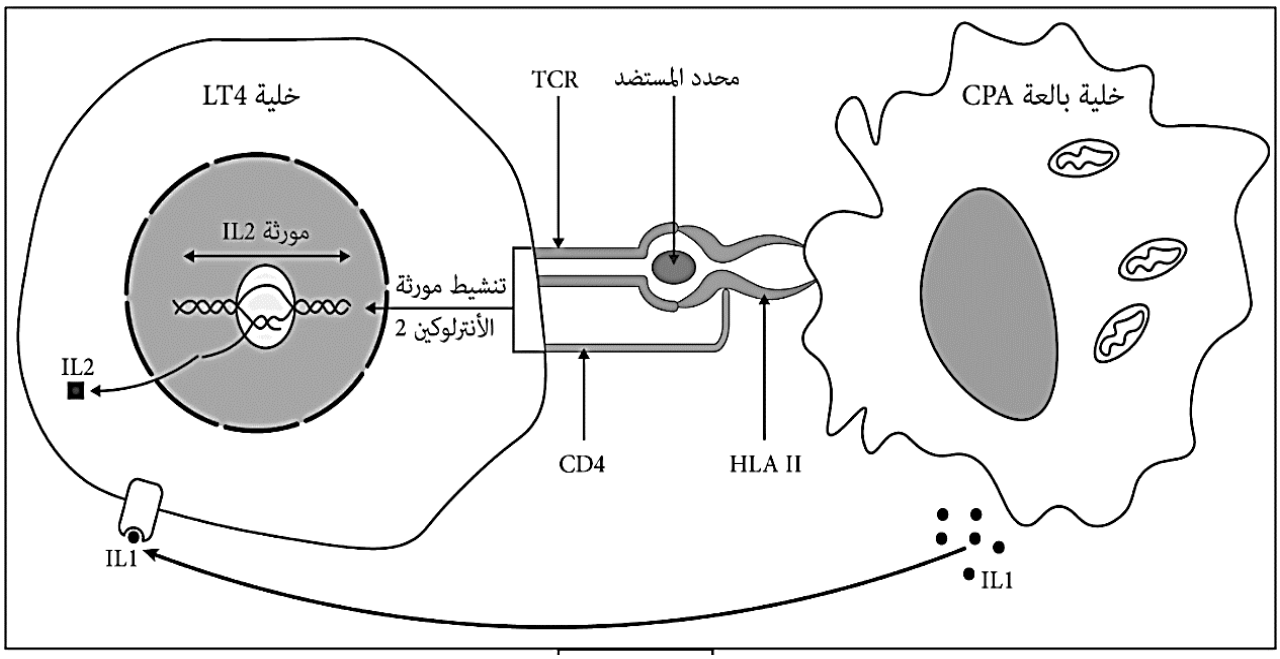
الشعبة: علوم تجريبية اختبار في مادة: علوم الطبيعة والحياة **الأستاذة: كتفي شريف زينة**	**دورة: 2024** **المدة: 4 ساعات**

موضوع بكالوريا تجريبي مقترح

التمرين الأول: (05 نقاط)

يتم تركيب البروتين بآليات منظمة بحيث تصنّع العضوية بروتينات متخصصة وظيفيا من بينها تلك المتدخلة في الاستجابة المناعية النوعية ضدّ خلايا الطعم غير المتوافقة نسيجيا، لكن يتم استخدام أدوية مثبطة للمناعة في حالة زرع الطعم مثل السيكلوسبورين الذي يكبح تركيب الأنترلوكين 2.



- **وضّح** في نص علمي آلية تركيب الانترلوكين 2 المتدخل في الاستجابة المناعية النوعية **مُبرزا** سبب استعمال السيكلوسبورين في حالة زرع الطعم، وذلك بالاعتماد على الوثيقة ومكتسباتك.

