النشاط 0: استهلاك المواد العضوية وإنتاج ثم استعمال الطاقة

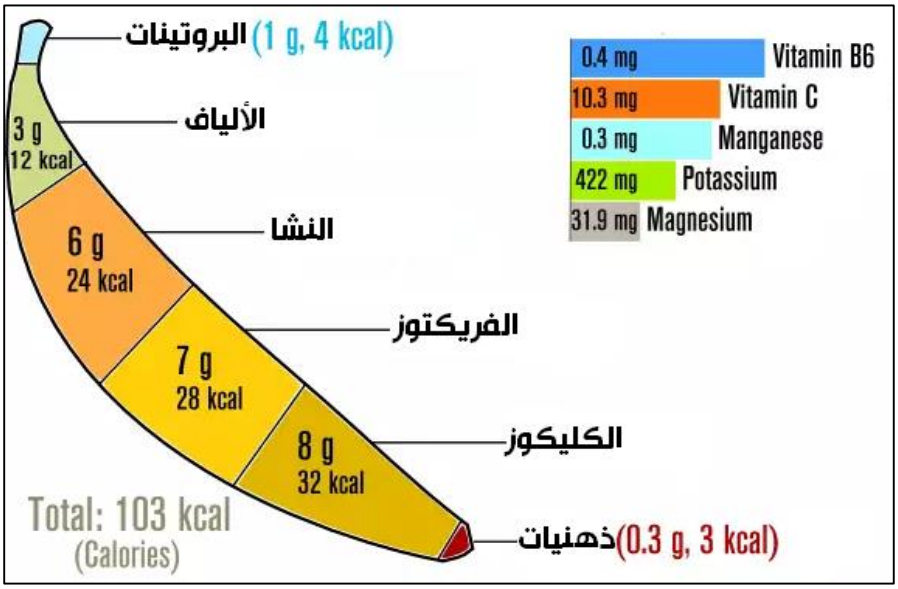
الوضعية

احمد شاب في الخامسة عشر من عمره، منذ صغره وهو يعشق رياضة التنس ويتابع كل بطولاتها. خلال الصيف الماضي كان يشاهد المباراة النهائية لبطولة فرنسا المفتوحة للتنس Roland-Garros مع صديقه خالد فسأله هذا الأخير: ألاحظ دائما أنه بعد انتهاء كل جولة يأكل لاعبوا التنس الموز، فما السبب؟ ولما الموز بالضبط؟ أجابه أحمد: من أجد الحصول على الطاقة. رد عليه خالد: **ولماذا الموز بالضبط؟ وماهي تلك الطاقة؟ وكيف يتم استخراجها من الموز؟ وكيف تساعده في نشاطه الرياضي؟** أجاب أحمد ضاحكا: الجواب عن تلك الأسئلة يحتاج ان أقوم ببحث وأعدك في لقاءنا المقبل ان أوضح لك الأمر.

عندما التقى الصديقان مرة أخرى قدم أحمد لخالد مجموعة من الوثائق لتساعدهم على فهم سبب أكل لاعبي التنس للموز. الوثائق هي كما يلي:

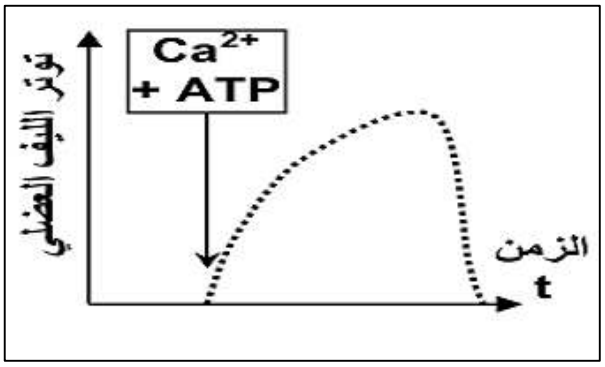
الأسناد

الوثيقة 1: المكونات الغذائية للموز. (الكالوري هي وحدة لقياس الطاقة وتعبر عن القيمة الطاقية لمكون غذائي ما)



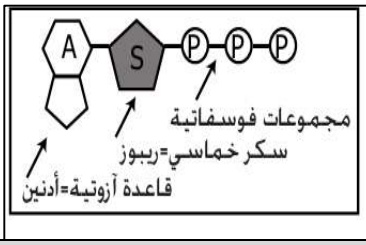
الوثيقة 2: مستلزمات النشاط العضلي (التقلص العضلي)

للكشف عن العناصر التي تتدخل في حدوث التقلص العضلي تم إنجاز عدة تجارب تم خلالها قياس توتر الألياف العضلية بوجود مواد كيميائية مختلفة (سكريات، بروتينات...) لكن لم يحدث أي توتر ماعدا في حالة تواجد جزئية ATP وايونات الكالسيوم Ca^{2+} كما توضح الوثيقة 2



الوثيقة 3: جزيئة ATP.

