مطبوعات الأستاذ: **آيت عبد الرحمان فضيل**

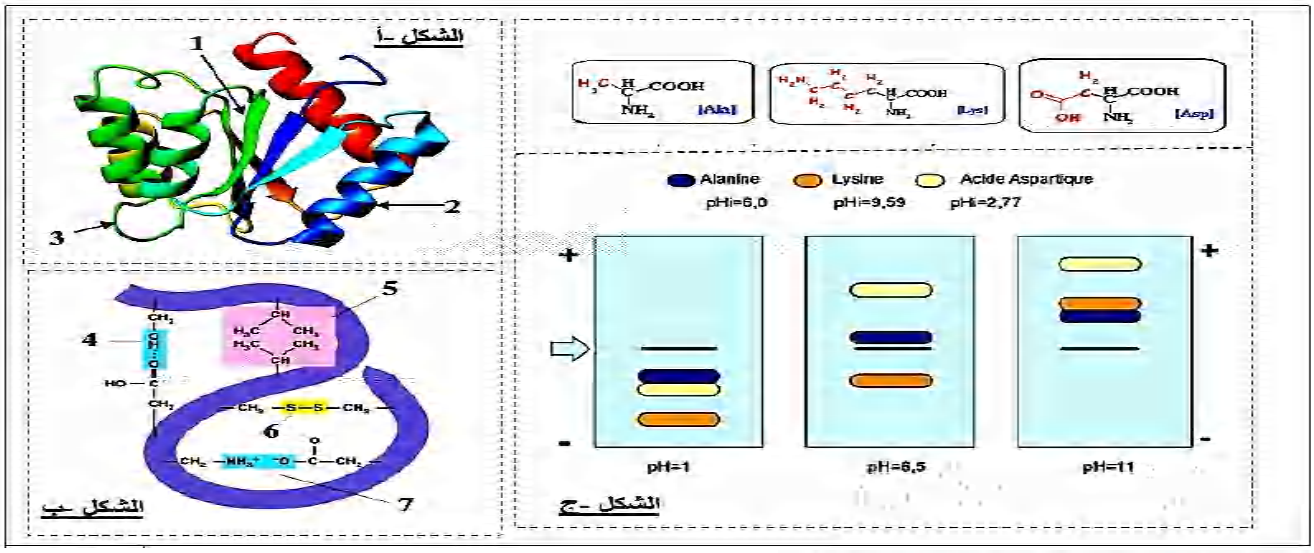
المجال I : **التخصص الوظيفي للبروتينات**

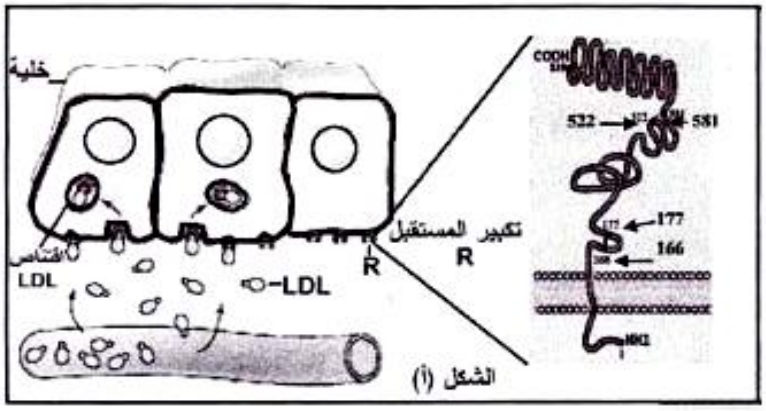
تمارين الوحدة 02 : العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

الحلول

السنة الدراسية: **2020/2019**

المستوى: **السنة الثالثة علوم تجريبية**





حل التمرين الأول :

1 – أ - مبدأ تقنية الكروماتوغرافي (التسجيل اللوني) :

- تقنية تحليل كيميائي تستعمل لفصل مكونات خليط ما حسب عدة معايير فيزيائية-كيميائية مثل قابلية الذوبان او الوزن الجزيئي او أي خاصية كيميائية أخرى.

ب - تحديد عدد ونوع الأحماض الأمينية المكونة للببتيد المدروس:

- من مقارنة نتائج الشكل (أ) الذي يمثل التسجيل المرجعي مع نتائج الشكل (ب) الذي يمثل الخليط المدروس (نواتج الاماهة لببتيد كتلته المولية 307 :
  - عدد الاحماض الامينية3 ، اذن الببتيد المدروس هو ثلاثي الببتيد
  - أنواع الاحماض الامينية المشكلة لثلاثي الببتيد: Cys . Glu . Gly

---

جـ - حساب الوزن الجزيئي لثلاثي الببتيد :

- نحسب مجموع كتل الاحماض الامينية المشكلة لثلاثي الببتيد = 147+75+121=343،لكن معطيات التمرين تشير الى ان الكتلة المولية لهذا الببتيد =307

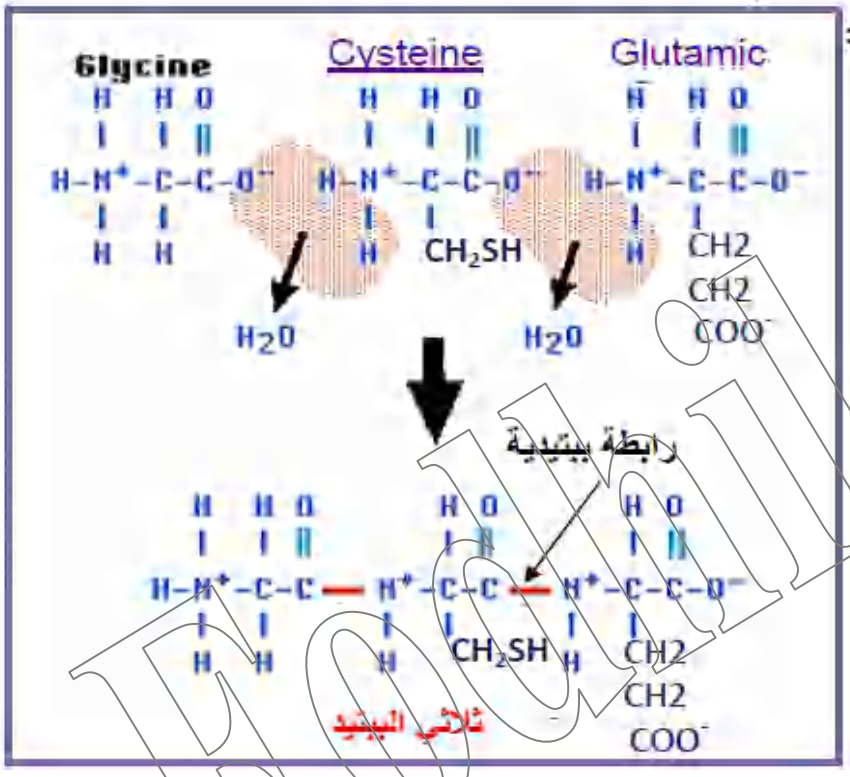
د - الفرضية المقترحة لتفسير الاختلاف الملاحظ :

- 343-307=36 هذه القيمة (الفارق) تتوافق مع الكتلة المولية لجزيئتين من الماء $2H_2O$ =(2X18).
- اثناء تشكل ثلاثي الببتيد ، ترتبط الاحماض الامينية الثلاثة عن طريق رابطتين ببتيديتين .اذن هناك تحرير جزيئتين من الماء .
- لاجراء عملية الفصل الكروماتوغرافي ، يجب فصل مختلف الاحماض الامينية بواسطة الاماهة ، بمعنى آخر إضافة جزيئتين من الماء لثلاثي الببتيد.