النجاح ليس صعبا بل هو طريق مليء بالمغامرات النادرة

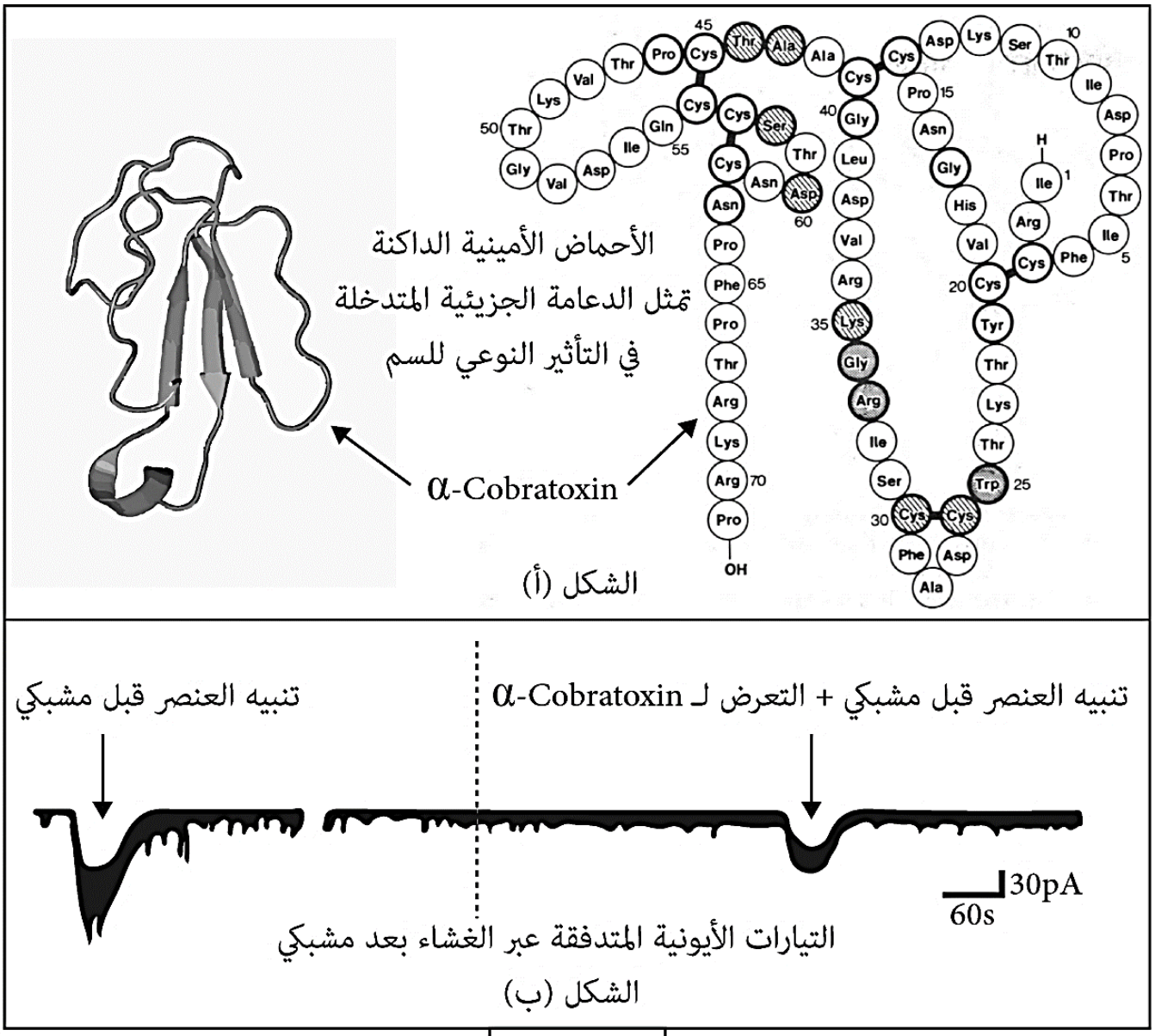
التمرين الثاني: (07 نقاط)

إن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشابك يتم بآليات دقيقة ومنظمة، لكن تدخل بعض المواد السامة قد يُحدث خللا وظيفيا يسبب الموت في غياب العلاج.

تُعتبر أفعى الكوبرا أحد أخطر الأفاعي السامة، لسعاتها المؤلمة الناتجة عن تأثير سم α-cobratoxine قد تترجم إلى أعراض متفاوتة الخطورة كانخفاض ضغط الدم وفشل على مستوى الجهاز التنفسي ينتج عن شلل على مستوى عضلة الحجاب الحاجزمما قد يؤدي إلى موت الشخص المصاب.

الجزء الأول:

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (01) رسما تخطيطيا يُظهر التمثيل الفراغي لبنية α-Cobratoxin مع تمثيل لها ببرنامج راستوب بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل نتائج تجريبية متعلقة بقياسات التيارات الأيونية في شروط تجريبية مختلفة.



الوثيقة (01)

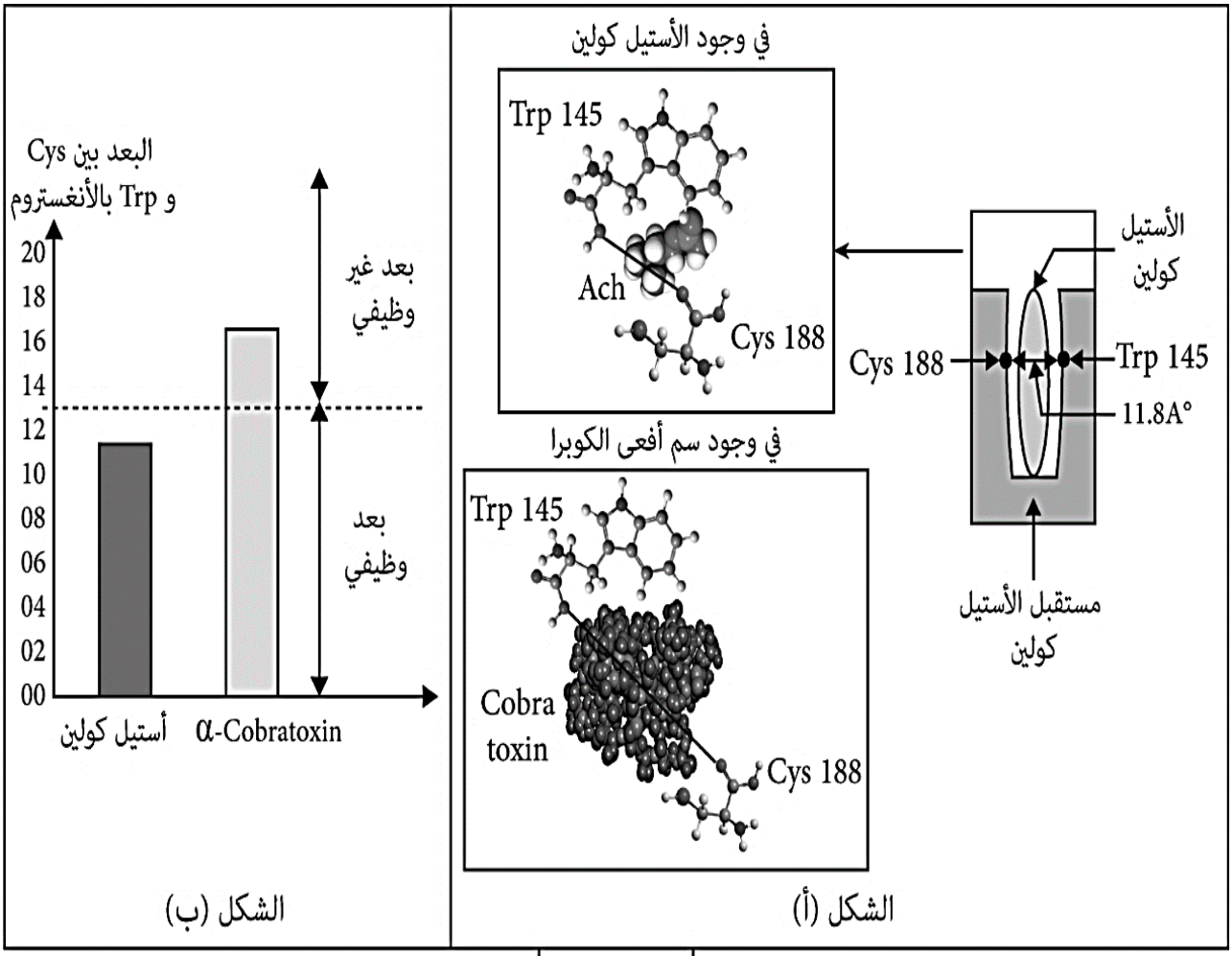
1. **حلّل** الشكل (أ) من الوثيقة 1.