الـ ATP أدينوزين ثلاثي فوسفات، جزيئة طاقية تتكون من قاعدة آزوتية وسكر ريبوزي، إضافة إلى ثلاث مجموعات فوسفاتية. تُخزِن الروابط التساهمية بين المجموعات الفوسفاتية، طاقة مهمة، يتم توفيرها للخلية للقيام بمختلف أنشطتها وذلك بتحرير إحدى المجموعات الفوسفاتية، فيتحول الـ ATP إلى ADP أدينوزين ثنائي فوسفات.



من الجزيئات الطاقية الأكثر استعمالا في الخلايا. وتسمح بنقل الطاقة بين تفاعلات الاستقلاب الخلوي لهذا يمكن نعتها بـ "العملة الطاقية للخلية". يمثل الشكل جانبه بنية هذه الجزيئة.

- تؤدي حلمئة ATP إلى تحرير كمية هامة من الطاقة: $ATP \xrightarrow{\text{أنزيم}} ADP + Pi + \text{طاقة}$
- يؤدي تفسفر ADP إلى تركيب ATP باستهلاك الطاقة: $ATP \xleftarrow{\text{أنزيم}} ADP + Pi + \text{طاقة}$

التعليمات

1. استخرج من معطيات الوثيقة 1، أهم العناصر الغذائية الموجودة في الموز مبينا نسبتها. هل تبين لك لماذا يفضل لاعبوا التنس الموز بالضبط؟
2. باستغلالك معطيات الوثائق 1 و2، هل تستعمل العضلات في نشاطها المكونات الموجودة في الموز مباشرة؟ علل إجابتك.
3. علما أن جزيئة ATP لا يحصل عليه الإنسان من الغذاء مباشرة، وبالاستعانة بمعطيات الوثيقة 3، اقترح كيف يحصل الجسم عموما والعضلات خصوصا على حاجاتها من الطاقة (ATP)
4. انطلاقا من كل ما سبق، هل تمت الإجابة على الأسئلة التي طرحها خالد؟

ذ. محمد اشباني

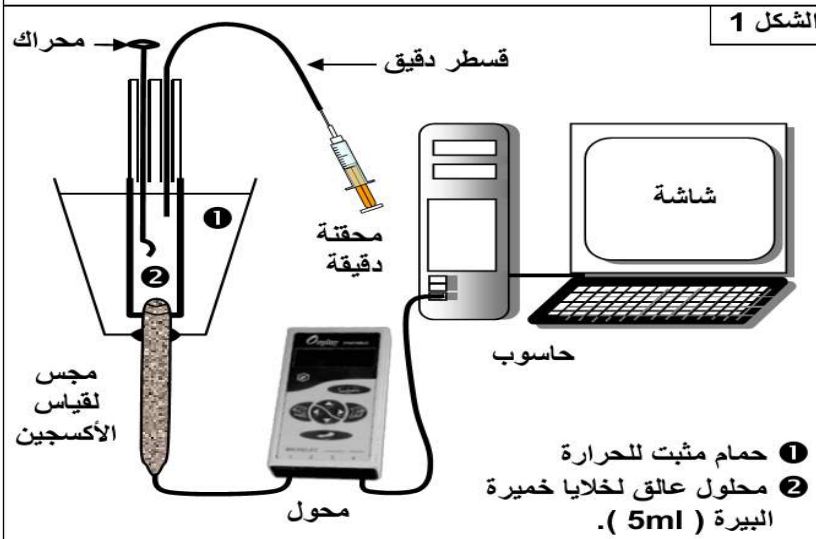
النشاط 1: الكشف عن التفاعلات المسؤولة عن تحرير الطاقة الكامنة في المواد العضوية

تستمد الخلايا الطاقة اللازمة لوظائفها الحيوية من الجزيئات العضوية. للكشف عن الظواهر البيولوجية التي تمكنها من تحرير الطاقة الكامنة في هذه الجزيئات نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

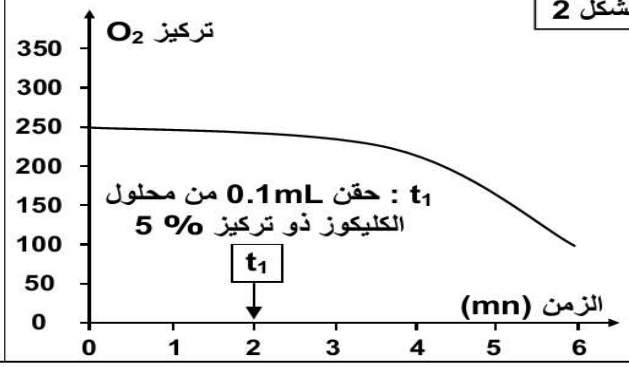
الوثيقة 1:

نعرض محلولا عالقا لخلايا الخميرة (10g/l) للتهوية بواسطة مضخة لمدة 30 ساعة، نضع 5ml من هذا المحلول داخل مفاعل حيوى لعدة EXAO (الشكل 1)، نتتبع بفضل العدة تطور تركيز الأوكسجين المذاب داخل المفاعل الحيوي ② : ينقل مجس قياس الأوكسجين، إشارات كهربائية إلى المرافق البيني (محول) الذي يحولها إلى معطيات رقمية يعالجها الحاسوب ويترجمها إلى مبيان (الشكل 2). في الزمن t_1 نحقن داخل المفاعل 0.1 mL من محلول الكليكوز بتركيز 5 %.

