السلسلة الفضّية

الإصدار الثاني
طبعة جديدة
منقحة مع إضافات

الأستاذ بن عريف مصطفى
الأستاذ بن مداني جلال
بالتعاون مع فريق علمائنة

كل ما تحتاجه في كتاب واحد

علوم الطبيعة والحياة

من الألف إلى الياء

التخصص الوظيفي للبروتينات ✻ التحولات الطاقوية

شعبة العلوم التجريبية

أكثر من 100 تمرين

أكثر من 100 رسم تخطيطي

- منهجية الإجابة في البكالوريا بالتفصيل
- مراجعة المفاهيم الأساسية
- دروس شاملة ومفصلة وواضحة بأسلوب بسيط
- جميع التجارب المقررة مع استغلالها بسؤال منهجي
- معلومات إضافية ضرورية لفهم الدروس
- مخططات تحصيلية في نهاية كل وحدة
- جميع الحوليات الوطنية مرفقة بحل مفصل ومنهجي
- حوليات أجنبية مرفقة بحل مفصل ومنهجي
- تمارين مقترحة مماثلة لنماذج البكالوريا مرفقة بحل مفصل ومنهجي

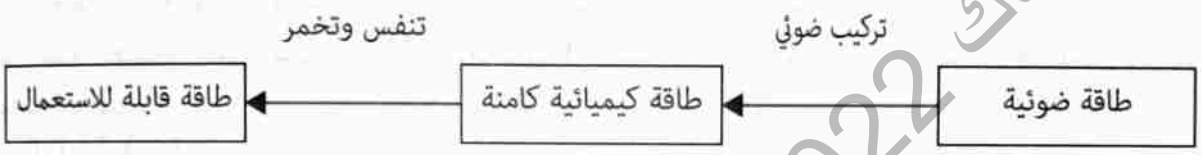
التحضير الجيّد لبكالوريا الجزائر

بكاشة BOOKSTORE

صفحة بلاك Bac 2022 علمائنة 2022

المجال 02: التحولات الطاقوية على مستوى الخلية

تتواجد الطاقة في الطبيعة على عدة أشكال وتتحول من شكل لآخر باستمرار. تلتقط النباتات الخضراء الطاقة الضوئية والتي مصدرها الشمس وتحولها إلى طاقة كيميائية كامنة في الجزيئات العضوية التي تركبها خلال عملية تسمى بالتركيب الضوئي. توصف الخلايا التي تقوم بهذه العملية بذاتية التغذية.
عند حاجة الخلية للطاقة فإنها تفكك المواد العضوية وتحرر الطاقة الكامنة فيها وتحولها إلى طاقة قابلة للاستعمال. يسمى هذا التحويل بالتنفس إذا حدث في وجود الأكسجين والتخمر إذا تم في غيابه.



صفحة باك 2022 عنواننا للنجاح Bac 2022
عكاشة BOOKSTORE We can help you يمكننا أن نساعدك
21-24-22

الوحدة 01: تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة

I- مفاهيم أساسية

النباتات الخضراء كائنات ذاتية التغذية فهي تركب المواد العضوية اللازمة لنموها وتكاثرها انطلاقا من مواد أولية (معدنية) تتمثل في الماء (H_2O)، الأملاح وثاني أوكسيد الكربون (CO_2) بواسطة عملية التركيب الضوئي.

1- التركيب الضوئي

ظاهرة حيوية تقوم بها الخلية النباتية على مستوى الصانعة الخضراء، يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في الجزيئات العضوية.

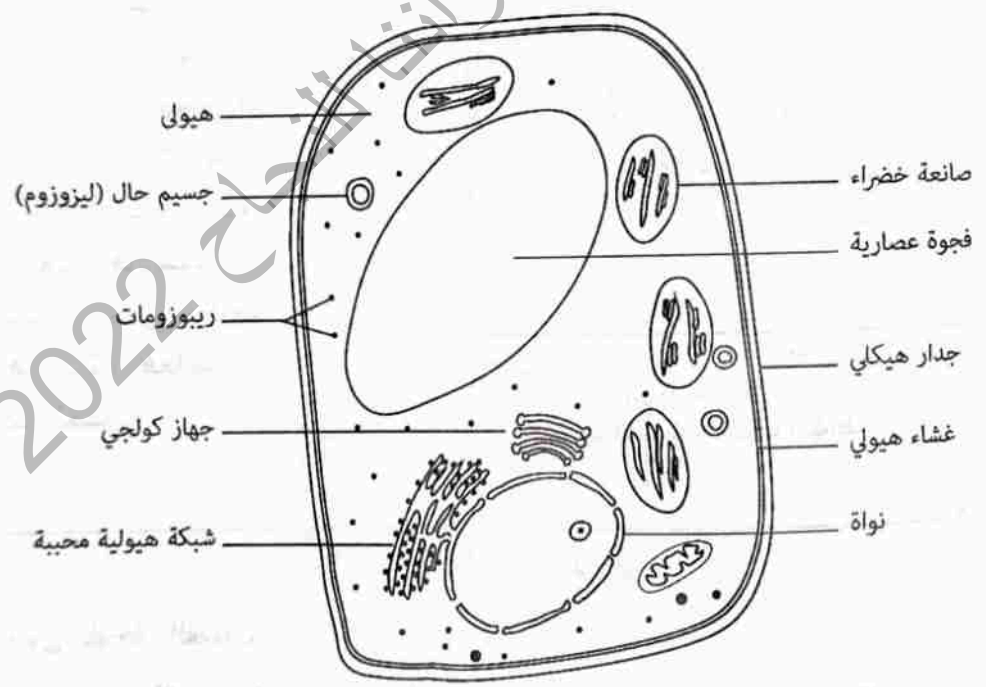
تتطلب عملية التركيب الضوئي توفر اليخضور، الضوء، الـ CO_2 والـ H_2O.

تتمثل مظاهر عملية التركيب الضوئي في امتصاص الـ CO_2، طرح ثنائي الأكسجين (O_2)، امتصاص الـ H_2O وتركيب المادة العضوية كالسكريات.

تتميز الخلية النباتية باحتوائها عضية خاصة تسمى الصانعة الخضراء (بلاستيدة يخضورية) تحتوي جزيئات قادرة على امتصاص الطاقة الضوئية تسمى اليخضور.

تتلخص عملية التركيب الضوئي في المعادلة التالية:

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow{\text{ضوء+يخضور}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O$$



رسم تخطيطي يبين تعضي الخلية النباتية

معلومة مفيدة

تحدث عملية التركيب الضوئي أساسا على مستوى الأوراق، يمكن أن تحدث كذلك في الساق والأغصان لكن بنسبة قليلة.

