المستوى: ثالثة ثانوي علوم تجريبية (3ASS)

الاختبار التجريبي الثاني في مادة علوم الطبيعة والحياة

ماي 2015

المدة: 4 سا

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

الموضوع الأول

التمرين الأول:

تعتبر الخلية أصغر وحدة وظيفية، تتكامل عضياتها وتعاونها لفصل نظام غشائي يمكنها من القيام بوظائف محددة.

I. - 1- معجم الدراسات البيوكيميائية على قطع من أغشية عضيات خلوية بالحصول على النتائج الممثلة في الجدول التالي:

أغشية خلوية مختلفة	النسبة المئوية%	
	البروتين	الدهون
الغشاء الداخلي للميتوكندري	80	20
الغشاء الخارجي للميتوكندري	60	40
غشاء الشبكة البيوبلازمية الفعالة	70	30
الغشاء البلازمي للكرية الدموية الحمراء	50	50

أ- ما هي المعلومات المستخلصة من الجدول؟

ب- كيف تفسر اختلاف توزيع هذه النسب في الأغشية الخلوية المدروسة؟

2- تمت معاملة خلية مفرزة لمادة منشطة للإفراز، تمثل الوثيقة (1) الخلية ما قبل خلوية لهذه الخلايا قبل وبعد المعاملة بالمادة المنشطة.

الوثيقة (1) - بعد المعاملة - - قبل المعاملة -

أ- قارن بين الشكلين (قبل و بعد المعاملة) ، ماذا تستنتج؟

II. - تترك خلايا مفرزة لغدة برنقلية في وسط هضمي مناسب يحتوي على الحمض الأميني التوسين المشع: بتلميع الإشعاعي على مستوى العضيات الخلوية (س ـ ع-ص) للوثيقة (2) تم الحصول على النتائج الممثلة في الجدول التالي:

الزمن (د)	1	5	10	30	60	120
العضيات						
ص	-	-	-	-	-	++
ع	-	+	++	+	+	-
س	+	++	+	-	-	-

+ وجود الإشعاع ، - غياب الإشعاع

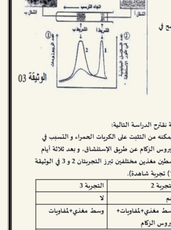
1- حدد مسار التوسين المشع عبر عضيات الخلية مع تعليل الإجابة.

2- دعم إجابتك برسم تخطيطي تضع عليه البيانات، و محددا لهم تطور الإشعاع في الأزمنة (5د ، 20د ، 120 د).

III. من أجل معالجة إشكالية إنتقال المعلومة الوراثية من النواة إلى مكان تركيب البروتين، أجريت دراسة تجريبية على طفيلي أ و ب.

* زرعت الخلية أ في وسط يحتوي على التيمميدين المشع لمدة 15 د ثم زرعت في وسط يحتوي على تيمميدين عادي لمدة 100 د.
* زرعت الخلية ب في وسط يحتوي على اليوريدين المشع لمدة 15 د ثم زرعت في وسط يحتوي على اليوريدين العادي لمدة 100 د.

لاحظ نتائج الإشعاع الإتلافي الذاتي في الزمنين ز1 و ز2 لكل خلية على الوثيقة (2)



الوثيقة (2)

1- على استغلال كل من اليوريدين و التيمميدين المشعين في التجربة.

2- ما هي الفرضيات المراد مراقبتها بهذه التجربة؟

3- قدم تفسيرا للنتائج الممثلة على الوثيقة (2).

IV. أخذت المحتويات السيتوبلازمية لخلية ب بعد تزويدها بأحماض أمينية مشعة و عرضت للترسيب بتقنية ما فوق الطرد المركزي المتتالي في أنبوب الترسيب الشرطان ا و ب.

قيس عدد اليروسومات و عدد الملاحيل البيضاوية في كل شريط. لاحظ النتائج الممثلة في الوثيقة (3).

1- تعرف على العناصر الممثلة في الشكل أ، اعط اسم العلامة الموضح في الشكل ب مع التعليل.

2- علل تشكل الشرطين ا و ب في الوقوفين.

الوثيقة (3)

التمرين الثاني:

قصد التعرف على بعض مظاهر الاستجابة المناعية نقترح الدراسة التالية:

وجد على مستوى غشاء فيروس الزكام بروتين يسمى HA يمكنه من التثبت على الكريات الحمراء و التسبب في ترتيب الدم.كيف تتم العدوى بفيروس الزكام عبر طريق الاستنشاق، و بعد كلانة أيام تأخذ إفرازات من طحاله و نحضنها، خلال عدة أيام في وسطين مغذيين مختلفين نزرع الخبرتان 2 و 3 في الوثيقة (1) الشروط التجريبية و النتائج المحصل عليها (1 تعني ناعدما).