الشكل 1

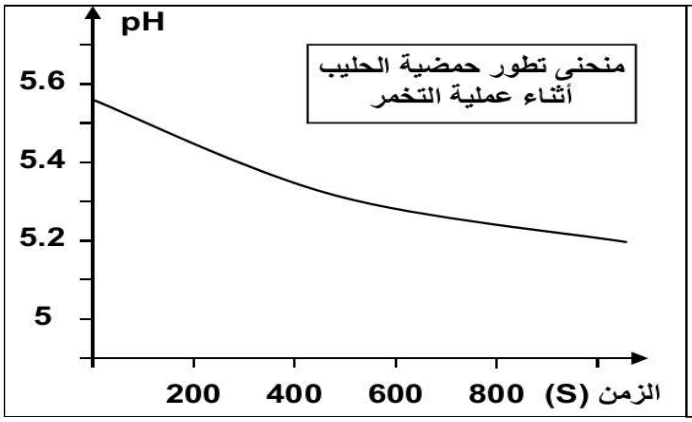


الشكل 2



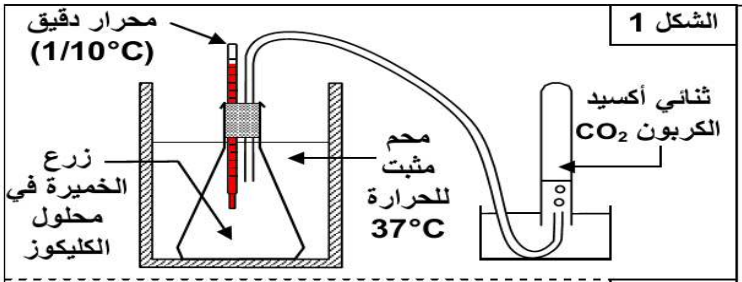
الوثيقة 2 :

نأخذ عينة من الحليب الكامل الطري ونفرغها في بوقال ذي حجم 250 ml. نحرص على ملء البوقال إلى أخره لطرد الهواء (للحصول على تفاعل حي لا هوائي) نضع داخل الحليب مقياس ph الذي نربطه بعدة EXAO قصد تتبع تطور حمضية الحليب أثناء عملية التخمر (تحول الكليكوز المكون للاكتوز إلى حمض لبني، ويتم ذلك دون طرح CO_2) ، نترك التحضير لمدة 15 يوما في درجة حرارة ملائمة (40°C)، بعد ذلك نتتبع تطور قيمة ph بواسطة عدة EXAO فنحصل على النتائج المبينة أمامه.

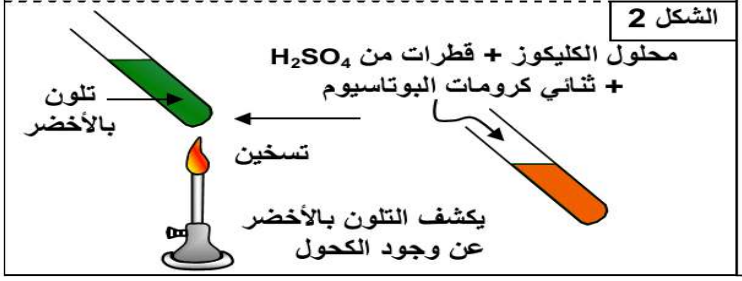


الوثيقة 3

الشكل 1



الشكل 2



✱ البروتوكول التجريبي : أنظر الشكل 1.

- نضع محلول الكليكوز في قارورة (5g/l).
- نزرع الخميرة في محلول الكليكوز.
- نضع التحضير في ماء ساخن (37 °C).

✱ النتائج :

- انخفاض كمية الكليكوز في الوسط.
- طرح CO_2 في الأنبوب.
- ارتفاع طفيف لدرجة الحرارة.
- ظهور الكحول في وسط الزرع. (نكشف عن الكحول بواسطة التفاعل المبين في الشكل 2).

التعليمات

1. من خلال الوثيقة 1، صف تطور تركيز الأوكسجين في المفاعل الحيوي قبل وبعد إضافة الكليكوز. ماذا تستنتج بخصوص طبيعة التفاعلات المتدخلة في تحرير الطاقة الكامنة في الكليكوز؟
2. من خلال الوثيقة 2، صف تطور PH في المفاعل الحيوي واستنتج علاقة هذا التطور بهدم الكليكوز وطبيعة التفاعل المتدخل في ذلك الهدم.
3. من خلال الوثيقة 3، استنتج طبيعة التفاعل المتدخل في هدم الكليكوز
4. من خلال كل ما سبق، قارن مختلف المسالك الاستقلابية المعتمدة في تحرير الطاقة الكامنة في المادة العضوية (الكليكوز)

