



تم تحميل الملف
من موقع **بداية**



للمزيد اكتب
في جوجل



بداية التعليمي

موقع بداية التعليمي كل ما يحتاجه الطالب والمعلم
من ملفات تعليمية، حلول الكتب، توزيع المنهج،
بوربوينت، اختبارات، ملخصات، اختبارات إلكترونية،
أوراق عمل، والكثير...

حمل التطبيق



التنفس الخلوي

Cellular Respiration

الفكرة الرئيسية تحصل المخلوقات الحية على الطاقة بتحليل الجزيئات العضوية في أثناء عملية التنفس الخلوي.

الربط مع الحياة يجب أن تتغذى طيور الخرشنة القزوينية (خرشنة بحر قزوين) *Sterna caspia* باستمرار للتزود بالطاقة لاستمرار حياتها في أثناء هجرتها الشتوية إلى المملكة كل عام. وكذلك الإنسان والمخلوقات الحية الأخرى تحتاج إلى مصادر غذائية متنوعة تزودها بالطاقة الضرورية لبقائها ونموها.

التنفس الخلوي Cellular Respiration

تحصل المخلوقات الحية على الطاقة بعملية تسمى التنفس الخلوي. وتتمثل وظيفة التنفس الخلوي في جمع الإلكترونات من المركبات الكربونية، مثل الجلوكوز، واستخدام طاقتها في إنتاج جزيء ATP، الذي يزود الخلايا بالطاقة لتؤدي وظائفها. وتمثل المعادلة الآتية التنفس الخلوي:



لاحظ أن عملية التنفس الخلوي تحدث في عكس اتجاه عملية البناء الضوئي. يحدث التنفس الخلوي في مرحلتين رئيسيتين، هما: التحلل السكري والتنفس الهوائي. المرحلة الأولى: التحلل السكري **عملية لاهوائية** anaerobic process، لا تتطلب وجود الأكسجين. أما **التنفس الهوائي** aerobic respiration فيشمل حلقة كريس ونقل الإلكترون، وهو **عملية هوائية** aerobic process تتطلب وجود الأكسجين. ويلخص الشكل 11-2 التنفس الخلوي الهوائي.

الأهداف

- تلخيص مراحل التنفس الخلوي.
- تحديد دور نواقل الإلكترونات في كل مرحلة من مراحل التنفس الخلوي.
- تقارن بين التخمر الكحولي والتخمر اللبني.