2. **قدّم تحليلا مقارنا** لنتائج الشكل (ب) من الوثيقة 1.

الجزء الثاني:

لفهم آلية تأثير سم α-Cobratoxin نقدم معطيات الوثيقة 2:

على مستوى المستقبل الغشائي للأستيل كولين يوجد حمضان أمينيان على جانبي موقع تثبيت الأستيل كولين (Cys188 و Trp145) تتدخل في عمل القناة ضمن المستقبل حيث يوضح الشكل (أ) رسما تخطيطيا للمسافة بين CYS188 و TRP145في أحد مواقع ربط الأسيتيل كولين مع نموذج مأخوذ ببرنامج راستوب يوضح مستوى تأثير الأستيل كولين ونموذج آخر في وجود سم الكبرى، أما الشكل (ب) فيمثل تطور البعد بين الحمضين الأمينين Cys و Trp في وجود المادتين والحد بين البعد الوظيفي وغير الوظيفي حيث يعبر البعد الوظيفي عن نشاط المستقبلات القنوية.



الوثيقة (02)

1. **وضّح** طريقة تأثير سم α-Cobratoxin باستغلالك لأشكال الوثيقة 2.
2. **اقترح** طريقة فعالة للعلاج ضد لسعات أفعى الكوبرا، ثم **اشرحها** مبينا نتائجها على مستوى المشبك.



قد يبدو صعبا ولكن عندما يتحقق سيظهر وكأنه لم يكن



التمرين الثالث: (08 ن)

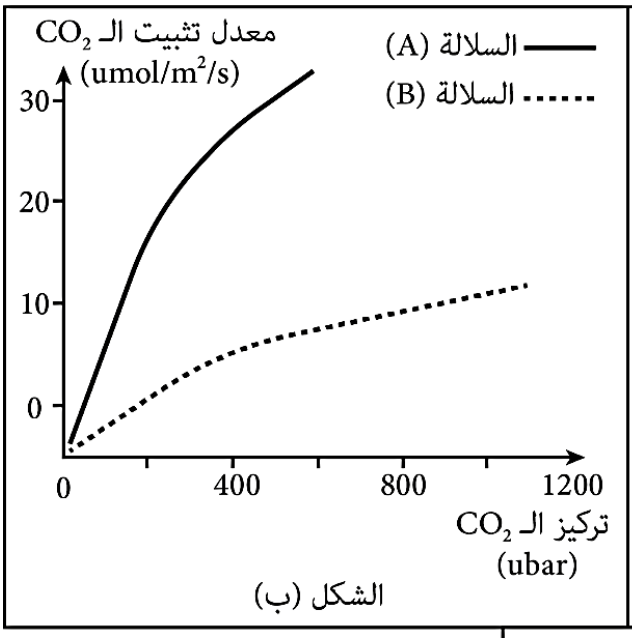
تقوم النباتات بظاهرة التركيب الضوئي التي تسمح لها بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في الجزيئات العضوية، ويتم ذلك انطلاقا من تفاعلات حيوية هامة تحفزها إنزيمات متخصصة، إلاّ أن فعالية وكفاءة هذه الظاهرة الحيوية قد تنخفض عند بعض السلالات النباتية بسبب خلل وظيفي يمس أحد تلك التفاعلات ما ينعكس بالسلب عليها.

الجزء الأول

نبات التبغ *Nicotiana tabacum* به سلالتين مختلفتين A وB أُجريت عليهما دراسات موضحة في الوثيقة (01) بحيث:

- الشكل (أ): نتائج قياس مؤشرات نمو السلالتين بعد 27 يوما من زرعهما في وسط به كافة الشروط الملائمة للنمو إضافة لغاز الفحم CO_2 بتركيزه الطبيعي 0.3 %.

- الشكل (ب): معدل تثبيت غاز الفحم في الوسط الخلوي عند كل من السلالتين في تراكيز مختلفة منه.



الشكل (ب)

مؤشر نمو النبات	السلالة (A)	السلالة (B)
طول النبات (mm)	75	9
عدد الأوراق لكل نبتة	18	8
الكتلة اليخضورية (g)	4.5	0.2

الشكل (أ)

الوثيقة (01)

- **اقترح** فرضية تفسّر بها النتائج التجريبية الملاحظة على السلالتين باستغلالك لمعطيات الوثيقة (01).

