الأحماض الأمينية والبروتينات

AMINOACIDS AND PROTEINS

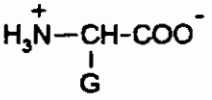
obeikandl.com

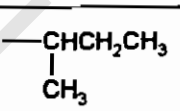
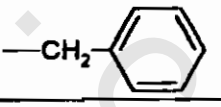
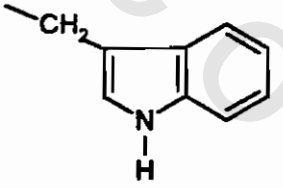
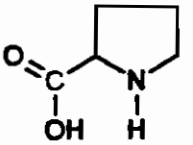
obeikandl.com

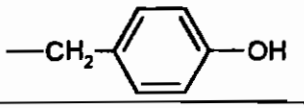
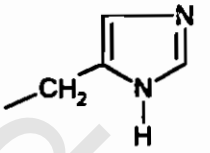
الأحماض الأمينية والبروتينات

البروتينات هى مواد ذات وزن جزيئى كبير تتكون بكاملها أو معظمها من بوليمرات تسمى بولى ببتيدات. الوحدات المونوميرية للبولى ببتيدات هى الأحماض أمينية ألفا. المئات من وحدات المونومير تأخذ شكل بولى ببتيد ولكنها عبارة فقط عن ٢٠ حامض أمينى ألفا ، تلك العشرين حامض أمينى يتم استخدامهم بواسطة كل أنواع النباتات والحيوانات.

الصيغة العامة لأى حامض أمينى هى:

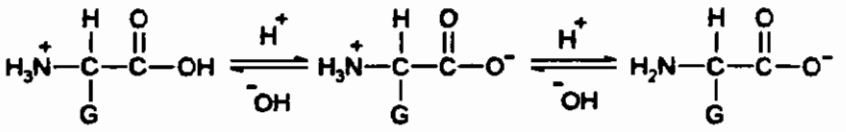


الاسم	الإختصار ثلاثة حروف	السلسلة الجانبية
جليسين(Glycine)	Gly	H
آلآنين (Alanine)	Ala	$-CH_3$
فالين (Valine)	Val	$-CH(CH_3)_2$
ليوسين (Leucine)	Leu	$-CH_2CH(CH_3)_2$
ايسوليوسين(Isoleucine)	Ile	
فينيل آلآنين (Phenyl alanine)	Phe	
تربتوفان (Tryptophan)	Trp	
برولين(Proline)	Pro	

(Serine) سيرين	Ser	$-CH_2OH$
(Threonine)ثريونين	Thr	$-CHOH-CH_3$
(Tyrosine) تيروسين	Tyr	
(Asparatic acid) حامض إسباراتيك	Asp	$-CH_2COOH$
(Glutamic acid)حامض جلوتاميك	Glu	$-CH_2CH_2COOH$
(Asparagine)أسباراجين	Asn	$-CH_2CONH_2$
(Glutamine)جلوتامين	Gln	$-CH_2CH_2CONH_2$
(Lysine)ليسين	Lys	$CH_2CH_2CH_2CH_2NH_2$
(Arginine) أرجينين	Arg	$-CH_2.CH_2.NH-C(=NH)-NH_2$
(Histidine) هستيدين	His	
(Cysteine) سيستين	Cys	$-CH_2S-H$
(Methionine) ميثيونين	Met	$-CH_2CH_2SCH_3$

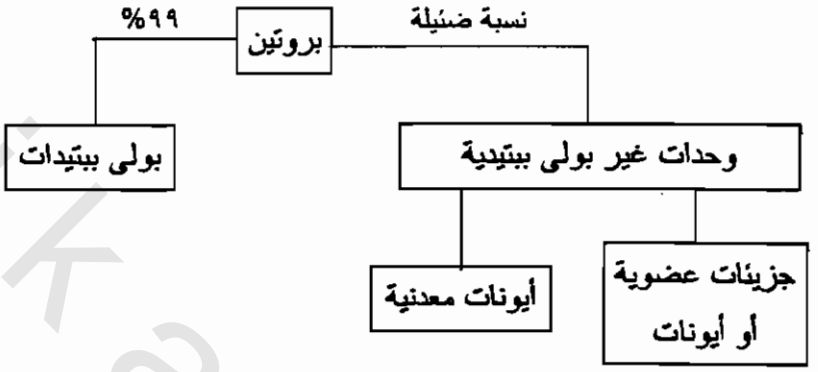
التركيبات والخواص للأحماض الأمينية ألفا :

فى كل جزئ من الأحماض الأمينية ألفا فإن ذرة كربون واحدة هى ألفـــا-كربـــون تحمـــل مجموعة $^{+}NH_3$ & مجموعة CO_2^{-} وأخرى (G) السلسلة الجانبية وذرة هيدروجيـــن. معظـــم الأحماض الأمينية على نطاق واسع تكون فى الشكل (١) فى الوسط الحامض القوى (عنـــد pH = 1 أو أقل) وفى الشكل (٣) فى الوسط القلوى القوى (عند pH = 11 أو أعلى) وفى صـــورة مخلوط من ١و٢و٣ ما بين pH = 1 إلى pH = 11 . نلاحظ أنه فى الحالة الصلبة علاوة علـــى المحاليل المتعادلة فإن الأحماض الأمينية توجد كأيونات ثنائية القطبية (2).



1 2 3

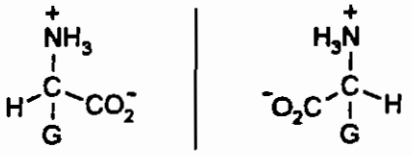
البروتينات عبارة عن جزيئات كبيرة تتكون غالباً من بولى ببتيد أو من عدد محـــدود مـــن البولى ببتيدات المرتبطة معاً ومع أيونات معدنية أو جزيئات عضوية (أو أيونات)



النقطة الأيسوكهربية :

عندما تغمس إلكترودات فى محلول مائى لحامض أمينى فإن الجزيئات التى فى شكل ثنـــائى القطبية "2" لاتهاجر إطلاقاً. الجزيئات فى الشكل "2" هى جزيئات أيســوكهربية ، حيــث أن عدد الشحنات الموجبة (+) يساوى عدد الشحنات السالبة (−) وفى هذه الحالة فإن الجزئ يكـــون متعادل كهربياً. إن قيمة الـ pH التى عندها لا يحدث هجرة تســـمى النقطـــة الأيســـوكهربية للحامض الأمينى ويرمز لها بالرمز pI . بعبارة أخرى فإنه عندما تكون قيمـــة pH مســـاوية لقيمة pI فإن معدلات تغير البروتون تكون تلك التى فيها كل وحدة ليست تقضى فترة متســـاوية من الوقت ما بين الصورة ١ والصورة ٣ نتيجة لعدم حدوث هجرة نهائية إلى أى الكترود.