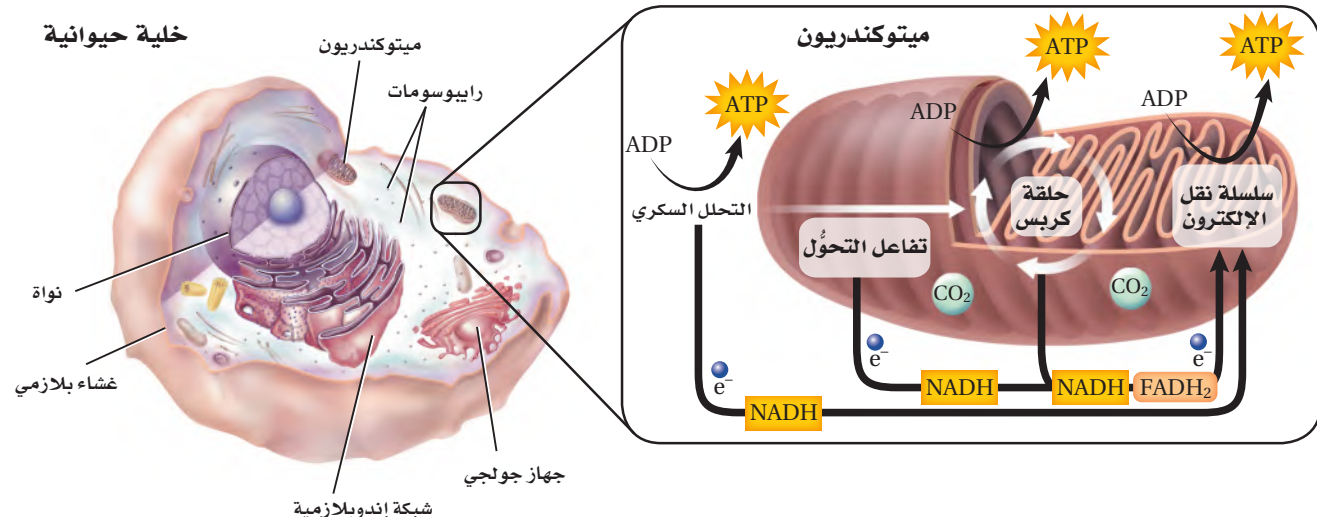
مراجعة المفردات

البكتيريا الخضراء المزرقة: نوع من البكتيريا، الذاتية التغذي، تقوم بعملية البناء الضوئي.

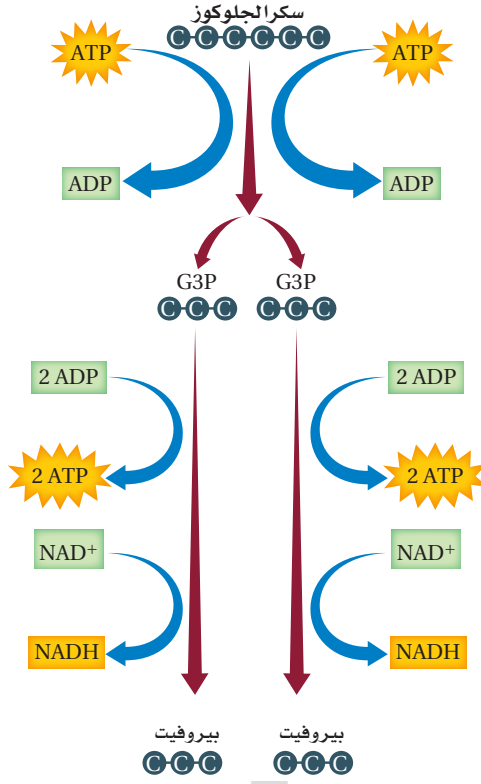
المفردات الجديدة

- عملية لاهوائية
- التنفس الهوائي
- عملية هوائية
- التحلل السكري
- حلقة كريس
- التخمر

الشكل 11-2 يحدث التنفس الخلوي في الميتوكوندريا التي تعد مصنع الطاقة في الخلية.



الشكل 12-2 يتحلل الجلوكوز خلال عملية التحلل السكري داخل سيتوبلازم الخلايا. **يُخصّ** المواد المتفاعلة والنتيجة عن عملية التحلل السكري.



المواد المتفاعلة هي :
جزئ جلوكوز واحد ، وجزئاً ATP ، وجزئاً NAD⁺ ، وأربعة جزئيات ADP .
أما المواد الناتجة فهي : جزئاً ADP ، وجزئاً NADH ، وأربعة جزئيات ATP ، وجزئاً بيروفيت .

التحلل السكري Glycolysis

يتحلل الجلوكوز في السيتوبلازم خلال عملية **التحلل السكري** glycolysis. ويتكون جزئان من ATP وجزئان من NADH، عند تحلل جزئ واحد من الجلوكوز. تتبّع الشكل 12-2 في أثناء قراءتك خطوات التحلل السكري. أولاً: ترتبط مجموعة فوسفات مع الجلوكوز بعد انفصالهما عن جزئين من ATP. لاحظ أن التفاعلات التي تنتج طاقة الخلية تحتاج إلى طاقة بسيطة (جزئين ATP) لكي تبدأ؛ حيث يتحلل جزئ الجلوكوز السداسي الكربون إلى مركبين ثلاثيين الكربون.

ثانياً: تضاف مجموعة فوسفات، ثم تتحد الإلكترونات وأيونات H⁺ مع جزئين من NAD⁺ فيتكون جزئان من NADH. يشبه جزئ NAD⁺، جزئ NADP، وهو ناقل إلكترونات يُستخدم خلال عملية البناء الضوئي.

ثالثاً: تتحول أخيراً المركبات الثلاثية الكربون إلى جزئين من بيروفيت، وفي الوقت نفسه يتم إنتاج أربعة جزئيات ATP.

✓ **ماذا قرأت؟** فسّر لماذا يكون الناتج النهائي من الطاقة في عملية التحلل السكري جزئين فقط من ATP وليس أربعة جزئيات.

