بسم الله الرحمان الرحيم

العلاقة بين البنية والوظيفة

الخامس: ١- الحمض الأميني
٢- تصنيف الأحماض الأمينية
٣- خواص الأحماض الأمينية
٤- سلوك الأحماض الأمينية
٥- بنية البروتين
٦- العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين "تجربة أنفنسن"

التجارب: ١- تجربة تظهر تغير سلوك الحمض الأميني حسب قيمة PH الوسط.

الروسومات: ١- رسومات تخطيطية لمختلف المستويات البنائية للبروتينات + الروابط الكيميائية

① الحمض الأميني:

هو مركب عضوي آزوتي، يتركب من وظيفة أمينية (NH_2) قاعدية و وظيفة كربوكسيلية (COOH) حمضية مرتبطتين بذرة كربون α مركزية التي ترتبط بذرة H كما ترتبط بها السلسلة الجانبية الحاملة لجذر المتغير R

الصيغة العامة للحمض الأميني

ثابت: $NH_2-CH-COOH$

- وظيفة حمضية كربوكسيلية
- R: جذر متغير
- وظيفة أمينية قاعدية

② تصنيف الأحماض الأمينية:

تصنف الأحماض الأمينية بالإعتماد على ما تحويه السلسلة الجانبية (الجذر R) من مجموعات أمينية وكربوكسيلية إلى 3:

أحماض أمينية حامضية تتميز بوجود مجموعة حمضية COOH إضافية قابلة للتأين في السلسلة الجانبية وهي الغلوتاميك Glu والأسبارتيك Asp

أحماض أمينية قاعدية تتميز بوجود مجموعة قاعدية NH_2 إضافية قابلة لتأين في السلسلة الجانبية وهي الأرجينين Arg الهيستيدين His واللايزين Lys

أحماض أمينية متعادلة
- متعادلة كبريتية: Cys , Met
- متعادلة أميدية: (CO + NHe)
- متعادلة كحولية: Ser , The
- متعادلة عطرية: Phe - Trp
- متعادلة ذات سلسلة حلقية
- متعادلة هيدروكربونية: Val , Gly , Ala

Scanned with CamScanner

البروتين = خلاصة تفاعل

③ خواص الأحماض الأمينية =

تتميز aa بعاملتها بعدا الخاصية الأمفوتيرية ونقطة التعادل الكهربائي Phi.

أ- الخاصية الأمفوتيرية والتمايه =

تسلك الأحماض الأمينية سلوك الأحماض في الأوساط القاعدية (تفقد بروتونات) وسلوك قواعد في الأوساط الحمضية (تكسب بروتونات) وذلك تبعا لدرجة PH الوسط. ذلك تسمى مركبات أمفوتيرية حمفوريا = إحتواء الحمض الأميني على الأقل على وظيفة حمضية ووظيفة قاعدية قابلتين لتأيين

ب- نقطة التعادل الكهربائي =

هي درجة PH الوسط الذي يكون فيها الحمض الأميني متعادل كهربائيا، أي عدد شحناته الأمينية يساوي عدد شحناته السالبة. يتميز كل حمض أميني بدرجة Phi ثابتة خاصة به وتختلف عدا في الأحماض الأمينية حيث:

الأحماض الأمينية المتعادلة تتميز بـ Phi قريب من 7

الأحماض الأمينية الحامضية تتميز بـ Phi أقل بكثير من 7.

الأحماض الأمينية القاعدية تتميز بـ Phi أكبر من 7

④ سلوك الأحماض الأمينية =

عند وضع حمض أميني في وسط ذو PH معين فإنه قد يفقد أو يكتسب بروتون وتتغير شحنته. وهذا ما يسمى بسلوك aa المتمفعل.

