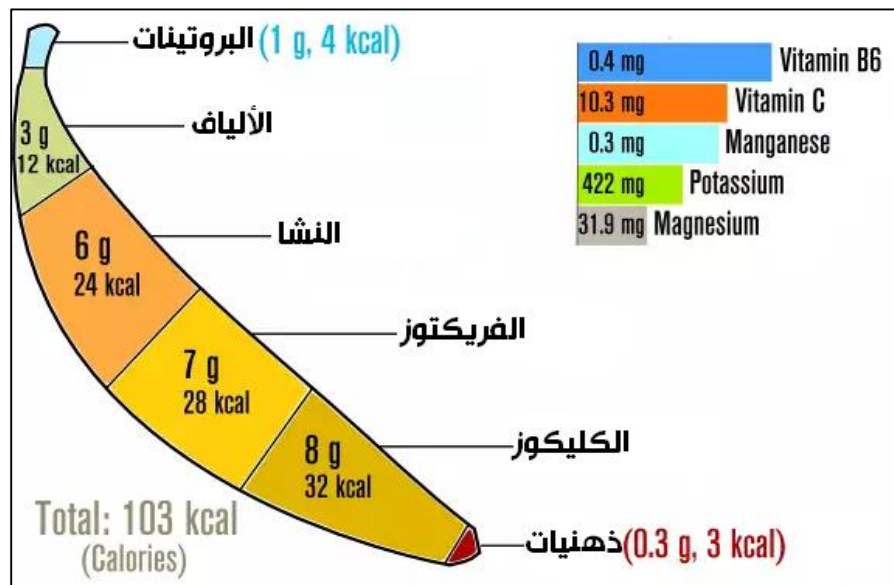


الوضعية

احمد شاب في الخامسة عشر من عمره، منذ صغره وهو يعيش رياضة التنس ويتابع كل بطولاتها. خلال الصيف الماضي كان يشاهد المباراة النهائية لبطولة فرنسا المفتوحة للتنس Roland-Garros مع صديقه خالد فسألته هذا الأخير: لاحظ دائما أنه بعد انتهاء كل جولة يأكل لاعبو 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 تساعد 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:

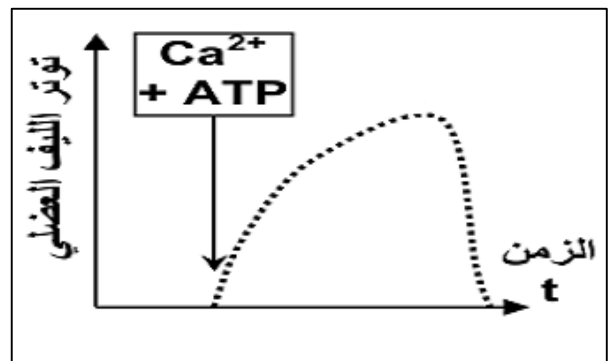


الأسناد



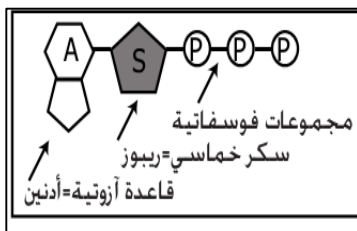
الوثيقة 1: المكونات الغذائية للموز. (الكالوري هي وحدة لقياس الطاقة وتعبر عن القيمة الطاقية لمكون غذائي ما)

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 جزيئة 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. تخزن 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 حلمة ATP إلى تحرير كمية هامة من الطاقة:

- يؤدي تفسفر ADP إلى تركيب ATP باستهلاك الطاقة:

ATP $\xrightarrow{\text{أنزيم}}$ ADP + Pi + طاقة

ADP + Pi + طاقة $\xrightarrow{\text{أنزيم}}$ ATP

التعليمات



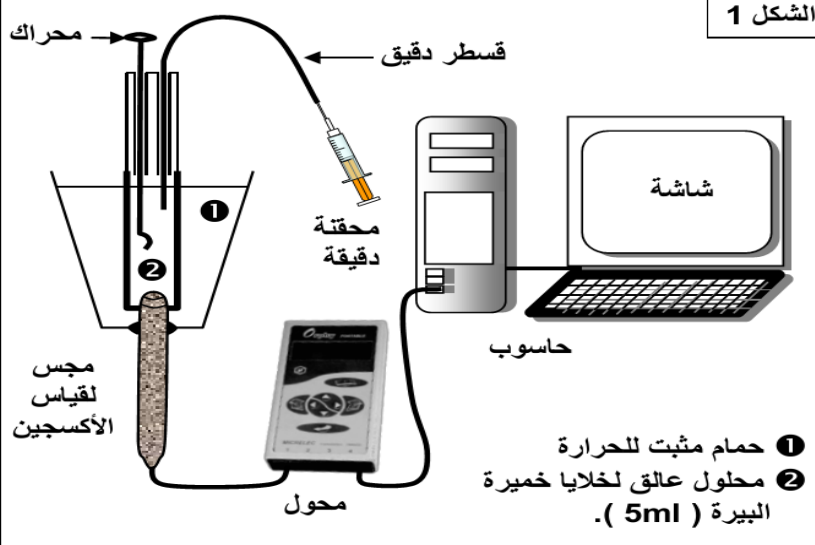
1. استخراج من معطيات الوثيقة 1، أهم العناصر الغذائية الموجودة في الموز مبينا نسبتها. هل تبين لك لماذا يفضل لاعبو التنس الموز بالضبط؟
2. باستغلال معطيات الوثائق 1 و2، هل تستعمل العضلات في نشاطها المكونات الموجودة في الموز مباشرة؟ علل إجابتك.
3. علما أن جزيئة ATP لا يحصل عليه الإنسان من الغذاء مباشرة، وبلاستعانة 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؟

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

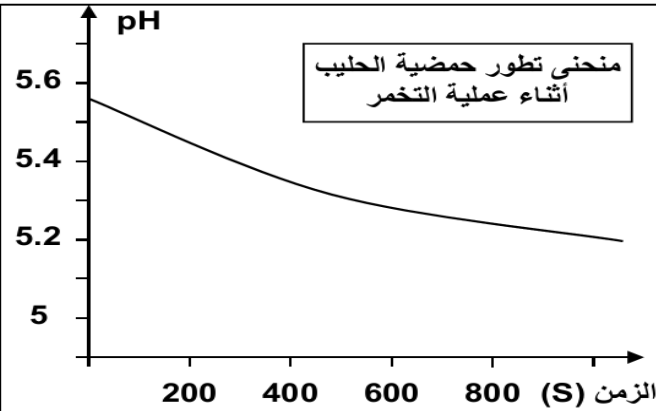
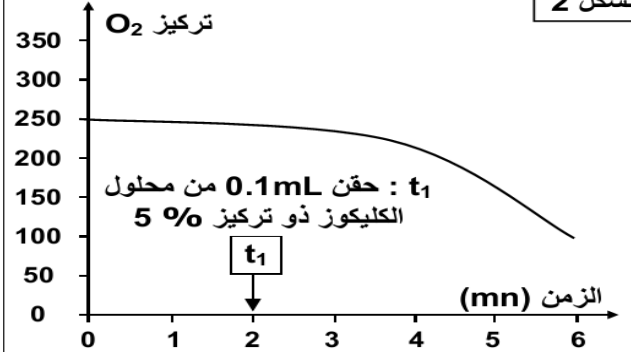
تستمد الخلايا الطاقة اللازمة لوظائفها الحيوية من الجزيئات العضوية. للكشف عن الظواهر البيولوجية التي تمكنها من تحرير الطاقة الكامنة في هذه الجزيئات نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

الوثيقة 1:

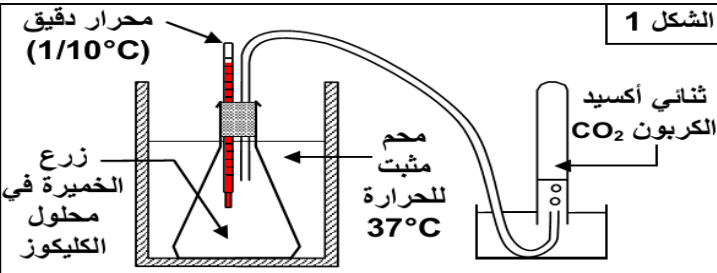
نعرض محلولاً عالقاً لخلايا الخميرة (10g/l) للتهوية بواسطة مضخة لمدة 30 ساعة، نضع 5ml من هذا المحلول داخل مفاعل حيوي لعدة EXAO (الشكل 1)، ننتبع بفضل البصلة تطور تركيز الأوكسجين المذاب داخل المفاعل الحيوي ② : ينقل مجس قياس الأوكسجين، إشارات كهربائية إلى المرافق البيئي (محول) الذي يحولها إلى معطيات رقمية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



الشكل 2

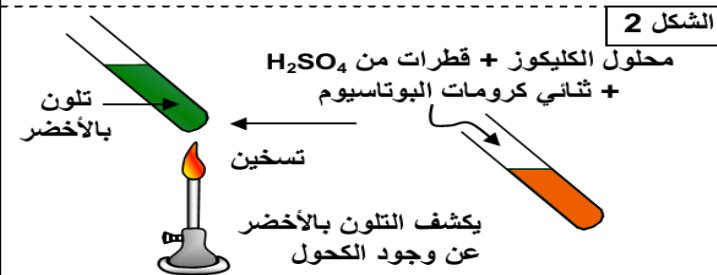


الوثيقة 2: نأخذ عينة من الحليب الكامل الطري ونفرغها في بوقال ذي حجم 250 ml. نحرض على ملء البوقال إلى آخره لطرد الهواء (للحصول على تفاعل حي لا هوائي) نضع داخل الحليب مقياس pH الذي نربطه بعدة EXAO قصد تتبع تطور حمضية الحليب أثناء عملية التخمير (تحول الكليكويز المكون للاكتوز إلى حمض لبني، ويتم ذلك دون طرح CO_2)، نترك التحضير لمدة 15 يوماً في درجة حرارة ملائمة ($40^\circ C$)، بعد ذلك ننتبع تطور قيمة pH بواسطة عدة EXAO فنحصل على النتائج المبينة أمامه.



الوثيقة 3

- * البروتوكول التجريبي : أنظر الشكل 1.
- نضع محلول الكليكويز في قارورة (5g/l).
- نزرع الخميرة في محلول الكليكويز.
- نضع التحضير في ماء ساخن ($37^\circ C$).
- * النتائج :
- انخفاض كمية الكليكويز 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 الكليكويز. ماذا تستنتج بخصوص طبيعة التفاعلات المتدخلة في تحرير الطاقة الكامنة في الكليكويز؟
2. من خلال الوثيقة 2، صف تطور PH في المفاعل الحيوي واستنتج علاقة هذا التطور بهدم الكليكويز وطبيعة التفاعل المتدخل في ذلك الهدم.
3. من خلال الوثيقة 3، استنتج طبيعة التفاعل المتدخل في هدم الكليكويز
4. من خلال كل ما سبق، قارن مختلف المسالك الاستقلابية المعتمدة في تحرير الطاقة الكامنة في المادة العضوية (الكليكويز)

النشاط 2: انحلال الكليكوز مرحلة مشتركة بين التنفس والتخمير

يخضع الكليكوز أثناء كل من التنفس والتخمير لهدم تدريجي ينتج عنه تحرير الطاقة ونواتج مثل CO₂ او الحمض اللبني. للكشف عن موقع كل من التنفس والتخمير داخل الخلية وكذا المراحل التي يتم عبرها هدم الكليكوز نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

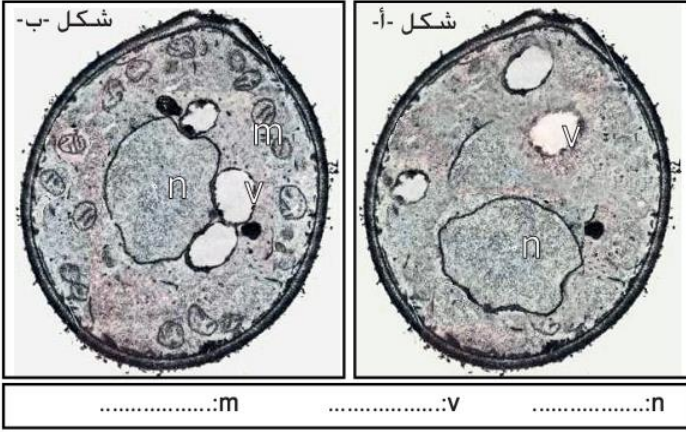
الوثيقة 1

ملاحظة مجهرية:

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

معطيات تجريبية:

نقوم بزرع خلايا خميرة في وسطين A هوائي و B لاهوائي يحتويان على كمية ضعيفة من الكليكوز المشع (موسوم بـ ¹⁴C). 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 B لاهوائي			الوسط A هوائي		
الوسط الداخلي للخلية	الوسط الخارجي	الزمن	الوسط الداخلي للخلية	الوسط الخارجي	الزمن
الميتوكوندريات	الجيلة الشفافة		الميتوكوندريات	الجيلة الشفافة	
-	-	t ₀	-	-	t ₀
-	G ⁺⁺	t ₁	-	G ⁺⁺	t ₁
-	P ⁺⁺⁺	t ₂	-	P ⁺⁺⁺	t ₂
-	E ⁺⁺⁺	t ₃	P ⁺⁺	P ⁺⁺	t ₃
-	E ⁺⁺⁺	t ₄	K ⁺ , P ⁺⁺	-	t ₄
-	E ⁺⁺⁺	t ₅	K ⁺⁺⁺	-	t ₅
-	E ⁺⁺⁺	t ₆	-	-	t ₆

G: كليكوز

P: حمض البيروفيك

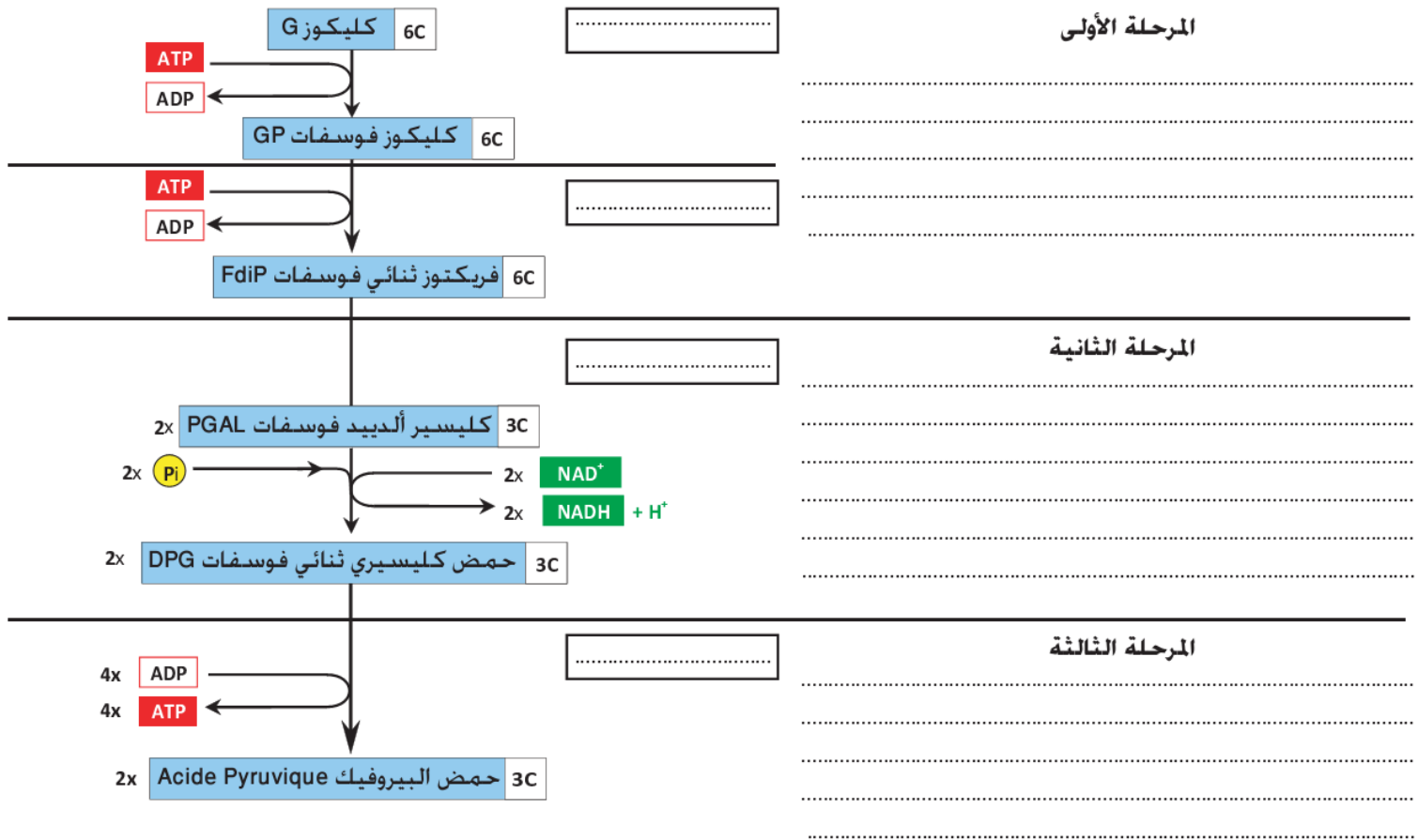
K: أحماض Krebs

E: إيتانول