تبدأ عملية التحلل السكري بجزئين من ATP

المفردات

أصل الكلمة

التحلل السكري Glycolysis

أصل الكلمة من اليونانية:

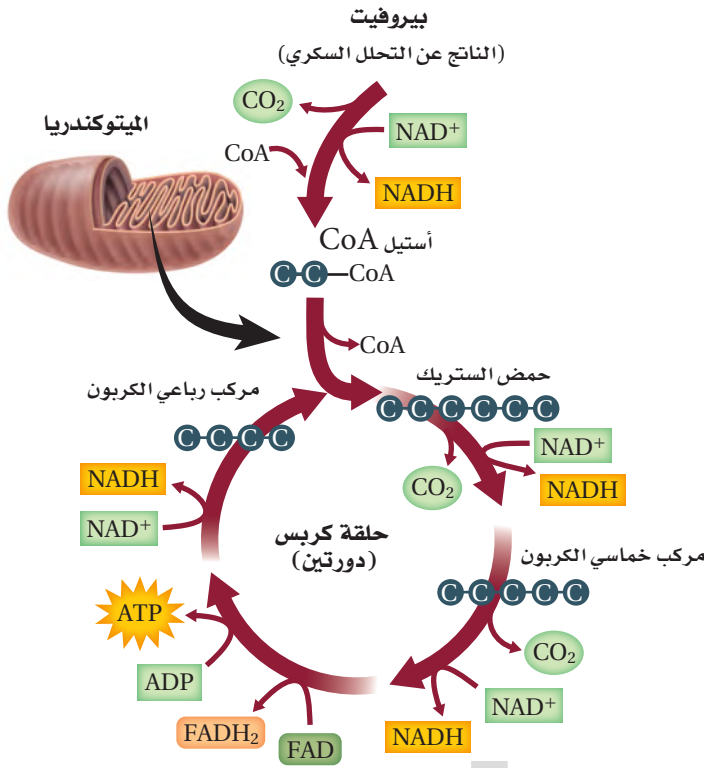
Glykys- وتعني "حلو".

lysis- وتعني "تحلل أو تحطيم"...

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

حلقة كريبس Krebs Cycle



الشكل 13-2 يتحلل البيروفيت داخل الخلايا إلى ثاني أكسيد الكربون خلال حلقة كريبس في الميتوكوندريا. تتبّع مسار جزيئات الكربون التي تدخل حلقة كريبس وتخرج منها.

تحول بيروفيت إلى حمض الستريك ثم مركب خماسي الكربون ثم مركب رباعي الكربون.

إرشادات الدراسة

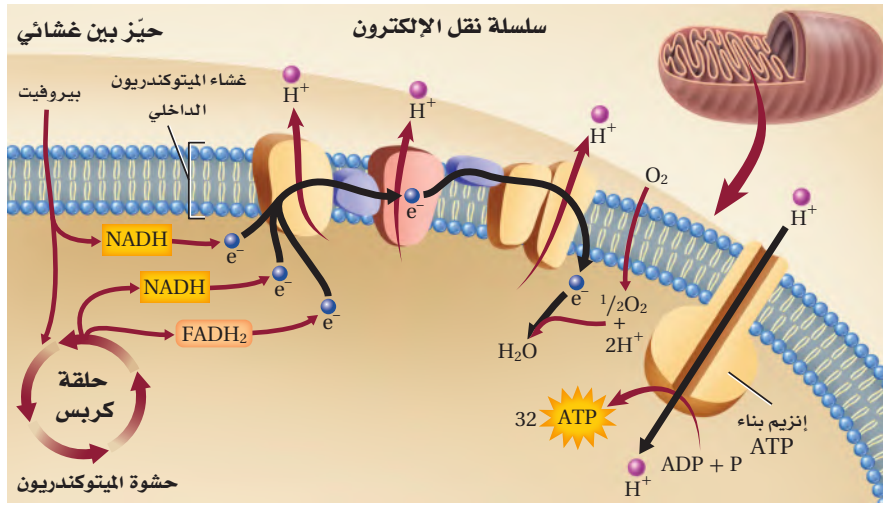
جملة توضيحية اعمل مع أحد زملائك على قراءة النص ومناقشة الكلمات غير المألوفة والمفاهيم الصعبة. واكتب فقرة توضيحية تلخص فيها حلقة كريبس.

