

المذكرة العلمية نحو الامتياز

مادة علوم الطبيعة و الحياة

ملاحظة: هذه المادة تعتبر تاج المواد العلمية و المعامل لها نحو شعبة علوم تجريبية يتحدث { 6 } ،، كثيرا من الاهتمام و تُحَقِّق الامتياز بإذن الله

الباقية تحتوي :

03

باقية الـ { 10 } مواضيع تحضيرية

مرفقة بالحلول النموذجية

الوحدة 03 من المجال التعليمي I { النشاط الإنزيمي للبروتينات }

خاص بشعبة علوم تجريبية ،، و فقط .



... تذكروا أن :

تعب المراجعة أفضل من ألم السقوط

توجيهات المنصة العلمية

- 1* أيها التلاميذ الشرفاء** ،، نضع بين أيديكم هذه الباقة المعلوماتية التطبيقية المُفعمة بالأفكار الطازجة والمفيدة ،، موجهة نحو تلاميذ شعبة علوم تجريبية ،، التي تتضمن **10** مواضيع تدريبية مرفقة بالحلول النموذجية الخاصة بالوحدة التعليمية الثالثة من **المجال I** : **{ النشاط الإنزيمي للبروتينات }** ،، تجاوزوا الأفكار المُعادة لأنها وُضعت لفئة معينة من أجل التمرن وكسب سرعة بديهية معتبرة في حين مصادفتها بمراعاة المستوى الفردي لكل تلميذ {ة} ،،
 - 2* أيها التلاميذ الشرفاء** ،، بعد تفحص المواضيع و المحاولة في أكبر قدر منها نرجوا تدوين الأفكار الطازجة في سجل خاص بهذه الوحدة ،، من أجل العودة لأخذها قبيل موعد كل فرض أو امتحان في قادم الزمن .. تسهيلا لكم و استقلالاً للوقت ،،
 - 3* أيها التلاميذ النظاميين الشرفاء** ،، لا تقلقوا من المنهجية ،، اكتسابها يكون بالتدرج من التركيز مع الأستاذ ومتابعته في شرح الدرس داخل القسم النظامي ،، ثم المحاولة المستمرة في إيجاد الحلول للمشاكل العلمية المطروحة في كل موضوع باستغلال المعطيات و المعلومات المكتسبة القبلية و الآنية ،، كما أن فكرة تدوين الأفكار مشروطة و واجبك عليكم ،، طبعاً لمن يهمله الأمر ،،
 - 4* أيها التلاميذ الأحرار الشرفاء** ،، يجب أخذ العبرة مما مضى و الانطلاق من هنا ،، المحاولة ثم المحاولة ،، ختاماً بتدوين الأفكار طبعاً ،، كما أنه يجب تخصيص وقت معتبر بالموازنة مع برنامج الدراسة الجامعية أو مشاغل الحياة الجانبية الأخرى ...
 - 5* أيها التلاميذ الشرفاء** ،، بالنسبة للوقت المحدد للمحاولة في كل موضوع لا تقلقوا بهذا الشأن ،، يمكن تحسينه بالتدرج و الممارسة المستمرة ،، تذكروا أن المحاولة الكتابية في **50%** تمنحكم حجم أفكار جيّد مع رسوخها في الذاكرة ،، لا مشكلة في المحاولة الشفهية في باقي المواضيع ،، حسب قدرة الاستيعاب لكل تلميذ {ة} طبعاً ،،
 - 6* أيها التلاميذ الشرفاء** ،، هذه التوجيهات لا نضعها هباءاً منثوراً ،، بل من أجلكم ،، ولذلك وجب استغلالها ،، يمكن تعميمها على جميع المواد خصوصاً العلمية منها ،،
- **** لكل الوافدين و المتواجدين مسبقاً مرحباً بكم ،، لا تشاؤم و لا تذر ،، هنا التفاؤل ،، هنا الأمل ... حاولوا في هذه الباقة دون فشل ،، بارك الله فيكم استغلوها أحسن استغلال ..

هيكل بناء موضوع امتحان البكالوريا - شعبة علوم تجريبية -

يشمل الموضوع ثلاث تمارين مستقلة إجبارية ::

25 % من
الموضوع

التمرين الأول { 05 نقاط } : استرجاع معارف

يتضمن التمرين جزء واحد ، يتضمن وثيقة واحدة تحتوي على شكل أو شكلين، يمكن أن تكون صورة أو رسوما تخطيطية أو نصا ، و يمكن أن لا يتضمن التمرين أي وثيقة عدد التعليمات في هذا التمرين لا يتجاوز الاثنين ، يطلب في التعليمات الثانية غالبا إنجاز نص علمي ، ، يمكن أن يرفق الحل برسم تخطيطي حسب طبيعة التعليمات ، ،

35 % من
الموضوع

التمرين الثاني { 07 نقاط } : استدلال علمي

يتضمن التمرين جزأين { جزء أول ، جزء ثاني } ، و يحتوي وثيقتين على الأكثر تحتوي أربع أشكال على الأكثر ، ، عدد التعليمات لا يتجاوز الاثنين في الجزء الأول ، و لا يتجاوز الثلاثة في الجزء الثاني .

الاستدلال العلمي : هو عملية بحثت منظم و تفكير معمق باستغلال الوثائق المقدمة في التمرين مع معلوماتك القبلية مما يسمح بتقديم الحجج و الأدلة و التبريرات بطريقة معمقة و دقيقة لاستحداث معلومة جديدة .

40 % من
الموضوع

التمرين الثالث { 08 نقاط } : استدلال علمي ضمن مسعى علمي

يتضمن التمرين ثلاث أجزاء { الجزء الأول ، الجزء الثاني ، الجزء الثالث } ، يتضمن وثيقتين على الأكثر ، تحتوي خمس أشكال على الأكثر . بحيث الجزء الثالث يطلب فيه إنجاز حصيلة تركيبية : خلاصة رسما تخطيطيا ، مخططا أو نصا علميا ، ،

المسعى العلمي { المنهج العلمي ، المنهج التجريبي } : هو الطريقة العلمية التي يستخدمها العلماء من أجل جمع معلومات يتوصلون بها لفهم ظاهرة طبيعية ، و يتضمن المسعى العلمي بالضرورة استدلالا علميا ، ،

المراجع التي تم الاعتماد عليها في إثراء هذه الباقّة

- 1-** توجيهات **المنصة العلمية** من باب الخبرة العميق .
- 2-** تمارين معدّلة من طرف جنود الخفاء في المنصة العلمية **2022** .
- 3-** مجلة النجاح للأستاذ الشريف **بوالريش أحمد** **2018 + 2019** .
- 4-** اختبارات فصلية + بكالوريات تجريبية وطنية { أشبال الأمة } .
- 5-** مقتطفات من التمارين الأستاذة **فليتي خيرة** .
- 6-** مقتطفات من التمارين مقترحة للأستاذ **بن عميور نصر الدين** .
- 7-** الشكل العام للامتحان من باقة معلومات الأستاذ **بلمداني وليد** .
- 8-** بكالوريات وطنية رسمية سابقة { شعبة : علوم تجريبية } .
- 9-** بكالوريات أجنبية مترجمة و معدّلة الأستاذ **حيمر** .

مدة المحاولة المنظمة في كل الموضوع هي : { من 150 إلى 180 دقيقة }

ليس شرطاً المحاولة في كل المواضيع كتابياً ،، لكل تلميذ {ة} الحرية في ذلك ،،
لكن نرى أنه يجب الوصول إلى 60% من هذه الباقّة

تغريدة أمل ::

أيّها التلاميذ الشُّرفاء ،، إنّنا نسعى لتوفير أجود المواد المعلوماتية الأولية لكم
،، من أجل أن تُبدعوا في صُنْع تاج الامتياز ،،

<https://www.facebook.com/okba.bac.2010>

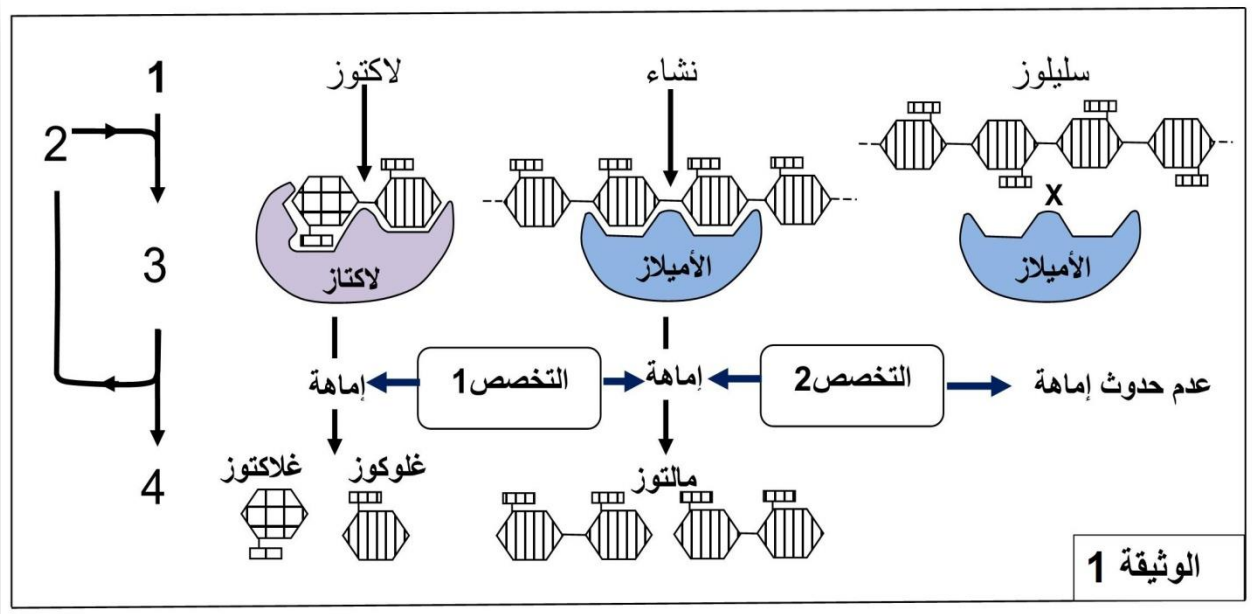
من تجميع و تنظيم : **عقبة بن نافع**

الموضوع التدريبي الأول - المنصة العلمية - الإنزيمات

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

بعد تناول السكريات المعقدة مثل النشاء ، إماهة هذه الأخيرة إلى مغذيات { جلوكوز } على مستوى الجهاز الهضمي ، يتطلب نشاط إنزيمي جد متخصص .

❖ تمثل الوثيقة - 1 - أمثلة مختلفة على التخصص الوظيفي للإنزيمات .



1- تعرّف عن العناصر المشكلة للتفاعل الإنزيمي و المشار إليها بالأرقام { 1 ، 2 ، 3 و 4 } ثم نوع كل من التخصص الإنزيمي 1 و 2 .

2- انطلاقا من معطيات الوثيقة - 1 - و مكتسباتك المعرفية ، أكتب نص علمي تشرح فيه خصائص الإنزيمات { هنا إنزيمات الهضم } و شروط عملها .

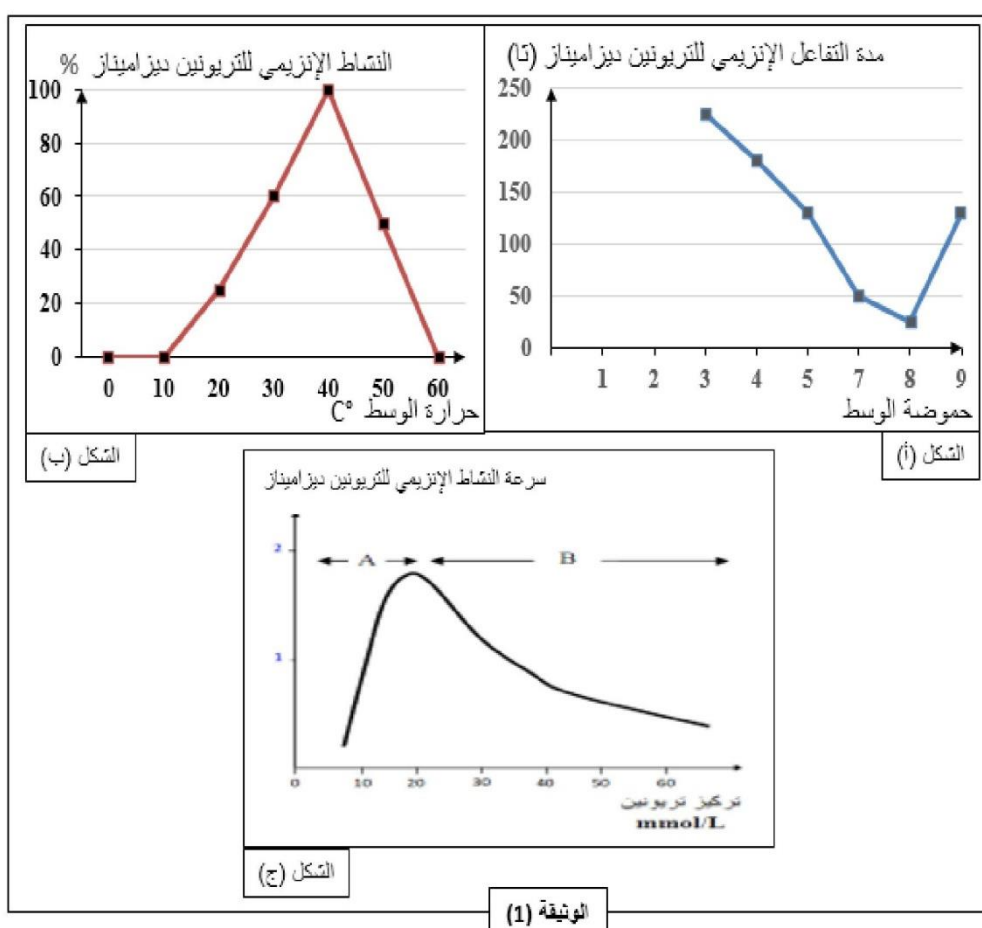
الالتزام بالمنهجية السليمة في تدوين
المعلومة الصحيحة هي الوسيلة الوحيدة
لنيل أفضل العلامات.

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

يعتبر النشاط الإنزيمي مظهرا من مظاهر التخصص الوظيفي للبروتينات و الذي يرتبط أساسا ببنيتها الفراغية، التي تتأثر بتغيرات شروط الوسط.

الجزء الأول :

تمثل الوثيقة (1) نتائج لدراسة أجريت على إنزيم التريونين ديزاميناز، تهدف هذه الدراسة لمعرفة بعض العوامل المؤثرة على نشاطه. حيث يتدخل هذا الإنزيم في عملية تصنيع الحمض الأميني الإيزولوسين وفق سلسلة من التفاعلات الإنزيمية تحفزها عدة إنزيمات يتم فيها تحويل المادة الأولية الحمض الأميني التريونين إلى الحمض الأميني الإيزولوسين.



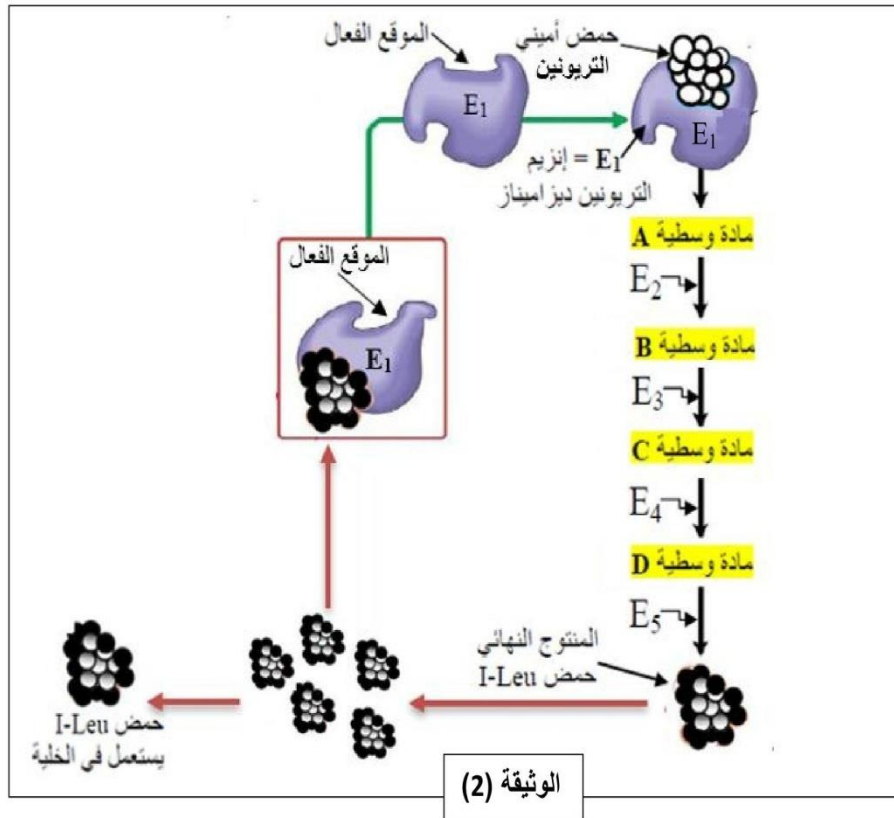
1- باستغلال مكتسباتك حول بنية الإنزيم ومعطيات الشكل (1) و (2) من الوثيقة (1)، أثبت صحة المعلومة العلمية التالية :

"للإنزيم درجة حرارة وحموضة مثلى يكون فيهما نشاطه أعظما، ويتناقص هذا النشاط كلما ابتعدنا عن هذه القيم"

- 2- أ- فسر نتائج منحني الشكل ج من الوثيقة (1) في المجال (A).
 ب- نمذج العلاقة بين جزيئات الإنزيم و مادة التفاعل في الوسط لتفسر النتيجة المتحصل عليها عند التركيز 20 ميلي مول/ل.
 3- قدم فرضية تفسر بها النتائج المحصل عليها في المجال (B).

الجزء الثاني :

للتأكد من صحة الفرضية المقترحة نقدم لك الوثيقة (2) التي تبرز نشاط إنزيم التربونين ديزاميناز في الحالة الطبيعية خلال سلسلة التفاعلات المؤدية لتصنيع الحمض الأميني الإيزولوسين، حيث يخضع نشاط هذا الإنزيم إلى تنظيم يدعى **التثبيط الرجعي** على مستوى الخلايا البكتيرية.



- 1- باستغلال معطيات الوثيقة (2) تحقق من صحة الفرضية المقترحة. حدد الخاصية المميزة لعمل إنزيم التربونين ديزاميناز في تنظيم النشاط الأيضي للخلية.

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

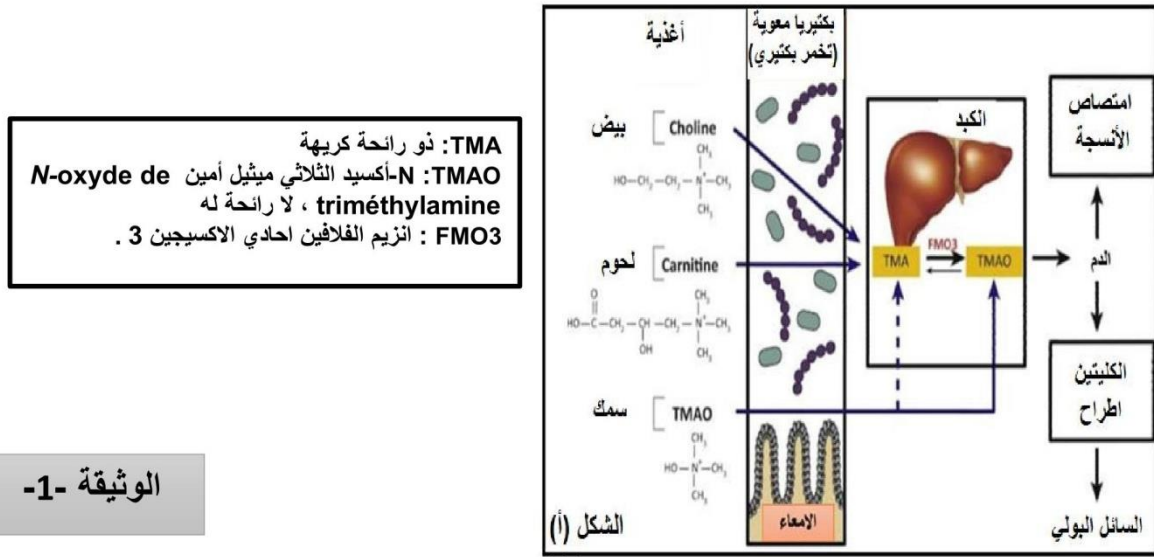
يتمثل النشاط الخلوي في العديد من التفاعلات الكيميائية الأيضية. تلعب الإنزيمات دورا أساسيا في تحفيز هذه التفاعلات الحيوية.

الجزء الأول:

بيلة الثلاثي ميثيل أمين **Triméthylaminurie (TMAU)**، أو ما يعرف بمتلازمة رائحة السمك مرض بدون أضرار كبيرة على الصحة لكنه مزعج جدا للأشخاص المصابين به، يتميز بوجود ثلاثي ميثيل أمين **(TMA)** في البول، العرق واللعاب حيث أن لهذه الجزيئة رائحة السمك العفن .

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة 1: أيض **TMA** عند الانسان. بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة يوضح الأطراح البولي لثلاثي ميثيل الأمين **(TMA)** وثلاثي ميثيل الأمين **N-أكسيد**

(TMAO) من قبل شخص سليم وشخص مصاب بمتلازمة رائحة السمك في ظروف غذائية طبيعية وبعد تناول وجبة من اللحم.



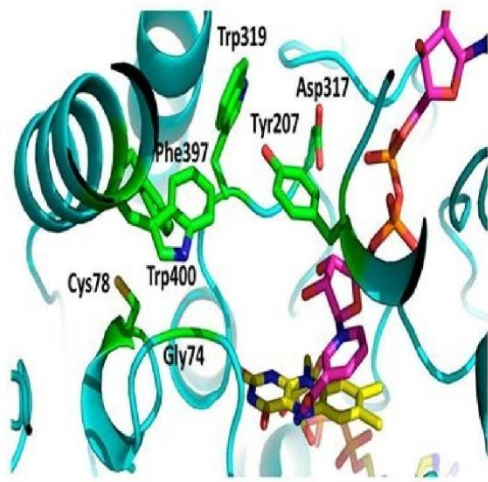
| | ظروف غذائية طبيعية | | | بعد تناول 300 غ من اللحم | | |
|----------|--------------------|-----------|--|--------------------------|-----------|--|
| | TMA (UA) | TMAO (UA) | نسبة TMAO مقارنة بالمجموع (%) TMA + TMAO | TMA (UA) | TMAO (UA) | نسبة TMAO مقارنة بالمجموع (%) TMA + TMAO |
| شخص سليم | 70 | 1820 | 96,3 | 640 | 14000 | 95,6 |
| شخص مصاب | 117 | 48 | 29.0 | 738 | 178 | 19.4 |

النسبة الطبيعية: نسبة TMAO مقارنة بالمجموع TMA + TMAO أكبر من 85%

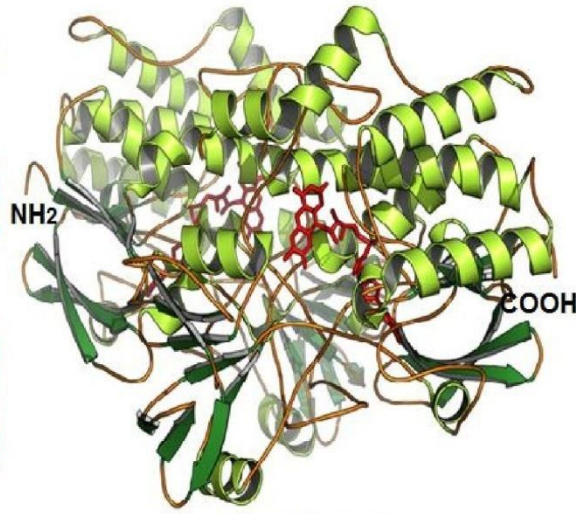
- 1- حلل معطيات الشكل (أ).
 2- قارن الإطراح البولي لـ: (TMA) و (TMAO) عند كل من الشخص السليم والشخص المصاب في الظروف المختلفة. ثم اقترح فرضية تفسر من خلالها سبب الإصابة بمتلازمة رائحة السمك.

الجزء الثاني: بغية التأكد من مدى صحة الفرضية السابقة نقترح عليك الوثائق التالية. حيث:

الشكل (أ) من الوثيقة (2) يمثل البنية ثلاثية الأبعاد لإنزيم FMO3 أما الشكل ب : بنية الموقع الفعال لإنزيم FMO3 الشكل ج : جزء من الأليل المسؤول عن تركيب إنزيم FMO3 عند شخص سليم وآخر مصاب بمتلازمة رائحة السمك.
 الوثيقة (3) تمثل جزء من جدول الشفرة الوراثية.



الشكل (ب)



الشكل (أ)

الوثيقة -2-

315
 5'.....GGCTCTGATATT.....3'
 →
 5'.....GGCTCATATT.....3'

شخص سليم:

شخص مصاب:

الشكل (ج)

| | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----|------|-----|
| Gly | Ser | Ile | Asp | STOP | Tyr |
| GGC | UCU / UCA | AUU | GAU | UGA | UAU |

الوثيقة -3-

- 1- تعرف على المستوى البنائي لإنزيم FMO3 مع التعليل.
- 2- باستغلالك المنطقي لمعطيات التمرين فسر سبب مرض بيلة الثلاثي ميثيل أمين . وعلى ضوء ذلك تأكد من مدى صحة الفرضية التي تم اقتراحها سابقا.

الجزء الثالث: اعتمادا على مكتسباتك وبتوظيف المعلومات التي توصلت إليها في هاته الدراسة أنجز مخطط تبرز فيه العلاقة بين المورثة و التخصص الوظيفي للإنزيم

انتهى الموضوع I ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

أيها التلميذ {ة} الشَّريف {ة} ::

حاول ،، قاوم ،، تحدى ،، لا تتردد

لا ملل ،، لا فشل ،، حتى تحقيق ذلك الأمل

اللهم توفيقاً و نجاحاً لك

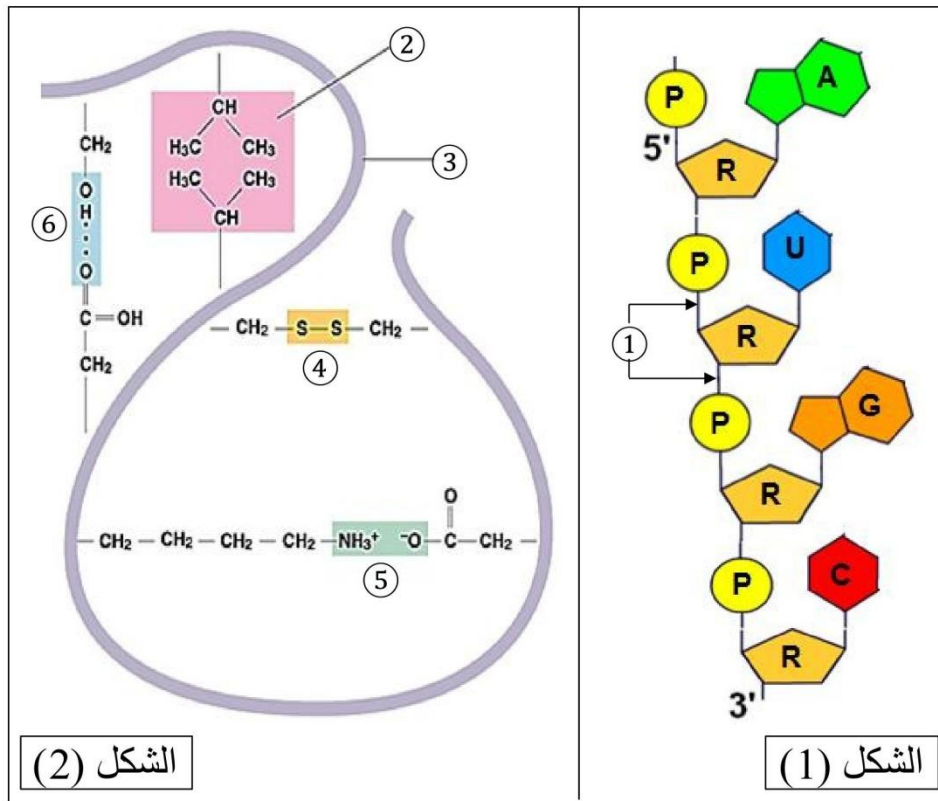


الموضوع التدريبي الثاني - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

تركب الخلية بروتينات متنوعة ذات أهمية بالغة في العضوية مثل الإنزيمات التي تعتبر جزيئات وظيفية عالية التخصص، غير أن نشاطها يتأثر بتغيرات ظروف الوسط مثل الحرارة و الحموضة.

- يمثل الشكلان (1) و (2) من الوثيقة على الترتيب جزءا من بنية تظهر في هيولى الخلية في فترة تركيب البروتين فقط ، و جزءا من إنزيم وظيفي .



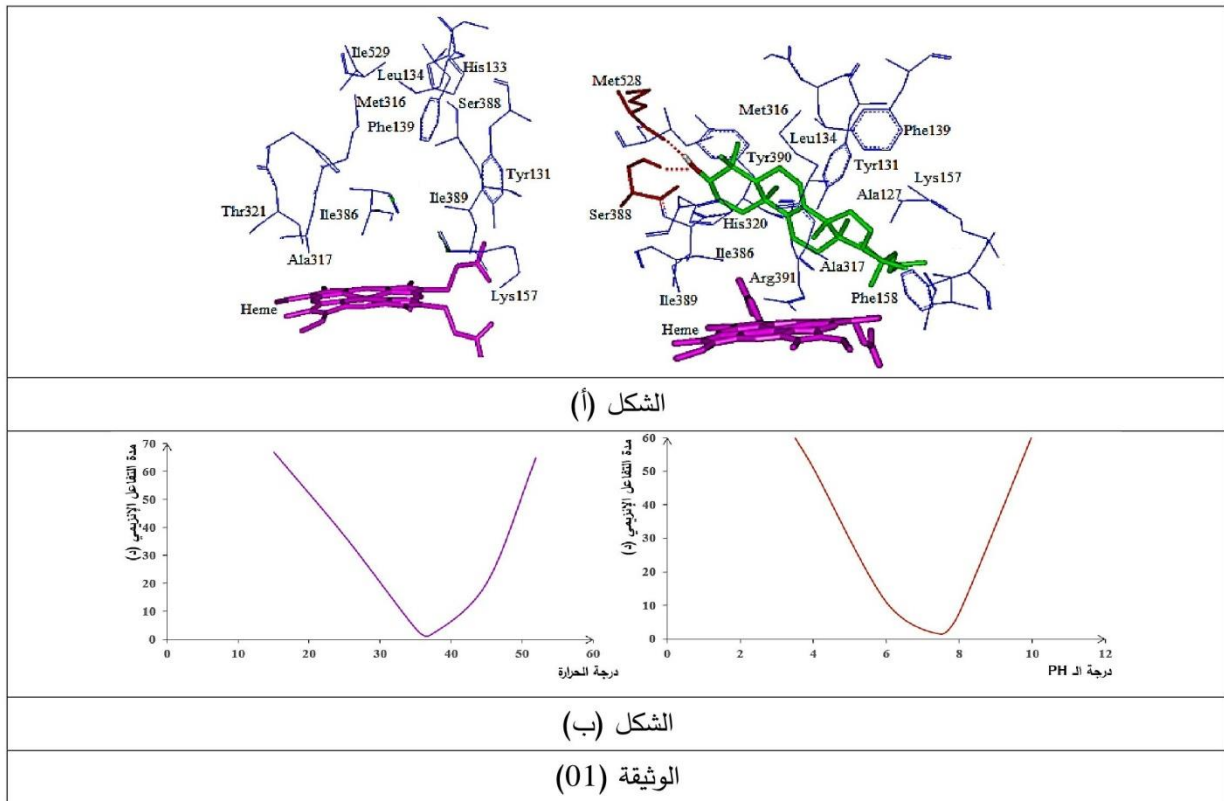
- 1- تعرّف على البنيتين الممثلتين بالشكلين (1) و (2) و الهيئات المشار إليها بالأرقام . ثم قدّم رسما تخطيطيا يحمل البيانات الضرورية للآلية التي تسمح بتشكيل البنية الممثلة في الشكل (1) .
- 2- بالاعتماد على الوثيقة و باستغلال معارفك، اكتب نصا علميا تبين فيه العلاقة بين البنيتين الممثلتين في الشكلين (1) و (2) مبرزاً أن تخصص الإنزيم مرتبط أساسا ببنية الجزيئة الممثلة بالشكل (1) و اشرح تأثيره بشروط الوسط.

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

الإنزيمات عبارة عن وسائط حيوية تلعب أدوار مهمة ومختلفة داخل العضوية ، كما أن النشاط الإنزيمي يتأثر إما سلباً أو إيجاباً بعوامل مختلفة .

الجزء الأول:

يتميز الغشاء الهولي بتنوع مكوناته من بينها مادة الكوليسترول عند الخلية الحيوانية، يعمل إنزيم α - 14 دي ميثلاز (14 α -Demethylase) على تركيبه انطلاقاً من مادة أولية تعرف بـ "Lanosterol" والتي يحولها إلى "Ergosterol" في حالة خلية بكتيرية أو فطر . من أجل معرفة العلاقة بين هذا الإنزيم ومادة تفاعله والعوامل المتحكم في نشاطه نقترح عليك الوثيقة (01)، حيث يمثل الشكل (أ) جزء من البنية الفراغية له في وجود وغياب مادة تفاعله، بينما يمثل الشكل (ب) تأثير كل من درجة الحرارة والـ PH عليه.



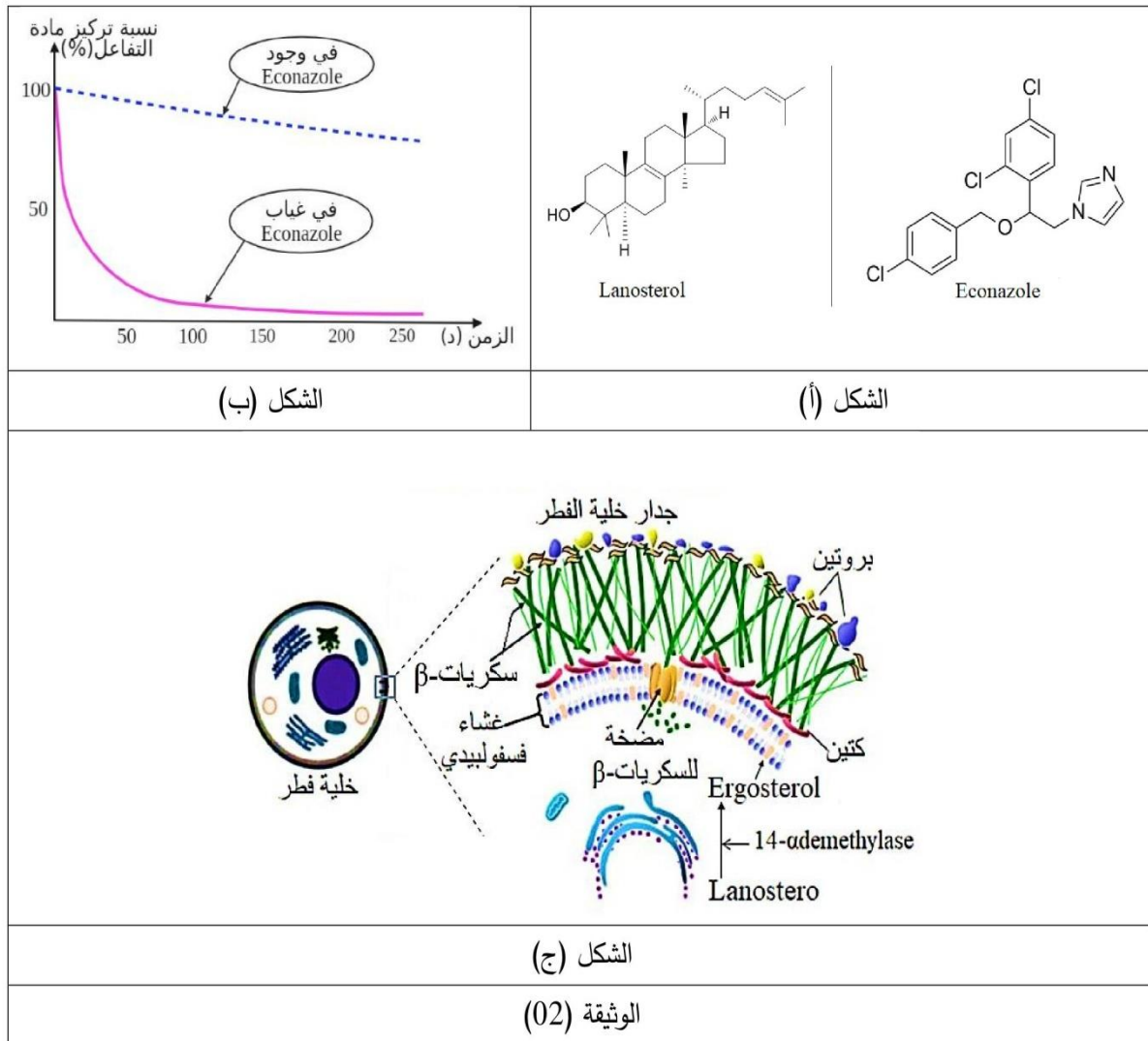
انطلاقاً من الوثيقة (01):

- 1- بين العلاقة بين الإنزيم ومادة تفاعله مبرزاً مميزات الإنزيم الموضحة في الوثيقة.
- 2- قدم دراسة تفسيرية لتأثير كل من درجة الحرارة والـ PH على نشاط الإنزيم المدروس ثم نمذج العلاقة بين الإنزيم ومادة تفاعله في درجة حرارة 50° م و PH = 4.

الجزء الثاني:

سعفة القدم أو القدم الرياضي هو مرض فطري يصيب الجلد، يعتبر فطر *Candida Albicans* أحد المسببين له، يكون الرياضيون أكثر عرضة للإصابة به لأن أقدامهم معرضة لارتفاع درجة حرارتها ورطوبتها، مما يستدعي منهم زيارة الطبيب إذ يصف لهم في أغلب الحالات أدوية من عائلة "Azoles" والتي نجد من بينها الايكونازول "Econazole".

لمعرفة سبب وصف الطبيب لهذا الدواء وآلية علاجه لسعفة القدم نقترح عليك الوثيقة (02)، حيث يمثل الشكل (أ) التركيب الكيميائي لكل من جزيئة "Lanosterol" وجزيئة "Econazole" والشكل (ب) يمثل تركيز "Lanosterol" في وجود وغياب "Econazole"، بينما يبين الشكل (ج) آلية تحويل مادة "Lanosterol" إلى "Ergosterol".



1- بالاعتماد على الوثيقة (02) وباستدلال علمي منطقي ناقش شرح الطبيب لأحد الرياضيين سبب تقديمه وصفة "Econazole" بهدف علاجه من سعفة القدم.

2- مما توصلت إليه ومعلوماتك لخص في فقرة مفهوم الإنزيم مبرزاً مختلف العوامل المؤثرة على سرعة نشاطه.

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

الانزيمات هي محفزات بيولوجية نوعية . الكثير من التفاعلات الكيميائية تحدث على مستوى العضوية . نهدف من خلال هذه الدراسة التعرف على بعض خصائصها وشروط عملها .

الجزء الأول:

يحفز انزيم الاميلاز تفاعل إماهة جزيئات النشاء , بينما انزيم الببسين الذي يركب من قبل المعدة , يشارك في إماهة الجزيئات الغذائية الكبيرة إلى مغذيات قابلة للانحلال . تهدف التجربة التالية إلى تحديد ما إذا كان انزيم الاميلاز والببسين يمكنهما تحفيز إماهة نفس الركائز .

البروتوكول التجريبي:

نستعمل في هذه التجربة المواد التالية : البومين البيض (بروتين) , مسحوق النشاء , الاميلاز , الببسين وحمض مخفف .

نحضر 6 أنابيب اختبار لتحضير الخلطات كما هو مبين في الشكل (أ) من الوثيقة 1 (4مل من الركيزة + 20قطرة من محلول انزيمي أو الماء) .

توضع الانابيب في حمام مائي درجة حرارته 35 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة تقريبًا .

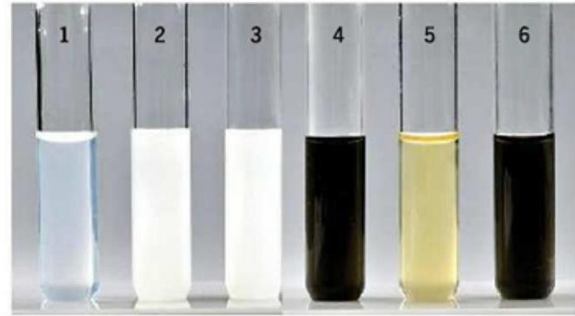
في نهاية التجربة , نضيف قطرة من ماء اليود إلى الانابيب 4 و 5 و 6 .

ملاحظة : الببسين يعمل في وسط حامضي فقط , نضيف بضعة قطرات من حمض مخفف إلى الانابيب 1 و 2 و 3 لخفض قيمة PH .

النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (2) من نفس الوثيقة .

| الانابيب | المحتوى |
|----------|------------------------------|
| 1 | البومين البيض + الببسين |
| 2 | البومين البيض + الاميلاز |
| 3 | البومين البيض + الماء المقطر |
| 4 | نشاء + الببسين |
| 5 | نشاء + الاميلاز |
| 6 | نشاء + ماء مقطر |

الشكل-أ



الشكل-أب

الوثيقة 1

1 - علل البروتوكول التجريبي المقترح .

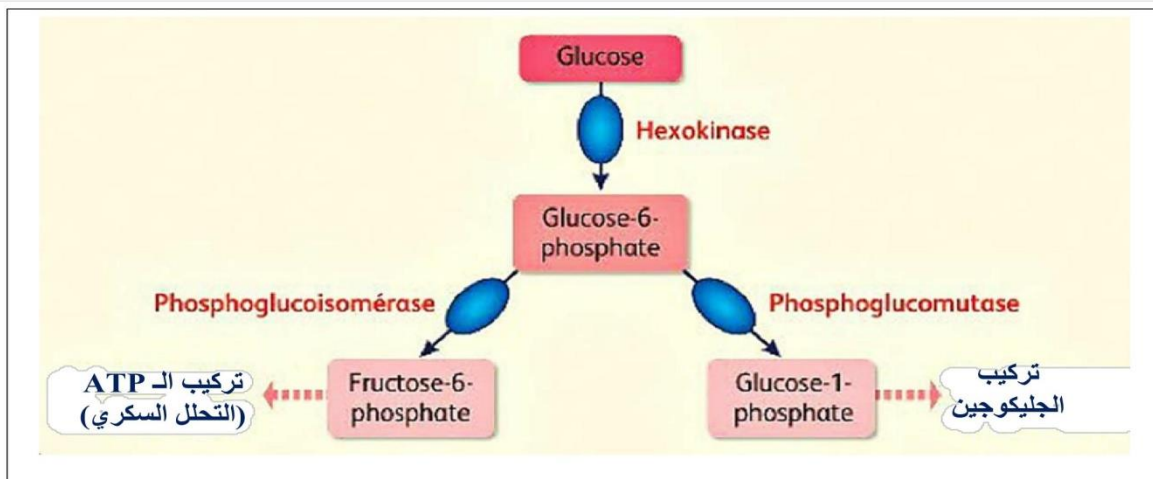
2 - حلل نتائج هذه التجربة .

الجزء الثاني:

في الخلايا ، يتم تحويل الجلوكوز بسرعة إلى الجلوكوز 6 فوسفات (G6P) . تمثل الوثيقة 2 مصير الجلوكوز 6 فوسفات داخل الخلية .

الجلوكوز 6 فوسفات هو ركيزة لانزيمين : فوسفوجلوكوميلاز (phosphoglucomutase) وفوسفوجلوكوايزوميراز (phosphoglucoisomérase) .

1 - انطلاقا من دراسة معطيات الوثيقة 2 , استخرج خاصية مميزة للانزيمات مع التعليل .



