي كلا من الجلوكوز و الأجسام الكيتونية مثل الليسين وفينيل الانين وتريبتوفان.

### التفاعلات المهمة للأحماض الأمينية:

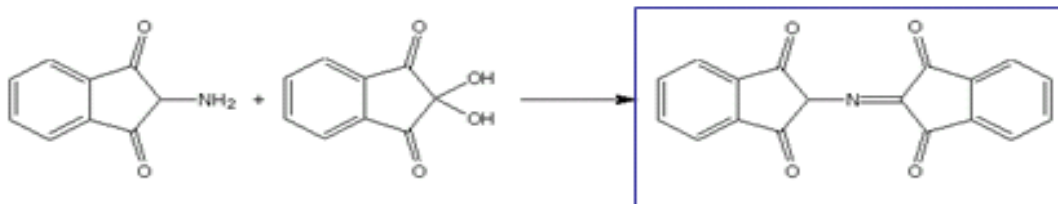
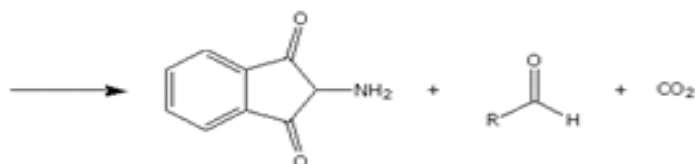
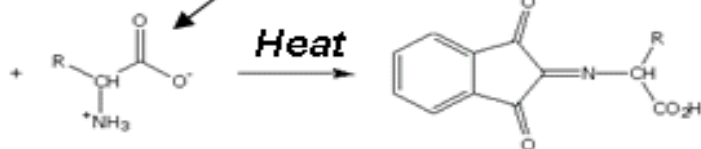
#### 1- التفاعل مع المادة الكاشفة نينهايدرين:

تتفاعل الأحماض الأمينية مع النينهايدرين لتكون الأديهايد و  $\text{CO}_2\text{NH}_3$  حيث أن كمية  $\text{CO}_2$  المتحررة من هذا التفاعل يمكن أن تستعمل في تقدير كمي للأحماض الأمينية أما  $\text{NH}_3$  المتكونة في التفاعل نفسه فإنها ترتبط بجزيئين من النينهايدرين لتكون مركبا " أزرق اللون وهذا يشكل الأساس للطريقة اللونية المستعملة في التقدير الكمي للأحماض الأمينية وكما موضح في الميكانيكية التالية:

**Ninhydrin**  
(1,2,3-indanetrione monohydrate)



**Amino acid**



**Blue-colored  
Reaction product**

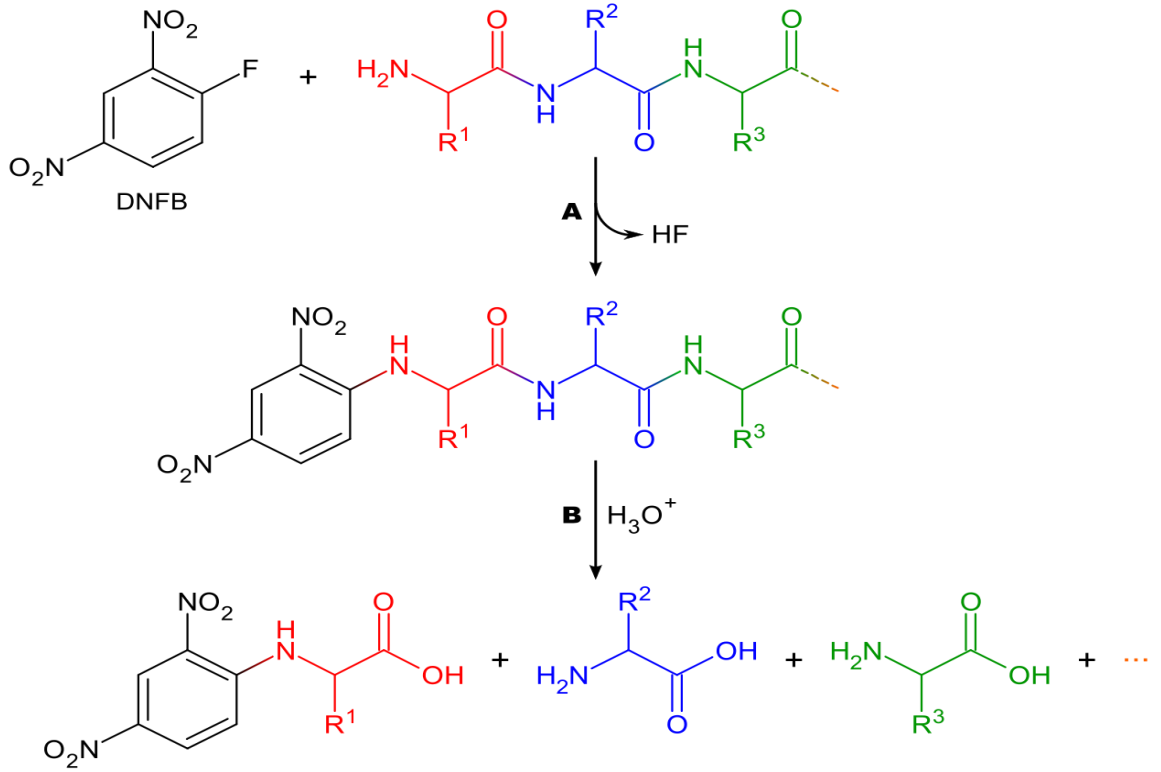
## 2- التفاعل مع حامض النتروز:

يعد هذا التفاعل الاساس لطريقة Van Slyke المستخدمة في تقدير مجموعات الامين الحرة للحامض الاميني وان غاز النتروجين المتحرر في هذا التفاعل يجمع ويقدر حجمه حيث ان نصف حجم النتروجين هذا ينتج من الحامض الاميني وكما موضح في التفاعل التالي:



## 3- التفاعل مع 1- فلورو- 2,4- ثنائي نيتروبنزين:

وتدعى هذه المادة الكاشفة بكاشف سانكر وتتفاعل مع مجموعة الامين الحرة للحامض الاميني لتكون مركبا " اصفر اللون DNP ويعد هذا التفاعل مهما جدا في ايجاد تركيب البروتين حيث ان هذه المادة تتفاعل مع مجموعة الامين الحرة للحامض الاميني النهائي في بروتين معين فيسهل تشخيص ذلك الحامض الاميني وكما موضح في التفاعل التالي:



#### 4- تفاعلات لونية لاحماض امينية معينة:

- 1- تفاعل Millon: ويستعمل للكشف عن التايروسين حيث يتكون معقد احمر اللون للتايروسين والزنبق.
- 2- تفاعل Hopkins- Cole: ويتضمن تفاعل التريبتوفان مع حامض الكلايوسيليك ليتكون لون بنفسجي.
- 3- تفاعل Sakaguchi: ويتضمن تفاعل مجموعة كوانيدين للأرجنين مع الفا نافثول وصوديوم هايبوكلورات ليتكون لون احمر.

#### فصل الاحماض الامينية وتشخيصها:

ان الاحماض الامينية الحرة الناتجة من التحلل الكامل للبيبتيد او البروتين يمكن فصلها وتشخيصها باستخدام تقنيات عديدة مثل:

- 1- كروماتوغرافيا الورقي.
- 2- كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة.
- 3- كروماتوغرافيا التبادل الايوني.
- 4- كروماتوغرافيا الغاز-السائل.
- 5- الهجرة الكهربائية.

## الاهمية البايولوجية للاحماض الامينية:

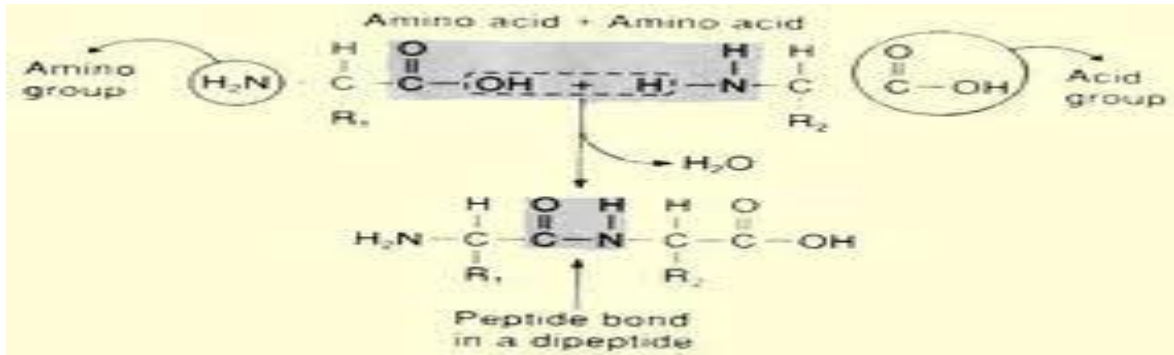
1- عند معرفة عدد وتسلسل الاحماض الامينية في متعدد الببتيدي المستخلص من المصادر الطبيعية فانه بالامكان تصنيع ذلك الببتيدي في المختبر بطريقة كيميائية حيث بالامكان تصنيع اي بروتين كيميائيا لاغراض صناعية.