الخبرة 1	الخبرة 2	الخبرة 3
استنشاق فيروس الزكام	لا	لا
لا	بعض الفيروسات	لا
أوساط النزع	وسط مغذي+ فيروس الزكام	وسط مغذي+مضادات فيروس الزكام
لا	بعض الفيروسات	لا
ترشح أوساط النزع و نضح السائل المستخلص في تماس مع الكريات الحمراء، و لاحظ ما يلخير		
ملاحظة الكريات الحمراء	تراص	غياب التراص

بعد عمليات الحضن، مكن تحليل أوساط النزع من تواجد الملحقوفات ا و الأوساط الثلاثة، و من تواجد الملايسوسومات (الخلايا الملتهمة) بعد كبرى و وسط الخبرة 2 . كما تم الكشف عن تواجد الملايسوسومات في مستوى الأنسجة الرئوية لهذا الحيوان.

1- قارن بين هذه التجارب ، و استنتج طبيعة المناعة المتدخلة ، و حدد الشروط الضرورية لحدوثها.

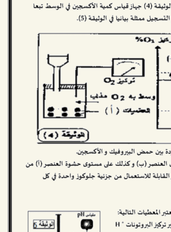
2- تحديد العلاقة بين الملحقوفات و الملايسوسومات. تمكن التجارب باعتماد تقنيات حديثة من التقيح المتأخر لسلالة من هذه الخلايا المناعية في طحال فارغ.بعد إصابة هذا الحيوان بأحد الجراثيم المسببة للدفاتريا. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

3- صف الظلين المتراصين لكل من الملايسوسومات و الأجسام المضادة (الشكل أ) . ثم حدد معللا إمكانية العلاقة الممكنة بينهما.

4- بين من خلال معطيات الوثيقة (أ) آلية تعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة، وكيف تتدخل الأجسام المضادة النوعية لتحد من تكاثرها الفيروس.

5- اعتمادا على المعطيات السابقة لخص بواسطة رسم تخطيطي مختصر مراحل هذه الاستجابة المناعية.

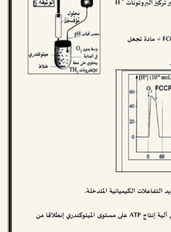
توجد على سطح فيروس الزكام محددات الجنس هي بنية الجليكوبروتين HA ، بعد هذا المحدد المستضدي المسؤول عن تثبت الفيروس على مستقبل خلية مستهدفة. توضح الوثيقة (3) طريقة تطفل فيروس الزكام على الخلية المستهدفة (الشكل أ) و كيفية تدخل الأجسام المضادة ضد HA خلال استجابة المناعة ذات الوساطة الخلطية الشكل (ب).



4- بين من خلال معطيات الوثيقة (أ) آلية تعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة، وكيف تتدخل الأجسام المضادة النوعية لتحد من تكاثرها الفيروس.

5- اعتمادا على المعطيات السابقة لخص بواسطة رسم تخطيطي مختصر مراحل هذه الاستجابة المناعية.

توجد على سطح فيروس الزكام محددات الجنس هي بنية الجليكوبروتين HA ، بعد هذا المحدد المستضدي المسؤول عن تثبت الفيروس على مستقبل خلية مستهدفة. توضح الوثيقة (3) طريقة تطفل فيروس الزكام على الخلية المستهدفة (الشكل أ) و كيفية تدخل الأجسام المضادة ضد HA خلال استجابة المناعة ذات الوساطة الخلطية الشكل (ب).



الوثيقة (3)

6- بين من خلال معطيات الوثيقة (أ) آلية تعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة، وكيف تتدخل الأجسام المضادة النوعية لتحد من تكاثرها الفيروس.

7- اعتمادا على المعطيات السابقة لخص بواسطة رسم تخطيطي مختصر مراحل هذه الاستجابة المناعية.

الموضوع الثاني

التمرين الأول:

إن حياة الخلية مرتبطة بتبادل مستمر للمادة و الطاقة مع محيطها، و في إطار معالجة الجانب الطاقوي في حياة الخلية نمت الدراسة التالية:

I. سمحت الملاحظة المجهرية لبعض مكونات الخلية من جهة، و سمح التحليل الكيميائي لبعد المكونات من جهة أخرى بالحصول على الوثيقة (1).