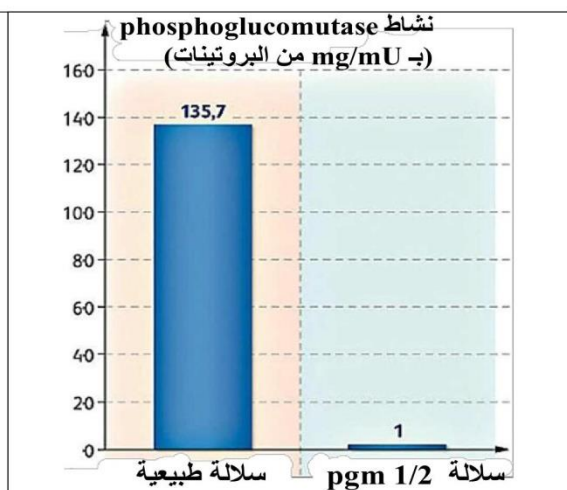
الوثيقة 2

يوجد سلالتان من الخميرة $pgi1$ و $pgm 1/2$, طافرة على مستوى المورثة المشفرة على الترتيب لانزيم phosphoglucisomérase وانزيم phosphoglucomutase. ندرس قدرة السلالتين الطافرتين على انجاز مختلف التفاعلات الكيميائية لتحويل جلوكوز 6 فوسفات. ساعتان قبل القياسات , توضع الخميرة في وسط يحتوي على الجلوكوز كمصدر للكربون. يتم قياس النشاط الانزيمي على مستخلصات خلوية تم الحصول عليها من سحق الخميرة . يمثل الشكل (أ) من الوثيقة 3 التراكيز الخلوية لبعض المواد الايضية عند سلالة الخميرة الطبيعية والطافرة $pgi1$. بينما يمثل الشكل (2) من نفس الوثيقة نشاط انزيم phosphoglucomutase عند سلالة الخميرة الطبيعية وعند السلالة الطافرة $pgm 1/2$.

| التركيز داخل خلوي (ml/nmol من المادة الجافة) | | الجزينات |
|--|------------------|-------------------|
| الطافرة $pgi1$ | السلالة الطبيعية | |
| 76.20 | 2.07 | جلوكوز-6- فوسفات |
| < 0.10 | 0.43 | فراكتوز-6- فوسفات |
| 0.87 | 5.30 | ATP |

الشكل-أ

الوثيقة 3



الشكل-ب

- 2 - حلل نتائج الشكلين (أ) و (ب) . ماذا تتوقع بالنسبة لتراكيز الخلوية للمواد الايضية : الجلايكوجين , ATP , فراكتوز-6-فوسفات والجلوكوز-1-فوسفات المقاسة بعد نهاية التجربة عند السلالة $pgm 1/2$ ؟
- 3 - كيف تفسر عدم فعالية الانزيم الطافر .

الجزء الثالث:

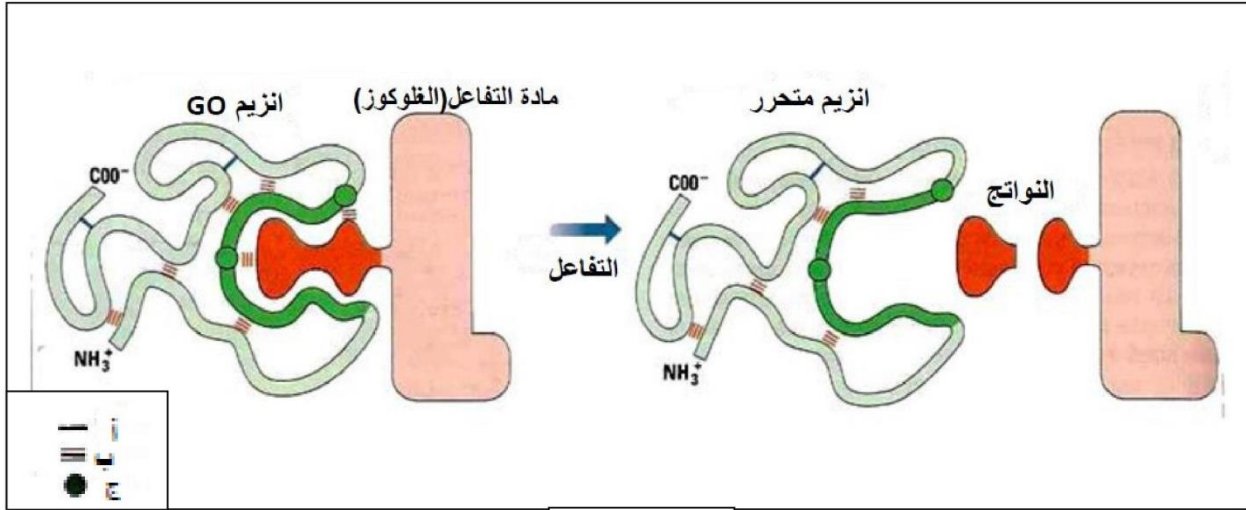
بتوظيف المعلومات التي توصلت اليها ومعارفك المكتسبة , اقترح رسم تخطيطي تفسيري تبرز فيه العلاقة بين البنية الفراغية للبروتين (كمثال انزيم الاميلاز) وتخصصه الوظيفي .

انتهى الموضوع 2 ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

الموضوع التدريبي الثالث - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

تلعب الإنزيمات دوراً أساسياً في التفاعلات الكيميائية التابعة لمختلف النشاطات الأيضية الحيوية للخلية من هدم و بناء. و لإظهار العلاقة الموجودة بين الإنزيم و مادة التفاعل نقترح عليك الوثيقة التالية التي توضح عمل إنزيم غلوكوز أوكسيداز GO الذي يحفز أكسدة الغلوكوز في وجود الأكسجين.

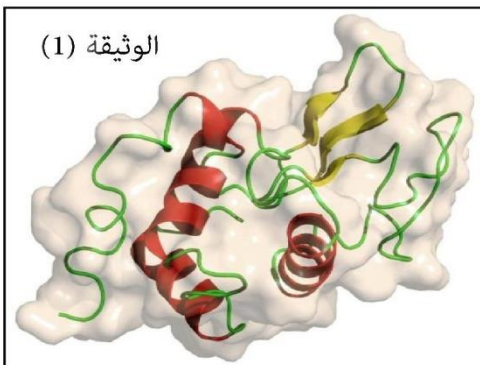


الوثيقة (1)

- 1- قدم مفهومًا للإنزيم، ثم تعرف على العناصر أ، ب، ج، مع تحديد دور كل عنصر.
- 2- من خلال ما توضحه الوثيقة و معلوماتك المكتسبة، لخص في نص علمي العلاقة الموجودة بين الإنزيم و مادة التفاعل مبرزاً مفهوم المحفز الحيوي النوعي و خصائص الإنزيم التي أدت إلى تشكل النواتج.

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

الجزء الأول :- تلعب الإنزيمات دوراً فعالاً في حياة الكائنات الحية نظراً لتخصصها الوظيفي و لإبراز



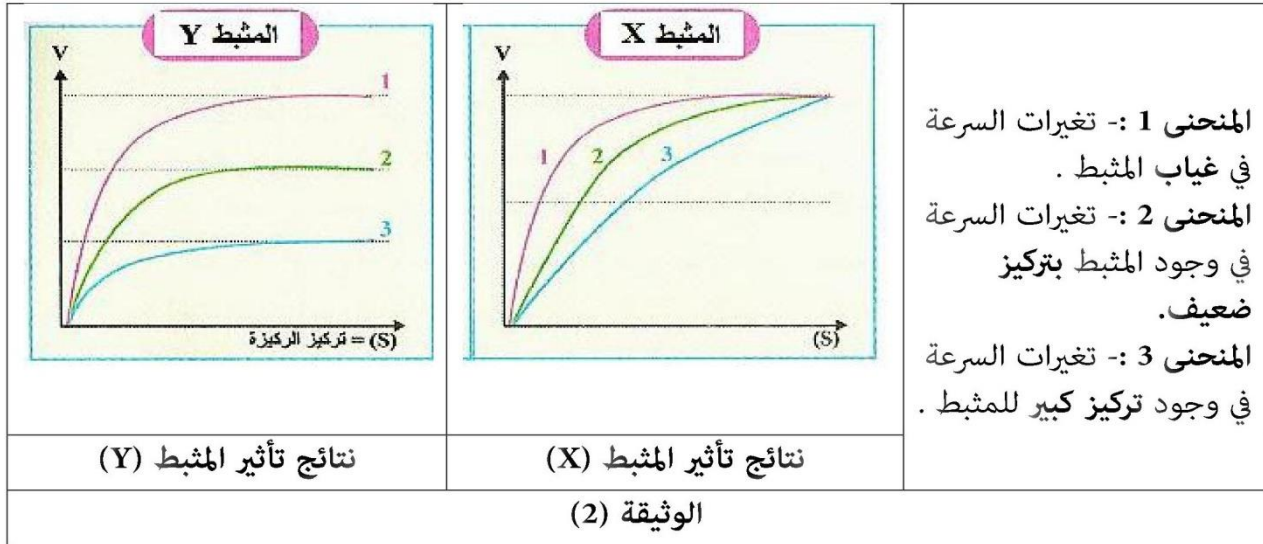
- العلاقة بين الإنزيم وتخصصه الوظيفي ، نقترح عليك الوثيقة (1) والتي تبرز البنية الفراغية لإنزيم الليزوزيم Lysozyme الفعّال الذي يفتك جدران الخلايا البكتيرية و التي تفرزه الخلايا في مختلف سوائل الجسم .
- 1- ما نوع التمثيل المستعمل في هذه الحالة .
 - 2- ما هي بنية هذا الأنزيم مع التعليل .

3 :- توجد عدة أنزيمات طافرة منها Lys 124 و Lys 35

حيث أن الطفرة نتج عنها استبدال الأحماض الأمينية 35 و 124 على التوالي بأحماض أمينية أخرى ، و عند تتبع نشاط هذين الأنزيمين وجد أن Lys 124 يعمل بنفس كفاءة الأنزيم الطبيعي بينما Lys 35 نشاطه منعدم .

- فسر اختلاف نشاط الأنزيمين .

الجزء الثاني :- يتواجد في الأوساط الحيوية التي تعمل فيها الأنزيمات مركبات كيميائية تدعى (المثبطات) و التي تعمل على تغيير حركة التفاعلات الأنزيمية . تمثل الوثيقة (2) تأثير نوعين من المثبطات على النشاط الأنزيمي.

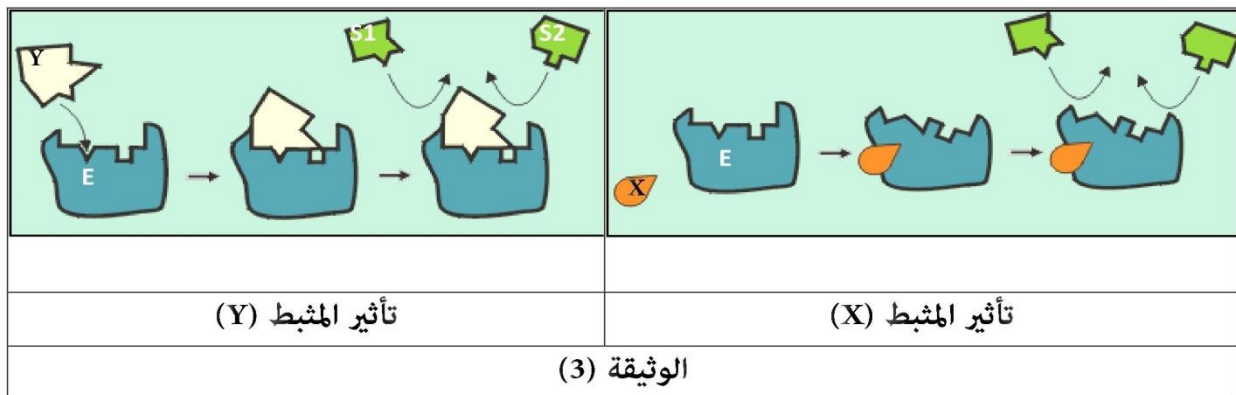


1 :- حلل نتائج تأثير المثبط (Y) .

2 :- فسر تغيرات السرعة الابتدائية (V_i) في حالة وجود المثبط (X) .

3 :- اقترح فرضية تفسر بها تأثير المثبطين (X) و (Y) على النشاط الأنزيمي .

4 :- تمثل الوثيقة (3) تأثير النوعين من المثبطات على النشاط الأنزيمي و ما أهميتها التطبيقية.



علما أن المثبطات تصنف إلى نوعين :- مثبطات تنافسية و أخرى لا تنافسية .

1:- تأكد من صحة الفرضية مع التعليل .

2 :- اعتمادا على هذه المعطيات ، استنتج نوع المثبطات X و Y على عمل الأنزيم و أهميتها التطبيقية .

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

مرض فابري (LA MALADIE DE FABRY)

توماس نادولسكي شاب عمره 25 سنة مصاب بمرض فابري الذي سبب له عدم تطور اغلب أعضاء جسمه لذلك فهو يبدو كطفل عمره 12 سنة يعاني اضطرابات هضمية وعقلية كما يعامله افراد عائلته كطفل صغير.



يعتبر مرض فابري نادرا وهو ناتج عن خلل في الايض الخلوي عند الأطفال ويتميز هذا المرض على المستوى الخلوي بتراكم globotriaosylcéramide (جلوبو تريا اوزيلسيراميد) في الخلايا ، يبدى هذا المرض عدة اختلافات للمورثات (مئات من الطفرات الممرضة والخطيرة) و فئة الرجال هم الأكثر عرضة لهذا المرض , كما ان هناك طفرات تؤدي الى ظهور مرض الفابري الكلاسيكي المبكر و الخطير بينما هناك طفرات أخرى تسبب ظهور مرض متأخر و خفيف .

الجزء الأول

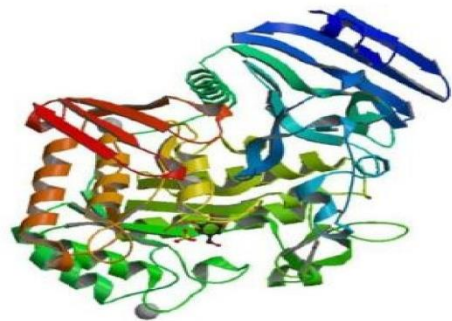
الوثيقة 01 كيفية تأثير انزيم α -غلاكتوزيداز (α -galactosidase)

جلوبو تريا اوزيلسيراميد + ماء α -gal ← لاكتوزيل سيراميد + غلاكتوز

الوثيقة 02 بنية انزيم α -غلاكتوزيداز-

(α galactosidase)

الشكل الفراغي للموقع الفعال للأنزيم محدد بعدة بنيات وريقيه.



الوثيقة 03 جدول مقارنة بين نشاط انزيم α -

غلاكتوزيداز (α -galactosidase) عند 3 فئات من الأشخاص

| شخص سليم | شخص مصاب بفابري المتأخر | شخص مصاب بفابري المتقدم | الفئات المدروسة |
|----------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| ++++ | + | - | نشاط الانزيم |

التعليمات:

01* حدد المستوى البنائي لإنزيم α -غلاكتوزيداز انطلاقا من الوثيقة (01) . مع التعليل.

02* بالاعتماد على المعطيات المقدمة في هذا الجزء . اقترح فرضية تفسر بها أصل مرض فابري.

الجزء الثاني

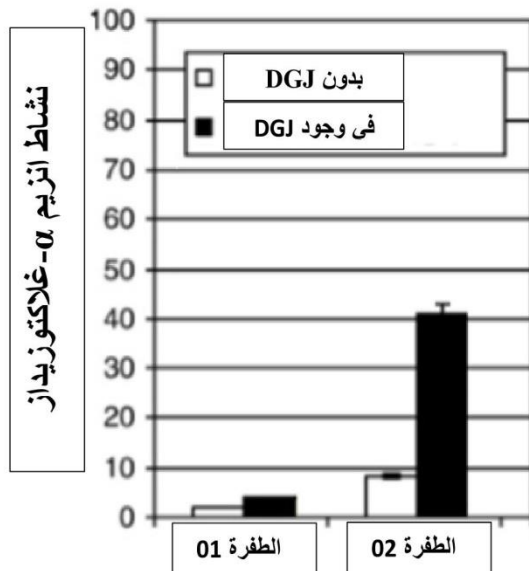
في اطار البحث عن الطرق العلاجية لهذا المرض طور العلماء دواء جزيئي يدعى- DGJ (1désoxygalactononjirimycine-) ولغرض ابراز كيفية تأثيره نقدم لك الوثيقتين التاليتين:

الوثيقة 05

اختبار فعالية العلاج ب: DGJ على خلايا محولة وراثيا لها بنيات وريقة مخربة لانزيم α -غلاكتوزيداز

1-الخلايا بها طفرة 01 قريبة من الموقع الفعال.

2-الخلايا بها طفرة 02 بعيدة عن الموقع الفعال.



الوثيقة 04

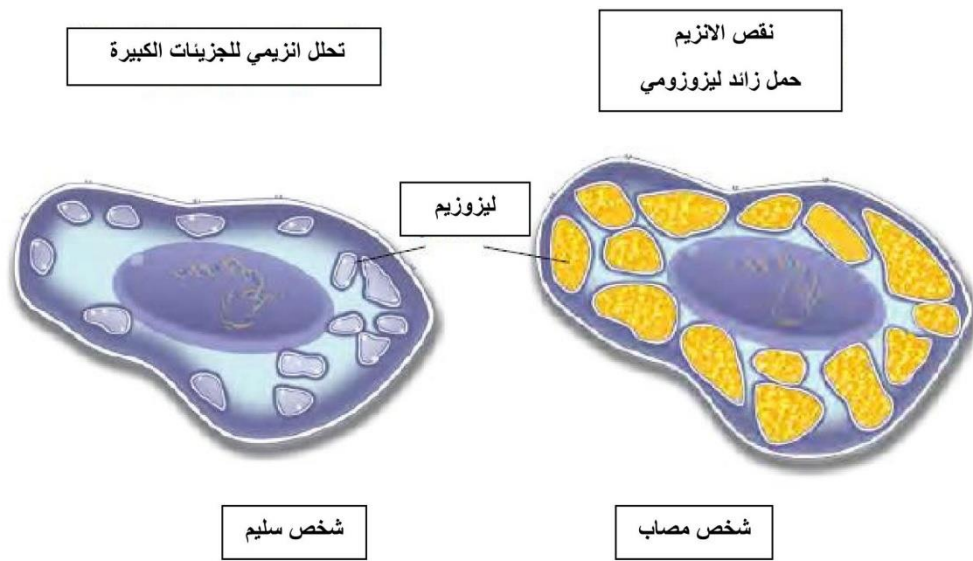
ان DGJ مادة صيدلانية مساعدة يهدف استعمالها الى تغيير البنية الفراغية لبروتينات α -غلاكتوزيداز الطافرة وتصحيح جزيئي للورقات المخربة.

* بناءً على ما سبق وباستغلال الوثائق (04) و(05) و معارفك تأكد من مدى صحة الفرضية السابقة، ثم ناقش فعالية العلاج ب DGJ في حالة مرض فابري.

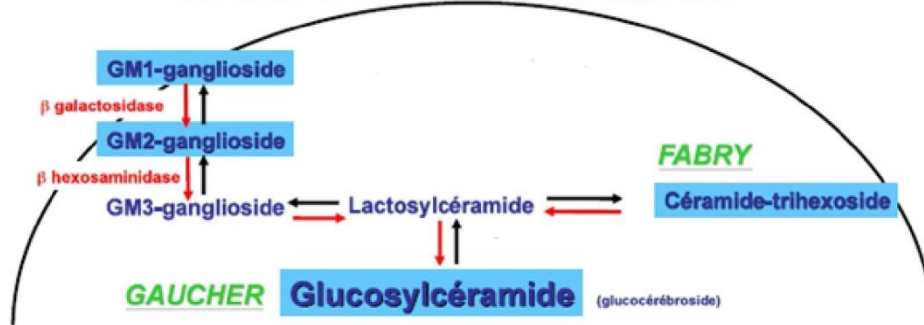
الجزء الثالث

مرض فابري هو حالة وراثية نادرة ، ويقدر أنها تؤثر على واحد من كل 40.000 شخص. ينتج عن نقص إنزيم α -galactosidase A، الذي يؤدي غيابه إلى تراكم الدهون غير الطبيعية في الخلايا ، (céramide trihexoside) = glycosphingolipids (GL3).

تتراكم هذه الدهون في الليزوزومات (عضيات صغيرة تشارك في استقلاب الخلية). لذلك فإن مرض فابري هو أحد أمراض الحمل الزائد لليزوزومي. يفسر الحمل الزائد للخلايا البطانية (الخلايا المبطنة لتجويف الأوعية الدموية) للأعصاب والأوعية الدموية الصغيرة والجهاز الهضمي والكلى والقلب والدماغ، العلامات الرئيسية للمرض الذي يظهر في مرحلة الطفولة أو في الشباب.



Métabolisme des glycolipides



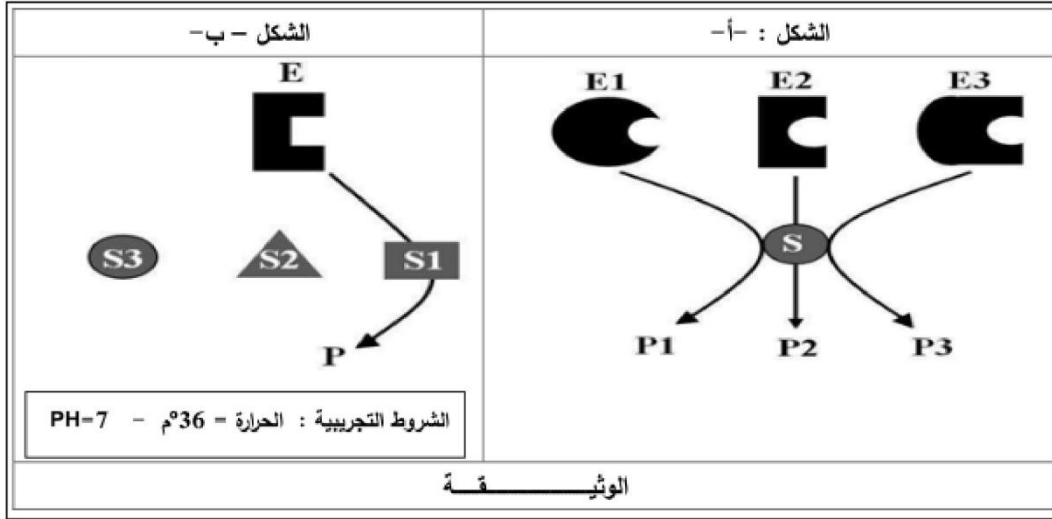
* انطلاقاً من المعلومات التي توصلت إليها في هذه الدراسة و معطيات الجزء الثالث انجز نصاً علمياً يتضمن ما يلي:
- شرح أصل مرض فابري - تفسير أعراض المرض.

انتهى الموضوع 3 ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

الموضوع التدريبي الرابع - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

تتطلب التفاعلات الأيضية في العضوية تدخل وسائط حيوية لدراسة البعض من خصائص هذه الوسائط نقدم الوثيقة الموالية:



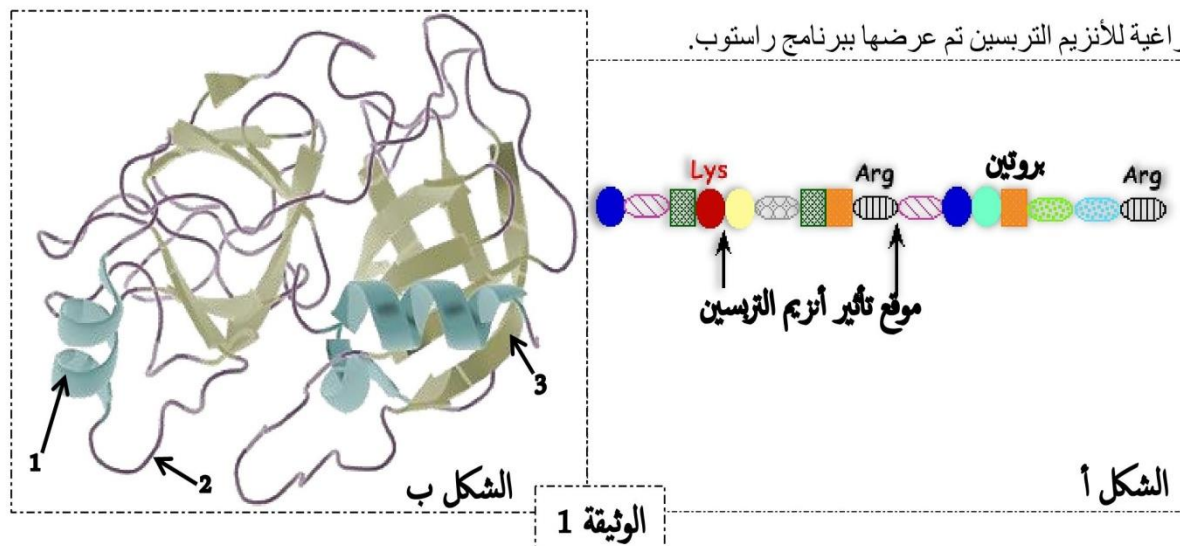
- 1 - اذكر خصائص الإنزيم التي يوضحها شكلي الوثيقة ، ثم قدم نمذجة للتفاعل الحاصل في الشكل (ب) حسب الظروف التالية : (درجة الحرارة 2° م , pH 7) و (درجة الحرارة 36° م , pH 12)
- 2- اشرح في نص علمي دور الموقع الفعال في التخصص الوظيفي للوسائط الحيوية، مبرزاً تأثير العوامل المدروسة على هذا النشاط.

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

يتم تحلل البروتينات أو الببتيدات إلى قطع بيبتيديّة صغيرة بواسطة أنزيمات البروتياز مثل أنزيم التربسين، نريد الإجابة على المشكل العلمي التالي : هل الأحماض الأمينية الموجودة داخل الموقع الفعال للأنزيم البروتياز هي مصدر وظيفته النوعية ؟.

الجزء الاول

أنزيم التربسين يتم إفرازه من طرف الخلايا البنكرياسية على شكل تربسينوجين (أنزيم خامل) يعمل هذا الانزيم على تحليل الرابطة البيبتيدية من الجهة الكربوكسيلية للحمضين الاميني ليزين و أرجنين، الوثيقة (1-أ) توضح ذلك بينما الوثيقة (1-ب) فتبين البنية الفراغية للأنزيم التربسين تم عرضها ببرنامج راستوب.



- 1- تعرف** على البيانات المرفقة من 1 الى 3 للوثيقة (1-ب) ثم **بين** سبب وجود أحماض أمينية متقاربة لها أرقام متباعدة في أنزيم التربسين الوظيفي.
- 2- استخرج** من الوثيقة (1-أ) الخاصية الوظيفية التي يتميز بها أنزيم التربسين ثم **قدم** مفهومًا دقيقًا للأنزيم.

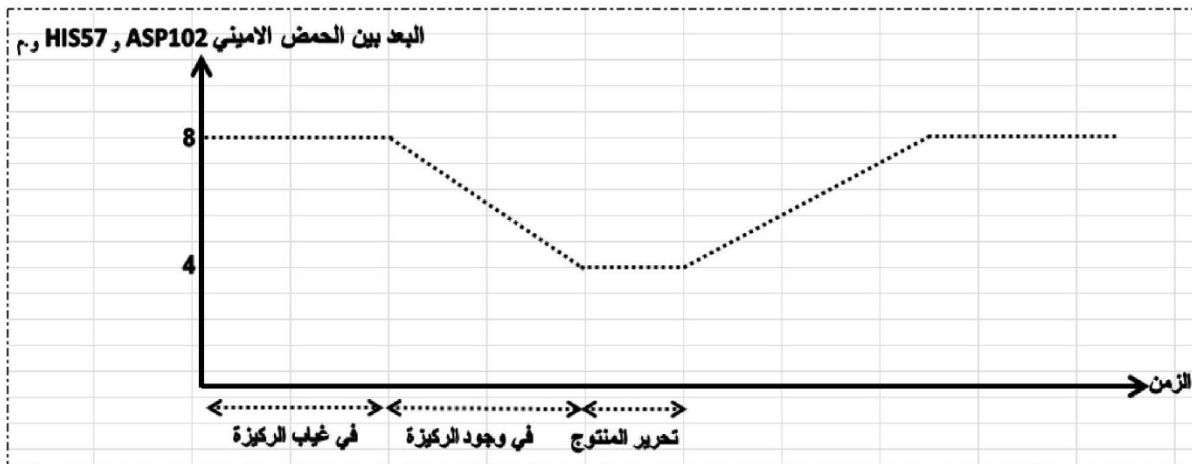
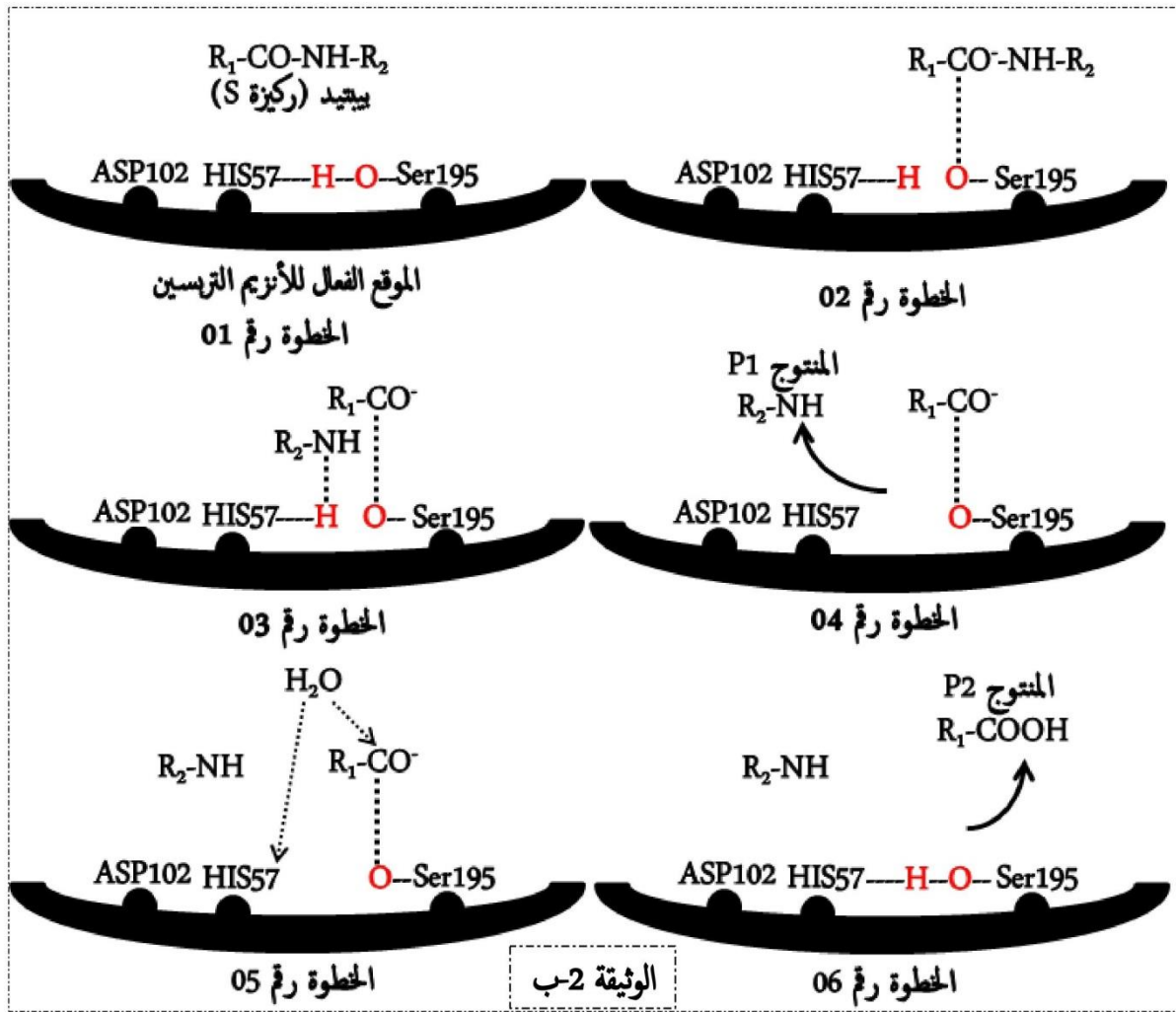
الجزء الثانى

للإجابة على المشكلة المطروحة في التمرين تم دراسة النشاط الأنزيمي للأنزيم التربسين، نقترح عليك المعطيات العلمية التالية :

توضح الوثيقة (2-أ) نتائج امأهة الببتييد في حالة أنزيم طبيعي و في حالة أنزيم طافر بينما الوثيقة (2-ب) توضح مراحل التفاعل الأنزيمي للأنزيم التربسين الطبيعي، أما الوثيقة 3 فتبين نتائج محصل عليها للنشاط أنزيم التربسين في غياب و في وجود الركيزة.

| | | |
|--------------------|--|--|
| أنزيم تربسين طبيعي | بنية فراغية مستقرة, اماهة شديدة للبيبتيد | |
| أنزيم تربسين طافر | طفرة خارج الموقع الفعال | بنية فراغية غير مستقرة, اماهة ضعيفة للبيبتيد |
| | طفرة باستبدال أحد الاحماض الامينية التالية : Asp102/His57/Ser195 | عدم اماهة البيبتيد |

الوثيقة 2-أ



1- فسر نتائج الوثيقة 2.

2- مستغلا الوثيقة 3 و 2 قدم اجابة ملخصة للمشكلة العلمية المطروحة انطلاقا مما توصلت اليه من هذه الدراسة.

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

تعمل الانزيمات على سير التفاعلات في الأنظمة الحية و تمتاز بالفعالية و السرعة بالإضافة الى التخصص الكبير في العمل مما يجعلها مركبات ذات أهمية كبيرة

I. عند قطع تفاحة و تركها معرضة للهواء يتحول لون سطحها الى اللون البني و يتغير قوامها , يحدث هذا في

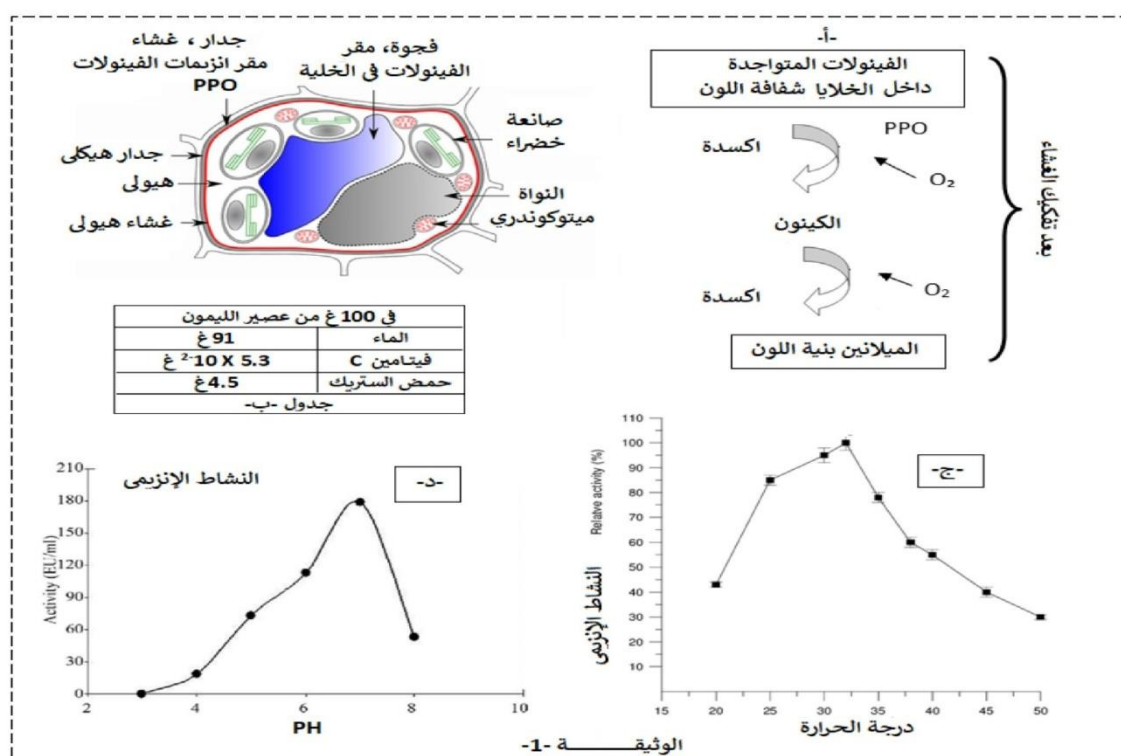


ظاهرة تعرف بالاسمرار الإنزيمي Brunissement enzymatique لفهم هذه الظاهرة نقترح عليك الدراسة الآتية :

تتميز الخضر و الفواكه باحتوائها على مركبات تعرف بالفينولات تتواجد داخل فجوات الخلايا بينما يتواجد انزيم بوليفينول اكسيداز PPO المسؤول عن اكسدةها خارجها , يفصل بينهما جدار و غشاء رقيق فعند قطع التفاح مثلاً يتم كسر او تفكيك الغشاء و يبدأ الإنزيم في التفاعل مع الفينولات كما هو موضح في الوثيقة (01 / أ) التي تبين مراحل الاسمرار الإنزيمي .

ينصح عادة إثر قطع التفاح بإضافة عصير الليمون للجزء المعرض للهواء للحد من ظاهرة الاسمرار الإنزيمي تظهر الوثيقة (01/ب) جدول يبين بعض المكونات الكيميائية للليمون .

كما يظهر كل من الشكلين (ج , د) النشاط الإنزيمي لإنزيم PPO لنبات البرقوق بدلالة تغيرات في درجة pH الوسط و كذا درجة الحرارة .



1. بعد تحليلك للوثيقة 01 اقترح فرضية او فرضيات تفسر فيها سبب استعمال عصير الليمون للحد من ظاهرة الاسمرار الإنزيمي .

II. لفهم الية تأثير عصير الليمون على ظاهرة الاسمرار الانزيمي ننجز التجارب التالية :

التجربة 01 : نأخذ 3 علب بيترى بحيث :

في العلبة الأولى : قطع من التفاح تترك في الهواء

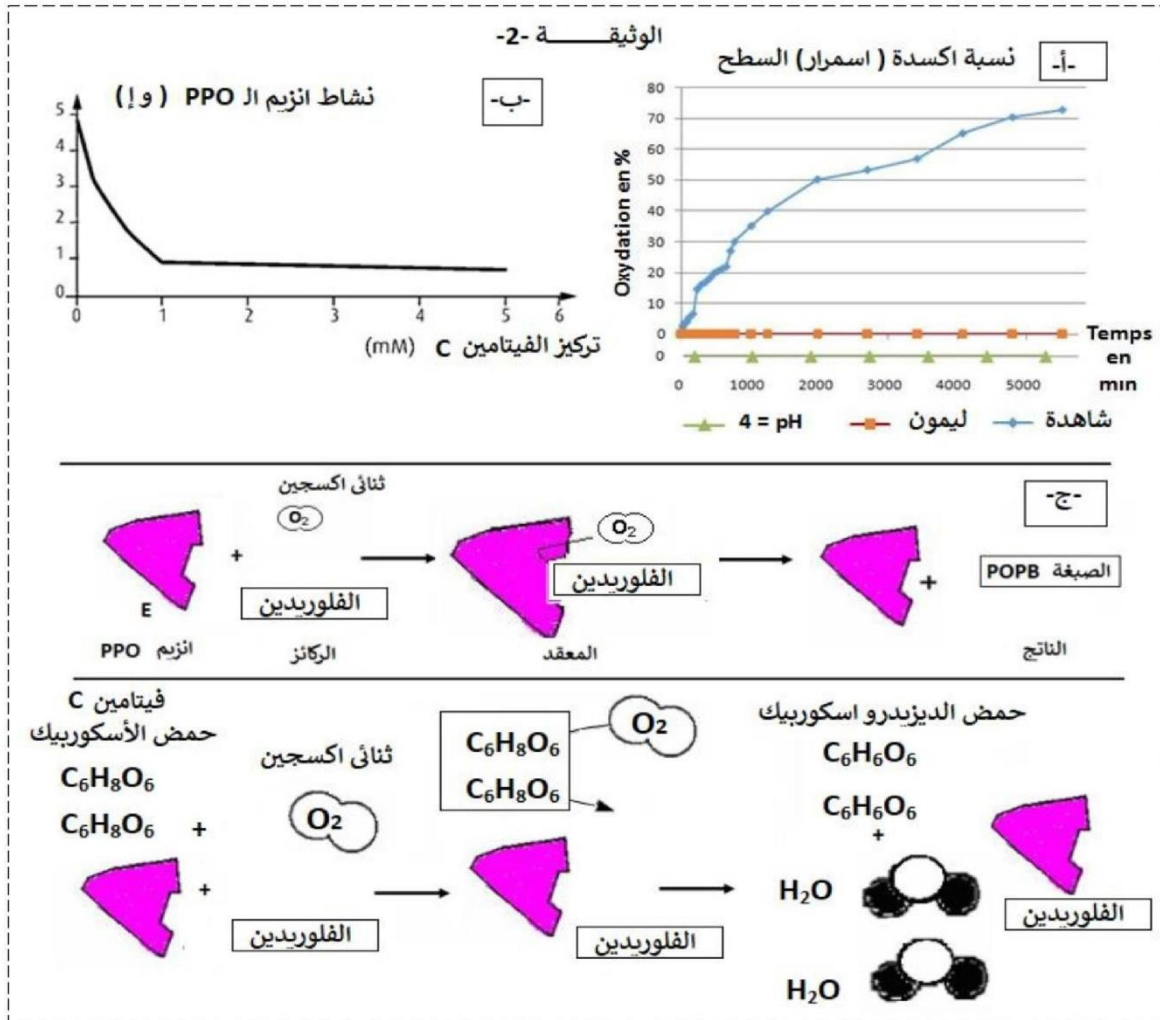
في العلبة الثانية : قطع من التفاح + عصير الليمون تترك للهواء

في العلبة الثالثة : قطع من التفاح + سائل درجة حموضته تقدر بـ 4 تترك للهواء

تم قياس النسبة المئوية لسطح التفاح المؤكسد النتائج مدونة في الوثيقة (2 - أ)

التجربة 02 : تم قياس نشاط انزيم PPO في وجود الفيتامين C الذي يعرف أيضا بإسم حمض الاسكوربيك المتواجد في الليمون النتائج موضحة في الوثيقة (2- ب) .

بينما تمثل الوثيقة 2-ج نمذجة لتفاعل انزيم PPO في غياب الفيتامين C و في وجوده علما أن الفلوريدين نوع من أنواع الفينولات وهي خاصة بالتفاح .

