

اختبار في مادة العلوم الطبيعية

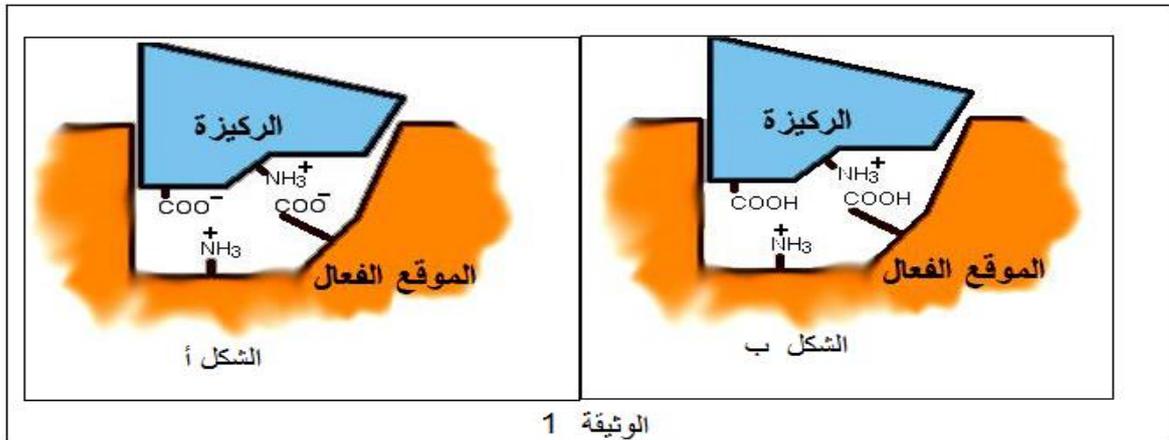
الموضوع الأول:

على المترشح أن يختار موضوع واحد

التمرين الأول: 05 نقاط

يتأثر النشاط الأنزيمي بعدة عوامل مختلفة، لدرجة يمكنها أن توقف النشاط الأنزيمي، من أجل تفسير بعض من جوانب هذا الموضوع نقترح الدراسة التالية:

I- تمثل الوثيقة 1 رسما تخطيطيا لجزء من البنية الجزيئية لأنزيم وهو في حالة نشاط أعظمي في وسط ذو درجة $PH=7.1$ (الشكل أ)



1- ماهي العلاقة بين بنية الركيزة وبنية الأنزيم؟ وكيف يحدث ذلك

2- انطلاقا من الشكل أ للوثيقة 1 ماذا نتج عن تقارب الأنزيم مع الركيزة؟ تعرف على نوعها.

3- اذا غيرنا $PH=7.1$ إلى $PH=3.5$ كانت النتائج: توقف نشاط الأنزيم، يمثل الشكل ب من الوثيقة 1

رسما تخطيطيا لجزء من البنية الجزيئية لنفس الأنزيم مع الركيزة في $PH=3.5$

-انطلاقا من الشكل ب من الوثيقة 1:

-ماهو تأثير درجة الحموضة $PH=3.5$ على الموقع الفعال، وكيف تفسر عدم نشاط الأنزيم في هذه الحالة؟

4- اعد الرسم التخطيطي لجزء من البنية الجزيئية لأنزيم في وسط ذو درجة $PH=11.5$ ، ثم وضح في نص علمي

مختصر طريقة تأثير PH

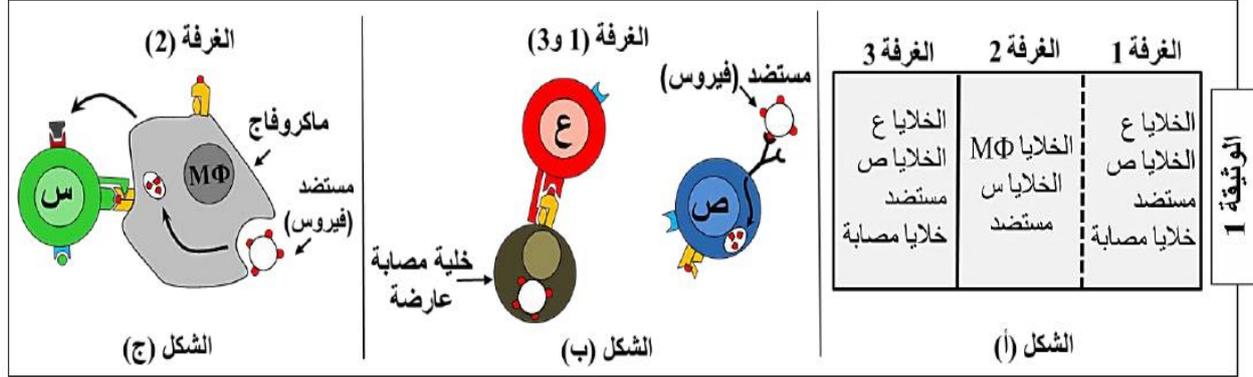
التمرين الثاني: 07 نقاط

تتحقق المحافظة على الذات من خلال اللادات نتيجة تدخل خلايا مناعية نوعية وجزئيات بروتينية متخصصة