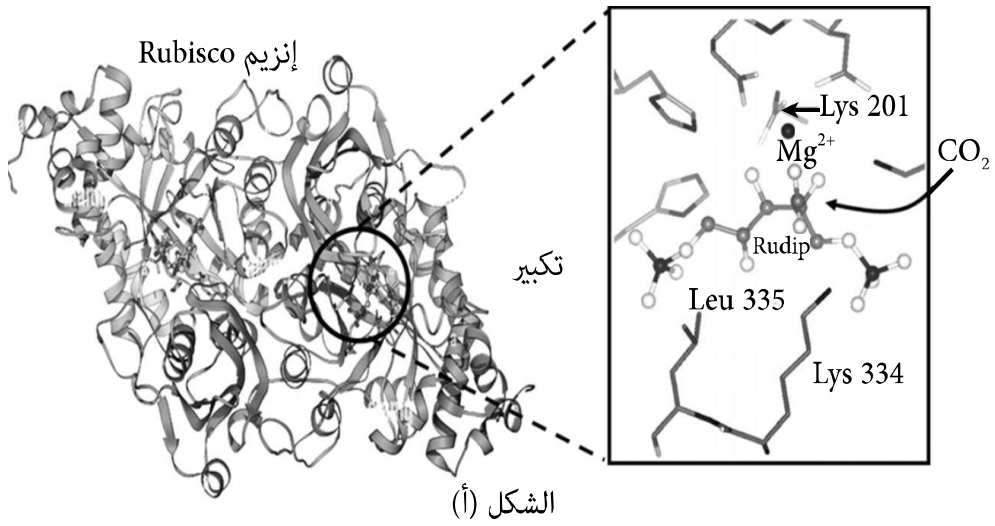
الجزء الثاني

للمصادقة على صحة الفرضية المقترحة تمت دراسة الإنزيم Rubisco عند كلا السلالتين، نتائج الدراسة في الوثيقة (02) حيث:

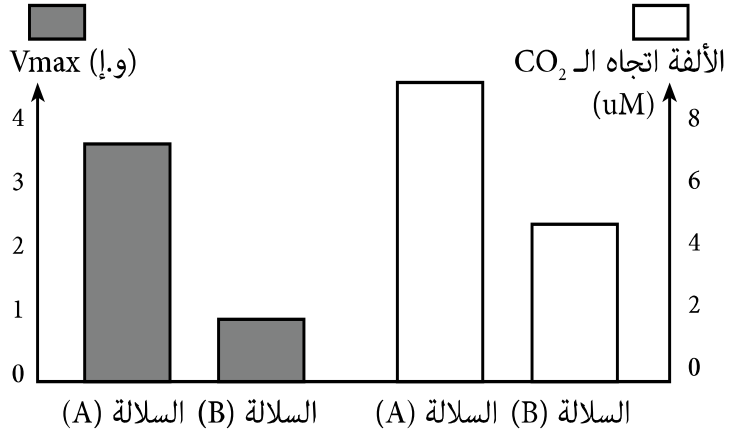
- الشكل (أ): تفاصيل حول جزء من البنية الفراغية لـ Rubisco وهو مرتبط بركيزته عند أغلب أنواع النبات.

- الشكل (ب): يمثل نتائج قياس السرعة القصوى (Vmax) للتفاعل المحفَّز من طرف الإنزيم، وأُلفته (جَذبه) اتجاه الـ CO_2 عند السلالتين من نبات التبغ.

- الشكل (ج): يتضمن جزء من مورثة Rubisco عند سلالتي التبغ، إضافة إلى جدول الشفرة الوراثية.



الشكل (أ)



الشكل (ب)

جزء من جدول الشفرة الوراثية

ACU Thr	AGA Arg	GGU Gly	AUA Ile	AAA Lys	GAC Asp
GAA Glu	GUU Val	AUC Ile	GCC Ala	CUU Leu	

السلالة	الأليل	التتابع النكليوتيدي انطلاقا من الموضع 1000 ↓
A	pL1	AAACTTGAAGGTGAAAGAGACATAACT
B	pL2	AAAGTTGAAGGTGAAAGAGACATAACT

الشكل (ج)

الوثيقة (02)

- باستغلالك للوثيقة (02)، **صادق** على صحة الفرضية المقترحة.

الجزء الثالث

وضّح في مخطط تحصيلي سبب تباين نمو السلالتين A وB لنبات التبغ، وعلاقة ذلك بظاهرة التركيب الضوئي بناء على ما توصلت إليه في هذه الدراسة ومعارفك.

الاجابة المقترحة للموضوع

الاجابة عن التمرين 1: (فكرة المثبط المناعي سيكلوسبورين)

كتابة النص العلمي:

مقدمة: تنفرد كلّ عضوية بهوية بيولوجية تسمح لها برفض كل ما هو غريب عن العضوية مثل الطعوم المختلفة وراثيا، بحيث ُيعتبر الأنترلوكين 2 من بين البروتينات المتدخلة في هذه الاستجابة المناعية النوعية، ولكن يصف الأطباء أدوية مثبطة للمناعة في حالة زرع الطعوم مثل دواء السيكلوسبورين. **فكيف يتم تركيب الأنترلوكين 2 خلال الاستجابة المناعية النوعية؟ وما هو سبب استعمال السيكلوسبورين في حالة زرع الطعم؟**