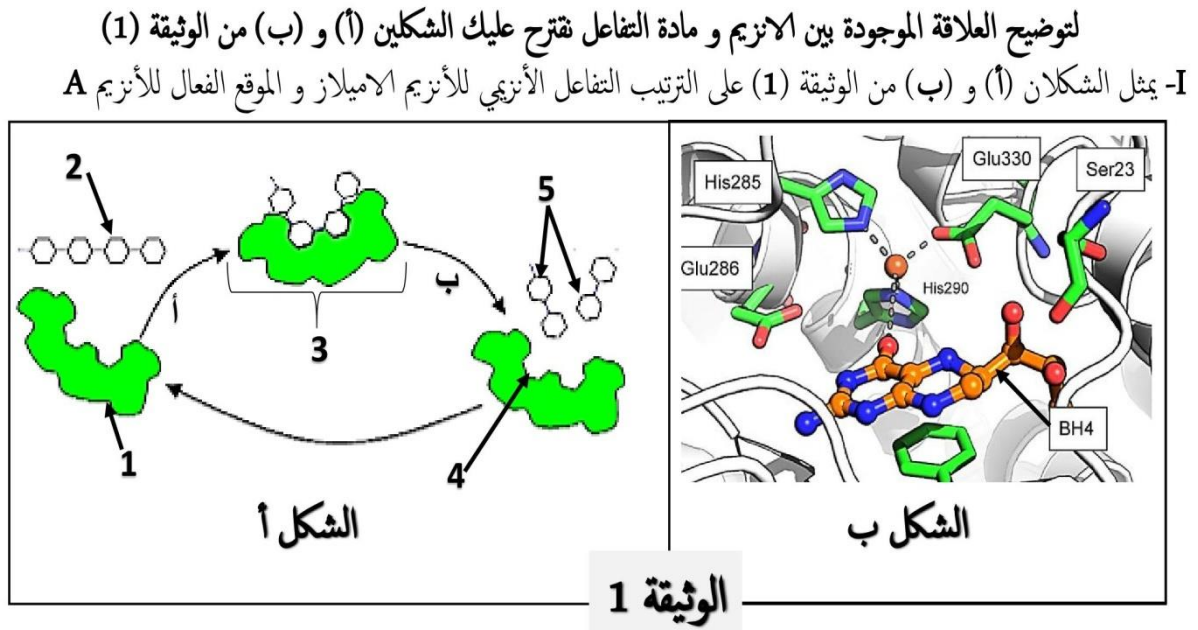


1. من خلال دراستك للوثيقة (2-أ) وضع العلاقة بين النشاط الانزيمي لانزيم PPO و نسبة الاسمرار
2. من خلال الوثيقة 02 و معلوماتك المكتسبة بين تأثير الفيتامين C على ظاهرة الاسمرار مصادقا على الفرضية الصحيحة .
- III. نمذج بدقة تأثير الحرارة و الحموضة على النشاط الإنزيمي في رسم متقن عليه كافة البيانات

انتهى الموضوع 4 ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

الموضوع التدريبي الخامس - المنصة العلمية -

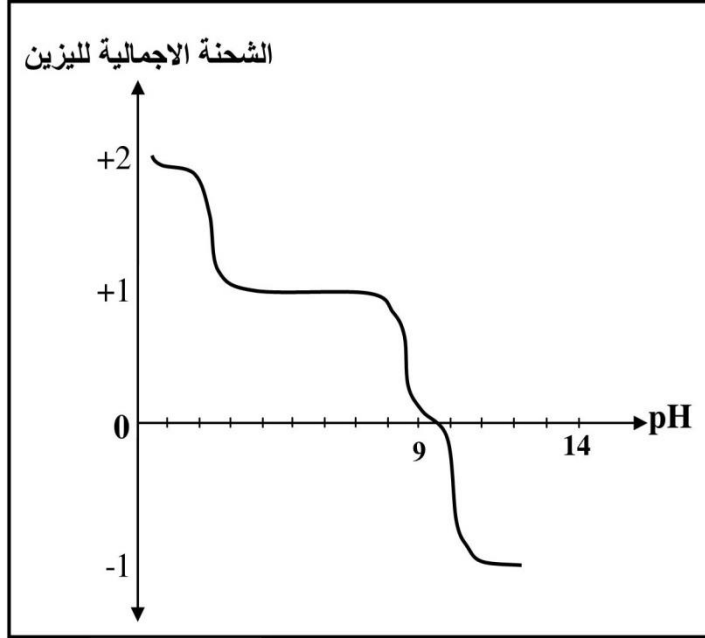
التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :



- 1- قدم مفهوما للأنزيم، ثم تعرف على البيانات المرقمة من 1 الى 5 و على الاحرف (أ) و (ب)
- 2- بالاعتماد على الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (1) و معلوماتك المكتسبة ، لخص في نص علمي العلاقة بين العنصرين 1 و 2 مبرزاً مفهوم المحفز الحيوي النوعي و خصائص الانزيم التي أدت الى تشكل العنصر 5 من الوثيقة (1).

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

الجزء 1 : تدخل المعطيات التجريبية التالية في إطار دراسة خصائص الأحماض الأمينية .



أنجزت دراسة تجريبية لسلوك

الحمض الأميني " الليزين "

(Lys) وذلك من أجل تحديد

شحنته الإجمالية في أوساط

متغيرة الـ pH .

النتائج المحصل عليها ممثلة في

الوثيقة (1) .

1- مثل الأشكال الشاردية لهذا

الحمض الأميني في أوساط

الـ pH التالية :

pH= 1 •

pH= 7 •

pH= 12 •

2- انطلاقا من الوثيقة (1) استخرج قيمة pHi للليزين مع التعليل .

نذكر : $R(Lys) = (CH_2)_4 - NH_2$

الجزء 2 :

يتمثل النشاط الخلوي في العديد من التفاعلات الكيميائية الأيضية حيث تلعب الإنزيمات دورا أساسيا في تحفيز هذه التفاعلات الحيوية.

تمثل منحنيات الشكل "أ" من الوثيقة (2) حركية تفاعل إنزيمي في وجود المالتوز أو السكرورز باستعمال إنزيم "المالتاز" الذي يحفز التفاعل الآتي:

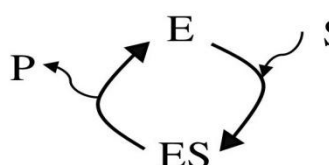
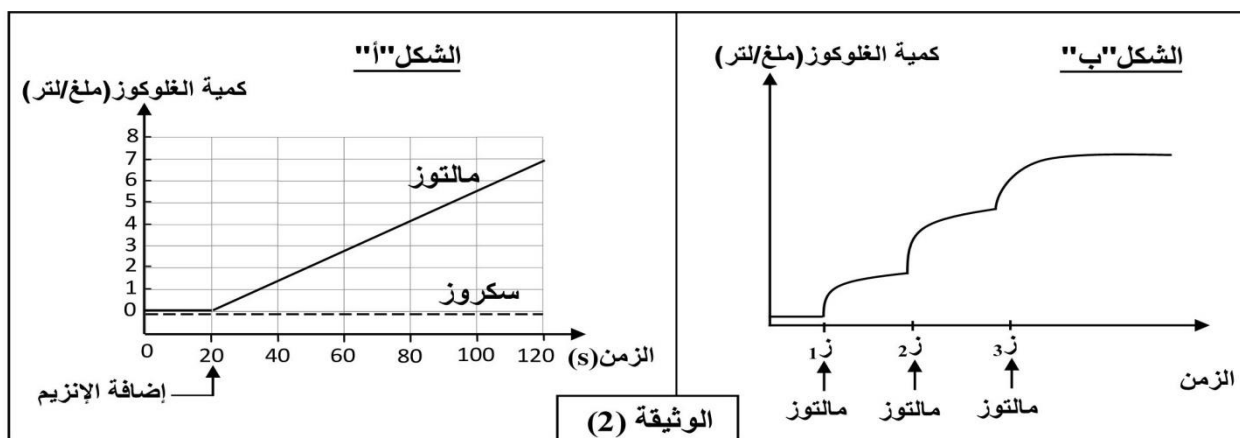


بينما يبين الشكل "ب" نتائج قياس كمية الغلوكوز في الوسط بعد إضافة مادة التفاعل بكميات متساوية في أزمنة مختلفة في وجود تركيز ثابت من الأنزيم .

1- حلل وفسر منحنى الشكل "أ" ثم استنتج خاصية الإنزيم .

2- استخرج المعلومة التي أبررتها نتائج الشكل "ب" حول النشاط الإنزيمي ، ثم اقترح

تفسيرا لتغيرات المنحنى بعد الزمن t_3 .

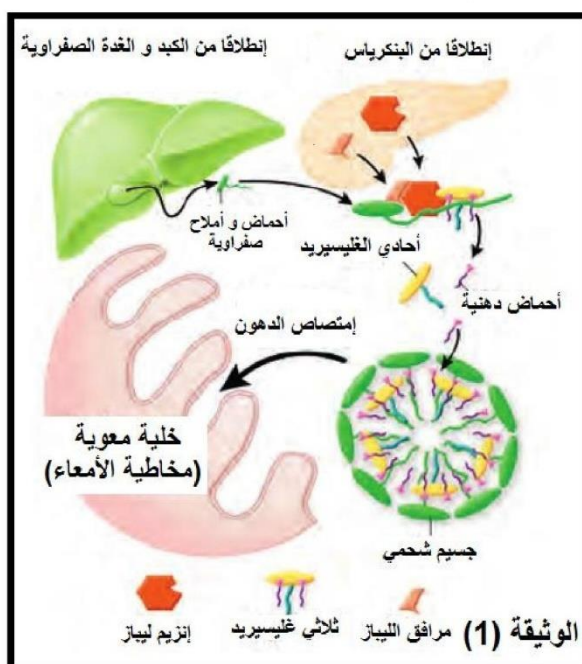


3- يتم التفاعل الانزيمي وفق التخطيطية المولية :
 باستعمال المعارف المبنية و معلوماتك
 اشرح هذه التخطيطية .

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

السمنة هي مرض مزمن ينتج عن زيادة الوزن بشكل مفرط وله تأثير كبير على صحة الجسم العامة والصحة النفسية للمريض. ويرتبط مرض السمنة المفرطة بالعديد من الأمراض المزمنة الأخرى التي تهدد وظائف الجسم بشكل كبير ومنها مشاكل القلب ومشاكل وظائف الكبد و داء السكري بالإضافة الى أمراض المفاصل والعظام.

الجزء الأول: من الأمر الجيد هو أن فقدان البسيط في الوزن بإمكانه أن يُحسّن أو يقي من المشكلات الصحية المرتبطة بالسمنة. يُمكن أن يساعد كل من تغيير النظام الغذائي وزيادة النشاط البدني، والتعديلات السلوكية على فقدان الوزن الزائد. تمثل الوثيقة 1 آلية هضم الدهون في تجويف الامعاء.



اعتمادا على معطيات الوثيقة (1) اقترح فرضية تبين طريقة علاجية للحد من السمنة.

الجزء الثاني:

يمكن اللجوء للأدوية المقررة بوصفة طبية وإجراءات إنقاص الوزن كخيارات إضافية لعلاج السمنة أورليستات هو دواء يستخدم في علاج السمنة و لتسليط الضوء أكثر على طريقة عمل هذا الدواء تجري الدراسة التالية:

تم تغذية 40 ذكرًا من الجرذان على نظام غذائي غني بالدهون مقسمة إلى ثلاث مجموعات:

مجموعة 1: شاهدة.

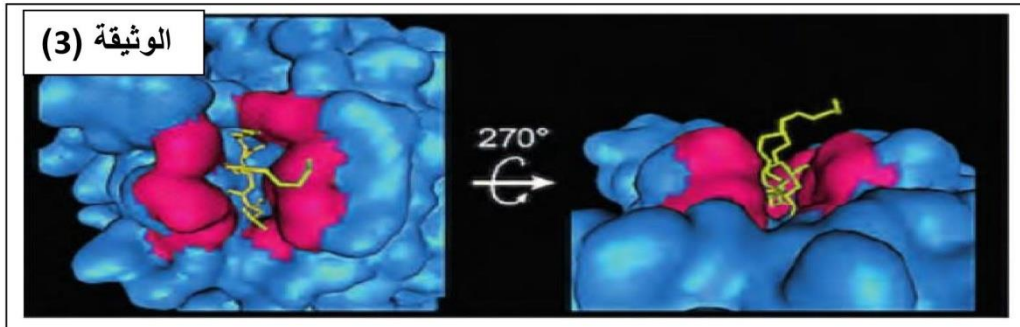
المجموعة 2: تتغذى على نظام غذائي عالي الدهون.

لمجموعة 3: تتغذى على نظام غذائي عالي الدهون ومعالجة بدواء أورليستات.

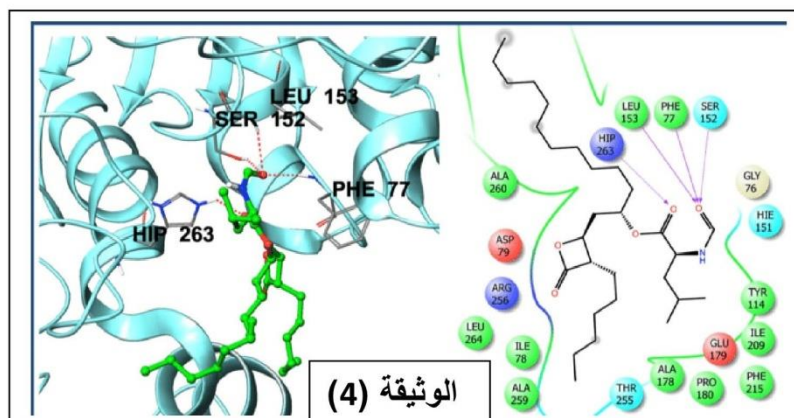
بعد 4 أسابيع من العلاج ، يتم قياس كتلة الجسم ، تناول الغذاء ، كمية ثلاثي الغليسريد في الدم ونشاط الليباز النتائج موضحة في الجدول التالي:

| الوثيقة 2 | فئة شاهدة | فئة تتغذى على نظام غذائي عالي الدهون | فئة تتغذى على نظام غذائي عالي الدهون ومعالجة بدواء أورليستات |
|---------------------------------------|-----------|--------------------------------------|--|
| متوسط كتلة الجسم الأولية(غ) | 150.6 | 150.5 | 150.4 |
| متوسط كتلة الجسم النهائية(غ) | 210 | 280 | 157 |
| تناول الغذاء(غ/اسبوع) | 187 | 200 | 243 |
| كمية ثلاثي الغليسريد في الدم(ملغ/ دل) | 170.85 | 260.61 | 186.21 |
| نشاط الليباز البنكرياسي | 22.8 | 42.2 | 12.6 |

تمثل الوثيقة (3) نموذج مأخوذ من برنامج الراستوب لتوضع الدواء على جزيئات الليباز.



بينما الوثيقة (4) تمثل تفاصيل التفاعلات التي تحدث على مستوى الموقع الفعال لانزيم الليباز في وجود الدواء.



انطلاقاً من الوثائق (2) و (3) و (4) اشرح آلية عمل دواء أورليستات للحد من السمنة. ثم تأكد من مدى صحة الفرضية المقترحة سابقاً.

الجزء الثالث:
من خلال ما سبق و معلوماتك ، انجز مخطط توضح فيه مختلف العوامل المؤثرة على نشاط الأنزيم مبرزاً آلية تأثيرها.

انتهى الموضوع 5 ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

لحظة تأمل وهدوء

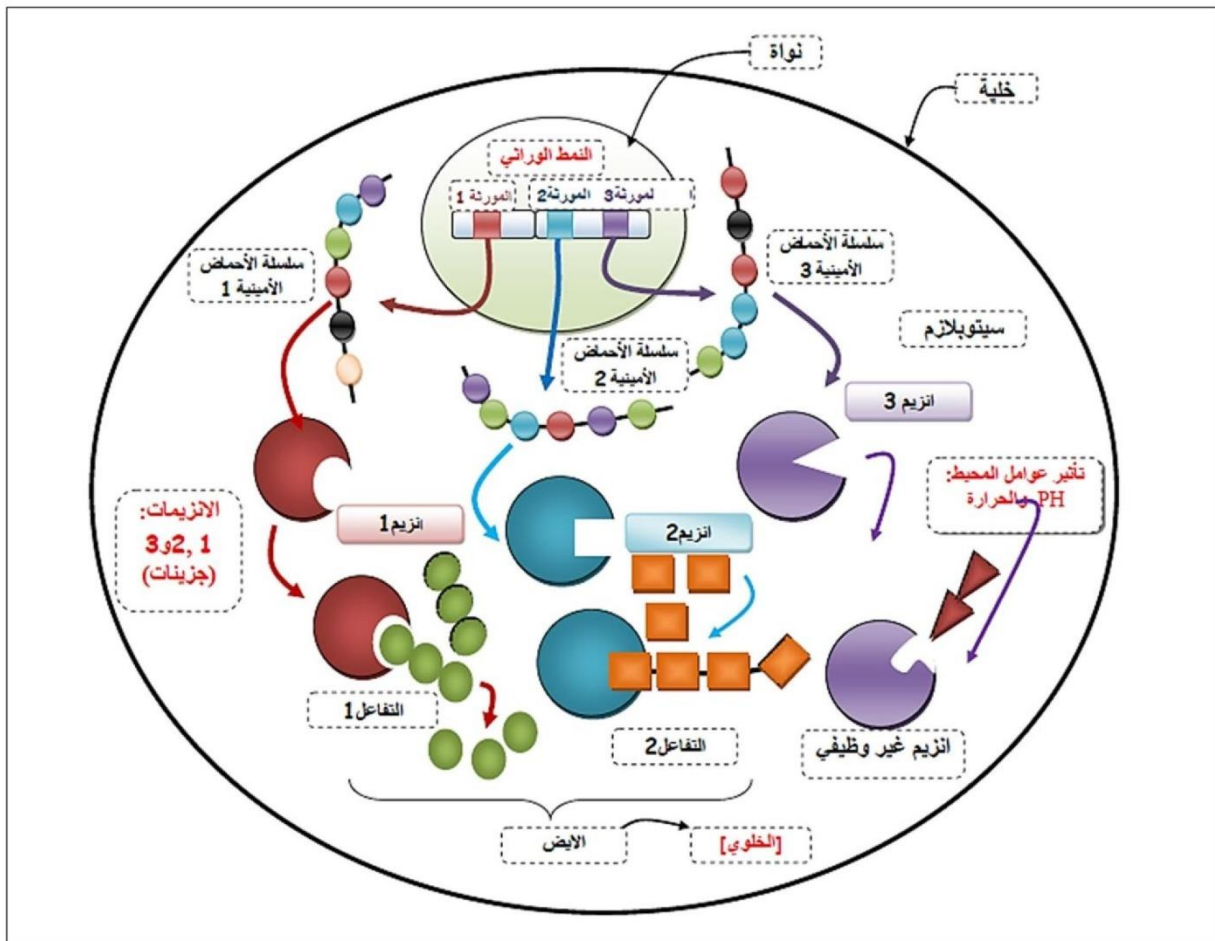
... قبل أن تُفكر كيف تعمل بذلك ...

... عليك أن تُفكر كيف تعمل بجد ...

الموضوع التدريبي السادس - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

في الخلية الحية ، يتم تحفيز الغالبية العظمى من التفاعلات الكيميائية المتعددة التي تحدث بشكل مستمر ، بواسطة إنزيمات موجودة بتركيزات منخفضة. تمثل الوثيقة أسفله العلاقة بين النمط الوراثي وظروف المحيط ببنية ووظيفة الانزيمات .



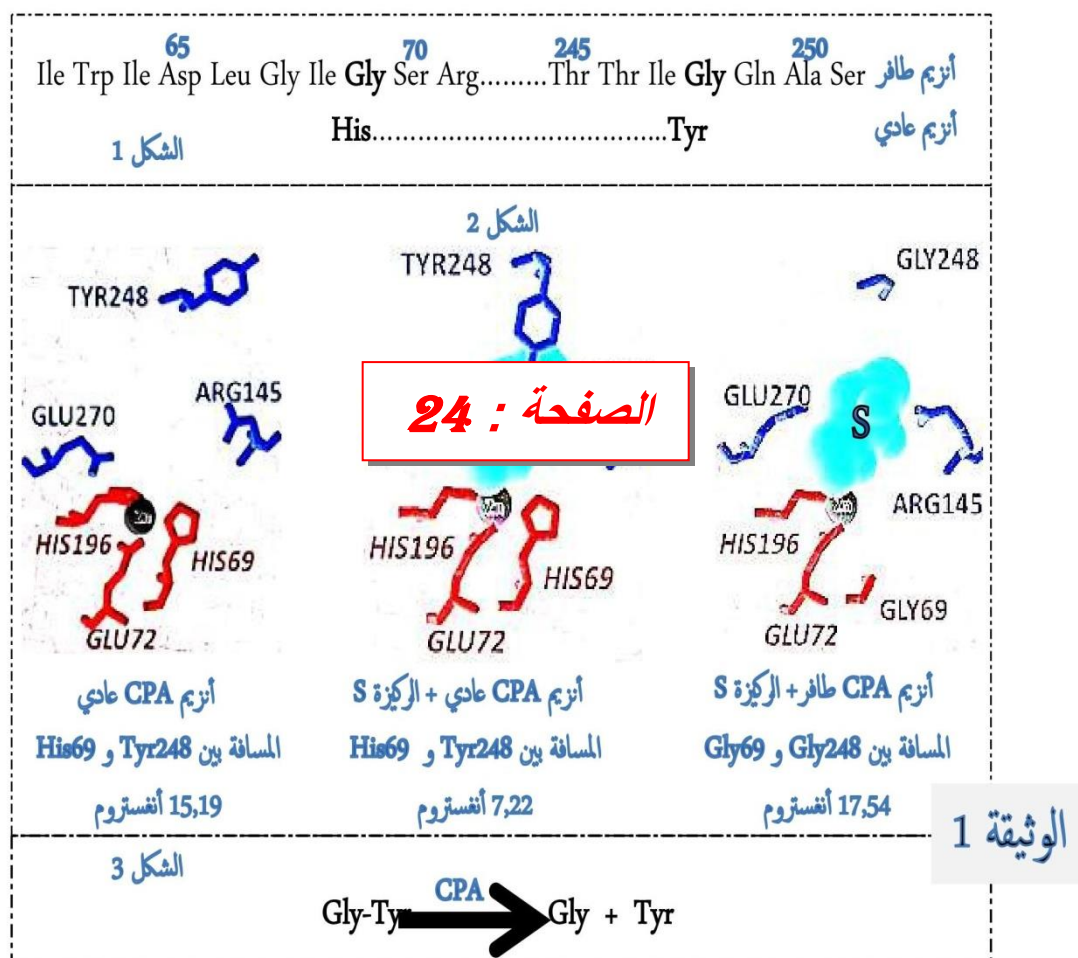
- 1 - حدد نوع التفاعلين 1 و 2 مع ذكر مثال عن كل تفاعل. ثم استخرج من الوثيقة احدى الخصائص الوظيفية للإنزيمات .
- 2 - بتوظيف معطيات الوثيقة ومكتسباتك المعرفية , بين في نص علمي العلاقة بين النمط الوراثي وظروف المحيط ببنية ووظيفة الانزيمات .

التمرين الثانى : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

الإنزيم وسيط ذو طبيعة بروتينية اكتسبت بنية فراغية ثلاثية الأبعاد نتيجة للإنطواءات التي طرأت عليه إضافة الى تشكل روابط مختلفة بين أحماض أمينية محددة.

الجزء الأول

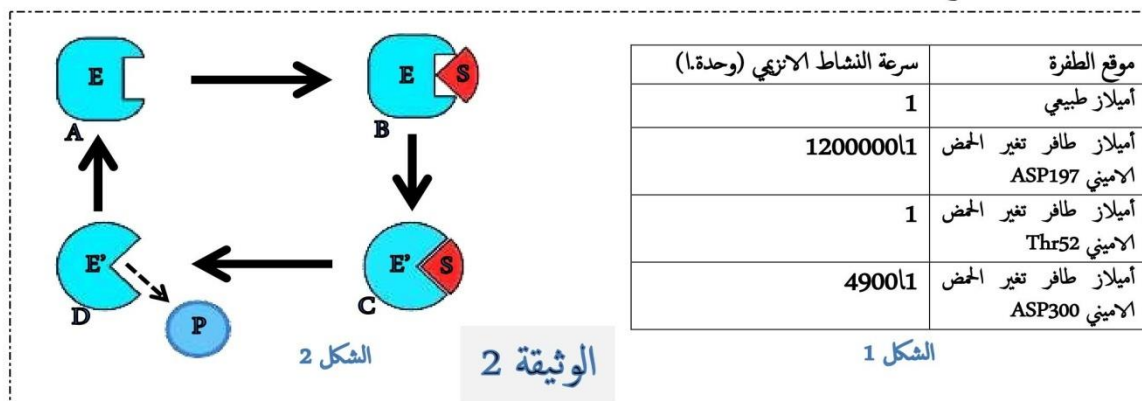
الكربوكسيبيتيداز CPA أنزيم هضمي يعمل على تكسير الروابط البيبتيدية على مستوى البروتين. بعض الأشخاص يملكون أنزيم طافر غير نشط لا يستطيع تحفيز التفاعلات الكيميائية. (CPA أنزيم هاضم يفرز من طرف الخلايا العنقودية للبنيكرياس) باستعمال برنامج (Anagène) أجريت مقارنة بين من جزء من السلسلة البيبتيدية لكل من الإنزيم الطبيعي و الإنزيم الطافر النتائج المحصل عليها مبنية في الشكل 1 من الوثيقة 1 بينما سمح برنامج (Rastop) بعرض شكل الموقع الفعال للأنزيم السابق مع قياس المسافة بين الحمضين الأمينين رقم 69 و رقم 248 النتائج المحصل عليها مبنية في الشكل 2 من الوثيقة 1 اما الشكل 3 فيوضح التحفيز الانزيمي للأنزيم CPA



- 1- من خلال الشكل 3 من الوثيقة 1 حدد نوع التفاعل الانزيمي للأنزيم CPA
- 2- من خلال الشكلين 1 و 2 من الوثيقة فسر سبب عدم حدوث التفاعل المبين في الشكل 3 في حالة الأنزيم CPA الطافر

الجزء الثاني

قصد تفسير الظاهرة المبينة في الشكل 2 من الوثيقة 1 في حالة أنزيم CPA العادي مع تحديد تأثير الطفرة في المحضين الامينيين رقم 248 و رقم 69 للأنزيم CPA تم قياس سرعة النشاط الانزيمي عند أنزيم الاميلاز الناتج مبينة في الجدول الشكل رقم 1 من الوثيقة 2 بينا الشكل رقم 2 من نفس الوثيقة فيوضح نمذجة تفسر الظاهرة الحادثة المبينة في الشكل 2 من الوثيقة 1 حالة أنزيم CPA العادي



- 1- **قارن** بين النتائج المحصل عليها في الشكل 1 من الوثيقة 2
- 2- **فسر** اختلاف المسافة بين المحضين الامينيين رقم 248 و رقم 69 في حالة أنزيم CPA العادي و هذا في وجود و غياب الركيزة
- 3- من خلال الشكل 2 و بالاعتماد على معلوماتك حول الموقع الفعال للأنزيم **لخص** في فقرة علمية كيفية الانتقال من الحالة A الى الحالة D **مفسرا** بذلك الظاهرة المبينة في الشكل 2 من الوثيقة 1 حالة أنزيم CPA عادي

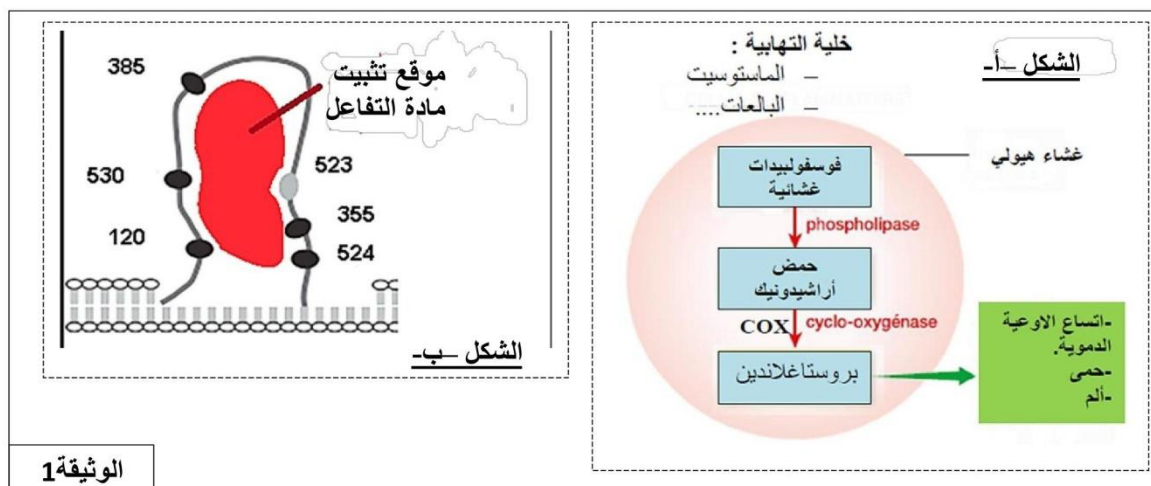
التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

الانزيمات ذات بنية و وظيفة محددة , لدراسة خصائص الانزيم التي تمكنه من القيام بهذه الأدوار , وكيفية قياس نشاطه والعوامل التي تؤثر على نشاطه التحفيزي . نجري الدراسة التالية :

I - خلال هذه الدراسة نسعى إلى التعرف على بعض الجوانب المتعلقة بنشاط إنزيمات الأكسدة الحلقية المعروفة اختصاراً بـ COX (cyclooxygenase).

انطلاقاً من الاستجابة الالتهابية واستمراريتها ، يتم بتدخل وسائط كيميائية (وسائط الالتهاب) مثل الهيستامين و البروستاغلاندين , اغلبها يتم تركيبها محلياً في منطقة الإصابة من قبل بعض الخلايا مثل البالعات و الماستوسيت , بواسطة سلسلة من التفاعلات الكيميائية المحفزة بإنزيمات كما هو ممثل في الوثيقة (1-أ).

تمثل الوثيقة (2-ب) رسم تخطيطي للموقع الفعال لأنزيم COX و الاحماض الامينية المساهمة في تشكيل روابط انتقالية مع مادة التفاعل .







1 - أ - ماهي المعلومات التي يقدمها لك شكلي الوثيقة 1.

ب- مثل برسم تخطيطي طريقة عمل الانزيم.

2 - من اجل التعرف على شروط تركيب انزيم COX من قبل الكريات البيضاء وحيدة النواة , نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :

تجربة :

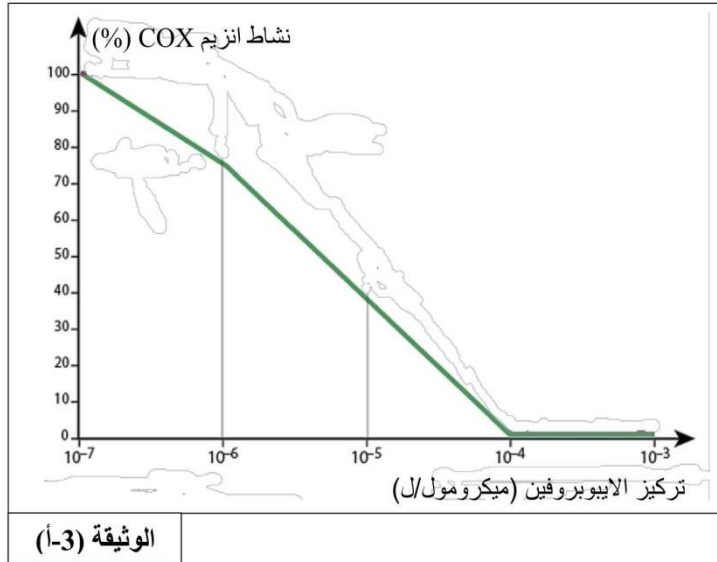
نقوم بحضن عدد غير محدود من الكريات البيضاء وحيدة النواة في وجود تركيز $10\mu\text{g/ml}$ من LPS (جزء من جدار العديد من أنواع البكتيريا) خلال ازمة مختلفة.
بعد ذلك بتقنية خاصة نستخلص سيتوبلازم الخلايا ثم نخضعه لتقنية الهجرة الكهربائية لفصل جزيئات COX وبقية البروتينات السيتوبلازمية . تلوين بروتينات COX اعطى النتائج الممثلة في الوثيقة 2.

| | الزمن بالساعات | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2,5 | 4,5 |
| COX : المعزول كميته تتناسب مع حجم وكثافة البقع الملونة |  |  |  |  |
| الوثيقة 2 | | | | |

- ماذا تستنتج من تحليلك لنتائج الوثيقة 2

II - يوصف الطبيب المعالج لمريض ظهرت عليه أعراض الالتهاب , ادوية مضادة للالتهاب مثل الاسبرين (ASPERIN) أو، الايبوبروفين (Ibuprofène) .

1 - بغرض التعرف على طريقة عمل مضادات الالتهاب مثلالايبوبروفين , نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :



نقيس نشاط انزيم COX في وجود تراكيز متزايدة من الايبوبروفين.

النتائج المحصل عليها ممثلة

في الوثيقة (أ-3)

أ - حلل منحنى الوثيقة (أ-3)

وماذا تستنتج؟

ب - اقترح فرضية تفسر بها طريقة عمل الايبوبروفين.

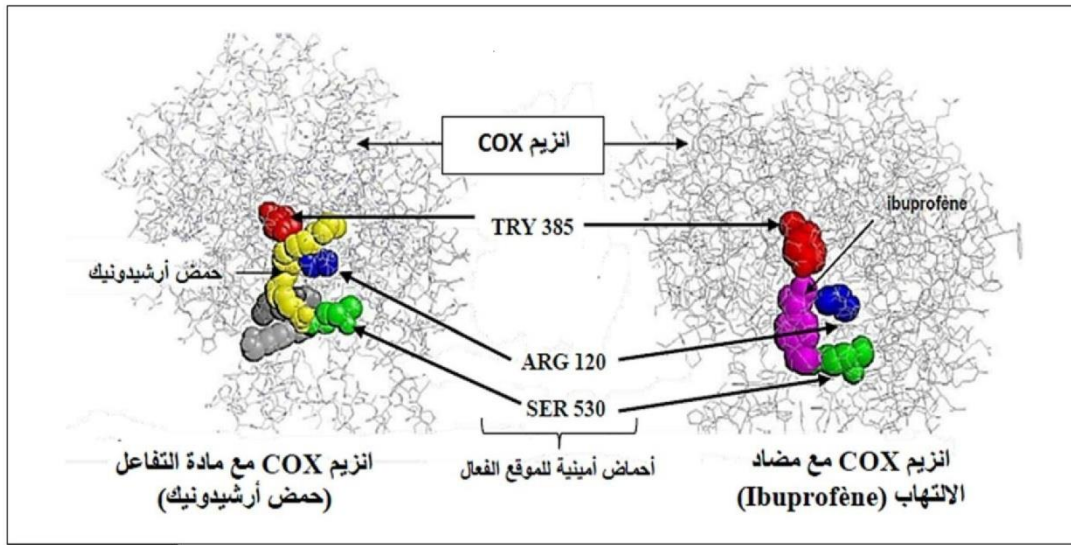
2 - تمثل الوثيقة (ب-3) نمذجة

بواسطة برنامج RASTOP لجزيئة

انزيم COX بوجود مادة التفاعل

(حمض أرشيدونيك) ومضاد الالتهاب

الايبوبروفين (Ibuprofène) .



الوثيقة (3-ب)

- هل تؤكد معطيات الوثيقة (3-ب) صحة الفرضية المقترحة سابقا؟ وضح ذلك .
3 - من خلال المعلومات التي توصلت إليها ومعارفك المكتسبة ، اشرح طريقة تأثير مضادات الالتهاب مثل Ibuprofène المتمثل في اختفاء أعراض الالتهاب.

انتهى الموضوع **6** ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

لحظة تأمل وهدوء

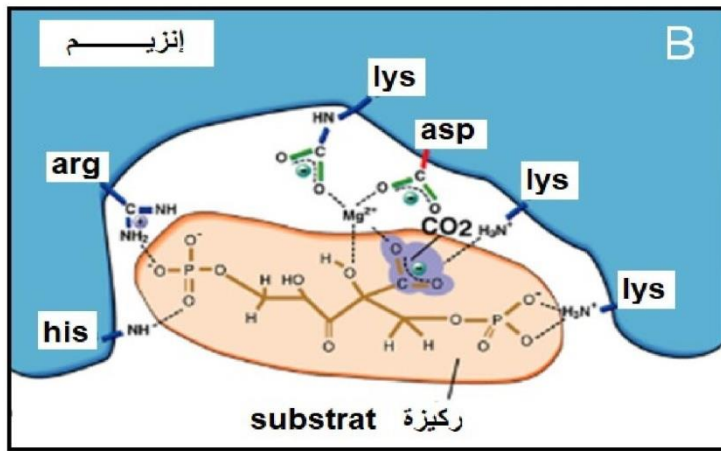
... يرى الناجح حلاً لكل مشكلة ...
... أما الفاشل فيرى المشكلة في كل حل ...

الصفحة : 31

الموضوع التدريبي السابع - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

يُعتبر النشاط الإنزيمي مظهرا من مظاهر التخصص الوظيفي للبروتينات، والذي يرتبط أساسا لبنيتها الفراغية ويتم وفق شروط ملائمة لحياة الخلية.
- يتشكل معقد إنزيم - ركيزة بإرتباط مادة التفاعل مع الإنزيم ، تظهر الوثيقة 1- هذا المعقد .



1-أ- قدم تعريف للإنزيم

ب- باستغلالك للوثيقة 1- أذكر خصائص موقع ارتباط الركيزة بالإنزيم .

2- من معلوماتك إشرح في نص علمي تأثير كلا من درجة (pH) ودرجة الحرارة على النشاط الإنزيمي.

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

تلعب الانزيمات دورا أساسيا في التفاعلات الكيميائية التابعة لمختلف النشاطات الحيوية للخلية من هدم وبناء.
الجزء الأول:

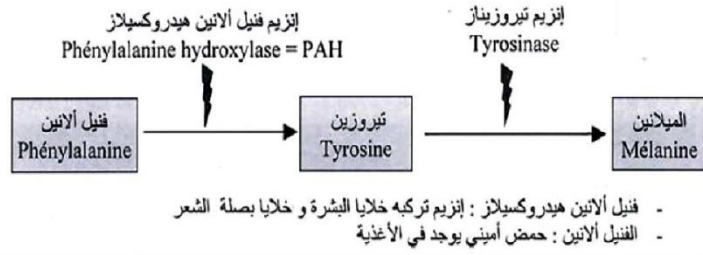
ينتج مرض البرص أو المهق (غياب اللون الطبيعي للجلد) عن غياب صبغة الميلانين في الجلد والشعر كما هو موضح في الشكل 01 من الوثيقة 01 ، حيث تعمل هذه الصبغة على حماية خلايا الجلد من أضرار الأشعة فوق البنفسجية المسببة لسرطان الجلد، ولتحديد سبب غياب الميلانين نقترح الدراسة التالية:

- تركيب كل من خلايا البشرة وبصلة الشعر صبغة الميلانين وفق التفاعل المبين في الشكل (ب) من الوثيقة (1).
- تم عزل الأليل المسؤول عن تركيب إنزيم التيروسيناز من شخص مصاب وشخص سليم. الشكل (ج) من الوثيقة (1) يوضح جزء من السلسلة الناسخة لهما.

الشكل أ



الشكل ب



523

....G AG AAA CAG ACC TAC G TA جزء من أليل الشخص السليم

....GAG AAA CAG ATC TAC GTA جزء من أليل الشخص المصاب

اتجاه القراءة →

| | | | | | | |
|-----|-----|------------|------------|------------------------|------------------------|---------------|
| AUG | UGG | UUU UUC | CAU CAC | CUU / CUC CUA / CUG | GUC / GUA GUG / GUU | الرمزة |
| Met | Trp | Phe | His | Leu | Val | الحمض الأميني |

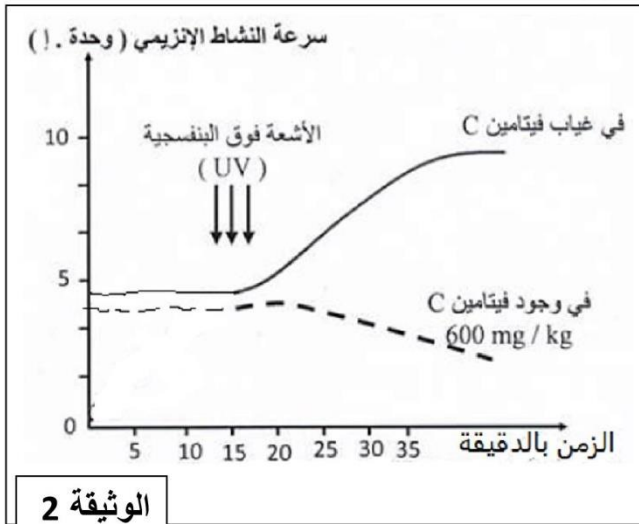
الشكل ج

الوثيقة 1

- باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1) :

- 1- أعط متتالية ARNm وسلسلة الأحماض الأمينية الموافقة لكل من أليل الشخص السليم والمصاب.
 - 2- ناقش العلاقة بين معطيات الشكلين ب و ج والحالة الصحية لكل من الشخص السليم والشخص المصاب
- الجزء الثاني:

- من جهة أخرى يحدد لون البشرة بمستوى تركيز صبغة الميلانين في الجلد حيث يتميز:
- الأفراد ذوي البشرة الداكنة بمستوى تركيز أعلى لصبغة الميلانين في الجلد.
 - الأفراد ذوي البشرة الفاتحة والبيضاء بمستوى تركيز أقل لصبغة الميلانين في الجلد.
- لغرض التعرف على بعض العوامل المؤثرة في النشاط الإنزيمي واستخداماتها الطبية نقترح عليك مايلي:
- تم قياس سرعة نشاط إنزيم تيروزيناز لشخص سليم في وجود و في غياب فيتامين C ، قبل وبعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية. النتائج المحصل عليها مبينة في الوثيقة (2).



باستغلالك للمعلومات المستخلصة من الوثيقة (1) و الوثيقة (2):

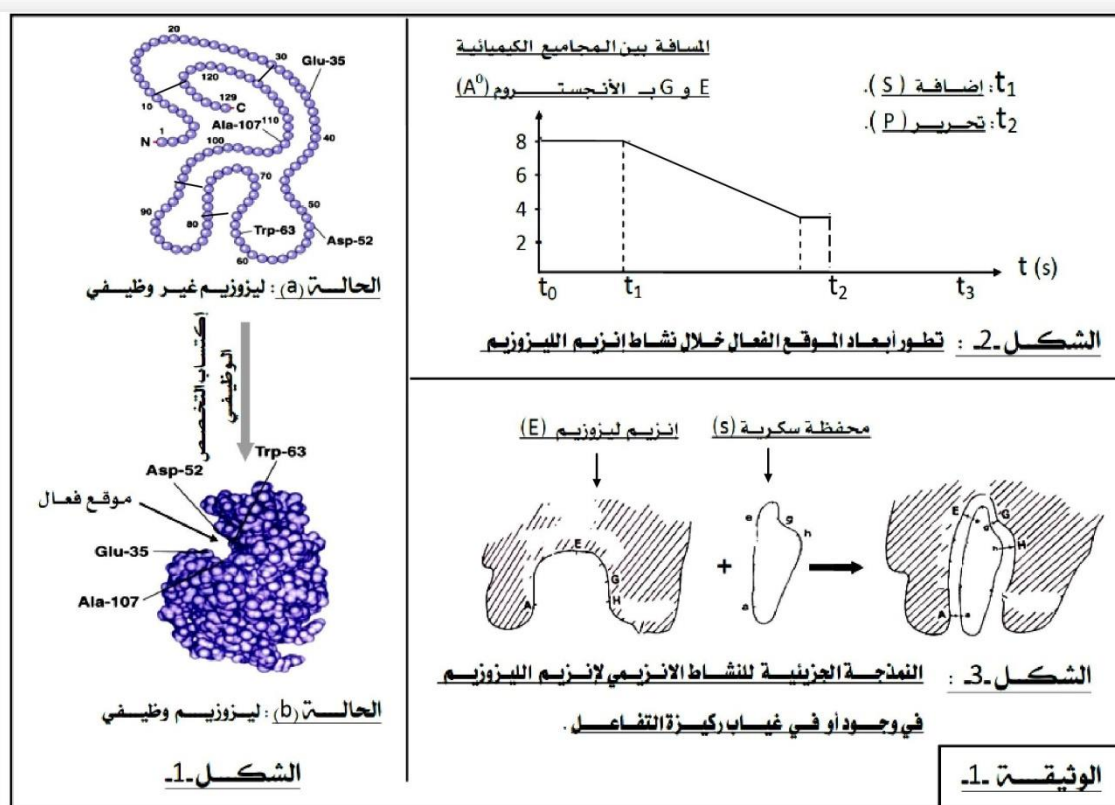
- 1- بين أن التعرض المطول لأشعة الشمس يؤدي إلى إسمرار لون بشرة الجلد (يصبح داكن).
- 2- وضح أن لون بشرة الجلد تصبح فاتحة عند وضع مرهم غني بالفيتامين C
- 3- من خلال ما توصلت إليه في الموضوع ومعلوماتك المكتسبة حدد العوامل المؤثرة على النشاط الإنزيمي، ثم قدم تعريفا لمفهوم الإنزيم.

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

- نستهدف خلال هذه الدراسة إبراز بعض الجوانب المتعلقة بـ العلاقة بين الإنزيم ومادة التفاعل وكذا إستقصاء بعض العوامل المؤثرة التي يمكنها التأثير على هذه العلاقة .

- الجزء الأول :

- يعتبر إنزيم الليزوزيم أحد الحواجز الكيميائية للخط الدفاعي المناعي الأول بفضل قدرته على تخريب المحافظ السكرية المحيطة بـ البكتيريا تم اكتشافه سنة 1921 م من طرف العالم الاسكتلندي الكسندر فلمينج . - يمثل الشكل-1 من الوثيقة-1 إحدى خطوات إكتساب البنية الفراغية الوظيفية لإنزيم الليزوزيم بينما الشكل-2 يترجم تطور أبعاد الموقع الفعال خلال فترة من نشاط هذا الإنزيم و الشكل-3 نمذجة جزيئية لبعض أطوار هذا النشاط . .



- 1- من خلال تحليلك لمعطيات الشكل-1 من الوثيقة-1 برر الحالة غير الوظيفية (a) والوظيفية (b) مبرزاً سبب الاختلافات حول وضعية الأحماض الأمينية Asp 52 و Glu 35 بين الحالتين .
- 2- بعد تكملة رسم تطورات منحنى الشكل-2 بين الفترتين t₂ و t₃ (يطلب رسم المنحنى كاملاً) من خلال توزيع معطيات الشكل-3 : حلل منحنى الشكل-2 مبرزاً المعلومة الإضافية التي يقدمها الشكل-3 حول العلاقة بين الإنزيم ومادة التفاعل خلال النشاط الأنزيمي .