الكيرالية فى الأحماض الأمينية



L-Family مرآة D-Family

كل الأحماض الأمينية ما عدا الجليسين تتكون من جزيئات كيرالية .

فى التسمية للأنظمة D, L فإن الأيسومرات (+) & (-) للجلسرالدهيد تعرف على أنها د-جليسرالدهيد & ل-جليسرالدهيد على التوالى

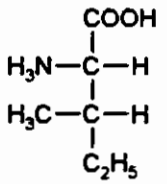
د-جليسرالدهيد ل-جليسرالدهيد

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

د-سيرين D-serine ل-سيرين L-serine

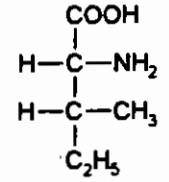
إن نظام (R, S) هو الأحدث فى التسمية وهو سابق للنظام الأقدم D, L. إن تشكل الجزيئات مع أكثر من مركز كيرالى يكون أكثر سهولة.

فى النظام (R, S) فإن ل-ثيريونين يكون (2S, 3R) ثيريونينند [(2S, 3R) Threonine] . المركب الكيميائى الذى يحتوى على عدد n من المراكز الكيرالية يمكن أن يوجد فى عدد من الأيسومرات يساوى 2^n . الأيسوليوسين يمكن أن يأخذ أربع أشكال أيسومرية مختلفة. إن الأربع أيسومرات الفراغية للأيسوليوسين تكون هكذا:-



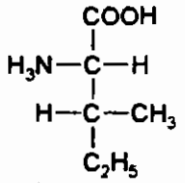
ل-أيسوليوسين L-Isoleucine

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



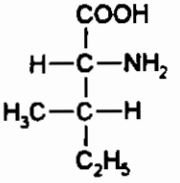
د-أيسوليوسين D-Isoleucine

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



ل-الوأيسوليوسين L-Alloisoleucine

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



د-الوأيسوليوسين D-Alloisoleucine

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

هذه المركبات هى زوج من تزاوج الأثانتيومرات. إن الأيسومرات التى تختلف فى الترتيب الفراغى عند المراكز الكيرالية الغير متماثلة وغير مطابقة لصورة المرآة تسمى دياستيرومرات .

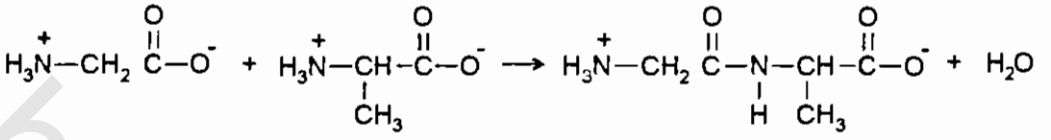
التركيبات الأولية للبروتينات :

التركيب الأولى للبروتين هو تسلسل من الأحماض الأمينية التى تتماسك فيه الأحماض الأمينية بروابط فيما بينها تسمى بالروابط الببتيدية. حينما يتكون جزئ البولى ببتيد الطويل فإنه أتوماتيكياً يأخذ تشكل مرن خاص ، يعتبر تركيب البروتين هذا تركيب ثانوى. عموماً الشكل العام للبروتين هوشكل الحلزون والذى يشبه الملف .

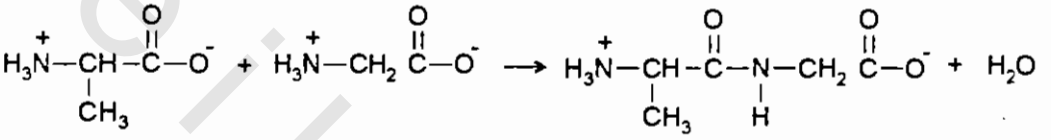
التركيبات الثانوية للبروتينات عادة تلتوى وتنطوى أكثر إلى أشكال تسمى التركيبات الثلثية للبروتين. تعمل الروابط الهيدروجينية على تثبت هذه التركيبات. وأخيراً فإن العديد من البروتينات تحتوى على إثنين أو أكثر من جزيئات البولى ببتيد وهى غالباً تحتوى على مجموعة غير بولى ببتيدية أو أيون ، أيضاً هذا المستوى النهائى من التراكب هو التجمع الخاص للبولى ببتيدات والذى يكون البروتين (كل مع أشكاله الأصلية الأولية والثانوية والثلثية) مع أى مجموعة أخرى فى التركيب الرباعى.

الرابطة الببتيدية :-

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

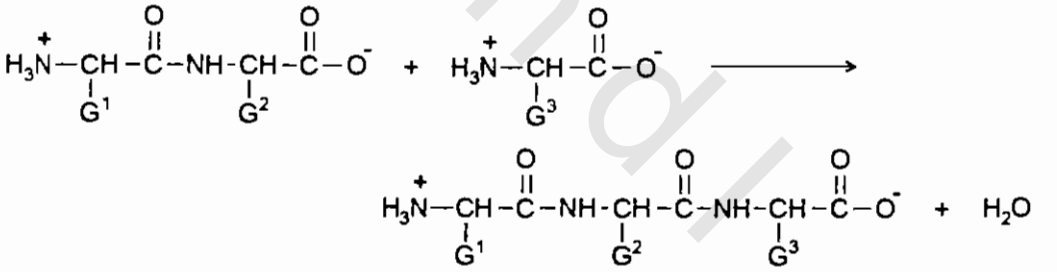


جليسين ألانين ثنائى الببتيد (ببتيد ثنائى) Gly-Ala



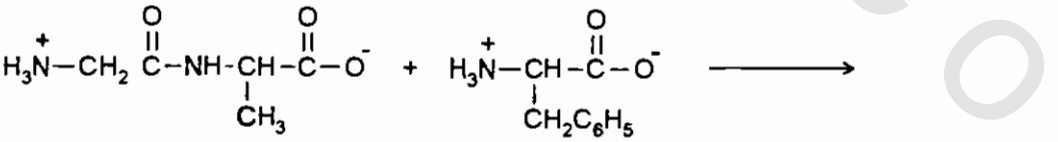
ألانين جليسين ثنائى الببتيد (ببتيد ثنائى) Ala-Gly

ثنائى الببتيدات طبعاً مازال بها مجموعات CO_2^- & $^+NH_3$. إن الحامض ألفا أمينو الثالث يمكن أن يتفاعل من طرف نهاية السلسلة أو من طرف النهاية الأخرى.