العرض: يتطرق المترشح للمؤشرات التالية

آلية تركيب الأنترلوكين 2

- آلية تحسيس الخلية LT4 من طرف الخلية البالعة (CPA) وكذا آلية تنشيط المورثة المشرفة على تركيب الأنترلوكين 2: في حالة دخول جسم غريب للعضوية (حالة طعم مختلف وراثيا) يتم تدخل الخلايا العارضة CPA التي تعرض محدد المستضد رفقة HLAII وتفرز الانترلوكين 1 بحيث يرتبط الانترلوكين 1 مع مستقبله النوعي المتواجد على سطح الخلايا LT4 ويتم التعرف المزدوج بين TCR للخلايا LT4 مع معقد HLAII- ببتيد مستضدي للخلايا العارضة كما يرتبط المؤشر CD4 على الـHLAII يؤدي هذا التعرف المزدوج إلى تنشيط المورثة المشرفة على تركيب الأنترلوكين 2 في اللمفاوية LT4
- يتم استنساخ مورثة IL2 عن طريق تدخل انزيم ARN بوليمراز انطلاقا من السلسلة المستنسخة للـ ADN حيث يعمل على ربط النيكليوتيدات الحرة وفق قاعدة التقابل فيتم تشكيل نسخة من المعلومة الوراثية ARNm تنتقل من النواة الى الهيولى ليتم ترجمتها الى سلسلة عديد ببتيد بعملية الترجمة وذلك بتدخل الريبوزومات والاحماض الامينية المنشطة، يأخذ البروتين بنيته الفراغية المحددة وراثيا ويتم طرحه خارج خلية LT4 (افرازه) بحيث يرتبط مع مستقبله النوعي على سطح الخلية LT4 وينشطها على التكاثر بحيث جزء منها يتمايز الى LTh التي تفرز كميات كبيرة من الانترلوكين 2 والذي يعمل على تضخيم الاستجابة الخلوية عن طريق تنشيط الخلايا LT8 المحسسة بنفس المستضد فيتم تشكيل الخلايا LTc التي تقضي نوعيا على خلايا الطعم الغريبة عن طريق افرازها للبرفورين والغرانزيم .

سبب استعمال السيكلوسبورين في حالة زرع الطعم

- إنّ التعرف المزدوج بين الـ LT4 والخلايا العارضة يسمح بتنشيط سلسلة من التفاعلات داخل الـ LT4 تضمن إنتاج الـ IL2 ولكن السيكلوسبورين يعيق تنشيط التعبير المورثي لمورثة الأنترلوكين 2 خلال عملية التحسيس ، ينتج عن هذا التأثير عدم إفراز الأنترلوكين 2 وبالتالي عدم تحفيز الخلايا المناعية ي ومن ثم تثبيط الجهاز المناعي، أي عدم انتاج للـ LTc مما يزيد من احتمال قبول الطعم وعدم رفضه رغم اختلافه لأن التعاون بين الخلايا المناعية يضمن كفاءة الجهاز المناعي وتدخله السريع.
- إن استخدام السيكلوسبورين يثبط الجهاز المناعي وبالتالي يزيد من احتمالية قبول الطعوم المختلفة وراثيا بحيث لا تتولد الاستجابة الخلوية وبالتالي بقاء الشخص حيا.
- لكن من بين السلبيات هو استعماله بشكل دائم لأنه عند التوقف عن تناوله ستحدث الاستجابة ويتم رفض الطعم وأيضا يصبح لذلك الفرد مناعة ضعيفة فعند دخول أي جسم غريب لا يستطيع مقاومته لأن المناعة مُثبطة. لذلك ينصح عند استعماله تجنب الأماكن الملوثة وتجنب التعرض للميكروبات للمحافظة على العضوية.

الخاتمة: تلعب البروتينات المناعية مثل الانترلوكين 2 دورا هاما في تضخيم الاستجابة المناعية الخلوية في حالة زرع الطعوم المختلفة وراثيا لكن يمكن كبح تركيب هذه البروتينات عن طريق ادوية مثبطة للمناعة مثل السيكلوسبورين لزيادة قبول الطعم.

ملحوظة: النص العلمي لا يحفظ بل يكون من انجازك فقط تراعي فيه ترتيب الافكار بعد انتقائها الجيد.

مع كتب عكاشة تكتمل فرحة البكالوريا













الإجابة عن التمرين 2: (فكرة شلل العضلات بسبب بعض سموم الافاعي)

الجزء الأول

1. **تحليل الشكل(أ):**

يظهر التمثيل الفراغي لبنية α-Cobratoxin، وهو متعدد ببتيد يتكون من سلسلة واحدة بها 71 حمض أميني، يتميز بـ 4 بنيات ثانوية β مع وجود مناطق انعطاف و5 جسور ثنائية الكبريت وهي:

(Cys20-Cys3)، (Cys14-Cys41)، (Cys30-Cys26)، (Cys45-Cys56)، (Cys57-Cys62)

كما يتميز بوجود أحماض أمنية مسؤولة عن تأثيره النوعي وهي الممثلة باللون الداكن.

الاستنتاج: المستوى البنائي لسم الافعى ثالثي.

2. **تقديم التحليل المقارن الشكل (ب):** تمثل الوثيقة نتائج تجريبية متعلقة بقياسات التيارات الأيونية على مستوى الغشاء بعد مشبكي بعد تنبيه العنصر قبل مشبكي في غياب سم الكوبرا وفي وجوده حيث:

في غياب السم: وبعد تنبيه العنصر قبل مشبكي نسجل تيار داخلي سعته كبيرة حوالي (90 PA) يفسربتدفق الشوارد عبر الغشاء بعد مشبكي بعد تحرر المبلغ العصبي وارتباطه بمستقبلاته النوعية أي حدوث النقل المشبكي.

بينما وجود السم وبعد تنبيه العنصر قبل مشبكي نسجل تيار داخلي سعته ضعيفة (30 PA) يدل على تدفق ضعيف للشوارد عبر الغشاء بعد مشبكي بسبب تواجد السم الذي يحدث خللا في النقل المشبكي.

الاستنتاج: سم افعى الكوبرا α-Cobratoxin يثبط تدفق الشوارد عبر الغشاء بعد مشبكي.