ينتج عن عملية التحلل السكري جزيئا ATP وجزيئا من البيروفيت، ومعظم الطاقة الناتجة عن تحلل سكر الجلوكوز لا تزال مخزنة في جزيئات البيروفيت. ينتقل البيروفيت في وجود الأكسجين، إلى الحشوة في الميتوكوندريا؛ حيث يتحول في النهاية إلى CO₂. وتسمى سلسلة التفاعلات التي يتحلل فيها البيروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون **حلقة كريبس** أو دورة TCA (حمض الكربوكسيل الثلاثي)، ويشار إلى هذه الحلقة أيضًا بحلقة حمض الستريك.

خطوات حلقة كريبس Steps of Krebs cycle

قبل أن تبدأ حلقة كريبس يتفاعل البيروفيت مع مرافق إنزيم -أ (CO-A)، فينتج مركب وسطي ثنائي الكربون يسمى أستيل مرافق الإنزيم -أ. وفي الوقت نفسه يتحرر غاز CO₂، ويتحول NAD⁺ إلى NADH، ثم ينتقل أستيل CoA إلى الحشوة في الميتوكوندريا. وينتج عن التفاعل جزيئان من CO₂ وجزيئان من NADH. تتبّع الشكل 13-2 في أثناء قراءتك خطوات حلقة كريبس.

- تبدأ حلقة كريبس بارتباط أستيل CoA مع مركب رباعي الكربون لتكوين مركب سداسي الكربون يسمى حمض الستريك.
- يتحلل حمض الستريك في سلسلة الخطوات اللاحقة من التفاعل، منتجا جزيئين من CO₂ ومولدا جزيئا واحدا من ATP، وثلاثة جزيئات NADH وجزيئا واحدا من FADH₂. ويعد جزيء FAD ناقلا إلكترونيا آخر شبيها بجزيء NAD⁺ وجزيء NADP⁺.
- وأخيرا يتم إعادة تكوين أستيل CoA، وحمض الستريك لكي تستمر الحلقة. تذكر أن جزيئين من البيروفيت يتكونان خلال عملية التحلل السكري، مما ينتج عنهما دورتا كريبس - لكل حلقة - من جزيء السكر الواحد. وتكون النواتج النهائية لحلقة كريبس على النحو التالي: ستة جزيئات من CO₂، وجزيئي ATP، وثمانية جزيئات NADH وجزيئي FADH₂. تنتقل جزيئات NADH و FADH₂ لتؤدي دورا مهما في المرحلة التالية من التنفس الهوائي.



الشكل 14-2 تحدث سلسلة نقل الإلكترون على طول غشاء الميتوكوندريا. **قارن** بين سلسلة نقل الإلكترون في التنفس الخلوي وعملية البناء الضوئي.

سلسلة نقل الإلكترون Electron Transport

تعد سلسلة نقل الإلكترون في التنفس الهوائي الخطوة النهائية من عملية تحليل سكر الجلوكوز، وهي أيضًا النقطة التي يتم فيها إنتاج معظم جزيئات ATP. وتستخدم الإلكترونات العالية الطاقة وأيونات الهيدروجين من جزيئات NADH و $FADH_2$ التي أنتجت في حلقة كربس لتحويل ADP إلى ATP.

ويمكنك تتبع هذه العملية كما يبين الشكل 14-2، والتي تحدث كالتالي: أولاً: تنتقل الإلكترونات على طول غشاء الميتوكوندريا من بروتين إلى آخر، وعندما تتحرر جزيئات الإلكترونات من نواقل الإلكترون NADH و $FADH_2$ فإنها تتحول إلى NAD^+ و FAD، وتتحرك كذلك أيونات الهيدروجين (H^+) في اتجاه حشوة الميتوكوندريا. ثانياً: يتم ضخ أيونات H^+ من الحشوة عبر الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.