---

2 – أ – تشكيل الببتيد المدروس بترتيب الأحماض الامينية من اليسار إلى اليمين بتوافق مع تزايد الوزن الجزيئي لهذه الأخيرة :

- Gly – Cys – Glu
- توضيح كيفية الارتباط :



ب - سلوك الببتيد في الوسطين PH=6 ثم في PH=8:

- PH=6 و PH=8 كلاهما أكبر من PHi الببتيد ، فيسلك سلوك الحمض ويأخذ الشحنة السالبة في الوسطين .
- **التعليل :** تأين المجموعات الكربوكسيلية (-COO) حيث أصبح الببتيد أحادي القطب يحمل شحنات كهربائية سالبة لأنه قام بدور مانح أو معطي للبروتونات .

حل التمرين الثاني:

1- تكملة البيانات:

1-بنية ثانوية حلزون α	2- بنية ثانوية وريقة β	3- منطقة الإنعطاف

البنية الفراغية الممثلة في الشكل -1- من الوثيقة -1- هي بنية ثالثية

التعليل: تحتوي على سلسلة واحدة، تظهر بانها تمتلك عدة بنيات ثانوية (α ، β) و مناطق الإنعطاف

2- اظهار كيف يساهم الحمضين الأميينين الليزين وحمض الغلوتاميك في إستقرار البنية الفراغية:

إحتمال الأول:

يمتلك حمض الغلوتاميك وظيفة كربوكسيلية (COOH) في جذره R ، فإنها تفقد بروتون و تصبح بشحنة سالبة (-COO) في حالة تواجده (هذا البروتين) في pH الوسط أكبر من pHi

اما الحمض الأميني الليزين يمتلك وظيفة امينية (NH_2) في جذره R ، فإنها تكتسب بروتون و تصبح بشحنة موجبة (NH_3^+) في حالة تواجده في pH الوسط أقل من pHi

فتتشكل رابطة شاردية بين المجموعتين (تجاذب شاردي) فتساهم في ثبات وإستقرار البنية الفراغية لهذا البروتين

إحتمال الثاني:

تشكيل رابطة هيدروجينية بين هذه الجذور فتساهم في ثبات وإستقرار البنية الفراغية لهذا البروتين.

كما يوضحه هذا الشكل المجاور

3- توضيح العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

يتوقف التخصص الوظيفي للبروتينات على البنية الفراغية والتي تحددها الروابط الكيميائية التكافؤية واللاتكافؤية (الهيدروجينية، الكبريتية، الشاردية، تجاذب القطاب الكارهة للماء...) التي تنشأ بين جذور أحماض أمينية محددة ومتموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة الببتيدية وهذا حسب الرسالة الوراثية (المعلومة الوراثية الموجودة في الـ ADN) المشفرة لتركيب البروتين.

الخلل الذي يحدث في المورثة يؤدي إلى تغيير تسلسل - تتابع او عدد او نوع الأحماض الأمينية ضمن السلسلة الببتيدية يتسبب في تفكيك هذه الروابط فتتغير البنية الفراغية وبالتالي فقدان البروتين تخصصه الوظيفي.

II –

1-أ-

الحمض الاميني	الصيغة الكيميائية	تصنيفها	التعليل
حمض الغلوتاميك	$NH_2-CH(COOH)-(CH_2)_2-COOH$	حمض اميني حامضي	لإن جذره يحتوي على وظيفة كربوكسيلية (حمضية)
الثريونين	$NH_2-CH(COOH)-CH(CH_3)-OH$	حمض اميني معتدل	لإن جذره لا يحتوي لاعلى وظيفة كربوكسيلية (حمضية) ولا على وظيفة أمينية (قاعدية)

ب- عدد الأحماض الأمينية من كل نوع ، هناك 3 إحتمالات:

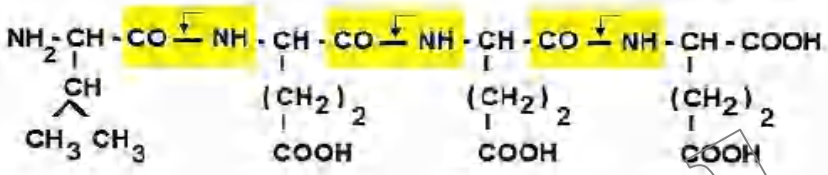
الإحتمال الأول: 2(Thr) + 2(Glu) -3(18) = 506 g/mol

الإحتمال الثاني: 3(Thr) + 1(Glu) -3(18) = 506 g/mol

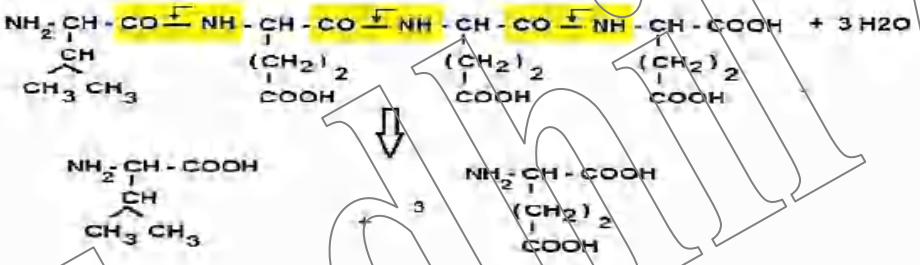
الإحتمال الثالث: 1(Thr) + 3(Glu) -3(18) = 506 g/mol

الإحتمال الصحيح هو: الثالث، فهذا الببتيد يتكون من 3 احماض امينية من النوع حمض الغلوتاميك ونوع واحد من الثريونين. (3.147 + (119 – 54 = 506 مول / لتر

-ج- تشكيل الببتيد حسب تزايد وزن الجزيئي للاحماض الأمينية:



2- أ- كتابة معادلة الإماهة:



-ب- تفسير نتائج الهجرة وتحديد سلوك وشحنة الحمض الأميني مع كتابة صياغة الحمض الأميني المتأين:

للتذكير نعلم انه:

-الأحماض الأمينية الحامضية تتعادل كهربائيا في الأوساط الحامضية.

-الأحماض الأمينية القاعدية تتعادل كهربائيا في الأوساط القاعدية.