Bac 2022 صفحة بناء على اقتراح 2022 عنوانك

2- شدة التركيب الضوئي

نعبر عن شدة التركيب الضوئي إما بكمية الـ O_2 المنطلق أو بكيمة الـ CO_2 الممتص.

2-1- تأثير ألوان الطيف على شدة التركيب الضوئي

الضوء الأبيض الذي يرى بالعين المجردة مزيج من سبعة أطياف محصورة بين طول الموجة 400 نانو متر (البنفسجي) و700 نانومتر (الأحمر) وهي على الترتيب: البنفسجي، الأزرق، النيلي، الأخضر، البرتقالي، الأصفر والأحمر.

2-2- طيف الامتصاص وطيف النشاط

أ- طيف الامتصاص

هو شدة امتصاص الضوء بدلالة طول الموجة ويعبر عنه بواسطة منحنى بياني.

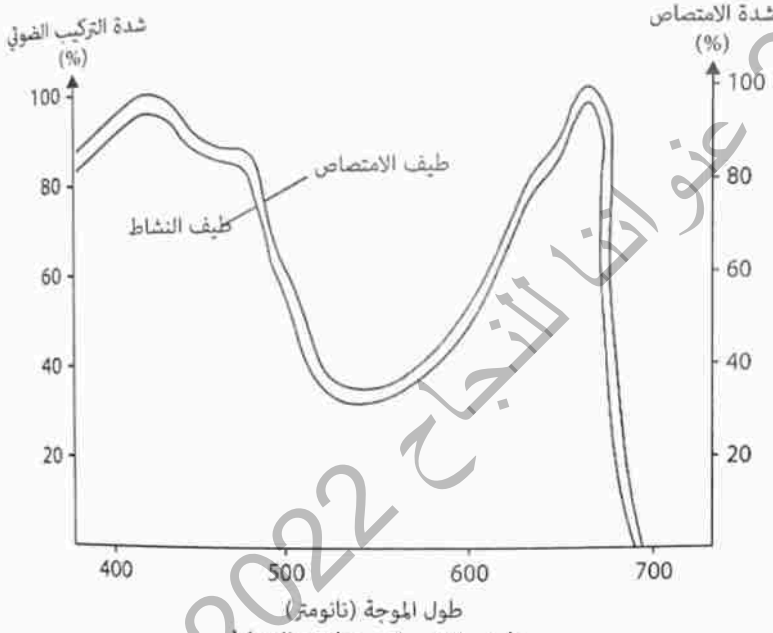
تقاس شدة الامتصاص باستعمال جهاز المطياف الضوئي.

ب- طيف النشاط

هو تغير شدة التركيب الضوئي بدلالة طول الموجة ويعبر عنه كذلك بمنحنى بياني.

تقاس شدة التركيب الضوئي باستعمال ExAO.

يوجد تطابق بين طيف الامتصاص وطيف النشاط (تناسب طردي)، بحيث كل منهما كبير على مستوى الاشعاعات الطرفية (الأحمر والبنفسجي)، ضعيف على مستوى الاشعاعات الوسطية، ويكاد ينعدم عند الاشعاع الأخضر. فالإشعاعات الأكثر امتصاصا من طرف اليخضور هي الأكثر فعالية في عملية التركب الضوئي.



طيف الامتصاص وطيف النشاط

معلومات مفيدة

الضوء، طول الموجة، الفوتون

- الضوء عبارة عن طاقة كهرومغناطيسية (إشعاع) تنتشر على شكل أمواج متماثلة بسرعة كبيرة جدا.
- المسافة التي تفصل بين موجتين تسمى طول الموجة.
- يتركب الضوء من عناصر دقيقة تحمل كمية من الطاقة تسمى الفوتونات.

صفحة من عنوانا للنجاح Bac 2022

II- جزء الدروس

I- مقر التركيب الضوئي

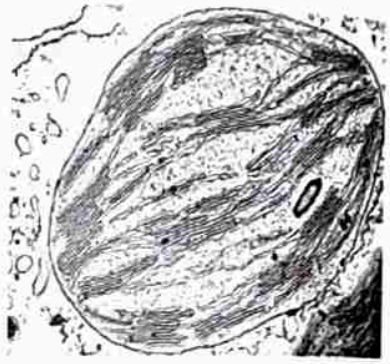
تتم عملية التركيب الضوئي على مستوى الصانعة الخضراء. قصد دراسة أهم تفاعلات عملية التركيب الضوئي يجب التطرق أولا لدراسة الصانعة الخضراء.

1-1- بنية الصانعة الخضراء

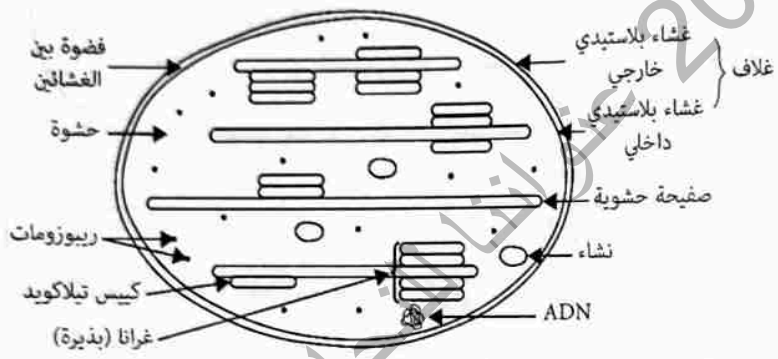
عضية ذات شكل بيضوي يحدها غشائين خارجي وداخلي، يشكل الغشائين معا غلاف الصانعة. تحتوي على سائل يسمى الحشوة أو ستروما. تحتوي الحشوة على صفائح حشوية تتوضع عليها كييسات (تيلاكويدات) فوق بعضها وتشكل البذيرة أو الغرانا. تحتوي الحشوة كذلك على حبيبات نشوية، جزيئات ADN، وريبوزومات.

تتميز الصانعة الخضراء ببنية حجيرية لأنها مقسمة إلى ثلاثة فضوات (حجيرات): المسافة بين الغشائين، التجويف الذي تملأه الحشوة وتجويف الكييسات.