2- التحكم بالجين الذي يقوم بتصنيع البروتين من خلال ادخال برنامج يوجه الجين لتوليد بروتين سليم وبهذه الطريقة يمكن التغلب على حدوث الطفرات التي تنجم عنها الامراض الوراثية.

3- ان فقر الدم الهلالي عبارة عن مرض وراثي ناجم عن طفرة وراثية ادت الى استبدال وحدة الحامض الاميني الطبيعي كلوتاميك في الموقع (6) من السلسلة بيتا لجزيئة الهيموكلوبين السليمة عند البالغين والذي يعبر عنه بـ (HbA) بوحدة الحامض الاميني فالين فينتج عن هذا الاستبدال بان تاخذ كريات الدم الحمراء شكلا منجليا او هلاليا ويعبر عنه بـ (HbS) وتتميز كريات الدم المريضة بقللة استيعابها للاوكسجين عندما تتحد به مقارنة بكريات الدم الحمراء الطبيعية السليمة، اذن من معرفة عدد ونوع وتسلسل الاحماض الامينية لجزيئة الهيموكلوبين ادخلت علما" جديدا لمعرفة تسلسل الاحماض الامينية للبروتينات الاخرى في الجسم.

## الببتييدات Peptides:

الببتييدات عبارة عن مركبات حيوية فعالة بايولوجيا" تتكون من تفاعل الاحماض الامينية مع بعضها وتتالف من 40-50 حامض اميني اما اكثر فيطلق عليها بالبروتينات. ان الاصرة الناتجة من تفاعل مجموعة الامين الفا للحامض الاميني الاول مع مجموعة الكاربوكسيل الفا للحامض الاميني الثاني يطلق عليها بالاصرة الببتيديية او اصرة اميد حيث يتكون ببتيدي ثنائي وثلاثي ورباعي ومتعدد الببتيدي وكما موضح في الشكل التالي:







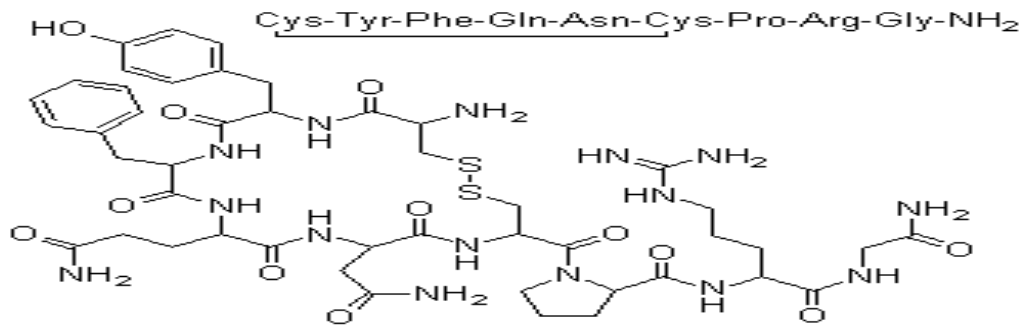
## 2- اوكسيتوسين Oxytocine :

وهو عبارة عن بيبتيدي حلقي كبير يفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية ويعمل على تقلص العضلات الملساء ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



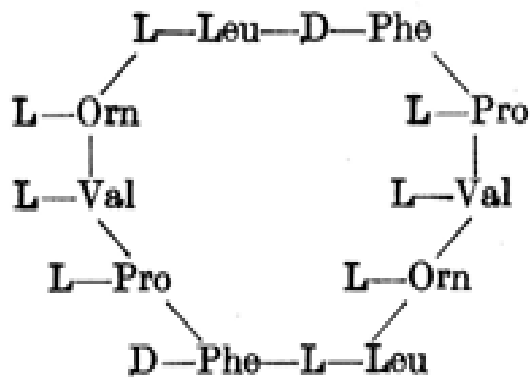
## 3- فاسوبريسين Vasopressin :