-الأحماض الأمينية المتعادلة تتعادل كهربائيا في الأوساط المعتدلة

-لا يوجد أي حمض أميني يتعادل كهربائيا في pH=1 وفي pH=13.

- كلما كان الفرق بين pHi و pH الوسط كبير كانت مسافة الهجرة الكهربائية كبيرة، كلما كان الفرق بين pHi و pH الوسط صغير كانت مسافة الهجرة الكهربائية صغيرة.

بذلك انطلاقا من الوثيقة -2-:

يهجر الحمض الأميني (A) إلى القطب الموجب فهو يحمل شحنة سالبة يسلك سلوك الأحماض في الأوساط القاعدية فيفقد بروتون او البروتونات مما يدل على ان pH الوسط الذي وضع فيه أكبر من pHi الخاص به.

الحمض الأميني (B) إلى القطب السالب فهو يحمل شحنة موجبة يسلك سلوك القواعد في الأوساط الحامضية فيكتسب بروتون او البروتونات مما يدل على ان pH الوسط الذي وضع فيه أصغر من pHi الخاص به.

لدينا حمضين امينيين أحدهما حامضي والثاني معتدل وبما انه تم هجرتهما إلى قطبين مختلفين (احدهما للقطب الموجب فهو إذن يتواجد في وسط حامضي، والآخر للقطب السالب فهو إذن يتواجد في وسط قاعدي) منه:

الحمض الأميني (A) هو حمض الغلوتاميك (الأحماض الأمينية الحامضية تتعادل كهربائيا في الأوساط الحامضية.)

الحمض الأميني (B) هو الثريونين (الأحماض الأمينية المتعادلة تتعادل كهربائيا في الأوساط المعتدلة)

3- أ – لا يمكن تحديد قيمة الـ pH الوسط الذي تم وضعهما فيه لأنه لا نملك المعلومات الكافية لحسابها، لكن **يمكن ان نحدد المجال** حيث ان قيمتها تتواجد في المجال **بين** قيمة الـ pHi لحمض الغلوتاميك وقيمة الـ pHi لحمض الثريونين.

-ب- إذا كانت مسافة الهجرة متماثلة دليل على ان **قوة الشحنة بين الحمضين الامينيين متماثلة ومعكوسة** فيتم حساب قيمة الـ pH الوسط كمايلي:

قيمة الـ pHi لحمض الغلوتاميك + قيمة الـ pHi لحمض الثريونين / 2 = قيمة pH الذي وضعت فيه

Fodhil Ait

حل التمرين الثالث: لقد تمت كتابته

حل التمرين الرابع: بكالوريا 2012

-I

1- التعرف على العناصر المرقمة :

1 :جهاز غولجي 2 : شبكة هيولية محببة 3 : نواة 4 : حويصلة إفرازية 5 : هيالوبلازم

العنصر (س) : مادة مفرزة .

-2

أ- تمثل هذه الصيغة : الصيغة العامة للأحماض الأمينية

ب- مكونات هذه الوحدة :

- مجموعة كربوكسيل "COOH"
- مجموعة أمين "NH_2"
- الجذر الألكيل "R"
- الكربون المركزي α

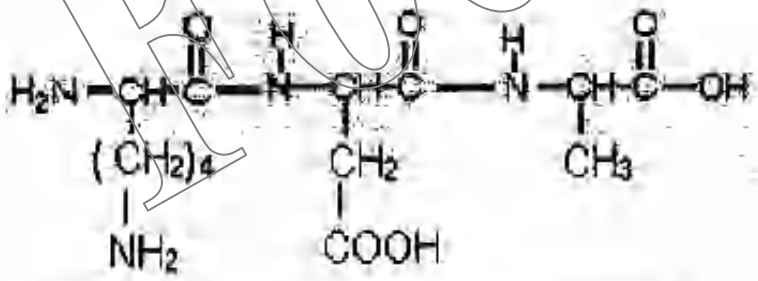
-3

أ- تصنيف الأحماض الأمينية :

- الحمض الأميني Ala : حمض أميني متعادل
- الحمض الأميني Asp : حمض أميني حمضي
- الحمض الأميني Lys : حمض أميني قاعدي

- المعيار المعتمد في هذا التصنيف : حسب طبيعة مكون الجذر الألكيلي "R"

ب – ناتج الارتباط :



ثلاثي الببتيد

جـ- أكبر عدد ممكن من ثلاثي الببتيد الذي يمكن تشكيله انطلاقا من عدد محدد جدا من هذه الأحماض الأمينية هو 27 ثلاثية ببتيدية ممكنة من العلاقة $3^3=27$.

- الاستنتاج: يمكن تشكيل عدد كبير جدا من ثلاثي الببتيد انطلاقا من عدد محدود جدا من الأحماض الأمينية.

- التعليل : التنوع اللامتناهي لمتعدد الببتيد ، يعود إلى اختلاف نوع وعدد وترتيب الأحماض الأمينية.

-II

1 - الغرض من هذه الدراسة : هو فصل الأحماض الأمينية بصورة نقية منفردة عن بعضها البعض .

2- تفسير النتائج المتحصل عليها في pH = 6 :

- بقاء اللطخة β ساكنة في منتصف الشريط وعدم انجذابها إلى أي من القطبين يدل على أنها متعادلة كهربائيا.

- هجرة اللطخة α تجاه القطب الموجب يدل على أنها تحمل شحنة سالبة أي أن الحمض الأميني فقد بروتون موجب وسلك سلوك حمض في الوسط قاعدي .

- هجرة اللطخة γ تجاه القطب السالب يدل على أنها تحمل شحنة موجبة أي أن الحمض الأميني اكتسب بروتون موجب وسلك سلوك قاعدة في وسط حامضي.

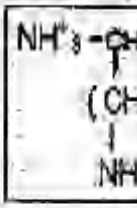
3- اللطخة α : تمثل الحمض الأميني Asp

- اللطخة β : تمثل الحمض الأميني Ala

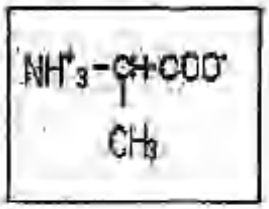
- اللطخة γ : تمثل الحمض الأميني Lys

Rochdi Ait

* الطفة α : الحمض الأميني Asp



* الطفة β : الحمض الأميني Ala



* الطفة γ : الحمض الأميني Lys

4 - كتابة الصيغ الكيميائية التي تبين الحالة الكهربائية لكل لطخة المعبرة عن كل حمض أميني في pH = 6:

5- الخاصية المدروسة : هي الخاصية الحمقلية " الأمفوتيرية".