I- لدراسة آليات التعاون والتنسيق بين مختلف الخلايا المناعية نجز التجربة التالية:

التجربة:

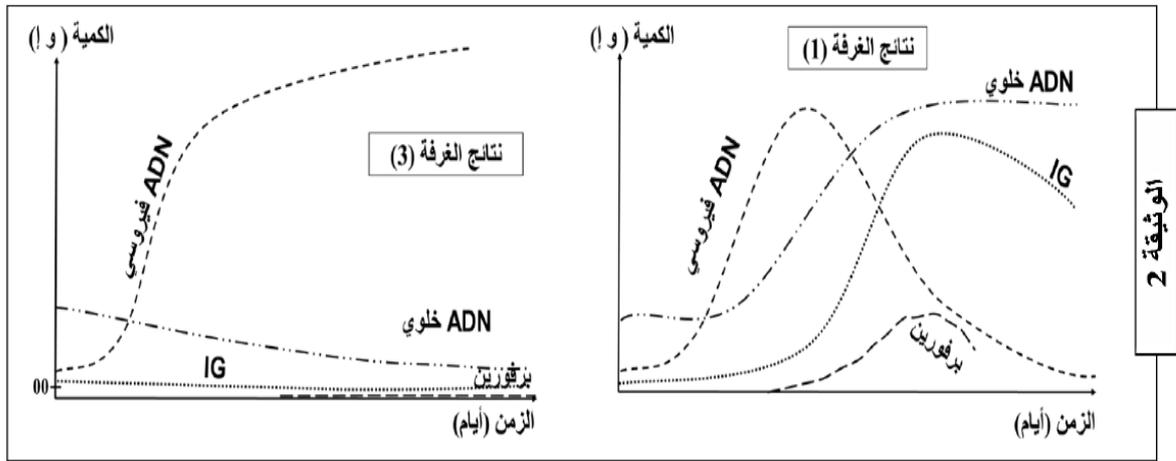
توزع مجموعة من الخلايا المناعية على ثلاث غرف تحتوي على وسط زرع خاص وتكون على التماس مع مستضد فيروسي، بحيث الغرفة 1 عن 2 بغشاء نفوذ للجزيئات، في حين تفصل الغرفة 3 عن 2 بغشاء غير نفوذ، كما يوضحه الشكل أ من الوثيقة 1
-يوضح الشكلان (ب و ج) رسم تخطيطي لظواهر تتم داخل الغرف الثلاث



- 1- أتعرف على الخلايا س ، ع و ص معللا إجابتك
ب- اشرح نشاط الماكروفاغ من خلال الشكل ج
ج- حدد نواتج العلاقة الوظيفية بين الماكروفاغ والخلية س

2- يمكن للخلايا ص القيام بأحد أدوار الماكروفاغ، اشرح ذلك .

II- بعد مدة زمنية تمت معايرة كمية كل من الأجسام المضادة ، البرفورين ، ADN خلوي ، و ADN الفيروسي على مستوى كل من الغرفتين 1 و 3 فتحصلنا على النتائج التي تظهرها الوثيقة 2



- 1- من خلال النتائج المتحصل عليها والممثلة في الوثيقة 2 :
أ- قدم تحليلا مقارن للمنحنيات المتحصل عليها في كل غرفة
ب- فسر النتائج المحصل عليها
ت- حدد نمط الاستجابة المناعية التي حرضها المستضد في كل من الغرفتين 1 و 3 ، علل إجابتك ؟

2 - ا- ماهي المعلومة التي يقدمها لك اختلاف النتائج المتحصل عليها في كل من الغرفتين 1 و 3