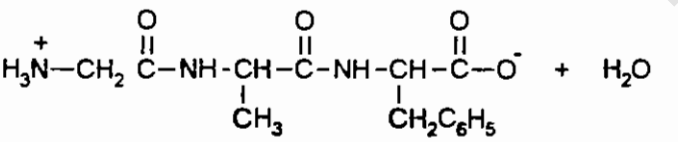


ببتيد ثلاثى

مثال:

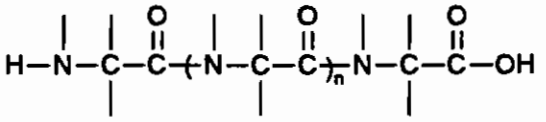


Gly-Ala Phe



ببتيد ثلاثى Gly-Ala-Phe

كل جزيئات البولى ببتيد لها التسلسل المتكرر الأتى فى السلسلة الرئيسية (العمود الفقرى) .

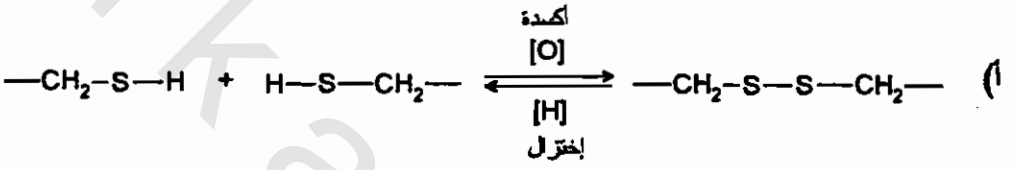


طرف نهاية الكربون　　طرف نهاية النيتروجين

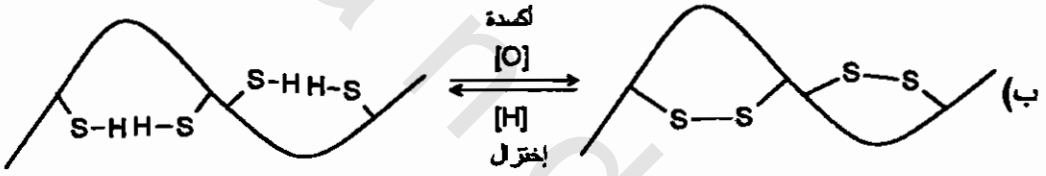
n = تتغير من عشرات إلى الآف

رابطة ثنائى الكبريتيد فى البولى ببتيدات :

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 .



أ)



ب)

إذا كانت مجموعة SH- على السلسلة الجانبية للسيستين تظهر فى جزيئين بولى ببتيد 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 جزئ البولى ببتيد لتنتج فى هذه الحالة عقدة مغلقة .

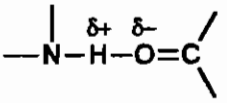
التركيبات الثانوية للبروتينات :

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

حلزون ألفا :

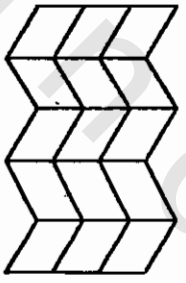
الشكل الملفوف هو أحد الأشكال لتركيب البروتين الثانوى والذى يسمى حلزون ألفا. فى حلزون ألفا فإن العمود الفقرى لإلتفاف البولى ببتيد يكون لولبى ويمينى الإتجاه مع سلاسل

جانبية ملصقة للخارج . إن روابط الهيدروجين تمتد من ذرات الأكسجين بمجموعات الكربونيل إلى ذرات هيدروجين بمجموعات NH وتزداد على العمود الفقرى.



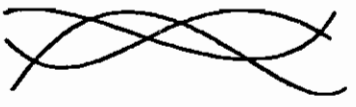
اللوم الملتوى (المنثنى) بيتا – β

الجزيئات فى بعض البروتينات ترص إلى أعلى جنباً إلى جنب وتصبح ملتوية بإنتظام لتكّون لوح يشبه مصفوفة ، الروابط الهيدروجينية بين الخيوط المتوازية تمسكها معاً .

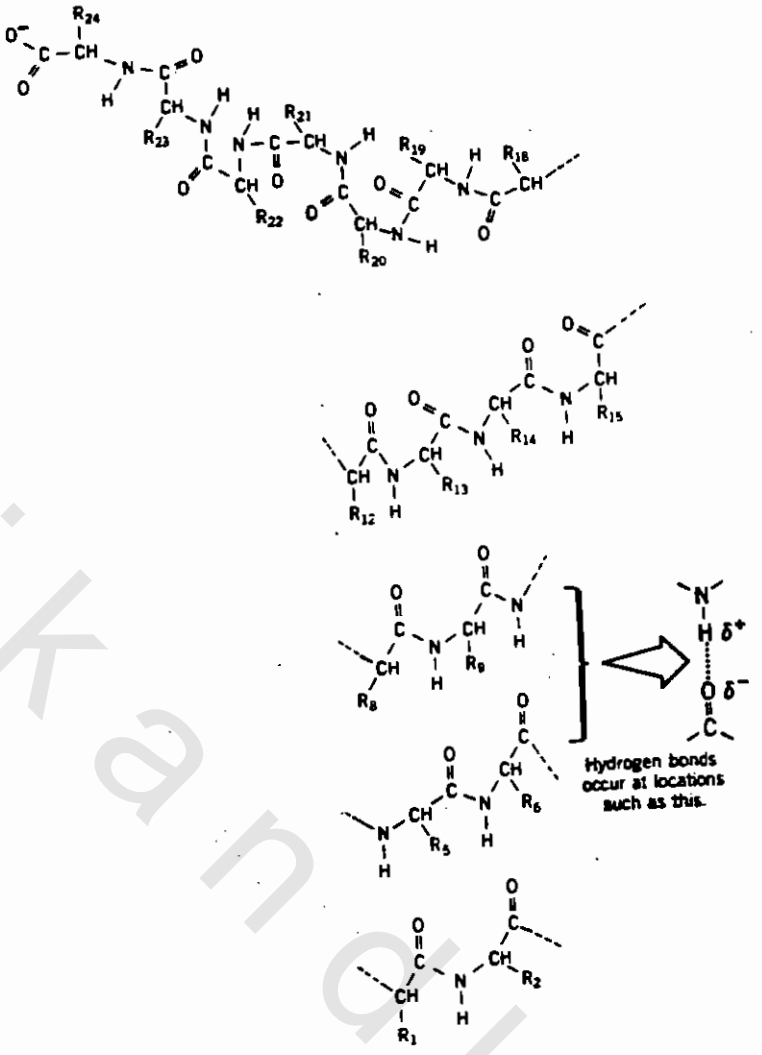


الحلزون الثلاثى :

التركيب الثانوى الثالث الهام يشاهد فى حالة الكولاجين خيث أن وحدات البولى ببتيد فى الكولاجين تسمى تروبوكولاجين Tropocollagene وكل جزئ تروبوكولاجين يتكون من ثلاث سلاسل بولى ببتيد. كل سلسلة تحتوى على حوالى ١٠٠٠ طرف حامض أمينى تلتوى فى شكل حلزون ثلاثى .