III -

1 - تشكيل السلسلة الببتيدية :

لدينا السلسلة المعبرة ←

لدينا الرسالة المنسوخة ARNm ← TTT CTG CGA TTC CGC

لدينا السلسلة الببتيدية ← AAA GAC GCU AAG GCG

Lys Asp Ala Lys Ala

2 – النص العلمي : . يتم تركيب هذا الببتيد في الريبوزوم وفق ثلاث مراحل هي :

* البداية : تبدأ هذه المرحلة بتوضع أول ريبوزوم وأول ARNt حامل لأول حمض أميني في شكله المنشط (المتيونين) على مستوى أول شفرة وراثية محمولة من طرف الـ ARNm ، هذه الشفرة تلعب في كل الحالات دور إشارة الانطلاق في قراءة الـ ARNm من طرف الريبوزوم وتكون ممثلة بالثلاثية AUG .

* الاستطالة : تحدث بوضع أحماض أمينية جديدة (الثاني ، الثالث ...) بصفة متتالية على طول سلسلة الـ ARNm ، في كل مرة يحدث الارتباط بين حمض أميني جديد والحمض الأمين السابق وذلك وفق تسلسل الأحداث الثلاثة التالية :

- توافق الشفرة المحمولة على ARNm مع الشفرة المضادة للـ ARNt الحامل للحمض الأميني الجديد
- تشكل رابطة ببتيدية جديدة بين الحمضين مع استهلاك طاقة خلوية
- تحرير الـ ARNt الذي كان يحمل الحمض الأميني السابق فيخرج ويلتحق بعد ذلك الريبوزوم

* النهاية :

بها تتوقف قراءة الرسالة الوراثية المحمولة على الـ ARNm من طرف الريبوزوم عند الوصول الى شفرة ليس لها معنى والتي تلعب دور إشارة انتهاء اصطناع الجزيئة البروتينية .تعطى هذه الإشارة من طرف إحدى الرامزات الثلاثية التالية : (UAG . UGA. UAA) يتسبب هذا فيما يلي :

- تفكيك الريبوزوم إلى تحت وحدتيه
- تحرير الـ ARNt ثم تفكيكه
- تحرير السلسلة الببتيدية.

Fodimia

حل التمرين الخامس :

I -1 العنوان المناسب:
- الشكل "أ" : بداية الترجمة.
- الشكل "ب" : مرحلة استطالة السلسلة الببتيدية.
- الشكل : "ج" :نهاية الترجمة (نهاية تركيب البروتين)

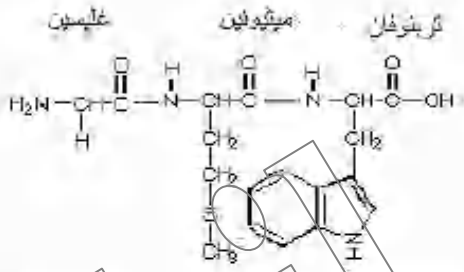
3- ملخص أهم الظواهر:
بداية الترجمة :
- ربط بين الـ ARNm و الريبوزوم والـ ARNt والأحماض الأمينية.
- بعد وصوله إلى الهيولى يثبت الـ ARNm على تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم.
- وجود رامزة البدء يحدد اتحاد تحت وحدتي الريبوزوم وتموضع ARNt الحامل للرامزة المضادة على الرامزة التي تكملها AUG والموافقة للحمض الامني " المثيونين".

مرحلة الاستطالة :
- يتنقل الريبوزوم بعد ذلك من رامزة إلى أخرى، وهكذا تتشكل تدريجيا سلسلة ببتيدية بتكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني المحمول على ARNt الخاص به في موقع القراءة وآخر حمض أميني في السلسلة المتموضعة في الموقع المحفز . إن ترتيب الأحماض الأمينية في السلسلة يفرضه تتالي رامزات الـ ARNm.

مرحلة النهاية :
- تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف
- ينفصل ARNt لآخر حمض أميني ليصبح عديد الببتيد المتشكل حر :إنها نهاية الترجمة.
- يكتسب متعدد الببتيد المتشكل تلقائيا بنية ثلاثية الأبعاد تعطي بروتينا وظيفيا

3-أ تسمية العناصر :
- العنصر 1 : جذر الكيلي " سلسلة جانبية للحمض الأميني"
- العنصر 2 : مجموعة أمينية
- العنصر 3 : مجموعة حمضية.

ب – الصيغة الكيميائية لثلاثي الببتيد :



II-1-أ المعلومة :
- للأحماض الأمينية خاصية أمفوتيرية حيث تسلك سلوك حمض (مانحة للبروتونات) و تسلك سلوك قاعدة (مستقبلة للبروتونات) حسب درجة حموضة الوسط.

ب – الاستخلاص :
- تختلف الببتيدات عن بعضها بالإتحلال الأيوني لسلاسلها الجانبية ، هذا الإتحلال هو الذي يحدد خصائصها القاعدية الحمضية و خصائصها الكهربائية.

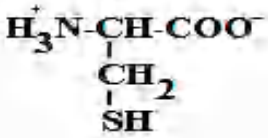
Fouhi Ait

حل التمرين السادس : لقد تمت كتابته.

حل التمرين السابع: بكالوريا 2018

الجزء الاول:

I . تمثيل الصيغة الشاردية للحمض CYS :



في pH = 5

ملاحظة : يلغى تمثيل الصيغتين الشارديتين لـCys في pH=2.77 و pH=9.74

2. دور الأحماض الأمينية في تشكل وثبات البنية الفراغية للمستقبل R :

المستقبل الغشائي R بروتين ذو بنية ثالثية محددة بعدد وترتيب ونوع الأحماض الأمينية المشكلة له وبالروابط التي تنشأ بين السلاسل الجانبية لبعض أحماضه الأمينية في مواقع محددة.

إن وجود وثبات روابط مثل الشاردية تنشأ بين السلاسل الجانبية التي تحمل شحنات سالبة كالـ Asp (في الموضع 522) و شحنات موجبة كالـ Lys (في الموضع 581) وجسور ثنائية الكبريت التي تنشأ بين السيستيين (في الموضعين 177/166) بالإضافة إلى روابط أخرى هو الذي يساهم في ثبات و استقرار البنية الفراغية لهذا المستقبل.

تتوقف البنية الفراغية وبالتالي التخصص الوظيفي للبروتين، على الروابط التي تنشأ بين أحماض أمينية محددة ومتموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة البيبتيدية حسب الرسالة الوراثية.

الجزء الثاني :

1. استخراج متتالية الاحماض الامينية التي يشرف على تركيبها أجزاء الأليلين R_1 و R_2 :

(ملاحظة: تمنح النقطة كاملة على سلسلة الأحماض الأمينية الصحيحة دون التفاصيل الأخرى).

Fodhil Ait

	29	30	31	32	33	34	35	
R_1	TCT	TTG	CTC	AAG	GTC	ACG	GTT	...
ARm	... AGA	AAC	GAG	UUC	CAG	UGC	CAA	...
تسلسل الأحماض	... Arg	Asn	Glu	Phe	Gln	Cys	Gln	...

