



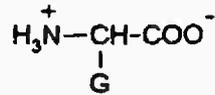
الاحماض الأمينية والبروتينات  
AMINOACIDS AND PROTEINS

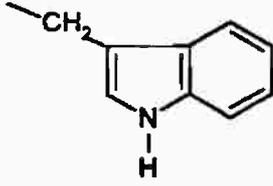
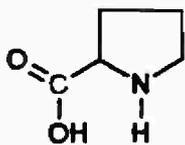


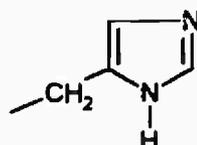
## الأحماض الأمينية والبروتينات

البروتينات هي مواد ذات وزن جزيئي كبير تتكون يكاملها أو معظمها من بوليمرات تسمى بولي بيتيدات. الوحدات المونوميرية للبولى بيتيدات هي الأحماض أمينية ألفا. المئات من وحدات المونومير تأخذ شكل بولى بيتيد ولكنها عبارة فقط عن ٢٠ حامض أمينى ألفا ، تلك العشرين حامض أمينى يتم استخدامهم بواسطة كل أنواع النباتات والحيوانات.

الصيغة العامة لأى حامض أمينى هي:

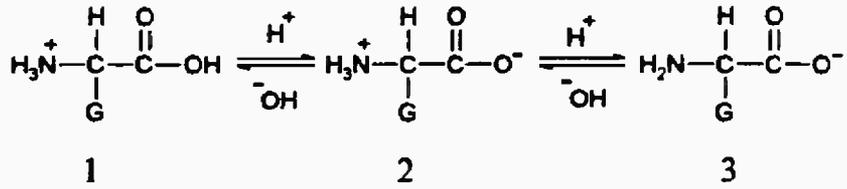


| الاسم                         | الإختصار<br>ثلاثة حروف | السلسلة الجانبية   |
|-------------------------------|------------------------|--|
| جليسين (Glycine)              | Gly                    | H  |
| الآئين (Alanine)              | Ala                    | -CH <sub>3</sub>   |
| فالين (Valine)                | Val                    | -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   |
| ليوسين (Leucine)              | Leu                    | -CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                   |
| ايمولويسين (Isoleucine)       | Ile                    | $\begin{array}{c} -\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$         |
| فينيل الآئين (Phenyl alanine) | Phe                    | $-\text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5$  |
| تريوفان (Tryptophan)          | Trp                    |  |
| برولين (Proline)              | Pro                    |  |

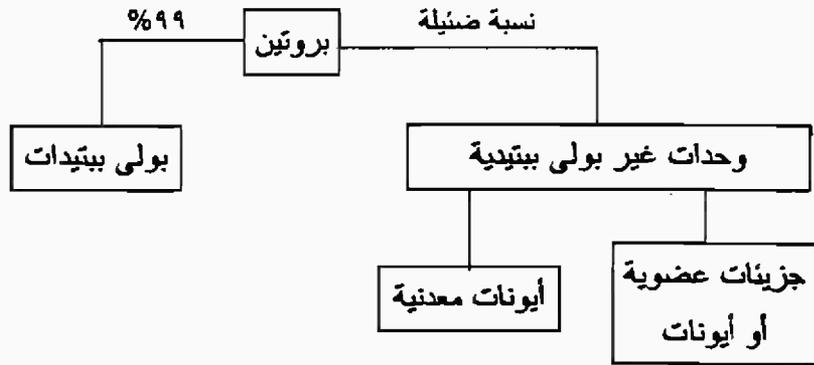
|                                 |     |  |
|---------------------------------|-----|--|
| سيرين (Serine)                  | Ser | -CH <sub>2</sub> OH  |
| ثريونين (Threonine)             | Thr | $\begin{array}{c} \text{—CHOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                        |
| تيروسين (Tyrosine)              | Tyr | $\text{—CH}_2\text{—} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ \text{—OH} \end{array}$ |
| حامض إسباراتيك (Asparatic acid) | Asp | -CH <sub>2</sub> COOH  |
| حامض جلوتاميك (Glutamic acid)   | Glu | -CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH  |
| أسباراجين (Asparagine)          | Asn | -CH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub>   |
| جلوتامين (Glutamine)            | Gln | -CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub>                                     |
| ليسين (Lysine)                  | Lys | CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>        |
| أرجينين (Arginine)              | Arg | $\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{NH—C(=NH)—NH}_2$   |
| هستيدين (Histidine)             | His |      |
| سيستين (Cysteine)               | Cys | -CH <sub>2</sub> S-H   |
| ميثيونين (Methionine)           | Met | -CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SCH <sub>3</sub>                                      |

### التركيبات والخواص للأحماض الأمينية ألفا :

في كل جزئ من الأحماض الأمينية ألفا فإن ذرة كربون واحدة هي ألفا-كربون تحمل مجموعة  $\text{NH}_3^+$  & مجموعة  $\text{CO}_2^-$  وأخرى (G) السلسلة الجانبية وذرة هيدروجين. معظم الأحماض الأمينية على نطاق واسع تكون في الشكل (1) في الوسط الحامض القوي (عند pH = 1 أو أقل) وفي الشكل (2) في الوسط القلوي القوي (عند pH = 11 أو أعلى) وفي صورة مخلوط من 1 و 2 ما بين pH = 1 إلى pH = 11. نلاحظ أنه في الحالة الصلبة علاوة على المحاليل المتعادلة فإن الأحماض الأمينية توجد كأيونات ثنائية القطبية (2).



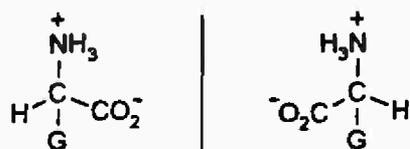
البروتينات عبارة عن جزيئات كبيرة تتكون غالباً من بولي ببتيد أو من عدد محدود من البولي ببتيدات المرتبطة معاً ومع أيونات معدنية أو جزيئات عضوية (أو أيونات)



### النقطة الأيسوكهربية :

عندما تغمس إلكترودات في مطول مائي لحامض أميني فإن الجزيئات التي في شكل ثنائي القطبية "2" لاتهاجر إطلاقاً. الجزيئات في الشكل "2" هي جزيئات أيسوكهربية ، حيث أن عدد الشحنات الموجبة (+) يساوي عدد الشحنات السالبة (-) وفي هذه الحالة فإن الجزيء يكون متعادلاً كهربياً. إن قيمة الـ pH التي عندها لا يحدث هجرة تسمى النقطة الأيسوكهربية للحامض الأميني ويرمز لها بالرمز pI . بعبارة أخرى فإنه عندما تكون قيمة pH مساوية لقيمة pI فإن معدلات تغير البروتون تكون تلك التي فيها كل وحدة ليست تقضي فترة متساوية من الوقت ما بين الصورة 1 والصورة 3 نتيجة لعدم حدوث هجرة نهائية إلى أى الكترود.