ذ. محمد اشباني

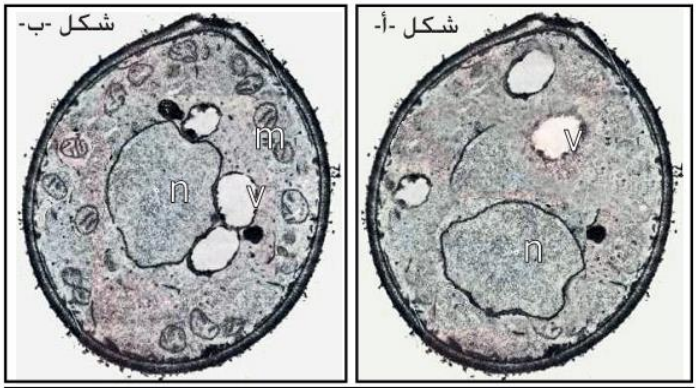
النشاط 2: انحلال الكليكوز مرحلة مشتركة بين التنفس والتخمر

يخضع الكليكوز أثناء كل من التنفس والتخمر لهدم تدريجي ينتج عنه تحرير الطاقة ونواتج مثل CO_2 او الحمض اللبني. للكشف عن موقع كل من التنفس والتخمر داخل الخلية وكذا المراحل التي يتم عبرها هدم الكليكوز نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

الوثيقة 1

ملاحظـة مجهرية:

يمثل الشكلين جانبه صورا مجهرية لخلية خميرة في وسط لا هوائي (أ) و في وسط هوائي (ب).



.....:m .....:v .....:n

معطـيات تجريبية:

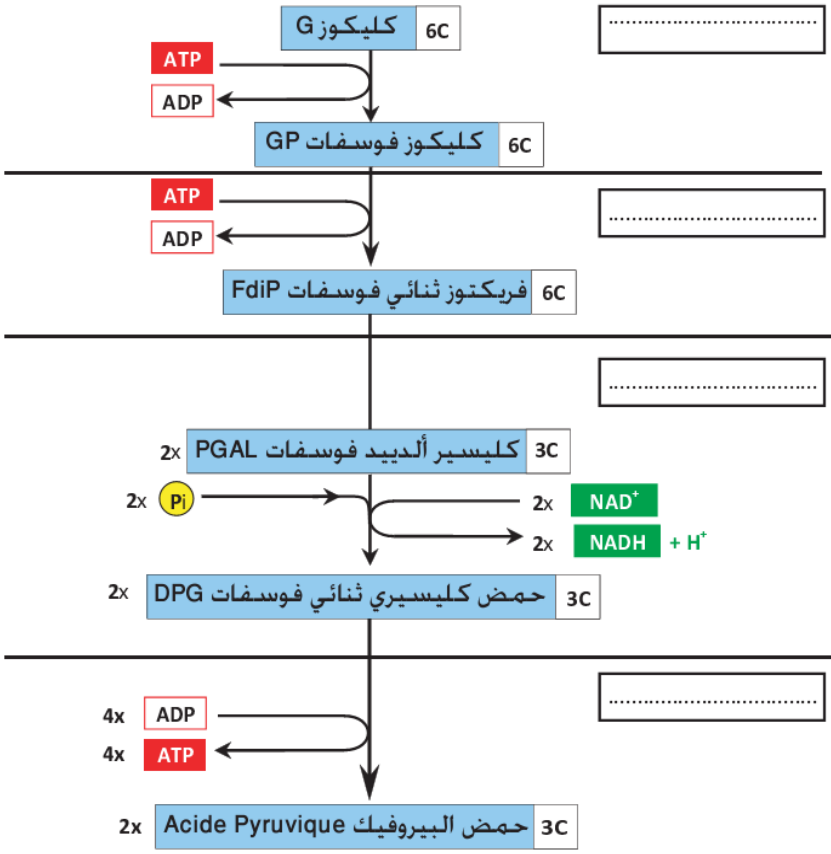
نقوم بزرع خلايا خميرة في وسطين A هوائي و B لاهوائي يحتويان على كمية ضعيفة من الكليكوز المشع (موسوم بـ ^{14}C) . بعد ذلك نقوم بأخذ عينات من الخلايا و نحلل محتواها في أزمنة متتالية t0 و t1 و t2 و t3 و t4 و t5 و t6. يبين الجدولين أسفله تموضع الإشعاع في الوسطين بدلالة الزمن.

الوسط A هوائي			
الزمن	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي للخلية	
		الجبلة الشفافة	الميتوكندريات
t0	G^{+++}	–	–
t1	G^{+}	G^{++}	–
t2	–	P^{+++}	–
t3	–	P^{++}	P^{++}
t4	–	–	K^{+} ,P^{++}
t5	$^{+}CO_2$	–	K^{+++}
t6	$^{+}CO_2$	–	–

الوسط B لاهوائي			
الزمن	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي للخلية	
		الجبلة الشفافة	الميتوكندريات
t0	G^{+++}	–	–
t1	G^{+}	G^{++}	–
t2	–	P^{+++}	–
t3	CO_2	E^{+++}	–
t4	CO_2	E^{+++}	–
t5	CO_2	E^{+++}	–
t6	CO_2	E^{+++}	–

G: كليكوز
P: حمض البيروفيك
K: أحماض Krebs
E: إيتانول
+: إشعاعية ضعيفة
+++: إشعاعية مرتفعة

الوثيقة 2: التفاعلات الكيميائية لانحلال الكليكوز



.....