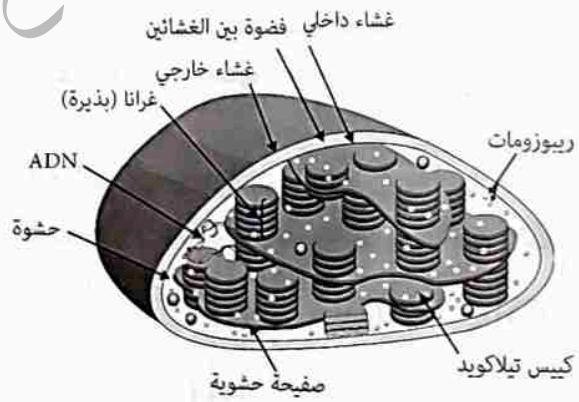
احتواء الصانعة على ثلاث حجيرات يسمح بتوفير ثلاثة أوساط مختلفة من حيث التركيب الكيموحيوي ودرجة الحموضة (pH).



صورة بالمجهر الإلكتروني للصانعة الخضراء



رسم تخطيطي ثنائي الأبعاد يمثل بنية الصانعة الخضراء



رسم تخطيطي ثلاثي الأبعاد يمثل بنية الصانعة الخضراء

Bac 2022 صفحة خاصة بموقع 2022 عين الباك

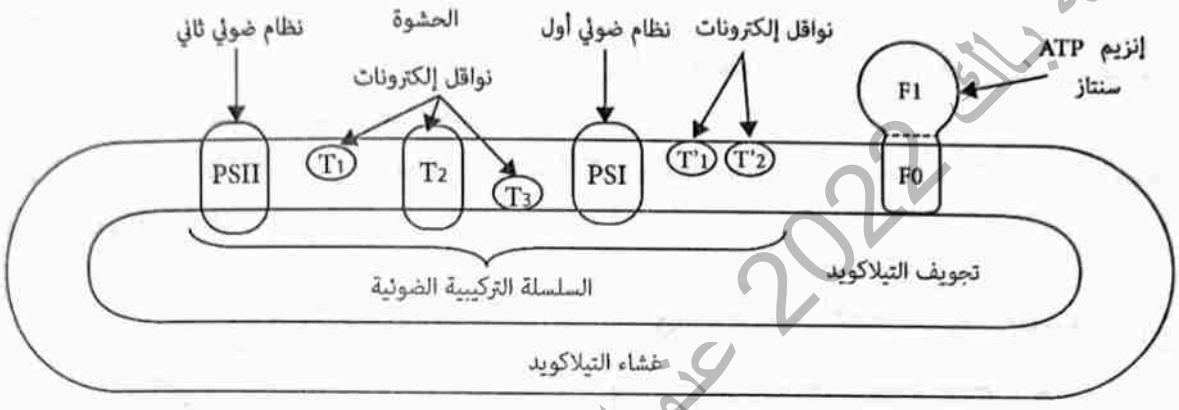
1-2- تركيب الصانعة الخضراء

أ- الحشوة

تحتوي على مواد أيضية وسيطة لتركيب الجزيئات العضوية، مرافقات إنزيمية وعدة إنزيمات أهمها الريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز (Rubisco).

ب- الثيلاكويد (الكييس)

يتركب غشاء الكييس (التيلاكويد) من طبقة فوسفوليبيدية مضاعفة تحتوي على نظامين ضوئيين PSI وPSII، خمسة نواقل للإلكترونات (T_1، T_2، T_3، T'_1، T'_2)، الإنزيم NADP ريدوكتاز والإنزيم ATP سنتاز. التركيب الكيموحيوي لكل من التيلاكويد والحشوة مختلف، وبالتالي لكل منهما دور مختلف في عملية التركيب الضوئي.



رسم تخطيطي يوضح بنية التيلاكويد

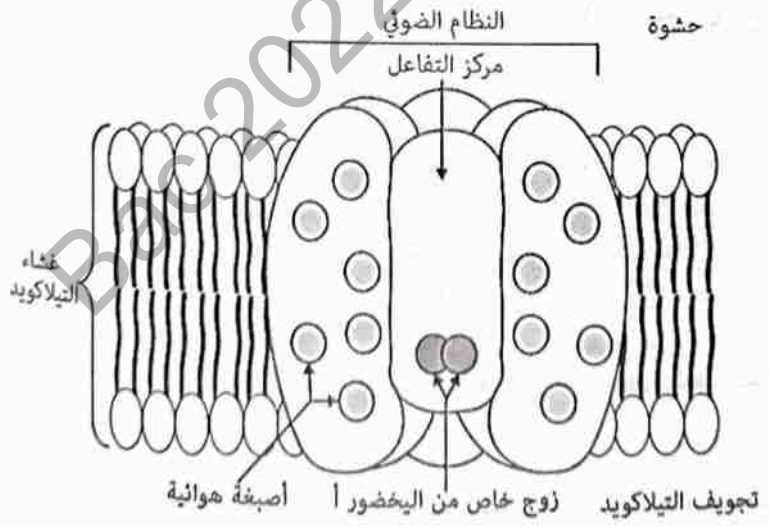
معلومة مفيدة

الصانعات الخضراء المعرضة للضوء تحتوي على حبيبات النشاء، والغير معرضة للضوء لا تحتويها. ونكشف عن النشاء باستعمال الكاشف ماء اليود الذي يلونه بالأزرق البنفسجي.

النظام ضوئي

بنية النظام الضوئي

يوجد النظام الضوئي في غشاء الكييس، وهو معقد بروتيني يحتوي على عدد كبير من أصبغة التركيب الضوئي (اليخضور وأشباه الجزرين). الجزء الأكبر منها يشكل أصبغة هوائية، وزوج خاص من اليخضور أ يشكل مركز التفاعل.



رسم تخطيطي يوضح بنية النظام الضوئي

Bac 2022 عون الأستاذ

أصبغة التركيب الضوئي

تتمثل أصبغة التركيب الضوئي في اليخضور أ، اليخضور ب وأشباه الجزرين. هذه الأصبغة لها نفس الدور ويتمثل في امتصاص الفوتونات الضوئية، ولكن نتكلم غالبا عن اليخضور لأنه يمثل النسبة الأكبر. الجدول التالي يوضح أنواع أصبغة اليخضور:

التسمية	نوع الصبغة	عدد الجزيئات في النظام الضوئي	الرمز المستعمل
أصبغة هوائية	يخضور أ يخضور ب	مئات	P1.P2.P3...Pn
	أشباه الجزرين (أصبغة مساعدة)	عشرات	
أصبغة مركز التفاعل	يخضور أ	2 فقط	P_{680} في PSII P_{700} في PSI