## الكيرالية في الأحماض الأمينية



D-Family      مرآة      L-Family

كل الأحماض الأمينية ما عدا الجليسين تتكون من جزيئات كيرالية .  
في التسمية للأنظمة D, L فإن الأيسومرات (+) & (-) للجلسرالدهيد تعرف على أنها  
د-جليسرالدهيد & ل-جليسرالدهيد على التوالي



ل-جليسرالدهيد

د-جليسرالدهيد

لقد وجد أن كل الأحماض الأمينية التي تتكون منها البروتينات الطبيعية يكون لها الشكل ل  
(L) . أما الأحماض الأمينية في الشكل د (D) فقد وجدت في الطبيعة كمكونات لمضادات  
حيوية تتكون من ببتيدات معينة مثل فالينومايسين Valinomycin والجراميسيدين  
Gramicidin والأكتينومايسين د Actinomycine D وفي أغلفة الخلية لكائنات دقيقة معينة.

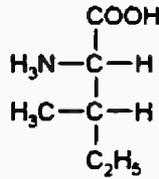


ل-سيرين L-serine

د-سيرين D-serine

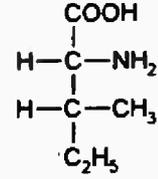
إن نظام (R, S) هو الأحدث في التسمية وهو سابق للنظام الأقدم D, L. إن تشكل  
الجزيئات مع أكثر من مركز كيرالي يكون أكثر سهولة.

في النظام (R, S) فإن ل-ثريونين يكون (2S, 3R) ثريونين [(2S, 3R) Threonine]  
. المركب الكيميائي الذي يحتوى على عدد n من المراكز الكيرالية يمكن أن يوجد في عدد من  
الأيسومرات يساوى 2<sup>n</sup>. الأيسوليوسين يمكن أن يأخذ أربع أشكال أيسومرية مختلفة. إن  
الأربع أيسومرات الفراغية للأيسوليوسين تكون هكذا:-



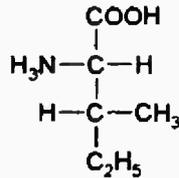
ل-أيسوليوسين L-Isoleucine

(2S, 3S)-Isoleucine -أيسوليوسين (2S, 3S)



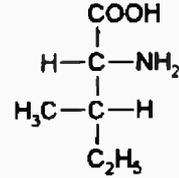
د-أيسوليوسين D-Isoleucine

(2R, 3R)-Isoleucine -أيسوليوسين (2R, 3R)



ل-الوأيسوليوسين L-Alloisoleucine

(2S, 3R)-Isoleucine -أيسوليوسين (2S, 3R)



د-الوأيسوليوسين D-Alloisoleucine

(2R, 3S)-Isoleucine -أيسوليوسين (2R, 3S)

هذه المركبات هي زوج من تراجوج الأنانتيومرات. إن الأيسومرات التي تختلف في الترتيب الفراغي عند المراكز الكيرالية الغير متماثلة وغير مطابقة لصورة المرآة تسمى ديامتيرومرات .

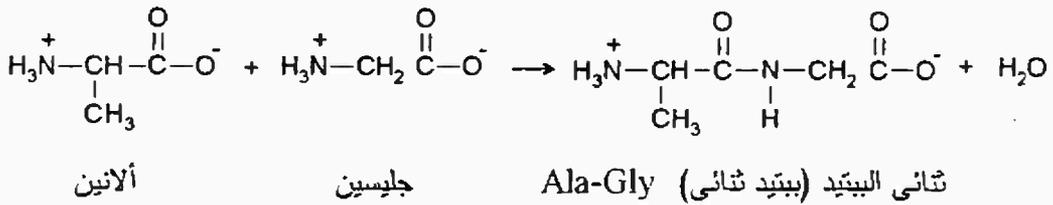
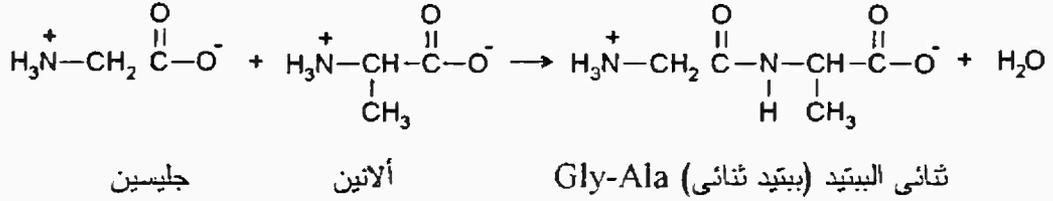
### التوكيبات الأولية للبروتينات :

التركيب الأولى للبروتين هو تسلسل من الأحماض الأمينية التي تتماسك فيه الأحماض الأمينية بروابط فيما بينها تسمى بالروابط الببتيدية. حينما يتكون جزئ البولي ببتيد الطويل فإنه أتوماتيكياً يأخذ شكل مرن خاص ، يعتبر تركيب البروتين هذا تركيب ثانوي. عموماً الشكل العام للبروتين هو شكل الحلزون والذي يشبه الملف .

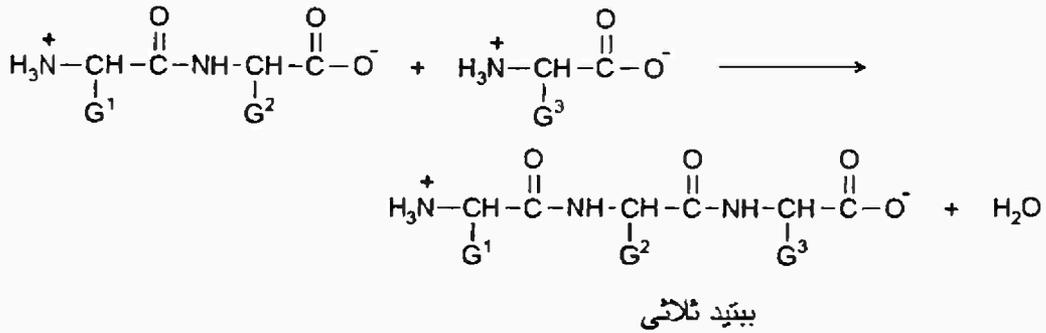
التركيبات الثانوية للبروتينات عادة تلتوي وتنطوي أكثر إلى أشكال تسمى التركيبات الثلاثية للبروتين. تعمل الروابط الهيدروجينية على تثبيت هذه التركيبات. وأخيراً فإن العديد من البروتينات تحتوي على إثنين أو أكثر من جزيئات البولي ببتيد وهي غالباً تحتوي على مجموعة غير بولي ببتيدية أو أيون ، أيضاً هذا المستوى النهائي من التراكب هو التجمع الخاص للبولي ببتيدات والذي يكون البروتين (كل مع أشكاله الأصلية الأولية والثانوية والثالثية) مع أي مجموعة أخرى في التركيب الرباعي.