ثالثاً: بسبب اختلاف فرق التركيز لأيونات H^+ على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندريا فإنها تنتشر لتعود مرة أخرى من الحيز بين الغشائي للميتوكوندريا (الأكثر تركيزاً من H^+) إلى الحشوة عبر الغشاء الداخلي مروراً بجزيئات إنزيم بناء ATP بواسطة العملية الأسموزية الكيميائية. تتشابه عمليتا الأسموزية الكيميائية وسلسلة نقل الإلكترون في التنفس الخلوي مع العمليات التي تحدث في البناء الضوئي. ويعد الأكسجين المستقبل النهائي للإلكترون في سلسلة نقل الإلكترون في عملية التنفس الخلوي؛ حيث تنتقل البروتونات والإلكترونات إلى الأكسجين لإنتاج الماء.

ينتج عن عملية نقل الإلكترون 24 جزيئاً من ATP. وكل جزيء NADH ينتج ثلاثة جزيئات ATP. ويعطي كل جزيء $FADH_2$ جزيئين من ATP. وفي المخلوقات الحية الحقيقية النواة ينتج عن تحليل كل جزيء من الجلوكوز 38 جزيئاً من ATP، يستهلك منهما الجزيئان اللذان ينتجان عن عملية التحلل السكري عند انتقال البيروفيت إلى حشوة الميتوكوندريا.

تحدث عملية نقل الإلكترون على طول غشاء الميتوكوندريا في أثناء عملية التنفس الخلوي، وعلى طول غشاء الثايلاكويد في أثناء عملية البناء الضوئي.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

التركيز Concentration

الاستعمال العلمي: الكمية النسبية من المادة المذابة في مادة أخرى.

تركيز أيونات الهيدروجين في جانب واحد من الغشاء أكبر من الجانب الآخر.

الاستعمال الشائع: الاهتمام، الانتباه.

كان تركيز الطلاب موجهًا نحو الامتحان....

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

عالم الطاقة الحيوية

Bioenergeticist باحث يدرس انتقال الطاقة في الخلايا. وبعض علماء الطاقة الحيوية يدرسون الميتوكوندريا وعلاقتها بالشيخوخة والمرض.

ينتقل البيروفيت إلى الميتوكوندريا في المخلوقات الحية الحقيقية النواة، أما في المخلوقات الحية البدائية النواة فهذه الخطوة غير ضرورية؛ إذ توفر على الخلية البدائية النواة جزيئين من ATP. ليصبح الناتج النهائي من عملية التنفس الخلوي 38 جزيئاً من ATP بدلاً من 36 جزيئاً في الخلايا الحقيقية النواة.