الوثيقة - 1 -

1- إعتمادا على محتوى الوثيقة (1) ماذا تمثل الأشكال أ، ب، ج ؟

2- صف البنية الممثلة بالشكل (أ).

3- ضع بيانات الشكل (ب) و قارن بين العضيتين (1 و 2). ثم فسر أوجه الاختلاف الملاحظة.

II. - إن خبرة العجة قادرة على التكيف مع محيطها باختلاف شروط مدة التحيط. وهذا ما تظهره التجربة التالية: حضنا من جانبين لخبرة العجة (ع1 ، ع2) تحتوي كل منها على 25 مل من محلول الجلوكوز بتركيز 10 مل/ل، إضافة إلى 25 مل من محلول الخميرة بتركيز 4 مل/ل، ثم نضع المزدوجتين في درجة حرارة 30 م إحداهما و سط هوائي والأخرى في وسط لاهوائي. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

1- قارن بين طبق الخميرة في الشكل (أ). ماذا تستخلص من هذه المقارنة؟

ب- باستغلال جدول الوثيقة (2) حلل نتائج معاينة نمو الخميرة في الوسطين.

ج- قدم تحليلا مقارنا للنتائج المحصل عليها في (1 و2) ثم من الوثيقة (2).

د- فسر العلاقة بين نمو الخميرة و بقايا في كل من الوسطين.

III. - تتميز خميرة العجة بقدرة على التخمير حيث تحول كل جزيئة غلوكوز إلى جزيئتين من حمض البيروفيك و جزيئتين من ثنائي أكسيد الكربون و جزيئتين من الإيثانول.

1- لخص تحديد دور هضبة الصفصاف(أ) من الوثيقة (3). عرّفت هذه الخصيات بواسطة جهاز الطرد المركزي ثم وضعت في وسط متعادل التوتر و ضمت بالأكسجين تمثل الوثيقة (4) جهاز قياس كمية الأكسجين في الوسط بتعاد للزمن و لمختلف المواد المضافة المضافة إلى الوسط. نتائج التجارب ممثلة بيانيا في الوثيقة (5).

الوثيقة (4)

الوثيقة (5)

2- فسر المنحى الذي يظهر الشكل (ب). مبرزا العلاقة الموجودة بين حمض البيروفيك و الأكسجين.

3- سمح تزويدك في بقعة هاملتون بكل من مستوى الحمض (س) و كذلك على مستوى حلقة الحمض (ص) من الوثيقة (1) مبرزا الحصيلة الطاقوية الناتجة للاستعمال و غير الناتجة للاستعمال من جزيئة جلوكوز واحدة في كل مرحلة.

ج- حدد دون شرح دور الحمض (أ) في الخلية.

التمرين الثاني:

تحديد بعض ظروف لانتاج ATP على مستوى الميتوكندري لتعتبر المعطيات التالية:

بعد إعداد العدة التجريبية الممثلة في الوثيقة (6) تم قياس تغير تركيز الدوتونات H^+ في الوسط و ذلك في الحالتين التاليتين.

الحالة الأولى: بعد إضافة O2 للوسط.

الحالة الثانية: بعد إضافة O2 للوسط مع مادة FCCP (FCCP = مادة تحمل الغشاء الداخلي للميتوكندري نفوذا لدوتونات H^+).

يمثل الشكلان (أ) و (ب) الوثيقة (7) النتائج المحصل عليها.

1- حلل النتائج المحصلة في كل حالة.

2- فسر نتائج كل حالة مبادئا دور إضافة O2 . مع تحديد التفاعلات الكيميائية المقترحة.

ب- فسر النتائج بعد إضافة FCCP في الحالة الثانية.

3- وضع بواسطة رسم تخطيطي لجزء من الميتوكندري آلية إنتاج ATP على مستوى الميتوكندري إنطلاقا من ($NADH_2$)

تصحيح الموضوع الأول:

التمرين الأول:

I. 1- أ- المعلومات المستخلصة:

- في كل الأحشاء لنسبة البروتين أعلى من نسبة الدسم
- اختلف نسبة هذه المكونات باختلاف الأعضاء.
- الغشاء الداخلي للميتوكندري أكثر الأعضاء احتواء على البروتين.