## الرابطة الببتيدية :-

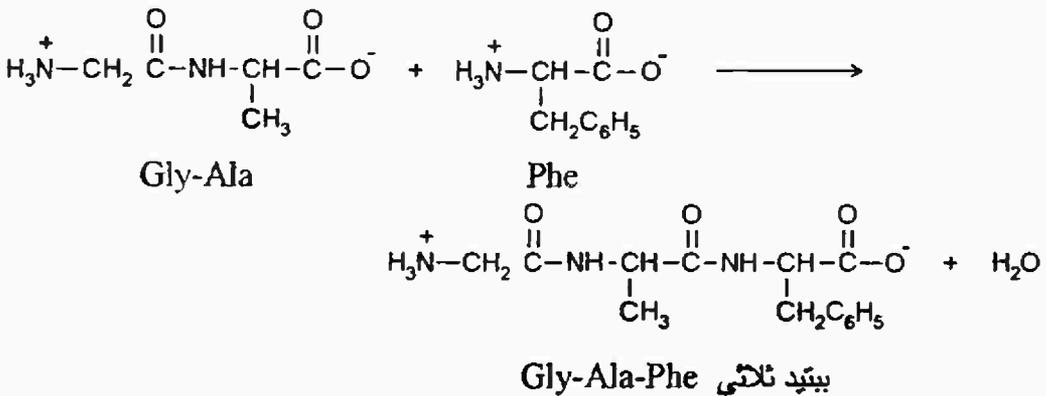
الرابطة التساهمية الرئيسية والتي تتكون حينما تتصل الأحماض الأمينية معاً تسمى الرابطة الببتيدية ، إن النظام المتكون هو نظام أميد (الرابطة من الكربونيل إلى النيتروجين) .



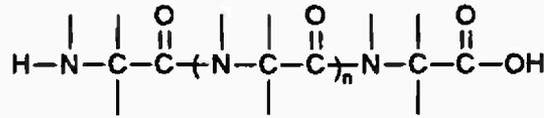
ثنائي الببتيدات طبعاً مازال بها مجموعات  $\text{CO}_2^-$  &  $\text{NH}_3^+$  . إن الحامض ألفا أمينو الثالث يمكن أن يتفاعل من طرف نهاية السلسلة أو من طرف النهاية الأخرى.



مثال:



كل جزيئات البولي بيتيد لها التسلسل المتكرر الآتى فى السلسلة الرئيسية (العمود الفقرى) .



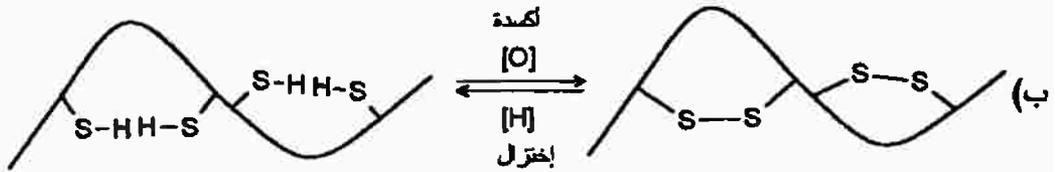
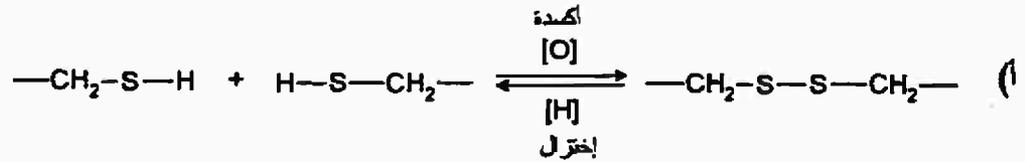
طرف نهاية النيتروجين

طرف نهاية الكربون

n = تتغير من عشرات إلى آلاف

### رابطة ثنائى الكبريتيد فى البولي بيتيدات :

إن أكسدة مجموعات المركبتيد SH- على السلاسل الجانبية لأطراف السيستين يمكن أن تخلق روابط ثنائى الكبريتيد والتى (أ) تمسك سلسلتين معاً أو (ب) تخلق عقدة شبه دائرية فى سلاسل مفردة .



إذا كانت مجموعة SH- على السلسلة الجانبية للسيستين تظهر فى جزيئين بولى بيتيد متجاورين ومن ثم فإنه يحدث أكسدة معتدلة لتربط الجزيئين الكبيرين بواسطة رابطة ثنائى كبريتيد. هذا التشابك من الترابط يمكن أيضاً أن يحدث بين أجزاء من نفس جزيئ البولى بيتيد لتنتج فى هذه الحالة عقدة مغلقة .

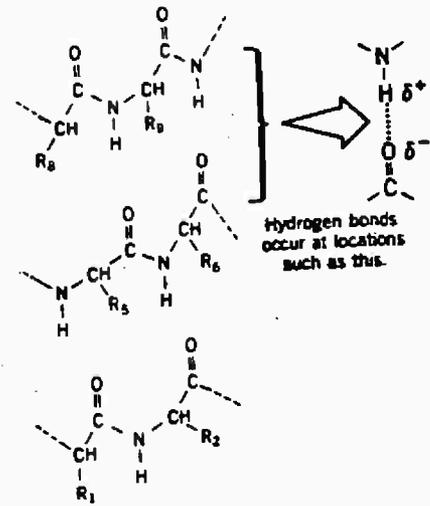
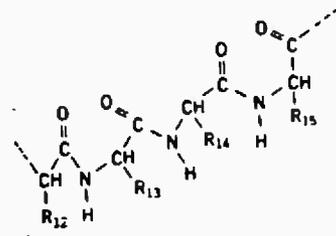
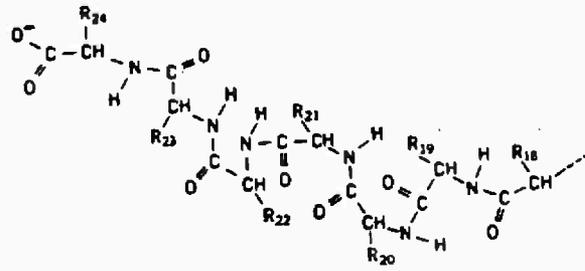
### التركيبات الثانوية للبروتينات :

إن الحلزون ألفا، واللوح المنثى بيتا والحلزونات الثلاثى عبارة عن ثلاثة أنواع من تركيب البروتين الثانوى .