- الجزء الثاني :

- يعمل إنزيم α -Anti- trypsin المصنع في مستوى الكبد على كبح النشاط الإنزيمي المفرط لبعض انزيمات التمييز مثل إنزيم trypsin والتي قد يتسبب نشاطها المفرط في إمالة وتفكيك مبالغ فيها للبروتينات الوظيفية وبروتينات الأنسجة وبالتالي تلفها وهو ما قد ينتهي بالموت .
- يعبر عن إنزيم α -Anti- trypsin مورثة متواجدة على الصبغي رقم 14 نميز فيها 75 أليلا مختلفا .
- α -Anti- trypsin deficiency المعروف بـ عوز (نقص) إنزيم α -Anti- trypsin أحد المشاكل المرضية التي قد تسبب مشاكل خطيرة للكبد والرئتين .
- يمثل الشكل-1 من الوثيقة-2 بعض الاختلافات التي يمكن أن تبديها السلال غير الناسخة لبعض الأليلات الطافرة (S, N1, M1) المعبرة عن أنماط ظاهرية جزيئية مختلفة لإنزيم α -Anti- trypsin مقارنة بالأليل المرجعي (الأصلي) M'1. أما الشكل-2 يترجم بعض الأنماط الظاهرية على المستوى الجزيئي المتعلقة بالإنزيم السابق . بينما تمثل الوثيقة-3 تطور النسبة المؤبة للبكتيريا X (بدون محافظ سكرية أو بمحافظ سكرية) ضمن شروط مختلفة لوسط التفاعل في وجود تراكيز ثابتة من إنزيم الليزوزيم والبكتيريا X .

| | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| الأليلات | 180 | ATC | AAC | GAT | TAC | GTG | GAG | AAG | GGT |
| M'1 | CAG | | | | | | | | |
| M1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| S | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| الأليلات | 583 | | | | | | | | |
| M'1 | GAC | CAG | GCG | ACC | ACC | GTG | AAG | GTG | CCT |
| M1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| S | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| الأليلات | 853 | | | | | | | | |
| M'1 | GCT | GTG | CTG | ACC | ATC | GAC | GAG | AAA | GGG |
| M1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| S | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

- التشابه مع السلسلة M'1 .

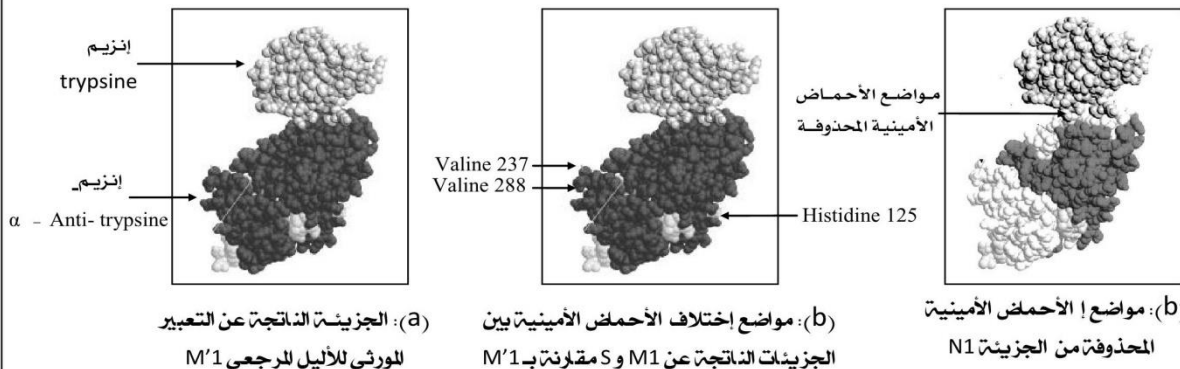
X: نيوكليتيده محذوفة.

180: رقم الرامزة .

583: رقم النيوكليتيده.

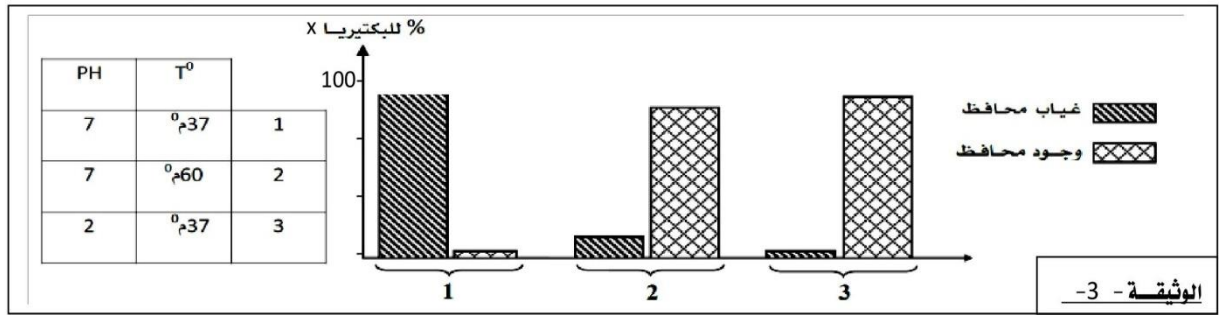
N1: غير فعال .

الشكل-1.



الوثيقة - 2 -

الشكل-2.



- 1- من خلال تحليلك لمعطيات ونتائج الشكلين 1- و 2- من الوثيقة 2- :
- اشرح الاختلافات المسجلة على مستوى الأنماط الظاهرية الجزيئية لإنزيم α -Anti- trypsin الشكل 2- وعلاقتها بالأساس الجيني (النمط الوراثي) الشكل 1- من الوثيقة 2- مبرزا تأثيرها على نشاط الإنزيم .
- 2- مستغلا معطيات ونتائج الوثيقة 3- - بين أن كفاءة النشاط الإنزيمي تفرضها شروط وسط التفاعل . مبرزا كيف تؤثر هذه الشروط على سيروية هذا النشاط .
- الجزء الثالث :
- بتجنييد معارفك المكتسبة وما توصلت إليه في الجزئين 1 و 2 وبالإستعانة بـ مخطط . وضح كيف تؤثر العوامل المدروسة على العلاقة بين الإنزيم ومادة التفاعل .

انتهى الموضوع 7 ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

لحظة تأمل وهدوء

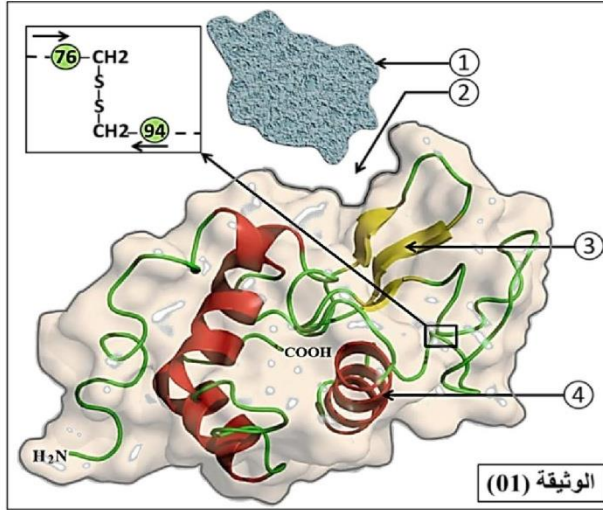
❖ في قواميس الناجحين :

هـاء { الهزيمة } تنطق { عينا } ،، فكُن منهم أيُّها التلميذ { الشَّريف } ،،

العزيمة

الموضوع التدريبي الثامن - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :



تلعب الإنزيمات دورا فعالا في حياة الكائنات الحية نظرا لتخصصها الوظيفي و لإبراز العلاقة بين بنية الإنزيم و تخصصه الوظيفي نقترح عليك الدراسة التالية.

تبرز الوثيقة (01) البنية الفراغية لإنزيم الليزوزيم الفعال الذي يفكك جدران الخلايا البكتيرية .

1- أكتب البيانات المشار إليها بالأرقام ، محددا مستوى البنية الفراغية لإنزيم الليزوزيم معلّلا إجابتك، ثم نمذج مراحل التفاعل الإنزيمي المحفز بواسطة هذا الإنزيم برسومات تخطيطية بسيطة .

2- يتوقف نشاط الإنزيم على بنيته الفراغية التي تتميز بوجود البنية المؤشر إليها بالرقم ② و التي تبقى مستقرة في مجالات محدودة من درجة الحرارة و الحموضة بالاعتماد على معطيات الوثيقة (01) و بتجنيد معارفك أكتب نصا علميا تؤكد فيه صحة هذه المعلومة .

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

لتحافظ الخلايا الحية على وظائفها وَجِبَ أن تتوفر على مواد كيميائية تستعملها في تفاعلات أيضية حيوية تتوسطها أنزيمات تنشط في شروط نوعية ومحددة.

الريبونوكلياز (A) البنكرياسي للأبقار، أنزيم ينشط طبيعيا في العصارة المعوية حيث (pH بين 7.3 و 8.5)، يفكك الروابط فوسفوثنائية الإستر بعد النكليوتيدات البيريميدينية ذات القاعدة (C) أو القاعدة (U) بين الفوسفات والكربون (5'C) من النكليوتيدة الموالية في جزيئة الـ (ARN).

لِتَمَكِّنِكَ من تفسير الشروط المتعلقة ببنية ووظيفة هذا الأنزيم، نُقترح عليك الدراسة الموالية:

الجزء الأول:

تمثل الوثيقة (1) بعض الخصائص المُمَيِّزة لجزيئة الريبونكلياز (A) وكيفية ارتباطها مع الركيزة (ARN).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|----|----------------------|-----|-------|------|----------------------|------|---------------------------|----|---|---------------------------------------|---------|-----|--------------------|---|
| | <table border="1"> <tr> <td>عدد السلاسل الببتيدية</td><td>01</td></tr> <tr> <td>عدد الاحماض الأمينية</td><td>124</td></tr> <tr> <td>الشكل</td><td>كروي</td></tr> <tr> <td>عدد البنيات الثانوية</td><td>قليل</td></tr> <tr> <td>عدد الجسور ثنائية الكبريت</td><td>04</td></tr> <tr> <td>أرقام الأحماض الأمينية المتواجدة في الموقع الفعال</td><td>هستيدين 12 ليزين 41 هستيدين 119</td></tr> <tr> <td>الركيزة</td><td>ARN</td></tr> <tr> <td>موقع تفكيك الركيزة</td><td>بعد (C) أو (U) بين الفوسفات والكربون 5'</td></tr> </table> | عدد السلاسل الببتيدية | 01 | عدد الاحماض الأمينية | 124 | الشكل | كروي | عدد البنيات الثانوية | قليل | عدد الجسور ثنائية الكبريت | 04 | أرقام الأحماض الأمينية المتواجدة في الموقع الفعال | هستيدين 12 ليزين 41 هستيدين 119 | الركيزة | ARN | موقع تفكيك الركيزة | بعد (C) أو (U) بين الفوسفات والكربون 5' |
| عدد السلاسل الببتيدية | 01 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| عدد الاحماض الأمينية | 124 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| الشكل | كروي | | | | | | | | | | | | | | | | |
| عدد البنيات الثانوية | قليل | | | | | | | | | | | | | | | | |
| عدد الجسور ثنائية الكبريت | 04 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| أرقام الأحماض الأمينية المتواجدة في الموقع الفعال | هستيدين 12 ليزين 41 هستيدين 119 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| الركيزة | ARN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| موقع تفكيك الركيزة | بعد (C) أو (U) بين الفوسفات والكربون 5' | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>الشكل (ب) - ارتباط الـ ARN بالموقع الفعال للريبونكلياز (A) في الشروط الفيزيولوجية</p> | <p>الشكل (أ) - بعض الخصائص المميزة للريبونكلياز (A)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |

الوثيقة (1)

ملاحظة: في الشروط الفيزيولوجية السلسلة الجانبية His119 الممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1) اكتسبت (H^+) من الماء (H_2O) المتواجد في الموقع الفعال.

كما بَيَّنَّت نتائج تجريبية ما يلي:

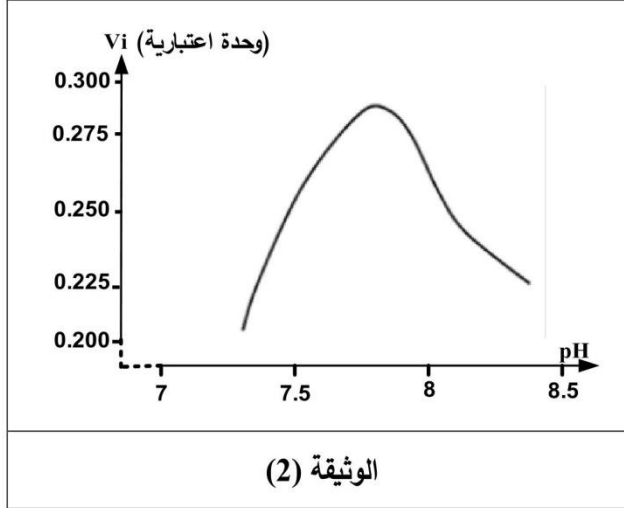
- حدوث تكامل بنيوي بين الريبونكلياز (A) والحمض الريبوي النووي (ARN) وعدم حدوث تكامل بنيوي مع الحمض الريبوي النووي منقوص الأكسجين (ADN).
- حدوث الارتباط وانخفاض سرعة التفاعل عند إحداث طفرة باستبدال His119 بالأسبراجين (Asn).
- للعلم أن السلسلة الجانبية للأسبراجين تتمثل في $(-CH_2-CONH_2)$.

- 1- بَيِّنْ أن معطيات الشكل (أ) من الوثيقة (1) تسمح بتحديد المستوى البنيوي لجزيئة الريبونوكلياز (A).
- 2- اسْتَدِلْ من المعطيات السابقة:

- لَتَثْبِتْ أن ارتباط الأنزيم بالركيزة يتم بفضل تكامل بنيوي يُتَرَجَّم على المستوى الجزيئي.

- ولتُفَسِّرْ النتائج التجريبية المذكورة أعلاه.

الجزء الثاني:



لإظهار كيفية تأثير بعض العوامل الخارجية على نشاط الريبونوكلياز (A) أُجِزَّت التجربتان التاليتان:

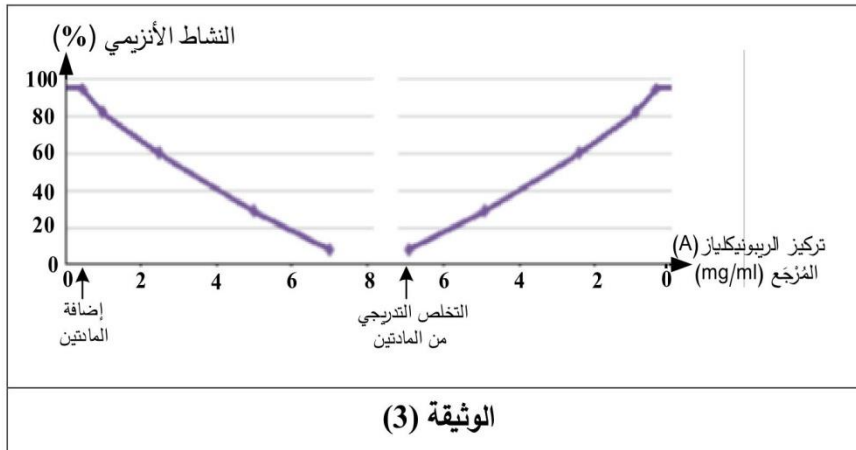
تجربة (1): تتلخص في قياس تأثير تغير الـ pH على السرعة الابتدائية للتفاعل (V_i) بوساطة الريبونوكلياز (A) في درجة حرارة (37°C) وباقي العوامل ثابتة، النتائج ممثلة في الوثيقة (2).

- من جهة أخرى، بَيِّنَتْ النتائج أن الأنزيم يفقد نشاطه عند وضعه في عصارة معدية ($\text{pH}=2$).

تجربة (2): تَمَّ قياس النشاط الأنزيمي للريبونوكلياز (A) بدلالة تركيز أنزيم الريبونوكلياز (A) المُرْجَع في فترتين:

- الفترة الأولى: إثر إضافة جزيئات β ميركابتوإيثانول (تخرب الجسور ثنائية الكبريت) واليوريا (تخرب الروابط الهيدروجينية).

- الفترة الثانية: إثر التخلص التدريجي من جزيئات β ميركابتوإيثانول واليوريا.



النتائج المتحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3).

ملاحظة: الصيغة الكيميائية لـ β ميركابتوإيثانول: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{SH}$ والصيغة الكيميائية لليوريا: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

- 1- حَلِّلْ النتائج الممثلة في الوثيقة (2) ثم بَيِّنْ اعتمادا على بنية الموقع الفعال سبب النشاط الطبيعي للأنزيم في عصارة معوية (pH بين 7.3 و 8.5)، وعدم نشاطه في عصارة معدية ($\text{pH}=2$).
- 2- فَسِّرْ النتائج الممثلة في الوثيقة (3).
- 3- اسْتَخْلَصْ شروط عمل الموقع الفعال للأنزيم التي تم إبرازها في هذه الدراسة.

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

البوال التخلفي مرض نادر، لكنه الأكثر انتشاراً من بين الأمراض الأيضية الوراثية، من أعراض هذا المرض الإعاقة الذهنية وضعف البنية كما تكون بشرة معظم المصابين بالمرض قبل العلاج ذات لون فاتح، كذلك لون العينين والشعر.

لغرض فهم هذا المرض وسببه وأصله الوراثي نقترح الدراسات التالية.

الجزء 1: أثناء بحثنا عن السبب الجزيئي لهذا المرض توصلنا أنه يتم في الجسم استهلاك الأحماض الأمينية بتدخل إنزيمات فقمنا بتتبع عمل بعض منها وتمكنا من تحضير أشكال الوثيقة (1) حيث:

- الشكل (أ): يمثل التفاعل الكيميائي الذي يحفزه إنزيم الفينيل ألانين هيدروكسيلاز (PHA).

- الشكل (ب): نتائج قياس كمية الفينيل ألانين والتيروزين في دم

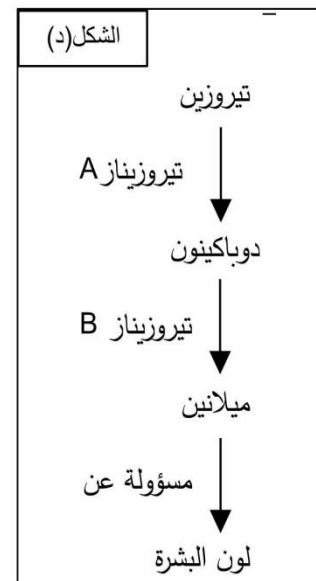
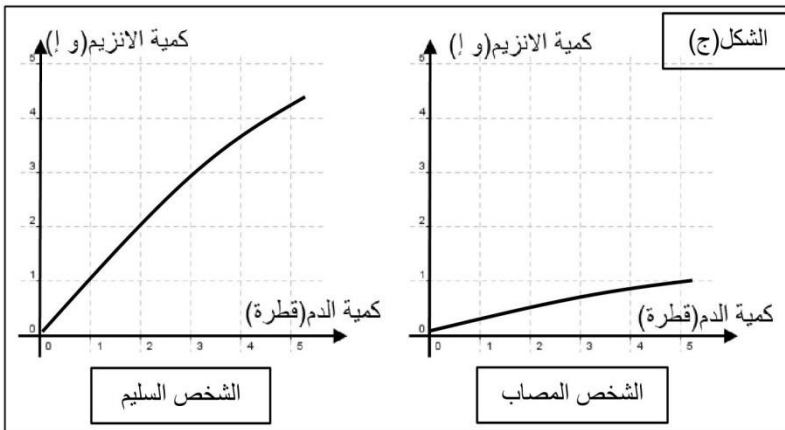
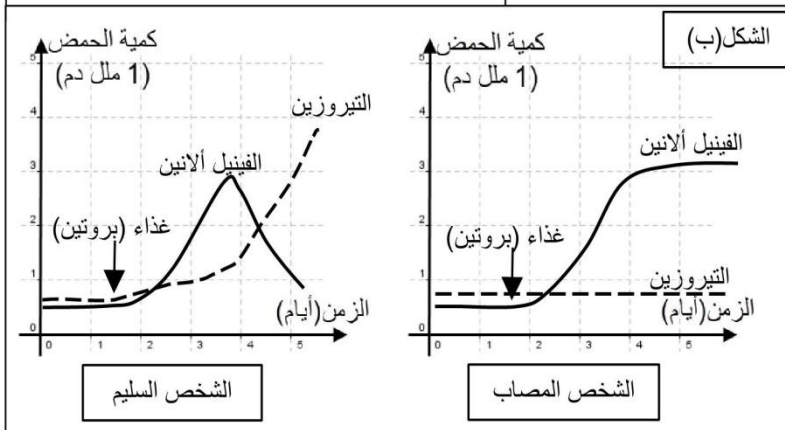
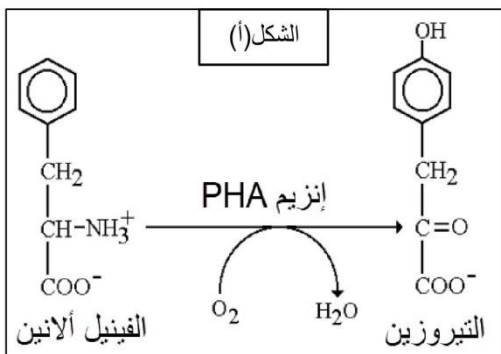
شخص مصاب بالبوال التخلفي وآخر سليم بعد تناول بروتين

- الشكل (ج): نتائج قياس كمية الفينيل ألانين هيدروكسيلاز في

قطرات من دم شخص مصاب بالبوال التخلفي وآخر سليم

- الشكل (د): يمثل معطيات علمية تم التوصل إليها أثناء دراسة

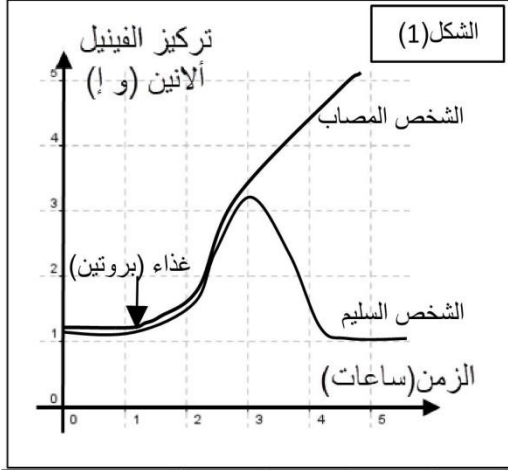
أسباب مرض البوال التخلفي.



انطلاقاً من أشكال الوثيقة(1):

(1) حلّ نتائج الشكل(ب)

(2) قدّم فرضية أو فرضيات تفسر بها ظهور أعراض مرض البوال التخلفي.



الجزء 2: بهدف تحديد السبب الحقيقي لظهور هذا المرض نعرض

أشكال الوثيقة(2)، يمثل الشكل(1) نتائج تركيز حمض الفينيل ألانين في الدم عند الشخص المصاب والسليم بعد تناول وجبة غذائية بينما يمثل الشكل(2) نتائج دراسة أجريت على أنزيم

PHA باستعمال برنامج Anagène

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | |
| شخص سليم | GGT | CGT | AAC | TTA | AAA | AAG | CAA | GGA | CGC | CCC | AAT | السلسلة الناسخة |
| | Pro | Ala | Leu | Asp | Phe | Glu | Val | Pro | Ala | Gly | Leu | |
| شخص مصاب | GGT | CGT | AAC | TTA | AAA | CCT | CAA | GGA | CGC | CCC | AAT | السلسلة الناسخة |
| الشكل(2) | Pro | Ala | Leu | Asp | Phe | Gly | Val | Pro | Ala | Gly | Leu | |

(1) وضح كيف تسمح لك هذه النتائج بتأكيد أو نفي الفرضيات السابقة.

(2) إذا علمت أن ارتفاع نسبة الفينيل ألانين في الدم تؤدي إلى تلف في خلايا المخ، باعتماد أشكال الوثائق(1،2)،

وباستدلال منطقي:

- علّل أعراض مرض البوال التخلفي المذكورة في مقدمة التمرين.

(3) قدّم الحلول الممكنة للتخفيف من حدة هذا المرض.

الجزء 3:

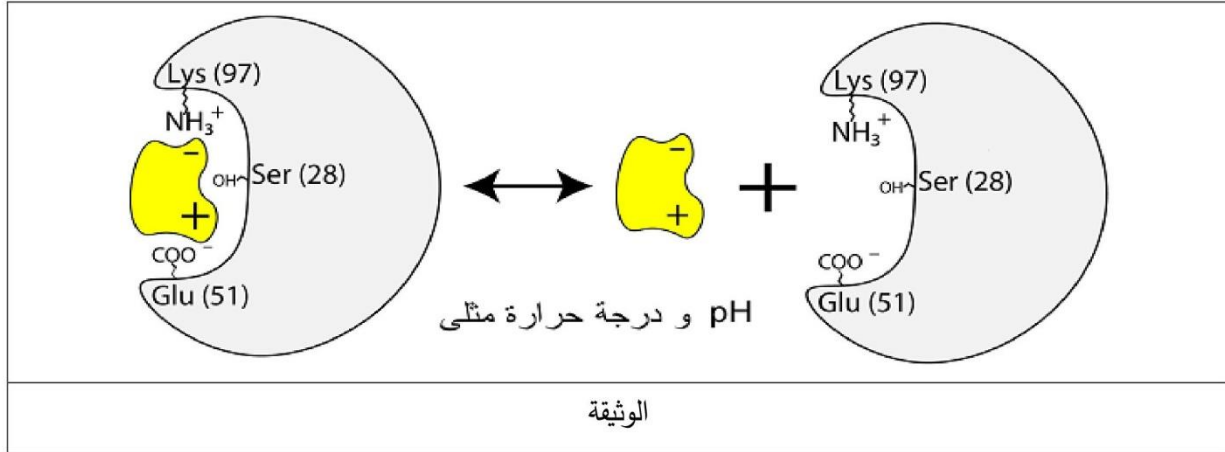
مما توصلت إليه ومكتسباتك، بيّن أهمية الإنزيمات في الحفاظ على تماسك ووحدة العضوية.

انتهى الموضوع 8 ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

الموضوع التدريبي التاسع - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

تعتبر الإنزيمات من الجزيئات الحيوية التي تقوم بادوار هامة وضرورية في العضوية ،تتميز بخصائص عديدة تمكنها من أداء هذه الأدوار ولمعرفة هذه الخصائص نقدم الوثيقة التالية :



1- اختر الجواب او الأجوبة الصحيحة مما يلي :

| | |
|---------------------------------------|--|
| 1- الإنزيم : | 2- الحمض الاميني Lys97 * ينتمي الى موقع التثبيت * ينتمي الى موقع التحفيز * حمض اميني قاعدي |
| 3- الحمض الاميني Glu51 : | 4- سرعة التفاعل : * تزداد بزيادة الركيزة * تزداد بإضافة الإنزيم * تصل إلى حد أقصى عندما تشارك جميع الإنزيمات في التفاعل |
| 5- عند الإنسان يكون النشاط الإنزيمي : | 6- التأثير النوعي المزدوج : * يمكن لإنزيم واحد أن يحفز تفاعلين مختلفين لنفس الركيزة * يمكن لإنزيمين مختلفين تحفيز تفاعلين مختلفين مع نفس الركيزة * يمكن لإنزيم تحويل ركيزة واماقتها |
| 7- يكون التغيير عكسي : | 8- الإنزيم الطافر : * دوما غير وظيفي * يسمح بحدوث التفاعل إذا مست الطفرة أحماض أمينية للموقع الفعال * إذا مست الطفرة الموقع الفعال لا يتشكل المعقد ولا يحدث التفاعل |

2- انطلاقا من الوثيقة ومكتسباتك اشرح في نص علمي العوامل المؤثرة على النشاط الإنزيمي

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

الإنزيمات هي بروتينات ذات بنية ووظيفة محددة وتعمل على تحفيز التفاعلات تمتاز بكونها تتأثر بشروط الوسط الذي تتواجد فيه.

أولاً:

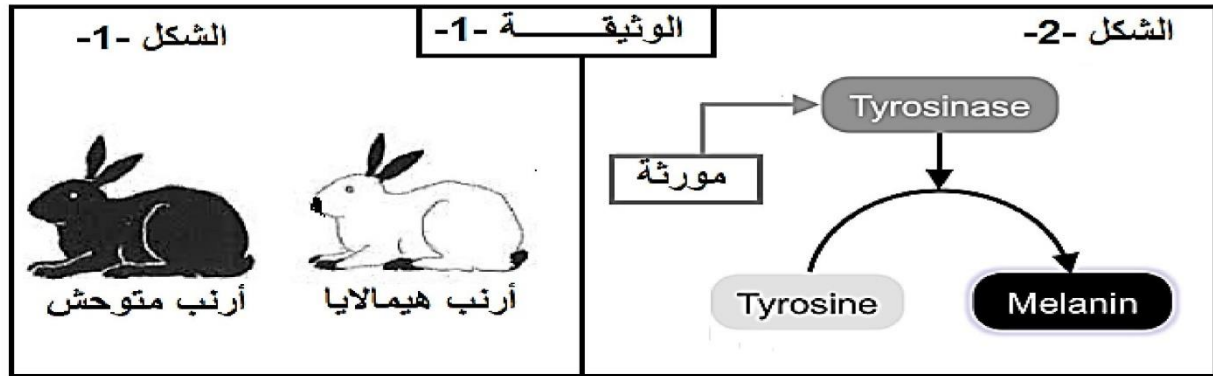
يربي الطفل أحمد أرنباً من السلالة هيمالايا (himalayen)، تتميز هذه السلالة من الأرانب بفرو أبيض ناصع في معظم جسمه بينما في نهايات أطرافه، أنفه و ذيله تكون سوداء اللون مقارنة للسلالة المتوحشة (sauvage) التي يكون كل فرو جسمها داكن اللون كما يوضحه الشكل -1- من الوثيقة -1-

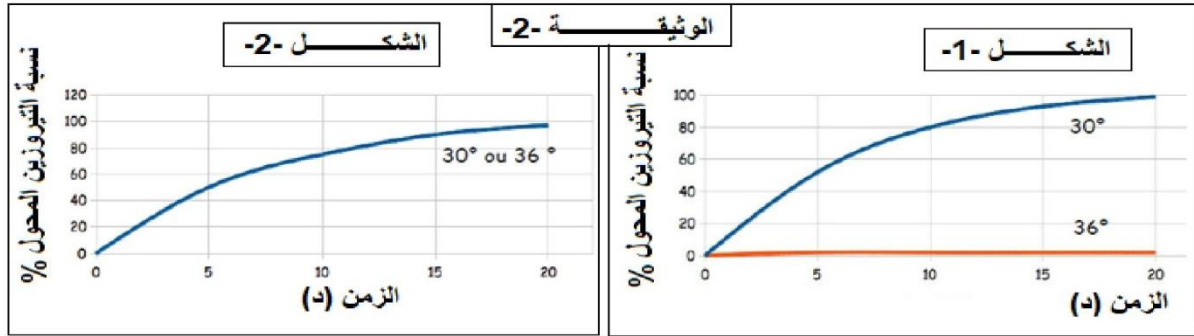
أصيب أرنب أحمد بمرض جعله يفقد كل فروه، وبعد فحصه عند البيطري سأله أحمد عن إمكانية استرجاع أرنبه لفروه الأصلي المميز. فطلب منه البيطري أن يترك الأرنب في غرفة تكون درجة حرارتها 20 م° و هذا خلال فترة تجديد فروه. إن اللون الداكن للفرو ناتج عن وجود صبغة الميلانين في خلاياه، أما اللون الأبيض الناصع ناتج عن غياب هذه الصبغة في الخلايا. التيروزيناز هو الإنزيم الذي يحول التيروزين إلى صبغة الميلانين وفق المخطط الموضح في الشكل -2- من الوثيقة -1-.

1- اكتب معادلة التفاعل الذي يشرف عليه إنزيم التيروزيناز.
2- باستغلال الوثيقة -1- اقترح فرضية أو فرضيات تفسر بها عدم ظهور اللون الداكن في بقية جسم أرنب الهيمالايا.

ثانياً:

لفهم تغيرات الحركية الإنزيمية لإنزيم التيروزيناز لكل أرنب (المتوحش و الهيمالايا) بدلالة درجة الحرارة ندرس الوثيقة -2- التي تمثل نسبة تحول التيروزين بإنزيم التيروزيناز بدلالة الزمن من طرف خلايا أرنب الهيمالايا الشكل -1- و من طرف خلايا الأرنب متوحش الشكل -2- موضوعة في درجة حرارة 30 م° أو في 36 م°.





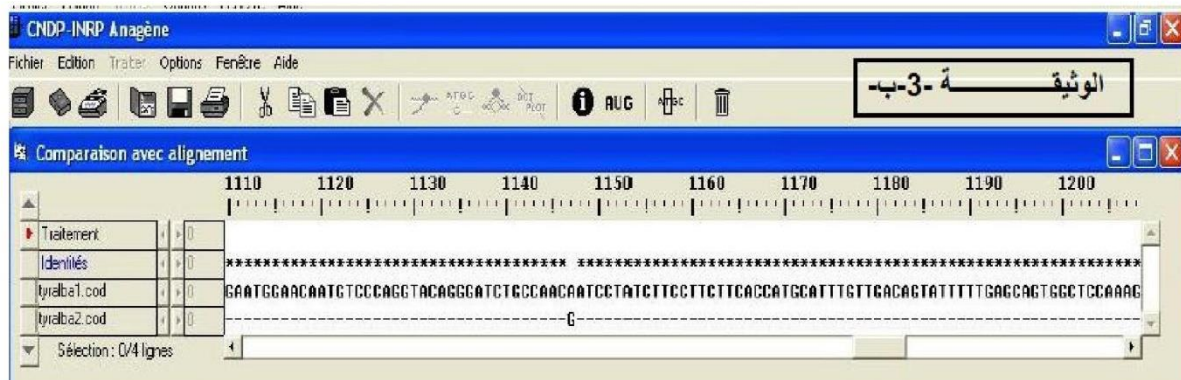
1- ماهي المعلومات المستخلصة من تحليلك للوثيقة -2-

تمثل الوثيقة -3- أ- درجة حرارة مناطق مختلفة من جسم الأرنبين متوحش و هيمالايا بدلالة درجة حرارة الوسط (الغرفة) التي يتواجدان به بينما الوثيقة -3-ب- فتمثل التتابع النكليوتيدي للمورثة المسؤولة عن تركيب إنزيم التيروزيناز عند كلا من أرنب الهيمالايا و المتوحش.

| الوثيقة -3- أ - | درجة حرارة مناطق الجسم عند الأرانب | درجة حرارة الغرفة 20 °م | درجة حرارة الغرفة 30 °م |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ارنب متوحش | الجسم | 36 | 36 |
| | النهايات الطرفية | 30 | 36 |
| ارنب الهيمالايا | الجسم | 36 | 36 |
| | النهايات الطرفية | 30 | 36 |

ملاحظة:

Tyralba1 = تتابع نيكليوتيدي لمورثة إنزيم التيروزيناز عند الأرنب المتوحش (النافذة العلوية)
Tyralba2 = تتابع نيكليوتيدي لمورثة إنزيم التيروزيناز عند الأرنب الهيمالايا (النافذة السفلية)



2-حلل الوثيقة -3-.

3-باستغلال الوثيقة -3- وما توصلت إليه في هذه الدراسة فسّر لماذا طلب البيطري من احمد ان يضع الأرنب في غرفة درجة حرارتها 20 لاستعادة فروه الأصلي.

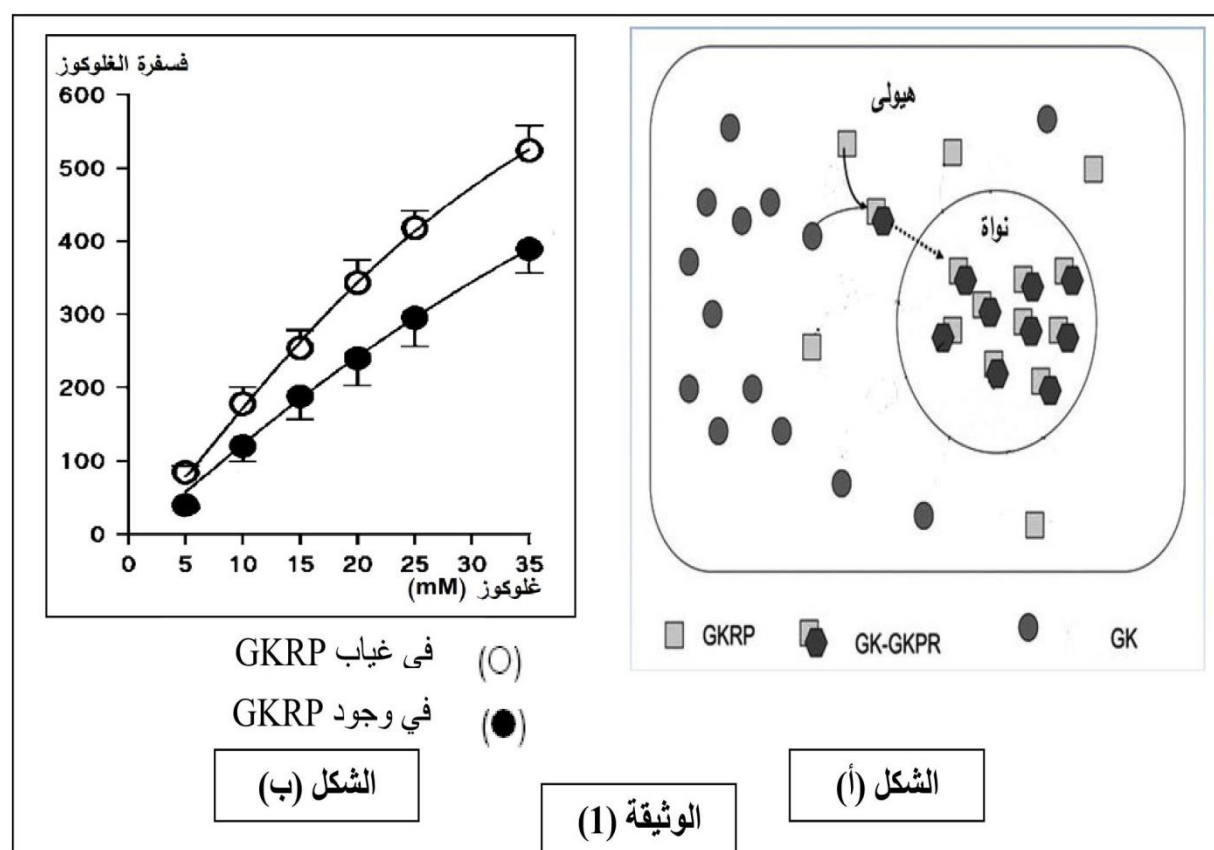
التمرين الثالث :- استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

تظهر البروتينات ببنيات فراغية مختلفة، محددة بعدد، نوع وترتيب الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيبها. لإظهار التخصص الوظيفي للبروتينات في التحفيز الأنزيمي تُقترح عليك الدراسة التالية:

الجزء 1:

يتواجد إنزيم غلوكوكيناز (GK) على مستوى خلايا الكبد، يحوّل الغلوكوز الداخل إلى الكبد في الهيولى إلى غلوكوز - 6- فوسفات (G-6-P) لتخزينه على شكل غليكوجين. ينظم عملية التحويل بروتين تنظيمي GKR داخل خلايا الكبد كما هو ممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (1).

يوضح الشكل (ب) من الوثيقة (1) تغير و تأثير نشاط إنزيم الغلوكوكيناز في وجود و غياب بروتين GKR.



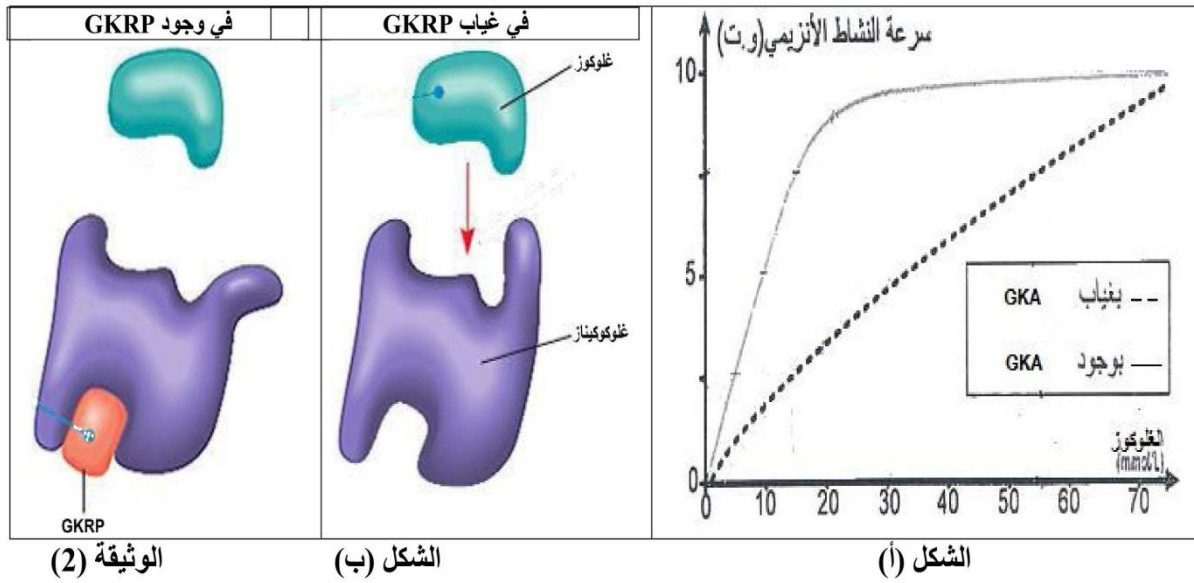
1- أ- ماهي المعلومات التي يمكنك استخلاصها من المعطيات الممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (1)؟

ب- حلّ منحني الشكل (ب) من الوثيقة (1).

2- إذا علمت أن دواء GKA يستعمل لعلاج ارتفاع نسبة السكر في الدم عند مرضى داء السكري، اقترح فرضية تفسّر كيف يعمل دواء GKA على خفض نسبة السكر في دم المصاب.

الجزء 2: لتحديد آلية عمل دواء GKA تقترح عليك الوثيقة (2) التي تمثل:

- سرعة نشاط إنزيم GK بزيادة تركيز الجلوكوز (الشكل 1)
- حالة إنزيم GK في غياب ووجود بروتين GGRP (الشكل 2).



1- حلّ منحني الشكل (أ)، وماذا تستنتج؟

2- فسّر معتمدا على الوثيقة (2) كيف يعمل دواء GKA على خفض نسبة السكر في دم المصاب بداء السكري.

الجزء 3: انطلاقا ممّا سبق ومعارفك بيّن كيف يكتسب الأنزيم تخصصه الوظيفي.

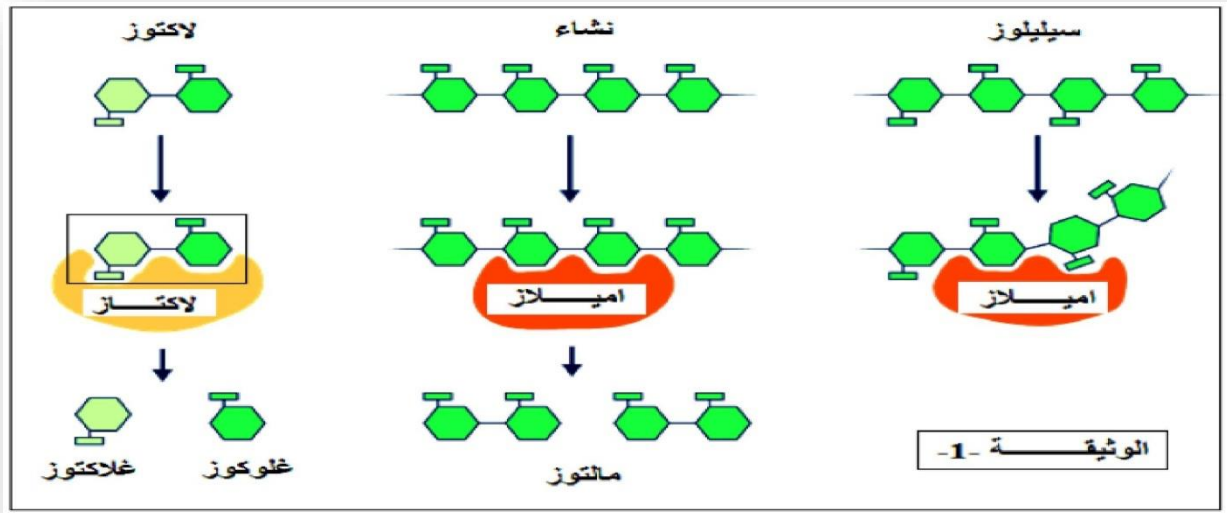
انتهى الموضوع 9 ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،



الموضوع التدريبي العاشر - المنصة العلمية -

التمرين الأول : - استرجاع معارف - { 05 نقاط } :

للبروتينات ذات النشاط الإنزيمي بنية متميزة تضمن لها التخصص الوظيفي العالي .
تمثل الوثيقة 1 - نمذجة التفاعلات الإنزيمية لبعض الإنزيمات الهاضمة .