R_2	... TCT	TTG	CTC	AAG	ATC	ACG	GTT ...
ARm	AGA	AAC	GAG	UUC	UAG	UGC	CAA ...
تسلسل الأحماض	... Arg	Asn	Glu	Phe			

2. عند الشخص السليم الأليل R1 طبيعي يشفر إلى بروتين R طبيعي (المستقبل الغشائي) ذي بنية طبيعية محددة بالعدد 839 حمضا أمينيا.

اكتسب البروتين بنية وظيفية يحافظ على بنائها واستقرارها جسور ثنائية الكبريت تنشأ بين جذور الأحماض الأمينية Cys و روابط شاردية بين الأحماض Asp و Lys، تسمح له هذه البنية بتثبيت LDL مما يسمح للخلايا باقتناصه ، فلا يتراكم في الأوعية الدموية فلا تضيق و لا تظهر أعراض المرض الناتج عن ارتفاع الكولسترول.

. عند الشخص المصاب يعود سبب مرض تصلب الشرايين الناتج عن ارتفاع الكولسترول إلى حدوث طفرة أدت إلى تحول الرامزة رقم 33 إلى رامزة توقف STOP مما أدى إلى تشكل سلسلة ببتيدية قصيرة ذات بنية فراغية لا تسمح لها بتثبيت LDL، فتصبح خلايا المصاب غير قادرة على اقتناص LDL، فيتراكم في الأوعية الدموية متسببا في ضيقها مما ينتج عنه أعراض تصلب الشرايين (الحالة المرضية).

حل التمرين الثامن:

1-وضع علاقة بين بنية ARNt و وظيفته :

- يتكون الـARNt من سلسلة مفردة من تتابع نكليوتيدي تلتف السلسلة لتأخذ بنية فراغية ثلاثية الابعاد بشكل حرف مقلوب تحافظ على استقرارها روابط هيدروجينية .
- لهذه البنية وظيفة مضاعفة كونها تضم :
  - ✓ موقعا لتثبيت الحمض الاميني و بالتالي نقله الى البوليزوم (مقر الترجمة) .
  - ✓ موقعا للرامزة المضادة التي تتعرف على رامزة الشفرة مما يسمح بوضع الاحمض الاميني في مكانه المناسب من السلسلة البروتينية .
- تتشكل الرابطة الاسترية (صل) بين الحمض الاميني و سكر الريبوز لآخر نكليوتيدية في الـ ARNt اثناء عملية تنشيط الحمض الاميني بتدخل انزيم الرابط النوعي (اميلواسيل ترانسفيراز) و التي تسبق الترجمة .

Fadhi.Ait

2-شرح التكامل بين البنيات الثلاث :

- يتم التعبير المورثي عند الخلية حقيقية النواة وفق مرحلتين متواليتين يتدخل البنيات الهامة (ARNt ; ARNm ; ARNp)
- مرحلة الاستنساخ : تتم في النواة بتدخل انزيم النسخ ARNp ; الذي ينسخ جزيئة ARNm (البنية (ب) انطلاقا من ربط نكليوتيدات الوسط بشكل مكمل للسلسلة القالب في جزيئة الـ AND بعد فك حلزنته .
- ARNm يغادر النواة حاملا المعلومة الوراثية المشفرة بمتتالية رامزات كل رامزة تشفر لحمض اميني معين .
- يترجم ARNm بعد ارتباطه بالريبوزومات مشكلا معقد البوليزوم حيث يتم نقل الاحماض الامينية بفضل ARNt بعد تنشيطها و وضعها في الموقع المناسب بفضل التكامل بين الرامزات المضادة و رامزات المشفرة الوراثية .
- يتم ربط الاحماض الامينية بروابط ببتيدية و وفق تتابع محدد فيتشكل البروتين ناتج التعبير المورثي

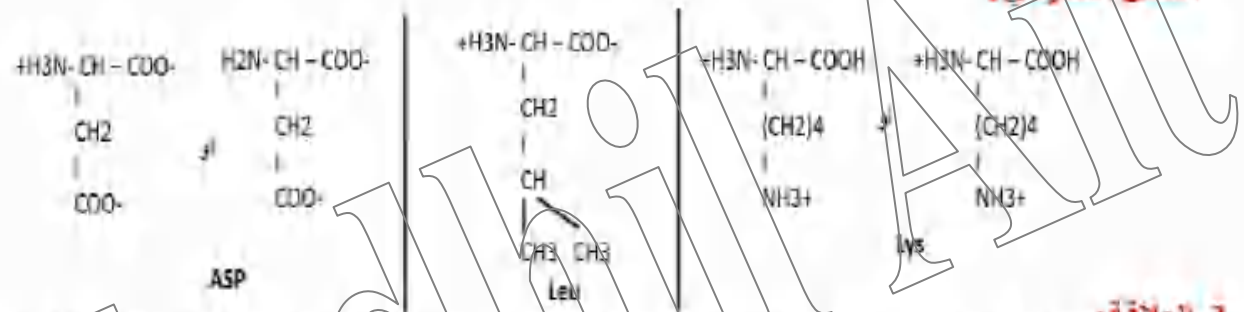
1- وصف بنية البروتين المدروس :

- له بنية فراغية ثالثية ، يتكون من سلسلة واحدة من تتابع 125 اميني
- تلتف السلسلة البروتينية عدة التفافات حلزونية (بنيات ثانوية) تفصل بينها مناطق انعطاف (بنيات اولية)
- تحافظ على استقرار البنية الفراغية روابط بين جذور احماض امينية محددة .

2 نسب البقع الى الوحدات البنائية باستدلال علمي :

- من نهاية التجربة نلاحظ ان :
- البقعة (ب) بقيت في منصف ورق الفصل (لم تهاجر) مما يدل على ان الحمض الاميني متعادل كهربائيا اي سلك سلوك الحمض و القاعدة معا و بالتالي PH الوسط (6) = Phi وهذا ما يناسب Leu .
- البقعة (أ) : هاجرت نحو المهبط مما يدل على ان الحمض الاميني يحمل شحنة اجمالية موجبة بسبب تشرد الوظائف الامينية (سلك سلوك قاعدة في وسط حمضي) و بالتالي : PH الوسط اقل من Phi و هذا ماياناسب Lys .
- البقعة (ج) : هاجرت نحو المصعد مما يدل على ان الحمض الاميني يحمل شحنة اجمالية سالبة بسبب تشرد الوظائف الحمضية (سلك سلوك حمض في وسط قاعدي) و بالتالي : PH الوسط اكبر من Phi و هذا ماياناسب Asp .

الشكل الشاردي :



3- العلاقة :

- تتعلق وظيفة البروتين ببنيته الفراغية و هذه الاخيرة تتحدد بتتابع الاحماض الامينية الداخلة في تركيبه و المحددة وراثيا .
- يسمح تتابع الاحماض الامينية بانطواء و التفاف السلسلة البروتينية لتاخذ شكلا فراغيا وظيفيا .
- تحافظ على استقرار البنية الفراغية روابط كبريتية ، هيدروجين، شاردية ، كارهة للماء) بين جذور AA محددة وراثيا .
- فقدان البنية الفراغية يؤدي الى فقدان الوظيفة و ليحافظ البروتين على وظيفته يتطلب عمله PH و درجة حرارة مثالية .