#### حلزون ألفا :

الشكل الملفوف هو أحد الأشكال لتركيب البروتين الثانوى والذى يسمى حلزون ألفا. فى حلزون ألفا فإن العمود الفقرى لإنتفاف البولى بيتيد يكون لولبى ويمينى الإتجاه مع سلاسل





الطزون الفا. كل لفة للملف في اتجاه عقارب الساعة تعطي فرص لروابط هيدروجينية بين ذرات الهيدروجين (H) التي بمجموعات NH مع ذرات الأكسجين (O) التي بمجموعات C=O وهذه القوى تثبت الملف

## التركيبات الثلاثية والرابعة للبروتين:

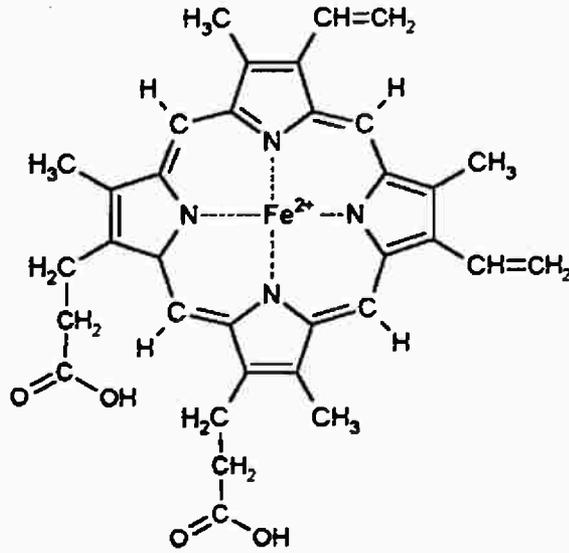
التركيبات الثلاثية هي نواتج طوى وميل والتواء التركيبات الثانوية.

### مجموعات الصدارة في البروتينات:

الميوجلوبين Myoglobin هو البروتين الحامل للأكسجين في أنسجة العضلات بينما يخزن الأكسجين ويحرره إلى خلايا الأنسجة كلما احتاجت إليه.

يحتوي الميوجلوبين على مجموعة غير بروتينية تسمى الهيم heme وهذه المجموعة تمسك فعلياً بجزئ الأكسجين. الهيم أيضاً يوجد في الهيموجلوبين حامل الأكسجين من خلايا الدم الحمراء.

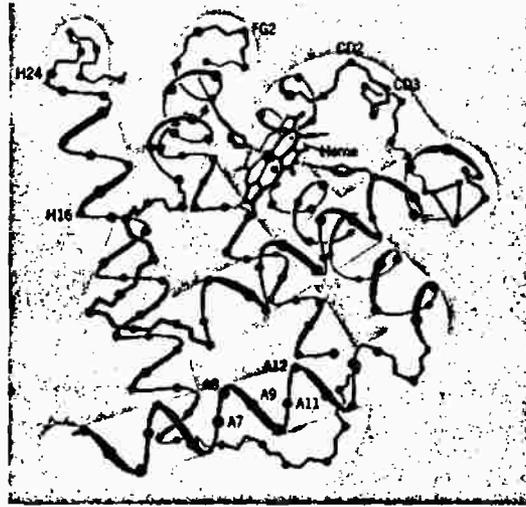
الجزئيات الغير بولي ببتيدية المصاحبة البروتينات تسمى بمجموعات الصدارة. البروتينات مع مثل هذه المجموعات تسمى البروتينات المتوافقة.



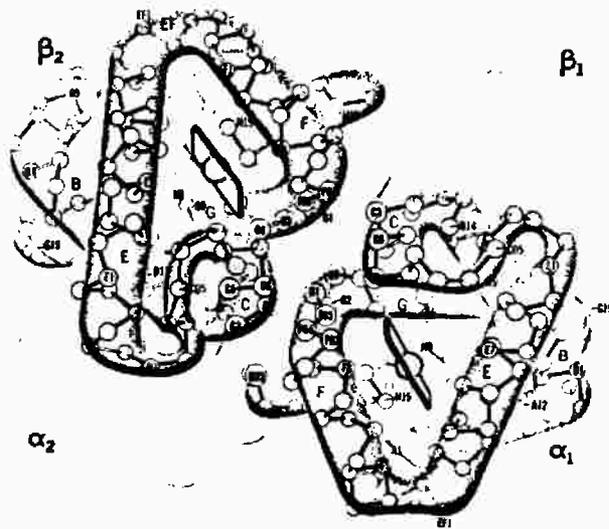
جزئ الهيم Heme

### جسور الملم في التركيبات الثلاثية:

قوة أخرى يمكن أن تعمل على استقرار وثبات التركيب الثلاثي هي قوة الجذب بين الشحنة الموجبة الكاملة والشحنة السالبة الكاملة و يحدث هذا على السلاسل الجانبية. على سبيل المثال عندما يحتوي البولي ببتيد على أي من أطراف حامض الجلوتاميك فإنه يمكنه أن يحمل مجموعات كربوكسيلات أيونية  $\text{CO}_2^-$  على سلاسله الجانبية. إذا كان البولي ببتيد به أيضاً أي أطراف من الليسين Lysine يمكنها أن تمتلك مجموعات  $\text{NH}_3^+$  على سلاسلها الجانبية.

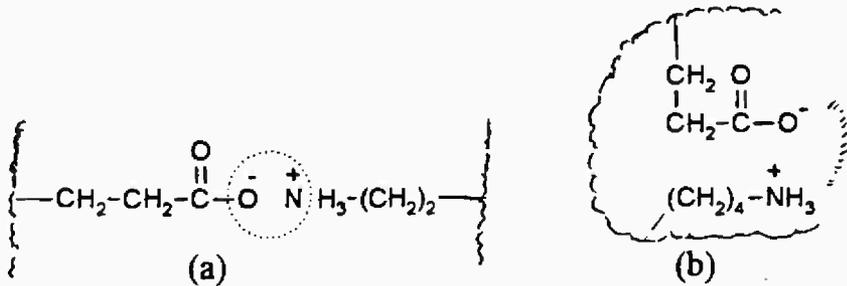


الميوجلوبين Myoglobin هو البروتين الحامل للأكسجين في العضلات ويتكون من جزئ بولي ببتيد ووحدة هيم Heme.