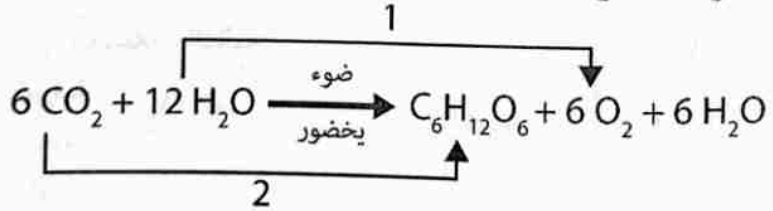
معلومات مفيدة

- الصيغة العامة لليخضور أ ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)، واليخضور ب ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$).
- تسمى الصبغة المركزية P_{680} وP_{700} نسبة لطول الموجة التي تسمح بتهيجها.
- تسمى بصبغة، لأنها قادرة على امتصاص الضوء.
- أوراق الأشجار خضراء، لأن جزيئة اليخضور تمتص كل أطياف الضوء، وتعكس الطيف الأخضر.
- عدم امتصاص صبغة اليخضور للطيف الأخضر يعود لتركيبها الكيميائي. فكل جزيئة تمتص فوتونات لطول موجة معينة فقط (الفوتونات تختلف).
- كل طيف يتركب من فوتونات تحمل كمية مختلفة من الطاقة، بحيث كلما قل طول الموجة زادت طاقة الفوتون.

2- مراحل التركيب الضوئي

تتم عملية التركيب الضوئي وفق مرحلتين:

- مرحلة كيموضوئية مقرها غشاء التيلاكويد، تشترط وجود الضوء ويتم فيها أكسدة الماء وطرح الـ O_2.
- مرحلة كيموحيوية مقرها الحشوة، لا تشترط الضوء ويتم فيها إرجاع الـ CO_2.



$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O$$

بالاعتماد على المبدأ "التركيب الكيموحيوي يحدد الوظيفة" يمكن تحديد مقر مرحلتي التركيب الضوئي في الصانعة الخضراء بحيث:

Bac 2022 صفحة بناك عنوانا النجاح 2022

- **المرحلة الكيموضوئية:** يحتوي غشاء التيلاكويد على أنظمة ضوئية بها جزيئات اليخضور القادرة على اقتناص الفوتونات الضوئية. كما يحتوي على نواقل تنقل الإلكترونات خلال تفاعلات الأكسدة، هذا دليل على أنه مقر تفاعلات أكسدة (مرحلة كيموضوئية).

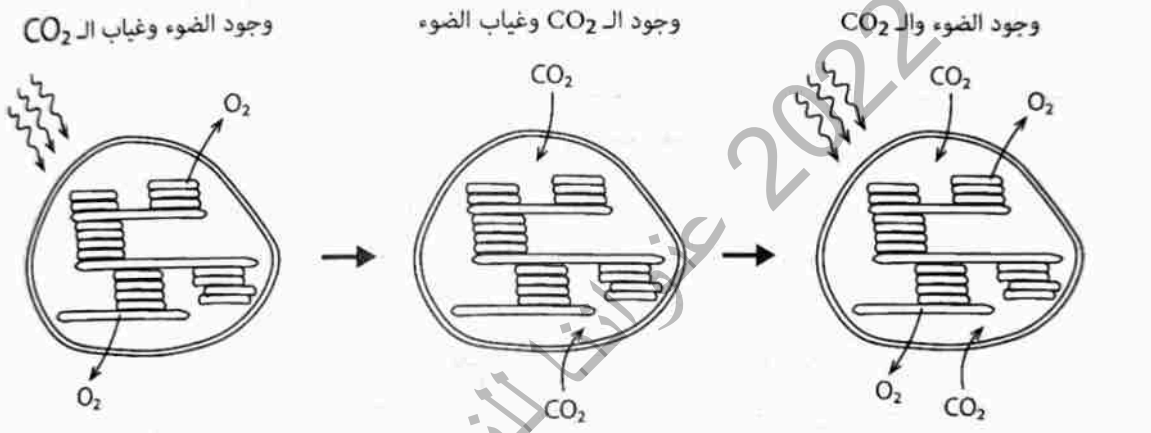
- **المرحلة الكيموحيوية:** تحتوي الحشوة على مواد الأيض الوسيطة لتركيب المواد العضوية: نواقل البروتونات والـ ATP وعدد من الإنزيمات كـ Rubisco، هذا دليل على أنها مقر تفاعلات إرجاع (مرحلة كيموحيوية).

تجربة تظهر أن عملية التركيب الضوئي تتم في مرحلتين.

تم تعريض معلق للصانعات الخضراء للضوء في شروط تجريبية مناسبة في غياب الـ CO_2 فلوحظ انطلاق الـ O_2 لفترة قصيرة ثم يتوقف.

عند وضع المعلق السابق في الظلام وإمداده بالـ CO_2 لوحظ تثبيت الـ CO_2 وتركيب للسكر لفترة قصيرة.

عند وضع المعلق في الضوء والـ CO_2 يلاحظ انطلاق الـ O_2 وتثبيت الـ CO_2 بصورة مستمرة.



الاستنتاج

تحدث عملية التركيب في مرحلتين، مرحلة أولى تشترط توفر الضوء وينتج عنها انطلاق الـ O_2 تدعى بالمرحلة الكيموضوئية. ومرحلة موالية لا تشترط الضوء، يتم فيها تثبيت الـ CO_2 وتركيب السكر تسمى المرحلة الكيموحيوية.

2-1- تفاعلات المرحلة الكيموضوئية

تتلخص هذه المرحلة في التفاعلات التالية:

- أكسدة الأنظمة الضوئية.
- الأكسدة الضوئية للماء.
- إرجاع مستقبل الإلكترونات.
- الفسفرة الضوئية.

أ- أكسدة الأنظمة الضوئية

تستقبل صبغة هوائية فوتونا ضوئيا فتهيج وينتقل إلكترون أحد ذراتها من مدار داخلي (مدار أصلي) إلى مدار خارجي. يعود الإلكترون إلى مداره الأصلي فتتحرر منه الطاقة المكتسبة وتنتقل إلى صبغة هوائية

Bac 2022 عزيزنا النجاح في 2022

مجاورة فتهيجها وهكذا... تصل الطاقة إلى صبغة مركز التفاعل فتتهيج بدورها وتحرر إلكترونا غنيا بالطاقة، ويتأكسد النظام الضوئي.

- تلتقط الأصبغة الهوائية الفوتونات الضوئية وتنقل طاقتها لأصبغة مركز التفاعل.
- أصبغة مركز التفاعل تتجمع فيها الطاقة الملتقطة من مختلف الجزيئات الهوائية وتتأكسد محررة إلكترونا غنيا بالطاقة.