ب- اشرح كيفية تأثير الخلايا س على كل من الخلايا ع وص

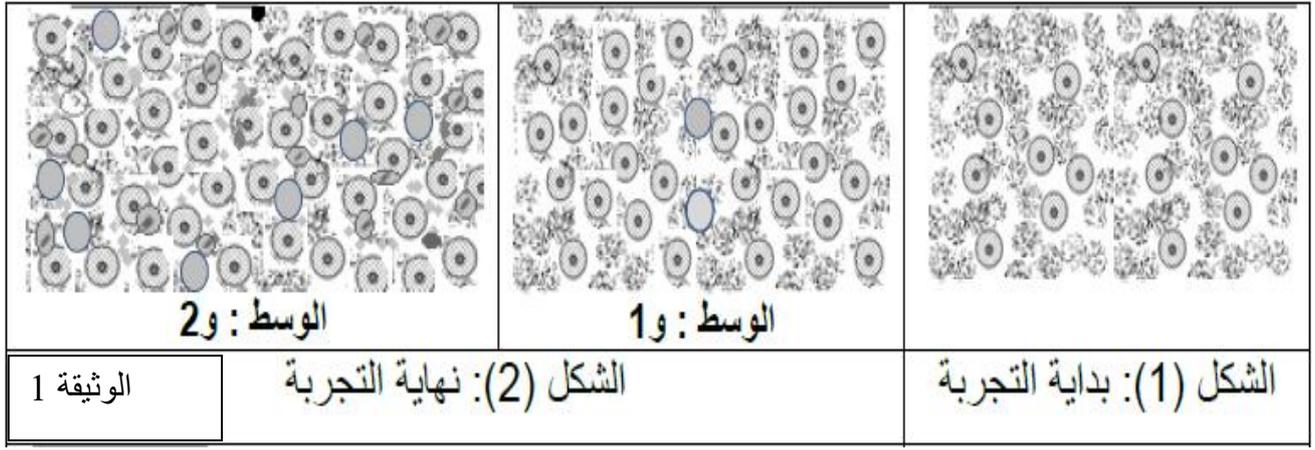
3- نعيد نفس التجربة السابقة مع إضافة مادة (NRTI) Nucléoside Reverse Transcriptase Inhibiteur، مثبتات أنزيم المنتسخة العكسية النوكليوزيدية (في الغرفة 1 ، علما أن الفيروس المستعمل في التجربة من الفيروسات الراجعة .

ا- هل تتطابق النتائج المتوقع الحصول عليها بعد مرور مدة زمنية مع النتائج الوثيقة 2 ، علل إجابتك

التمرين الثالث : 8نقاط

I- لدراسة الطرق الايضية المسؤولة على تحويل الطاقة عند مختلف أنماط الكائنات الحية نقوم بتحضير وسطين لاستنبات خميرة الخبز بنفس الحجم ، يحوي كل منهما على غلوكوز مشع في ظروف تجريبية ملائمة ، حيث (و 1 لا هوائي و(و 2) هوائي ، يوضح الشكل 1 من الوثيقة 1 ملاحظة مجهرية بتكبير X700 لحالة الوسطين في بداية التجربة .

نترك الوسطين لعدة أيام ثم نكرر ملاحظة كل وسط بنفس التكبير لنسجلها في الشكل 2 من نفس الوثيقة 1



1- علل اختيار خميرة الخبز في هذه التجارب

- 2 – أ- قارن بين النتائج المسجلة في الوسطين ، واستخرج العلاقة بين طبيعة الوسط ونمو الخميرة
ب- وضح في رسم تخطيطي مافوق بنية العضية المسؤولة على ظهور نتائج الوسط و2
II- ومن أجل فهم آليات التحويل نقترح التجارب التالية :

-التجربة الأولى :

باستعمال معلق من العضية A المسؤولة على ظهور نتائج الوسط و2 ، يتم قياس تركيز غاز ثنائي الأوكسجين في المفاعل الحيوي عن طريق لاقط ثنائي الأوكسجين. بعد إضافة المواد التالية و بالتتابع:

- السكروز
- حمض البيروفيك
- $P_i + ADP$
- Oligomicine: يثبط عمل انزيم الـ ATPsynthase.
- FCCP: مركب يسهل نفاذية البروتونات مثل DNP.

النتائج مبينة في الشكل أ- من الوثيقة 2

1- أ- ما هي المعلومات المستخلصة من نتائج التجربة.

- ب- بالاستغلال مكتسباتك مثل على نفس المعلم السابق منحني تطور كمية ATP، معللا ذلك -كيف يكون تطور تركيز ثنائي الأوكسجين في الحالات التالية مع تبرير الإجابة:

- حقن الأستيل مرافق الإنزيم-A- بدل حمض البيروفيك في اللحظة t_2 .
- حقن $NADH^+$ بدل حمض البيروفيك في اللحظة t_2 .
- حقن PGal بدل حمض البيروفيك في اللحظة t_2 .