الجزء الثاني

1. **توضيح الية تأثير سم الكوبرا باستغلال الوثيقة 2**

استغلال الشكل (أ) : يوضح المسافة بين CYS188 و TRP145 في أحد مواقع ربط الأسيتيل كولين مع نماذج ببرنامج راستوب في وجود الأستيل كولين ووجود سم أفعى الكوبرا:

- يظهر الرسم التخطيطي وضعية الحمضين الأمينين CYS188وTRP145 ضمن مستقبل الأستيل كولين في الغشاء بعد مشبكي الذي يتكون من قناة حيث تكون المسافة بين الحمضين الامينين في الحالة العادية في وجود الأستيل كولين 11.8 A°وهي الوضعية التي تسمح بفتح القناة وتدفق الشوارد عبرها.

- يبين النموذج المحصل عليه ببرنامج راستوب في حالة تثبيت الأستيل كولين على مستقبلاته أن الوضعية الفراغية للحمضين CYS188وTRP145 المسؤولين عن فتح وغلق القناة متقاربة.

- يبين النموذج المحصل عليه ببرنامج راستوب في حالة تثبيت سم الكوبرا على نفس مستقبلات الأستيل كولين تغير في وضعية الحمضين الامينين CYS188وTRP145 حيث تكون المسافة بينهما متباعدة .

الاستنتاج: سم أفعى الكوبرا يتوضع على مستقبلات الاستيل كولين (ينافس الأستيل كولين) محدثا تغيرا في وضعية الأحماض الأمنية CYS188 وTRP145 المسؤولة عن فتح وغلق القناة.

استغلال الشكل (ب): يمثل أعمدة بيانية لتطور البعد بين الحمضين الأمينين Cys وTrp في وجود المادتين والحدّ بين البعد الوظيفي وغير الوظيفي حيث:

- في وجود الأستيل كولين: يكون البعد بين الحمضين الأمينين حوالي°A 11.8 وهو بعد أصغر من A° 13 (الحد الذي يسمح بفتح القناة) مما يسمح بتنشيط مستقبلات الاستيل كولين فتنفتح القناة وتتدفق شوارد الصوديوم عبرها.

- بينما في وجود α-Cobratoxin: يكون البعد بين الحمضين الأمينين حوالي A° 17.5 وهي مسافة كبيرة اكبر من البعد الوظيفي A° 13 الذي يسمح بفتح القناة مما يؤدي الى عدم انفتاح القنوات الكيميائية ولا تتدفق شوارد الصوديوم.

الاستنتاج: ارتباط سم كوبراتوكسين بمستقبلات الأستيل كولين يثبط عملها بمنع انفتاحها (تثبيط المستقبلات الغشائية).

الربط (توضيح طريقة التأثير)

- في الحالة العادية: في وجود الأستيل كولين بعد طرحه من الخلية قبل المشبكية يتثبت على مستقبلاته الغشائية النوعية القنوية حيث يكون البعد بين الحمضين الأمينين حوالي A° 11.8 وهو بعد أصغر من A° 13 (الحد الذي يسمح بفتح القناة) مما يسمح بتنشيط مستقبلات الاستيل كولين فتنفتح القناة وتتدفق شوارد الصوديوم عبرها (تيار داخل) الى داخل الليف العضلي فتتقلص العضلة (ترتبط شدة التقلص على كمية الشوارد التي تدخل).
- يتوضع السم α-Cobratoxin على مستقبلات الأستيل كولين (في مكان ارتباط الاستيل كولين) محدثا تباعد بين الحمضين الأمينين المسؤولين عن غلق وفتح القناة مما ينتج عنه عدم ارتباط الاستيل كولين فلا تنفتح القنوات ولا تتدفق الشوارد عبر الليف العضلي ومنه حدوث شلل في عضلات الجهاز التنفسي قد تؤدي للموت.

2. **اقتراح طريقة للعلاج مع شرحها وتبين نتائجها على مستوى المشبك:**

الطريقة المقترحة: العلاج بمصل يحتوي على أجسام مضادة ضد α-Cobratoxin.

شرح الطريقة: حقن جرعة مخففة من سم α-Cobratoxin (غير قاتلة) لحيوانات مثل الأبقار والخيول ثم استخلاص المصل بعد فترة كافية لحدوث استجابة مناعية نوعية وعزل الأجسام المضادة ضد السم ويتم الاحتفاظ بها من أجل حقنها لأشخاص تعرضوا للسعات الأفعى.

نتائجها على مستوى المشبك: ترتبط الأجسام المضادة المحقونة مع α-Cobratoxin فتبطل مفعوله مما يمنع ارتباطه بمستقبلات الأستيل كولين ومنه عمل عادي للقنوات أي شفاء الشخص الملسوع.

ملحوظة: العضلات التنفسية هي عضلة الحجاب الحاجز + العضلات البيضلعية



الإجابة عن التمرين 3: (فكرة خلل في انزيم الريبيسكو)



الجزء الأول: اقتراح فرضية باستغلال الوثيقة (01)

استغلال الشكل (أ): يمثل نتائج قياس مؤشرات نمو السلالتين بعد 27 يوما من زرعهما في وسط به كافة الشروط الملائمة للنمو، إضافة لغاز الفحم CO_2 بتركيزه الطبيعي 0.3 % حيث:

- نبات السلالة A أطول من نبات السلالة B (75مم > 9 مم).

- عدد أوراق نبات السلالة A أكبر من عدد أوراق نبات السلالة B (8<18).

- الكتلة اليخضورية لنبات السلالة A أكثر من الكتلة اليخضورية لنبات السلالة B (0.2g < 4.5g).

الاستنتاج: يعاني نبات السلالة B من ضعف في النمو.