+: إشعاعية ضعيفة

+++ : إشعاعية مرتفعة

الوثيقة 2: التفاعلات الكيميائية لانحلال الكليكوز



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 والتخمير موضحا موقع كل مرحلة.
3. صف التفاعلات الكيميائية المميزة لانحلال الكليكوز الممثلة في الوثيقة 2 واستنتج التفاعل الإجمالي والحيلة الطاقةية لمرحلة انحلال الكليكوز.

النشاط 3: دور الميتوكوندريات في التنفس الخلوي

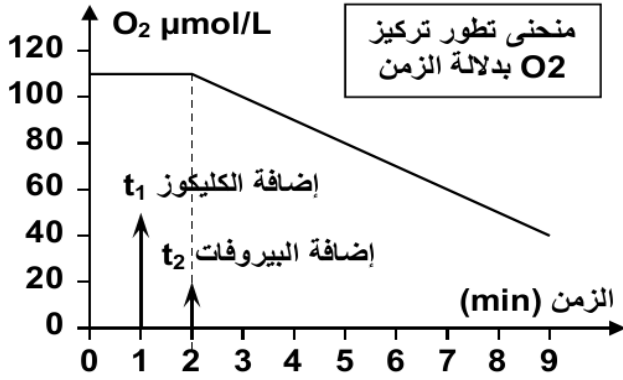
الميتوكوندريات عضيات خلوية موجودة في جميع الخلايا باستثناء البكتيريا وداخلها تحدث مراحل من تفاعلات التنفس الخلوي. للكشف عن كيفية تدخل الميتوكوندريات في التنفس الخلوي وطبيعة البنيات التي تمكنها من القيام بهذه الوظيفة نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