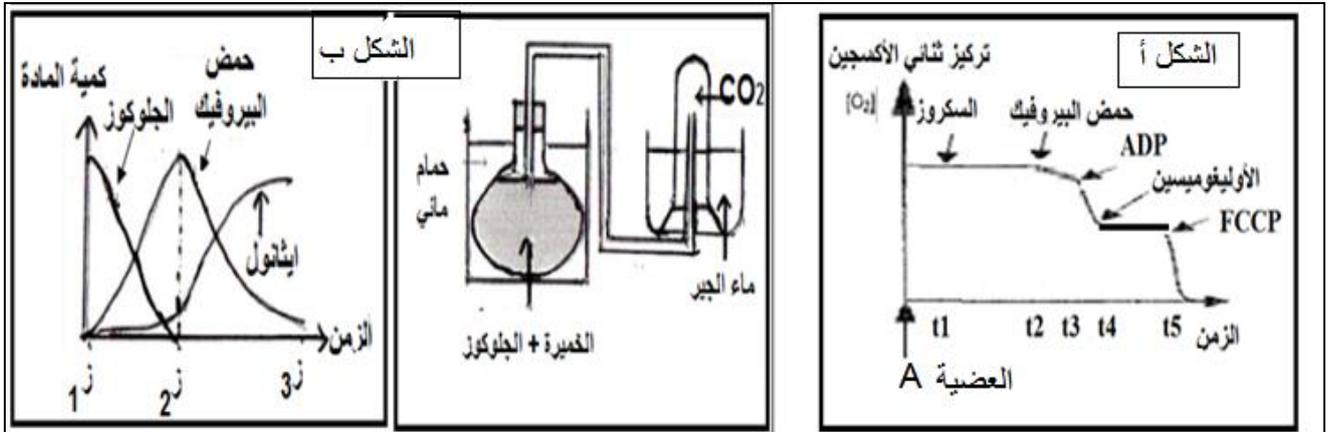
-التجربة الثانية :

استعمال معلق من من خلايا الخميرة في وسط يحتوي على الجلوكوز ،بعد ساعتين من انطلاق التجربة تم قياس المواد التالية :

- الجلوكوز
- حمض البيروفيك
- إيثانول

الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في الشكل ب من الوثيقة 2

- 2- أ-حلل وفسر النتائج ، استنتج المراحل الوسيطة المدروسة محددًا مقر كل مرحلة .
- ب- مثل كل مرحلة بمعادلة كيميائية.



الوثيقة 2

- III-بناء على ما ورد في الجزأين I و II و معلوماتك ،أنجز مخططا وظيفيا يظهر كيفية إنتاج الطاقة القابلة للاستعمال عند مختلف أنماط الكائنات الحية -ميرزا ما يلي:
 - عدد جزيئات الطاقة القابلة للإستعمال.

انتهى الموضوع الأول

عناصر الإجابة للامتحان التجريبي - الموضوع الأول -

العلامة

05ن

0.5ن

0.5ن

0.5ن

0.5ن

0.5ن

0.5ن

01ن

01ن

التمرين الأول:

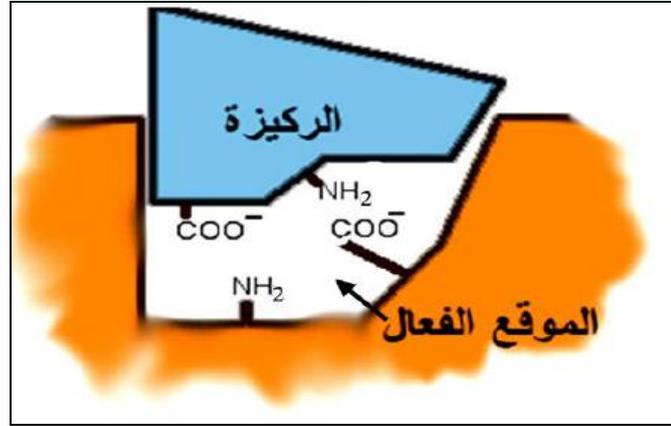
1-العلاقة: هي تكامل بنيوي
ويحدث ذلك: نتيجة توضع المجموعات الكيميائية للركيزة في المكان المناسب مع المجموعات الكيميائية لجذور الأحماض الأمينية المكونة للموقع الفعال للإنزيم

2-نتج عن ذلك نتيجة: تشكل روابط كيميائية انتقالية ضعيفة
التعرف عليها: روابط شارديية (ملحية)

3-أ-تأثير درجة PH المساوية ل3.5: تغير أو اختفاء الشحنة السالبة للمجموعة الكيميائية لجذر الحمض الأميني حيث أصبحت COOH

ب-التفسير: ان تغيير أو اختفاء شحنة المجموعة الكيميائية لجذر الحمض الأميني للموقع الفعال يمنع تشكل الرابطة الكيميائية الانتقالية الضعيفة وبالتالي هذا يمنع ظهور المعقد ES وبالتالي لا يحدث التحفيز الإنزيمي

4-الرسم التخطيطي لجزء من البنية الجزيئية لأنزيم في وسط ذو درجة PH=11.5:



نص علمي مختصر طريقة تأثير PH:

عند PH=7.1 (القيمة المثلى لهذا الأنزيم) وعند القيم الأخرى للPH

عند PH=7.1:

تكون البنية الفراغية للإنزيم مستقرة تسمح بحدوث التكامل البنوي للموقع الفعال مع مادة التفاعل حيث تتشكل روابط كيميائية ضعيفة بين بعض المجموعات الكيميائية الحرة للأحماض الأمينية للموقع الفعال وجزء من مادة التفاعل فتصبح المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوث التفاعل في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل لذلك يكون النشاط الإنزيمي أعظما.