ب- تفسير اختلاف توزع النسب: يعود اختلاف هذه النسب لاختلاف وظائف و نشاط هذه الأعضاء فالغشاء الداخلي للميتوكندري أكثر الأعضاء نشاطا (مقر تفاعلات إنزيمية لإنتاج الطاقة) لذا تكون نسبة البروتين به عالية.

II. 1- أ- المقزئية بين الشكلين : يختلف الشكل بعد انعطاله عن الشكل قبل انعطاله بـ:

- نمو الشبكة الهيولية الداخلية.
- نمو جهاز كولجي.
- زيادة عدد الحويصلات الإفرازية.

الإستنتاج: يتميز نشاط الخلية الإفرازي بتطور و نمو كل من الشبكة الهيولية و جهاز كولجي.

II. 1- تحديد مصادر المادة : يتنقل البروتوميين عبر الغشاءات: من ⟵ إلى ⟵ حتى.

α- التعليل:

- يظهر البروميين أولا في الشبكة الهيولية الخشنة لأنه المصنع الذي يقوم بتركيبه.
- يظهر ثانيا في جهاز كولجي لانتقال المادة البروتينية عبر الحويصلات الانتقالية إلى جهاز كولجي، حيث يأخذ بنيته النهائية.
- ثم يظهر أخيرا في الحويصلات الإفرازية التي تخرجه إلى الخارج.

β- الرسم التخطيطي:

III. 1- يستعمل البروبيدين لأنه ليكلوتيدة مميزة لـ RNA و التايمدين لأنه نيكلوتيدة مميزة لـ ADN.

2- التوضيحات: - تحديد مقر تضاعف الـ ADN

- تحديد مقر تركيب الـ RNA.

3- بعد إضافة التايمدين المشع نلاحظ ظهور الإشعاع في النواة بعد 80 دقيقة يفسر ذلك بتدمج التايمدين في تركيب الـ DNA و ذلك لأن النواة هي مقر تدعامة النوكليو. بعد إضافة البروبيدين المشع نلاحظ ظهور الإشعاع في النواة ثم سمح البروبيدين في تركيب الـ RNA ثم ظهور الإشعاع في الهيولى لانتقال الـ RNA من النواة إلى الهيولى.

IV. 1- شكل (أ): رايبوزوم

- شكل (ب): نوكليوزوم.
- و ذلك لأنه ثم تشكل السلاسل البيبتيدية على مستوى الشكل ب فقط.

2- إن اختلاف موقع شكل الشريطين و اتجه إلى اختلاف سرعة الترسيب لكثافة النوكليوزوم مقارنة بالرايبوزوم.

التمرين الثاني:

1- المقارنة:

عند حقون أرانب في التجويفين 2 و 3 للثدي تعرض فيهما الحيوان للإصابة بفيروس الزكام، نلاحظ حدث تورم في التجويف 3 على غير يسبق الحيوان أن تعرض للإصابة بهذا الفيروس.

استنتاج طبيعة الإصابة المناعية المتدخلة: إستنتاج مناعية ذات وساطة خلطية ، لتدخل المقاومات B (أو البلاسموسيت).

الشروط الضرورية لحدوثها: وجود الخلايا البلازمية (يمكن قبول وجود لمقاومات B محسنة).

2- الوصف:

- بعد 5 أيام من الإصابة ظهرت كل من البلاسموسيت(حوالي 8 ملايين) و أجسام مضادة (حوالي 0,1 وحدة افتراضية UA) في طحال الفأر.
- في اليوم العاشر بعد الإصابة بقد عدد البلاسموسيت و تركيز الأجسام المضادة عند الحدود الأقصى (قرابة 90 مليون بالنسبة للبلاسموسيت و UA10 بالنسبة للأجسام المضادة).
- في اليوم 25 انخفض عدد البلاسموسيت بشكل كبير (5 ملايين) في حين ظل تركيز الأجسام المضادة ثابتا عند قيمة مرتفعة.

3- العلاقة بين البلاسموسيت و الأجسام المضادة: يتبين من خلال الإرتفاع المتزامن لكل من البلاسموسيت و الأجسام المضادة أن هذه الخلايا هي المسؤولة على تركيب و إفراز الأجسام المضادة.

3- التفسير :

- في بداية الإصابة كان عدد المقاومات حوالي 80 مليون و عدد البلاسموسيت منعدم يفسر ذلك بعدم تمايز المقاومات B النوعية إلى الخلايا البلازمية (البلاسموسيت).
- في اليوم الخامس انخفض عدد المقاومات B و ظهرت البلاسموسيت، و يفسر ذلك ببداية تمايز المقاومات B النوعية إلى الخلايا البلازمية (البلاسموسيت).