الوثيقة 1: الكشف عن دور الميتوكوندري في التنفس

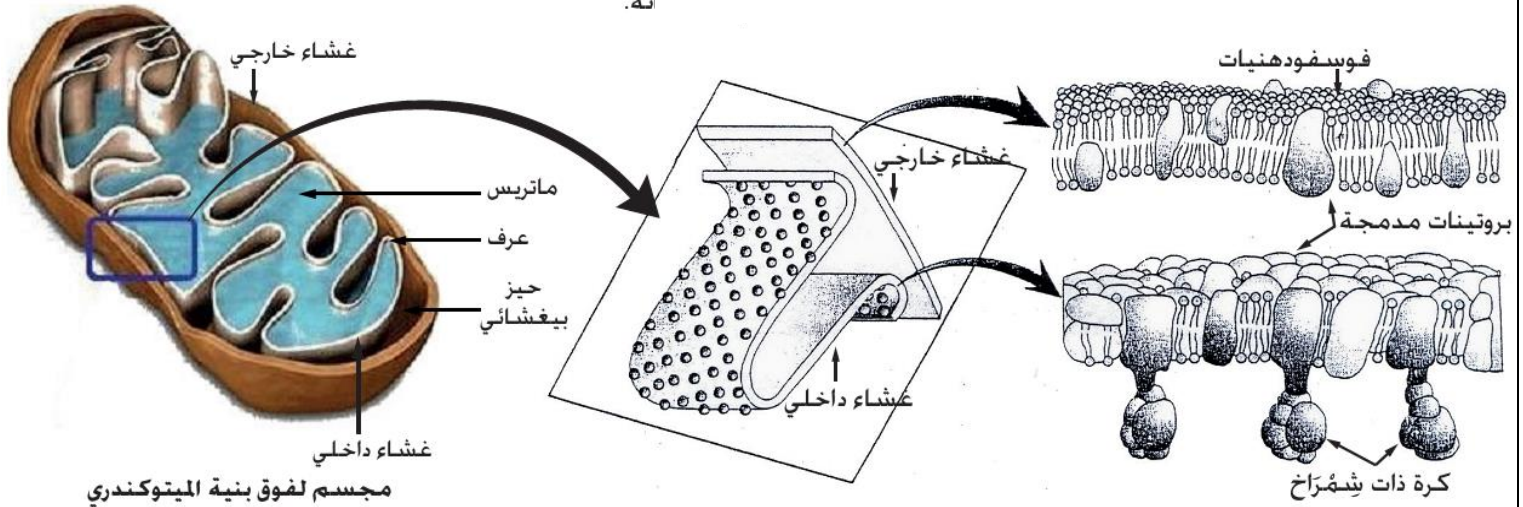
نهرس خلايا كبد فار في محلول عيار له $ph=7.4$ من أجل عزل الميتوكوندريات. نعرض الخليط لنبذ ذي سرعة كبيرة يمكن من الحصول على قعيرة *culot* من الميتوكوندريات.

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

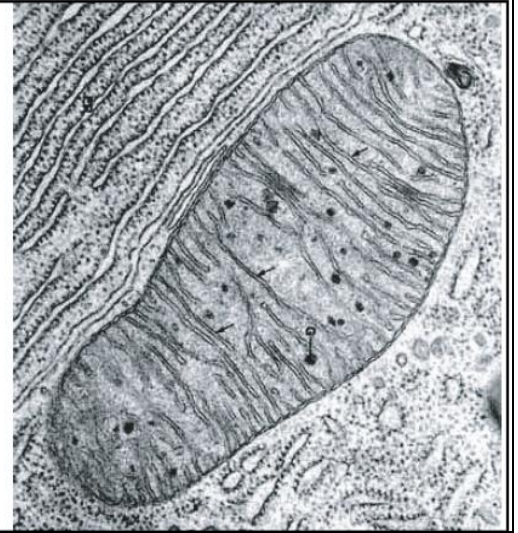
في الزمن t_1 نضيف إلى المفاعل الإحيائي كمية قليلة من الكليكوز، وفي الزمن t_2 نضيف كمية قليلة من حمض البيروفيك.



الوثيقة 2: بنية ومكونات الميتوكوندري



2- اعتمادا على الصورة جانبه (ملتقطّة بـ ME) أجزّرت مفسرا لفوق بنية الميتوكوندري.