عند القيم الأخرى للPH:

يتناقص النشاط الإنزيمي كلما ابتعدنا عن القيمة المثلى (PH=7.1) فيفقد الموقع الفعال شكله المميز ، بتغيير حالته الأيونية حيث:

- عند القيم $PH < 7.1$ تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية للموقع الفعال موجبة

- عند القيم $PH > 7.1$ تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية للموقع الفعال سالبة

وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.

ن07

التمرين الثاني :

I-1-

ن0.75

أ- التعرف على الخلايا س، ع و ص :
الخلايا (س): خلايا LT4 **التعليل**: تتعرف على محددات المستضد المعروض على ال CMHII للمكروفاج
الخلايا (ع): خلايا LT8 **التعليل**: تتعرف على محددات المستضد المعروض على ال CMHI للخلايا
المصابة.
الخلايا (ص): خلايا LB **التعليل**: تتعرف على المستضد مباشرة بفضل الأجسام المضادة الغشائية الموجودة على
أغشيتها.

ن0.5

ب- شرح نشاط الماكروفاج من خلال الشكل (ب):
بعد بلعمة البالعة لمستضد خارجي المنشأ تهضمه ثم تعرض محدداته محمولة على جزيئات CMHII لتتعرف
ال LT4 عليه.
تفرز ال IL1

ن0.75

ج- تحديد نواتج العلاقة الوظيفية بين الماكروفاج والخلية (س):
2- تحسيس الخلايا LT4 نتيجة عرض محددات المستضد عليها.
1- تركيب ال LT4 مستقبلات لل IL1 ومستقبلات لل IL2
3- تفرز البالعات ال IL1 وتفرز ال LT4 ال IL2 اللذان يرتبطان بال LT4 لتنشط فتتقسم ثم تنمايز
إلى LTh مفرزة لل IL2

ن0.5

2- يمكن للخلايا (ص) القيام بأحد أدوار المكروفاج وهو عرض محددات المستضد.
الشرح:
- عند ارتباط الجسم المضاد الغشائي لل LB مع المستضد تتم بلعمة المعقد ليتشكل حويصل بالغ.
- يتفكك المعقد ليعود ال Ig على السطح في حين يندمج الحويصل بالغ مع حوصل حاوي على الليوزوم
ليتم هضمه جزئياً.
- ترتبط محددات المستضد مع جزيئات HLAII ليتم عرض المعقد على سطح ال LB

II-1-

ن1

أ- تحليل مقارن للمنحنيات المتحصل عليها في كل غرفة:
تمثل الوثيقة 2 منحنيات تغيرات كمية كل من الأجسام المضادة ، البرفورين ، ADN و ADN الفيروسي
على مستوى كل من الغرفتين 1 و 2 بدلالة الزمن الأيام حيث نلاحظ:
- تزايد كمية ADN الفيروسي في من الغرفة 1 ثم يبدأ في التناقص . في حين يستمر هذا التزايد في الغرفة 3
دون ان ينخفض.
- تزايد كمية ADN الخلوي في من الغرفة 1 ثم تثبت في حين لا تزايد الكمية في الغرفة 3
تزايد كمية كل الأجسام المضادة و البرفورين من في من الغرفة 1 ثم تبدأ في التناقص التدريجي . في حين
تبقى معدومة في الغرفة 3 .

ن2

ب- تفسير النتائج المحصل عليها:
منحنى ADN الخلوي:
- يرجع تزايد الكمية في الغرفة 1 الى تضاعفه نتيجة مجموعة من الانقسامات الخيطية المتساوية التي
تطراً على الخلايا LT4 و LT8 المحسنة بمحددات المستضد والمنشطة ب IL2 الذي افرزته الخلايا
LTh الموجودة في الغرفة 2 والنافذ عبر الغشاء النفوذ.
- في حين لا تزايد الكمية في الغرفة 3 نتيجة عدم نفوذ ب IL2 و بالتالي عدم تنشيط الخلايا LT4
و LT8 على الانقسام.
منحنى ADN الفيروسي:
- يرجع تزايد الكمية في الغرفة 1 ثم تناقصها إلى تكاثر الفيروس داخل الخلايا المصابة ثم تناقصه بسبب

تدخل الخلايا المناعية المنشطة بال IL2 و القيام بالقضاء.
-استمرار تزايد الكمية في الغرفة 3 راجع إلى تكاثر الفيروس بسبب عدم تدخل الخلايا المناعية لغياب IL2
منحنى الأجسام المضادة:

-يرجع تزايد الكمية في الغرفة 1 ثم تناقصها إلى تنشيط الخلايا LB و تمايزها إلى بلاسموسيت منتجة لل
أجسام المضادة بفضل ال IL2 .
-في حين انعدم الأجسام المضادة بسبب غياب IL2 .