- في اليوم العاشر ارتفع عدد المقاومات B نتيجة تكاثرها و تمايز عدد كبير منها إلى بلاسموسيت معا يفسر الإرتفاع المتوقع للمنحنى البلازمي الخلايا المناعية.
- في اليوم 25 انخفض عدد البلاسموسيت نتيجة موتها بعد إفراز الأجسام المضادة و ارتفاع عدد المقاومات LB المتخصصة في بلاسموسيت ⟵ إفراز الأجسام المضادة النوعية ⟵ لتشكيل معقدات مناعية ⟵ يحلل معقول المستضد و تنشيط ظاهرة البلعمة (LBm).

4- آلية تعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة:

- يتعرف فيروس الزكام على الخلية المستهدفة عن طريق تثبيت حمض المستضد HA على المستقبل النوعي.
- كيف تتدخل الأجسام المضادة النوعية للحد من تكاثر هذا الفيروس: تتدخل الأجسام المضادة ضد HA عن طريق الإرتباط النوعي بالمحددات المستضدية و منع تثبيت الفيروس على الخلية المستهدفة.

5- رسم تخطيطي مبسط لمراحل هذه الاستجابة (استجابة مناعية ذات وساطة خلطية):

يشمل الرسم المراحل التالية:

دخول الفيروس (المستضد) ⟵ التعرف النوعي على محددات المستضد من طرف المقاومات T و B ⟵ تنشيط المقاومات B المتلائة من طرف LT4 المساعدة عن طريق الانترلوكينات ⟵ تكاثر و تمايز LB المتخصصة في بلاسموسيت ⟵ إفراز الأجسام المضادة النوعية ⟵ تشكيل معقدات مناعية ⟵ يحلل معقول المستضد و تنشيط ظاهرة البلعمة (LBm).

التمرين الثالث:

I. 1- تحليل الأشكال:

- الشكل أ: ما فوق بنية الميتوكوندري
- الشكل ب: جزء تفصيلي لأحد الأغراف (جزء من ما فوق بنية الغشاء الداخلي للميتوكوندري)
- الشكل جـ: رسم تأخطي للغشاء الصفائحي للميتوكوندري (غشاء داخلي و غشاء خارجي)

2- وصف البنية الممثلة بالشكل أ :

- يحاط الميتوكوندري بغلاف يتكون من غشائين يتباعدان فراغ
- يرسل الغشاء الداخلي أعرافا عرضية و توجد عليه كريات متذيلة.
- يشغل الحيز الداخلي للميتوكوندري مادة أساسية (المطرس).

3- بيانات الشكل جـ :

1- غشاء خارجي 2- فراغ بين الغشائين 3- غشاء داخلي 4- شبه فوسفوري 5- الرئوتين صمعي 6- كرية متذيل.

*المقارنة بين 1 و 2: يتميز الغشاء الداخلي عن الخارجي بوجود نسبة عالية من البروتينات، إضافة إلى وجود الكريات المذنبة.

*تفسير أوجه الاختلاف:

- الغنى بالبروتينات : الغشاء الداخلي مقر لتفاعلات إنزيمية متعددة.
- الكريات المذنبة: للعب دور الـ ATPase.

II. 1- أ- المقارنة:

الشكل ب1: تواجد أعداد كثيرة من الميتوكوندري بحجم كبير و أعراف نامية

الشكل ب2: عدد قليل من الميتوكوندري بأعراف ضامرة و حجم صغير.

- الاستخلاص:
  - الشكل ب1: مأخوذ من الوسط الهوائي (التنفس)
  - الشكل ب2: مأخوذ من وسط لاهوائي (تخمر).

ب- تحليل نتائج نمو الخميرة في الوسطين:

- في الوسط ب1: إستهلاك كبير للغلوكوز، بإذابته نمو معتبر للخميرة خلال مدة زمنية قصيرة.
- في الوسط ب2: إستهلاك ضعيف للغلوكوز ، بإذابته نمو قليل للخميرة خلال مدة زمنية طويلة نسبيا.

ج- التحليل المقارن للمنحنيين ب1 و ب2:

- يمثل المنحنيان ب1 و ب2 تطور نمو الخميرة في الوسطين ب1 و ب2 خلال نفس المدة الزمنية ، حيث يلاحظ اختلاف في كثافة الخميرة المتشكلة.