الهيموجلوبين

المجموعات ذات الشحنات العكسية  $\text{NH}_3^+$  &  $\text{CO}_2^-$  طبيعياً أن يجذب كل منهما إلى الآخر مثل أيونات صوديوم وأيونات الكلوريد يجذب كل منها إلى الآخر في بلورة الملح. القوة الناتجة من الجذب بين جزيئات البولي بيتيد أو في داخل الجزيء تسمى جسر الملح.



### التركيبات الرباعية :

العديد من البروتينات هي تجمع لأثنين أو أكثر من وحدات صغيرة يمكن أن تكون متطابقة أو مختلفة وهذه الظاهرة من تركيب البروتين تسمى التركيب الرباعي. على سبيل المثال :-

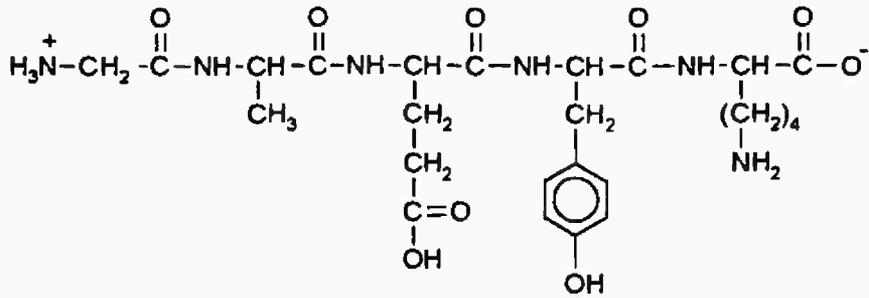
الإنزيم المسمى فوسفوريلاز يتكون من وحدتين متطابقتين من البولي بيتيدات ، كل منهما يجب أن يكون مرتبط بالآخر لكي يكون للإنزيم فاعلية حفزية .

الهيموجلوبين به أربع قوى فاعلة من الوحدات الفرعية بين مواضع الشحنات العكسية وروابط الهيدروجين ومواقع الشحنات على مجموعات الصدارة وذلك يعطى إستقرار للتركيب الرباعي

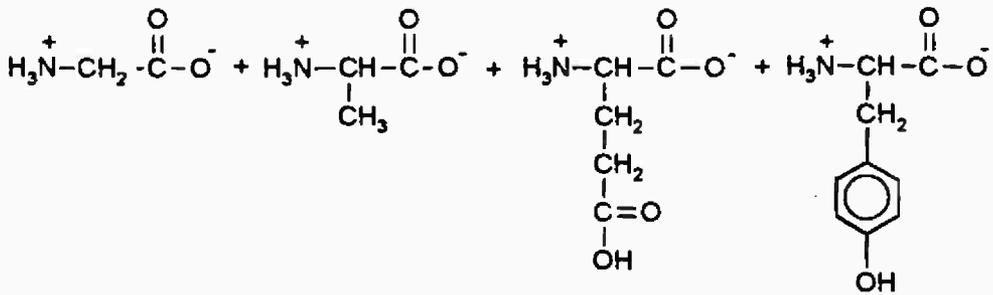
### الخواص العامة للبروتينات :

#### التحلل المائي والهضم :-

هضم البروتين هو التحلل المائي لروابطه الببتيدية حيث أن جزيئات البولي بيتيد الضخمة تحلل مائياً إلى وحداتها الأساسية من الأحماض الأمينية المختلفة ويتم ذلك بواسطة عملية الهضم.



(الحافز على سبيل المثال إنزيم)  $\downarrow$   $\text{H}_2\text{O}$

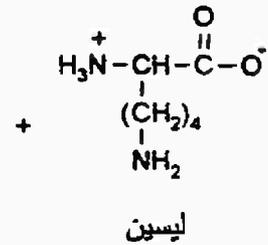


جليسين

الاثين

حامض جلوتاميك

تيروسين



### الطفرة في البروتين :

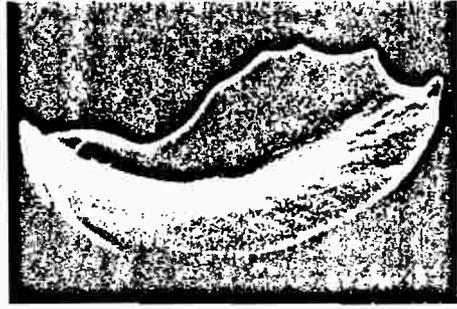
العديد من الكواشف والظروف لا تحلل فقط روابط الهيدروجين ولكنها تدمر طبيعة وفاعلية البروتين وعندما يحدث ذلك فإنه يكون قد حدث طفرة في البروتين. إن الطفرات هي عدم إنتظام في الشكل الجزيئي الكلي للبروتين وتحدث عدم التواء أو عدم الإتفاف في التركيب الطبيعي الملتوى أو الملفوف .

## عوامل الطفرة في البروتينات :-

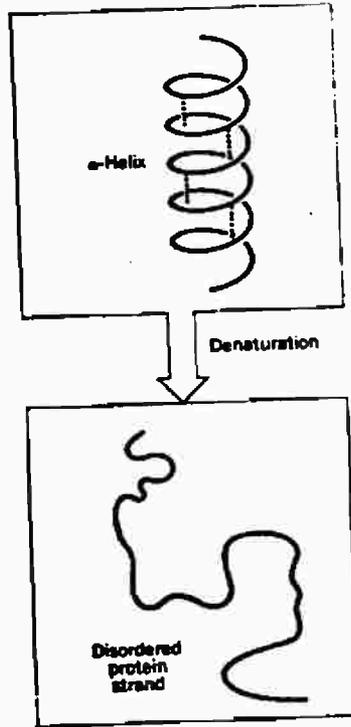
| عوامل الطفرة   | كيفية العمل   |
|--|---|
| الحرارة  | تحدث تمزقات (تكسر) للروابط الهيدروجينية بما يسبب تجلط كما يحدث في عملية قلى البيض (التحمير)             |
| محلول اليوريا  | تكسر الروابط الهيدروجينية بما أن أميد البروتين المماثل لليوريا يمكن أن يكون روابط هيدروجينية مع نفسه.   |
| إشعاع تحت البنفسجية  | تأثيره مثل الحرارة  |
| المذيبات العضوية مثل "الإيثانول ، الأستون ، ٢-بروبانول"                  | يمكن أن تتداخل مع الروابط الهيدروجينية بالبروتين. إنها بسرعة تحدث طفرة في بروتين البكتريا وهكذا تقتلها. |
| الأحماض القوية أو القواعد  | يمكن أن تكسر الروابط الهيدروجينية   |
| المنظفات   | يمكن أن تؤثر على الروابط الهيدروجينية   |
| أملاح المعادن الثقيلة (مثل أملاح أيونات $Hg^{2+}$ , $Ag^+$ , $Pb^{2+}$ ) | الأيونات تتحد مع مجموعات SH وفي العادة ترسب البروتينات.   |
| الرج العنيف  | يمكن أن يكون أفلام على سطح البروتينات المطفرة من محاليل البروتين.                                       |