منحنى البرفورين:

-يرجع تزايد الكمية في الغرفة 1 ثم تناقصها إلى تنشيط الخلايا LT8 و تمايزها إلى LTC منتجة
منتجة للبرفورين بفضل ال IL2
-في حين انعدم البرفورين بسبب غياب IL2

0.75ن

ت- تحديد نمط الاستجابة المناعية التي حرضها المستضد في كل من الغرفتين 2 و 3 :.....
الغرفة 2: استجابة مناعية نوعية ذات وساطة خلوية .التعليل :إنتاج الأجسام المضادة.
استجابة مناعية نوعية ذات وساطة خلوية .التعليل :إنتاج البرفورين.
الغرفة 3 : عدم حدوث أي استجابة مناعية . التعليل :تكاثر المستضد الفيروسي عدم إنتاج جزيئات دفاعية.

0.25ن

2-أ- المعلومة التي يقدمها لك اختلاف النتائج المتحصل عليها في كل من الغرفتين 2 و 3:.....
تأثر الخلايا 4LT على الخلايا BL و LT8 عن طريق مبلغات كيميائية.

0.5ن

ب- اشرح تأثير الخلايا (س) على كل من الخلايا (ع) و(ص 5):.....
تقوم الخلايا 4LT بتحفيز وتنشيط الخلايا التائية والبائية ذات الكفاءة المناعية على التكاثر و التمايز عن
طريق مبلغات كيميائية هي الأنترلوكينات، التي يفرزها صنف آخر من الخلايا للمفاوية التائية المساعدة
Th الناتجة عن تمايز الخلايا التائية LT4

0.5ن

3-أ- لا تتطابق النتائج المتوقع الحصول عليها بعد مرور مدة زمنية مع نتائج 2:.....
التعليل :تعمل المادة NRTI على منع تكاثر الفيروس داخل الخلايا المصابة و بالتالي إنتاج كميات اقل
من الجزيئات الدفاعية(أجسام مضادة والبرفورين)

08ن

التمرين الثالث :

0.25ن

1-تعليل اختيار خميرة الخبز في هذه التجارب :.....
-وحيدة الخلية ،سريعة التكاثر ،سهلة الزرع
-لها القدرة على تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال في الوسطين (الهوائي
واللاهوائي)
-ومنه الاستدلال على كمية طاقة الناتجة في الوسطين من خلال عدد خلايا الخميرة الناتجة عن
التكاثر وبالتالي دراسة الطرق الايضية المسؤولة على تحويل الطاقة عند مختلف أنماط الكائنات الحية (إي
في الوسطين الهوائي واللاهوائي)

0.25ن

2 – أ- قارن بين النتائج المسجلة في الوسطين :.....
عدد الخلايا الخميرة في الوسط الهوائي اكبر من الوسط اللاهوائي

0.25ن

-استخراج العلاقة بين طبيعة الوسط ونمو الخميرة :.....
نمو الخميرة في الوسط الهوائي أكبر(لكثرة عدد خلايا الخميرة وبالتالي كثرة الطاقة الناتجة تحويل
الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال في الوسط الهوائي -لقيامها بالتنفس -) من الوسط اللاهوائي
لكثرة عدد خلايا الخميرة وبالتالي كثرة الطاقة الناتجة تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة
قابلة للاستعمال في الوسط الهوائي لقيامها بالتخمير)

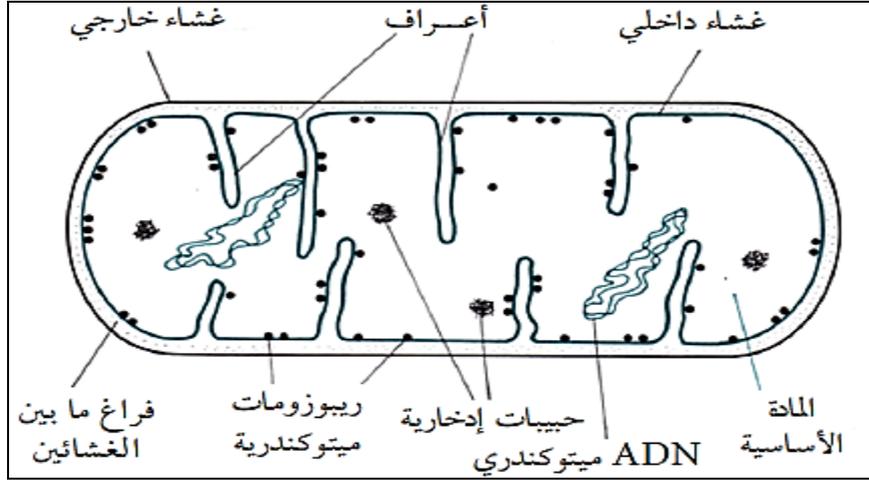
0.5ن

ب- رسم تخطيطي مافوق بنية العضية المسؤولة على ظهور نتائج الوسط و2:

-تقوم الخميرة في الوسط الهوائي بالتنفس وتحدث :

اولا :في الهيولى (التحلل السكري وهي مرحلة مشتركة تحدث في التنفس والتخمير)
ثانيا : في الميتوكوندري (أكسدة التنفسية المميزة للتنفس والتي من خلالها يتم إنتاج كمية أكبر من ال
من الطاقة القابلة للاستعمال وبالتالي كمية الطاقة الناتجة في التنفس كبيرة ما جعل نمو الخميرة في الوسط
الهوائي أكبر من الوسط اللاهوائي ومنه فالعضية المسؤولة على ظهور نتائج الوسط 2 هي الميتوكوندري

- رسم تخطيطي مافوق بنية العضية المسؤولة على ظهور نتائج الوسط و2-الميتوكوندري -



-II

1ن

1-أ-المعلومات المستخلصة من نتائج التجربة:

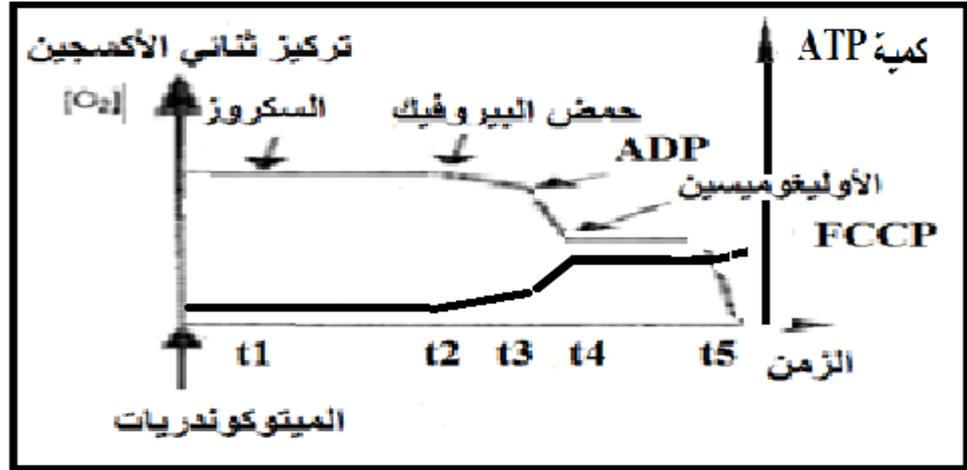
- السكرورز ليس مادة أيض للميتوكوندري (لثبات تركيز ثنائي الأوكسجين عن إضافة السكرورز)
- حمض البيروفيك مادة أيض للميتوكوندري(لانخفاض تركيز ثنائي الأوكسجين عن إضافة حمض البيروفيك)
- P_i و ADP يحفزان عمل الميتوكوندري(لانخفاض السريع في تركيز ثنائي الأوكسجين عن إضافة P_i و ADP)
- الأوليغوميسين يوقف التنفس(لثبات تركيز ثنائي الأوكسجين عن إضافة الأوليغوميسين)
- $FCCP$ يسرع استعمال O_2 . (لانخفاض تركيز ثنائي الأوكسجين عن إضافة $FCCP$)

1ن

2-تمثيل منحني تطور الطاقة ATP مع التعليل :

- إضافة السكرورز : لا يسمح بتشكيل ATP لغياب الخميرة التي تفككه الى غلوكوز
وتستعمله في مرحلة التحلل السكري والتي يتم إنتاج من خلاله $2 ATP$ من جهة وغير قادرة
الميتوكوندري على استعماله (ليس مادة الأيض الخاصة به) لاننتاج ATP
- حمض البيروفيك : هو مادة أيض للميتوكوندري وبالتالي حدوث تفاعلات أكسدة التنفسية التي من خلالها انتاج ATP
- P_i و ADP : يحفزان عمل الميتوكوندري وبالتالي سرعة تفاعلات أكسدة التنفسية تزداد ومنه زيادة انتاج ATP
- $Oligomycin$: يثبط عمل انزيم ال- $ATP synthase$ وبالتالي توقيف تفاعلات الفسفرة التاكسدية
التي من خلالها يتم انتاج ATP وتجديد المرافقات الانزيمية المرجعة المستعملة في حلقة
كريبس ومنه غيابها والتي بدورها يتم من خلالها انتاج ATP وبالتالي لا يسمح بتشكيل ATP

FCCP: يسهل نفاذية البروتونات مثل DNP وبالتالي دخول البروتونات عبر الغشاء الداخلي دون مرورها عبر الكرية المذنبة وهذا لايسمح بتشكيل ATP على مستوى الغشاء الداخلي (الفسفرة التأكسدية) إلا انه يتم تجديد المرافقات الإنزيمية المرجعة ومنه حدوث تفاعلات حلقة كريبس التي يتم من خلالها إنتاج ATP (ATP2) إلا أن كمية ATP المتشكلة أقل بكثير مما يتم إنتاجها في الفسفرة التأكسدية (ATP 34) ولهذا ترتفع كمية ATP بشكل طفيف