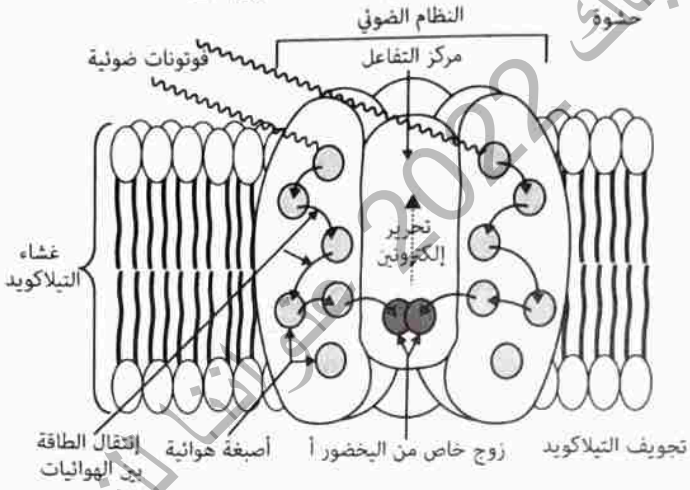
إذن، يقتنص النظام الضوئي الطاقة الضوئية ويتأكسد ويحرر إلكترونين غنيين بالطاقة.

- معادلة أكسدة الـ PSII:

$$2P_{680}^{*} \rightarrow 2P_{680}^{+} + 2\acute{e}$$

- معادلة أكسدة الـ PSI:

$$2P_{700}^{*} \rightarrow 2P_{700}^{+} + 2\acute{e}$$

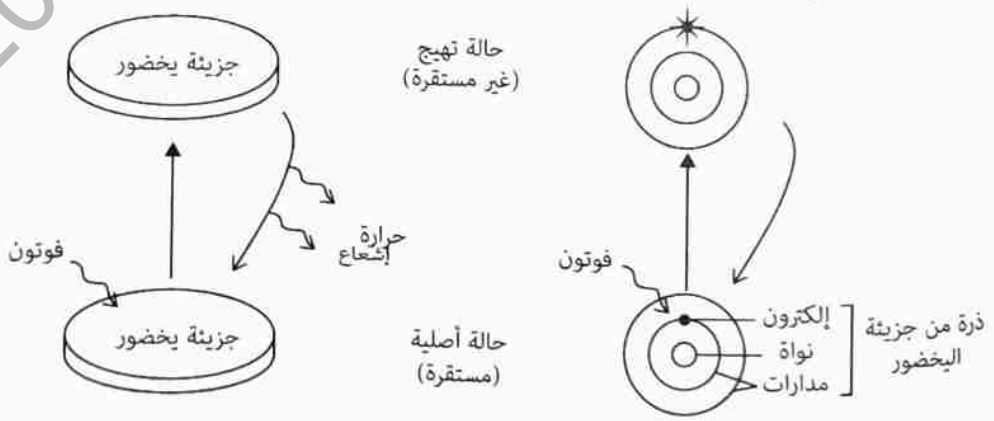


رسم تخطيطي يوضح أكسدة النظام الضوئي

تجربة التفلور تظهر امتصاص اليخضور للفوتونات الضوئية.

نعرض وعاءا زجاجيا يحتوي على محلول اليخضور الخام لضوء أبيض.

عند مشاهدة الوعاء من الجانب بالعين المجردة، يظهر المحلول بلون أحمر، يسمى هذا بظاهرة الاستشعاع.



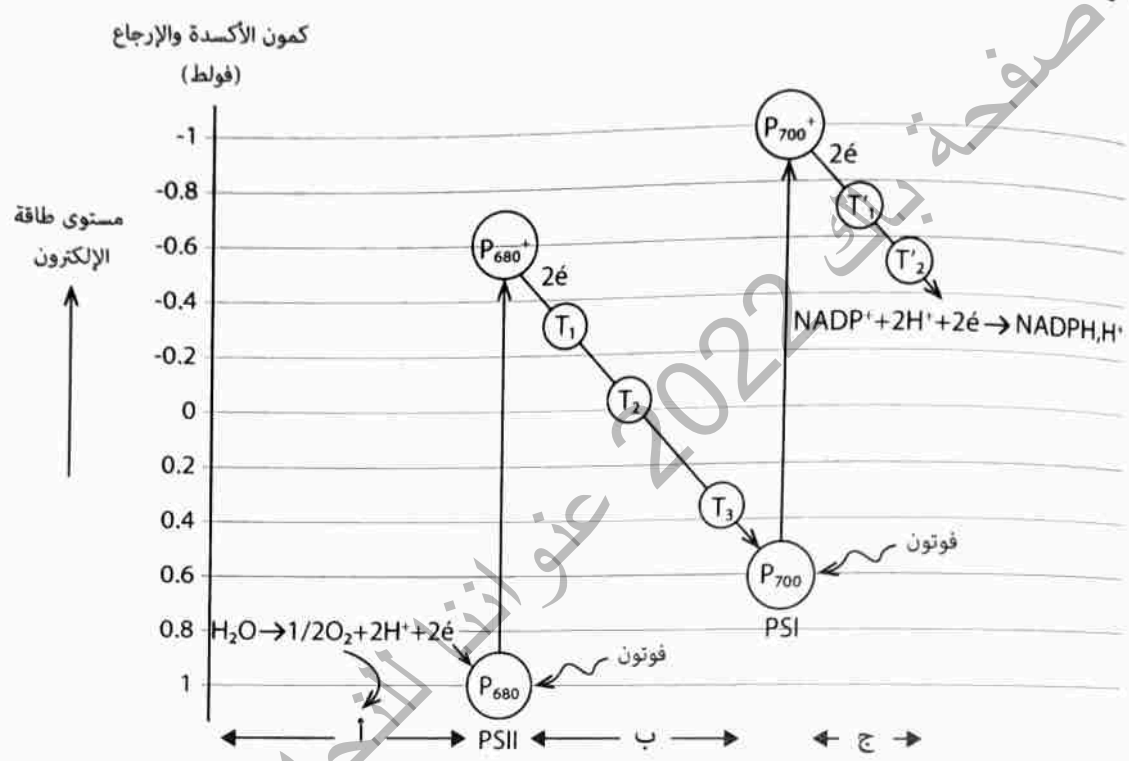
التفسير

تمتص جزيئة اليخضور فوتونا ضوئيا، فينتقل إلكترون أحد ذراتها من مداره الأصلي إلى مدار ذو مستوى

Bac 2022 صفحة بناء على برنامج 2022

ج- **من الـ PSI إلى الـ $NADP^+$:** يقتنص الـ PSI الفوتونات الضوئية فيتغير كمون أكسدته وإرجاعه من (0.6 فولط) إلى (- 1 فولط) ويتأكسد مُحرِرًا إلكترونين ينتقلان تلقائيا حسب كمون أكسدة وإرجاع متزايد في الناقلين T'_1, T'_2، ويستقبلهما في الأخير الـ $NAADP^+$ ذو كمون الأكسدة والإرجاع (- 0.4 فولط).