ثلاث جزيئات بولى ببتيد



الحزون الفا. كل لفة للملف فى اتجاه عقارب الساعة تعطى فرص لروابط هيدروجينية بين ذرات الهيدروجين (H) التى بمجموعات NH مع ذرات الأكسجين (O) التى بمجموعات C=O وهذه القوى تثبت الملف

obeikandl.com

التركيبات الثلثية والرباعية للبروتين :

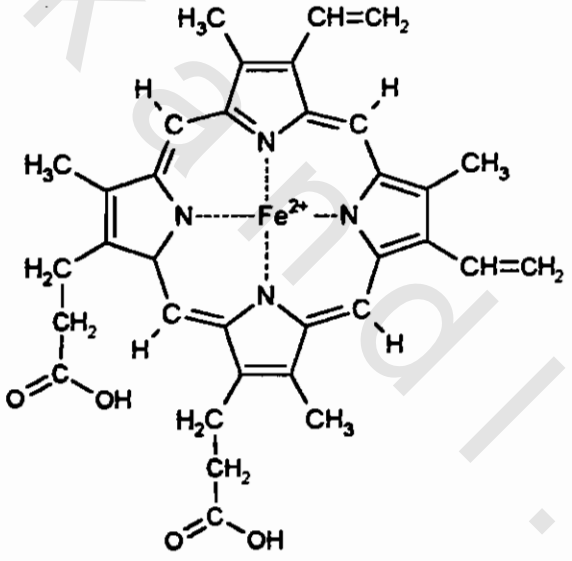
التركيبات الثلثية هى نواتج طوى وميل والتواء التركيبات الثانوية .

مجموعات الصدارة فى البروتينات :

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

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

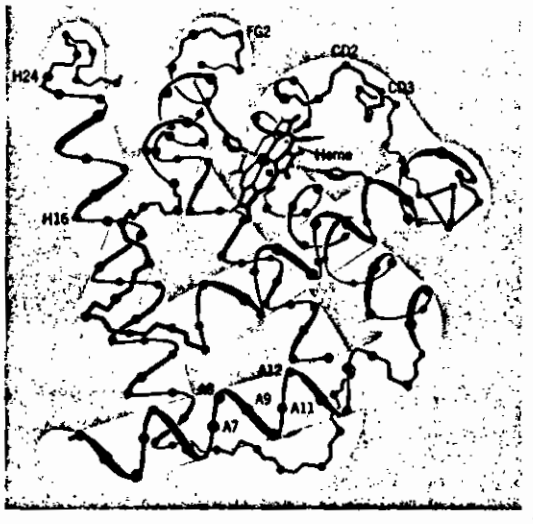
الجزيئات الغير بولى ببتيدية المصاحبة البروتينات تسمى بمجموعات الصدارة. البروتينات مع مثل هذه المجموعات تسمى البروتينات المتوافقة .



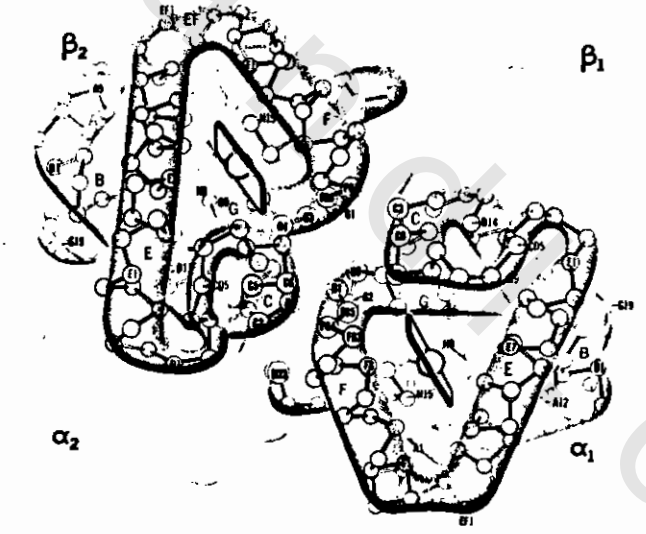
جزئ الهيم Heme

جسور الملح فى التركيبات الثلثية :

قوة أخرى يمكن أن تعمل على استقرار وثبات التركيب الثلثى هى قوة الجذب بين الشحنة الموجبة الكاملة والشحنة السالبة الكاملة و يحدث هذا على السلاسل الجانبية. على سبيل المثال عندما يحتوى البولى ببتيد على أى من أطراف حامض الجلوتاميك فإنه يمكنه أن يحمل مجموعات كربوكسيلات أيونية CO_2^- على سلاسله الجانبية. إذاً كان البولى ببتيد به أيضاً أى أطراف من الليسين Lysine يمكنها أن تمتلك مجموعات NH_3^+ على سلسلتها الجانبية.



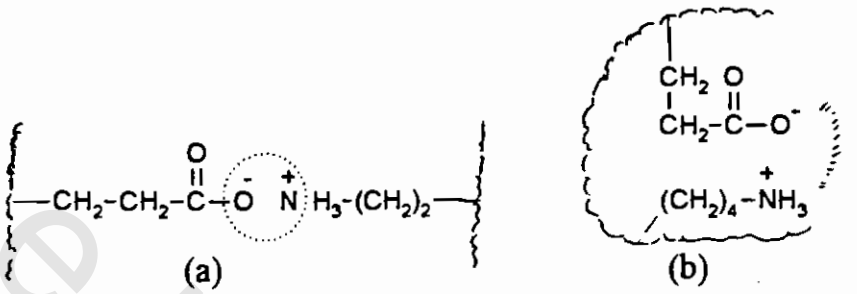
الميوجلوبين Myoglobin هو البروتين الحامل للأكسجين فى العضلات ويتكون من جزئ بولى ببتيد ووحدة هيم Heme.



الهيموجلوبين

obeikandl.com

المجموعات ذات الشحنات العكسية CO_2^- & NH_3^+ طبيعياً أن يجذب كل منهما إلى الآخر مثل أيونات صوديوم وأيونات الكلوريد يجذب كل منها إلى الأخر فى بلورة الملح. القوة الناتجة من الجذب بين جزيئات البولى ببتيد أو فى داخل الجزئ تسمى جسر الملح.



التركيبات الرباعية :

العديد من البروتينات هى تجمع لأثنين أو أكثر من وحدات صغيرة يمكن أن تكون متطابقة أو مختلفة وهذه الظاهرة من تركيب البروتين تسمى التركيب الرباعى.