1- تعرّف على الجزء المؤطر موضحا دوره . ثم أكتب المعادلات التي يحفزها كل إنزيم .

2- انطلاقا من معطيات الوثيقة 1 - و مكتسباتك المعرفية ، أكتب نص علمي تشرح فيه أهمية التعرف على خصائص الإنزيمات و شروط عملها مبرزا العلاقة بينها و بين ضمان شروط صحية لحياة أطول .

التمرين الثاني : - استدلال علمي - { 07 نقاط } :

يبيّن العديد من الدراسات أن النشاط الإنزيمي يتطلب بنية فراغية خاصة به تسمح بأداء وظيفة محددة.

فهل كل اختلاف في بنية الأنزيمات يؤدي حتما إلى اختلاف في وظائفها؟

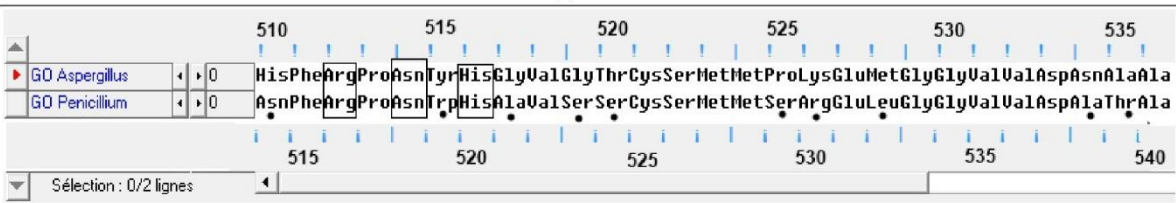
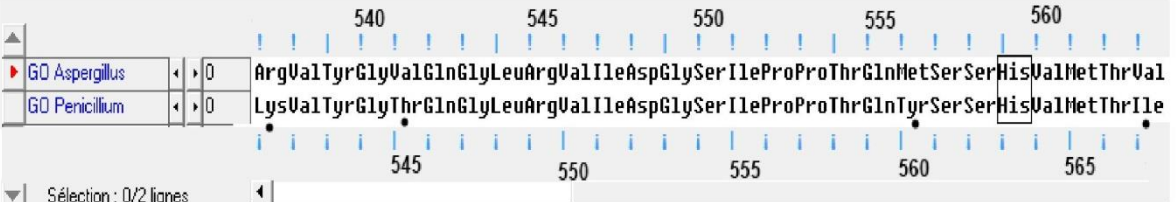
الجزء الأول:

أجرى فريق من الباحثين دراسة تجريبية حول أنزيم غلوكوز أكسيداز (GO) عند فطرّي أسبرجيلوس (Aspergillus niger)

وبنيسليوم (Penicillium amagasakiense) والذي يحفز التفاعل الكيميائي التالي:



النتائج المتحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1): حيث يُمثَّل الشكل (أ) بعض الخصائص البنيوية لأنزيم GO عند الفطرين تم الحصول عليها بواسطة مبرمج راستوب (Rastop)، بينما يُبيِّن الشكل (ب) تسلسل الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية لأنزيم GO عند كل فطر أُخِذَتْ من مبرمج أناجين (Anagène).

| أنزيم غلوكوز أكسيداز GO | | |
|--|---|--------------------------------|
| فطر البينيسليوم | فطر الأسبيريجيلوس | |
| 587 | 581 | عدد الأحماض الأمينية |
| 25 | 26 | عدد البنيات الثانوية α |
| 24 | 71 | عدد البنيات الثانوية β |
| Cys ₁₆₈ -Cys ₂₁₀ | Cys ₁₆₄ -Cys ₂₀₆ | جسر ثنائي الكبريت |
| Arg ₅₁₆ , His ₅₂₀ , His ₅₆₃ , Asp ₄₂₈ | Arg ₅₁₂ , His ₅₁₆ , His ₅₅₉ , Asp ₄₂₄ | الأحماض الأمينية للموقع الفعال |
| الشكل (أ) | | |
|  | | |
|  | | |
| الشكل (ب) | | |

الوثيقة (1)

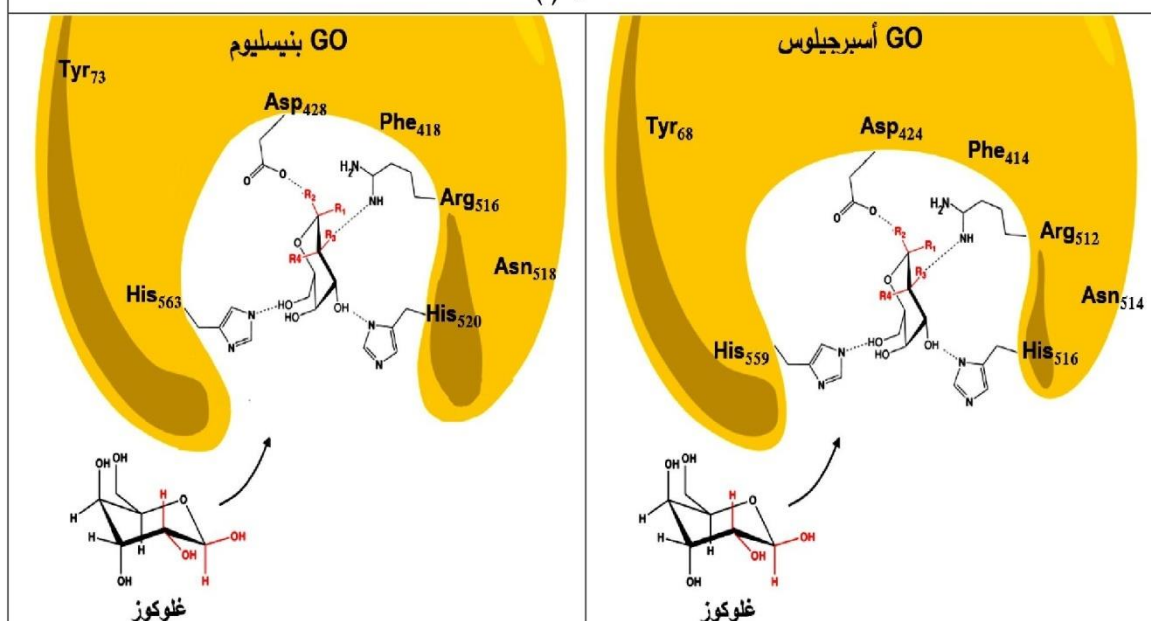
- 1- استخرج الخطوات العملية المتبعة التي تسمح بحل المشكلة المطروحة انطلاقاً من معطيات الوثيقة (1).
- 2- قارن بين الخصائص البنيوية لأنزيم GO عند الفطرين.

الجزء الثاني:

في دراسة مُكَمَّلَة، تمَّ قياس النشاط الأنزيمي للغلوكوز أكسيداز بعد إحداث طفرات على مستوى الـ ADN المُشَفَّر له عند الفطرين السابقين وذلك مقارنة بالنشاط الأنزيمي للسلسلة الطبيعية في الشروط الملائمة (25°C و pH=6). النتائج المتحصل عليها في كل حالة ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2). بينما يُمثَّل الشكل (ب) من الوثيقة (2) بنية الموقع الفعال لأنزيم GO الطبيعي عند الفطرين.

| النتائج: السرعة الأعظمية للنشاط Vmax الأنزيمي | الأحماض الأمينية لأنزيم GO | | | رقم التجربة |
|---|--|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| | نتاج الاستبدال عند السلالات الطافرة | عند Penicillium (سلالة طبيعية) | عند Aspergillus (سلالة طبيعية) | |
| 100% | | بدون طفرة | بدون طفرة | 1 |
| 32% | Phe | Tyr ₇₃ | Tyr ₆₈ | 2 |
| 7.2% | Ala | Asp ₄₂₈ | Asp ₄₂₄ | 3 |
| 1.1% | Ala | His ₅₂₀ | His ₅₁₆ | 4 |
| 3.5% | Gln | Arg ₅₁₆ | Arg ₅₁₂ | 5 |
| 58.2% | Thr | Asn ₅₁₈ | Asn ₅₁₄ | 6 |

الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (2)

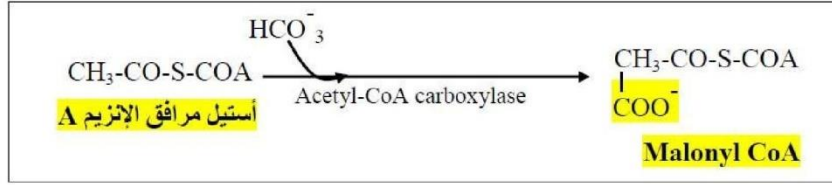
- 1- فُسِّرَ النتائج التجريبية المحصل عليها باستغلالك لمعطيات الوثيقة (2) ومن معلوماتك.
- 2- قَدِّمَ إجابة ملخصة للمشكلة العلمية المطروحة في بداية التمرين انطلاقاً مما توصلت إليه في هذه الدراسة.

التمرين الثالث : - استدلال علمي ضمن مسعى علمي - { 08 نقاط } :

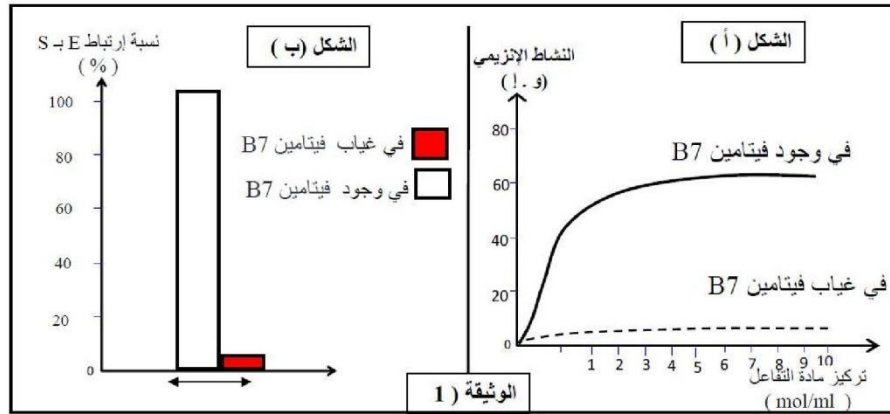
الإنزيمات بروتينات عالية التخصص ذات أهمية بالغة في حدوث التفاعلات الأيضية داخل الخلية ،
قصد التعرف على أهمية مرفقات الإنزيم Coenzyme { العناصر اللابروتينية } في نشاط الإنزيمات
نقدم الدراسة التالية :

الجزء الأول:

إنزيم أستيل مرافق A كربوكسيلاز (Acetyl-CoA carboxylase) أحد الإنزيمات الأساسية المشاركة في سلسلة تفاعلات إنتاج جزيئة Malonyl CoA الأساسية في بناء الدسم في الخلية حسب تفاعل الأتي :



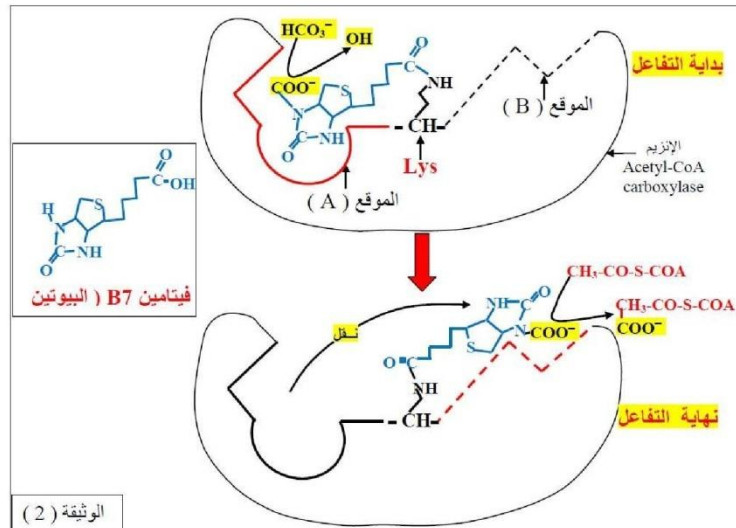
نتائج قياس نشاط إنزيم Acetyl-CoA carboxylase بدلالة تركيز مادة التفاعل أستيل مرافق الإنزيم A في وجود و غياب فيتامين B7 (Biotin) موضحة في الشكل (أ) من الوثيقة (1)، بينما يمثل الشكل (ب) من الوثيقة (1) نسبة ارتباط الإنزيم بمادة التفاعل في وجود و غياب فيتامين B7.



1. حلل النتائج الممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (1).

2. باستغلال معطيات الشكل (ب) من الوثيقة (1) اقترح فرضية تفسيرية للنتيجة المتحصل عليها.

الجزء الثاني : الوثيقة (2) تمثل آلية حدوث التفاعل في مستوى الموقع الفعال لإنزيم Acetyl-CoA carboxylase الذي يحفز تفاعل ثنائي.



1. ناقش صحة الفرضية السابقة باستغلالك معطيات الوثيقة (2).

الجزء الثالث: بين -إعتمادا على ما توصلت إليه- أهمية فيتامين B7 في النشاط الأيضي للخلية.

انتهى الموضوع **10** ،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

مادة علوم الطبيعة و الحياة - بكالوريا 2022

الوحدة الثالثة من المجال 1

النشاط الإنزيمي للبروتينات

التصحيح النموذجي للمواضيع العشر { 10 }

تحت شعار

لا ملل لا فشل ،، نحو تحقيق ذلك الأمل

المذنب العلمية = عقبة بن نافع

<https://www.facebook.com/okba.bac.2010>

التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي الأول - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

1- التعرف على العناصر المشكلة للتفاعل الانزيمي :

| 4 | 3 | 2 | 1 |
|----------------|----------------------------------|---------|----------------|
| نتاج التفاعل P | المعقد " انزيم-مادة التفاعل " ES | انزيم E | مادة التفاعل S |

تحديد نوع كل من التخصص الانزيمي 1 و 2:

التخصص 1 : في وجود مادة التفاعل (الركيزة) الانزيم يكون قادرا على تحفيز تفاعل واحد فقط في اتجاه واحد و فالاميلاز يحفز تفاعل واحد, اماهة النشاء إلى مالتوز اما انزيم اللاكتاز فيحفز فقط تفاعل اماهة اللاكتوز إلى غلوكوز + غلاكتوز.
اذن التخصص 1 : تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي.
التخصص 2 : التأثير النوعي لانزيم الاميلاز يتمثل في الارتباط النوعي (تكامل بنيوي) بين الموقع الفعال ومادة التفاعل (النشاء) : بمعنى أنه يؤثر إلا على مادة تفاعل واحدة نوعية. , **ففي حالة اللاكتوز** , يلاحظ من الوثيقة عدم تشكل المعقد ES لعدم وجود تكامل بنيوي بين جزيئة اللاكتوز والموقع الفعال لانزيم الاميلاز.
اذن التخصص 2 : تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل.

النص العلمي :

يتغذى الانسان على سكريات معقدة مثل النشاء , خلال عملية الهضم تعمل انزيمات العصارة الهاضمة على اماهة هذه السكريات المعقدة إلى مغذيات مثل الغلوكوز يمكن امتصاصها على مستوى الامعاء الدقيقة.

ما هي خصائص التحفيز الإنزيمي (الانزيمات الهاضمة) وما هي شروط عملها؟

- النشاء من سكريات معقدة , يتم تحويله (إماهته) إلى غلوكوز أثناء عملية الهضم . هذا التحويل يتم بدخل انزيم الأميلاز . أنه انزيم يحفز هذا التحويل في شروط محددة (شروط ملائمة للحياة) , فالانزيمات هي محفزات حيوية.
- الموقع الفعال هو جزء من الإنزيم له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل و تحويلها. يتكون الموقع الفعال من :
 منطقة التعرف : تتكون من تتابع الاحماض الامينية للانزيم , وتكون هذه المنطقة متكاملة مع البنية الفراغية
 لنوع من مادة التفاعل وهذا ما يفسر امتلاك الانزيم تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل
 منطقة التحفيز : تتكون من تتابع احماض أمينية 2 أو 3 من الانزيم , على مستواها يتم نشاط تحفيزي نوعي لنوع من مادة التفاعل وهذا ما يفسر امتلاك الانزيم تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي.
- التفاعلات المحفزة بواسطة الانزيمات تتم في عدة خطوات :
 ▪ تشكيل معقد انزيم -مادة التفاعل (ES) على مستوى الموقع الفعال (وجود تكامل بنيوي)

- تنشيط التفاعل , يتم تحويل مادة التفاعل إلى ناتج.
- تحرير ناتج التفاعل والانزيم (لا يستهلك أثناء التفاعل)
- يتوقف نشاط الانزيمات على شروط مختلفة :
- تركيز الانزيم أو مادة التفاعل
- درجة الحرارة : يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37 درجة مئوية عند الإنسان).
- درجة PH : تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية وبالأخص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال , ولكل انزيم درجة حموضة مثلى .
- المثبطات و عوامل تغيير البنية الطبيعية للانزيم كالتغيرات الوراثية .

الخاتمة :

➤ الأنزيمات وسائط حيوية، تتميز بتأثيرها النوعي اتجاه مادة التفاعل (ركيزة) معينة في شروط درجة حرارة ملائمة للحياة.

التمرين الثانى : - الحل النموذجي - { 07 نقاط }

**الجزء
الاول**

1- إثبات صحة المعلومة :

- من خلال الشكل (أ) من الوثيقة (1) الذي يمثل منحنى تغيرات مدة النشاط الإنزيمي لإنزيم (الترينين ديزاميناز) بدلالة تغيرات pH الوسط حيث نلاحظ :

- عند $pH=8$ كانت مدة التفاعل الإنزيمي هي الأقل وتقدر بـ 25 ثانية، دلالة على أن النشاط الإنزيمي عند هذه القيمة نشاط أعظمي وأن $pH=8$ هي قيمة pH المثلى لهذا الإنزيم أين تكون الحالة الكهربائية لجذور الأحماض الأمينية للموقع الفعال لهذا الإنزيم تسمح بتشكيل روابط انتقالية مع الركيزة بشكل أمثل وبالتالي تشكل معقد أنزيمي ES وحدوث تفاعل أنزيمي أعظمي.

- كما نلاحظ أن مدة التفاعل الإنزيمي تترادى كلما إبتعدنا عن القيمة $pH=8$ ، دلالة على تناقص النشاط الإنزيمي و هذا لتغير الحالة الكهربائية لجذور الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال ما يؤثر على تشكل الروابط الانتقالية وبالتالي يؤثر على تشكل المعقد الإنزيمي ES أي تناقص النشاط الإنزيمي.

ومنه نستنتج أن للإنزيم درجة pH مثلى يكون النشاط الإنزيمي عندها أمثل ويتناقص كلما إبتعدنا عن هذه القيمة.

- من الشكل (ب) من الوثيقة (1) التي تمثل منحنى تغيرات النشاط الإنزيمي لإنزيم التريونين ديزاميناز بدلالة تغيرات درجة الحرارة حيث نلاحظ :

عند درجات الحرارة المنخفضة (أقل من $10^{\circ}C$) : النشاط الإنزيمي يكون منعدم دلالة على عدم تشكل المعقد الإنزيمي ES وهذا لقلّة التصادمات الفعالة بين الركيزة و الموقع الفعال لقلّة حركة الجزيئات.

- عند درجة حرارة من $10^{\circ}C$ إلى $40^{\circ}C$: تزايد النشاط الإنزيمي بزيادة درجة الحرارة ليصل إلى النشاط الأعظمي 100% عند درجة الحرارة $40^{\circ}C$ ، فتعتبر بذلك درجة الحرارة المثلى،

وهذا دلالة على تشكل معقدات إنزيمية ES بشكل أمثل حيث تكون البنية الفراغية للإنزيم وخاصة الموقع الفعال طبيعية وكذلك حركة الجزيئات.

- عند درجات الحرارة أعلى من 40°C : يتناقص النشاط الإنزيمي كلما زادت درجة الحرارة على القيمة المثلى إلى أن تنعدم عند درجة حرارة 45°C ، دلالة على تناقص في تشكل المعقدات الإنزيمية وهذا راجع لتخريب البنية الفراغية لإنزيم (خاصة الموقع الفعال) بفعل الحرارة العالية.

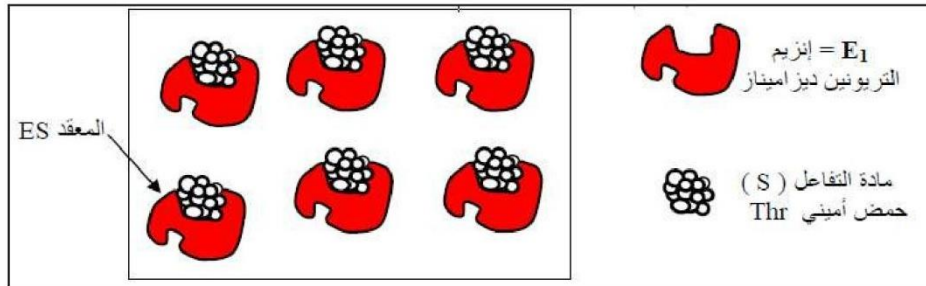
ومن هنا نستنتج أن لكل إنزيم درجة حرارة مثلى يكون فيها النشاط الإنزيمي أعظمي ويتناقص هذا النشاط بشكل عكوس في درجات الحرارة الأقل من المثلى و بشكل غير عكوس في درجات الحرارة الأعلى من المثلى.

- من نتائج الشكل (أ) و(ب) للوثيقة (1)، نستنتج أن المعلومة العلمية "للإنزيم درجة حرارة وحموضة مثلى يكون فيهما نشاطه أعظمي، ويتناقص هذا النشاط كلما ابتعدنا عن هذه القيم" هي معلومة صحيحة.
2-أ- تفسير نتائج المجال A من الشكل (ج) :

يمثل الشكل (ج) من الوثيقة (1) سرعة النشاط الإنزيمي لإنزيم التريونينديزاميناز بدلالة تغيرات تركيز مادة التفاعل التريونين حيث نلاحظ :

في المجال (A): تزايد في سرعة النشاط الإنزيمي بزيادة تركيز الركيزة التريونين إلى غاية بلوغ السرعة الأعظمية 1.8 وبت عند التركيز 20 ميلي مول/ل من الركيزة، دلالة على تزايد في تشكل المعقدات الإنزيمية ES ونفسر هذا بأن عدد جزيئات الإنزيم أكبر من عدد جزيئات الركيزة (قبل الوصول للتركيز 20 ميلي مول/ل). كما نفسر الوصول إلى السرعة الأعظمية بتساوي عدد جزيئات الإنزيم مع عدد جزيئات الركيزة في الوسط.

2-ب- نمذجة العلاقة بين جزيئات الإنزيم و مادة التفاعل :



1- الفرضية المقترحة :

التركيز العالي لنواتج التفاعل الإنزيمي (الإيزولوسين) يؤثر سلبا على النشاط الإنزيمي.

1- التحقق من صحة الفرضية المقترحة :

من خلال الوثيقة (2) التي تبين سلسلة التفاعلات المؤدية لتصنيع الحمض الأميني الإيزولوسين

الجزء
الثاني

نلاحظ :

أن الركيزة (S) المتمثلة في التريونين ترتبط بالموقع الفعال لإنزيم التريونيديزاميناز نتيجة التكامل البنيوي بينهما فتتحول إلى مادة وسطية (A) ثم (B) ثم (C) ثم (D) ثم إلى المنتج النهائي المتمثل في الحمض الأميني الإيزولوسين بتدخل مجموعة من الإنزيمات.

كما تبين الوثيقة أن المنتج النهائي الإيزولوسين يستعمل من طرف الخلية، والكمية الزائدة عن حاجتها ترتبط بإنزيم التريونيديزاميناز في جزء خاص من بنيته دون الموقع الفعال، هذا الارتباط يؤدي إلى تغيير بنية الموقع الفعال لهذا الإنزيم ما يعيق ارتباط الركيزة (التريونين) به فلا يتشكل المعقد الإنزيمي ES وتتوقف سلسلة التفاعلات المؤدية لتصنيع الإيزولوسين. بذلك يكون المنتج النهائي قد لعب دور مثبط غير تنافسي وأثر سلبا على نشاط إنزيم التريونيديزاميناز وهذا ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة.

2- تحديد الخاصية المميزة لهذا الإنزيم:

يتبسط هذا الإنزيم عند ارتباطه بالمنتج النهائي في منطقة خاصة منه وتكمن أهمية هذه الميزة في تمكين الخلية في التحكم في كمية المواد المنتجة حسب حاجتها.

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

الجزء الأول:

1- تحليل معطيات الشكل -أ-:

يمثل الشكل -أ- أيض TMA عند الانسان حيث يتبين أنه:

عند تناول بعض الأغذية مثل البيض، السمك و اللحوم التي تحتوي على جزيئات منها الكارنتين و الكولين

و N -أكسيد الثلاثي ميثيل أمين يحدث لها تخمر لبني في الأمعاء أين يتم تحويلها الى ثلاثي ميثيل أمين TMA و

هي جزيئة لها رائحة كريهة ثم تنتقل بعدها الى الكبد لتتحول بواسطة انزيم الفلافين احادي الاكسجين FMO3 الى TMAO ثم تنتقل عبر الطريق الدموي ليتم امتصاص بعضها عبر الخلايا وبعضها الاخر

يطرح مع السائل البولي

2- مقارنة الاطراح البولي عند الشخص السليم والمصاب :

يمثل الشكل (ب) من الوثيقة 1 جدول يبين الاطراح البولي لثلاثي ميثيل الأمين (TMA) وثلاثي ميثيل الأمين N -أكسيد (TMAO) من قبل شخص سليم وشخص مصاب بمتلازمة رائحة السمك في ظروف غذائية طبيعية وبعد تناول وجبة من اللحم حيث:

نعلم أن النسبة الطبيعية لنسبة TMAO مقارنة بالمجموع TMA+TMAO أكبر من 85%

في ظروف غذائية طبيعية تكون هذه النسبة عالية 96.3% عند الشخص السليم أي في حدود القيمة الطبيعية بينما عند مصاب بمرض TMAO نلاحظ ان هذه النسبة منخفضة جدا تقدر ب 29%

بعد تناول 300 غ من اللحم تتناقص هذه النسبة عند الشخص السليم ب 0.7% أي أن التناقص طفيف (قيمة طبيعية) اما عند الشخص المصاب فتناقصت بنسبة 9.4%

ومنه نستنتج أن المرضى المصابين بمرض رائحة السمك لديهم نقص شديد في نسبة TMAO في الاطراح البولي.

اقتراح فرضية تفسر سبب الإصابة بمتلازمة رائحة السمك.

- يعود مرض رائحة السمك الى تراكم TMA ذو الرائحة الكريهة نتيجة حدوث طفرة في المورثة التي تشرف على تركيب انزيم FMO3 الذي يحول TMA الى TMAO

الجزء الثاني :

1- وصف بنية انزيم FMAO3 مع التعليل:

من الشكل أ الذي يبين بنية ثلاثية الابعاد لإنزيم FMAO3 يتبين أن الانزيم ذو بنية ثلثية نظرا لاحتوائه على نهاية أمنية وكربوكسيلية واحدة كما أنه يحتوي على العديد من السلاسل الثانوية α والحلزونية β كما نلاحظ من الشكل ب الموقع الفعال لهذا الانزيم الذي يشترك بمجموعة من الاحماض الأمنية المحددة منها Trp319. Tyr207. Asp317. Phe397. Gly74. Trp400. Cys78

2- تفسير سبب مرض رائحة السمك:

من الشكل ج الذي يوضح التتابع النيكلوتيدي لجزء من الأليل المسؤول عن تركيب انزيم FMAO3 عند الشخص المصاب و السليم :

أ- الشخص السليم

315 316 317 318

ARNm GGC UCU GAU AUU

..... Gly Ser Asp Ile الاحماض الأمنية تتابع

ب- الشخص المصاب:

ARNmGGC UCA UAU

..... Gly Ser Tyr الاحماض الأمنية تتابع

نلاحظ أن عند الشخص المصاب تم حذف النيكلوتيدين G و T مما أدى الى تغير الاحماض الأمنية 317. الحمض الاميني ASP 317 من الاحماض الأمنية المكونة للموقع الفعال للإنزيم (الشكل ب) حيث حذفه أدى الى تغيير بنية الانزيم وبالتالي توقف وظيفته. وهذا ما توضحه النتائج المبينة في الوثيقة 1 حيث أن:

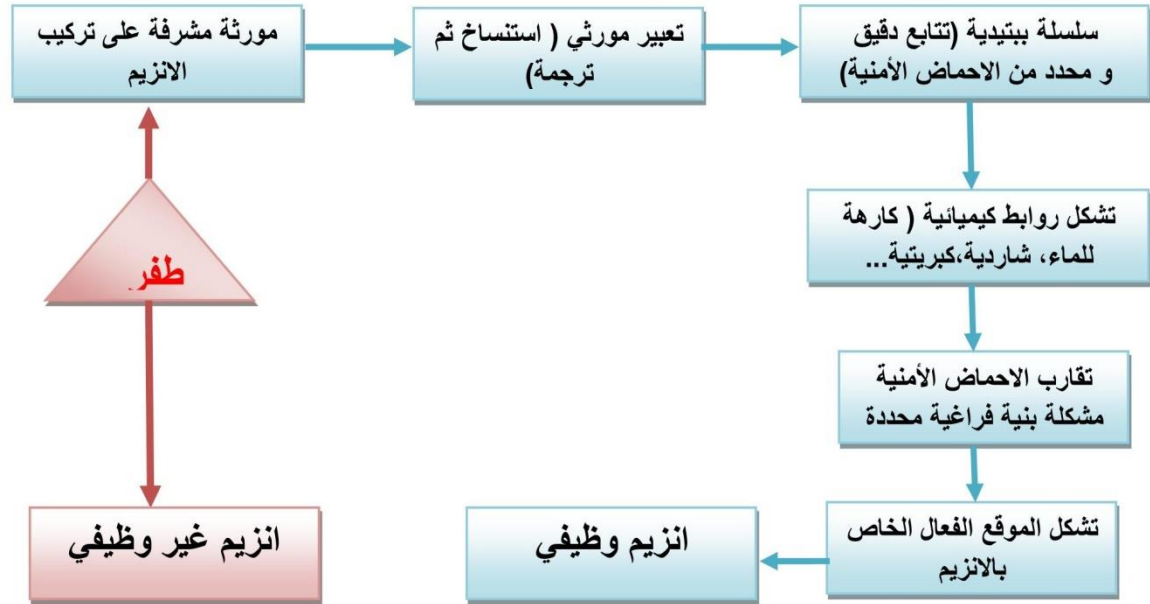
عند الشخص السليم يقوم انزيم FMO3 بتحويل الركيزة TMA الى TMAO التي لا رائحة لها وتطرح في البول

أما عند الشخص المصاب يفقد الانزيم وظيفته نظرا للطفرة التي حدثت في الموقع الفعال مما أدى الى تراكم جزيئة TMA التي لها رائحة كريحة (رائحة السمك) عند طرحها في البول، العرق واللعاب

- ومنه تم التأكد من صحة الفرضية التي تنص على أن يعود مرض رائحة السمك الى تراكم TMA ذو الرائحة الكريهة نتيجة حدوث طفرة في المورثة التي تشرف على انزيم FMO3 الذي يحول

TMA الى TMAO

الجزء الثالث : -انجاز مخطط يوضح العلاقة بين المورثة والتخصص الوظيفي للانزيم:



انتهى التصحيح للموضوع الأول ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،



التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي الثاني - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

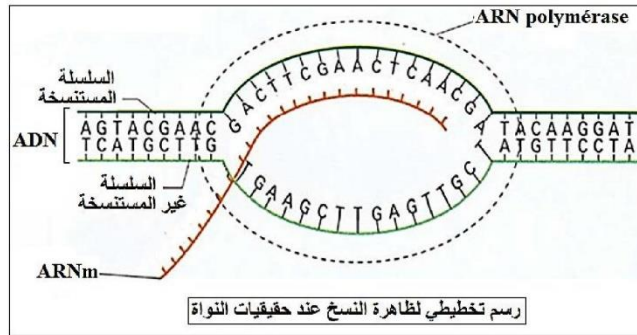
حل التمرين الأول:

1- التعرف على البنيتين الممثلتين بالشكلين (1) و (2) و البيانات المرفقة:
يمثل الشكل (1) جزيئة ARNm ، يمثل الشكل (2) سلسلة ببتيدية

البيانات:

1- رابطة أستر فوسفاتية، 2- رابطة كارهة للماء، 3- سلسلة ببتيدية، 4- رابطة كبريتية، 5- رابطة شاردية، 6- رابطة هيدروجينية.

- الرسم:



2- النص العلمي:

تضمن عمليات التعبير المورثي التي تحدث على مستوى الخلايا تركيب بروتينات وظيفية تعمل في شروط الأوساط التي تعيش فيها هذه الخلايا ، فكيف يتحقق ذلك.

- خلال عملية النسخ يتم تركيب جزيئة ARNm انطلاقا من السلسلة المستنسخة من المورثة المسؤولة عن تركيب بروتين معين و بذلك فهي تحمل المعلومة الوراثية على شكل تسلسل نيكليوتيدي دقيق جدا.

- خلال عملية الترجمة تتم قراءة هذا التسلسل النيكليوتيدي (ARNm) بواسطة الريبوزومات و تحويله إلى سلسلة ببتيدية تضم مجموعة من الأحماض الأمينية.

إن عدد ، نوع و ترتيب الأحماض الأمينية يكون محددًا بدقة حسب المعلومة الوراثية المحمولة من طرف ARNm و هذا ما يسمح بانطواء السلسلة الببتيدية في مناطق معينة و تشكيل أنواع معينة من الروابط الكيميائية بين سلاسلها الجانبية مما يكسب البروتين بنية فراغية خاصة تتميز بوجود موقع (مواقع) فعال تمكنه من أداء وظيفته.

- يرتكز التخصص الوظيفي للإنزيم على تشكيل معقد (أنزيم - مادة التفاعل) نتيجة التكامل بين الموقع الفعال للإنزيم ومادة التفاعل

- تؤثر تغيرات شروط الوسط (الحرارة و الحموضة) على شكل الموقع الفعال للإنزيم و وهذا ما يعيق تشكل المعقد الإنزيمي و بالتالي عدم حدوث النشاط الإنزيمي حيث:

° نقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة ، ويصبح الأنزيم غير نشط (مثبط) .

° تتخرب الإنزيمات في درجات الحرارة العالية نتيجة تكسر الروابط المحافظة على استقرارها فتفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفتها التحفيز.

° تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال للإنزيم فيفقد هذا الأخير شكله المميز ، وبالتالي يفقد نشاطه.

- يتوقف نشاط الإنزيم (البروتين) على استقرار بنيته الفراغية الذي يضمنه استقرار شروط الوسط الذي يعمل فيه

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

الجزء الأول:

-1

العلاقة بين الإنزيم ومادة تفاعله:

يمثل الشكل (أ) جزء من بنية إنزيم 14- α Demethylase في وجود وغياب مادة تفاعله حيث نلاحظ:
- في غياب مادة التفاعل تظهر مجموعة من الأحماض الأمينية في مواقع محددة فراغيا تكون متباعدة من حيث الترتيب ومتقاربة فراغيا (Ile_{386} , Ala_{317} , Phe_{139} , Leu_{134}) وتشكل الموقع الفعال لهذا الإنزيم والذي يوجد به أيضا مجموعة هيم.

- في وجود مادة التفاعل نلاحظ أن بعض الأحماض الأمينية غيرت مكانها مثل Ser_{388} , Ala_{317} وتظهر أحماض أمينية جديدة في واجهة الصورة المنحزرة لم تكن واضحة في غياب مادة التفاعل مثل Met_{528} , His_{320} , Tyr_{390} وشكلت روابط انتقالية مع مادة التفاعل قصد تثبيتها، مما يدل على أن مادة التفاعل حفزت الإنزيم على تغيير شكل موقعه الفعال وهذا ما يعرف بالتكامل البنيوي المحفز.

يمثل الشكل (ب) تغيرات مدة التفاعل الإنزيمي بدلالة درجة PH الوسط ودرجة الحرارة حيث نلاحظ:
مدة التفاعل الإنزيمي تكون قصيرة جدا في درجة $PH=7,5$ وكذلك في درجة حرارة $37^{\circ}C$ (نشاط إنزيمي أعظمي)، بينما كلما ابتعدنا عن هذه القيم بالزيادة أو بالنقصان تزداد مدة التفاعل الإنزيمي (نشاط إنزيمي جد قليل أو منعدم)، ومنه $PH=7,5$ ودرجة الحرارة $=37^{\circ}C$ هما المثليين لعمل هذا الإنزيم.

مميزات الإنزيم هي:

التكامل البنيوي المحفز، HP الأمثل = $7,5$ ، درجة الحرارة المثلى $=37^{\circ}C$.

-2

دراسة تفسيرية لتأثير درجة الحرارة و PH على النشاط الإنزيمي:

في درجة الحرارة و PH المثليين:

تكون مدة التفاعل جد قصيرة أي تفاعل إنزيمي أعظمي دلالة على أن بنية الإنزيم مستقرة تسمح بحدوث التكامل البنيوي وتشكل روابط انتقالية بين الموقع الفعال ومادة تفاعله فتتشكل المعقدات ES يتم التأثير عليها وتحويلها لنواتج في مدة زمنية قصيرة.

في درجات الحرارة غير المثلى:

المنخفضة: التفاعل يتطلب مدة زمنية كبيرة نتيجة قلة حركية الجزيئات وبالتالي قلة التصادمات بين الإنزيم ومادة تفاعله، قلة المعقدات ES ، قلة النشاط الإنزيمي.

المرتفعة: التفاعل يتطلب مدة زمنية كبيرة نتيجة تخرب بنية الإنزيم المميزة له خاصة موقعه الفعال بسبب تفكك الروابط البنيوية مما يفقده وظيفته التحفيزية.

في درجات PH غير المثلى:

PH>7.5: وسط قاعدي ومنه تغير الشحنة الإجمالية للإنزيم بسبب تأين المجموعات الكيميائية الكربوكسيلية (COOH) الجانبية الحرة لجذور الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال ومنه زيادة كهروسلبية الإنزيم ، فقدان الإنزيم شكله المميز ، عدم تثبيت مادة التفاعل ، عدم حدوث التفاعل.

PH<7.5: وسط حامضي ومنه تغير الشحنة الإجمالية للإنزيم بسبب تأين المجموعات الكيميائية الأمينية (NH₂) الجانبية الحرة لجذور الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال ومنه زيادة كهروإيجابية الإنزيم ، فقدان الإنزيم شكله المميز ، عدم تثبيت مادة التفاعل ، عدم حدوث التفاعل.

النمذجة:

درجة الحرارة 50°م: رسم انزيم مخرب (فقد شكل المميز) وعدم حدوث تكامل بنيوي

PH = 4: رسم انزيم موقعه الفعال يحمل شحن موجبة وعدم تشكل ES لغياب التكامل البنيوي

الجزء الثاني:

-1

مناقشة شرح الطبيب لأحد الرياضيين سبب تقديمه وصفة Econazole:

من خلال الشكل (ج) يتبين أن جدار خلية الفطر المسبب لسعفة القدم يتكون من بروتينات خارجية، سكريات-β، كيتين وغشاء فسفوليبيدي والذي يتكون بدوره بالإضافة لبقيّة الجزيئات من جزيئة Ergosterol حيث تعتبر ناتج النشاط الإنزيمي المحفز من طرف إنزيم 14-demethylase بعد تثبيت مادة تفاعله Lanosterol وفق التكامل البنيوي وتشكل المعقدات ES، أما الشكل (ب) فيبين التركيب الكيميائي لجزيئتي Lanosterol و Econazole إذ يظهر بأنها تتشابهان في جزء من بنيتها، الشكل (ج) يمثل منحنى بياني لتغيرات نسبة التفاعل الإنزيمي بدلالة الزمن في وجود وغياب مادة Econazole حيث نلاحظ: انخفاض كبير وسريع في نسبة تركيز مادة التفاعل في غياب Econazole دلالة على تشكل المعقدات الإنزيمية وتحفيز تحويل Lanosterol إلى Ergosterol أما في وجود مادة Econazole نلاحظ انخفاض بطيء وقليل لنسبة تركيز مادة التفاعل دلالة على تشكل عدد قليل من المعقدات الإنزيمية وبالتالي تحويل تركيز قليل من Lanosterol إلى Ergosterol وهذا بسبب تشبع المواقع الفعالة بمادة Econazole كونها تشبه Lanosterol في جزء من بنيتها سوف تتنافسها على المواقع الفعالة الخاصة بها وتعيق تشكل المعقدات Es وبالتالي تمنع تحويل Lanosterol إلى Ergosterol الداخلة ضمن مكونات الغشاء الفسفوليبيدي مما يعطي غشاء فسفوليبيدي ذو بنية غير سليمة ومنه تلاشي جدار خلية الفطر، وبالتالي موته وعدم تكاثر خلايا الفطر ومنه الشفاء من سعفة القدم.

-2

التلخيص في فقرة مفهوم الإنزيم مع إبراز العوامل المؤثرة على سرعة نشاطه:

الإنزيم وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية يسرع حدوث التفاعلات في شروط محددة ولا يستهلك أثناء التفاعل. يتميز بتخصص وظيفي مزدوج، النوعية اتجاه مادة التفاعل واتجاه نوع التفاعل.

- يرتكز نشاط الإنزيم على بنية موقعه الفعال أي على تشكل المعقد انزيم_مادة تفاعل، حيث تنشأ روابط انتقالية ضعيفة بين جزء من مادة التفاعل وجذور الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال التي تغير من تموضعها في وجود مادة التفاعل لتصبح في المواقع المناسبة بغرض تثبيتها والتأثير عليها (التكامل المحفز) كما يمكن أن تحافظ على تموضعها أثناء تثبيت مادة التفاعل (التكامل قفل مفتاح).

- يتأثر نشاط الإنزيم بعوامل الوسط الحيوية (PH ودرجة الحرارة) حيث لكل منها انزيم درجة PH ودرجة حرارة مثلي يكون فيها نشاطه أعظميا، ويقل هذا النشاط كلما ابتعدنا عن تلك القيم.
- يتأثر نشاط الإنزيم أيضا بعوامل أخرى كالمواد المثبطة (المنافسة لمادة التفاعل).

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

الجزء الأول:

- 1 - تحليل البروتوكول التجريبي المقترح :
 - يسمح البروتوكول التجريبي باختبار فعالية الببسين والاميلاز على ركيزتين.
 - التفاعل المحفز من طرف الانزيمين متشابه (إماهة جزيئات ضخمة).
 - الانابيب الشاهدة في وجود الماء تبين ان التفاعل الملاحظ يكون أفضل في وجود الانزيمات.
 - 2 - تحليل النتائج التجريبية :
 - الاميلاز يحلل فقط النشاء وليس البومين البيض .
 - الببسين يحلل فقط البومين البيض وليس النشاء .
- الاستنتاج :
- الانزيم لا يؤثر الا على مادة تفاعل واحدة نوعية
 - كل انزيم يمتلك تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل.