يوضح الرسم التخطيطي الموالي انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية وارجاع مستقبل الإلكترونات.



مخطط يوضح آلية انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية

Bac 2022 صفحة بنك عنوانك للنجاح

طاقوي أعلى، وتصبح جزيئة اليخضور في حالة تهيج. بعد زمن قصير جدا، يعود الإلكترون تلقائيا إلى مداره الأصلي، فيحرر الطاقة المكتسبة على شكل إشعاع أحمر وحرارة، وتعود جزيئة اليخضور إلى حالة الاستقرار.

ب- الأكسدة الضوئية للماء

بعد أكسدة الأنظمة الضوئية في وجود الضوء، يتأكسد الماء وفق المعادلة:

$H_2O \rightarrow 2H^+ + 2é + ½\ O_2$

جزيئة الماء هي المصدر الأول للإلكترونات والـ O_2 المنطلق.

تنتقل الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء في السلسلة التركيبية الضوئية ويستقبلها في الأخير مستقبل للإلكترونات على الترتيب التالي:

- **مصير إلكترونات أكسدة الماء:** تُرجِع النظام الضوئي الثاني PSII المؤكسد ضوئيا ليسترجع قابلية التنبيه من جديد.

$$H_2O \longrightarrow 2H^+ + (2é) + 1/2\ O_2$$
$$2P^*_{680} + 2é \longrightarrow 2P$$

- **مصير إلكترونات الـ PSII:** تنتقل إلى T_1 ثم T_2 ثم T_3 وتُرجِع النظام الضوئي الأول PSI المؤكسد ضوئيا، ليسترجع قابلية التنبيه من جديد.

$$2P_{680}{}^* \longrightarrow 2P_{680}{}^+ + (2é)$$
$$2P_{700}{}^+ + 2é \longrightarrow 2P_{700}$$

- **مصير إلكترونات الـ PSI:** تنتقل إلى T'_1 ثم T'_2 وتُرجِع المستقبل الأخير للإلكترونات $NADP^+$.

$$2P_{700}{}^* \longrightarrow 2P_{700}{}^+ + (2é)$$
$$NADP^+ + 2H^+ + 2é \longrightarrow NADPH,H^+$$

ج- إرجاع مستقبل الإلكترونات

في وجود الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء وتوفر البروتونات، يقوم الإنزيم NADP ريدوكتاز بإرجاع مستقبل الإلكترونات $NADP^+$ في الحشوة وفق المعادلة:

$NADP^+ + 2é + 2H^+ \rightarrow NADPH,H^+$

تنتقل الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء تلقائيا إلى المستقبل الأخير للإلكترونات $NADP^+$ عبر السلسلة التركيبية الضوئية من كمون الأكسدة الإرجاعية المنخفض إلى كمون الأكسدة الإرجاعية المرتفع، بحيث:

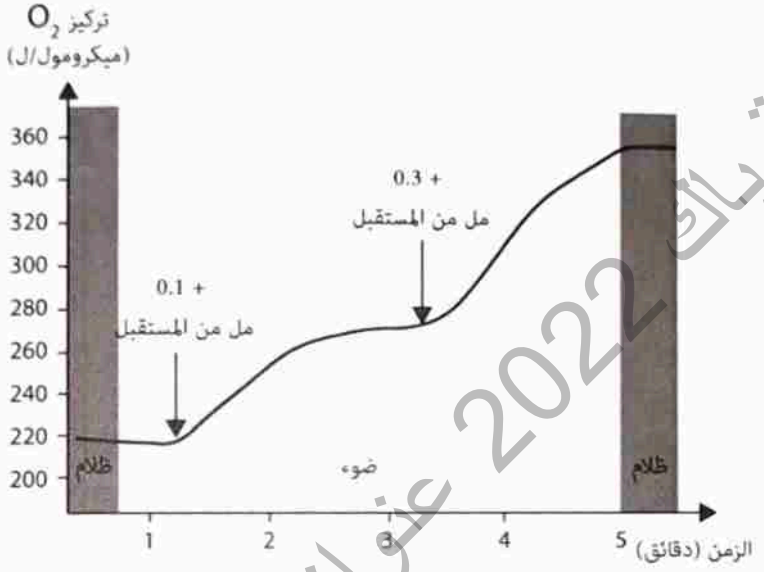
أ- **من الـ H_2O إلى الـ PSII:** تحدث أكسدة ضوئية لجزيء الماء وينتج عنه إلكترونين ينتقلان إلى الـ PSII تلقائيا من كمون أكسدة وإرجاع منخفض (0.8 فولط) إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع (1 فولط).

ب- **من الـ PSII إلى الـ PSI:** يقتنص الـ PSII الفوتونات الضوئية فيتغير كمون أكسدته وإرجاعه من (1 فولط) إلى (-0.6 فولط) فيتأكسد ويُحرِر إلكترونين ينتقلان تلقائيا في نواقل متزايدة كمون الأكسدة والإرجاع T_1، T_2، T_3 وتُرجِع الـ PSI^+ ذو كمون الأكسدة والإرجاع (0.6 فولط).

Bac 2022 عفوا ليك النجاح 2022 باك

تجربة هيل تظهر شروط انطلاق الـ O_2 (عمل التيلاكويد، المرحلة الكيموضوئية)

تم تحضير معلق من التيلاكويدات المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ضوء وظلام). حيث أُضيف للوسط الكاشف فيروسيانور البوتاسيوم $K_3Fe(CN)_6$ بتركيز(0.1 مل) ثم (0.3 مل) الذي يقوم بدور مستقبل اصطناعي للإلكترونات وذلك في فترة الإضاءة. لوحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط من بني محمر (حالة مؤكسَدة) إلى أخضر (حالة مرجَعة). نتائج التجربة المدعمة بالحاسوب ممثلة في الوثيقة التالية:



التحليل

يمثل المنحنى البياني تغيرات تركيز الـ O_2 في الظلام وفي الضوء بدلالة الزمن بالدقائق.