لتحديد سلوك الحمض الأميني في الوسط نقوم بمقارنة الـ Phi الخاص به و PH الوسط ونميز ثلاث حالات =

PH > PHi يسلك الحمض الأميني سلوك حمض في وسط قاعدي، فقد بروتون H^+ ويكتسب شحنة سالبة

PH = PHi وسط متعادل. يكتسب بروتون H^+ ويفقد H^+ فتكون شحنته الإجمالية معدومة

PH < PHi يسلك الحمض الأميني سلوك قاعدة في وسط حامضي يكتسب بروتون H^+، فتأتي المجموعة NH_2 ويكتسب شحنة موجبة

$NH_2-CH(R)-COO^-$ PH ≥ PHi

$NH_3^+-CH(R)-COO^-$ PH = PHi

$NH_3^+-CH(R)-COOH$ PH ≤ PHi

الهجرة الكهربائية =

* الهدف من استعمال تقنية الهجرة الكهربائية =

هو فصل الجزيئات الخاملة لتشرد (aa، ببتيدات، بروتينات) حسب قوتها الكهربائية ومقارنتها (أنطالها) في الماء.

ودراسة سلوكها في الوسط حسب قيم PH

* أهمية الهجرة الكهربائية =

=> معرفة وتحديد الشحنة الكهربائية للأحماض الأمينية.

=> فصل الأحماض الأمينية عن بعضها الرقمي والحصول عليها بشكل منفصل

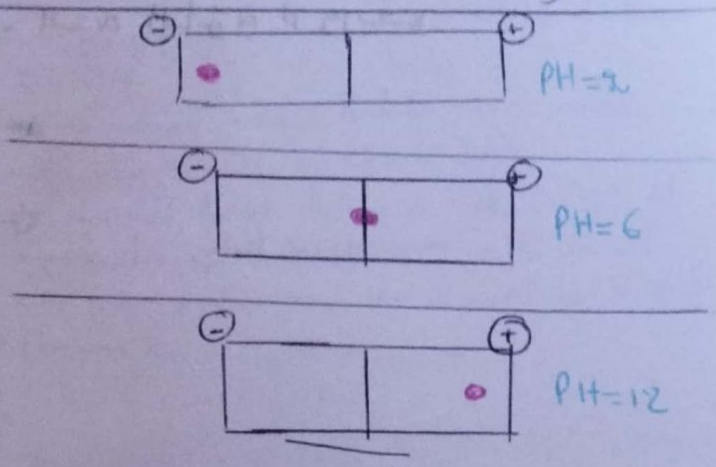
* مبدأ تقنية الهجرة الكهربائية =

وضع أحماض أمينية في منتصف شريط ورقة الترشيح مبللة بمحلول ذو PH معلوم وهجرتها نحو أحد القطبين حسب الشحنة الكهربائية

Scanned with CamScanner

* دراسة سلوك الـ Ala =

أخذ من تحديد شحنة الـ Ala، ثم وضع قطرة من محلول الحمض الأميني في منتصف ورقة الترشيح عند قيم PH مختلفة تم رش مسحوق التمدرين فكانت النتائج كما يلي:



الملاحظة كهربائية و التفسير الشاردي.

عند PH=2 نلاحظ هجرة الـ Ala نحو السالب.

التفسير= في وسط حامضي PH < PHi يسلك Ala سلوك قاعدة في وسط حامضي فيكتسب بروتون H^+ وتتأين الوظيفة الأمينية (NH_3^+) وتصبح شحنة موجبة فيتجه نحو القطب السالب.

عند PH=6 & يهاجر الـ Ala نحو القطب لا يترسب منتصف ورقة الترشيح

التفسير= في الوسط المتعادل PH=PHi تتأين كل من الوظيفتين الكربوكسيلية (COO^-) و الأمينية (NH_3^+) فتصبح الشحنة الإجمالية معدومة فيترسب.