FodilAit

حل التمرين التاسع:

1 ــ أ ــ قيمة Phi لكل حمض أميني المناسبة.مع تعليل

الحمض الأميني	pHi	التعليل
R_1	3	حامضي
R_2	5	متعادل
R_3	9.8	قاعدي
R_4	10.8	قاعدي قوي

ب ــ α ــ نتيجة الهجرة الكهربائية :

قطرة الحمض الأميني ذو الجذر R_1 تتحرك بإتجاه القطب الموجب

التعليل :بما أن $pH > pHi$ الوسط فإن الحمض الأميني يفقد H^+ لذلك يصبح سالب الشحنة .

ــ قطرة الحمض الأميني ذو الجذر R_2 تبقى ساكنة في نقطة الانطلاق .

التعليل :لأن pHi الحمض الأميني يساوي pH الوسط و بالتالي فإن هذا الحمض متعادل كهربائيا (مجموع الشحن الموجبة مساوي لمجموع الشحن السالبة).

ب ــ α ــ نتيجة الهجرة الكهربائية :

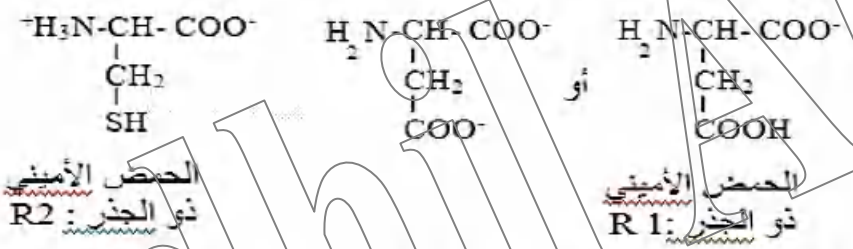
قطرة الحمض الأميني ذو الجذر R_1 تتحرك بإتجاه القطب الموجب

التعليل :بما أن $pH > pHi$ الوسط فإن الحمض الأميني يفقد H^+ لذلك يصبح سالب الشحنة .

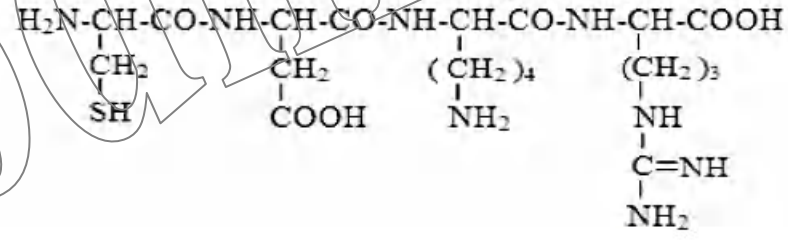
ــ قطرة الحمض الأميني ذو الجذر R_2 تبقى ساكنة في نقطة الانطلاق .

التعليل :لأن pHi الحمض الأميني يساوي pH الوسط و بالتالي فإن هذا الحمض متعادل كهربائيا (مجموع الشحن الموجبة مساوي لمجموع الشحن السالبة).

ــ β ــ كتابة الصيغ الكيميائية :



ج ــ كتابة الصيغة الكيميائية لرباعي الببتيد الذي جذورأحماضه الأمينية (**R2-R1-R3-R4**) :



FodhilAit

د ــ عدد أنواع رباعي الببتيد بتكرار الحمض الأميني : $4^4 = 256$

عدد أنواع رباعي الببتيد بدون تكرار الحمض الأميني : $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$

ــ الإستنتاج : تنوع البروتين مرتبط بعدد و نوع وتر تيب الأحماض الأمينية .

2 ــ أ ــ التعرف على مستوى البنية الممثلة في الوثيقة (ج): بنية ثالثية.

ب ــ إستنتاج أنواع هذه الروابط (A، B):

A : رابطة كبريتية ، B : رابطة شاردية

ــ اقتراح نوع آخر من الروابط : رابطة تجاذب الجذور الكارهة للماء ، رابطة هيدروجينية

ج ــ أهمية هذه الروابط : تحافظ على تماسك و إستقرار البنية .

3 ــ أ ــ تحليل الوثيقة :

التجربة الأولى

المرحلة الأولى :

ــ بإضافة بيتا مركبتو إيثانول و اليوريا ، تكسرت الجسور الكبريتية و زال الإنطواء الطبيعي و بالتالي فقد البروتين بنيته الفراغية الوظيفية .

المرحلة الثانية :

بإزالة المادتين ، إستعاد البروتين بنيته الفارغية الطبيعية حيث تشكلت الجسور الكبريتية في مواقعها الصحيحة .

التجربة الثانية :

المرحلة الأولى : نفس النتيجة

المرحلة الثانية : بإزالة بيتا مركبتو إيثانول و بقاء اليوريا حدث إنطواء غير طبيعي للبروتين و تشكلت الجسور الكبريتية في غير مواقعها الصحيحة و بذلك البروتين إكتسب بنية فراغية غير وظيفية .

ب ــ تتوقف البنية الفراغية الوظيفية للبروتين على مايلي :

وفق عدد ونوع وترتيب الأحماض الأمينية للسلسلة البروتينية ، يكتسب البروتين بنية فراغية وظيفية في الوسط الملائم ، حيث تنشا الروابط في مواقعها الصحيحة .

Fodhil Ait

حل التمرين العاشر: لقد تمت كتابته.

حل التمرين الحادي عشر:

1-كتابة البيانات:

1-إنزيم الـARN بوليميراز ، 2-مورثة (ADN)، 3-ARNm 4- ريبوزوم وظيفي،5-سلسلة متعدد ببتيد.
6-بروتين، أ-ظاهرة الاستنساخ ب- ظاهرة الترجمة.

- تحديد باختصار ما يحدث خلال مراحل ظاهرة الترجمة:

هي ظاهرة يتم خلالها تركيب سلسلة ببتيدية انطلاقا من المعلومات الوراثية التي يحملها الـARNm ، وتتم في ثلاث مراحل : بداية، استطالة ونهاية.

1. البداية: ترتبط تحت الوحدة الصغرى بالـARNm ، ثم يرتبط الـ ARNt الحامل للحمض الأميني الأول (الميثيونين) على رامزة الانطلاق AUG حيث يعرفه بالرامزة المضادة. ترتبط تحت الوحدة الكبرى بتحت الوحدة الصغرى حيث يكون الـ ARNt الأول في الموقع P والموقع A شاغر. يتوضع الـ RNt الثاني الحامل للحمض الأميني الثاني في الموقع A ، ثم تتشكل رابطة ببتيدية بين الحمضين الأمينيين.
2. الاستطالة: ينتقل الريبوزوم إلى الرامزة التالية فينفصل الـ ARNt من الموقع P ويتوضع حمض أميني محمول على ARNt خاص به في الموقع A تتشكل رابطة ببتيدية وتستطيل السلسلة الببتيدية تدريجيا .
3. النهاية: تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف، ينفصل ARNt لآخر حمض أميني ليصبح عديد الببتيد المتشكل حر ، يكتسب متعدد الببتيد المتشكل تلقائيا بنية ثلاثة الأبعاد ليعطي بروتينا وظيفيا.