المرحلة الأولى

.....

.....

.....

.....

.....

.....

المرحلة الثانية

.....

.....

.....

.....

.....

.....

المرحلة الثالثة

.....

.....

.....

.....

.....

التعليمات

1. قارن مظهر الخليتين الممثلتين في الوثيقة 1 واقترح فرضية تفسر بها الاختلاف بينهما.
2. باستغلالك لمعطيات الوثيقة 1، حدد مراحل هدم الكليكوز في حالتي التنفس والتخمر موضحا موقع كل مرحلة.
3. صف التفاعلات الكيميائية المميزة لانحلال الكليكوز الممثلة في الوثيقة 2 واستنتج التفاعل الإجمالي والحصيلة الطاقية لمرحلة انحلال الكليكوز.

ذ. محمد اشباني

النشاط 3: دور الميتوكوندريات في التنفس الخلوي

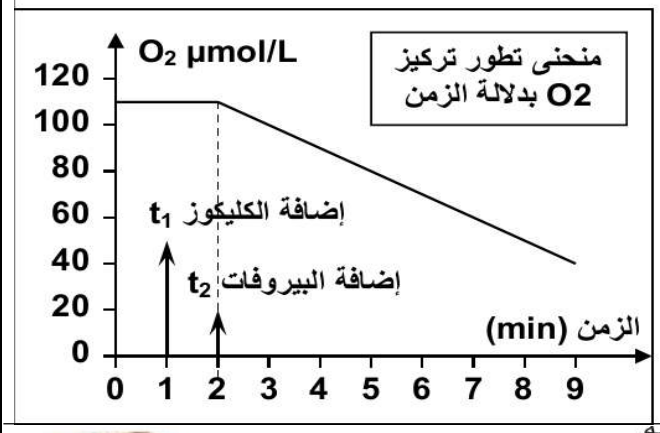
الميتوكوندريات عضيات خلوية موجودة في جميع الخلايا باستثناء البكتيريات وداخلها تحدث مراحل من تفاعلات التنفس الخلوي. للكشف عن كيفية تدخل الميتوكوندريات في التنفس الخلوي وطبيعة البنيات التي تمكنها من القيام بهذه الوظيفة نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

الوثيقة 1: الكشف عن دور الميتوكوندرى فى التنفس

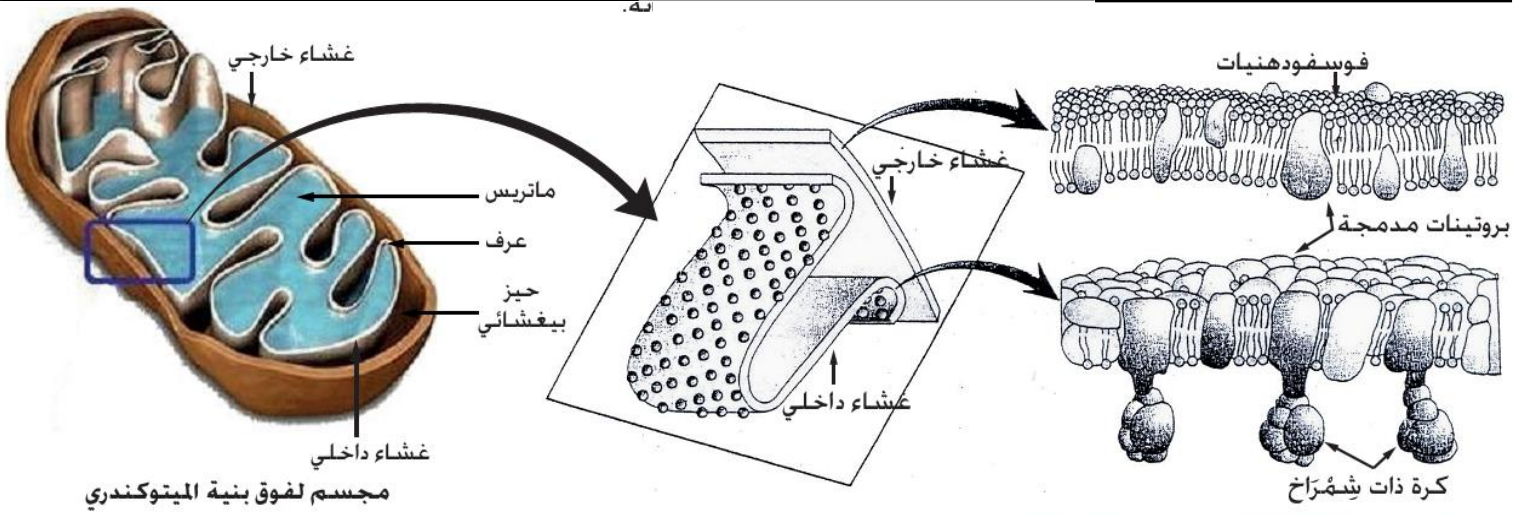
نهرس خلايا كبد فأر في محلول عيار له ph=7.4 من أجل عزل الميتوكندريات. نعرض الخليط لنبذ ذي سرعة كبيرة يمكن من الحصول على قعيرة culot من الميثوكندريات.