عند PH=12 نلاحظ هجرة Ala نحو القطب الموجب

التفسير= في الوسط القاعدي PH > PHi يسلك Ala سلوك حمض في وسط قاعدي، فيفقد بروتون H^+ وتتأين الوظيفة الكربوكسيلية (COO^-) فتصبح شحنة سالبة فيتجه نحو القطب الموجب

وعليه تتميز الأحماض الأمينية بالخاصية الأمفوتيرية، فهي تسلك سلوك أحماض في أوساط قاعدية بالنسبة لها وسلوك قواعد في الأوساط الحامضية بالنسبة لها

ملاحظة هامة !

البيبتيدات والبروتينات أيضا مركبات حمفلية

- لمعرفة شحنة البيبتيد:

في الوسط القاعدي: تسلك سلوك حمض فتفقد بروتون H^+ وتتأين الوظائف الكربوكسيلية COO^- (تطبق القاعدة PH > PHi على الأحماض الأمينية الحمضية للبيبتيد): الشحنة (عدد aa الحامضية +1) - شحنة سالبة -

- في الوسط الحامضي = تسلك سلوك قاعدة فتكتسب بروتون H^+ وتتأين الوظائف الأمينية NH_3^+ للأحماض الأمينية القاعدية. (تطبق قاعدة PH < PHi على الأحماض الأمينية القاعدية للبيبتيد) الشحنة (عدد aa القاعدية +1) - شحنة موجبة

- في الوسط المعتدل = PH=PHi تكون الشحنة الإجمالية للبيبتيد معدومة فيترسب في منتصف شريط الفصل ولا يتجه نحو أي قطب

وعليه البيبتيدات مركبات حمفلية تتغير سلوكها حسب درجة حموضة الوسط و تختلف عند وقفها الحمض بفترة سلاسلها الجانبية على التفلك الشاردي والتي تحدد خصائصها الكهربائية وسلوكها الأمفوتيري

- في حال اتجاه حمضين أمينيين أو ببيتيدين نحو نفس القطب، نعتمد على قوة الشحنة الكهربائية وطبيعة الحمض

- كلما توجه الحمض الأميني نحو نهاية شريط الفصل كانت شحنته أقوى

- في بتوقيع حمض أميني نحو الأخير = 1 على تساوي الشحنة الكهربائية

أهمية الحامضية الحمفلية: حماية و وقاية الجسم من التغيرات المفاجئة

② بنية البروتين

- يصف بنية البروتين: الشكل الثلاثي الأبعاد الثابت والمستقر لبنية البروتين في الفراغ. يرتبه تخصصا وظيفيا.
- محدد بعدد ونوع وترتيب معين من الأحماض الأمينية المرتبطة بواسطة روابط كيميائية حسب ما تمليه المعلومة الوراثية.

- الوصول إلى البنية الوظيفية تنتقل السلسلة من مستوى إلى آخر أكثر تعقيدا.

تشكيل الرابطة الببتيدية

هي رابطة تكافؤية قوية تتشكل من ارتباط مجموعة كربوكسيلية COOH للحمض الأميني الأول مع المجموعة الأمينية (NH_2) للحمض الأميني الثاني مع تحرير جزيئة ماء مع تحرير جزيئة ماء هيدرتها CO-NH

$$NH_2-CH(R_1)-COOH + NH_2-CH(R_2)-COOH \Rightarrow H_2O + NH_2-CH(R_1)-CO-NH-CH(R_2)-COOH$$

معادلة توضح كيفية تشكيل رابطة ببتيدية.

عدد جزيئات الماء = عدد الروابط = عدد الأحماض الأمينية - 1.

مستويات تعقيد البروتين:

المستويات البنائية للبروتين:

أ- البنية الأولية: سلسلة ببتيدية خطية عديمة وجود أي انطواء، تتكون من تتابع من الأحماض الأمينية المرتبطة فيما بينها بروابط ببتيدية.