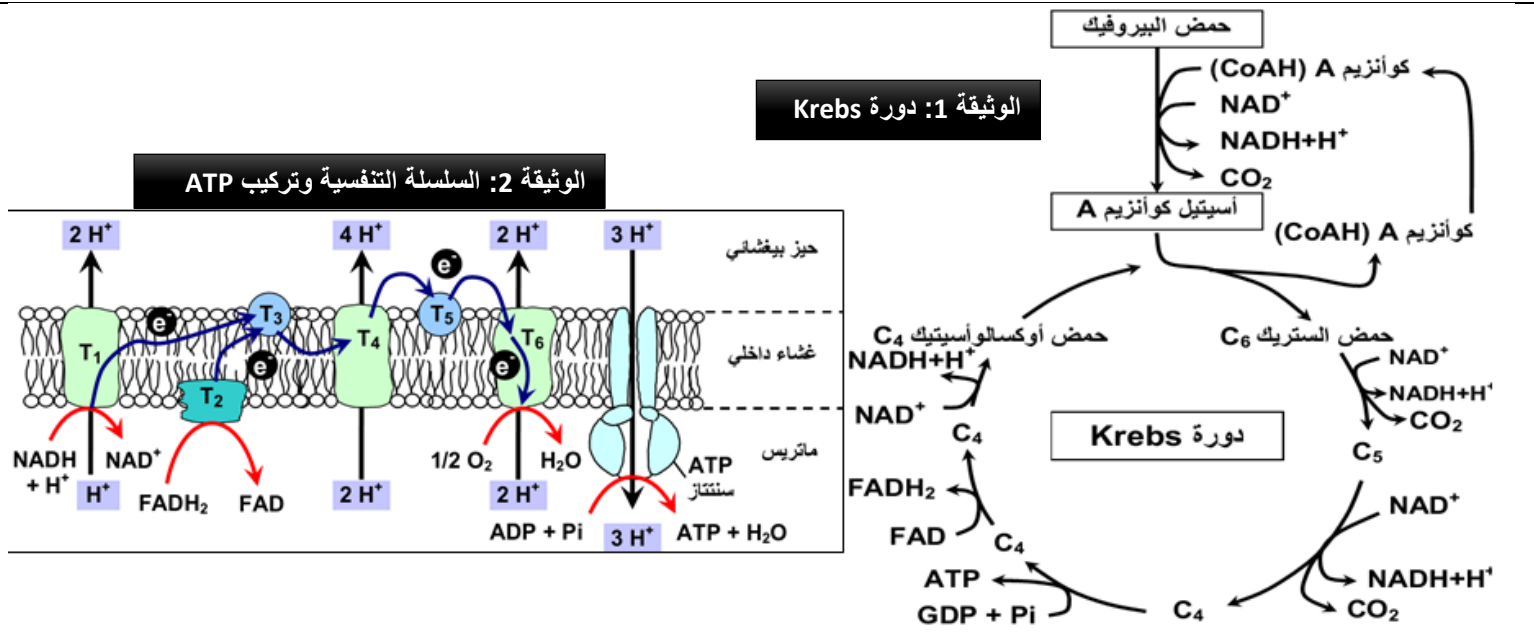
الماتريس	الغشاء الداخلي	الغشاء الخارجي
<ul style="list-style-type: none"> جزيئات صغيرة كربونية. أنزيمات متنوعة. ناقلات الالكترونات والبروتونات. ATP و ADP و P. 	<ul style="list-style-type: none"> بروتينات 80 %. دهنيات 20 %، طبيعتها مختلفة عن الجزيئات الموجودة بالغشاء السيتوبلازمي. أنزيمات تساهم في تفاعلات أكسدة اختزال. ATP سنتتاز. 	<ul style="list-style-type: none"> بروتينات 62 %. دهنيات 38 % ذات طبيعة شبيهة بتلك الموجودة بالغشاء السيتوبلازمي.

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

النشاط 4: التأكسدة التنفسية في الميتوكوندري

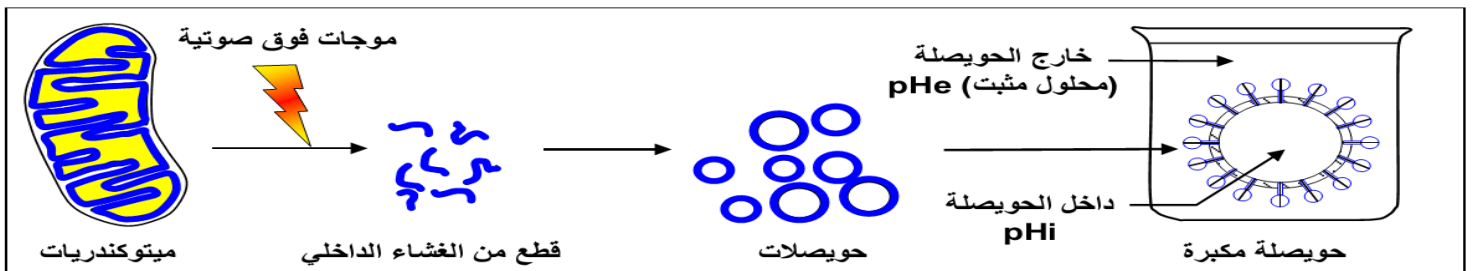
يتعرض حمض البيروفيك للهدم داخل الميتوكوندري كما يحدث كذلك استهلاك O_2 . لتعرف مراحل هدم حمض البيروفيك وكيفية استهلاك الأوكسجين وكذا كيفية تركيب ATP نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:



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

* التجربة a:

بعد عزلها، تخضع الميتوكوندريات 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 P_i 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 (2,4dinitrophenol) مادة ذوابة في الدهون، بحضور هذه المادة يصبح الغشاء الداخلي للميتوكوندري نفوذا للبروتونات، في هذه الحالة يلاحظ أن اختزال الأوكسجين يتم بصفة عادية بينما يتوقف تفسفر ADP.

التعليمات

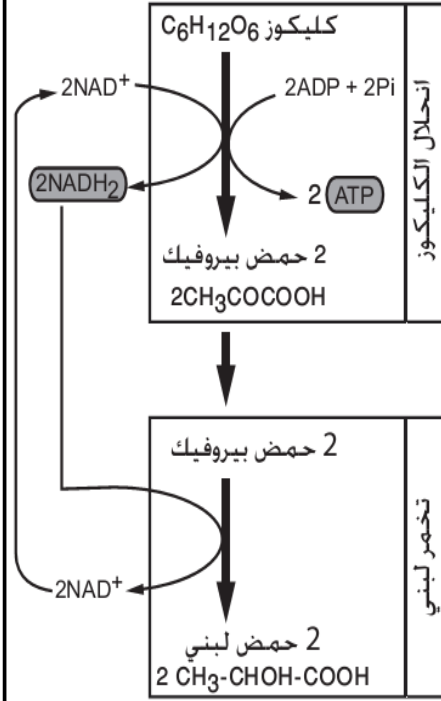
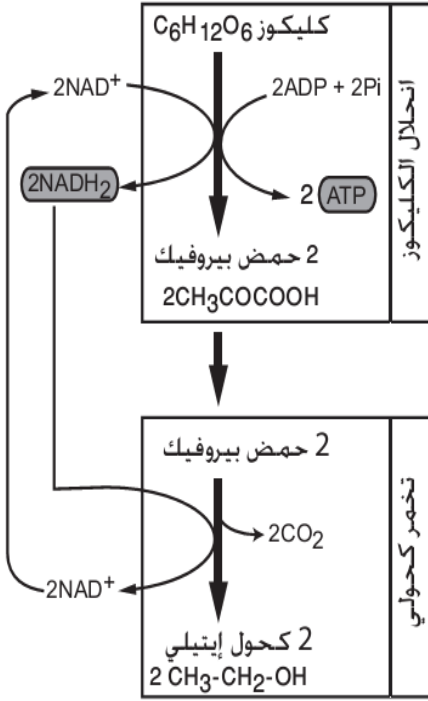
1. صف تفاعلات دورة Krebs الممثلة في الوثيقة 1 واستنتج تفاعلها الإجمالي وحصيلتها الطاقية.
2. وضح كيف تحدث الأوكسدة التنفسية الممثلة في الوثيقة 2 وأبرز كيف تساهم في تركيب ATP
3. من خلال معطيات الوثيقة 3، حدد تأثير إضافة O_2 على تطور تركيز H^+ واقترح تفسيراً لذلك التأثير.
4. باستغلالك لمعطيات الوثيقة 4، استخرج شروط تركيب ATP داخل الميتوكوندري.
5. من خلال كل ماسبق، بين بواسطة رسم تخطيطي العلاقة بين أكسدة النواقل TH_2 واختزال O_2 و تركيب ATP.

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 هوائيا (بعض الخمائر مثلا) لكن هناك متعضيات تعتمد على التخمر لوحده (البكتيريا). لتعرف مختلف التفاعلات المميزة لكل من التخمر اللبني والتخمر الكحولي وحصيلتهما الطاقية ولمقارنة المردود الطاقية لكل التنفس والتخمر نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

التخمر الكحولي

الوثيقة 1: التخمر اللبني



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 و التخمر.
 - 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 الطاقية (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.