## تأثير الرقم الهيدروجيني pH على ذوبانية البروتين :-

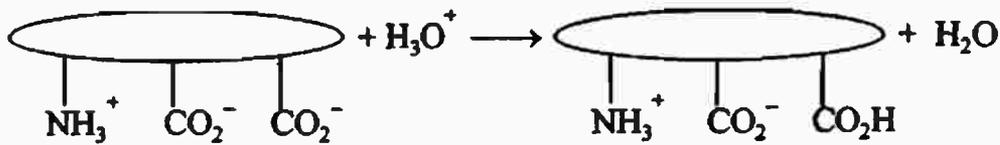
بسبب بعض السلاسل الجانبية القاعدية والحامضية فإن ذوبانية البروتين تتأثر بفعل الرقم الهيدروجيني pH وأقل ذوبانية له تكون عند نقطة الأيسوكهربية للبروتين (PI) لأن بعض السلاسل الجانبية علاوة على مجموعات النهاية بالبولي ببيدات تحمل شحنات كهربية بالجزئ الكامل حيث يمكنه أن يحمل شحنة خالصة. بإفترض أن الشحنة الخالصة تساوى 1- وتوجد به مجموعة  $CO_2$  زيادة فإنه بإضافة الحامض المعدني (بمحاولة خفض pH) فإن هذه المجموعة سوف تكتسب بروتون وتصبح متعادلة كهربياً والعكس صحيح.



ميكروجراف إلكتروني لخلية دم حمراء عادية على اليسار وأخرى منجلية على اليمين

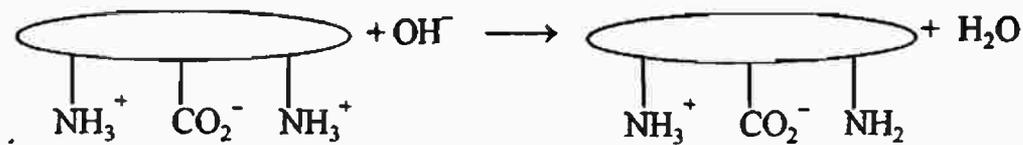


تغير الصفات الطبيعية في البروتين



شحنة خالصة للبولى ببتيد = -1

شحنة خالصة للبولى ببتيد = 0



شحنة خالصة للبولى ببتيد = +1

شحنة خالصة للبولى ببتيد = 0

إن كل بروتين له رقم هيدروجيني pH مميزة يسمى نقطته الأيسوكهربية عندها تكون الشحنة الخالصة تساوى صفر. معزى ذلك هو أن جزيئات البولى ببتيد يمكن لها أن تتجمع وترسب. مثل الكازين (بروتين اللبن) الذى يتجلط إذا كان الرقم الهيدروجيني pH للبن يساوى 4,7 وعندها تكون النقطة الأيسوكهربية P I للكازين Casein.

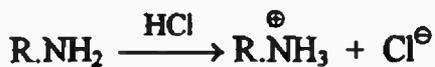
### التفاعلات الكيميائية للأحماض الأمينية:-

سوف نأخذ فى الاعتبار الخواص الكيميائية لكل من مجموعات الكربوكسيل الفا ومجموعات الأمينو الفا قبل النظر إلى التفاعلات التى تتضمن كل منها. أيضاً سيتم دراسة التفاعلات الكيميائية التى تتناول السلسلة الجانبية.

#### 1- مجموعة الأمينو الفا $\alpha$ -Amino group:-

إن خواص مجموعة الأمينو الفا تعتبر مماثلة للأمينات. حيث يمكنها أن تتفاعل كقاعدة أو كنيكلوفيل على سبيل المثال يمكن أن يحدث بروتنة (إكتساب بروتون) أو مثيلة.

مثال:

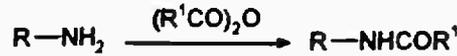
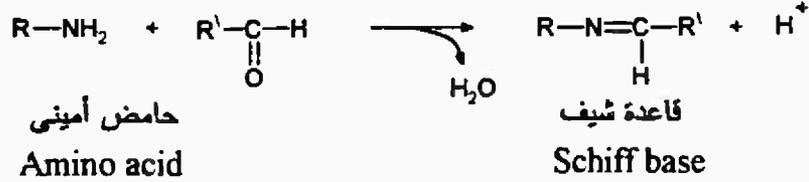


أمين أولى

زيادة

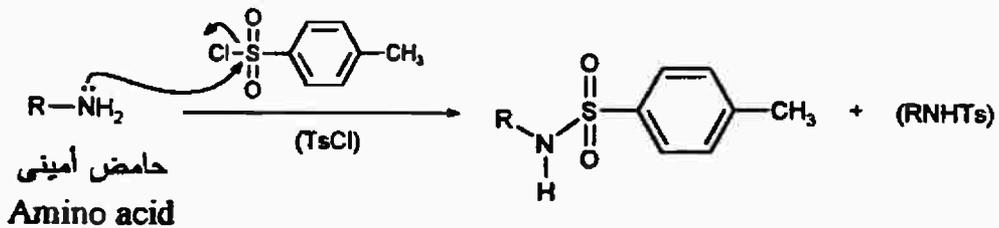


إن الأمينات يمكن لها أن تهاجم مجموعات الكربونيل المتوسطة النشاط. على سبيل المثال فإن الألدهيدات والكي-tonات والإيمينات (بالرغم من ذلك يمكنها أن تتحلل وتعود سريعاً إلى مواد البداية) بينما كلوريدات الأحماض أو أنهيدريدات الأحماض تولد مشتقات الأميدات.



النوعان الأخيران من التفاعلات هما ضروريان لتخليق البيبتيدات.

مجموعات الأمينو يمكنها أن تتفاعل مع كواشف كبريت الكتروفيلية على سبيل المثال التفاعل مع ٤-ميثيل كلوريد البنزين سلفونيل حيث يتكون السلفوناميد المقابل



ولذا فإن مجموعة الأمينو ألفا يمكنها أن تتفاعل مع الكواشف الإلكتروفيلية لتعطي نفس النواتج المتوقعة لأي أمين بسيط.