نخلط جزءا من القعيرة بمحلول عيار ملائم، ونضعه في مفاعل إحيائي لعدة EXAO، ثم نتتبع على شاشة الحاسوب تطور تركيز ثنائي الأوكسجين (المبيان أمامه).

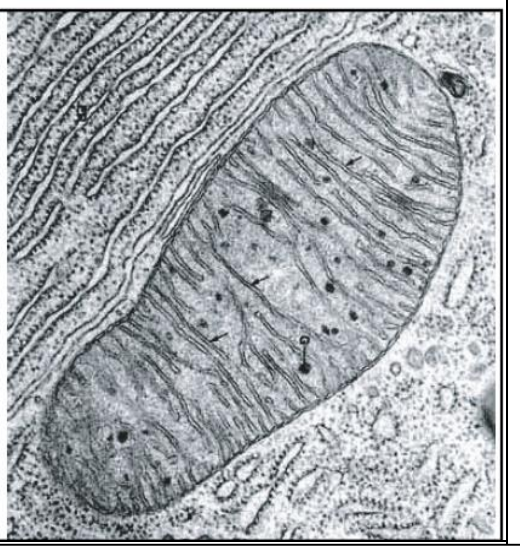
في الزمن t_1 نضيف إلى المفاعل الإحيائي كمية قليلة من الكليكوز، وفي الزمن t_2 نضيف كمية قليلة من حمض البيروفيك.



الوثيقة 2: بنية ومكونات الميتوكوندري



2-اعتمادا على الصورة جانبه (ملتقطة بـ ME) أنجز ر.ت مفسرا لفوق بنية الميتوكندري.



الغشاء الخارجي	الغشاء الداخلي	الماتريس
▪ بروتينات % 62. ▪ دهنيات % 38 ذات طبيعة شبيهة بتلك الموجودة بالغشاء السيتوبلازمي.	▪ بروتينات % 80. ▪ دهنيات % 20، طبيعتها مختلفة عن الجزيئات الموجودة بالغشاء السيتوبلازمي. ▪ أنزيمات تساهم في تفاعلات أكسدة اختزال. ▪ ATP سنتتاز.	▪ جزيئات صغيرة كربونية. ▪ أنزيمات متنوعة. ▪ ناقلات الالكترونات والبروتونات. ▪ ATP و ADP و P.

التعليمات

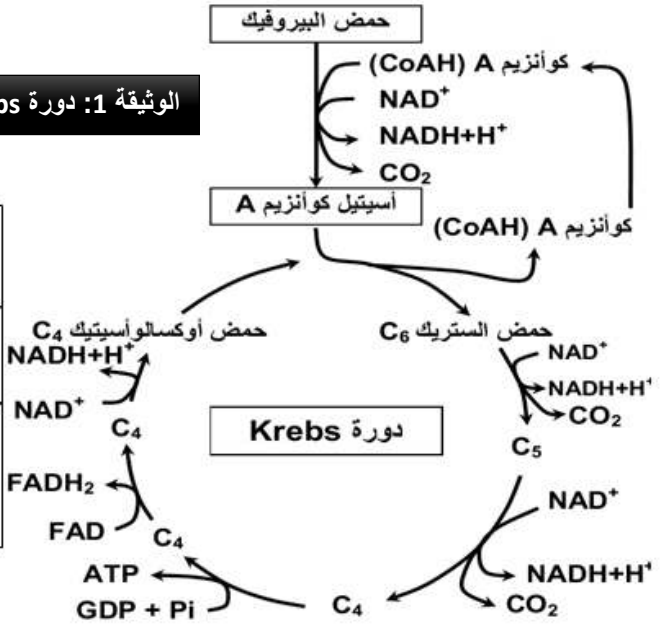
1. انطلاقا من وصف نتائج التجربة الممثلة في الوثيقة 1، استنتج المرحلة التي تتدخل فيها الميتوكوندريات خلال هدم الكليكوز داخل الخلية.
2. من خلال الوثيقة 2، صف بنية ومكونات الميتوكوندري

ذ. محمد اشباني

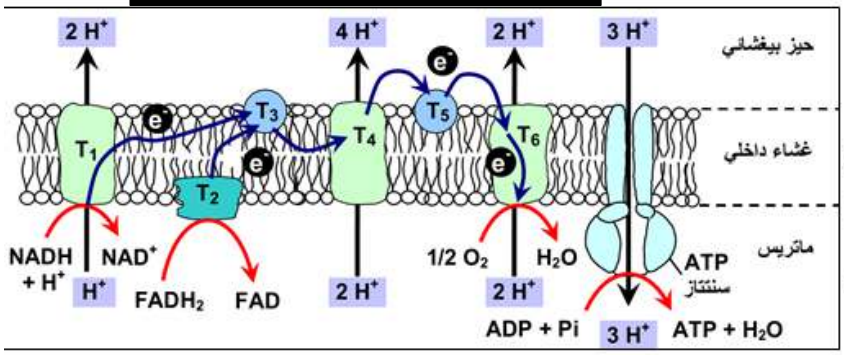
النشاط 4: التأكسدات التنفسية في الميتوكوندري