الجزء الثاني:

- 1 - استخراج خاصية مميزة للانزيمات مع التعليل :

الخاصية :

 - كل انزيم يمتلك تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي

التعليل :

 - توضح الوثيقة 2 ان انزيمين مختلفين فوسفوجلوكوميتاز و فوسفوجلوكوايزوميراز كلاهما يؤثر على نفس الركيزة , جلوكوز-6-فوسفات الا ان ناتج التفاعل مختلف (جلوكوز-1-فوسفات و فراكٹوز-6-فوسفات على الترتيب) وهذا ما يبين ان لكل انزيم تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي.
- 2 - تحليل نتائج الشكلين (أ) و(ب) :

الشكل (أ) :

 - توضح الوثيقة 2 ان إنزيمين مختلفين , فوسفوجلوكوميتاز و فوسفوجلوكوايزوميراز يؤثر كل منهما على نفس مادة التفاعل , الجلوكوز-6-فوسفات الا ان ناتج التفاعل مختلف (جلوكوز-1-فوسفات و فراكٹوز-6-فوسفات على الترتيب).
 - في سلالة الخميرة الطافرة pgi1 والتي تمتلك انزيم فوسفوجلوكوايزوميراز غير وظيفي : هناك تراكم للركيزة جلوكوز-6-فوسفات مرفوقا بانخفاض في كمية الناتج الفركتوز-6-فوسفات .
 - وبالمثل هناك انخفاض بمقدار 6 اضعاف في كمية الـ ATP , وهو الناتج النهائي للمسار الايضى الذي يتدخل فيه انزيم فوسفوجلوكوايزوميراز

الشكل (ب) :

 - يمثل فعالية انزيم فوسفوجلوكوميتاز عند سلالتين من الخميرة , طافرة وطبيعية.
 - يكون النشاط الانزيمي اعظميا (135.7 $\mu\text{U}/\text{mg}$) وضعيف جدا (1 $\mu\text{U}/\text{mg}$) في السلالة الطافرة.

الاستنتاج :

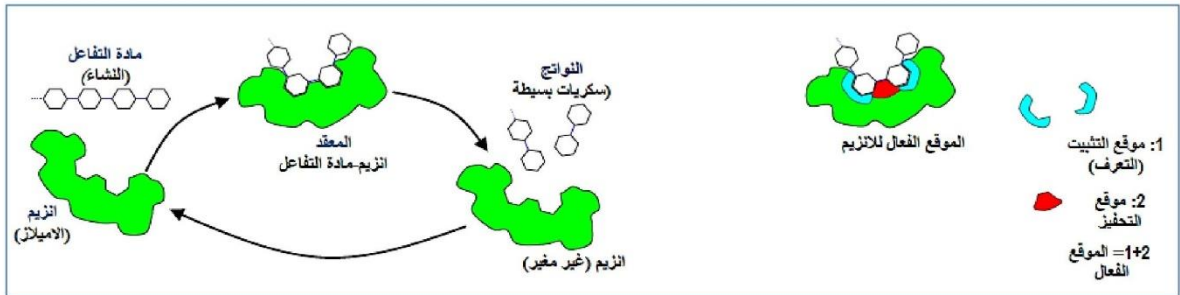
- في سلالة الخميرة *pgi1* , نشاط انزيم فوسفوجلوكوميلاز لا يمكنه التغلب على غياب نشاط فوسفوجلوايزوميراز , وبالمثل في سلالة الخميرة *pgm1/2* , لا يسمح وجود انزيم فوسفوجلوايزوميراز بمفرده بنشاط انزيم فوسفوجلوكوميلاز . وعليه نستنتج ما يلي :
 - كل إنزيم قادر على تحفيز نوع واحد فقط من التفاعل .
 - تمتلك الانزيمات تخصص وظيفي مزدوج ; النوعية لمادة التفاعل والنوعية للتفاعل الكيميائي .
- النتائج المتوقعة بعد نهاية التجربة عند السلالة *pgm1/2* :**
- مقارنة مع القياسات المحصل عليها عند السلالة *pgi1* : ارتفاع طفيف في كمية الفركتوز-6-فوسفات مع انتاج كمية كبيرة من ATP , بالمقابل ن سجل انخفاض نسبيا في كمية الجلوكوز-1-فوسفات مع انخفاض كبير في كمية الجلايكوجين .

3 - تفسير عدم فعالية الانزيم الطافر :

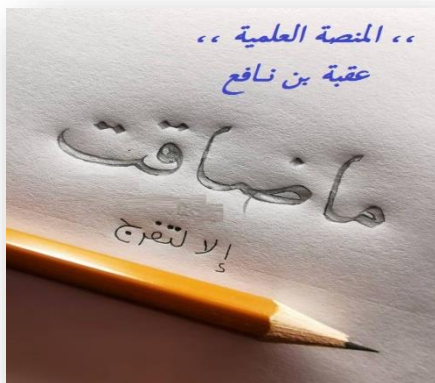
- يعتمد التأثير النوعي للانزيم ومادة التفاعل على تشكل المعقد ES , حيث تكون بنية الموقع الفعال مكملية لبنية مادة التفاعل .
- تؤدي الطفرات إلى تغيير تسلسل الاحماض الامينية في البنية الاولى يؤدي ذلك إلى تغيير البنية الفراغية للانزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال مما يعيق تشكل المعقد ES وبالتالي غياب النشاط التحفيزي للانزيم .

الجزء الثالث:

رسم تخطيطي تفسيري تبرز فيه العلاقة بين البنية الفراغية للبروتين (كمثال انزيم الاميلاز) وتخصصه الوظيفي .



انتهى التصحيح للموضوع الثاني ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،



الصفحة : 11

التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي الثالث - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

| العلامة مجزأة | |
|---------------|--|
| 1.25 | 1- مفهوم الإنزيم: وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية يسرع التفاعل له تأثير نوعي اتجاه الركيزة و اتجاه التفاعل لا يستهلك أثناء التفاعل و لا يتأثر به، يتأثر بمجموعة من العوامل الخارجية من Ph و درجة الحرارة. |
| 0.75 | - البيانات: (أ) : جسر كبريتي، دوره: يحافظ على ثبات البنية الفراغية للإنزيم. (ب) : رابطة هيدروجينية، دورها: تحافظ على ثبات البنية الفراغية للإنزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال. (ج) : حمض أميني، دوره: الوحدة التركيبية للبروتين و يساهم على مستوى الموقع الفعال للإنزيم في تشكيل الروابط الانتقالية مع مادة التفاعل . |
| 0.25 | 2- النص العلمي: مقدمة: الإنزيمات وسائط حيوية ذات طبيعة بروتينية لأن مصدرها الكائنات الحية و لا تستهلك أثناء التفاعل و لا تتأثر به و سميت بالمحفزات الحيوية لأنها تستطيع أن تسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية بتركيز ضعيفة منها، تتميز بالنوعية اتجاه مادة التفاعل. |
| 0.25 | المشكل العلمي: ما هي العلاقة الموجودة بين الإنزيم و الركيزة و التي سمحت للإنزيم بتحويل الركيزة إلى منتج؟ |
| 0.25 | العرض: يعتمد نشاط الإنزيم على البنية الفراغية و التي يحددها تتابع معين من الأحماض الأمينية تحت مراقبة المورثة، حيث تحتوي الإنزيمات على حيز صغير يدعى الموقع الفعال يسمح بارتباط الركيزة |
| 0.25 | بالإنزيم وفق التكامل البنوي الفراغي بينهما فتشارك مجموعة الأحماض الأمينية الخاصة بالتعرف في هذه العملية، بحيث تتوضع المجموعات الكيميائية للركيزة في المكان المناسب لتوضع المجموعات الكيميائية |
| 0.25 | لنهايات جذور الأحماض الأمينية المتواجدة في الموقع الفعال للإنزيم ، يسمى هذا بالتأثير النوعي للإنزيم |
| 0.25 | اتجاه الركيزة (نظرية القفل و المفتاح) إلا أنه توجد بعض الإنزيمات و التي لها خاصية تغير الشكل الفراغي لموقعها ، الفعال عند اقتراب الركيزة منها و الغرض من ذلك الوصول إلى التكامل البنوي الفراغي |
| 0.25 | الأصلي للإنزيم تسمى هذه الظاهرة بالتكامل البنوي المحفز. |
| 0.25 | أما مجموعة الأحماض الأمينية الخاصة بالتحفيز فتتفاعل مع الركيزة من أجل تحويلها إلى منتج و هذا بمساهمة شوارد أو مركبات عضوية (تحويل، تفكيك، تركيب، أكسدة وإرجاع، فسفرة، تماكب، نزع هيدروجين...) ، ميزة الموقع الفعال البنوي تعطي للإنزيم تخصصا مزدوجا فوق التعرف يعطي للإنزيم |
| 0.25 | التأثير النوعي و موقع التحفيز يحدد نوع التفاعل و بالتالي يحدد طبيعة المنتج. |
| 0.25 | يتأثر نشاط الإنزيم بأي تغيير حاصل للبنية الفراغية للموقع الفعال حيث استقرار هذا الحيز الصغير تضمنه |
| 0.25 | روابط استقرار بأي تخریب لها يؤدي بالضرورة إلى فقدان البنية الفراغية و بالتالي فقدان الوظيفة و هناك |
| 0.25 | عدة عوامل تؤدي إلى ذلك منها: الكيميائية كاستعمال المخبرات بيتا مركبتو إيثانول الذي يحلل الجسور ثنائية الكبريت و يمنع إعادة تشكيلها و البوريا التي تعيق الانطواء الطبيعي بتشكيل الجسور في أماكن غير |
| 0.25 | صحيحة ، عوامل وراثية أي حدوث طفرة في المورثة تسبب خلل في تتابع الأحماض الأمينية فيصبح الإنزيم غير وظيفي، عوامل فيزيائية T ، Ph ، حيث أن درجة الحرارة المنخفضة جدا تؤدي إلى تثبيط الإنزيم بقلّة حركة الجزيئات (قلّة التصادمات الفعالة) دون تخریب البروتين أي عكوس و تعتبر الحرارة المنخفضة جدا كعامل مثبط للتفاعل الإنزيمي أما الحرارة المرتفعة فهي المخربة للإنزيم بطريقة غير عكسية حيث تؤدي إلى تخریب الروابط التي تستقر بها البنية الفراغية دون عودتها مما يفقد الإنزيم نشاطه. |
| 0.25 | أما التغير في Ph الوسط فيؤدي ذلك إلى تغيير في شحنة المجموعات الكيميائية لنهايات جذور الأحماض الأمينية و خاصة المشكلة للموقع الفعال للإنزيم مما يقلل إمكانية الارتباط بالركيزة حيث يسلك الإنزيم سلوك الأحماض في وسط قاعدي و يحمل الشحنة السالبة و سلوك القواعد في وسط حمضي و يحمل الشحنة الموجبة. |
| 0.25 | خاتمة: حدوث النشاط الإنزيمي الموضح في الوثيقة (1) يستوجب وجود علاقة بنوية تتمثل في التكامل البنوي الفراغي بين الركيزة و الموقع الفعال للإنزيم و على حسب التركيب الكيميائي للموقع الفعال للإنزيم من حيث الأحماض الأمينية يحدث تفاعل من نوع معين كمثال : تفكيك النشاء و يتأثر الإنزيم و بنيته بعوامل عدة. |

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

| الجزء الأول :- | |
|-----------------|---|
| 1 :- | نوع التمثل هو :- شريطي..... |
| 2 :- | البنية الفراغية للأنزيم :- ثلثية..... التعليل :- وجود سلسلة ببتيدية واحد بها بنيت حلزونية و ورقة مطوية و مناطق انعطاف.... |
| 3 :- | التفسير :- - الأنزيم الطافر Lys 124 يعمل بنفس كفاءة الأنزيم الطبيعي يفسر بحدوث طفرة وراثية في منطقة بعيد عن الموقع الفعال للأنزيم مما لا يؤثر على عمل الأنزيم..... - الأنزيم الطافر Lys 35 نشاطه منعدم يفسر بحدوث طفرة وراثية في الموقع الفعال للأنزيم مما يؤثر على عمل الأنزيم و بالتالي يتوقف عن النشاط..... |
| الجزء الثاني :- | |
| 1 :- | التحليل :- - تمثل الوثيقة تغيرات السرعة الابتدائية بدلالة تركيز الركيزة - نلاحظ في غياب المثبط (Y) تكون السرعة كبيرة ثم تثبت عند نقطة التشبع . و في وجود المثبط (Y) بتركيز قليل تنخفض السرعة و عند تركيز كبير للمثبط (Y) نسجل تناقص كبير في السرعة - الاستنتاج :- المثبط (Y) يقلل من السرعة كلما زاد تركيزه في الوسط..... |
| 2 :- | التفسير :- - نلاحظ تناقص السرعة و لكن بشكل ضعيف و يرجع ذلك إلى أن المثبط في هذه الحالة لا يرتبط بمادة بالأنزيم و لا ينافس مادة التفاعل ، إذن هو يعرقل حركة الجزيئات (الركيزة و الأنزيم) و منه قلة التصادمات و بالتالي تناقص في السرعة الابتدائية للأنزيم . |
| 3 :- | الفرضية :- المثبطات (X و Y) تثبط النشاط الأنزيمي و تقلل من سرعة التفاعل . المثبط (Y) ينافس الركيزة من جهة و يثبط الأنزيم من جهة أخرى . المثبط (X) لا ينافس الركيزة و لا يثبط الأنزيم |

| | |
|----------|--|
| 4 - 1 :- | الفرضية صحيحة التعليل :- - المثبط (Y) تنافسي حسب الوثيقة (3) ينافس الركيزة على الموقع الفعال من جهة و يثبط عمل الأنزيم من جهة أخرى..... - المثبط (X) لا تنافسي حسب الوثيقة (3) لا ينافس الركيزة على الموقع الفعال ولا يثبط عمل الأنزيم و إنما يتثبت في جهة من الأنزيم فيغير من موقعه الفعال ومنه عدم حدوث التفاعل..... 2 :- الاستنتاج :- - المثبط (Y) تنافسي. - المثبط (X) لا تنافسي..... الأهمية التطبيقية هي :- العديد من الأدوية هي مثبطات تنافسية لإنزيمات تعمل على التقليل من نشاطها. مثال :- Glucobay المثبط لإنزيم a-Glucosidase في الأمعاء الدقيقة لتخفض سرعة تفكك السكريات إلى غلوكوز وبالتالي تقليل الامتصاص وتجنب الارتفاع الكبير لنسبة السكر في الدم |
|----------|--|

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

تصحيح التمرين الخاص بمرض فابري

الجزء الأول:

🚩 التعرف على المستوى البنائي مع التعليل:

المستوى البنائي: رابعي

التعليل: تظهر الوثيقة أن الإنزيم يحتوي على أكثر من تحت وحدة بحيث نلاحظ أن البنيات الثانوية ألفا وبيتا تتخذ ألوان مختلفة مما يشير إلى أنها لا تنتمي إلى نفس السلسلة الببتيدية (خاصية التلوين في برنامج راستوب).

🚩 اقتراح فرضية لتفسير أصل مرض فابري:

- تظهر الوثيقة 01 أن أنزيم ألفا غالاكتوزيداز ينشط تفاعلا يؤدي إلى تفكيك جلوبو تريا اوزيلسيراميد إلى لاكتوزيل سيراميد و غالاكتوز
- كما تظهر الوثيقة 02 أن الشكل الفراغي للموقع الفعال للإنزيم محدد بعدة بنيات وريقيه.
- تمثل الوثيقة 03 مقارنة بين نشاط إنزيم α -غالاكتوزيداز (α -galactosidase) عند 3 فئات من الأشخاص حيث:

يكون نشاط إنزيم ألفا غالاكتوزيداز معدوما عند الشخص المصاب بفابري المتقدم وضعيفا جدا عند الشخص المصاب بفابري المتأخر مقارنة بالشخص السليم والذي يكون نشاط الإنزيم السابق لديه مرتفع وعادي.

نستنتج مايلي:

الشخص المصاب بمرض فابري يعاني من خلل في نشاط إنزيم غالاكتوزيداز (نقص النشاط أو غيابه تمام).

بما أن الشخص المصاب بمرض فابري يعاني من خلل في نشاط إنزيم غالاكتوزيداز وبما أن الموقع الفعال للإنزيم محدد بالعديد من البنيات الوريقية فيبدو أن أصل المرض طفرة مستوى إحدى الأحماض الأمينية المشكلة لتلك البنيات الوريقية.

الجزء الثاني:

✚ التأكد من صحة الفرضية:

✚ استغلال الوثائق:

✓ تمثل الوثيقة 04 التفاعلات الأيضية للجليكوليبيدات (الدهون السكرية). حيث توضح الوثيقة أن مركب céramide trihexoside يتحول إلى لاكتوزيل سيراميد بتدخل أنزيم α -غلاكتوزيداز. هذا المركب بدوره يتحول إلى غليكوزيلسيراميد بتدخل أنزيم آخر أنزيم β -غلاكتوزيداز أو إلى GM3-ganglioside. هذان المركبان بدورهما يتحولان إلى العديد من المركبات الأخرى و بتدخل العديد من الإنزيمات. في الحقيقة هناك الكثير من الأمراض المرتبطة بخلل في إحدى إنزيمات التفاعلات الأيضية الخاصة بالجليكوليبيدات. نذكر من بينها مرض فابري، حيث توضح الوثيقة أنه في حالة هذا المرض الخلل الوراثي يكون على مستوى أنزيم α -غلاكتوزيداز. نستنتج ما يلي:

ينتج مرض فابري بسبب خلل وراثي في إنزيم α -غلاكتوزيداز ، مما يؤدي إلى تراكم الدهون غير الطبيعية في الخلايا (glycosphingolipids (GL3) = (céramide trihexoside) .

✓ توضح الوثيقة 05 العلاقة بين الحمل الزائد للليزوزومي و العلامات الرئيسية لمرض فابري. حيث: عند الشخص السليم تتحلل الجزيئات الكبيرة بصورة طبيعية كون الإنزيمات تعمل بشكل عادي، مما يعطي لليزوزوم مظهرا طبيعيا (حجم طبيعي). بينما عند الشخص المصاب يؤدي نقص الإنزيمات إلى عدم تفكيك الجزيئات الكبيرة بصورة طبيعية مما يعطي لليزوزوم مظهرا عملاق. يترتب عن ذلك حمل ليزوزومي زائد على مستوى الخلايا المبطنة لتجويف للأوعية الدموية على مستوى الجهاز الهضمي و الكلى و القلب و الدماغ . يمكننا تصور أن الدم الذي يحمل المغذيات الضرورية لنمو الأعضاء لا يصل بصورة سليمة للأعضاء السابقة مما ينتج عنه حتما عدم تطور اغلب أعضاء الجسم. نستنتج ما يلي:

إن العلامات الرئيسية لمرض فابري مرتبطة بشكل أساسي بالحمل الزائد لليزوزومي على مستوى الخلايا المبطنة لتجويف للأوعية الدموية لأغلب أعضاء الجسم. إن الخلل على مستوى الأوعية الدموية التي تغذي الأعضاء يتسبب في عدم تطورها.

✓ الوثيقة 06 تمثل اختبار فعالية العلاج بـ: DGJ على خلايا محولة وراثيا لها بنيات وريقة مخربة لانزيم α -غلاكتوزيداز حيث:

بالنسبة للخلايا التي بها طفرة 01 قريبة من الموقع الفعال يكون نشاط إنزيم ألفا غلاكتوزيداز ضعيفا جدا ومتقارب سواء في وجود أو غياب الدواء حيث في وجود الدواء يكون نشاط الإنزيم في حدود 2 و.إ وفي وجوده 4 و.إ ، يدل ذلك على أن العلاج لا يؤثر على الطفرات القريبة من الموقع الفعال.

أما بالنسبة للخلايا التي بها طفرة 02 بعيدة من الموقع الفعال يكون نشاط إنزيم ألفا غلاكتوزيداز ضعيفا في غياب الدواء حيث يقدر ب 9 و.إ لكن في وجود الدواء نسجل ارتفاع محسوس في نشاط الإنزيم حيث أصبح في حدود 40 و.إ ، يدل ذلك على أن العلاج يؤثر على الطفرات القريبة من الموقع الفعال.

نستنتج ما يلي:

إن الطفرات التي تحدث على مستوى المورثة التي تشرف على تركيب إنزيم ألفا غلاكتوزيداز. تؤدي إلى تغير بنية إنزيم ألفا غلاكتوزيداز حيث تتخرب البنيات الوريقية المحددة للموقع الفعال. قد تكون هاته الطفرات قريبة من الموقع الفعال و لا تتأثر كثيرا بالعلاج. بينما هناك طفرات أخرى بعيدة من الموقع الفعال وتتأثر بالعلاج.

✚ ربط علاقات:

ينتج مرض فابري بسبب خلل وراثي (طفرة) في إنزيم α -غلاكتوزيداز ، ينتج عن ذلك تغير بنية إنزيم ألفا غلاكتوزيداز حيث تتخرب البنيات الوريقية المحددة للموقع الفعال وبالتالي فقدانه لوظيفته

مما يؤدي إلى تراكم الدهون غير الطبيعية في الخلايا ($\text{glycosphingolipids (GL3) = (c\acute{e}ramide trihexoside)$) ، حيث يؤدي نقص الإنزيمات إلى عدم تفكيك الجزيئات الكبيرة بصورة طبيعية مما يعطي للليزوزوم مظهرا عملاق. يترتب عن ذلك حمل ليزوزومي زائد على مستوى الخلايا المبطنة لتجويف للأوعية الدموية على مستوى الجهاز الهضمي و الكلى و القلب و الدماغ. إن الدم الذي يحمل المغذيات الضرورية لنمو الأعضاء لا يصل بصورة سليمة للأعضاء السابقة مما ينتج عنه حتما عدم تطور اغلب أعضاء الجسم.

هناك طفرات تؤدي الى ظهور مرض الفابري الكلاسيكي المبكر و الخطير بينما هناك طفرات أخرى تسبب ظهور مرض متأخر و خفيف .وذلك حسب بعد أو قرب الطفرة من الموقع الفعال للإنزيم.

وهذا ما يؤكد صحة الفرضية القائلة أن أصل المرض هو طفرة على مستوى إحدى الأحماض الأمينية المشكلة لتلك البنيات الوريقية المحددة للموقع الفعال.

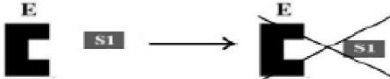
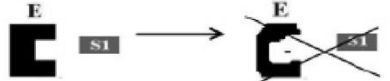
✚ مناقشة فعالية العلاج:

إن DGJ مادة صيدلانية مساعدة يهدف استعمالها الى تغيير البنية الفراغية لبروتينات α -غلاكتوزيداز الطافرة وتصحيح جزيئي للورقات المخربة. حيث يعد هذا العلاج في حالة مرض فابري فعالا لكن فقط بالنسبة للأشكال الخفيفة من المرض حيث تكون الطفرة بعيدة عن الموقع الفعال.

انتهى التصحيح للموضوع الثالث ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،

التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي الرابع - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

| النقاط | | |
|--------|---|-----------|
| 2*0.25 | <p>- ذكر خصائص الإنزيم :</p> <p>✓ من الشكل (أ) : الإنزيم نوعي تجاه نوع التفاعل</p> <p>الإنزيمات (E1 , E2 , E3) تؤثر على نفس مادة التفاعل (S) لكن تختلف النواتج . يختلف نوع التفاعل الذي تحفزه .</p> | -1 02ن |
| 2*0.25 | <p>✓ من الشكل (ب) : الإنزيم نوعي تجاه مادة التفاعل .</p> <p>: الإنزيم (E) يؤثر فقط على مادة التفاعل (S1) ولا يؤثر على مادتي التفاعل (S2 S3)</p> <p>✓ نمذجة التفاعل الحاصل في الشكل (ب) في الظروف التالية :</p> | |
| 2*0.5 | <p>* درجة الحرارة 2 م و pH 7</p>  <p>* درجة الحرارة 36 م و pH 12</p>  | -2 03ن |
| 0,5 | <p>2- النص العلمي :</p> <p>المقدمة + التساؤل</p> <p>الإنزيمات وسائط حيوية ضرورية ، ، تتميز بتخصص وظيفي عالي ، حيث يلعب الموقع الفعال دورا في ذلك ، كما يتأثر نشاط الإنزيمات بعوامل الوسط</p> <p>فما هو دور الموقع الفعال في التخصص الوظيفي للإنزيم ؟ وكيف تؤثر عوامل الوسط على نشاط الإنزيم ؟</p> <p>العرض :</p> | |
| 0.25 | <p>✓ الموقع الفعال : هو جزء صغير من الإنزيم يتكون من أحماض أمينية محددة وراثيا شكلا ، عددا ونوعا ، له قدرة على التعرف النوعي على مادة التفاعل ويتم على مستواه التفاعل ، كما يتميز الموقع الفعال بمنطقتين :</p> | |
| 0.25 | <p>✓ منطقة لتثبيت مادة التفاعل : مكونة من أحماض أمينية محددة ، تأخذ شكلا فراغيا يتكامل بنيويا مع مادة تفاعل معينة ، وهذا ما يكسب الإنزيم تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل</p> | |
| 0.25 | <p>✓ منطقة لتحفيز التفاعل : مكونة من أحماض أمينية محددة ، تحفز نوع ما من التفاعلات دون غيره ، وهذا ما يكسب الإنزيم تخصص نوعي بالنسبة لنوع التفاعل .</p> | |
| 0.25 | <p>✓ يتأثر نشاط الإنزيم بتغيرات درجة حرارة الوسط حيث :</p> | |
| 0.25 | <p>* تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة ، ويصبح الإنزيم غير نشط</p> <p>* تخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة (أكبر من 40° م) ، و تفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز</p> <p>* يبلغ الفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى ، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37° م) عند الإنسان.</p> | |

| | |
|------|--|
| 0.50 | - تغيرات درجة حموضة الوسط تؤثر على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث : " في الوسط الحمضي تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة . في الوسط القاعدي تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة |
| 0.50 | - يفقد الموقع الفعال شكله المميز ، بتغير حالته الأيونية وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل . الخاتمة |
| 0.50 | - الانزيمات ذات طبيعة بروتينية تكتسب تخصصا وظيفيا عاليا بفضل بنيتها الفراغية التي تتميز بوجود موقع فعال يتكامل مع الركيزة، حيث تتأثر هذه البنية الفراغية بعوامل الوسط المختلفة (درجة الحرارة و الـ pH) |

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

| الجزء 1 | الجواب رقم 1 | البيانات المرقمة : | | | | | | |
|---------------------|--------------|--|---|---|---|---------------------|--------------|----------------------|
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>بنية ثانوية β</td><td>منطقة انعطاف</td><td>بنية ثانوية α</td></tr> </tbody> </table> <p>تبين سبب وجود أحماض أمينية متقاربة لها أرقام متباعدة في أنزيم التربسين الوظيفي :</p> <p>- يعود سبب وجود أحماض أمينية متقاربة في الفراغ حيث أن لها أرقام متباعدة في السلسلة الببتيدية الخطية للحدوث انطواءات و التفافات للسلسلة الببتيدية فتصبح المجموعات الكيميائية للجذور الاحماض الامينية المتقاربة في الفضاء متقابلة فينشأ بينها روابط كيميائية (روابط هيدروجينية, روابط شاردية, جسور ثنائية الكبريت, تجاذب الجذور الكارهة للماء) و يكون ذلك وفق معلومات وراثية تحملها المورثة المشرفة على تركيب السلسلة الببتيدية المعنية.</p> | 3 | 2 | 1 | بنية ثانوية β | منطقة انعطاف | بنية ثانوية α |
| 3 | 2 | 1 | | | | | | |
| بنية ثانوية β | منطقة انعطاف | بنية ثانوية α | | | | | | |
| | الجواب رقم 2 | <p>الخاصية الوظيفية التي يتميز بها أنزيم التربسين :</p> <p>خاصية النوعية و تعمل ذلك من خلال المواقع النوعية لتحليل الرابطة الببتيدية من طرف أنزيم التربسين حيث يحلل الرابطة الببتيدية من الجهة الكربوكسيلية عند تواجد الحمض الاميني LYS و تواجد الحمض الاميني Arg.</p> <p>مفهوم الانزيم : بروتينات وظيفية لها بنية فراغية نوعية تتميز بخاصية النوعية اتجاه الركيزة و اتجاه نوع التفاعل تعتبر كمحفزات فتسرع التفاعلات الكيميائية تعتبر وسائط حيوية تستهلك و لا تستهلك أثناء التفاعل و لا تتأثر به نشاطها يحتاج للدرجة PH مثلى و درجة حرارة مثلى.</p> | | | | | | |
| الجزء 2 | الجواب رقم 1 | <p>تفسير نتائج الوثيقة 2 :</p> <p>تفسر النتائج كما يلي :</p> <p>- في حالة أنزيم تربسين عادي تحدث امأهة شديدة للببتيد مما يدل على حدوث تفاعل أنزيمي نتيجة تدخل الاحماض الامينية</p> | | | | | | |

المشكلة للموقع الفعال للأنزيم فمن خلال الشكل 2-ب يتبين لنا ما يلي :

الخطوة رقم 1 : اقتراب الركيزة (الببتيدي الثاني) من الموقع الفعال للأنزيم التربسين حيث يظهر لنا مكون من 3 احماض أمينية و هي **ASP120-HIS57-Ser195**

الخطوة رقم 2 : تكسير الرابطة الكيميائية التي تصل الحمضين الامنيين **HIS57** و **Ser195** (تغير في الشكل الفراغي للموقع الفعال للأنزيم التربسين) , ثم تشكل رابطة بين الحمض الاميني **Ser195** و مجموعة الكربوكسيل **CO** للرابطة الببتيديدية للثنائي الببتيدي مما يؤدي الى تشكيل معقد أنزيمي **ES**.

الخطوة رقم 3 : تشكيل رابطة كيميائية بين الحمض الاميني **HIS57** و مجموعة الامين **NH** للرابطة الببتيديدية للثنائي الببتيدي مما يتسبب في تحليل الرابطة الببتيديدية.(التحفيز)

الخطوة رقم 4 : تحرير أول منتج **P1 (R2-NH2)**.

الخطوة رقم 5 : اضافة الماء **H2O** حيث يتم اضافة **H** الماء للحمض الاميني **HIS57** و اضافة **OH** الماء للحمض الاميني **Ser195** فيتحرر المنتج الثاني **P2 (R1-COOH)**.

الخطوة رقم 6 : عودة تشكل رابطة كيميائية بين الحمضين الامنيين **HIS57** و **Ser195**.(عودة الشكل الفراغي الاصلي للموقع الفعال للأنزيم التربسين).

- في حالة أنزيم تربسين طافر (طفرة خارج الموقع الفعال للأنزيم) رغم ذلك تكون هناك اماهة للببتيدي راجع لعدم تدخل الاحماض الامينية الموجودة خارج الموقع الفعال في التفاعل الأنزيمي مباشرة فهني مسؤولية عن استقرار البنية الفراغية الوظيفية للأنزيم تربسين.

- في حالة أنزيم تربسين طافر (طفرة داخل الموقع الفعال للأنزيم) لا تحدث اماهة ببتيديدية لان الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال للأنزيم التربسين لأنها تشارك مباشرة

في التفاعل الأنزيمي و هي ASP102-HIS57-Ser195 و
هذا ما يبينه الشكل 2-ب

الجواب رقم 2

تقديم اجابة ملخصة للمشكلة المطروحة :

من خلال الوثيقة 3 و التي **تمثل** تغيرات البعد بين الحمضين
الامينيين HIS57 و ASP102 بوحدة افتراضية **بدلالة** الزمن
و هذا في وجود و في غياب الركيزة و أثناء تحرير المنتج.

في غياب الركيزة : يكون البعد بين الحمض الاميني HIS57 و
الحمض الاميني ASP102 بـ 8 وحدة افتراضية.

في وجود الركيزة : يتناقص البعد بين الحمض الاميني
HIS57 و الحمض الاميني ASP102 تدريجيا و بمرور الزمن
حتى يصبح 4 وحدة افتراضية.

تحرير المنتج : يبقى البعد بين الحمض الاميني HIS57 و
الحمض الاميني ASP102 ثابتا عند 4 وحدة افتراضية بمرور
الزمن.

بعد ذلك يعود البعد الاصلي بين الحمض الاميني HIS57 و
ASP102 تدريجيا و بمرور الزمن.

تدل النتائج في غياب الركيزة على الشكل الفراغي الاصلي
للموقع الفعال للأنزيم التربسين و في وجودها و عند تحرير
المنتج على تغير في الشكل الفراغي للموقع الفعال للأنزيم
التربسين أما عودة البعد الاصلي بين الاحماض الأمينية
المشكلة للموقع الفعال للأنزيم التربسين فيدل على عودة الشكل
الفراغي الاصلي للموقع الفعال للأنزيم التربسين بعد انتهاء
التفاعل.

نستنتج أنه توجد علاقة تكامل بنيوي فراغي محفز بين الموقع
الفعال للأنزيم التربسين و الركيزة المتمثلة في البيبتيد و يؤدي
ذلك لتشكل معقد أنزيمي محفز.

بالتالي نجيب عن المشكل المطروح أن الاحماض المشكلة
للموقع الفعال للأنزيم التربسين (بروتياز) هي مصدر وظيفته
نوعية حيث تشكل مجموعتين الاولى خاصة بالنتيبت الركيزة

و تشكل معقد انزيمي محفز وفق تكامل بنيوي فراغي محفز و
المجموعة الثانية لها جور في حدوث التفاعل (التحفيز) و هذا
بتحليل الاربطة البيبتيدية بين الاحماض الامينية.

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

الجزء الأول:

- تحليل الوثيقة 1- واقتراح فرضية لتفسير سبب استعمال عصير الليمون للحد من ظاهرة الاسمرار الانزيمي:
- توجد الفينولات داخل خلايا و يتواجد انزيم بوليفينول اكسيداز PPO المسؤول عن اكسدها خارجها، يفصل بينهما غشاء رقيق .
- عند قطع التفاح او عضه يتفكك الغشاء ويبدأ التفاعل حيث تبين الوثيقة 1- أ- مايلى:
من الوثيقة 1- أ- الذي يمثل مراحل الاسمرار الانزيمي نلاحظ:
- حدوث تفاعلين انزيمين متتاليين حيث ينشط انزيم بوليفينول اكسيداز PPO التفاعل الأول، يتم فيه اكسدة الفينولات عديمة اللون في وجود الاكسجين وهي تمثل ركائز للانزيم PPO الى كيتونات.
- يليه التفاعل الثاني: يتم فيها اكسدة الكيتونات بوجود الاكسجين لانتاج الميلانين ذات اللون البني.
- ومنه: ينشط الانزيم PPO تفاعل اكسدة الفينولات في وجود اكسجين الهواء لينتهي بانتاج الميلانين ذات اللون البني وهذا ما يفسر اسمرار التفاح عند قطعه.
- من الجدول ب- الذي يبين بعض المكونات الكيميائية للليمون يتبين ان 100 غ من عصير الليمون تحتوي على كمية قليلة من الفيتامين C تقدر ب 0,053 غ وعلى كمية كبيرة 4,5 غ من حمض الستريك و على كمية معتبرة من الماء .
- ومنه: عصير الليمون حامضي لإحتواءه على حمض الستريك
- من الوثيقة 1- ج- : التي تظهر تغيرات النشاط الإنزيمي ل PPO بدلالة تغيرات درجة حرارة الوسط نلاحظ ان:
- النشاط الانزيمي ل PPO يكون اعظمي عند حوالي درجة الحرارة 32,5°C ما يدل على انها درجة الحرارة المثلى لنشاط الانزيم ثم يتناقص النشاط كلما ابتعدنا عنها بالزيادة او بالنقصان.
- ومنه: درجة الحرارة المثلى لنشاط الانزيم PPO تقدر ب 32,5°C.
- من الوثيقة 1- د- : التي تبين تغيرات النشاط الإنزيمي ل PPO بدلالة تغيرات درجة pH الوسط نلاحظ ان:
- النشاط الانزيمي ل PPO يكون اعظمي عند pH = 7 ما يدل على انه ال pH الامثل لنشاط الانزيم ثم يتناقص كلما ابتعدنا عن ال pH الامثل بالزيادة او بالنقصان الى ان ينعدم النشاط الانزيمي عند pH = 3 .
- ومنه: نشاط الانزيم يكون اعظمي عند pH = 7 (ال pH الامثل) وينعدم عند pH = 3 (شديد الحموضة).

من تحليل الوثيقة -1- نتوصل الى ما يلي:

- استمرار التفاح بعد قطعه وتركه معرض للهواء سببه تفاعل انزيمي ينشطه انزيم PPO.
- عصير الليمون يحتوي على كمية معتبرة من حمض الستريك فهو حامضي .
- نشاط الانزيم PPO ينعدم عند $pH = 3$ ، و يكون نشاط اعظمي في حوالي $pH = 7$
- لنشاط الانزيم PPO اعظمي عند درجة الحرارة $32,5^{\circ}C$.

المطلوب فرضية واحدة

وبما ان:

الانزيم ذو طبيعة بروتينية فهو يتميز بالخاصية الحمقلية اي يتغير سلوكه حسب pH الوسط حيث كلما تم الابتعاد عن قيمة pH المثلى لنشاطه يتغير تاين الجذور الحرة للأحماض الأمينية المكونة للإنزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال فتتغير البنية الفراغية لهذا الاخير ويصبح غير وظيفي.

ومنه الفرضية -1- :

- عصير الليمون حامضي وبالتالي سيأثر على البنية الفراغية للانزيم PPO خاصة على مستوى جذور الاحماض الأمينية المشكلة لموقعه الفعال فيتغير شكله فيؤدي هذا الى عدم الارتباط مع مادة التفاعل، عدم تشكل معقد انزيم - ركيزة فيصبح الانزيم غير وظيفي أي لا يحفز التفاعل الانزيمي الذي يؤدي الى الاسمرار .

او الفرضية -2- : يحتوي الليمون على مواد كيميائية تثبط عمل انزيم ال PPO .

او الفرضية -3- احد مكونات الليمون يتأكسد بوجود الأكسجين فتمنع اكسدة الفينول بذلك يمنع نشاط انزيم PPO

او الفرضية -4- احد مكونات الليمون يتفاعل مع الفينول فيمنع حدوث التفاعل.

الحزء الثالث:

العلاقة بين النشاط الانزيمي لانزيم PPO و نسبة الاسمرار

من الوثيقة -2- أ- و التي تمثل النسبة المئوية لسطح التفاح المؤكسد بدلالة الزمن حيث نلاحظ : في التجربة الشاهدة تزايد نسبة اكسدة سطح التفاح المعرض للهواء مع مرور الزمن حيث يتعدى 70% في الدقيقة 5000 بينما تنعدم اكسدة التفاح تماما مع التي تم وضعها إما مع عصير الليمون او مع سائل ذو $pH = 4$ الحامضي خلال نفس الفترة الزمنية ما يدل على ان انزيم ال PPO غير وظيفي نتيجة درجة حموضة الوسط التي تؤثر على شحنة المجموعات الكيميائية الحرة في الجذور الأحماض الأمينية و خاصة تلك الموجودة في الموقع الفعال فيمنع تشكيل معقد انزيم - ركيزة .

و منه: ان عصير الليمون و ال pH الحامضي يثبطان عملية الأكسدة أي يثبطان نشاط انزيم ال PPO المسؤول عن الاسمرار الإنزيمي،

فتكون بذلك الفرضية التي تنص على ان:

عصير الليمون حامضي يؤثر على جذور الاحماض الامينية المشكلة لموقعه الفعال فيصبح الانزيم غير وظيفي وبالتالي لا يحفز التفاعل الانزيمي الذي يؤدي الى الاسمرار صحيحة

من الوثيقة -2- ب- التي تمثل تغيرات نشاط الانزيم PPO بدلالة تراكيز الفيتامين C نلاحظ ان : نشاط الانزيم يكون اعظمي (5 و 1) في غياب الفيتامين C ثم يتناقص نشاطه بزيادة تراكيز الفيتامين C الى ان يصل الى 1 و عند التركيز 0,9 غ ميلي مول ثم يستقر مهما زاد تركيز الفيتامين C. ومنه: الفيتامين C يثبط (يخفض من) نشاط الانزيم PPO .

من الوثيقة -2- ج- التي تمثل نمذجة لتفاعل الانزيم PPO في غياب وفي وجود الفيتامين C (حمض الاسكوربيك) حيث يتبين انه:

- **في غياب حمض الاسكوربيك** وفي وجود الانزيم PPO ، الاكسجين و الفلوريدزين يتوضع الاكسجين والفلوريدزين (نوع من الفينولات التفاح) التي تعتبر مواد متفاعلة (ركائز) على الانزيم PPO فيتشكل المعقد (انزيم PPO - اكسجين - الفلوريدزين) وبذلك يحفز الانزيم PPO اكسدة الفلوريدزين الى صبغة (اي حدث تفاعل الاسمرار).



- **في وجود حمض الاسكوربيك** وفي وجود الانزيم PPO، الاكسجين و الفلوريدزين يدخل الاكسجين في تفاعل مع حمض الاسكوربيك (الفيتامين C) مشكلا حمض **الديزوكسي اسكوربيك** و **ماء** فيؤدي ذلك الى عدم توضع الاكسجين في وجود الفلوريدزين على الانزيم PPO فلا يتشكل المعقد (انزيم PPO - اكسجين - الفلوريدزين) ولا يحفز الانزيم التفاعل الذي يؤدي الى الاسمرار.



ومنه: **الفيتامين C** تمنع حدوث تفاعل الاسمرار الانزيمي و هذا لأكسدتها في وجود الأكسجين الى الديزوكسي اسكوربيك.

توصلنا الى مايلي:

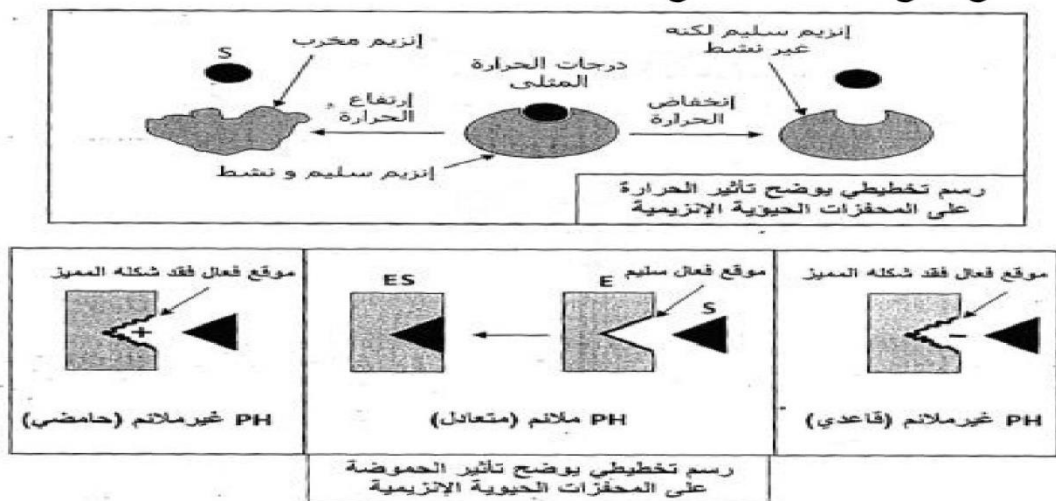
- عصير الليمون حامضي، و في الوسط الحامضي يكون تفاعل اكسدة الفينولات منعدم = نشاط انزيم PPO منعدم .
- عصير الليمون يحتوي على الفيتامين C (من جدول ب- من الوثيقة 1-) الفيتامين C يثبط نشاط الانزيم PPO .

اذن:

- بالإضافة الى كون عصير الليمون حامضي ، فانه يحتوي على الفيتامين C كلاهما يثبطان نشاط انزيم ال PPO فيمنع الاول حدوث تفاعل الاسمرار الانزيمي لتأثيره على جذور الأحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال للانزيم بذلك يمنع تشكل المعقد انزيم - ركيزة ، بينما يمنع الثاني حدوث التفاعل ليتأكسد هو في وجود الأكسجين بدل الفلوريدزين (الفينول).