*من ن0- ن1: - نمو الخميرة في الوسطين ب1 و ب2.

- يكون النمو معتبرا في الوسط ب1 مقارنة به ب2.

*من ن1- ن5: يستمر تزايد نمو الخميرة في الوسط ب1 بإذابته باستقرار في نمو الخميرة في الوسط ب2.

- نه تقدير العلاقة بين نمو الخميرة و تنفسها:

- في الوسط ب1: نمو معتبر للخميرة يدل على توفر طاقة كبيرة ، و يفسر توفر الطاقة بتواجد أعداد كبيرة من الميتوكوندري و بصورة نامية.
- في الوسط ب2: نمو ضعيف للخميرة يدل على انتاج كمية قليلة من الطاقة لقلة الميتوكوندري.

.

هـ- الاستخلاص: تكيف الخميرة مع الوسط الذي تعيش فيه باستهلاك الغلوكوز لإنتاج الطاقة اللازمة للنمو، حيث :

- في وجود O2: تقوم بوظيفة التنفس للحصول على الطاقة.
- في غياب O2: تقوم بوظيفة التخمر للحصول على الطاقة.

2- أ- تفسير المنحنى:

يمثل المنحنى تغيرات تركيز O2 في الوسط بدلالة الزمن في شروط تجريبية مختلفة :

- قبل إضافة الميتوكوندري: تركيز O2 ثابت دليل على عدم استعماله.
- عند إضافة الميتوكوندري: إستهلاك سريع و ملحوظ لـ O2 دليل على استعماله من طرف الميتوكوندري.
- بعد استهلاك الغلوكوز: تبقى كمية O2 ثابتة تقريبا في الوسط دليل على عدم استعماله من طرف الميتوكوندري بدلا من أن الميتوكوندري لا يستقبل مادتها الغلوكوز أثناء التخمر.
- بعد إضافة حمض البيروفيك: تناقص سريع و هام لكمية O2 في الوسط دليل على استعماله مباشرة من طرف الميتوكوندري ، أثناء التنفس بستعمل حمض البيروفيك في تفاعلات الأكسدة.
- بعد إضافة ADP يزداد استهلاك O2 من طرف الميتوكوندري يفسر ذلك بزيادة سرعة تفاعلات الفسفرة التأكسدية بتشكيل ATP مما يسمح بزيادة استهلاك O2.
- بعد إضافة السيانور: يتوقف استهلاك O2 يسبب توقف تفاعلات الفسفرة التأكسدية و بالتالي عدم تركيب ATP.

ب- إسم المرحلة التي تحدث في (ب) الفسفرة التأكسدية

- الحصيلة الطاقوية لجزيئة الغلوكوز:

الحصيلة الطاقوية الدالة للإستعمال في هذه المرحلة: 34 ATP

* إسم المرحلة التي تحدث في حلمؤة الميتوكوندري: تفاعلات كربيتس.

- الحصيلة الطاقوية الدالة للإستعمال في هذه المرحلة 2 ATP.

- الحصيلة الطاقوية غير الدالة للإستعمال في هذه المرحلة $2FADH2+8NADH,H^+$

ج- دور الميتوكوندري في الخلية: مقر إنتاج الطاقة في الخلية.

III. 1- التحليل:

يمثل المنحنى (شكل) تغير تركيز H^+ بدلالة الزمن

- قبل إضافة الـO2 يكون تركيز H^+ معدوما في الوسط.
- بعد إضافة الـO2،تزداد تركيز H^+ سريعا في الوسط خلال 30 ثانية.

يمثل المنحنى (شكل ب) تغير تركيز H+ بدلالة الزمن

- قبل إضافة الـO2 يكون تركيز H^+ معدوما في الوسط.
- بعد إضافة الـO2 يزداد تركيز H^+ في الوسط.
- عند إضافة FCCP يتناقص تركيز H^+ بسرعة لبلوغه بعد 60 ثانية.

*بعد إضافة الـO2 يزداد تركيز H+ و ذلك نتيجة حدوث أكسدة TH2 ما يسمح بانتقال البروتونات من الحشوة إلى الوسط عبر الغشاء.

*بعد إن التناقص المسريع لتركيز H^+ بعد إضافة FCCP إلى تحلول H+ عبر الغشاء و ذلك لأن FCCP زادت من نفاذية الغشاء.

3- رسم آلية الفسفرة التأكسدية.

pdf.tn