على سبيل المثال :-

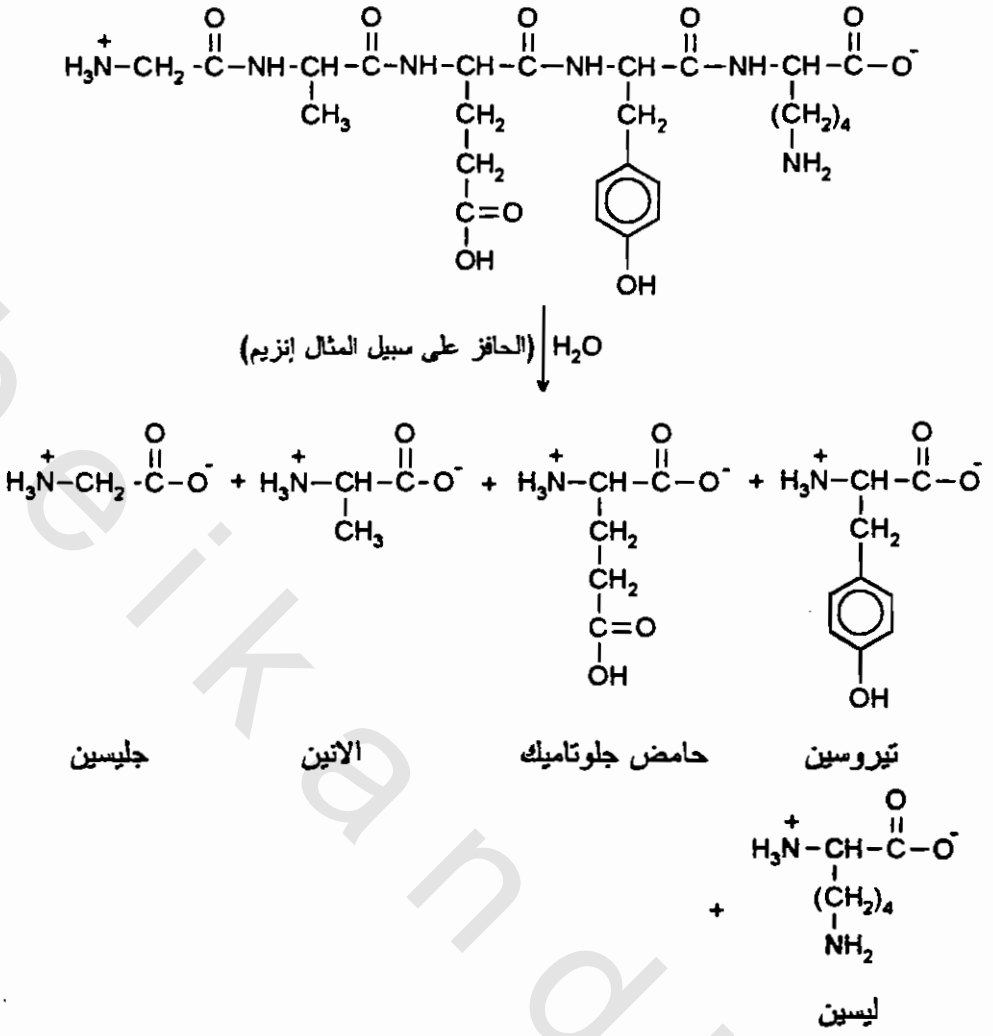
الإنزيم المسمى فوسفوريلاز يتكون من وحدتين متطابقتين من البولى ببتيدات ، كل منهما يجب أن يكون مرتبط بالآخر لكى يكون للإنزيم فاعلية حفزية .

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

الخواص العامة للبروتينات :

<u>التحلل المائى والهضم</u> :-

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



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 فى البروتين. إن الطفرات هى عدم إنتظام فى الشكل الجزيئى الكلى للبروتين وتحدث عدم التواء أو عدم إلتفاف فى التركيب الطبيعى الملتوى أو الملفوف .

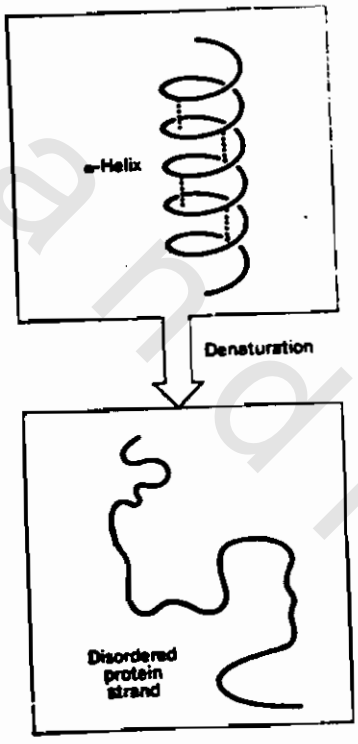
عوامل الطفرة فى البروتينات :-

عوامل الطفرة	كيفية العمل
الحرارة	تحدث تمزقات (تكسر) للروابط الهيدروجينية بما يسبب تجلط كما يحدث فى 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 ، الأسيتون ، ٢-بروبانول"	يمكن أن تتداخل مع الروابط الهيدروجينية بالبروتين. إنها بسرعة تحدث طفرة فى 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 وفى العادة ترسب البروتينات.
الرج العنيف	يمكن أن يكون أفلام على سطح البروتينات المطفرة من محاليل البروتين.

تأثير الرقم الهيدروجينى pH على ذوبانية البروتين :-

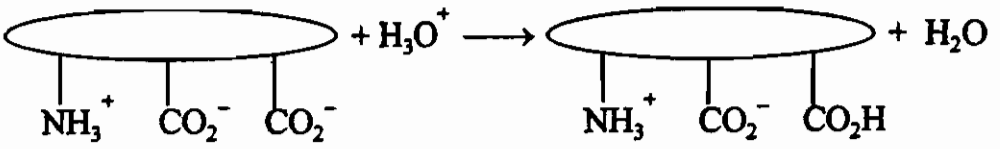
بسبب بعض السلاسل الجانبية القاعدية والحامضية فإن ذوبانية البروتين تتأثر بفعل الرقم الهيدروجينى pH وأقل ذوبانية له تكون عند نقطة الأيسوكهربية للبروتين (PI) لأن بعض السلاسل الجانبية علاوة على مجموعات النهاية بالبولى ببيتدات تحمل شحنات كهربية بالجزئ الكامل حيث يمكنه أن يحمل شحنة خالصة. بإفتراض أن الشحنة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