وهو عبارة عن بيبتيدي حلقي كبير يفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية ويعمل على تقلص الاوعية ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



## 4- كراميسيدين Gramicidine :

وهو بيبتيدي حلقي يتكون من عشرة احماض امينية وينتج من قبل البكتريا ويعتبر من المضادات الحيوية ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



## البروتينات Proteins:

الأصل اليوناني لكلمة بروتين يعني الأول أهمية أو الأساس، حيث ان البروتينات تدخل في تركيب جميع الخلايا الحية وتحتوي الخلية على 3000 نوع من البروتينات المختلفة، وتعتبر البروتينات أساسية في غذاء الإنسان لأنه المصدر الأول للحوامض الأمينية لنمو الإنسان. توجد البروتينات في اللحوم والبيض واللبن والبقوليات، كما ان المصدر الأساسي لأي بروتين هو الأجسام الحية. وترتبط عن طريق الاواصر البيبتيدية وتمثل صيغة المعلومات الوراثية المترجمة كما لا يمكن فصل البروتينات عن بعضها البعض بالطرق الكيميائية البسيطة وذلك لتشابه خواصها الفيزيائية والكيميائية لذلك يمكن فصلها باستخدام الطرق الممكنة لفصل البروتينات وهي أجهزة التحليل الكروماتوغرافي وأجهزة الطرد المركزي. ان العناصر الأساسية التي تدخل في تركيب البروتينات هي الكربون - الهيدروجين - الأكسجين - النيتروجين أما العناصر الثانوية فهي اليود (مثل بروتين الغدة الدرقية) والفسفور (مثل بروتين الحليب) والحديد (مثل هيموكلوبين الدم). وتختلف البروتينات بعضها عن بعض في عدد ونوع وترتيب الاحماض الامينية حيث يوجد مالا يقل عن (20 حمض أميني) تنتج عدداً هائلاً من البروتينات المختلفة حيث ان اصغر جزيء بروتيني يحتوي على اكثر من 40 وحدة من هذه الاحماض الامينية، ووظيفة البروتين في الجسم تعتمد على نوع وترتيب الاحماض الامينية المكونة للبروتين. وتقوم البروتينات بدور حيوي في جسم الكائن الحي وان أشهر المواد الحيوية البروتينية في أجسامنا هي الإنزيمات والهرمونات والهيموكلوبين في الدم .

### أهمية البروتينات:

- 1- كمحفزات حيوية.
- 2- كعناصر تركيبية.
- 3- بروتينات ناقلة.
- 4- هرمونات.
- 5- عوامل دفاعية.
- 6- بروتينات خازنة.
- 7- بروتينات متقلصة.
- 8- مصدر للطاقة.

### تصنيف البروتينات:

تصنف البروتينات على اساس التراكيب الكيميائية الى:

#### 1- البروتينات البسيطة:

وهي البروتينات التي عند تحليلها تنتج احماض امينية او مشتقاتها وتختلف فيما بينها باختلاف خواصها الفيزيائية والكيميائية تبعاً لنوع مكوناتها من الاحماض الامينية وصنفت انواعها على اساس الذوبانية مثل البروتامينات والهستونات والالبومينات.

## 2- البروتينات المقترنة:

وهي بروتينات تتألف من سلسلة او سلاسل متعدد البيبتيد المرتبطة مع مركبات ذات طبيعة كيميائية مختلفة كالكسكريات والدهون والمعادن مثل الفوسفوبروتينات والبروتينات النووية والبروتينات المعدنية.

وتقسم البروتينات اعتمادا على صفاتها الفيزيائية الى:

### 1- البروتينات الليفية:

وهي بروتينات عديمة الذوبان في الماء وتقاوم عمل الانزيمات المحللة للبروتينات ولها وظائف تركيبية او وقائية مثل الكيراتين والكولاجين.