يتعرض حمض البيروفيك للهدم داخل الميتوكوندري كما يحدث كذلك استهلاك O2. لتعرف مراحل هدم حمض البيروفيك وكيفية استهلاك الأوكسجين وكذا كيفية تركيب ATP نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

الوثيقة 1: دورة Krebs



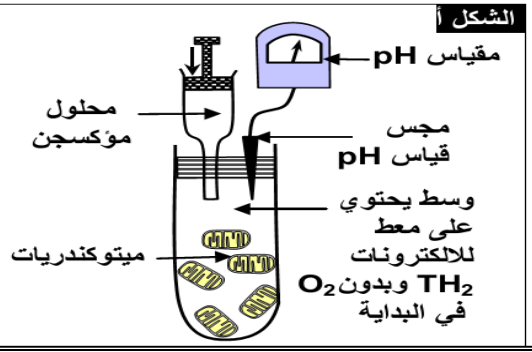
الوثيقة 2: السلسلة التنفسية وتركيب ATP



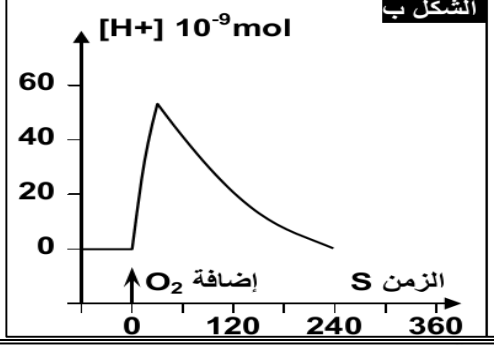
الوثيقة 3 العلاقة بين اختزال O_2 وتدفق H^+.

وضعت ميتوكوندريات على شكل محلول عالق، في وسط يحتوي على معطي للبروتونات، خال من الأوكسجين (أنظر الشكل أ)، مع تتبع تطور تركيز ايونات H^+ في هذا الوسط قبل وبعد إضافة محلول غني بثنائي الأوكسجين (أنظر الشكل ب).

الشكل أ



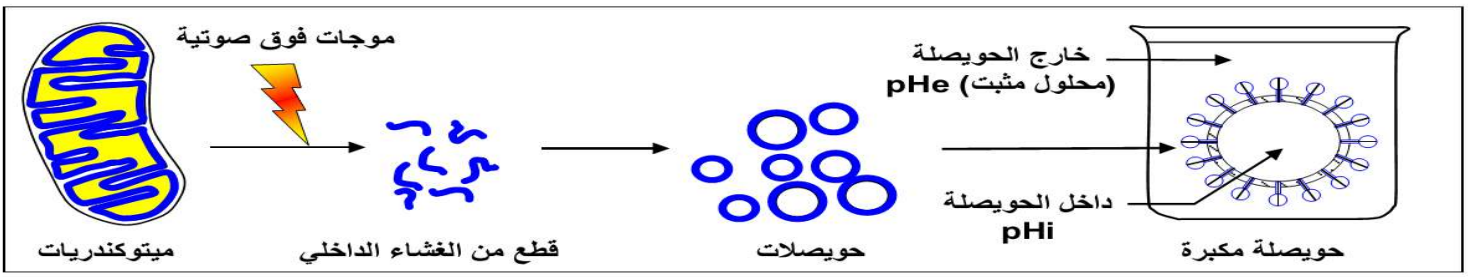
الشكل ب



الوثيقة 4 الكشف عن دور الكرات ذات شمراخ (نقل البروتونات والتفسفر المؤكسد لجزيئة ATP).

✱ التجربة a:

بعد عزلها، تخضع الميتوكندريات لفعل الموجات فوق الصوتية مما يؤدي إلى تقطيعها وجعل أعراف الغشاء الداخلي تنقلب وتكون حويصلات مغلقة ، تكون الكرات ذات شمراخ المرتبطة بها موجهة نحو الخارج. توضع هذه الحويصلات بحضور ADP و Pi في محاليل مثبتة تختلف من حيث pH.
المعطيات والنتائج التجريبية مبينة على الرسم أسفله:



- إذا كان pH الداخلي (pHi) أصغر من pH الخارجي (pHe)، يلاحظ تفسفر ADP.
- إذا كان pH الداخلي (pHi) يساوي pH الخارجي (pHe)، يلاحظ انعدام تفسفر ADP.

✱ التجربة b:

DNP (2,4dinitrophénol) مادة ذوابة في الدهون، بحضور هذه المادة يصبح الغشاء الداخلي للميتوكندري نفوذا للبروتونات، في هذه الحالة يلاحظ أن اختزال الأكسجين يتم بصفة عادية بينما يتوقف تفسفر ADP.