التنفس اللاهوائي Anaerobic Respiration

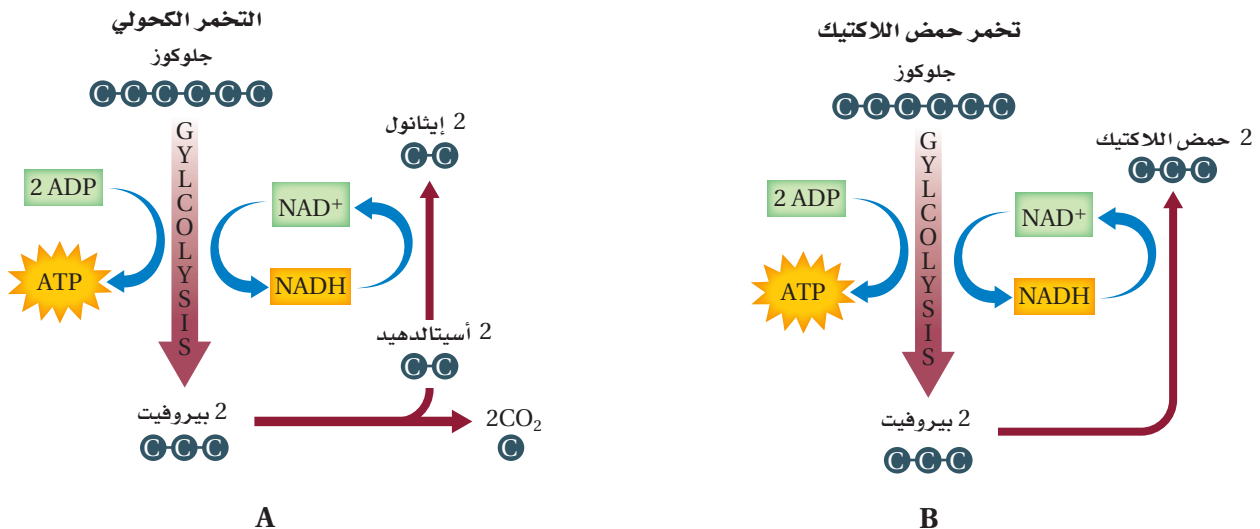
يمكن أن تعمل بعض الخلايا فترة زمنية قصيرة عندما تكون مستويات الأكسجين منخفضة. وبعض بدائيات النوى مخلوقات لاهوائية، أي تستطيع أن تنمو وتتكاثر دون وجود الأكسجين. وتستمر هذه الخلايا في بعض الأحيان في إنتاج ATP عن طريق التحلل السكري. ومع ذلك فهناك مشكلات تنتج عن الاعتماد على التحلل السكري وحده في الحصول على الطاقة. فالتحلل السكري يزود الخلية بجزيئي ATP فقط لكل جزيء جلوكوز. ولأن للخلية كمية محددة من جزيء NAD^+ ، تتوقف عملية التحلل السكري عند استهلاك جميع جزيئات NAD^+ ، وخصوصاً عند عدم وجود عملية تعويض النقص في هذه الجزيئات. فالمسار اللاهوائي الذي يتبع عملية التحلل السكري هو التنفس اللاهوائي أو التخمر. ويحدث **التخمر fermentation** في السيتوبلازم، وهو يعيد تزويد الخلية بجزيئات NAD^+ ، وينتج كمية قليلة من جزيئات ATP. والتخمر نوعان: التخمر اللبني (تخمر حمض اللاكتيك) والتخمر الكحولي.

الربط مع الصحة **التخمر حمض اللاكتيك Lactic acid fermentation**

عند تخمر حمض اللاكتيك تحوّل الإنزيمات البيروفيت -الذي تكوّن في أثناء عملية التحلل السكري - إلى حمض اللاكتيك، كما في الشكل 15-2. وتضم العملية نقل الإلكترونات العالية الطاقة والبروتونات من $NADH$. وتنتج العضلات الهيكلية حمض اللاكتيك عند عدم وجود الأكسجين الكافي في الجسم نتيجة القيام بالتمارين الرياضية المجهدة مثلاً.

يعوض تخمر حمض اللاكتيك الـ NAD بتحويل البيروفيت إلى حمض اللاكتيك .
في حين يحول تخمر الكحول البيروفيت إلى إيثانول وثاني أكسيد الكربون لتعويض جزيئات NAD . وكلاهما يحدث من دون الأكسجين .

الشكل 15-2 عند وجود الأكسجين بكمية محدودة أو عدم وجوده تحدث عملية التخمر.
قارن بين التخمر الكحولي والتخمر اللبني.



وعندما يتجمع حمض اللاكتيك يحدث إجهاد للخلايا العضلية، وتشعر بالألم. كما ينتج حمض اللاكتيك بواسطة العديد من المخلوقات الحية الدقيقة التي تُستخدم في إنتاج أطعمة معينة، مثل الجبن واللبن الرائب (الزبادي) والقشدة الحامضة.

التخمّر الكحولي Alcohol fermentation يحدث التخمّر الكحولي في الخميرة، وبعض أنواع البكتيريا. انظر الشكل A 15-2 الذي يُبين التفاعل الكيميائي الذي يحدث في أثناء التخمّر الكحولي؛ حيث يتحول البيروفيت إلى الكحول الإيثيلي وثاني أكسيد الكربون. وتوفر جزيئات NADH الإلكترونات، كما في تخمّر حمض اللاكتيك، وتتحول إلى جزيئات NAD^+ .