## ٢- مجموعة الكربوكسيل الحامضية ألفا α-Carboxylic acid group

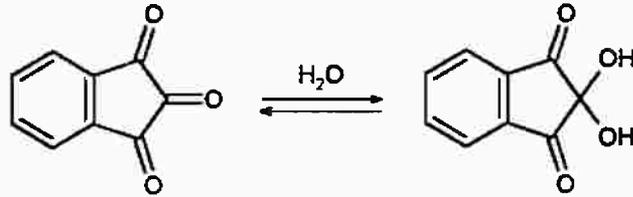
إن الأحماض الأمينية تمتلك مجموعة كربوكسيل ومع ذلك فإن الأحماض الكربوكسيلية تكون عادة غير نشطة نسبياً. إن إضافة النيكلوفيل عادة يعمل على إزالة البروتون لينتج أيون الكربوكسيلات (معظم النيكلوفيلات تكون أيضاً قاعدية إلى حد ما).



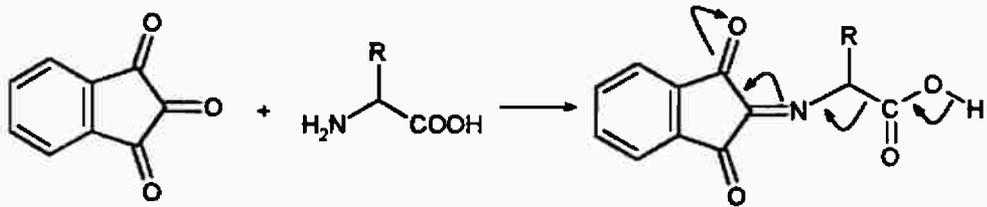
## (أ) التفاعل مع النيهيدرين Ninhydrin

تفاعل الأحماض الأمينية الفا مع النيهيدرين غالباً ما يستخدم للكشف عنها وتعيين كميتها.

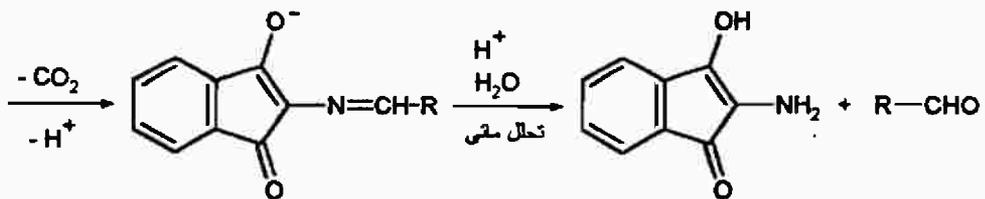
يعمل النيهيدرين ككيتون ثلاثي . إن مجموعة الكيتون الوسطى تكون هي الأكثر نشاطاً.



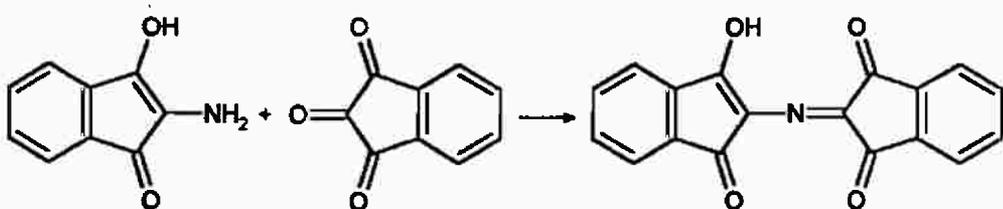
في الحقيقة فإن مجموعة الكيتون الوسطى يوجد بها نقص في الإلكترونات ولذا يختزل النيهيدرين ويستخدم كهيدرات. إن ذلك لا يؤثر على كيميائيتها. إن تفاعل النيهيدرين مع أحماض الأمينو الفا تشمل التكوين المبدئي للإيمين Imine والذي يفقد مجموعة الكربوكسيلات ليكون إيمين جديد. إن تحلله المائي يولد مجموعة أمينو أخرى حرة يمكن لها أن تتفاعل مع جزئ ثاني من النيهيدرين.



تنيهيدرين Ninhydrin      حامض أميني



أنيون مستقر

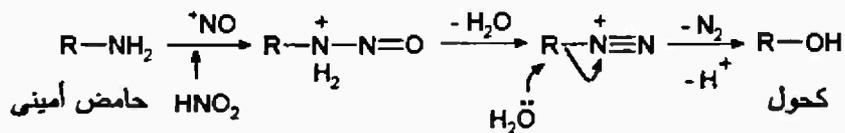


$\lambda_{max} = 570 \text{ nm}$

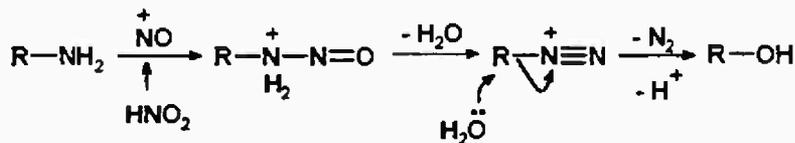
إن المركب الناتج يكون متوافق غالباً Highly conjugated يمتص الضوء في المنطقة المرئية Visible region ( $\lambda_{\max}$  570 nm) ويكون مع التنهيدرين لون أحمر أرجواني غامق. إن هذا اللون هو لون مميز للأحماض الأمينية الفا ويستخدم في الكشف عنها. إن حامض الأمينو الفا الشائع الوحيد والذي لا يعطى نتيجة إيجابية هو البرولين. وذلك لأن مجموعة الأمينو الفا فيه تكون ثانوية والمرحلة الأخيرة للتفاعل مع التنهيدرين يتطلب مجموعة أمينو أولية. ورغم ذلك فإنه يلاحظ ظهور لون أصفر بدلاً منه يمكن أن يستخدم في الكشف عن البرولين.

#### ٤- تفاعلات انتزاع الأمين Deamination reactions:

إن تفاعل الأحماض الأمينية الفا مع التنهيدرين هو في الحقيقة عملية انتزاع أمين. إنه تفاعل هام يستخدم للكشف عن وتعيين كمية الأحماض الأمينية. الأمينات الأولية الأليفاتية يمكن أيضاً أن يحدث لها عملية انتزاع أمين بالمعاملة مع حامض النيتروز (حامض النيتريك يتولد مع الكحول المقابل).

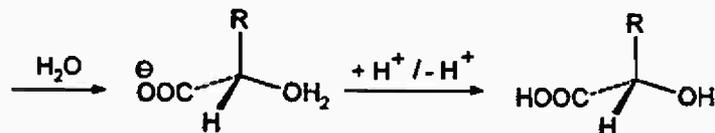


إن الكيمياء الفراغية للكحول الناتج تقابل حفظ التشكل عند ذرة الكربون الفا للأحماض الأمينية الفا وهذا يرجع إلى دور الشق الكربوكسيلي المشارك في التفاعل.