التعليمات

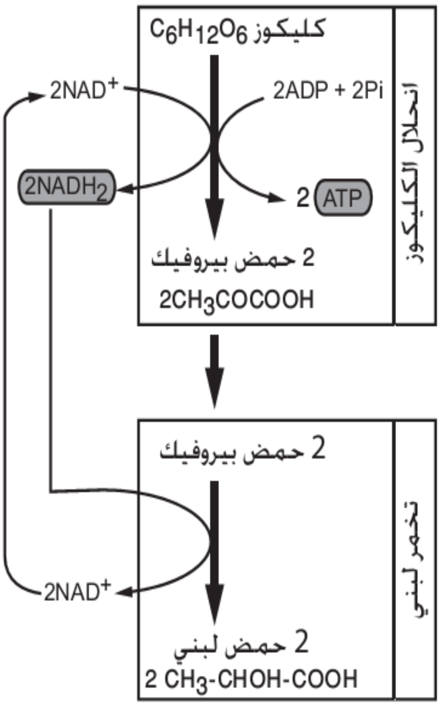
1. صف تفاعلات دورة Krebs الممثلة في الوثيقة 1 واستنتج تفاعلاها الإجمالي وحصيلتها الطاقية.
2. وضح كيف تحدث الأكسدة التنفسية الممثلة في الوثيقة 2 وأبرز كيف تساهم في تركيب ATP
3. من خلال معطيات الوثيقة 3، حدد تأثير إضافة O2 على تطور تركيز H^+ واقترح تفسيرا لذلك التأثير.
4. باستغلالك لمعطيات الوثيقة 4، استخرج شروط تركيب ATP داخل الميتوكوندري.
5. من خلال كل ماسبق، بين بواسطة رسم تخطيطي العلاقة بين أكسدة النواقل TH2 واختزال 02 وتركيب ATP.

ذ. محمد اشباني

النشاط 5: التخمر ومقارنة حصيلته الطاقية مع التنفس الخلوي

الى جانب التنفس الخلوي نجد التخمر كمسلك آخر لتحرير الطاقة الكامنة في المادة العضوية حيث تلجأ بعض الخلايا للتخمر بديلا عن التنفس من أجل التكيف مع ظروف نقص الأوكسجين (الخلايا العضلية مثلا) كما يمكن يتم اعتماده عند وفرة الكليكوز ولو كان الوسط هوائي (بعض الخمائر مثلا) لكن هناك متعضيات تعتمد على التخمر لوحده (البكتيريات). لتعرف مختلف التفاعلات المميزة لكل من التخمر اللبني والتخمر الكحولي وحصيلتهما الطاقية ولمقارنة المردود الطاقي لكل التنفس والتخمر نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

الوثيقة 1: التخمر اللبني

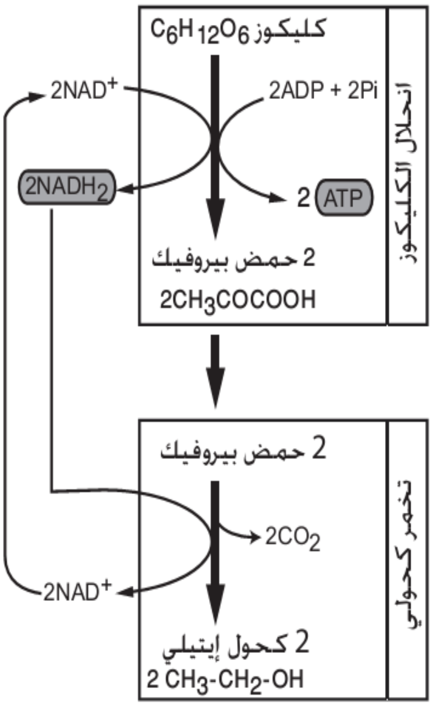


....

....

....

التخمر الكحولي



....

....

....

الوثيقة 2: تمرين

التنفس و التخمر طريقتان لهدم الكليكوز.

1- أعط الحصيلة الطاقية لكل من التنفس و التخمر.

2- إذا علمت أن مولا واحدا من ATP يخزن طاقة كامنة تقدر بـ 30,5kj. أحسب الحصيلة الطاقية بـ kj لهدم مول واحد من الكليكوز في كل من التنفس والتخمر.

3- علما أن كل مول من الكليكوز يخزن 2840kj. اقترح تفسيرا للنتائج المحصل عليها في السؤال 2. نعطي : مول واحد من الحمض اللبني يخزن 1360kj.

4- علما أنه أثناء التنفس و التخمر يلاحظ ارتفاع في درجة حرارة الوسط. فيما يفيدك هذا المعطى في تعزيز التفسير المقترح.

5- أحسب مردودية الإنتاج الطاقي (ATP) لكل من التخمر و التنفس. ماذا تستنتج؟

6- ضع خطاطة تلخص فيها المردودية الطاقية لكل من التنفس و التخمر.

التعليمات

1. من خلال الوثيقة 1، صف تفاعلات كل التخمر اللبني والتخمر الكحولي واستنتج الحصيلة الطاقية لكل مسلك.
2. أنجز التمرين الممثل في الوثيقة 2.