Val — Ala — Tre — Ser — Tpy

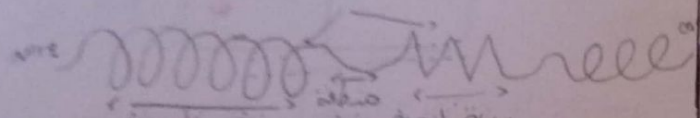
رابطة ببتيدية

ب- البنية الثانوية:
هو التفاف أو انطواء السلسلة الببتيدية ذات البنية الأولية في مناطق محددة بشكل حلزوني أو ورقي نتيجة تشكل روابط هيدروجينية بين مناطق البنية الأولية.

- البنية الثانوية حلزونية: ذات التفاف حلزوني.
- البنية الثانوية ورقية: ذات انطواء ورقي.

- قد تكون نفس السلسلة عدة بنيات ثانوية α و β أو كليهما معا.
- تحافظ البنية الثانوية على استقرارها بواسطة روابط هيدروجينية والتي تنشأ بين مجموعات CO و NH المقابلة للروابط الببتيدية

روابط هيدروجينية



رسم تخطيطي يوضح البنية الثانوية للبروتين

ج- البنية الثالثية: عدد السلاسل
- تفاعلات NH_2 و COOH
- مناطق انغطاف

- ناتجة عن زيادة انثناء السلسلة الببتيدية ذات البنية الثانوية على مستوى المناطق البنية، فتظهر مناطق الانغطاف المميزة للبنية الثالثية.
- قد تحوي البنية الثالثية على بنيات ثانوية α و β معا
- تحافظ البنية على استقرارها بواسطة نوعان من الروابط الكيميائية ضعيفة و تكافؤية قوية.

Scanned with CamScanner

① الروابط الكيميائية:

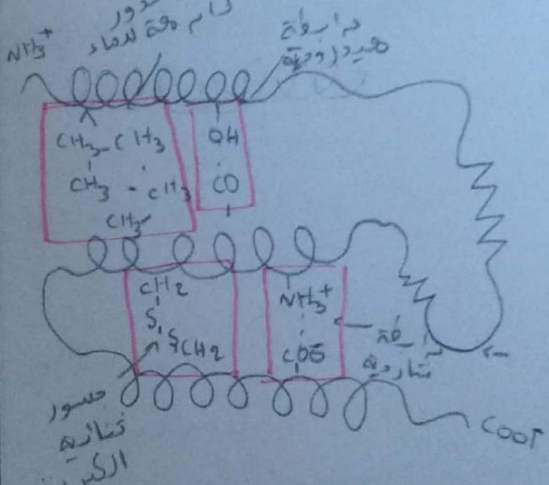
الروابط الهيدروجينية تنشأ بين الوظائف الكيميائية لجذور الأحماض الأمينية R

الروابط الثنائية تنشأ بين الوظائف الكطبية الحاملة الشحنة السالبة (COO^-) والموجبة (NH_3^+) لأحماض الأمينية لسلسلة الجانبية

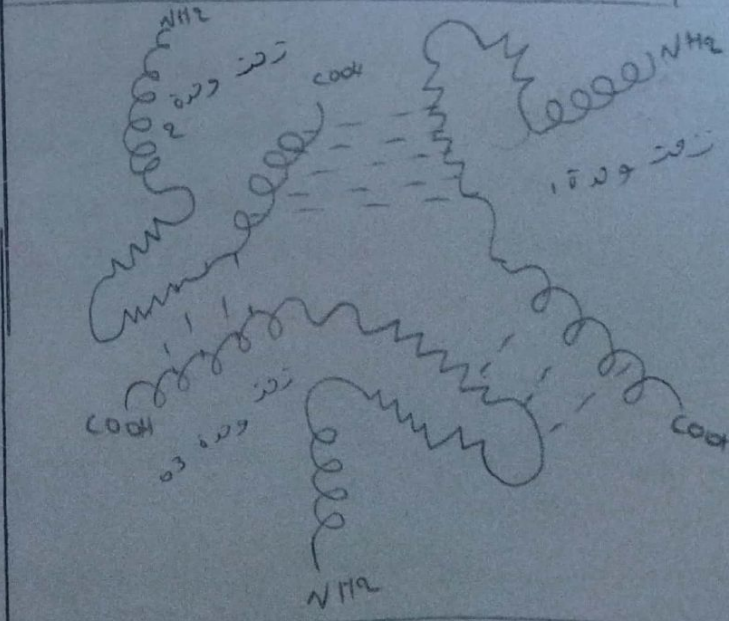
تجاذب الجذور الكارهة الماء تنجذب الجذور الكارهة الماء (مثل السلاسل الجانبية لـ Ile ، Phe ، Leu ...) وتتجمع في مركز جزيئة البروتين.