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

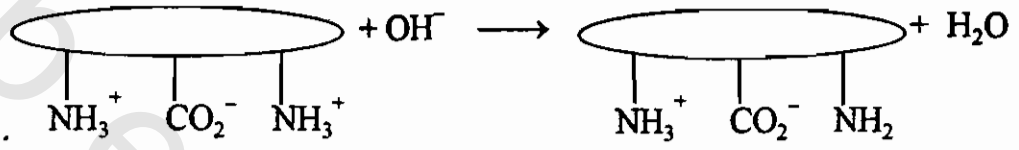


تغير الصفات الطبيعية فى البروتين

obeikandl.com



شحنة خالصة للبولى ببتيد = 0 شحنة خالصة للبولى ببتيد = 1-



شحنة خالصة للبولى ببتيد = 0 شحنة خالصة للبولى ببتيد = 1+

إن كل بروتين له رقم هيدروجينى pH مميزة يسمى نقطته الأيسوكهربية عندهـــا تكـون الشحنة الخالصة تساوى صفر. مغزى ذلك هو أن جزيئات البولى ببتيد يمكـن لـها أن تتجمـع وتترسب. مثل الكازين (بروتين اللبن) الذى يتجلط إذا كان الرقم الهيدروجينى p H للبن يسـاوى ٤,٧ وعندها تكون النقطة الأيسوكهربية P I للكازين Casein .

التفاعلات الكيميائية للأحماض الأمينية:-

سوف نأخذ فى الإعتبار الخواص الكيميائية لكل من مجموعات الكربوكسيل الفا ومجموعات الأمينو الفا قبل النظر إلى التفاعلات التى تتضمن كل منها. أيضـاً سـيتم دراسـة التفـاعلات الكيميائية التى تتناول السلسلة الجانبية.

١- مجموعة الأمينو الفا α-Amino group:-

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

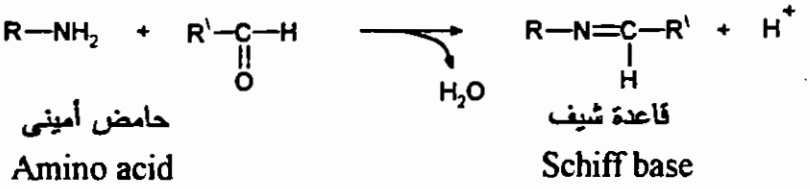
مثال:

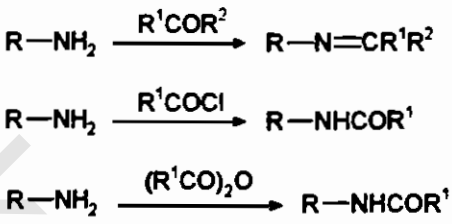
$$R.NH_2 \xrightarrow{HCl} R.\overset{\oplus}{N}H_3 + Cl^{\ominus}$$

أمين أولى

$$R.NH_2 \xrightarrow{MeI} R\text{-}NH\text{-}Me + Cl^{\ominus} \xrightarrow[\text{من}]{\text{زيادة } MeI} RNMe_3I^-$$

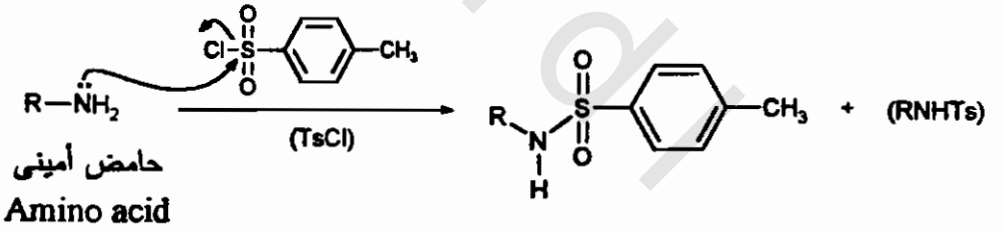
إن الأمينات يمكن لها أن تهاجم مجموعات الكربونيل المتوسطة النشاط. على سبيل المثال فإن الألدهيدات والكيتونات والإيمينات Imines (بالرغم من ذلك يمكنها أن تتحلل وتعود سريعاً إلى مواد البداية) بينما كلوريدات الأحماض أو أنهيدريدات الأحماض تولد مشتقات الأميدات.





النوعان الأخيران من التفاعلات هما ضروريان لتخليق البيتيدات.

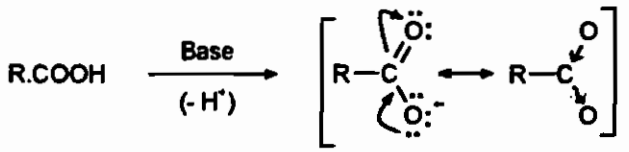
مجموعات الأمينو يمكنها أن تتفاعل مع كواشف كبريت الكتروفيليةعلى سبيل المثال التفاعل مع ٤-ميثيل كلوريد البنزين سلفونيل حيث يتكون السلفوناميد المقابل



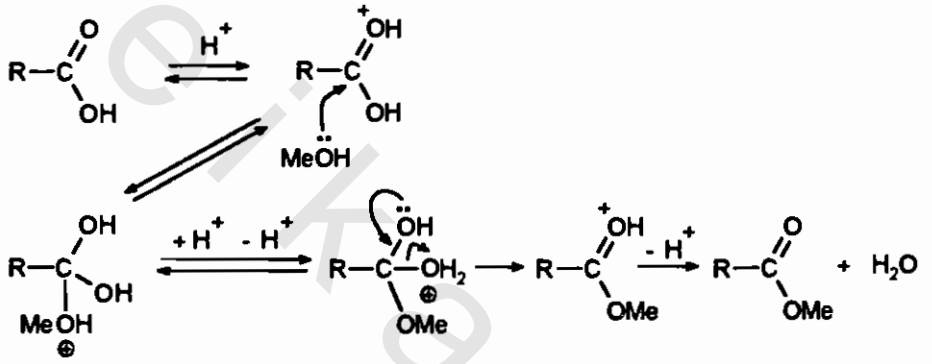
ولذا فإن مجموعة الأمينو ألفا يمكنها أن تتفاعل مع الكواشف الإلكتروفيلية لتعطى نفس النواتج المتوقعة لأى أمين بسيط.

٢- مجموعة الكربوكسيل الحامضية الفا α-Carboxylic acid group:

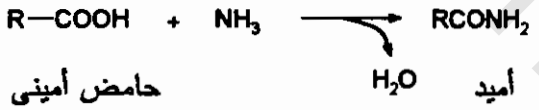
إن الأحماض الأمينية تمتلك مجموعة كربوكسيل ومع ذلك فإن الأحماض الكربوكسيلية تكون عادة غير نشطة نسبياً. إن إضافة النيكلوفيل عادة يعمل على إزالة البروتون لينتج أيون الكربوكسيلات (معظم النيكلوفيلات تكون أيضاً قاعدية إلى حد ما).