عمليات البناء الضوئي والتنفس الخلوي

Photosynthesis and Cellular Respiration

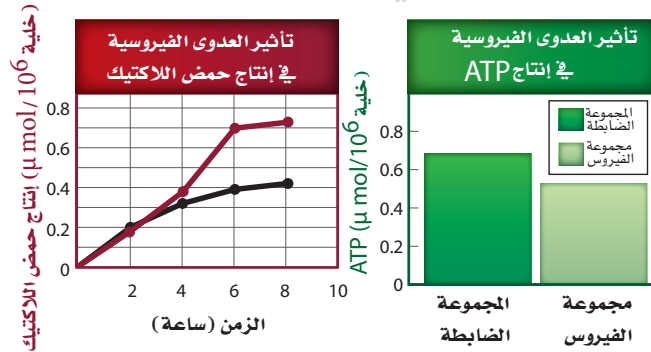
كما تعلمت سابقاً فإن البناء الضوئي والتنفس الخلوي عمليتان مهمتان تستخدمهما الخلايا في الحصول على الطاقة، وهما من المسارات الأيضية التي تُنتج الكربوهيدرات البسيطة وتحللها. ويبين الشكل 16-2 الارتباط بين هاتين العمليتين.

مختبر تحليل البيانات 2-1

بناءً على بيانات حقيقية

فسّر البيانات

موقع البيانات والملاحظات | beadaya.com



كيف تؤثر العدوى الفيروسية في التنفس الخلوي؟ يمكن للالتهابات الناجمة عن الفيروسات أن تؤثر في عملية التنفس الخلوي، وفي قدرة الخلايا على إنتاج ATP. ولاختبار أثر الالتهابات الفيروسية في مراحل التنفس الخلوي في الخلايا المصابة بالفيروسات تم قياس كمية حمض اللاكتيك وجزيئات ATP الناتجة.

يزيد الفيروس من إنتاج

حمض اللاكتيك بعد أربع

ساعات

التفكير الناقد

1. حلّل كيف يؤثر الفيروس في إنتاج حمض اللاكتيك في الخلايا؟

2. احسب بعد مرور 8 ساعات، ما نسبة ارتفاع إنتاج حمض اللاكتيك في الفيروس مقارنة بالمجموعة الضابطة؟ وما نسبة انخفاض إنتاج جزيئات ATP؟ بعد ثماني ساعات يزيد الفيروس من إنتاج حمض اللاكتيك بنسبة ٧٥% تقريباً، ويقلل من إنتاج ATP بنسبة ٢٨% تقريباً.

3. استنتج ما سبب شعور الإنسان المصاب بفيروس الأنفلونزا بالتعب الشديد؟

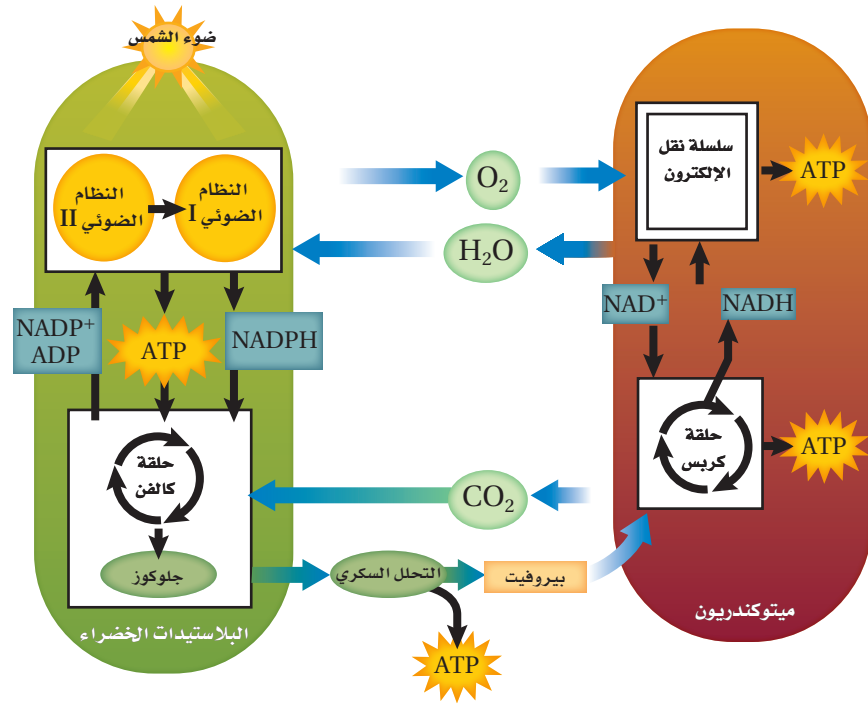
بسبب نقص بناء ATP

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

El—Bacha, T., et al. 2004. Mayaro virus infection alters glucose metabolism in cultured cells through activation of the enzyme

6—phosphofructo—1—Kinase. *Molecular and Cellular biochemistry*. 266: 191—198.