② الروابط الدياكبريتية القوية:

تتمثل في **الجسور ثنائية الكبريت** والتي تنشأ بين الجذور الكبريتية لحمضين أمينيين من نوع Cys تجاور جذور كارهة للماء



▲ رسم تخطيطي يمثل البنية الثالثية للبروتين



▲ رسم تخطيطي يمثل البنية الرابعة للبروتين

⑥ العلاقة بين بنية ووظيفة البروتينات: خلاصة تجارب

استعمل العالم الفرنسي الريمو نوكلياز (سنة 1964 م) وأربعة جسور كبريتية) مركب اليوريا بهدف الاطواء الطبيعي للبروتين.

وهو مركب يستوا ياتود يحلل الجسور ثنائية الكبريت.

عند تحليل الجسور أو تغيير مكانها فقد البروتين بنيته وبتالي وظيفته

الخلاصة:

إن البنية الفراغية للبروتين وبتالي تخصصه الوظيفي يعود إلى عدد ونوع وترتيب الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبه. ولذلك فإن تشكل مجموعة من الروابط الكيميائية المختلفة كارهة الماء، ثنائية، هيدروجينية كبريتية - التي تنشأ بين جذور "R" الزمرة لبعض الأحماض الأمينية المتوضعة بشكل صحيح ودقيق ضمن السلسلة البيتيدية حسب رسالة وراثية مستقرة وأي تكسير لهذه الروابط يفقد البروتين بنيته الفراغية المحددة ويصبح غير وظيفي.

علاقة سلوك الأحماض الأمينية بالبنية الفراغية:

تتأثر البنية الفراغية للبروتين بسلوك الأحماض الأمينية تبعاً لـ pH الوسط فبتغير pH الوسط تتغير الشحنة الكهربائية لجذور بعض الأحماض الأمينية الحامضية والقاعدية التي تساهم بروابطها الثنائية في استقرار البنية الفراغية للبروتين، مما يؤدي إلى اختفاء هذه الروابط فتتبع عند ذلك فقدان البنية الفراغية وبتالي الوظيفة لأن هذه الروابط تنشأ في مواضع محددة لسلسلة البيتيدية.

Scanned with CamScanner

كيفية تحديد الأحماض الأمينية
البنية الثانوية =

تحدد البنية الثلاثية البروتين حسب عدد ونوع وتسلسل الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبه فتتموضع الأحماض الأمينية بشكل صحيح ودقيق وفق هذا التسلسل البيتيدي يسمح بتشكل روابط كيميائية بين جذور هذه الأحماض الأمينية في مواضع محددة وبتالي تحديد بنية الثلاثية وبتالي وظيفته

الصورة ADN =
تتابع نيكليوتيدي محدد

ARN_m = تتابع ريبونيكليوتيدي محدد

سلسلة بيبتيدية =
تتالي أحماض أمينية عددو نوعاً وترتيباً

تطوي السلسلة البيبتيدية نتيجة تشكل روابط جاذبة تنشأ بين جذور بعض الأحماض الأمينية

اكتساب بنية ثلاثية طيفية محددة

بروتين وظيفي

الضعف الأميني واي لا يحتوي على كربون مركزي لأنه مرتبط بـ 2H

الكشف عن الأحماض الأمينية تنشط كاشف النينهيدرين محلول بنفسجي