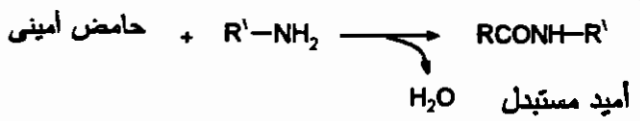


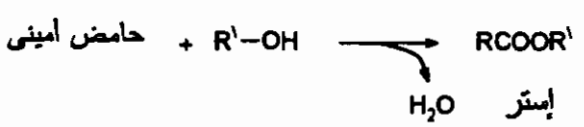
أن أيون الكربوكسيلات له يد غنية بالإلكترونات ولذلك فإنه يكـــون غـير قـابل للـــهجوم النيكلوفيلى حيث أن الشحنة تتوزع بالقدر الكافى وتنتشر حتى أنه يعتبر فقط نيكلوفيل وهذا يعنـى أن الأحماض الكربوكسيلية إلى حد ما غير نشطة. تحت ظروف الحفز الحامضى فـإن تكويـن الإستر يكون أمامى الإتجاه.



على سبيل المثال:-





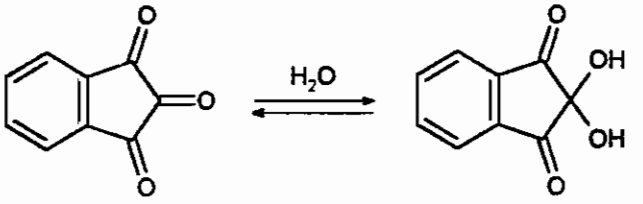


٣- تفاعلات تشمل كل من مجموعات الأمينو والحامض:

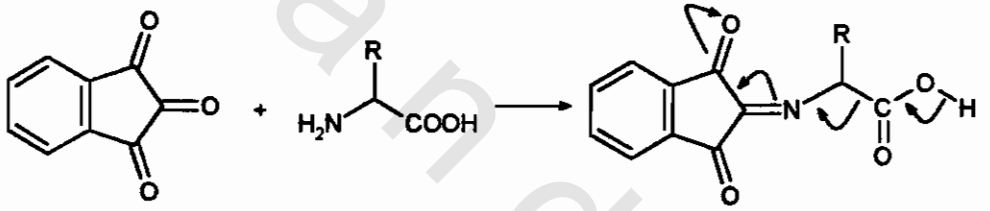
هناك عدد قليل من التفاعلات الهامة فى هذا الخصوص تنقسم إلى الآتى:-

أ) التفاعل مع النهيدرين Ninhydrin

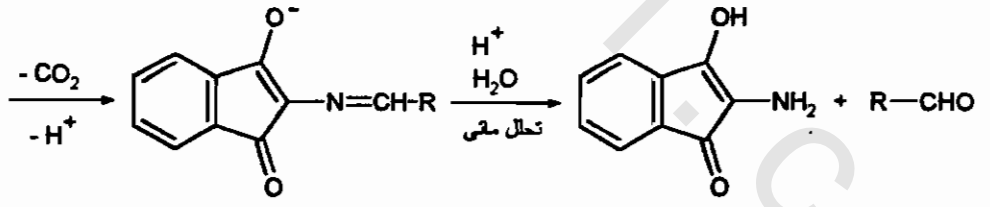
تفاعل الأحماض الأمينية الفا مع النهيدرين غالباً ما يستخدم للكشف عنها وتعيين كميتها. يعمل النهيدرين ككيتون ثلاثى . إن مجموعة الكيتون الوسطى تكون هى الأكثر نشاطاً.



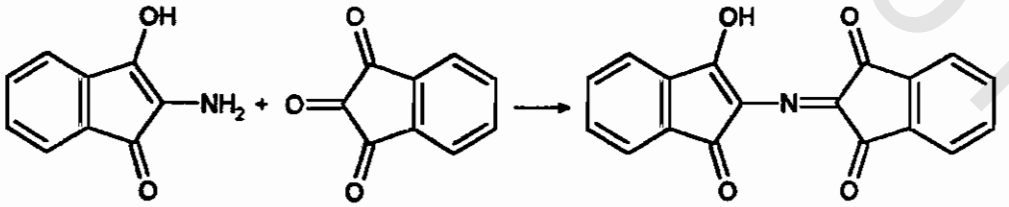
فى الحقيقة فإن مجموعة الكيتون الوسطى يوجد بها نقص فى الإلكترونات ولذا يختزل النهيدرين ويستخدم كهيدرات. إن ذلك لا يؤثر على كيميائيته. إن تفاعل النهيدرين مع أحماض الأمينو الفا تشمل التكوين المبدئى للإيمين Imine والذى يفقد مجموعة الكربوكسيلات ليكون إيمين جديد. إن تحلله المائى يولد مجموعة أمينو أخرى حرة يمكن لها أن تتفاعل مع جزئ ثانى من النهيدرين.



نهيدرين Ninhydrin حامض أمينى



أنيون مستقر

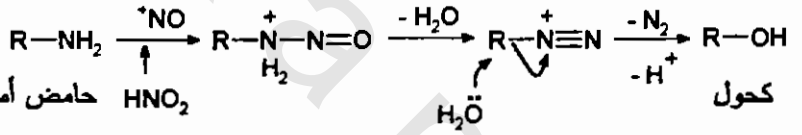


$\lambda_{max} = 570$ nm

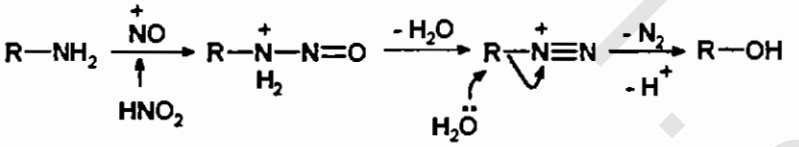
إن المركب الناتج يكون متوافق غالياً Highly conjucated يمتص الضوء فى المنطقة المرئية Visible region (λ_{max} 570 nm) ويكون مع النهيدرين لون أحمر أرجوانى غامق. إن هذا اللون هو لون مميز للأحماض الأمينية الفا ويستخدم فى الكشف عنها. إن حامض الأمينوالفا الشائع الوحيد والذى لا يعطى نتيجة إيجابية هو البرولين. وذلك لأن مجموعة الأمينو الفا فيه تكون ثانوية والمراحل الأخيرة للتفاعل مع النهيدرين يتطلب مجموعة أمينو أولية. ورغم ذلك فإنه يلاحظ ظهور لون أصفر بدلاً منه يمكن أن يستخدم فى الكشف عن البرولين.

٤- تفاعلات انتزاع الأمين Deamination reactions:

إن تفاعل الأحماض الأمينية الفا مع النهيدرين هو فى 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).