استغلال الشكل (ب): منحنيان بيانيان لتغيرات معدل تثبيت غاز الفحم في الوسط الخلوي عند كل من السلالتين في تراكيز مختلفة منه، حيث نلاحظ:

- في غياب غاز الفحم، يكون معدل تثبيته في الوسط الخلوي لكلا السلالتين منعدما.

- في وجود غاز الفحم، كلما زاد تركيزه في الوسط نلاحظ تزايدا تدريجيا لمعدل تثبيته عند كل من السلالتين، غير أنه يكون أعلى في السلالة (A) إذ يبلغ 30 ($mol/m^2/s$) عند التركيز 600 (bar) من غاز الفحم في الوسط مقارنة مع السلالة (B) التي لا يتعدى فيها 10 ($mol/m^2/s$) فقط عند التركيز 1200 (bar) من غاز الفحم في الوسط.

الاستنتاج: يوجد خلل في تفاعل تثبيت غاز الفحم في الوسط داخل خلوي لخلايا نبات التبغ من السلالة (B) .

الربط: السلالة Aلديها نمو جيد نتيجة تثبيت لغاز CO2 بينما السلالة B تعاني من نقص في النمو نتيجة ضعف في تثبيت غاز CO2 وبالتالي نقص في تركيب المادة العضوية.

اقتراح الفرضية: حدوث طفرة مسّت المورثة المسؤولة عن تركيب إنزيم الروبيسكو لنبات التبغ من السلالة (B) أدى لاختلال بنيته الفراغية، وبالتالي خفض قدرته على تحفيز تفاعل تثبيت غاز CO2 ، وهذا ما يفسّر ضعف كفاءة تثبيته، وبالتالي عدم قدرة النبات على تركيب كمية كبيرة من المادة العضوية بالتركيب الضوئي ومنه ضعف نموه.

الجزء الثاني: المصادقة على صحة الفرضية باستغلال الوثيقة (02)

استغلال الشكل (أ)

يمثل تفاصيل بُنيوية حول البنية الفراغية لإنزيم الـ Rubisco عند أغلب أنواع النبات وهو مرتبط بركيزته حيث نلاحظ :

الإنزيم Rubisco ذو بنية فراغية مميزة، تحتوي على بنيات ثانوية حلزون ألفا ووريقة مطوية بيتا ومناطق انعطاف، جزء منها مخصص لتثبيت الركيزة Rudip وغاز الفحم ، يحتوي الموقع الفعال على جذور ثلاث أحماض أمينية هي: Lys201 المرتبطة به شاردة مغنيزيوم Mg^{2+} ، والحمضين الأمينيين Lys334 و Leu335.

الاستنتاج: البنية الفراغية الوظيفية للإنزيم تسمح بتثبيت ركيزته.

استغلال الشكل (ب)

يمثل نتائج قياس السرعة القصوى (Vmax) للتفاعل المحفَّز من طرف الإنزيم، وكذا أُلفته اتجاه الـ CO_2 عند السلالتين من نبات التبغ حيث نلاحظ:

السرعة الأعظمية للتفاعل المحفَّز من طرف إنزيم الروبيسكو في السلالة (A) مرتفعة تصل لقرابة 4 (و.ا)، وهي أعلى بكثير مقارنة مع السلالة (B) التي لا تتجاوز فيها 1 (و.ا) .

من جهة أخرى، أُلفة إنزيم الروبيسكو للسلالة (A) اتجاه غاز الفحم عالية جدا، وتبلغ حوالي 9uM مقارنة مع السلالة (B) أين لا تتعدى 5uM ، فكلما زادت الأُلفة تُجاه غاز CO_2 زادت سرعة التفاعل الإنزيمي.

الاستنتاج: إنزيم الروبيسكو عند السلالة A يتميز بكفاءة عالية، بينما عند السلالة B يكون ضعيفا في تثبيته لغاز CO_2.

استغلال الشكل (ج): يوضح جزء من المورثة الخاصة بإنزيم الـ Rubisco عند سلالتي التبغ.

عند السلالة (A) يكون تتابع النكليوتيدات في جزء من أليل المورثة المسؤولة عن تركيب إنزيم الروبيسكو (PL1) انطلاقا من الموضع 1000 كما يلي:

...AAA CTT GAA GGT GAA AGA GAC ATA ACT...

وهكذا يكون الـ ARNm الناتج عن نسخ الأليل (PL1) هو:

...AAA CUU GAA GGU GAA AGA GAC AUA ACU...

وهذا ما يؤدي إلى ترجمة هذا الجزء في الـ ARNm الناتج عن (PL1) إلى السلسلة الببتيدية:

...Lys - Leu – Glu – Gly - Glu - Arg - Asp - Ile – Thr...

أما عند السلالة (B) فيكون تتابع النكليوتيدات في جزء من أليل المورثة المسؤولة عن تركيب إنزيم الروبيسكو (pL2) انطلاقا من الموضع 1000 كما يلي:

...AAA GTT GAA GGT GAA AGA GAC ATA ACT ...

ناتج نسخ الأليل (PL2) هو:

... AAA GUU GAA GGU GAA AGA GAC AUA ACU ...

ترجمة هذا الجزء في الـ ARNm الناتج عن (pL2) إلى السلسلة الببتيدية:

...Lys – Val – Glu – Gly - Glu - Arg - Asp - Ile – Thr...

بمقارنة تتابع الأليلين نلاحظ تطابقهما في التتابع النكليوتيدي ما عدا وجود اختلاف في النكليوتيدة G مكان C في الموضع رقم 1003، هذا ما أدى لتغير الثلاثية رقم 355 من CTT عند السلالة A إلى الثلاثية GTT عند السلالة B التي تُشفّر للرامزة GUU بدلا عن CUU، أي حدوث طفرة استبدال فنجَم عن ذلك تغيّر الحمض الأميني ذو الترتيب 335 من السلسلة الببتيدية للإنزيم من Leu إلى Val.