- في الظلام: تركيز ثنائي الأكسجين في الوسط ضعيف وثابت عند 220 ميكرومول / ل ويستمر الثبات في وجود الضوء.
- في وجود الضوء وبعد إضافة 0.1 مل من المستقبل، يرتفع تركيز ثنائي الأكسجين تدريجيا حتى يبلغ حوالي 270 ميكرومول / ل ثم يستقر.
- في وجود الضوء وبعد إضافة 0.3 مل، يرتفع تركيز ثنائي الأكسجين حتى يبلغ 360 ميكرومول / ل ثم يثبت في الظلام.

نستنتج أن شروط انطلاق الـ O_2هي توفر الضوء ومستقبل للإلكترونات.

معلومات مفيدة

تفاعلات المرحلة الكيموضوئية مرتبطة من أكسدة الـ H_2O إلى إرجاع $NADP^+$ وتركيب ATP، وتوقف أي تفاعل منها يؤدي إلى توقف المرحلة. أي لا يتأكسد الـ H_2O ضوئيا إلا إذا تأكسد الـ PSII قبله، ولا يتأكسد الـ PSII إلا إذا تأكسد الـ PSI قبله، ولا يتأكسد الـ PSI إلا إذا توفر مستقبل الإلكترونات.

مثال: تثبيط أحد نواقل الإلكترونات بمادة كيميائية يؤدي إلى توقف المرحلة: توقف أكسدة الأنظمة الضوئية، توقف أكسدة الـ H_2O، توقف انطلاق الـ O_2، توقف إرجاع مستقبل الالكترونات، توقف تركيب ATP...

- **طبيعيا**: مستقبل الإلكترونات هو $NADP^+$.

صفحة بالك Bac 2022 عنوانا النجاح 2022

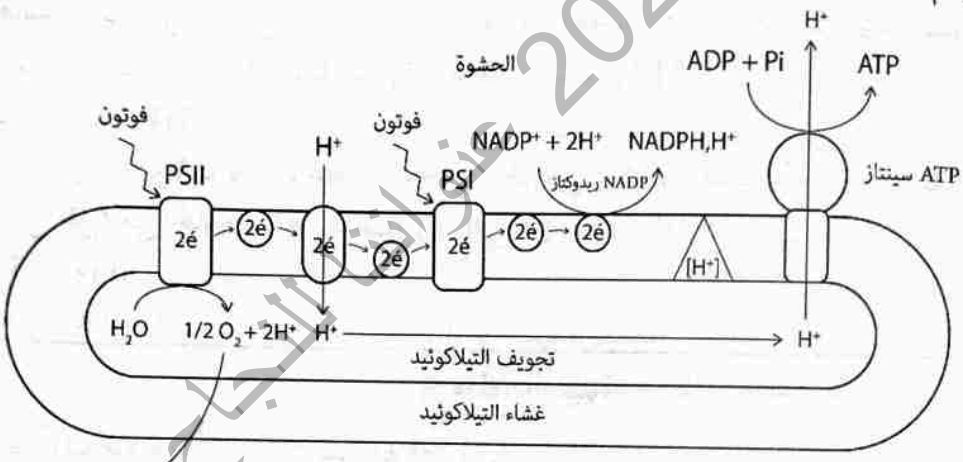
- تجريبيا: نعوض $NADP^+$ بمستقبل اصطناعي مثل فيروسيانور البوتاسيوم $K_3Fe(CN)_6$.
وبالتالي معادلة الارجاع تختلف وتصبح: $4Fe^{+3} + 4é \rightarrow 4Fe^{+2}$.
- NADP: نيكوتين أميد ثنائي نكليوتيد فوسفات، يسمى كذلك ناقل البروتونات أو مرافق الإنزيم.
نواقل الإلكترونات عبارة عن الجزيئات التالية: الناقل T_1: بلاستوكينون (PG)، الناقل T_2: سيتوكروم bf (bf Cyt)، الناقل T_3: بلاستوسيانين (PC).

د- الفسفرة الضوئية

يتأكسد الماء ضوئيا وتتراكم البروتونات الناتجة في تجويف الكيس. وعندما يستقبل الناقل T_2 الإلكترون أثناء انتقاله في سلسلة الأكسدة الإرجاعية، فإنه يستعمل طاقته لضخ البروتونات كذلك من الحشوة إلى التجويف. يصبح تركيز البروتونات في التجويف أكبر من الحشوة فتنتشر عبر قناة في الإنزيم ATP سنتاز لتعديل الفرق في التركيز. تسمح الطاقة المتحررة من خروج البروتونات بفسفرة الـ ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) وفق المعادلة:

$$ADP + Pi \rightarrow ATP + H_2O$$

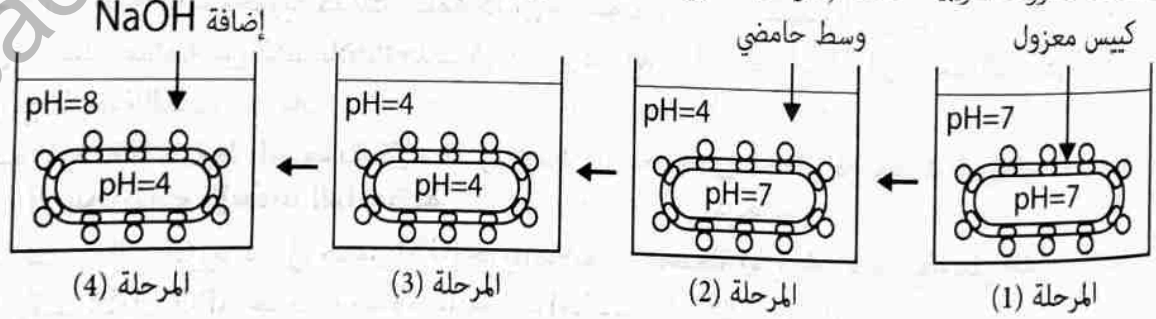
يلخص الرسم التخطيطي التالي أهم تفاعلات المرحلة الكيموضوئية.



رسم تخطيطي يمثل المرحلة الكيموضوئية

تجربة ياغندوف تظهر تركيب الـ ATP على مستوى الكييس

من أجل معرفة كيفية تشكيل الـ ATP في مستوى الصانعات الخضراء، تم عزل تيلاكويدات بتقنية خاصة أخضعت لشروط تجريبية مختلفة (تجربة ياغندورف تعتمد على النظرية الكيمو أسموزية لميتشل).



تبين كيفية تشكيل الـ ATP اعتمادا على نتائج تجربة ياغندورف

Bac 2022 عنوانة النجاح

- **المركب الثالث:** PGal فوسفو غليسر ألدهيد (سكر ثلاثي الكربون TP).
- **المركب الرابع:** HP هكسوز (سكر سداسي HP).
- **المركب الخامس:** RuDip ريبولوز ثنائي الفوسفات (مركب خماسي الكربون C_5).