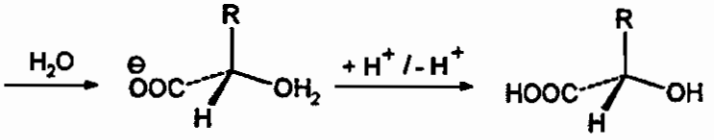


إن الكيمياء الفراغية للكحول الناتج تقابل حفظ التشكل عند ذرة الكربون الفا للأحماض الأمينية الفا وهذا يرجع إلى دور الشق الكربوكسيلى المشارك فى التفاعل.



حامض الفا أمينو-ل

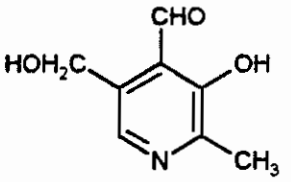
L-α-Amino acid



ل-حامض الفا هيدروكسى

L-α-Hydroxy acid

يمكن عملية انتزاع الأمين أيضاً أن تبدأ بإضافة البيريدوكسال.

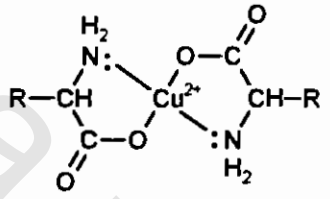


بيريدوكسال Pyridoxal

إنه يحفز تحويل $R = -CH(NH_2)CO_2H$ إلى $R\text{-}NH_2$ أو R-CHO (خلال ميكانيكية تكون مطابقة لتلك التى مع النهيدرين). 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 تكّون متراكبات Complexes . على سبيل المثال إنها تكّون مع أيونات Cu^{2+} المتراكب الآتى:



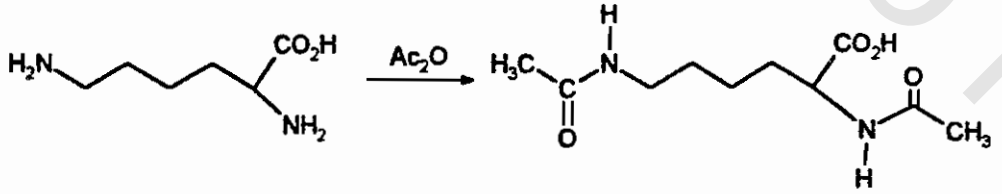
Cu^{2+} chelation with amino acids

تشابك Cu^{2+} مع الأحماض الأمينية

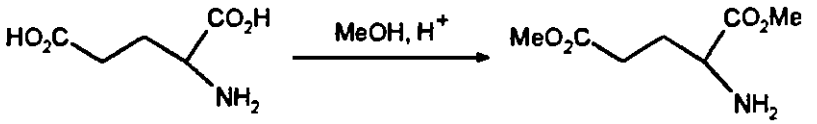
هذا المتراكب له لون أزرق مميز مع مشتق الجليسين. المتراكبات الأكثر أهمية من هذا النوع تقلل من نشاط مجموعات الفا أمينو والفا كربوكسيل. وهذا يمكن أن يسمح للسلسلة الجانبية لأن تتفاعل فى مسلك اختيارى يستخدم فى تحضير أحماض أمينية معينة بها بعض مجموعات الحماية.

تفاعلات السلسلة الجانبية :-

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

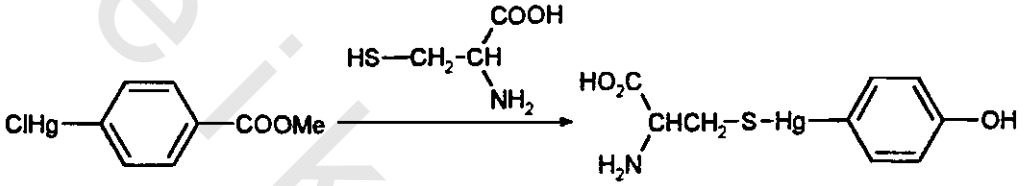


ليسين Lysine



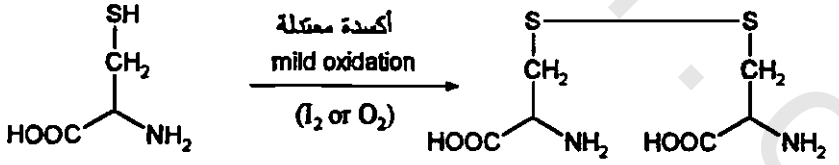
حامض جلوتاميك

هناك اختبارات معينة لبعض الأطراف تتم على أســـاس التفـاعلات الكيميائيـة للسلســلة الجانبية. على سبيل المثال : شوق ظماً الكبريت للزئبق يمكن أن يستخدم فى التفـــاعل المميز للسيستين (كحامض أمينى حر أو كطرف فى الببتيد) حيث يتم ذلك مع مركب ٤-كلورو بـنزوات الزئبق 4-chloromercury benzoate .



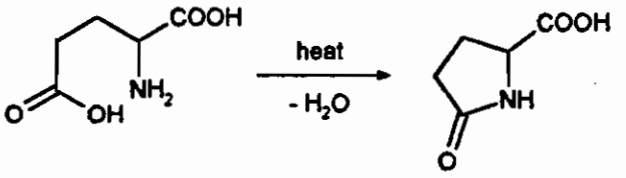
يشار إلى الكاشف عادة على أنه ملح صوديومى (M = Na) ولكنه ياخذ بسهولة بروتـــون تحت الظروف الحامضية (M = H) . إن النـاتج يمكـن لـه أن يفصـل مباشـرة بواسـطة الكروماتوجرافيا حيث أن له امتصاص ضوء للأشعة فوق البنفسجية UV قوى مميز. إن هنـاك العديد من الإختبارات المميزة للعديد من السلاسل الجانبية لأحماض أمينية أخرى.

الديمرة المؤكسدة Oxidation dimerization لمجموعة الثيـول بالسيســتين Cysteine تعطى ثنائى الكبريتيد وهذه العملية تحدث فى العديد من الببتيدات والبروتينات.



Cysteine

فى قليل من الأحماض الأمينية فإن السلسلة الجانبية يمكنها بالفعل التفاعل مع مجموعات الفا أمينو والفا كربوكسيل على سبيل المثال إذا سخن حامض الجلوتاميك بشـــدة فإنـــه يفقـد المـــاء وتتكون حلقة أميد جاما لاكتام خماسية (γ-Lactam).



حامض جلوتاميك (Glu)

حامض بيروجلوتاميك (Glp)

هناك خاصية أخرى هامة للسلاسل الجانبية وهى أنها يمكنها أن توجه كسر رابطة ببتيد معينة.

obeikandl.com