كيفية الانتقال من العنصر (5) إلى العنصر (6):

يلتف متعدد الببتيد الناتج وهذا يسمح بتشكل روابط بين أحماض أمينية محددة(روابط كبريتية،شاردية، هيدروجينية..) ومتوضعة بكيفية دقيقة في السلسلة الببتيدية فتتخذ بنية فراغية محددة تسمح له بالتخصص الوظيفي.

2-النص العلمي:

مقدمة: تتميز خلايا الكائنات الحية بقدرتها على تركيب البروتين انطلاقا من معلومات وراثية محمولة على مورثة فما العلاقة بين المورثة و وظيفة البروتين؟

العرض: إن عدد ونوع وترتيب النكليوتيدات في المورثة يحدد عدد ونوع وترتيب النكليوتيدات في ARNm الذي يحدد عدد ونوع وترتيب الأحماض الأمينية في البروتين ،التي تسمح بتكوين روابط متنوعة في مواقع محددة تسمح بتماسك بنية البروتين ليؤدي وظيفته

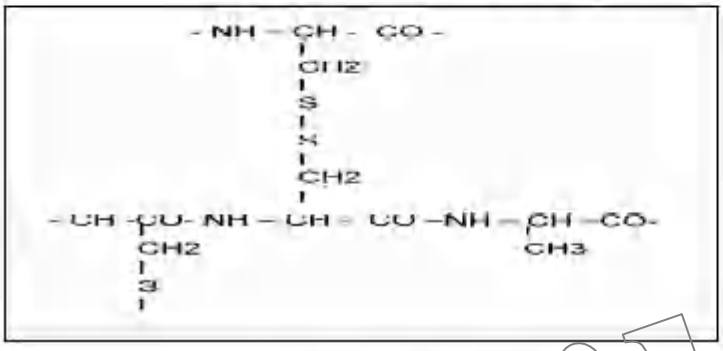
خاتمة: ان العلاقة بين المورثة ووظيفة البروتين تتجسد في تحديد المورثة لوظيفة البروتين فأي خلل يحدث على مستوى المورثة (طفرة) يؤدي حتما إلى تغير بنية البروتين وبالتالي وظيفته.

Pour la vie

حل التمرين الثاني عشر:

1- نتائج الإماهة الكلية لهرمون الأنسولين : 51 حمضا أمينيا

تمثيل الجزء الموطر



الروابط هي : البيبتيدية – الجسر ثنائي الكبريت- **نوعها** : تكافؤية .

2- وصف بنية الأنسولين : يتكون من سلسلتين :

Aطولها 21 حمضا أمينيا و Bطولها 51 حمضا أمينيا تحفظ على استقرار بنيتها الفراغية جسران ثنائيا الكبريت بين السلسلتين A : B (6- 7) ، (18 – 19) و جسر أخر في السلسة A (6- 11) .

الفرضية المقترحة : بما أنه يتركب من سلسلتين فتشرف عليه مورثتان .

3- أ – مبدأ تقنية الهجرة الكهربائية : فصل المركبات المشحونة في مجال كهربائي.

الخاصية الأمفوتيرية لأن هذه المركبات **تحمل وظيفة حمضية أو أكثر و وظيفة أمينة (قاعدية) أو أكثر** .

ب-تحديد نتائج الهجرة الكهربائية :

Ala يبقى في المنتصف لأن Ph= PHi الوسط فهو متعادل كهربائيا أي يسلك سلوك الحمض و القاعدة معا

Lys يهاجر إلى المهبط لأن Phi أكبر من PH الوسط فهو يسلك سلوك القاعدة في الوسط الحمضي (مجموع شحنه +)

Glus يهاجر إلى المصعد لأن Phi أصغر من PH الوسط فهو يسلك سلوك الحمض في الوسط القاعدي (مجموع شحنه -)

4- المسؤول عن تحديد البنية الفراغية للأنسولين هو عدد ونوع و ترتيب الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبه

التعليل : لأن ذلك يحدد نوع و عدد ومواقع الروابط بين الجذور والذي يحدد الشكل الفراغي للبروتين

Fouini Ait

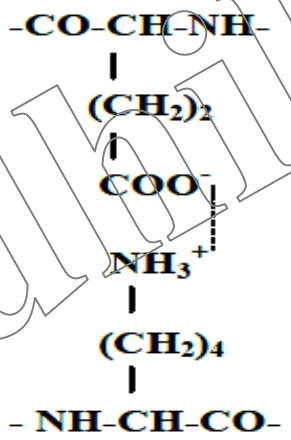
حل التمرين الثالث عشر:

1) كتابة البيانات المرقمة:

1- بنية ثانوية مطوية β. 2- بنية ثانوية حلزونية α. 3- منطقة انعطاف.

- **تحديد المستوى البنائي:** بنية ثالثية.

2) تمثيل الصيغة الكيميائية للجزء المؤطر (م):



- **حساب الكتلة المولية:**(147+146) – 36 = 257غ/المول(257 g/mol)

3) تعليل مستوى البنية: - سلسلة ببتيدية واحدة.

- بنيات ثانوية حلزونية وبنيات ثانوية ورقية.

- وجود مناطق انعطاف.

4) النص العلمي:

- تظهر البروتينات بنيات فراغية ووظائف مختلفة. فما العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين؟
- يتوقف التخصص الوظيفي للبروتين على بنيته الفراغية والتي يحددها عدد ونوع وترتيب الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب السلسلة الببتيدية وكذا الروابط الكيميائية (جسور كبريتية، شاردية، هيدروجينية، قوى كارهة للماء) الناشئة بين السلاسل الجانبية لأحماض أمينية محددة ومتوضعة بطريقة دقيقة تسمح بتقارب بعض الأحماض الأمينية مشكلة منطقة فعالة تكسب البروتين الوظيفة.
- أي خلل في المورثة يؤدي إلى تغير **البنية الفراغية** مما يفقد البروتين تخصصه الوظيفي.
- إذن المحافظة على البنية الفراغية للبروتين تؤدي إلى المحافظة على أداء وظيفته.

Fodil Ait

حل التمرين الرابع عشر:

الجزء الأول :

1 – التعرف على البيانات المرقمة :

1 – بنية ثالثية

2 – البنية الثانوية β

3 – البنية الثانوية α

تحديد مستوى البنية الفراغية لانزيم PAH:

- رايحية

التعليل:

- تتكون من أربعة سلاسل ببتيدية (تحت وحدة) لكل منها بنية ثالثية.