الاستنتاج: تعاني السلالة (B) من طفرة استبدال على مستوى المورثة المسؤولة عن إنزيم الروبيسكو بتغيير أحد الأحماض الأمينية المشكّلة لموقعه الفعال.

ملحوظة: كيف تم معرفة رقم الأحماض الامينية

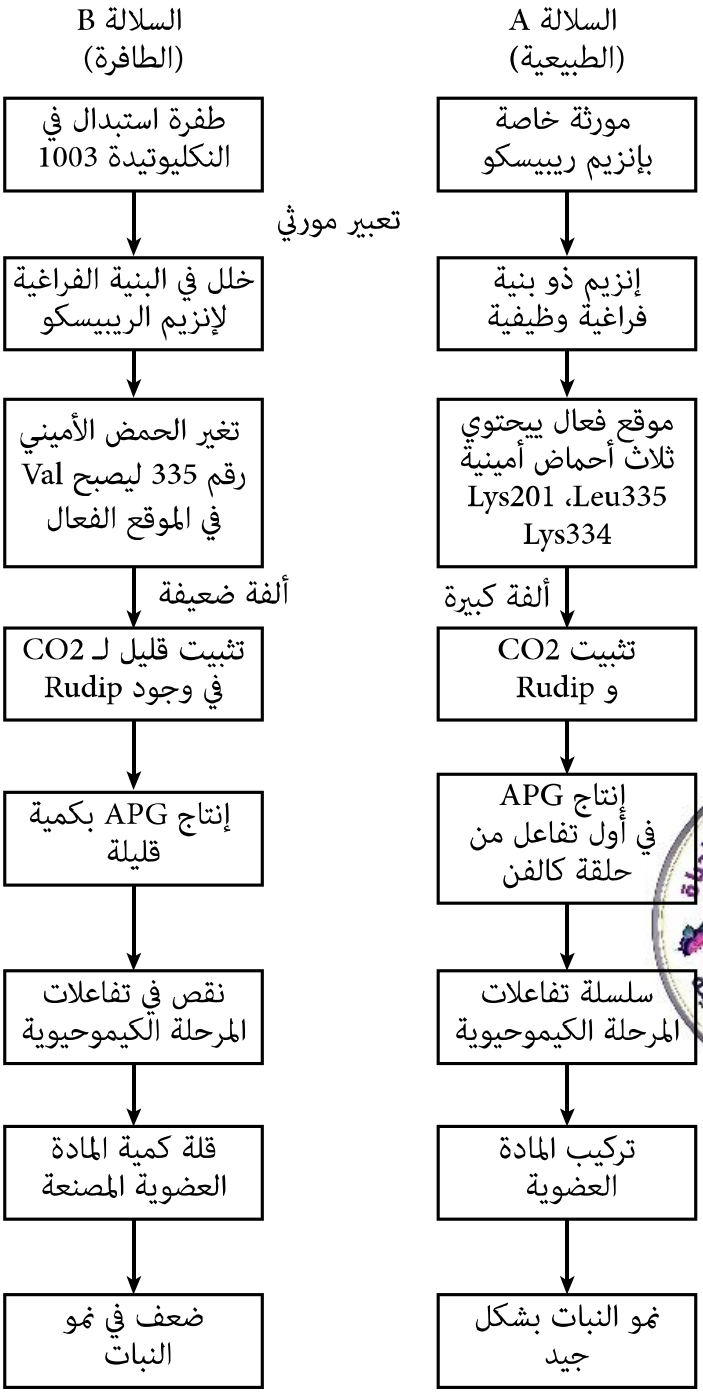
رقم النكليوتيدة التي تغيرت هو 1003 نضيف إليه النكليوتيدتين المواليتين فيصبح العدد 1005.

كل 3 نكليوتيدات تشفر لحمض أميني: $1005 \div 3 = 335$

الربط: يتميز إنزيم الروبيسكو للسلالة A بموقع فعال وظيفي يسمح له بتثبيت الركيزة، فتكون سرعة تفاعله أعظمية بحيث يحفز أول تفاعل في حلقة كالفن بتثبيت CO_2 في وجود Rudip، وهذا ما يؤدي لتفاعلات تركيب المادة العضوية ونمو النبات بشكل طبيعي فتزداد كتلته الحيوية، أمّا إنزيم الروبيسكو المتواجد في خلايا السلالة (B) من نبات التبغ فيتميز بضعف في نشاطه نظرا لوجود طفرة تمس المورثة المسؤولة عن تركيبه أدت إلى تغير نوع الحمض الأميني رقم 335 من Leu إلى Val، وباعتباره أحد الأحماض الأمينية المشكّلة للموقع الفعال (تأثير سلبي) فقد انخفضت كفاءة الإنزيم (ألفة ضعيفة) في تثبيت غاز CO_2 على مركب Rudip لتركيب جزيئتي APG التي هي منطلق تفاعلات المرحلة الكيموحيوية، هذا ما تسبب في تقليل كمية المادة العضوية المركبة في خلايا النبات، وانعكس هذا بالسلب على نموه، فكانت الكتلة الحيوية قليلة. أي أنّ الطفرة في هذه الحالة لم توقف عملية التركيب الضوئي كليا بل خفضت من شدتها.

وهذه النتائج تؤكد صحة الفرضية المقترحة سابقا.

الجزء الثالث: انجاز المخطط التحصيلي



مخطط تحصيلي يوضح سبب تباين نمو السلالتين A و B