1.5

3- كيفية تطور ثنائي الأوكسجين في الحالات المعنية:

التبرير	تطور تركيز O ₂	الحالة
أكسدة الأستيل مرافق الإنزيم بدخوله حلقة كريبس وبالتالي ارجاع مرافقات الانزيم (NAD ⁺ و FAD) التي تجدد (أكسدة) على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري وبالتالي ارجاع O ₂ أي استهلاكه (الفسفرة التأكسدية)	تناقص تركيز O ₂	حقن الأستيل مرافق الإنزيم- A-بدل حمض البيروفيك في اللحظة t ₂ .
أكسدة NADH ⁺ على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري وبالتالي ارجاع O ₂ أي استهلاكه	تناقص تركيز O ₂	حقن NADH ⁺ بدل حمض البيروفيك في اللحظة t ₂ .
PGal ليس مادة أيض للميتوكوندري وبالتالي غياب المرافقات الانزيمية المرجعة (التي انتاجها في المرحلة التحضيرية + حلقة كريبس) وبالتالي غياب الاكسدة وارجاع الأوكسجين عبي مستوى الميتوكوندري (عدم حدوث الفسفرة التأكسدية)	ثبات تركيز O ₂	حقن PGal بدل حمض البيروفيك في اللحظة t ₂ .

2- أتحلل وفسر النتائج، استنتج المراحل الوسطية المدروسة محددا مقر كل مرحلة:

0.25ن

تحليل:

يمثل المحنى كمية المادة لكل من الغلوكوز والايثانول وحمض البيروفيك بدلالة الزمن حيث نلاحظ :
-من ز1 الى ز2 : -تنخفض كمية الغلوكوز من قيمة مرتفعة الى أن تنعدم
-يقابله ارتفاع كمية البيروفيك من قيمة منعدمة الى تصل الى قيمة مرتفعة
-بينما كمية الايثانول منعدمة

--من ز2 الى ز3 : -تنخفض كمية البيروفيك من قيمة مرتفعة الى أن تنعدم
-يقابله ارتفاع الايثانول من تكاد قيمة منعدمة الى تصل الى قيمة مرتفعة
-بينما كمية الغلوكوز تبقى منعدمة

0.5ن

-التفسير واستنتاج المراحل الوسطية المدروسة محددا مقر كل مرحلة:

بعد ساعتين من التجربة يصبح الوسط اللاهوائي فتقوم الخميرة بالظاهرة التخمر والذي يمر بالمراحل التالية :

- 1- التحلل السكري: والتي يتم من خلاله تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك والممثلة في ز1 الى ز2 ما يؤدي الى انخفاض الغلوكوز وارتفاع حمض البيروفيك مقرها الهبولى
- 2-تفاعل نزع الكربوكسيل لحمض البيروفيك ليتحول إلى أسيتالدهيد اين يتم إرجاعه إلى كحول ايثلي انطلاقا من تجديد المرافقات الإنزيمية المرجعة التي تم إنتاجها في التحلل السكري والممثلة من ز2 الى ز3 وهذا ما أدى إلى انخفاض حمض البيروفيك وارتفاع الكحول ايثلي مقرها الهبولى

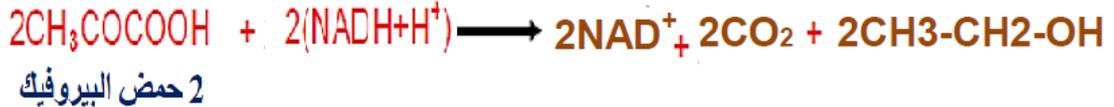
0.5ن

ب- مثل كل مرحلة بمعادلة كيميائية:

1- التحلل السكري :



ب- تفاعل نزع الكربوكسيل لحمض البيروفيك ليتحول إلى أسيتالدهيد اين يتم إرجاعه إلى كحول ايثلي:



III - انجاز مخطط وظيفي وظيفيا يظهر كيفية إنتاج الطاقة القابلة للاستعمال عند مختلف أنماط الكائنات الحية :

حصيلة التنفس	مرحلة التحضرية + الفسفرة التأكسدية	التحلل السكري	عدد ATP الناتجة من التنفس
38	34(30 من أكسدة 10 NADH.H+ و 4 من أكسدة من FADH2	02	02
حصيلة التخمر	تفاعل نزع الكربوكسيل لحمض البيروفيك ليتحول إلى أسيتالدهيد اين يتم إرجاعه إلى كحول ايثلي	التحلل السكري	عدد ATP الناتجة من التخمر
02	00	02	

0.25ن

1.75