وهذا ما يبرر نصيحة اخصائي الطهي لأن عصير الليمون يحتوي على مواد تثبط نشاط الإنزيم المسؤول عن ظاهرة الاسمرار لأنه حامضي لإحتواءه على حمض الستريك و يحتوي على فيتامين C الذي يعتبر مضاد الاكسدة . و هذا ما يؤكد صحة الفرضيتين التي تنص على ان الليمون مواد كيميائية تمنع او تثبط نشاط الإنزيم PPO ، و هذا بتأكسد احد مكونات الليمون في وجود الأكسجين مما يؤدي الى غياب احدي الركائز (الركيزة O₂) لحدوث التفاعل و يلغي بذلك الفرضية التي تنص على ان الفينولات تتفاعل مع مكونات الكيميائية للليمون

النمذجة مع توضيح الحالة الكهربائية للموقع الفعال



انتهى التصحيح للموضوع الرابع ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،

التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي الخامس - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

| التعليمة | الاجابة النموذجية | مجرة | كلية |
|--|---|---------------------|------|
| I-1- قدم مفهوما للأنزيم, ثم تعرف على البيانات المرقمة من 1 الى 5 و على الاحرف (أ) و (ب) | مفهوم الأنزيم : وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية يسرع التفاعل له تأثير نوعي اتجاه الركيزة و اتجاه التفاعل يستهلك و لا يستهلك أثناء التفاعل و لا يتأثر به, تتأثر بنيته و نشاطه بفعل العوامل الخارجية من PH و درجة الحرارة البيانات المرقمة : 1: الأنزيم, 2: الركيزة, 3: المعقد الأنزيمي, 4: الموقع الفعال, 5: المنتج البيانات بالأحرف : أ: مرحلة الارتباط (التعرف) , ب: مرحلة التفاعل (التحفيز) | 01 0,75 0,25 | 02 |
| I-2- بالاعتماد على الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (1) و معلوماتك المكتسبة , لخص في نص علمي العلاقة بين العنصرين 1 و 2 مبرزا مفهوم المحفز الحيوي النوعي و خصائص الأنزيم التي أدت الى تشكل العنصر 5 من الوثيقة (1). | المقدمة : الإنزيمات هي وسائط حيوية ذات طبيعة بروتينية لان مصدرها الكائنات الحية و لا تستهلك أثناء التفاعل و لا تتأثر به و سميت بالمحفزات الحيوية لأنها تستطيع ان تسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية بتركيز ضعيفة منها, تتميز بالنوعية اتجاه مادة التفاعل. المشكل العلمي : ماهي العلاقة الموجودة بين الأنزيم و الركيزة و التي سمحت للأنزيم بتحويل الركيزة الى منتج ؟ العرض : يعتمد نشاط الأنزيم على البنية الفراغية و التي يحددها تتابع معين من الاحماض الامينية تحت مراقبة المورثة, حيث تحتوي الإنزيمات على حيز صغير يدعى بالموقع الفعال يسمح بارتباط الركيزة بالأنزيم وفق التكامل البنيوي الفراغي بينها فتشارك مجموعة الاحماض الامينية الخاصة بالتعرف في هذه العملية بحيث تتوضع المجموعات الكيميائية للركيزة في المكان المناسب للتوضع المجموعات الكيميائية للنهايات جذور الاحماض الامينية للمجموعة التعرف للموقع الفعال للأنزيم يسمى هذا بتأثير النوعي للأنزيم اتجاه الركيزة (نظرية القفل و المفتاح) الا انه توجد | 0,5 0,25 1,25 | 03 |

لحظة تأمل وهدوء

تفحص ، الحل جيدا ، لا تمضي ، دون ، أن تستفيد ، ،

بعض الانزيمات و التي لها خاصية تغيير الشكل الفراغي للموقعها, الفعّال عند اقتراب الركيزة منها و الغرض من ذلك الوصول الى التكامل البنيوي الفراغي بين الركيزة و الموقع الفعّال للأنزيم لكن عند انتهاء التفاعل يعود الشكل الفراغي الأصلي للأنزيم تسمى هذه الظاهرة بالتكامل البنيوي المحفز.

أما مجموعة الاحماض الامينية الخاصة بالتحفيز فتتفاعل مع الركيزة من أجل تحويلها الى منتج و هذا بمساهمة شوارد أو مركبات عضوية (تحويل, تفكيك, تركيب, أكسدة و ارجاع, فسفرة, تآكل, نزع هيدروجين....), ميزة الموقع الفعّال البنيوية تعطي للأنزيم تخصصا مزدوجا فموقع التعرف يعطي للأنزيم التأثير النوعي و موقع التحفيز يحدد نوع التفاعل و بالتالي يحدد طبيعة المنتج.

يتأثر نشاط الانزيم بأي تغيير حاصل للبنية الفراغية للموقع الفعّال الانزيم حيث استقرار هذا الحيز الصغير من الانزيم تضمنه روابط استقرار فأي تخريب لها يؤدي بضرورة الى فقدان الانزيم للبنية الفراغية و بالتالي فقدان الوظيفة و هناك عدة عوامل تؤدي الى ذلك منها الكيميائية كاستعمال الخربات بيتا مركبتوايثانول الذي يحلل الجسور ثنائية الكبريت و يمنع إعادة تشكيلها و اليوريا التي تعيق الانطواء الطبيعي بتشكيل جسور ثنائية الكبريت في أماكن غير صحيحة, عوامل وراثية أي حدوث طفرة في المورثة تسبب خلل في تتابع الاحماض الامينية فيصبح الانزيم غير وظيفي, عوامل فيزيائية T_c° و PH , حيث ان درجة الحرارة المنخفضة جدا تؤدي الى تثبيط الانزيم بقلّة حركة الجزيئات (قلة التصادمات الفعّالة) دون تخريب البروتين انه تفاعل عكوس و تعتبر الحرارة المنخفضة جدا كعامل مثبط للتفاعل الأنزيمي أما الحرارة المرتفعة فهي المخرّبة للأنزيم بطريقة غير عكسية حيث تؤدي الى تخريب الروابط التي تستقر بها البنية الفراغية دون عودتها مما يفقد الانزيم نشاطه. أما التغير في PH الوسط فيؤدي ذلك الى التغير في شحنة المجموعات الكيميائية للنهايات جذور الاحماض الامينية و خاصة المشكلة للموقع الفعّال للأنزيم مما يقلل إمكانية الارتباط بالركيزة حيث يسلك الانزيم سلوك الاحماض في وسط قاعدي و يحمل الشحنة السالبة و سلوك القواعد في وسط حمضي و يحمل الشحنة الموجبة.

الخاتمة: حدوث النشاط الأنزيمي الموضح في الشكل (أ) من الوثيقة (1) يستوجب وجود علاقة بنيوية تتمثل في التكامل البنيوي الفراغي بين الركيزة و الموقع الفعّال للأنزيم و على حسب التركيب الكيميائي للموقع الفاعل للأنزيم من حيث

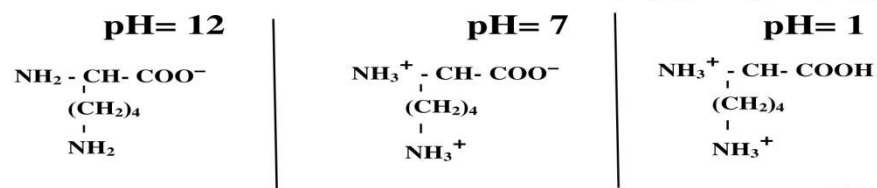
0,5

| | |
|-----|--|
| 0,5 | <p>الاحماض الامينية يحدث تفاعل من نوع معين كمثال تفكيك النشا و يتأثر نشاط الانزيم و بنيته الفراغية بالعوامل عدة.</p> <p>تنظيم و ترتيب الموارد و هيكلتها على شكل مقال علمي</p> |
|-----|--|

التمرين الثاني : - **الحل النموذجي** - { 07 نقاط } :

الجزء 1 :

1- تمثيل الأشكال الشاردية :



- الاستخلاص :

تسلك الأحماض الأمينية سلوك الأحماض في الأوساط القاعدية (تعطي بروتونات) وسلوك القواعد في الأوساط الحامضية (تكتسب بروتونات) وذلك تبعا لدرجة حموضة الوسط لذلك تسمى بالمركبات الأمفوتيرية (الحمضية).

2- استخراج قيمة pHi لليزين مع التعليل:

$$\text{pHi}_{\text{Lys}} = 9.5$$

- التعليل : في pH= 9.5 الحمض الاميني يكون متعادل كهربائيا و محصلة شحنته معدومة .

الجزء 2 :

1- تحليل وتفسير منحنى الشكل "أ" و الاستنتاج :

التحليل والتفسير:

- قبل إضافة الإنزيم : كمية الغلوكوز منعدمة في الوسطين بسبب غياب أي نشاط إنزيمي

- بعد إضافة الإنزيم : تبقى كمية الغلوكوز منعدمة في وسط السكروز بسبب عدم تأثير

إنزيم المالتاز على السكروز .

في وسط المالتوز تتزايد كمية الغلوكوز بمرور الزمن بسبب تأثير إنزيم المالتاز الذي حلل

المالتوز إلى غلوكوز .

الاستنتاج : يتخصص الانزيم لنوع مادة التفاعل (التأثير النوعي) .

2- المعلومة المستخلصة والتفسير المقترح :

المعلومة المستخلصة : لا يستهلك الإنزيم أثناء التفاعلات .

التفسير المقترح للمنحنى بعد 3:

الثبات في كمية الغلوكوز يفسر بنفاذ مادة التفاعل (المالتوز) الذي تحلل بالكامل الى غلوكوز.

3- شرح التخطيطية :

- يرتبط الإنزيم بمادة التفاعل نتيجة التكامل البنيوي الموجود بين الموقع الفعال في الإنزيم

- يتشكل معقد انزيم - مادة تفاعل ينشأ خلاله رابطة انتقالية بين الموقع الفعال وجزء من مادة

التفاعل .

- تؤثر المجموعات الكيميائية الموجودة في الموقع الفعال على مادة التفاعل وتحولها

إلى ناتج P

- تتحرر النواتج ويصبح الإنزيم شاغرا دون أن يستهلك

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

الجزء الأول:

اقترح فرضية تبين طريقة علاجية للحد من السمنة اعتمادا على معطيات الوثيقة (1):

- تمثل الوثيقة 1 آلية هضم الدهون في تجويف الأمعاء حيث: **0.25 ن*4**
 - يحفز وصول الدهون في الاثني عشر إفراز الإنزيمات البنكرياسية (الليباز، مرافق الليباز)، وكذا العصارة الصفراوية.
 - يعمل إنزيم الليباز ومرافقه في وجود الأحماض الصفراوية وأملحها على هدم ثلاثي الغليسريد إلى أحماض دسمة و أحادي غليسريد.
 - تشكل الأحماض الدهنية الحرة و أحادي غليسريد الناتجة عن هضم الدهون مع الأملاح الصفراوية معقدات قابلة للذوبان في الماء تسمى micelles ، والتي يتراوح قطرها من 4 إلى 6 نانومتر.
 - يتم امتصاص الدهون من طرف خلايا الجزء الآخر من الأمعاء الدقيقة والذي يدعى الصائم (Jéjunum).
- المورد:

الليباز البنكرياسي هو إنزيم ينتجه البنكرياس يسمح بهضم الدهون (ثلاثي غليسريد). **0.5 ن**

بما أن:

- امتصاص الدهون يتطلب تبسيطها على مستوى الأمعاء الدقيقة.
 - تحلل الدهون يتطلب تدخل إنزيم الليباز.
- نستطيع اقتراح الفرضية التالية: يمكن تثبيط عمل إنزيم الليباز عن طرق استعمال مواد مثبطة، مما يحول دون تفكيكها وبالتالي تقليل امتصاصها من طرف العضوية وبالتالي طرحها مع الفضلات. **0.5 ن**

الجزء الثاني:

1- شرح آلية عمل دواء أورليستات للحد من السمنة: **4 ن**

يوضح جدول الوثيقة (2) نتائج قياس كتلة الجسم، تناول الغذاء، كمية ثلاثي الغليسريد في الدم ونشاط الليباز النتائج بعد 4 أسابيع من العلاج عند ثلاث مجموعات من الجرذان، حيث:

نلاحظ أن كتلة الجسم الأولية عند المجموعات الثلاثة تكاد تكون متساوية، بعد تناول الغذاء نسجل زيادة في كتلة الجسم لدى المجموعات الثلاث لكن بصورة متباينة حيث نسجل **زيادة معتبرة** في الكتلة لدى الفئة التي تتغذى على نظام غذائي عالي الدهون (ضعفين تقريبا)، **زيادة متوسطة** لدى الفئة الشاهدة وزيادة طفيفة جدا لدى الفئة المعالجة بدواء أورليستات بالرغم من أنها تغتذ على نظام غذائي عالي الدهون، وهذا يدل على أن أورليستات هوا دواء مضاد للسمنة. **0.5 ن**

من جهة أخرى يبين الجدول أن كمية ثلاثي الغليسريد في الدم لدى الفئة التي تتغذى على نظام غذائي عالي الدهون تكون **عالية** مقارنة بالفئة الشاهدة، نفس الملاحظة بالنسبة لنشاط الليباز البنكرياسي الذي يكون **مرتفع** لدى الفئة التي تتغذى على نظام غذائي عالي الدهون (حوالي ضعفين) مقارنة بالفئة الشاهدة.

أما بالنسبة للفئران المعالجة بدواء أورليستات بالرغم من أنها تغذت على نظام غذائي عالي الدهون، إلا أننا نسجل **تناقص نشاط الليباز البنكرياسي** إلى النصف مقارنة بالفئة الشاهدة مع تسجيل **زيادة قليلة** في ثلاثي الغليسريد في الدم. هذا يدل على أن أورليستات (orlistat) يعمل على تقليل نشاط إنزيم الليباز البنكرياسي. **0.5 ن**

المورد:

أورليستات (orlistat) هو دواء مضاد للسمنة والذي يعمل على تثبيط عمل إنزيم الليباز البنكرياسي. 0.5 ن

تمثل الوثيقة (3) نموذج مأخوذ من برنامج الراسلوب لتوضع الدواء على جزيئات الليباز حيث: توضح الوثيقة أن المناطق الوردية (الداكنة) تحد تجويف الذي يمثل الموقع الفعال لإنزيم الليباز ، حيث تتوضع جزيئة الدواء باللون الأبيض على مستوى الموقع الفعال للإنزيم. مما يدل على أن جزيئة الدواء تحول دون توضع مادة التفاعل على مستوى الموقع الفعال للإنزيم. **0.25 ن**

المورد:

دواء أورليستات (orlistat) عبارة عن مثبط تنافسي لإنزيم الليباز البنكرياسي. 0.25 ن

الوثيقة (4) تمثل تفاصيل التفاعلات التي تحدث على مستوى الموقع الفعال لإنزيم الليباز في وجود الدواء، حيث تبين الوثيقة: أن الموقع الفعال لإنزيم الليباز البنكرياسي يتكون من مجموعة من الأحماض الأمينية محددة متباعدة من حيث ترقيمها. حيث نلاحظ توضع جزيئة الدواء على مستوى الموقع الفعال بحيث تتشكل روابط بين بعض الأحماض المشكلة لهذا الموقع (Leu153،Phe77،Ser152) و بعض ذرات الأوكسجين التي تنتمي لجزيئة orlistat (روابط هيدروجينية). **0.5 ن**

أورليستات (orlistat) هو أحد الأدوية المستخدمة في إنقاص الوزن. وهو من أصناف الأدوية المضادة للسمنة حيث يعمل على **تثبيط نشاط** إنزيم الليباز البنكرياسي، من خلال **التوضع على مستوى الموقع الفعال للإنزيم وتشكيل روابط هيدروجينية** مع بعض الأحماض المشكلة لهذا الموقع (مثبط تنافسي).

توضع الدواء على مستوى الموقع الفعال للإنزيم يحول دون توضع مادة التفاعل (ثلاثي غليسريد) الأمر الذي يؤدي إلى **عدم هضم وامتصاص الدهون في الأمعاء وبالتالي طرحها مع الفضلات. 0.25 ن*4**

التأكد من صحة الفرضية المقترحة:

من خلال الدراسة السابقة تبين لنا أن دواء الأورليستات يقوم بتخفيض نسبة الدهون الممتصة من الأمعاء الدقيقة من خلال تثبيط عمل إنزيم الليباز البنكرياسي مما يساعد على إنقاص الوزن. وهذا ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة في الجزء الأول. **0.5 ن**

انتهى التصحيح للموضوع الخامس ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،

التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي السادس - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

1 - تحديد نوع التفاعلين 1 و 2 مع امثلة :

التفاعل 1 :

- تفاعل هدم (تفكيك)
- مثال : امالة النشاء بتدخل انزيم الاميلاز.

التفاعل 2 :

- تفاعل بناء (تركيب)
- مثال : تركيب الحمض النووي الريبي ARN بتدخل انزيم ARN بوليميراز.
- استخراج الخاصية الوظيفية للإنزيمات :
- تمتلك الإنزيمات تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل : يؤثر كل انزيم إلا على مادة تفاعل واحدة نوعية.
- كما تمتلك الإنزيمات تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي : الانزيم لا يحفز الا تفاعل واحد.
- اذن للإنزيمات " تخصص مزدوج".

2 - النص العلمي :

لكل بروتين بنية فراغية محددة بدقة متناهية ، هذه البنية المسؤولة عن وظيفة هذا البروتين. أي تغير في البنية الفراغية يؤدي إلى فقدان الوظيفة.

فما علاقة النمط الوراثي وظروف المحيط ببنية الانزيم ووظيفته ؟

الإنزيمات هي بروتينات ذات وظيفة خاصة تعمل على سير التفاعلات الحيوية ، ولكل تفاعل حيوي إنزيم خاص . كل مورثة تشرف على تركيب بروتين واحد (مورثة واحدة وبروتين واحد) حيث يتحكم تتابع النيكليوتيدات على مستوى مورثة معينة في تركيب بروتين (انزيم) ذي بنية فراغية محددة والمسؤولة عن وظيفته. يمتلك الإنزيم تخصص وظيفي مزدوج ، يرتكز التخصص الوظيفي للإنزيم على تشكل معقد أنزيم -مادة التفاعل ؛ تكامل في الشكل الفراغي بين مادة التفاعل والموقع الفعال للإنزيم ، هذا الأخير يمثل جزء من الانزيم له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل وتحويلها.

لكل إنزيم درجة حرارة يكون عندها النشاط أعظميا وتسمى بدرجة الحرارة المثلى ، لا تؤدي الحرارة المنخفضة إلى تكسير روابط تحافظ على استقرار البنية الفراغية لذلك لا تتأثر البنية الفراغية للإنزيم والبروتين عند الحرارة المنخفضة. تتخرب الإنزيمات في درجات حرارة مرتفعة ، وتفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة (كسر الروابط الهيدروجينية خاصة) وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز.

كما ان لكل أنزيم درجة حموضة مثلى، يكون نشاطه عندها أعظميا . تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية وبالأخص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال. يؤدي تغير الحالة الأيونية للموقع الفعال (بابتعاد pH الوسط التفاعلي عن pH الأمثل) إلى فقد الشكل المميز له مما يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.

قد تؤدي الطفرات الوراثية إلى تغيير في تسلسل القواعد الازوتية للمورثة (ADN) مما يؤدي إلى تغير في تسلسل الاحماض الامينية وبالتالي تغير البنية الفراغية للانزيم ، ينجم عن ذلك خلل في وظيفته. الطفرة الوراثية التي تصيب الموقع الفعال ، تعيق تشكل المعقد ES وبالتالي غياب النشاط التحفيزي للانزيم .

الخاتمة (الخلاصة) :

الإنزيمات محفزات بيولوجية ، تمتلك تخصص وظيفي مزدوجا . يتوقف عملها على تشكيل معقد أنزيم -مادة التفاعل . تتوقف وظيفة الإنزيمات على بنيتها الفراغية المحددة بتسلسل الاحماض الامينية وفق معلومة وراثية . قد تؤدي ظروف المحيط (درجة الحرارة و PH) الغير ملائمتين إلى تغيير في البنية الفراغية للانزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال مما يجعل الانزيم غير وظيفي .

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

الجزء الاول

1- نوع التفاعل : تفكيكي (اماهة الرابطة البيبتيدية)

2- تفسير سبب عدم حدوث التفاعل الانزيمي المبين في الشكل 3 :

CPA الطافر غير وظيفي حيث موقع الطفرة في الاحاض الامينية الخاصة بالموقع الفعال فتم استبدال الحمض الاميني رقم 69 His بـ Gly و استبدال الحمض الاميني رقم 248 Tyr بـ Gly مما يؤدي الى توضع المجموعات الكيميائية للجذور الاحاض الامينية 69 و 248 في وضعية غير مناسبة بالنسبة للمجموعات الكيميائية الخاصة بالركيزة فيمنع تشكل روابط انتقالية بينهما (منع التكامل البنيوي) فلا يتشكل معقد أنزيمي ولا يحدث تفاعل أنزيمي

الجزء الثاني

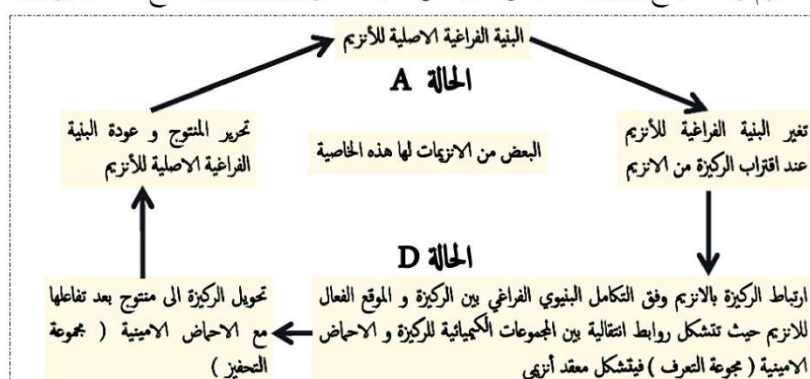
1- المقارنة :

يبين الشكل 1 نتائج قياس سرعة النشاط الانزيمي و المعبر عنها بالوحدة اعتبارية عند أنزيم الاميلاز الطبيعي و الطافر حيث تختلف سرعة النشاط الانزيمي باختلاف موقع الطفرة (موقع الحمض الاميني الطافر) ففي حالة موقع الطفرة في الحمض الاميني ASP197 تكون سرعة النشاط الانزيمي ضعيفة جدا 1200000 بالمقارنة مع موقع الطفرة في الحمض الاميني ASP300 أين تكون سرعة النشاط الانزيمي 4900 أما في حالة موقع الطفرة في الحمض الاميني Thr52 فليس لها اي تأثير على سرعة النشاط الانزيمي ففسر هذه النتائج لكون أن موقع الطفرة اذا كان بتغيير الاحاض الامينية الخاصة بالموقع الفعال للأنزيم سيكون لها تأثير سلبي كبير على النشاط الانزيمي و هذا ما يدل على ان الموقع الفعال للأنزيم الاميلاز هو مصدر وظيفية الأنزيم.

2- التفسير : اختلاف المسافة بين الحمضين الامينيين رقم 69 هيسيتدين و رقم 248 تيروزين في غياب و في وجود الركيزة يعود لتغيير وضعية الاحاض الامينية و هذا ما يدعى بظاهرة التكامل البنيوي المحفز حيث في غياب الركيزة تكون المسافة 15,19 أنغستروم و عند اقتراب الركيزة تصبح المسافة بين الحمضين الامينيين 7,22 أنغستروم و هذا راجع لتقارب الاحاض امينية من أجل اتخاذ وضعية مناسبة تسمح بتشكيل روابط انتقالية مع المجموعات الكيميائية للركيزة

3- التلخيص في فقرة : تم وضع مخطط

شطلة مجرأة : (1,5 للمقارنة, 1,5 للتفسير و 2 نقاط لتلخيص)

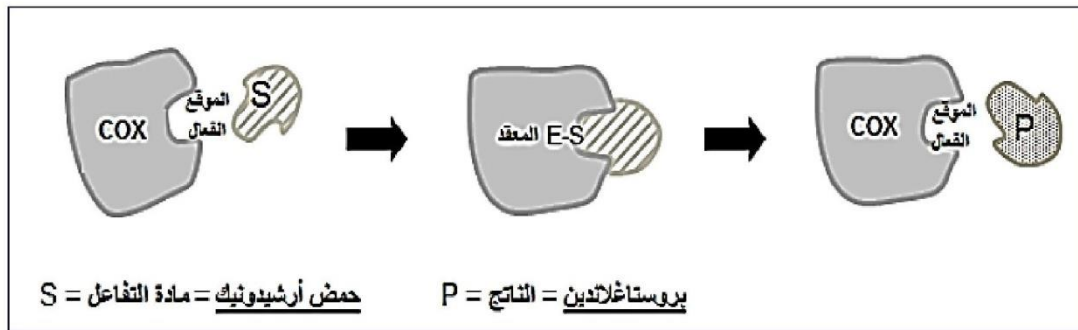


التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

I- 1 - أ - المعلومات التي يقدمها شكلي الوثيقة 1 :

- انزيم COX يحفز تفاعل الاخير من السلسلة، بتحويل حمض أراشيدونيك (مادة التفاعل) إلى البروستاغلاندين (ناتج التفاعل).
- مادة البروستاغلاندين هي المسؤولة عن ظهور اعراض الالتهاب.
- الموقع الفعال لانزيم COX عبارة عن جيب أو تجويف له بنية فراغية ثلاثية الابعاد مكتملة لبنية جزء محدد من مادة التفاعل، يحتوي على احماض أمينية (6 احماض أمينية) و التي تساهم في تشكيل روابط انتقالية مع مادة التفاعل النوعية .

ب - رسم تخطيطي (مقترح) يبين طريقة عمل الانزيم :



2 - تحليل نتائج الوثيقة 2 :

- نلاحظ ان كمية COX المركبة من قبل البالعات وحيدة النواة وفي وجود LPS تزداد (زيادة في حجم وكثافة البقع الملونة) بزيادة مدة تعرض البالعات الى LPS.

الاستنتاج :

- تركيب انزيم COX من قبل الكريات البيضاء وحيدة النواة مرتبط بوجود مستضدات مثل LPS.
- وجود علاقة مباشرة بين تركيب انزيم COX وانتاج البروستاغلاندين.

I-II 1 - أ - تحليل منحنى الوثيقة (3-أ) :

- يمثل المنحى تغير نشاط انزيم COX بدلالة تركيز اليبوبروفين
- عند تراكيز بين 10^{-7} و 10^{-6} ميكرومول/ل من اليبوبروفين (تراكيز ضعيفة) : نسجل انخفاض تدريجي في نشاط انزيم COX ليصل الى حوالي 75%.
- عند تراكيز بين 10^{-6} و 10^{-4} ميكرومول/ل من اليبوبروفين (تراكيز مرتفعة) : نسجل انخفاض سريع نسبيا في نشاط الانزيم الى غاية ان ينعدم عند تركيز 10^{-4} ميكرومول/ل .

الاستنتاج :

- مضادات الالتهاب مثل اليبوبروفين تثبط نشاط انزيم COX (تبطئ من سرعة تفاعل تحويل حمض أراشيدونيك إلى البروستاغلاندين) .

ب - الفرضية المقترحة :

- تثبتت مادة الايبوبروفين مكان تثبتت مادة التفاعل (حمض اراشيدونيك) على مستوى الموقع الفعال لانزيم COX.

2 - التأكد من صحة الفرضية :

- نعم تؤكد هذه النتائج الفرضية المقترحة " الايبوبروفيرين تنافس حمض اراشيدونيك على الموقع الفعال لانزيم COX "

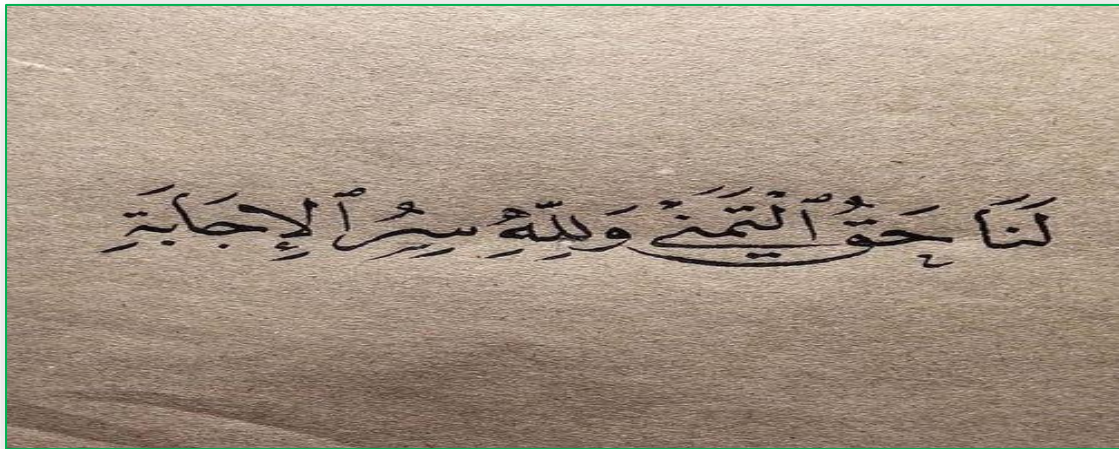
التوضيح :

- في الحالة العادية تثبتت مادة التفاعل (حمض اراشيدونيك) وتتحول على مستوى الموقع الفعال لانزيم COX بواسطة الاحماض الامينية Tyr 385 و arg120 و ser 530 .
- في وجود الايبوبروفين الذي يمتلك بنية فراغية مماثلة لبنية جزء مادة التفاعل حيث يرتبط مع نفس الاحماض الامينية التي ترتبط معها مادة التفاعل.
- اذن الايبوبروفين عبارة عن مثبط تنافسي يعيق تثبتت مادة التفاعل على مستوى الموقع الفعال للانزيم مما يؤدي الى تثبيط نشاط انزيم COX.

3 - شرح طريقة تأثير مضادات الالتهاب مثل اليبوبروفين في اختفاء اعراض الالتهاب :

- بعض الادوية المضادة للالتهاب مثل الاسبرين و الايبوبروفين تمتلك بنية فراغية مماثلة لمادة التفاعل الطبيعية (حمض اراشيدونيك) ، فتثبتت على الموقع الفعال لانزيم cyclooxygenase مما يمنع تثبتت مادة التفاعل الطبيعية وتثبيط العمل التحفيزي للانزيم ينجم عنه عدم تركيب وسائط الالتهاب البروستاغلاندينات ، فتختفي اعراض الالتهاب.

انتهى التصحيح للموضوع السادس ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،



التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي السابع - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

1. أ. تعريف للإنزيم : الإنزيمات هي وسائط حيوية ذات طبيعة بروتينية ، تتحدد وراثيا بعدد ، نوع وترتيب الأحماض الأمينية المشكلة لها ، تحفز التفاعلات الحيوية و لا تستهلك أثناء التفاعل ، وتتميز بتأثيرها النوعي المزدوج اتجاه مادة التفاعل ونوع التفاعل ، تعمل في شروط محددة من pH ودرجة الحرارة .
ب. خصائص موقع ارتباط الركيزة بالإنزيم : هو منطقة صغيرة (تجويف) من الإنزيم يحتوي على الأحماض الأمينية محددة ومتموضعة بطريقة دقيقة و التي تساهم في الارتباط بمادة التفاعل و في حدوث التفاعل أي يتميز هذا الموقع بنية فراغية تسمح له بالتعرف والتثبيت على مادة التفاعل بتكامل بنيوي لتنشأ روابط إنتقالية بين E و S ، و منطقة التحفيز المسؤولة عن التفاعل .

2. نص علمي حول تأثير كلا من درجة pH ودرجة الحرارة على النشاط الإنزيمي :

الإنزيمات هي وسائط حيوية ذات طبيعة بروتينية تتحدد وراثيا بعدد ، نوع وترتيب الأحماض الأمينية المشكلة لها ، تحفز التفاعلات الحيوية ولا تستهلك أثناء التفاعل ، وتتميز بتأثيرها النوعي المزدوج اتجاه مادة التفاعل ونوع التفاعل ، تعمل في شروط محددة من Ph ودرجة الحرارة .

كيف تأثر كل من درجة ال pH درجة الحرارة على النشاط الإنزيمي ؟

يتأثر النشاط الإنزيمي بدرجة الحرارة بحيث :

- عند درجة الحرارة المرتفعة : يفقد الإنزيم بنيته الفراغية الطبيعية ويتم ذلك بتخريب كل الروابط البنيوية خاصة تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال الذي يفقد شكله الطبيعي وبذلك يفقد القدرة على الارتباط بمادة التفاعل نهائيا وبصورة غير عكوسة (أي لا يسترجع الإنزيم نشاطه (إنزيم مخرب = غير وظيفي)) .
- عند درجة الحرارة المنخفضة : تتباطئ حركية الجزيئات الإنزيمية مما يقلل التصادم (إرتباط) بين E و S ، وتفقد القدرة على الارتباط بمادة التفاعل دون التأثير على الشكل والبنية الفراغية للإنزيم ، وتكون هذه الوضعية عكوسة أي يسترجع الإنزيم نشاطه بارتفاع درجة الحرارة (إنزيم لم يفقد بنيته الفراغية غير وظيفي = إنزيم مثبط)
- عند درجة الحرارة المناسبة (المثلى) : ترتفع حركية الجزيئات الإنزيمية وتكثر التصادمات مما يسمح بالارتباط بمادة التفاعل (هناك تكامل بنيوي بين شكل الموقع الفعال وشكل مادة التفاعل)
كما يتأثر النشاط الإنزيمي بقيمة pH الوسط بحيث :

- تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية (NH₂ و COOH) في السلاسل الببتيدية خاصة تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث :

في الوسط الحامضي : pH < 7 تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة

في الوسط القاعدي : pH > 7 تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة

- في قيمة pH مثلي للإنزيم : يحافظ الإنزيم على بنيته وبتالي تخصصه الوظيفي ويكون النشاط الإنزيمي أعظميا منه تغير pH الوسط يفقد الموقع الفعال شكله المميز بتغير حالته الأيونية وهذا ما يعيق ثبات مادة التفاعل أي عدم تشكل المعقد ES (بسبب غياب التكامل البنيوي بين المجموعات الكيميائية للإنزيم والمجموعات الكيميائية للركيزة)
منه إنزيم غير وظيفي وبالتالي عدم حدوث التفاعل الإنزيمي .

إذن : لكل إنزيم قيم مثلى من pH ودرجة حرارة يكون فيهما النشاط الإنزيمي أعظميا وينخفض النشاط الإنزيمي بتغير هذه القيم .

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

الجزء الاول:

| السلسلة الببتيدية | ARNm | |
|-------------------------|-------------------------|--------------|
| Leu-Phe-Val-Trp-Met-His | CUC UUU GUC UGG AUG CAU | الشخص السليم |
| Leu-Phe-Val Stop | CUC UUU GUC UAG AUG CAU | الشخص المصاب |

2- المناقشة

- من الشكل ب تنتج صبغة الميلانين المسؤولة حماية الجلد بتدخل تفاعلين انزيميين بحيث
 - التفاعل الأول ينشطه انزيم PHA الذي يحول الفينيل الانين الى تيروزين
 - التفاعل الثاني ينشطه انزيم التيروسيناز الذي يحول التيروسين الى ميلانين
- من الشكل ج ينتج عن اليل الشخص السليم سلسلة ببتيدية كاملة بها 180 حمض اميني بينما الشخص المصاب فحدثت طفرة على مستوى القاعدة رقم 533 حيث تم استبدال القاعدة C بالقاعدة T فنتج عنه سلسلة ببتيدية اقل طولاً بها 177 حمض اميني نظراً لظهور احدى رامزات التوقف ومنه
 - الشخص السليم الاليل سليم اشرف على انتاج انزيم تيروزيناز ذو بنية فراغية وظيفية ساهم في تركيب صبغة الميلانين مما أدى الى حماية بشرة الجلد من الاشعة فوق البنفسجية
 - الشخص المصاب حدوث طفرة أدى الى تغير عدد الاحماض الأمينية مما أدى الى تشكل بنية فراغية لانزيم تيروزيناز غير وظيفية ما أدى الى توقف سلسلة التفاعلات الانزيمية المنتجة للميلانين فبقي الشخص المصاب عرضة للاشعة فوق بنفسجية

الجزء الثاني

- 1- من منحني سرعة النشاط الانزيمي بدلالة الزمن في غياب فيتامين C
 - نلاحظ قبل التعرض للاشعة فوق البنفسجية كانت سرعة النشاط الانزيمي ثابتة عند قيمة 4.7 و أ وبعد التعريض للاشعة لوحظ تزايد النشاط الانزيمي بوتيرة سريعة
 - وبما أن زيادة نشاط انزيم التيروسيناز يساهم في تصنيع كمية اكبر من صبغة الميلانين كما ان أشعة الشمس لا تخلو من الاشعة فوق بنفسجية
 - فإن أشعة الشمس تسرع من نشاط التيروسيناز ما يؤدي الى انتاج كمية اكبر من الميلانين المسؤولة عن دكانة البشرة ما يؤدي حتما الى اسمرارها

2- التوضيح

من الوثيقة 02 وفي وجود الفيتامين C

- نلاحظ تناقص سرعة النشاط الانزيمي بعد التعرض الى الأشعة فوق البنفسجية ومن الوثيقة 01 نجد ان التيروسيناز يحفز تفاعل انتاج صبغة الميلانين وبالربط بين المعلوماتين نجد ان فيتامين C يقلل من انتاج الميلانين ما يؤدي حتما فتاحة البشرة

3- تحديد العوامل المؤثرة على النشاط الانزيمي

- درجة الحرارة : حيث تثبط درجات الحرارة المنخفضة حركية الجزيئات الانزيمية فتقل حركية الجزيئات الانزيمية . كما تخرب درجات الحرارة المرتفعة البنية الفراغية للانزيم مما يوقف حدوث النشاط الانزيمي
- PH الوسط تؤثر على الشحنة الكهربائية للاحماض الأمينية خاصة المتواجدة على مستوى الموقع الفعال فيفقد بنيته فاقدا وظيفته
- تركيز مادة التفاعل حيث تعتبر عامل محدد للنشاط الانزيمي في تراكيزها المنخفضة
- المواد الكيميائية : حيث تعمل على التقليل من نشاط الانزيم بتثبيط نشاط بعض النزييمات
- الاشعة فوق البنفسجية التي قد تسرع من نشاط بعض الانزيمات مثل انزيم التيروسيناز
- الطفرات الوراثية التي قد تفقد النزيم نشاطه كلياً اذا مست احماض امينية مشكلة للموقع الفعال

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

الجزء الأول :

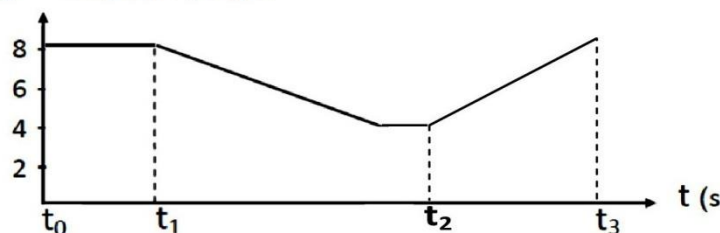
- 1- تحليل معطيات الشكل - 1 - من الوثيقة - 1 - : يمثل الشكل - 1 - من الوثيقة - 1 - إحدى خطوات إكتساب التخصص الوظيفي لإنزيم الليزوزيم . حيث نسجل :
 - الحالة (a) غير وظيفية : سلسلة ببتيدية تتشكل من 129 ح. أ . تتميز فيها بعض الانطواءات ومناطق الانعطاف يدعم استقرارها 4 روابط كيميائية تنشأ بين ثنائيات محددة . الأحماض الأمينية (Glu35 - Asp52 - Trp63 - Ala107) تتواجد في وضعيات متباعدة تزامن ذلك مع غياب لموقع التأثير على الركيزة (الموقع الفعال) وبالتالي إنزيم غير وظيفي .
 - الحالة (b) وظيفية : تبرز زيادة في تعقيد وانطواء السلسلة الببتيدية نتج عنها إتخاذ الأحماض الأمينية (Glu35 - Asp52 - Trp63 - Ala107) وضعيات متقاربة تموضعت ضمن جزء هام من الإنزيم (الموقع الفعال) أكسبته القدرة على التأثير على الركيزة وأصبح وظيفي .

- إذن يمكن القول أن هذه الأحماض الأمينية هي من يحدد التأثير النوعي للإنزيم الليزوزيم .
- إذن نتوصل إلى أن :
- إكتساب البنية الفراغية الوظيفية يتحقق بفضل إنطواء دقيق للسلسلة الببتيدية يجعل من بعض الأحماض الأمينية في وضعيات ملائمة تسمح لها ببناء روابط كيميائية داعمة لاستقرار البنية ومن جهة أخرى يجعل من بعض الأحماض الأمينية الأخرى تستقر ضمن المواقع النشطة (الموقع الفعال) وتحدد تأثير النوعي وقدرته الوظيفية .

2- تكملة رسم المنحنى :

المسافة بين المجاميع الكيميائية

E و G بـ الأنجستروم (A^0)



- التحليل :

- t₀-t₁ في غياب ركيزة التفاعل : تتخذ المجاميع الكيميائية E و G المتواجدة ضمن الموقع الفعال وضعيات متباعدة بمسافة قدرت بـ ($8A^0$) .
- t₁-t₂ بعد إضافة الركيزة : تتخذ المجاميع E و G وضعيات متقاربة من خلال تقلص المسافة بينهما وصولاً لـ ($4A^0$) هذا التقارب بين المجاميع يجعل منها قادرة على التأثير على الركيزة وبالتالي حدوث التفاعل (فترة إستقرار وثبات المنحنى عند المسافة ($4A^0$) .
- t₂-t₃ : بعد تحرير النواتج p : تحرير p تبعه إستعادة الموقع الفعال لابعاده المرجعية ($8A^0$) من خلال تباعد المجاميع الكيميائية E و G وهذا يؤكد الدور الوسيط للإنزيم .
- المعلومة الإضافية التي يقدمها الشكل - 2 - حول هذه العلاقة :
- تقارب المجاميع الكيميائية في وجود الركيزة يهدف إلى جعلها ضمن وضعيات ملائمة تسمح لها ببناء روابط انتقالية مع أجزاء من الركيزة (لاحظ معقد التفاعل في الشكل - 2 -) يسمح ذلك بالتأثير على الركيزة وحدث التفاعل .

-إذن نتوصل الى أن :

- في وجود الركيزة يمكن للموقع الفعال أن يغير من شكله الفراغي بهدف جعل المجاميع الكيميائية المشاركة في التفاعل على مستوى الموقع الفعال في وضعيات ملائمة تسمح لها ببناء روابط إنتقالية وبالتالي حدوث التفاعل مع استعادة الشكل الفراغي للموقع الفعال في نهاية التفاعل إنه **التكامل المحفز** .

-الجزء الثاني :

الشرح :

- **الأليل M1** : إستبدال قاعدة C ب T على مستوى الرامزة رقم 237 نتج عنه تغير في الحمض الأميني حيث تم إستبدال alanine 237 ب valine 237 . من جهة أخرى تشير الجزيئة (b) من الشكل - 2 - أن الحمض الأميني المستبدل valine 237 يقع خارج الموقع الفعال وهو ما جعل من الجزيئة الناتجة عن التعبير عن M1 تبقى وظيفية .
- **الأليل N1** : حذف القاعدة C على مستوى الرامزة رقم 184 ينتج عنه ظهور الثلاثية (TAG) والتي ينتج عنها ظهور رامزة توقف (STOP) ضمن نفس الوضعية من سلسلة متعدد الببتيد 184 ومنه حذف باقي الأحماض الأمينية .