2- تعريف :

البنية الأولية :

- وهي عبارة عن تسلسل الأحماض الأمينية وعدم وجود أي انطواء للسلسلة الببتيدية

البنية الثانوية :

- تميز فيها نوعين من البنى الثانوي البنية الحلزونية α و البنية الثانوية β.

البنية الممثلة في الشكل (ب) الثالثية :

- وهو الشكل الفراغي ثلاثي الأبعاد الذي تأخذه السلسلة الببتيدية ذات البنية الثانوية. تأخذ البروتينات هذه البنية بعد انطواءها بشكل تلقائي.

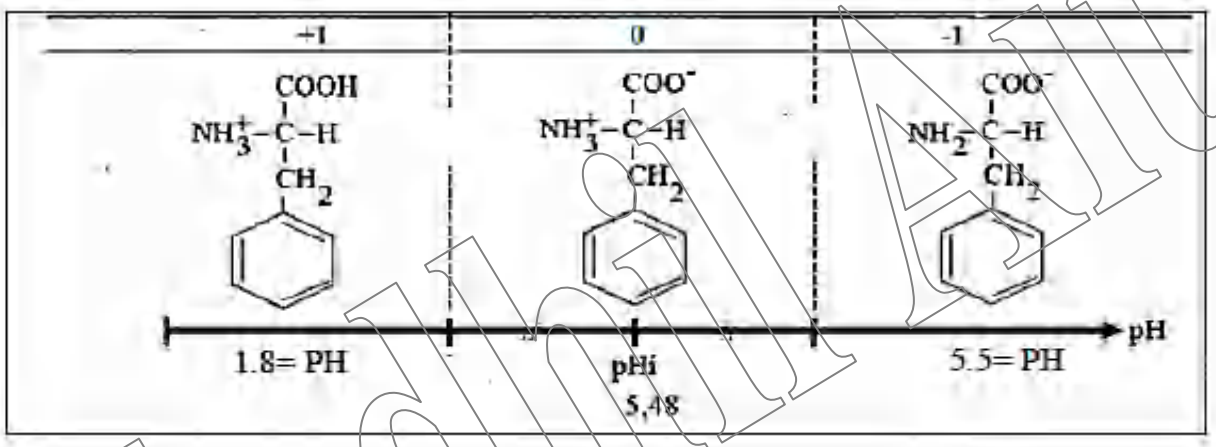
تحديد أي من أجزاء سلسلة متعددة الببتيد المشاركة في الروابط الكيميائية المساهمة في ثبات البنية الثانوية والبنية الثالثية :

- بالنسبة للبنية الثانوية :الروابط الهيدروجينية بين ذرات السلسلة متعددة الببتيد (بين CO و NH من هيكل متحد الببتيد).
- بالنسبة للبنية الثالثية : الروابط بين ذرات السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية.

3 –أ- تعريف الهجرة الكهربائية :

- هي تقنية تستعمل في فصل المركبات المشحونة (الاحماض الامينية أو البروتينات مثلا) ضمن جهاز الهجرة الكهربائية.
- تعتمد هذه التقنية على نوع وقوة الشحنة الكهربائية في كل حمض أميني عند درجة pH الفصل.

ب- تحديد شحنة الحمض الاميني Phe في الاوساط الثالثة مع التعليل :



Fouad Ait

التحليل :

في وسط تو PH اكبر من PHi :

- الحمض الامينى يحمل شحنة سالبة (-1) . يفسر بتشرد المجموعة الكربوكسيلية (COO^-) حيث أصبح الحمض الأميني أحادي القطب لكنه يحمل في هذه المرة شحنة كهربائية سالبة لأنه قام بدور مالح أو محلى للبروتونات فتخلى عن البروتون.

في وسط تو PH اقل من PHi :

- الحمض الامينى يحمل شحنة موجبة (+1) . يفسر بتأين المجموعة الأمينية (NH_3^+) فيصبح الحمض الأميني أحادي القطب يحمل شحنة كهربائية موجبة لسبب اكتساب هذا الأخير بروتون من الوسط .

في وسط تو PH = PHi :

- الحمض الامينى متعادل كهربائيا (الشحنة الكهربائية تساوي صفر) . يفسر بتأين المجموعتين الوظيفيتين حيث تحمل الوظيفة الكربوكسيلية شحنة كهربائية سالبة (COO^-) و الوظيفة الأمينية شحنة كهربائية موجبة (NH_3^+) و هذا يعني أن مجموع الشحنات الكهربائية للحمض الأميني تساوي الصفر أي متعادلة كهربائيا

الجزء الأول :

1 – فرضية مقترحة حول مجال (موقع) الانزيم المعني بالطفرة « Phe mut 194 » في انزيم PAH :

- ربما يكون مجال الانزيم المعني بطفرة "Phe mut 194" في PAH هو مجاله التحفيزي . فحسب معطيات الشكل (ب) فالمجال التحفيزي للانزيم يتضمن احماض امينية متموضعة في الموقع 142 إلى غاية 450 فالطفرة اصابت الحمض الامينى الذي يقع ضمن هذا المجال (450-142) - أذلك يعتقد ان الطفرة اصابت المنطقة التي تحسن النشاط التحفيزي مما ادى إلى فقدان انزيم PAH وظيفته.

2 – الاستدلال بمعطيات الوثيقة2 للتأكد من صحة الفرضية :

- تبين نتائج الفصل وقياس شدة الامتصاص ان المحتوى الكمي لمصل الطفل المريض من الاحماض الامينية مشابه لمحتوى الشخص السليم باستثناء الحمضين الامينيين Phe و Tyr حيث :
- عند الطفل المريض تكون كمية Tyr قليلة في حدود 0.005 مع ارتفاع كمية Phe إلى حدود 0.025 بالمقابل عند الشخص السليم تكون كمية Tyr (0.015) اكبر من كمية Phe (0.005)
- الاختلاف الكمي للحمضين الامينين عند كلاهما يعود إلى :
- عند الشخص السليم ـ الانزيم PAH وظيفي ـ فيتم تحفيز تفاعل تحويل Phe إلى Tyr مما يفسر تناقص كمية Phe وارتفاع كمية Tyr .
- عند الطفل المصاب ـ الانزيم PAH غير وظيفي أي غياب نشاطه التحفيزي مما ادى إلى تراكم Phe مع انخفاض في كمية Tyr وهذا ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة (الطفرة اصابت موقع التحفيز لانزيم PAH) .

3 – مرض البول الفينيلي مرض وراثي لا علاج له ، ولكن يمكن السيطرة على المرض منذ الولادة وذلك بحمية غذائية مدى الحياة تستثني كافة البروتينات واستبدالها بمنتوجات مصنعة . ويبقى الوقاية خير من العلاج (تجنب زواج الاقارب)

FOUDIL AIT

- للمزيد من التوضيح و الإستعلام راسلونا على صفحة الفايسبوك: **صفحة الرائد للعلوم الطبيعية**

بالتوفيق في المراجعة

للبكالوريا