الشكل 16-2 تشكل عمليتا البناء الضوئي والتنفس الخلوي دورة؛ فالمواد الناتجة عن أحد هذه المسارات الأيضية تشكل مواد متفاعلة للمسار الأيضي الآخر.



تذكر أن المواد الناتجة عن عملية البناء الضوئي هي الأكسجين والجلوكوز، وهي المواد المتفاعلة التي تتطلبها عملية التنفس الخلوي. والمواد الناتجة عن عملية التنفس الخلوي هي ثاني أكسيد الكربون والماء، وهي المواد المتفاعلة اللازمة لعملية البناء الضوئي.

التقويم 2-3

موقع بداية التعليمي | beadaya.com

التفكير الناقد

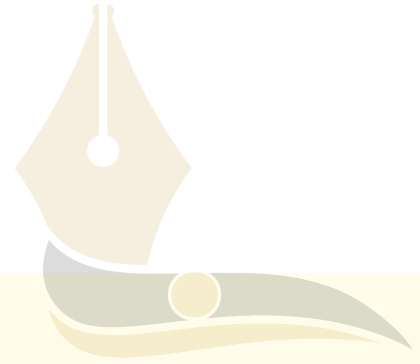
5. الرياضيات في علم الأحياء ما عدد جزيئات ATP و NADH و FADH_2 الناتجة في كل خطوة من خطوات التنفس الخلوي؟ كيف يختلف عدد جزيئات ATP الناتجة (الفعلية) عن عدد جزيئات ATP الكلية (المتوقعة)؟
6. قارن بين نوعي التخمر.

فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسية سمّ الشكل النهائي من الطاقة الكيميائية الناتجة عن الخلايا في أثناء التنفس الخلوي.
2. حدّد ما عدد ذرات الكربون من جزيء جلوكوز واحد التي تدخل في دورة كربس واحدة؟
3. فسّر كيف تُستخدم الإلكترونات العالية الطاقة في سلسلة نقل الإلكترون؟
4. صفّ دور التخمر في الحفاظ على مستويات ATP و NAD^+ .

الخلاصة

- تستخدم العديد من المخلوقات الحية عملية التنفس الخلوي لتحليل الجلوكوز.
- تضم مراحل التنفس الخلوي التحلل السكري وحلقة كربس ونقل الإلكترون.
- NADH و FADH_2 نواقل إلكترونات مهمة جداً في عملية التنفس الخلوي.
- تقوم الخلايا بعملية التحلل السكري بواسطة التخمر عند عدم توافر الأكسجين.



التقويم 2-3

1. ATP
2. تدخل ثلاث ذرات كربون (بيروفيت) من جزيء الجلوكوز الأصلي سداسي الكربون دورة واحدة. والثلاث ذرات الأخرى من جزيء البيروفيت تدخل دورة أخرى منفصلة.
3. تنتقل أزواج الإلكترونات من NADH و FADH2 لتحويل ADP إلى ATP.
4. في أثناء التخمر يعطي جزيء NADH الإلكترونات لإعادة إنتاج ATP و NADH.
5. المرحلة الأولى (التحلل السكري): أربعة جزيئات ATP وجزيئات من NADH. المرحلة الثانية (حلقة كريس): جزيئات من ATP وثمانية جزيئات من NADH وجزيئات من FADH2. المرحلة الثالثة (نقل الإلكترون): 32 جزيء ATP، وهناك حاجة لإلكترونين لبدء عملية التحلل السكري وبالتالي يكون الناتج النهائي من عملية التحليل السكري جزيئات من ATP.
6. يزيد تخمر حمض اللاكتيك من مخزون NAD⁺ نتيجة تحويل البيروفيت إلى حمض اللاكتيك. ويحول تخمر الكحول البيروفيت إلى إيثانول وثاني أكسيد الكربون للتزود بجزيئات NAD⁺. كلاهما يحدث من دون أكسجين.