### 2- البروتينات الكروية:

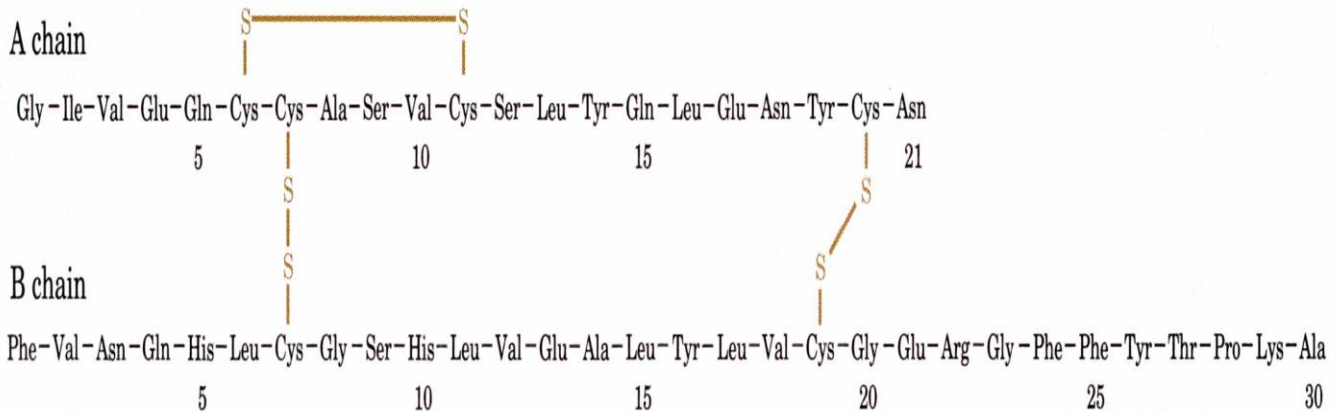
وهي بروتينات تذوب في الماء والمحاليل الملحية وتمتاز بكثرة التفافها مكونة اشكالا كروية وتشمل الانزيمات وبروتينات الدم كالالبومين والبروتينات التي تكون معقدات مع الاحماض النووية كالهستون.

## التنظيم البنائي للبروتين:

تمتلك جزيئات البروتين تنظيمات تركيبية مختلفة وتشمل:

### 1- التركيب الاولي للبروتين Primary structure of protein

يشير التركيب الاولي للبروتين الى عدد ونوعية وتسلسل متخلفات الاحماض الامينية في السلسلة البيبتيدية التي تولف البروتين ويعتبر الانسولين اول بروتين تم ايجاد تركيبه الاولي عام 1950 من قبل العالم الانكليزي Sanger ، وكما موضح في الشكل التالي:

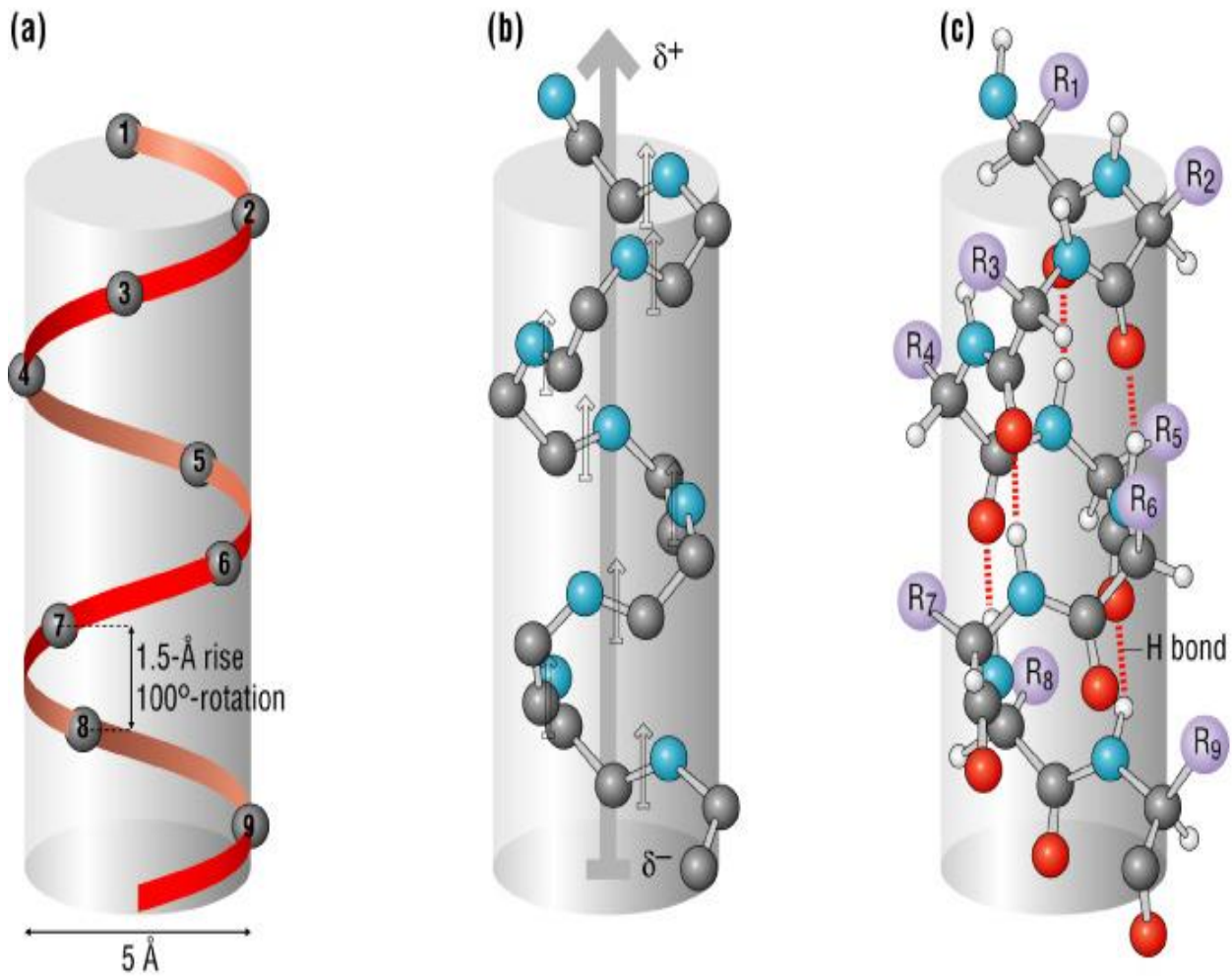


## 2- التركيب الثانوي للبروتين Secondary structure of protein :

يشير التركيب الثانوي للبروتين الى كيفية التواء او انطواء السلاسل الببتيدية للبروتينات في الحالة الطبيعية على امتداد محور واحد ويثبت بالواصر الهيدروجينية وواصر ثنائية الكبريت. تم تحليل العديد من البروتينات باستخدام حيود الاشعة السينية من قبل العالمين بولينك وكوري والمتمثل بانواع مختلفة مثل:

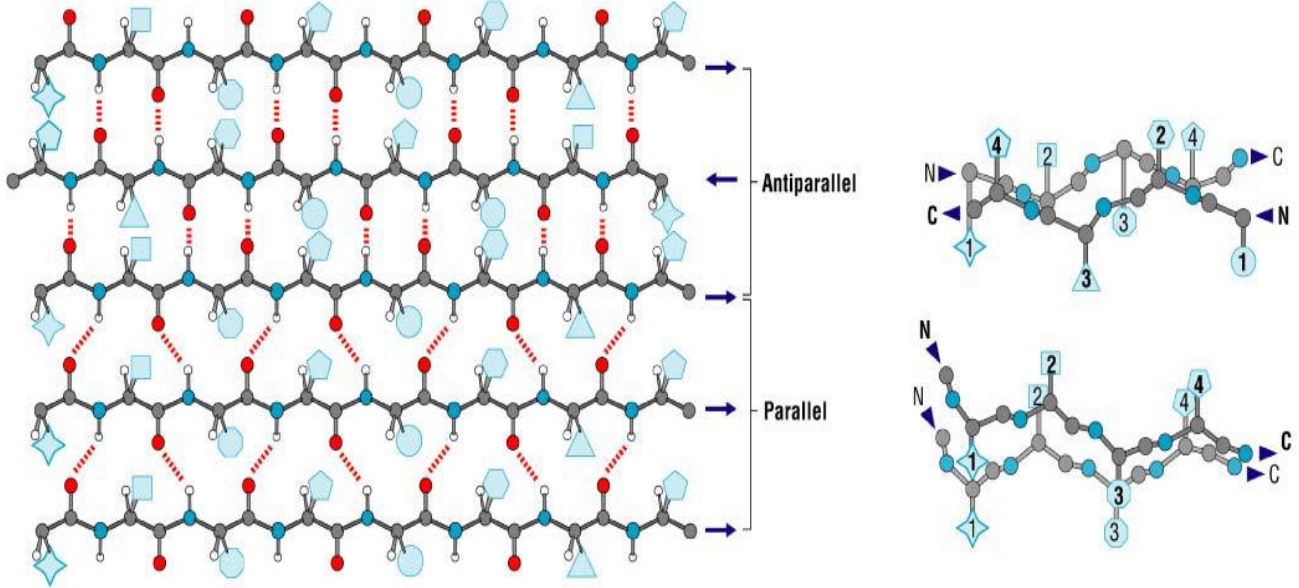
### 1- المنحنى الحلزوني- الفا (الفا- كيراتين):