حامض الفا أمينو-ل

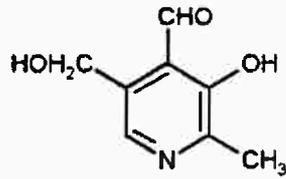
L- $\alpha$ -Amino acid



ل-حامض الفا هيدروكسي

L- $\alpha$ -Hydroxy acid

يمكن عملية انتزاع الأمين أيضاً أن تبدأ بإضافة البيريدوكسال.

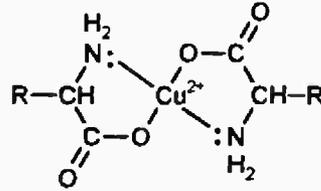


بيريدوكسال Pyridoxal

انه يحفز تحويل  $R = -CH(NH_2)CO_2H$  إلى  $R-NH_2$  أو  $R-CHO$  (خلال ميكانيكية تكون مطابقة لتلك التي مع النيهيدرين). إن البيريدوكسال يوجد كمساعد إنزيم فى بعض الأنظمة البيولوجية حيث يستخدم فى تحويل الأحماض الأمينية إلى جزيئات هامة بيولوجيا.

### تفاعلات تشابك الأطراف Chelation reaction:

عندما تتم معاملة الأحماض الأمينية الفا مع أيونات معدن معينة فإنها تكون مترابكات Complexes . على سبيل المثال إنها تكون مع أيونات  $Cu^{2+}$  المترابك الآتى:



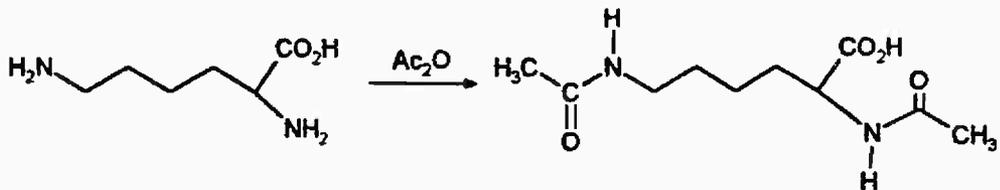
$Cu^{2+}$  chelation with amino acids

تشابك  $Cu^{2+}$  مع الأحماض الأمينية

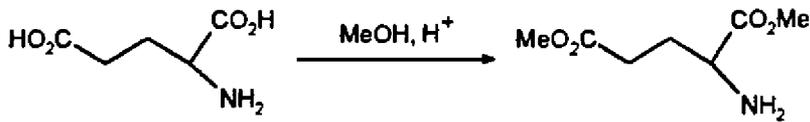
هذا المترابك له لون أزرق مميز مع مشتق الجليسين. المترابكات الأكثر أهمية من هذا النوع تقلل من نشاط مجموعات الفا أمينو والفا كربوكسيل. وهذا يمكن أن يسمح للسلسلة الجانبية لأن تتفاعل فى مسلك اختياري يستخدم فى تحضير أحماض أمينية معينة بها بعض مجموعات الحماية.

### تفاعلات السلسلة الجانبية :-

إن السلسلة الجانبية لليسين lysine تسلك تفاعلات مطابقة للأمين بينما السلسلة الجانبية لحامض الجلوتاميك تتفاعل كحامض كربوكسيلي عادى.

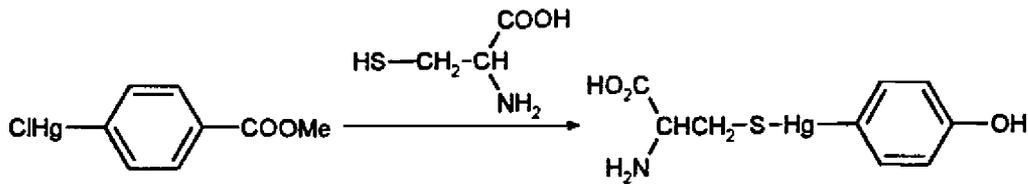


ليسين Lysine



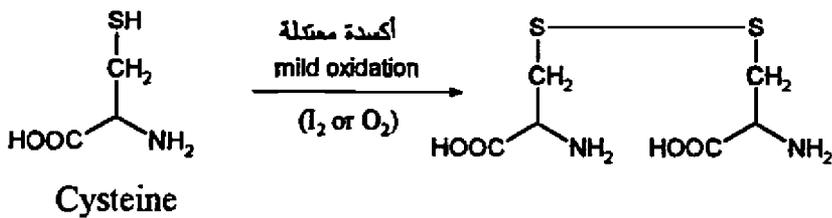
حامض جلوتاميك

هناك اختبارات معينة لبعض الأطراف تتم على أساس التفاعلات الكيميائية للسلسلة الجانبية. على سبيل المثال : شوق ظمأ الكبريت للزئبق يمكن أن يستخدم في التفاعل المميز للسيستين (كحامض أميني حر أو كطرف في الببتيد) حيث يتم ذلك مع مركب 4-كلورو بنزوات الزئبق 4-chloromercury benzoate .

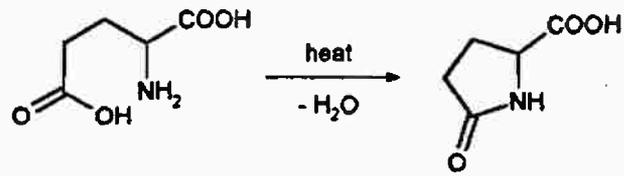


يشار إلى الكاشف عادة على أنه ملح صوديومي ( $M = \text{Na}$ ) ولكنه يأخذ بسهولة بروتون تحت الظروف الحامضية ( $M = \text{H}$ ) . إن الناتج يمكن له أن يفصل مباشرة بواسطة الكروماتوجرافيا حيث أن له امتصاص ضوء للأشعة فوق البنفسجية UV قوى مميز. إن هناك العديد من الإختبارات المميزة للعديد من السلاسل الجانبية لأحماض أمينية أخرى.

الديمرية المؤكسدة Oxidation dimerization لمجموعة الثيول بالسيستين Cysteine تعطى ثنائي الكبريتيد وهذه العملية تحدث في العديد من الببتيدات والبروتينات.



في قليل من الأحماض الأمينية فإن السلسلة الجانبية يمكنها بالفعل التفاعل مع مجموعات الفا أمينو والفا كربوكسيل على سبيل المثال إذا سخن حامض الجلوتاميك بشدة فإنه يفقد الماء وتكون حلقة أميد جاما لاكتام خماسية ( $\gamma$ -Lactam).



حامض جلوتاميك  
(Glu)

حامض بيروجلوتاميك  
(Glp)

هناك خاصية أخرى هامة للسلاسل الجانبية وهي أنها يمكنها أن توجه كسر رابطة بيتيد معينة.