3

- من جهة أخرى تشير الجزيئة C الناتجة عن التعبير المورثي للأليل N1 إلى أن الأحماض الأمينية المحذوفة تقع ضمن مجال الموقع الفعال وهو ما أفقد الإنزيم القدرة على إحتواء الركيزة ومنه إنزيم غير وظيفي .
- **الأليل S** : - إستبدال قاعدة A ب T على مستوى الرامزة رقم 288 نتج عنه تغير في الحمض الأميني حيث تم إستبدال Glu 288 ب valine 288 .
- إستبدال قاعدة C ب T على مستوى الرامزة رقم 237 نتج عنه تغير في الحمض الأميني حيث تم إستبدال alanine 237 ب valine 237 .
- من جهة أخرى تشير الجزيئة (b) الناتجة عن التعبير المورثي للأليل S أن الاحماض الامينية المستبدلة valine 288 و valine 237 تقع خارج مجال الموقع الفعال ومنه الجزيئة وظيفية .
- **إذن نتوصل الى أن :** النمط الظاهري الجزيئي مرتبط بالاساس الجيني (النمط المورثي) وهو من يحدد وظيفية وفعالية الانزيم .
- الاحماض الامينية التي تحدد التأثير النوعي للانزيم هي الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال واي طفرة على مستواها تؤثر على وظيفته

-2- التبيان :

- **عند درجة حرارة 37م⁰ وقيمة pH تعادل 7 :** سجلنا قيمة اعظمية للبكتيريا بدون محافض سكرية مقارنة بوجود المحافض ببرد ذلك بتوفر الشروط الملائمة والمثلى لعمل انزيم الليوزيم الذي حض على تفكيك المحافض السكرية للبكتيريا .
- **عند درجة حرارة 60م⁰ وقيمة pH تعادل 2 :** سجلنا قيمة منخفضة للبكتيريا بدون محافض مقارنة بوجود محافض وهو ما يبرر بنشاط ضعيف لانزيم الليوزيم نتيجة انخفاض عدد الوحدات الانزيمية والذي ارتبط بتخريبها بعامل الحرارة التي تستهدف الروابط الكيميائية الداعمة لثبات واستقرار البنية الفراغية الوظيفية

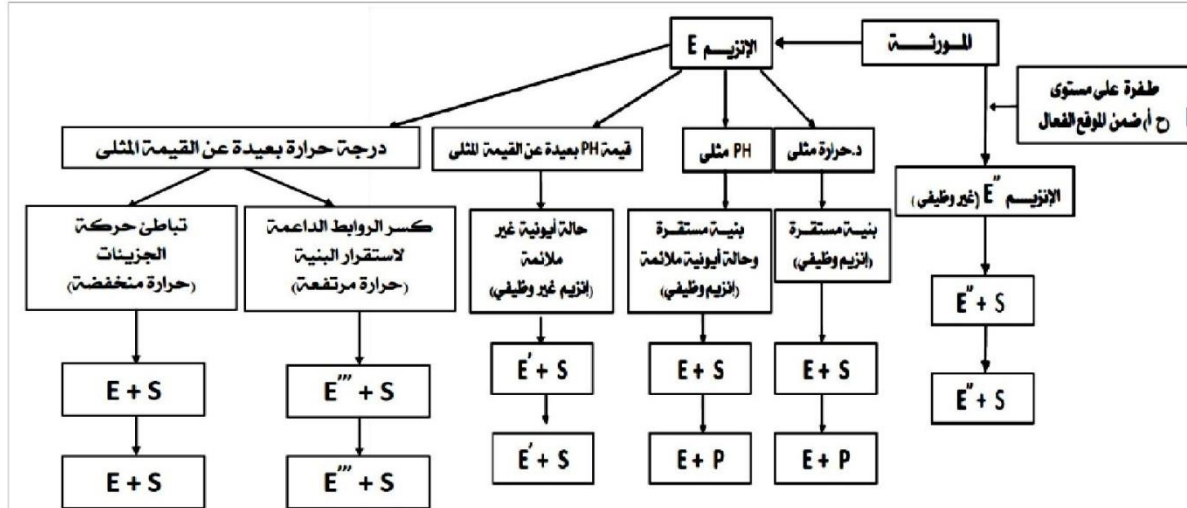
- عند درجة حرارة 37⁰م وقيمة pH تعادل 2 (سلوك حامضي) : سجلنا قيمة منخفضة للبكتيريا بدون محافظ

مقارنة بوجود محافظ وهو ما يبرر بنشاط ضعيف لانزيم اليليزوزيم نتيجة تغير سلوكه في الوسط الحامضي (سلوك قاعدي في وسط حامضي) نتج عنها شحنة اجمالية موجبة وهو ما اثر على الحالة الايونية للمجاميع الكيميائية المشاركة في التفاعل واعاق تشكل المعقدات وبالتالي إتمام التفاعل .

- إذن نتوصل إلى أن :

- نشاط وفعالية النشاط الإنزيمي (الكفاءة) تفرضها شروط وسط التفاعل حيث أن :
- عند القيم المثلى من الـ PH ودرجة الحرارة يكون نشاطه أعظميا ويقل كل ما إبتعدنا عنها .

- الجزء الثالث : رسم المخطط :

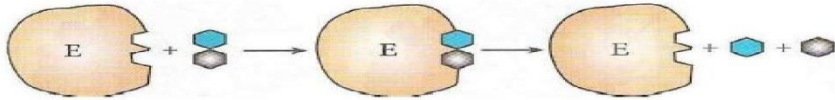


انتهى التصحيح للموضوع السابع ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،



التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي الثامن - الإنزيمات

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

| الاجابة | العلامة | | | | | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|---|-------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| <p>- البيانات :</p> <table><tr><td>1</td><td>مادة التفاعل (الركيزة)</td><td>2</td><td>موقع التفاعل</td><td>3</td><td>البنية الثانوية وريقة β</td><td>4</td><td>البنية الثانوية حلزون α</td></tr></table> | | 1 | مادة التفاعل (الركيزة) | 2 | موقع التفاعل | 3 | البنية الثانوية وريقة β | 4 | البنية الثانوية حلزون α |
| 1 | مادة التفاعل (الركيزة) | 2 | موقع التفاعل | 3 | البنية الثانوية وريقة β | 4 | البنية الثانوية حلزون α | | |
| <p>- البنية الفراغية: ثالثة (مستوى بنائي ثالثي)</p> | | | | | | | | | |
| <p>- التعليل:- لأنها تحتوي على سلسلة بيبتيديية واحدة - تحتوي أكثر من بنيتين ثانويتين</p> | | | | | | | | | |
| <p>- تحتوي على عدة مناطق الانعطاف .</p> | | | | | | | | | |
| <p>- النمذجة: انزيم الليزوزيم يقوم بتفكيك جدران الخلايا البكتيرية إذن تفاعل هدم</p> | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| <p>- النص العلمي:</p> | | | | | | | | | |
| <p>للإنزيمات دورا فعالا في حياة الكائنات الحية نظرا لتخصصها الوظيفي، فالإنزيم بروتين يعمل على تسريع التفاعلات الكيميائية في شروط محددة من بين هذه الشروط درجة حموضة ودرجة حرارة الوسط الذي يعمل فيه، فكيف تؤثر درجة الحموضة ودرجة حرارة على بنية الإنزيم وبالتالي وظيفته؟</p> | | | | | | | | | |
| <p>لكل إنزيم درجة حموضة (PH) مثلى يكون عندها نشاطه أعظميا، تؤثر درجة حموضة الوسط على شحنة المجموعات الكيميائية الحرة في جذور الأحماض الامينية وخاصة تلك الموجودة في الموقع الفعال للإنزيم مما يمنع حدوث التكامل البنيوي بين المجموعات الكيميائية للإنزيم في الموقع الفعال والمجموعات الكيميائية لمادة التفاعل. يبلغ نشاط الإنزيم أقصاه عند درجة PH معينة تسمى PH المثلى (تختلف من إنزيم لآخر).</p> | | | | | | | | | |
| <p>تؤثر درجة الحرارة على نشاط الإنزيم فعند انخفاض درجة حرارة الوسط ينخفض نشاط الإنزيم ويتوقف نشاطه كليا وبصورة عكسية عند الحرارة المنخفضة بسبب قلة حركة الجزيئات. وعند الحرارة المرتفعة يبدأ تخريب الإنزيم (بسبب تكسير بعض الروابط المحافظة على بنيته الفراغية). تفقد الإنزيمات بنيتها الفراغية الصحيحة وبالتالي الموقع الفعال وبصورة غير عكسية (تخريب) عند الحرارة المرتفعة وتفقد بالتالي نشاطها. يبلغ نشاط الإنزيم أقصاه عند درجة حرارة معينة تسمى الحرارة المثلى (عند الإنسان 37 م°)</p> | | | | | | | | | |
| <p>يتوقف نشاط الإنزيم على التكامل البنيوي بين الموقع الفعال ومادة التفاعل في شروط معينة من PH والحرارة، فإذا تغيرت هذه الشروط تغيرت بنية الإنزيم فتتغير بنية الموقع الفعال وبالتالي يتوقف التكامل البنيوي ويتوقف نشاط الإنزيمي.</p> | | | | | | | | | |

| | | |
|--------|--|----------|
| | (الدراسة حول الوثيقة 1) | 1 |
| 2 | <p>- تلخيص الظواهر المؤدية للانتقال من الحالة A إلى الحالة C:</p> <p>عندما تكون الخلية العصبية في حالة راحة (غياب تنبيه الفعّال) لا يتم طرح محتوى الحويصلات المشبكية من طرف الخلية قبل مشبكية في الشق المشبكي (عدم وجود سيالة عصبية) وفي وجود التنبيه الفعّال وعند وصوله للنهاية المحورية يتم طرح محتوى الحويصلات المشبكية (المبلغ العصبي) في الشق المشبكي ليتثبت على مستقبلاته النوعية في غشاء الخلية بعد مشبكية ليتم مرور السيالة العصبية (تقلص عضلي).</p> | 2 |
| 2×0.75 | <p>- الفرضيتين المقترحتين لتفسير تأثير السم على المشبك:</p> <p>ف1: يعمل السم على تعطيل تحرير محتوى الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي.</p> <p>ف2: يمنع السم تثبيث المبلغ العصبي على مستقبلاته النوعية (تعطيل عمل المستقبل)</p> | الجزء II |
| | (الدراسة حول الوثيقة 2) | 1 |
| 2 | <p>- المقارنة بين الطريقتين (أ) و(ب) على مستوى العصبون المحرك:</p> <p>في الطريق (ب) يتم طرح محتوى الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي من طرف النهاية المحورية للعصبون المحرك وذلك بفضل الالتحام الغشائي بين غشاء الحويصل المشبكي المحتوي على بروتين بريفين المشبكي (بروتين الاندماج) وغشاء قبل مشبكي المحتوي على بروتين سانتكسين و SNAP-25 (بروتين الاندماج)، أما في الطريق (أ) لا يتم طرح محتوى الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي لعدم حدوث الالتحام الغشائي لأن سم Botulinum</p> | |
| 0.5 | <p>خرب بروتينات الاندماج (بريفين المشبكي و سانتكسين و SNAP-25)</p> | 2 |
| 1 | <p>- الفرضية 1 : صحيحة</p> <p>التعليل: لأن السم منع من طرح محتوى الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي وبالتالي عدم مرور الرسالة العصبية ومنه عدم التقلص العضلي (الشلل)</p> | |

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

الجزء الأول

1. تبيان أن معطيات الشكل (أ) للوثيقة (1) تسمح بتحديد المستوى البنيوي لجزيئة الريبونوكلياز (A) - تحتوي على سلسلة ببتيدية واحدة بها بنيات ثانوية قليلة، كروية الشكل، يضمن تماسكها 4 جسور ثنائية الكبريت (الإجابة كاملة إذا ذكر ثلاث خصائص فقط).
- فهي ذات بنية ثالثة.

2. الاستدلال:

- لإثبات أن ارتباط الأنزيم بالركيزة يتم بفضل تكامل بنيوي يُترجم على المستوى الجزيئي:
يبين الشكل (ب) من الوثيقة (1) أن الـ ARN يتوضع في منتصف الموقع الفعال حيث ترتبط النيكليوتيدة ذات القاعدة (C) بثلاثة أحماض أمينية كما يلي:
 - يرتبط الأكسجين السالب من المجموعة الفوسفاتية بـ $(-NH_3^+)$ من Lys41.
 - يرتبط أكسجين المجموعة الفوسفاتية من جهة $(5'C)$ بـ ذرة (H) لـ His119.
 - ترتبط ذرة (H-) للمجموعة الكحولية من الريبوز بأزوت لـ His12.
- بفضل هذه الروابط الانتقالية بين جزء من الركيزة والموقع الفعال يتم التكامل البنيوي بين الأنزيم والركيزة.
- لتفسير النتائج التجريبية:
 - أنزيم الريبونوكلياز A لا يفك الـ ADN لأن هذا الأخير سلسلة مضاعفة تحتوي على التايمين (T) لا ترتبط مع الموقع الفعال للأنزيم، تأثير نوعي لمادة التفاعل.
 - عند إحداث طفرة باستبدال His119 بالأسبراجين (Asn) يحدث ارتباط أنزيم الريبونوكلياز A بالركيزة من جهة Lys41، والـ His12 فهي تشكل موقع التثبيت في الموقع الفعال.
 - الأسبراجين سلسلته الجانبية لا يمكنها تشكيل رابطة مع المجموعة الفوسفاتية من جهة $(5'C)$ للنيكليوتيدة لذا لا تتدخل في التحفيز الأنزيمي فتتخفض سرعة التفاعل.
 - فالـ His119 يشكل موقع التحفيز في الموقع الفعال.

الجزء الثاني

1. تحليل النتائج الممثلة في الوثيقة(2):

- تمثل المنحنى تغير السرعة الابتدائية للتفاعل بتغير الـ pH.
- عند $pH = 7.3$ تكون V_i منخفضة جدا.
- بتزايد الـ pH من 7.3 إلى 7.8 تتزايد V_i .
- عند $pH = 7.8$ تبلغ V_i قيمة أعظمية (0.285 وحدة اعتبارية).
- تزايد الـ pH بأكثر من 7.8 يؤدي إلى تناقص V_i .
- فبجوار $pH = 7.8$ يكون نشاط الأنزيم مرتفعا، وبعيدا عن هذه القيمة يضعف نشاطه.
- الاستنتاج: قيمة $pH = 7.8$ هي درجة الحموضة المثلى لنشاط الريبونوكلياز A، فكل أنزيم درجة pH مثلى لنشاطه وأي تغير طفيف يؤدي إلى انخفاض نشاطه.
- تبيان سبب النشاط الطبيعي للأنزيم في العصارة المعوية وعدم نشاطه في العصارة المعدية.
 - في العصارة المعوية قيم الـ pH بين (7.3 و 8.5) قريبة من القيمة المثلى حيث تكون الشحنة الإجمالية للسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية للموقع الفعال مستقرة تجعل بنيته وظيفية فتصبح المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوث التفاعل في الموقع المناسب للتأثير على الركيزة وبالتالي يحدث التفاعل.
 - في العصارة المعدية قيمة $pH=2$ بعيدة عن القيمة المثلى لنشاطه، يفقد الأنزيم نشاطه لأن حموضة الوسط تؤثر على الحالة الكهربائية للمجموعات الوظيفية الجانبية الحرة للأحماض الأمينية خاصة الموجودة في الموقع الفعال للأنزيم فتصبح شحنته الكهربائية الإجمالية موجبة (+) وبتغير حالته الأيونية يفقد بنيته الوظيفية مما يمنع تثبيت الركيزة وبالتالي لا يتم التفاعل.

2. تفسير نتائج الوثيقة (3):

- تمثل الوثيقة (3) تأثير β ميركابتوايثانول واليوريا على النشاط الأنزيمي.
- قبل إضافة المادتين يكون النشاط أعظمياً لأن البنية الفراغية للأنزيم طبيعية تسمح له بأداء وظيفته.
- عند إضافة المادتين يقل النشاط الأنزيمي لأن جزيئات β ميركابتوايثانول تخرب الجسور ثنائية الكبريت وجزيئات اليوريا تخرب الروابط الهيدروجينية، يتغير انطواء السلسلة الببتيدية فيفقد أنزيم الريبونوكلياز A بنيته الطبيعية ويصبح غير نشط (مُرجعاً).
- عند التخلص التدريجي من المادتين، يسترجع الأنزيم بنيته الوظيفية الطبيعية فيستعيد نشاطه (مُؤكّداً).

3. استخلاص شروط عمل الموقع الفعال للأنزيم المُراد إبرازها:

- نشاط الأنزيم مرتبط ببنيته الفراغية خاصة موقعه الفعال ويتطلب الشروط التالية:
- حدوث تكامل بنيوي للموقع الفعال بالركيزة تشكل المعقد (أنزيم - ركيزة)
- بنية فراغية وظيفية.
- درجة pH مثلى.
- خلو الوسط من مواد تؤثر على بنيته الطبيعية.

التمرين الثالث :- الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

الجزء الأول :-

1) تحليل نتائج الشكل (ب):

- يمثل المنحنيان تغيرات كمية حمضي الفينيل ألانين والتيروسين بدلالة الزمن حيث نلاحظ أنه:
- عند الشخص السليم: ارتفاع كمية الفينيل ألانين بعد وجبة غذائية يليه مباشرة ارتفاع كمية التيروسين، ثم تتخفض كمية الفينيل ألانين ويستمر ارتفاع كمية التيروسين
- عند الشخص المصاب: ارتفاع كمية الفينيل ألانين بعد وجبة غذائية وتصل إلى مستويات عالية ويرافق ذلك بقاء كمية التيروسين ثابتة بشكل دائم.

(2) تقديم الفرضيات:

- " يعتبر انزيم PHA غير وظيفي عند المرضى لحدوث خلل وراثي "

- ملاحظة هامة: تقبل كل فرضية وجيهة تتعلق بالموضوع.

الجزء الثاني:

(1) التوضيح:

- هذه النتائج تؤكد الفرضية المطروحة نظرا لأن تركيز الفينيل ألانين يرتفع دون أن ينخفض وهذا بسبب عدم تحوله لغياب انزيم PHA بسبب حدوث خلل وراثي في مستوى الثلاثية 311 حيث استبدل حمض Glu بحمض Gly وعليه فإن عدم وظيفية انزيم PHA سمح بارتفاع مستمر لحمض Phe لعدم تحوله لحمض التيروسين.

(2) تحليل أعراض مرض البوال التخلفي:

- من الوثيقة(1): يتبين ما يلي:

- يتحول الـ Phe إلى التيروسين Tyr وفق تفاعل انزيمي

- يتعلق تحول Phe إلى Tyr بنشاط انزيم PHA

- يعتبر التيروسين مصدر مادة الميلانين المسؤولة عن لون البشرة

- من الوثيقة(2): يتبين ما يلي:

- يرتفع تركيز Phe في الدم عند المصابين دون أن ينخفض بعد تناول وجبة غذائية

- تم استبدال الثلاثية AAG بالثلاثية CCT عند الشخص المصاب سمح بانعكاس ذلك في

مستوى بنية انزيم PHA

- ذكر في مقدمة التمرين ثلاثة أعراض هي:

- إعاقة ذهنية: يعود سببها لارتفاع كمية Phe في الدم الذي يؤدي لتلف خلايا المخ ما

يسبب انخفاض القدرة الذهنية لدى المرضى بمرض Mody-2

- ضعف البنية: عدم استهلاك Phe ونقص تركيب Tyr يدل على عدم استعمال الاحماض

الأمينية الناتجة عن الهضم بشكل جيد والتي تعتبر الوحدات البنائية الأساسية لتكوين

البروتينات التي تعتبر الوحدات البنائية للجسم ونقص تشكل هذه الأخيرة يؤدي لضعف

بنية الجسم

- بشرة ولون العينين والشعر بلون فاتح: عدم وظيفية انزيم PHA يؤدي لعدم تشكل

التيروزين الذي يعتبر مصدر مادة الميلانين المسؤولة عن اللون وغياب الميلانين يؤدي

لغياب اللون وهو ما يفسر اللون الفاتح للبشرة والشعر.

(3) تقديم الحلول الممكنة:

- هذا المرض الوراثي ولا يمكن علاجه بغير اتباع حمية قاسية يتجنب فيها المريض تناول

البروتينات وتعويضها بمواد أخرى قابلة للإستعمال يضعف فيها تركيز Phe

الجزء الثالث:.....

تعتبر الانزيمات الوسائط الحيوية التي تسير مختلف التفاعلات التي تحدث في العضوية، وأي خلل في أحدها ينجر عنه تعطل وظيفة أو حتى مجموعة وظائف نظرا للارتباط الوثيق بين التفاعلات التي تقوم بتسييرها، فغياب نشاط PHA أدى لارتفاع تركيز Phe سبب الإعاقة الدهنية كما أدى لانخفاض تركيز Tyr سبب تغير لون البشرة والشعر وعليه فالانزيمات مهمة جدا للحفاظ على سلامة العضوية وضمان تماسكها ووحدتها.

انتهى التصحيح للموضوع الثامن ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،

"النجاح سلام لا تستطيع أن ترتقيها ويدك في جيبيك"

التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي التاسع - الإنزيمات ■

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

| 1 اختيار الإجابة الصحيحة | |
|---|--|
| <p>1-الانزيم</p> <p>*يمكن ان يحفز عدة تفاعلات مختلفة على نفس الركيزة</p> <p>✓ يسمح بتحفيز التفاعل دون المشاركة فيه</p> <p>✓ يمكن ان يحفز تفاعل واحد على عدة ركائز</p> | <p>2- الحمض الاميني Lys97</p> <p>✓ ينتمي الى موقع التثبيت</p> <p>*ينتمي الى موقع التحفيز</p> <p>✓ حمض اميني قاعدي</p> |
| <p>3-الحمض الاميني Glu51:</p> <p>*يشكل رابطة هيدروجينية مع الركيزة</p> <p>✓ يشكل رابطة شاردية مع الركيزة</p> <p>*يشكل رابطة شاردية مع Lys97</p> | <p>4-سرعة التفاعل :</p> <p>*تزداد بزيادة الركيزة</p> <p>✓ تزداد بإضافة الإنزيم</p> <p>✓ تصل إلى حد أقصى عندما تشارك جميع الإنزيمات في التفاعل</p> |
| <p>5-عند الإنسان يكون النشاط الإنزيمي :</p> <p>*أعظمي عند درجة حموضة تساوي 7</p> <p>ينخفض إذا زادت درجة الحرارة على 37°د</p> <p>*ينعدم في درجة حموضة تساوي 3</p> | <p>6-التأثير النوعي المزدوج :</p> <p>*يمكن لإنزيم واحد أن يحفز تفاعلين مختلفين لنفس الركيزة</p> <p>✓ يمكن لإنزيمين مختلفين تحفيز تفاعلين مختلفين مع نفس الركيزة</p> <p>*يمكن لإنزيم تحويل ركيزة وإماهاها</p> |
| <p>7- يكون التغيير عكسي :</p> <p>*إذا زادت درجة الحرارة</p> <p>✓ إذا زادت درجة الحموضة</p> <p>✓ في حالة وجود مثبط تنافسي</p> | <p>- الإنزيم الطافر:</p> <p>*دوما غير وظيفي</p> <p>*يسمح بحدوث التفاعل إذا مست الطفرة أحماض أمينية للموقع الفعال</p> <p>✓ إذا مست الطفرة الموقع التثبيت</p> <p>لا يتشكل المعقد ولا يحدث التفاعل</p> |

النص العلمي :

- الإنزيم وسيط حيوي نوعي من طبيعة بروتينية ذو تخصص وظيفي عال قد يتأثر ببعض العوامل -ما الذي يحدد هذا التخصص؟ ما هي العوامل التي يتأثر بها هذا الإنزيم؟

-التخصص الوظيفي للإنزيم تحدده بنيته خصوصا موقع الفعّال والذي هو بذاته محدد بعدد نوع وتسلسل الأحامض الأمينية له والتي تكون خاضعة لمعلومة وراثية.

كما أن مجموع الروابط الكيميائية (التكافؤية واللاتكافؤية) تعمل على استقرار البنية وتتأثر هذه الروابط بظروف مثل:

1- درجة الحرارة: حيث أن:

* في الدرجة المعتدلة يتشكل المعقد الإنزيمي لأن حركة الجزيئات كبيرة فيحدث التصادم

* في الدرجة المنخفضة لا يتشكل المعقد لأن الجزيئات متجمدة (شكل عكوس).

* أما في الدرجة العالية يتشوه الموقع الفعّال بشكل غير عكوس بتكسير الروابط الكيميائية فيستحيل تشكل المعقد الإنزيمي.

1- درجة الحموضة: حيث في

* الـ PH المثالي يتشكل المعقد بنشأة الرابطة الشاردية بين الموقع الفعّال والركيزة.

كما يستحيل تشكل المعقد في الحالتين:

* الـ PH الحامضي يسلك الإنزيم سلوك قاعدة، يكتسب بروتونات، تتأين وظائفه الأيونية لتصبح شحنته موجبة

* الـ PH القاعدي يسلك الإنزيم سلوك حمض يفقد بروتونات لتتأين وظائفه الكربوكسيلية وتصبح شحنته سالبة

ومنه التخصص الوظيفي تحدده البنية التي تكون محددة وراثيا ويتطلب استقرارها شروط فيزيوكيميائية.

كما يتأثر بعوامل أخرى كمواد مثبطة والطفرة والخاتمة تعمل الإنزيمات في شروط مثلى من الحرارة والاس الهيدروجيني للارتباط بمادة التفاعل وتحويلها الى ناتج

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

أولاً:

1- معادلة التفاعل الذي يشرف عليه إنزيم التيروسيناز انطلاقاً من الوثيقة 1-:



2- فرضية أو فرضيات لتفسير عدم ظهور اللون الداكن في بقية جسم الهيمالايا:

- غياب الإنزيم أو عدم قدرة الخلية على تركيب إنزيم التيروسيناز.
- إنزيم غير فعال (طافر) لا يحول التيروسين إلى ميلانين

ثانياً:

1- المعلومات المستخلصة من التحليل:

الشكل 1-: تتغير نسبة التيروسين المحول لأرنب الهيمالايا حسب درجة حرارة الوسط حيث :

في درجة حرارة 36°م: نسبة التيروسين المحول تكون منعدمة .

في درجة حرارة 30°م: نسبة التيروسين المحول تبلغ 100% أي تحول كلي

ومنه: نشاط إنزيم التيروسيناز لأرنب الهيمالايا مرتبط بدرجة الحرارة حيث يكون فعالاً في درجة حرارة 30°م و غير فعال في درجة حرارة 36°م .

الشكل 2-: تبلغ نسبة التيروسين المحول 100% عند الأرنب المتوحش في درجتي الحرارة 36°م و 30°م

ومنه: إنزيم التيروسيناز الأرنب المتوحش لا يتأثر بتغيرات درجة الحرارة أي يكون فعالاً في درجة حرارة 36°م و 30°م .

ومنه: إنزيم التيروزيناز الأرنب المتوحش لا يتأثر بتغيرات درجة الحرارة أي يكون فعال في درجة حرارة 36 م° و 30 م°.

-2- إستنتاج من التحليل:

في الغرفة 20م°: تكون درجة حرارة الجسم 36 م° عند كلا الأرنبين، بينما النهايات الطرفية تكون 30م° عند كلا من الأرنبين

في الغرفة 30م°: تكون درجة حرارة الجسم و الأطراف النهائية 36 م° عند كلا الأرنبين

الاستنتاج: درجة حرارة الجسم للأرناب الهيمالايا والمتوحش متماثلة ولا تتأثر بتغير درجة الحرارة ، بينما تتغير درجة حرارة النهايات الطرفية بتغير درجة حرارة الغرفة أي الوسط .

-3- تفسير لماذا يوضع الأرنب في غرفة في 20م° باستغلال الوثيقة -3- (أ و ب):

من الوثيقة -3- ب- :

نلاحظ إثر مقارنة تتابع النيكليوتيدي لمورثتي إنزيم التيروزيناز عند كلا الأرنبين أنه :
تم استبدال النيكليوتيدة رقم 1147 و هي (A) في مورثة إنزيم التيروزيناز للأرنب المتوحش بالنيكليوتيدة (G) للأرنب الهيمالايا.

ومنه: الطفرة او الخلل الذي مس الـ ADN تسبب في تغير أحد الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال لأرنب الهيمالايا.

إذن: نفس

من الوثيقة -3- ب- إنزيم التيروزيناز لأرنب الهيمالايا طافراً أصبح نشاطه يتأثر بتغير درجة الحرارة كما تبينه الوثيقة 3-أ-

حيث:

عندما يوضع الأرنب في غرفة ذو درجة حرارة 20 م° تكون درجة حرارة جسمه 36 م° فيفقد الإنزيم نشاطه الوظيفي، ولا يحول التيروزين إلى الميلانين لذلك يبقى لون جسمه أبيض.
في نفس الوقت تكون درجة حرارة النهايات الطرفية 30 م° و هي مناسبة لنشاط هذا الإنزيم الطافر فيتم تحويل التيروزين إلى الميلانين بذلك تتلون الأطراف بالأسود.
و يستعيد بذلك الأرنب فروه الطبيعي.

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

الجزء 1:

- 1- أ- المعلومات المستخلصة من الوثيقة 1 (الشكل أ): *يوجد شكلين لإنزيم الغليكوكيناز : مرتبط بالبروتين GKR P أو حر علي مستوى الهبولى.*للإنزيم بنيتين فراغيتين مختلفتين قبل الارتباط بالبروتين و بعد الارتباط به.
- ب- التحليل: تمثل الوثيقة 1 (الشكل ب) منحنى بياني لتغير النشاط الإنزيمي للغليكوكيناز (فسفرة الغلوكوز) بزيادة الغلوكوز في وجود وغياب GKR P حيث نلاحظ:
في وجود GKR P تزايد ضعيف للنشاط الإنزيمي (فسفرة الغلوكوز) بزيادة الغلوكوز في الوسط وفي غياب GKR P تزايد كبير للنشاط الإنزيمي (فسفرة الغلوكوز) بزيادة الغلوكوز في الوسط.
الإستنتاج: وجود GKR P يمنع (يعرقل) فسفرة الغلوكوز .

2- الفرضية: يعمل الدواء على تثبيط عمل GKR و بالتالي زيادة فسفرة الغلوكوز .

الجزء 2:

1- التحليل: تمثل الوثيقة 2 (الشكل أ) منحني بياني لتغيرات سرعة النشاط الإنزيمي للغليكوكيناز بدلالة تركيز الغلوكوز في وجود وفي غياب الدواء GKA حيث نلاحظ:
في وجود الدواء GKA: تزايد تدريجي في سرعة النشاط الإنزيمي إلى قيمة أعظمية (10 و 1) بزيادة الغلوكوز إلى قيمة 25 mmol/l ثم تثبت سرعة النشاط الإنزيمي في هذه القيمة رغم زيادة الغلوكوز في الوسط وفي غياب الدواء GKA: تزايد سرعة النشاط الإنزيمي بسرعة أقل مقارنة بتلك المسجلة في وجود مادة GKA .
الإستنتاج: دواء GKA يزيد من سرعة نشاط إنزيم غليكوكيناز وبالتالي فسفرة الغلوكوز .
2 - التفسير: *بتثبيت GKR (ارتباط) مع إنزيم الغليكوكيناز في موقع غير الموقع الفعال (مادة تفاعل غير تنافسية) يعمل هذا الأخير على تغيير البنية الفراغية الأصلية للإنزيم وبالتالي منع ارتباط جزيئة الغلوكوز مع الإنزيم وتشكيل معقدات إنزيمية لمنع فسفرة الغلوكوز و بالتالي تبقى نسبة السكر مرتفعة في الدم.*بتثبيت الدواء GKA في مكان ارتباط GKR (مادة منافسة للـ GKR) يبقى الإنزيم محافظا على بنيته الفراغية الأصلية حيث يتم تشكيل معقدات إنزيمية (ارتباط الغلوكوز مع GK) و بالتالي تتم عملية فسفرة الغلوكوز لتحويله إلى غلايكوجين و بالتالي تعديل نسبة السكر في الدم.

الجزء 3:

يرتبط التخصص الوظيفي للإنزيم ببنيته الفراغية (البنية ثلاثية الأبعاد) .
تتوقف البنية ثلاثية الأبعاد للإنزيم على تموضع فراغي محدد لأحماض أمينية محددة وراثيا .
تسمح هذه البنية بتجمع أحماض أمينية موجودة في أماكن مختلفة في السلسلة الببتيدية لتشكيل موقع فعال يتكامل بنيويا مع مادة التفاعل .
يرتكز التخصص الوظيفي للإنزيم على تشكل معقد " أنزيم - مادة التفاعل " ، حيث تنشأ روابط ضعيفة (غير تكافؤية) بين جزء من مادة التفاعل و الموقع الفعال للإنزيم الذي يتكون من جزء التثبيت و جزء التحفيز .

انتهى التصحيح للموضوع التاسع ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،



الصفحة : 45

التصحيح النموذجي للموضوع التدريبي العاشر - الإنزيمات -

التمرين الأول : - الحل النموذجي - { 05 نقاط } :

1. يمثل الجزء المؤطر في الموقع الفعال دوره تثبيت مادة التفاعل او الركيزة على مستواه بتكامل بنيوي نوعي بينهما وذلك بتشكيل روابط انقالية بين المجموعة الكيميائية لمادة التفاعل وجذور الاحماض الامنية المشكلة له وبالتالي تحويلها الى ناتج كما يقوم بتسريع التفاعل المعادلة :

النص العلمي

ان الانزيمات عبارة عن بروتينات وظيفية تمتاز بالتخصص الوظيفي العالي تتدخل اثناء التفاعلات فيما تتمثل خصائصها وشروط عملها وما علاقتها بضمان شروط صحية لحياة اطول؟ تعتبر الانزيمات وسائط حيوية لامها بروتينات تقوم بتسريع التفاعلات دون ان تستهلك , تمتاز باحتوائها على موقع هام يتمثل في الموقع الفعال الذي يتكون من عدد , نوع وترتيب معين من احماض امينية محددة وراثيا متوضعة بطريقة دقيقة مشكلة روابط محددة بين جذورها للحفاظ على البنية الفراغية الوظيفية له انقسم هذه الاحماض الامنية الى مجموعتين: مجموعة تسمح بتثبيت مادة التفاعل ومجموعة تحفز التفاعل مما سمح بظهور خاصية النوعية المزدوجة كما تظهره الوثيقة 1 نوعية اتجاة التفاعل كما يظهره انزيم الاميلاز حيث تم الحصول على ناتج بوجود النشاء كركيزة وليس السليلوز نوعية اتجاة التفاعل كما يظهره انزيم الاميلاز الذي قام بامهاة النشاء والكتاز الذي يختص بامهاة اللاكتوز ان الانزيمات تتأثر ببعض العوامل مثل الحرارة و pH الوسط حيث درجة الحرارة المنعدمة او المنخفضة تؤثر على حركة الجزيئات والتصادمات الفعالة التي تصبح منعدمة او قليلة مايؤدي الى انعدام النشاط الانزيمي او قلتهما درجة الحرارة العالية فتكسر الروابط التي تحافظ على استقرار البنية الفراغية للموقع الفعال خاصة والانزيم عامة وبالتالي غياب النشاط الانزيمي في حين ان الـ pH يخرب الموقع الفعال بتغيير الحالة الكهربائية لشحنة المقع الفعال ومنه عدم تشكل المعقد الانزيمي هذه التغيرات تؤثر على مدي فعالية التفاعلات ومنه ظهور خلل وظيفي في العضوية وظهور امراض مختلفة اذن ضمان شروط عمل محددة مثل درجة الحرارة المثلي و pH امثل للانزيمات يسمح بالحفاظ على العضوية وضمان شروط صحية لحيات اطول

التمرين الثاني : - الحل النموذجي - { 07 نقاط } :

الجزء الأول:

- 1) استخراج الخطوات العملية المتبعة لحل المشكلة المطروحة هي:
 - يمكن استخدام مبرمجي Anagène و Rastop من: (0.25)
 - دراسة خصائص الأنزيم عند الفطرين من حيث:
 - عدد، نوع وترتيب الأحماض الأمينية المشكلة للأنزيم عند النوعين. (0.25)
 - تحديد بنيته الفراغية حيث عدد البنيات الثانوية، مناطق الانعطاف والجسور ثنائية الكبريت. (0.25)
 - دراسة خصائص الموقع الفعال من حيث:
 - عدد الأحماض الأمينية المشكلة له. (0.25)
 - نوع الأحماض الأمينية المشكلة له. (0.25)
 - مقارنة بين السلسلتين الببتيديتين لتحديد نسبة التشابه بين الأنزيمين. (0.25)

| (2) مقارنة الخصائص البنيوية لإنزيم GO عند السلالتين من الفطريات: | |
|---|-----------------------------|
| <p>- يتشكل الموقع الفعال من 4 أحماض أمينية من نفس النوع وهي (Asp, 2His, Arg).</p> <p>- عدد الجسور ثنائية الكبريت (جسر ثنائي الكبريت واحد).</p> <p>- نسبة تشابه ترتيب ونوع الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية كبيرة 73%. (39 / 53)</p> <p>ملاحظة: تمنح العلامة حتى لو لم يتم حساب نسبة التشابه</p> | <p>أوجه التشابه</p> |
| <p>- عدد الأحماض الأمينية (14 حمض أميني مختلف).</p> <p>- عدد البنيات الثانوية α و β.</p> <p>- موقع الجسر ثنائي الكبريت.</p> <p>- نسبة الاختلاف في نوع الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية 27% (14 / 53)</p> <p>ملاحظة: تمنح العلامة حتى لو لم يتم حساب نسبة الاختلاف.</p> | <p>أوجه الاختلاف</p> |
| <p>الاستنتاج: يتشابه الأنزيمان في الموقع الفعال بنفس عدد ونوع الأحماض الأمينية وبيديان اختلافات أخرى خارج الموقع الفعال تخص البنيات.</p> | |
| <p>الجزء الثاني:</p> <p>(1) تفسير النتائج التجريبية الممثلة في الشكل (أ):</p> <p>- يكون النشاط أعظميا (100%) في حالة البنية الفراغية الطبيعية للأنزيمين (دون إحداث طفرة) لأن البنية مستقرة تمكن من ارتباط مادة التفاعل على مستوى الموقع الفعال والتأثير عليها. (0.25)</p> <p>- عند إحداث طفرات على مستوى مورثة أنزيم GO عند السلالتين يؤدي إلى استبدال أحماض أمينية محددة بأخرى، نسجل تناقصا في النشاط الأنزيمي نسبة متفاوتة حسب نوع الحمض الأميني المستبدل وموقعه في البنية الفراغية (0.25) حيث:</p> <p>- عند استبدال حمض أميني Tyr بـ Phe تنخفض السرعة الأعظمية للنشاط الأنزيمي إلى 32%، وعند استبدال حمض أميني Asn بـ Thr تنخفض السرعة الأعظمية للنشاط الأنزيمي إلى 58% (0.25)،</p> <p>لأن Tyr و Asn حمضان أمينيان لا ينتميان إلى الموقع الفعال وقريبان (0.25) منه يسهمان في ثبات البنية الفراغية للأنزيم وللموقع الفعال بالأخص (0.25) ولذا عند استبدالهما يقل استقرارها ويضعف ارتباط مادة التفاعل بالموقع الفعال. (0.25)</p> <p>- يؤدي استبدال الأحماض الأمينية (Asp, His, Arg) المشكلة للموقع الفعال إلى تناقص كبير جدا في سرعة النشاط الأنزيمي، لأن هذا التغير يعيق تشكل روابط انتقالية بين المجموعات الكيميائية للسلاسل الحرة للأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال ومادة التفاعل (0.5) فلا ترتبط مادة التفاعل ولا يتم التحفيز (0.5).</p> <p>ملاحظة: تمنح العلامة كاملة إذا تم تفسير كل تجربة على حدى .</p> | |
| <p>(2) تقديم إجابة ملخصة للمشكلة العلمية المطروحة:</p> <p>نستنتج أنه يمكن لأنزيمين مختلفين في البنية ومتشابهين في عدد ونوع الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال ووضعتهما الفراغية أن يؤديا نفس الوظيفة لإمكانية حدوث تكامل بنيوي بين الموقع الفعال ومادة التفاعل.</p> <p>إذن ليس كل اختلاف في البنية يؤدي حتما إلى اختلاف الوظيفة.</p> | |

التمرين الثالث : - الحل النموذجي - { 08 نقاط } :

| | | | | | |
|----|---------|---|---|----|------------------|
| 08 | 0.25 | يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) منحنيات توضح تغيرات النشاط الأنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل في غياب وفي وجود فيتامين B7 (Biotine) ، حيث نلاحظ: | 1 | I | التحليل: |
| | 0.5 | - في غياب الفيتامين B7 : رغم زيادة تركيز مادة التفاعل إلا أن النشاط الأنزيمي ضعيف جدا دليل على عدم حدوث التفاعل الأنزيمي (شبه منعدم) | | | |
| | 0.5 | - بينما في وجود الفيتامين B7 : نسجل زيادة معتبرة في النشاط الأنزيمي دليل على حدوث التفاعل بوتيرة مرتفعة | | | |
| | 0.75 | ومنه نستنتج: أن الفيتامين B7 يحفز حدوث التفاعل الأنزيمي | | | |
| | 0.5 × 2 | باستغلال معطيات الشكل (ب) من الوثيقة (1) الذي يمثل نسبة ارتباط الأنزيم E بالركيزة S نلاحظ أنه في وجود الفيتامين B7 ترتفع نسبة نسبة ارتباط الأنزيم E بالركيزة S دليل على حدوث التفاعل. ومنه يمكن اقتراح الفرضية التالية: الفيتامين B7 يحفز حدوث التفاعل الأنزيمي عن طريق تحفيز ارتباط الأنزيم بمادة تفاعله. | 2 | | الفرضية المقترحة |
| 08 | 1.5 | باستغلال معطيات الوثيقة (2) التي تمثل آلية حدوث التفاعل في مستوى الموقع الفعال لإنزيم Acetyl-CoA Carboxylase الذي يحفز تفاعل ثنائي. يتبين أن الموقع الفعال لإنزيم Acetyl-CoA carboxylase مجزأ إلى موقعين : الموقع A والموقع B بينهما يحدث تثبيت جزيئة البيوتين على مستوى جذر الحمض الأميني LYS - على مستوى الموقع A يتم تثبيت COO^- على جزيئة البيوتين (الفيتامين B7) بعد تفكيك HCO_3^- (مادة التفاعل 1). بعد ذلك يحدث نقل لل COO^- إلى الموقع B - على مستوى الموقع B يتم ربط COO^- مع Acetyl-CoA (مادة التفاعل 2) فينتج Malonyl-CoA | 1 | II | المناقشة: |
| | 01 | ومنه: يتوضح أن ارتباط الأنزيم بمادة التفاعل وتشكيل المعقد ES لا يمكن أن يحدث إلا بوجود الفيتامين B7 الذي يقوم بدور وسيط بين أنزيم Acetyl-CoA carboxylase ومواد التفاعل S1 و S2 ومنه الفرضية المقترحة سابقا هي فرضية صحيحة حيث أن الفيتامين B7 يعمل على تحفيز النشاط الأنزيمي من خلال تحفيز ارتباط الأنزيم بمادة التفاعل. | | | |

| | | | | |
|--|-----|--|----------------------|-----|
| | 2.5 | <p>الفييتامين B7 المعروف أيضاً بالبيوتين أو مساعد الأنزيم R هو مركب غير بروتيني ضروري للنشاط البيولوجي للإنزيمات، فهو يساعد في التحولات الكيميائية الحيوية الضرورية لإنتاج الأحماض الدهنية وبناء الدهون من خلال إنتاج جزيئة Malonyl CoA ؛ فكيف يساهم فييتامين B7 في حدوث هذا التفاعل الإنزيمي؟</p> <p>يثبت البيوتين على الموقع A من الموقع الفعال لإنزيم Acetyl-CoA carboxylase ويعمل على إنتزاع وظيفة كربوكسيلية من جزيئة HCO_3^- ثم يرتبط بعد ذلك بالجزء B من الموقع الفعال للإنزيم وينقل الوظيفة الكربوكسيلية إلى جزيئة Acetyl-CoA فيحولها بذلك إلى جزيئة Malonyl CoA الأساسية في بناء الدسم في الخلية.</p> <p>يعتبر الفييتامين B7 مثال على مرافقات الإنزيمات التي تسرع مختلف التفاعلات الإنزيمية في الجسم.</p> <p>ملاحظة: لا يشترط هيكلة الإجابة على شكل نص علمي</p> | أهمية الفييتامين B7: | III |
|--|-----|--|----------------------|-----|

انتهى التصحيح للموضوع العاشر ،، نتمنى أن تستفيدوا بذلك القدر الذي نريده ،،



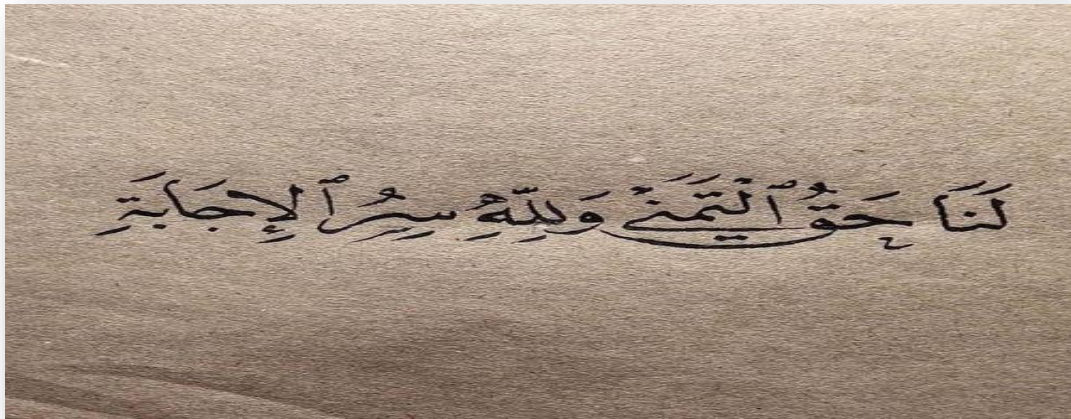
نَسْأَلُ اللَّهَ أَنْ يَرْزُقَكُمْ بِذَلِكَ الشَّيْءِ ،،
فَنَسْجِدُ لَهُ وَ أَهْلِيكُمْ سَوِيًّا مِنْ شِدَّةِ الْفَرَحِ ،،

ذاك الشيء = النَّجَاح = الامتياز

- شعار العمل في الموسم -

تَعَبُ الْمُرَاجَعَةُ أَفْضَلُ مِنْ أَلَمِ السَّقُوطِ

بالتوفيق و النجاح لجموع التلاميذ الشرفاء



صناعة الطريق الذهبي نحو بكالوريا 2022



<https://www.facebook.com/okba.bac.2010>