مثل الهرمونات الببتيدية والبروتين السكري في الفايروس الذي يسبب العوز المناعي والموضح تركيبه في الشكل التالي:



## 2- الصفائح المسطحة- بيتا (السطح المطوى):

مثل البروتين اللبني للحريث يحتوي عدد كبير من احماض امينية صغيرة مثل الكلايسين والالانين والموضح تركيبه في الشكل التالي:



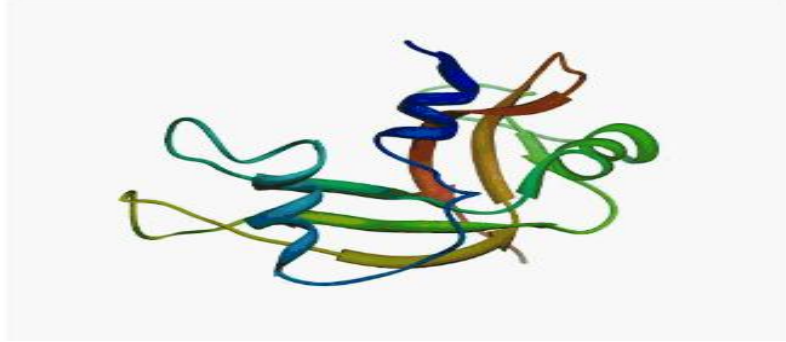
## 3- منحني حلزوني ثلاثي:

مثل البروتين اللبني كولاجين ويكون غنيا بوحدات البرولين والكلايسين التي تقع في مناطق الانحناءات والموضح تركيبها في الشكل التالي:



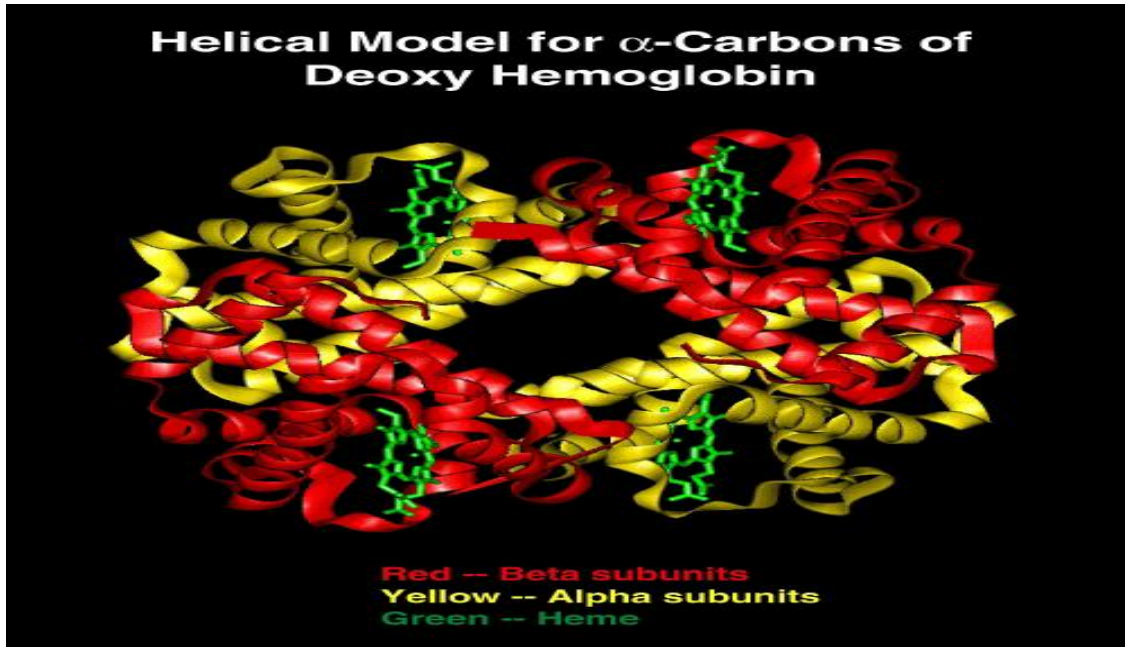
### 3- التركيب الثلاثي للبروتين Tertiary structure of protein :

يحدد التركيب الثلاثي الشكل الكلي لجزيء البروتين الكروي، وتوضح فيه التفافات اخرى اضافة الى التفافات التركيب الثانوي وعلى امتداد اكثر من محور واحد لسلسلة متعدد البيبتيد المكونة لجزيء البروتين مثل انزيم Pancreatic ribonuclease الموجود في البنكرياس وكما موضح في الشكل التالي:



### 4- التركيب الرباعي للبروتين Quaternary structure of protein :

يشير هذا التركيب الى الطريقة التي تنتظم فيها عدد من السلاسل البيبتيدية مع بعض لتكوين وحدة كبيرة كجزيء بروتين معين، فجزيئة الهيموكلوبين مثلا تتالف من اربعة سلاسل بيبتيدية (اثان الف واثان بيتا) وهذه السلاسل تنتظم مع بعضها بطريقة معينة لتكون جزيئا كاملا للهيموكلوبين وكما موضح في الشكل التالي:



## فقدان الصفات الطبيعية للبروتين:

يفقد البروتين صفاته الطبيعية نتيجة تغير في التركيب الذي يؤدي الى تغير الصفات الفيزيائية للبروتين وذلك بسبب:

- 1- المحيط حامضي او قاعدي.
  - 2- الرج والتحريك المستمر.
  - 3- المذيبات العضوية.
  - 4- المنظفات.
  - 5- التسخين او وجود مواد مختزلة.
  - 6- التعرض للاشعة السينية والموجات فوق الصوتية.
- ان الظروف اعلاه تؤدي الى فقدان البروتين لوظيفته الحيوية والتقليل من قابلية ذوبانه عند نقطة التعادل الكهربائي وقد تسترجع بعض البروتينات فعاليتها الحيوية بعد زوال المؤثر وتحت ظروف معينة مثل الهيموكلوبين كما ان عملية المسخ ليس لها اي تأثير على الاواصر البيبتيدية.

## استخلاص وتنقية البروتينات:

من المتطلبات الرئيسية في عمليات تنقية البروتين هي تحرير البروتينات من الخلية دون تلف نشاطها بطرق المزج الميكانيكي والتجانس للانسجة الحية في اللمحلول المنظم حيث يعمل هذا على تفسير جدران الخلايا وتحرير مكوناتها وقد تستعمل تقنية الموجات فوق السمعية Ultrasonic لهذا الغرض. وقد يكون البروتين المراد فصله وتنقيته مرتبطا بجزء خلوي معين لذا ينبغي عزل الجزء الخلوي باستعمال تقنية النبذ المركزي.



## اسئلة الفصل الثالث:

س1/ لماذا تدعى الاحماض الامينية بالاحماض الامينية البروتينية؟

س2/ اعط مثال مع تركيبه الكيميائي لكل مما ياتي:

1- حامض اميني اروماتي. 2- حامض اميني حامضي. 3- حامض اميني يحتوي كبريت.

س3/ لماذا يعد كاشف سانكر تفاعلا مهما في ايجاد تركيب البروتين؟

س4/ لماذا تدعى الاحماض الامينية المكونة للبيبتيد ما بمتخلفات الاحماض الامينية؟

س5/ وضح كيف يتم تحليل متخلف الحامض الاميني ذي النهاية الامينية في السلسلة البيبتيدية باستخدام

طريقة ايدمان؟

س6/ لماذا تمتلك محاليل البروتينات خواص مشحونة؟

س7/ وضح مايلي:

1- تمتلك البروتينات خواص حامضية-قاعدية مزدوجة؟

2- تذوب البروتينات في المحاليل المائية؟ وماهي العوامل المؤثرة على ذوبانيتها؟

س8/ لماذا يكون تركيب البروتين ثابتا ومستقرا؟

س9/ ماهي انواع الاواصر الموجودة في تركيب البروتين، وضحها بالتفصيل؟

س10/ ماهي الطرق الفيزيائية المستخدمة في تعيين الاوزان الجزيئية للبروتين؟

س11/ ماهي الطرق المستخدمة لعزل البروتين الذائب عن البروتينات الاخرى؟