يكشف عن ظهور هذه المركبات بتقنية التسجيل اللوني (الكروماتوغرافيا).

معلومة مفيدة

كروماتوغرافيا (التسجيل اللوني)

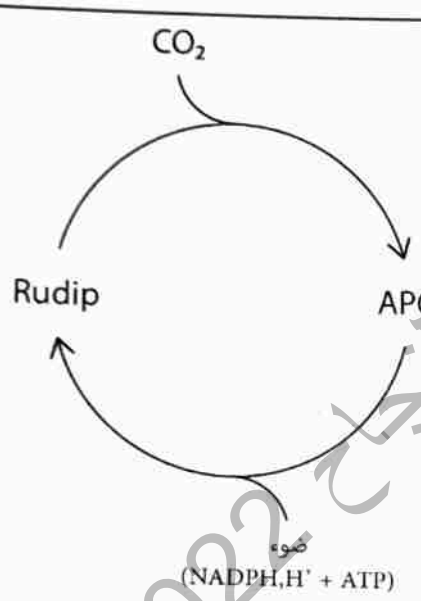
نضع كمية من الخليط المراد فصل مكوناته على ورق خاص، ونضع الورق شاقوليا في وعاء يحتوي على مذيب عضوي. ينتقل المذيب في الورق بالخاصية الشعرية (يتبلل)، وينقل معه عناصر الخليط بمسافات مختلفة عن البقعة الأصلية حسب وزنها الجزيئي.

نكشف عن المركبات المفصولة بطريقتين: إما بمطابقتها (مقارنتها) بنتائج سابقة معلومة، أو نستعمل الكواشف اللونية.

مبدأ التقنية: هجرة مكونات الخليط حسب وزنها الجزيئي.

استعمال التقنية: تستعمل لفصل مكونات المحلول (الخليط).

ب- العلاقة بين الـ APG والـ RuDP



- في وجود الضوء والـ CO_2: يتجدد كل من الـ APG والـ RuDP باستمرار، أي يتحولان إلى بعضهما بشكل حلقي وهو ما يسمى بالثبات الديناميكي.
- في وجود الـ CO_2 فقط: يتشكل الـ APG انطلاقا من الـ RuDP، فيتراكم الـ APG ويستهلك الـ RuDP.
- في وجود الضوء فقط: يحدث العكس، يتجدد الـRuDP انطلاقامن الـ APG، فيتراكم الـRuDP ويستهلك الـAPG.

تجربة كالفن تظهر تثبيت الـ CO_2 ونوع وتسلسل الجزيئات الأيضية الوسطية المدمج فيها خلال عملية التركيب الضوئي.

قام كالفن ومساعدوه بوضع معلق أشنة خضراء (الكلوريلا) في وعاء شفاف معرض للضوء يسمح للأشنة بالقيام بعملية التركيب الضوئي ومزود بـ CO_2 عادي وذلك تحت شروط ثابتة من الحرارة والضوء.
باستعمال مضخة يتم ضخ كميات من المعلق عبر أنبوب نحو وعاء ثاني به ميثانول مغلي. يحقن المعلق بـ $^{14}CO_2$ المشع، يمكن التحكم في مدة تعريض الأشنة لغاز $^{14}CO_2$ المشع في فترات تمتد من ثانية واحدة إلى عدة دقائق. التجربة موضحة بواسطة الرسم التخطيطي التالي:

صفحة من كتاب عولنا النجاح Bac 2022

التجربة: تم وضع كيبسات تيلاكوئيد في الظلام وفي وسط ذو pH محدد يحتوي على ADP و Pi بحيث:

المرحلة الأولى: عندما يكون الوسطين الداخلي والخارجي للكيبس متساويين من حيث تركيز البروتونات (تساوي الـ pH) لا يحدث تركيب الـ ATP، يدل على أن الفارق في تركيز البروتونات بين الوسطين ضروري لتركيب الـ ATP.

المرحلة الثانية: تركيز البروتونات الخارجي أكبر من الداخلي (pH الوسط الخارجي أقل من pH الوسط الداخلي) عند إضافة الحمض للوسط الخارجي لا يحدث تركيب الـ ATP، يدل ذلك على أن تدفق البروتونات من الوسط الخارجي إلى الوسط الداخلي للكيبس لا يركب الـ ATP.

المرحلة الثالثة: تساوي تركيز البروتونات بين الوسطين نتيجة دخولها بظاهرة الميز من الوسط الخارجي للوسط الداخلي وفي هذه المرحلة كذلك لا يتم تركيب الـ ATP.

المرحلة الرابعة: إضافة الـ NaOH للوسط الخارجي وخلق فارق في تركيز البروتونات بين الوسطين حيث تجويف الكيبس حامضي والوسط الخارجي قاعدي مثل الحالة الطبيعية في المرحلة الكيموضوئية يتم تشكيل الـ ATP، يدل على أنه من شروط تركيب الـ ATP التدفق الخارجي للبروتونات من تجويف الكيبس إلى الوسط.

المرحلة الخامسة: عند توفير نفس شروط المرحلة الرابعة مع تخريب الكريات المذنبة لا يتم تركيب الـ ATP، يدل ذلك على أن سلامة الكرية المذنبة شرط من شروط تركيب الـ ATP.

إذن يتطلب تركيب الـ ATP:

1- فرقا في تركيز البروتونات بين الوسطين الداخلي والخارجي للكيبس بحيث يكون تركيزها الداخلي أكبر (pH الداخلي أقل) من الخارجي كما يتطلب

2- توفر ADP و Pi.

3- سلامة الكرية المذنبة.

معلومة مفيدة

الكلمة كيموضوئية مركبة من كلمتين: كيميائية وضوئية.

كيميائية: يتم فيها إنتاج طاقة كيميائية (مخزنة في جزيئات الـ ATP).

ضوئية: تتطلب وجود الضوء، أو يتم فيها اقتناص الطاقة الضوئية.

- يتم إنتاج طاقة على شكل ATP عند انتقال الإلكترونات عبر الناقل T2.

2-2- المرحلة الكيموحيوية

تسمى المرحلة الكيموحيوية كذلك بحلقة كالفن وبنسون أو مرحلة تثبيت الكربون.

هي سلسلة مغلقة من التفاعلات تحدث في الحشوة، يتم فيها تثبيت الـ CO_2 وتركيب الغلوكوز باستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية.

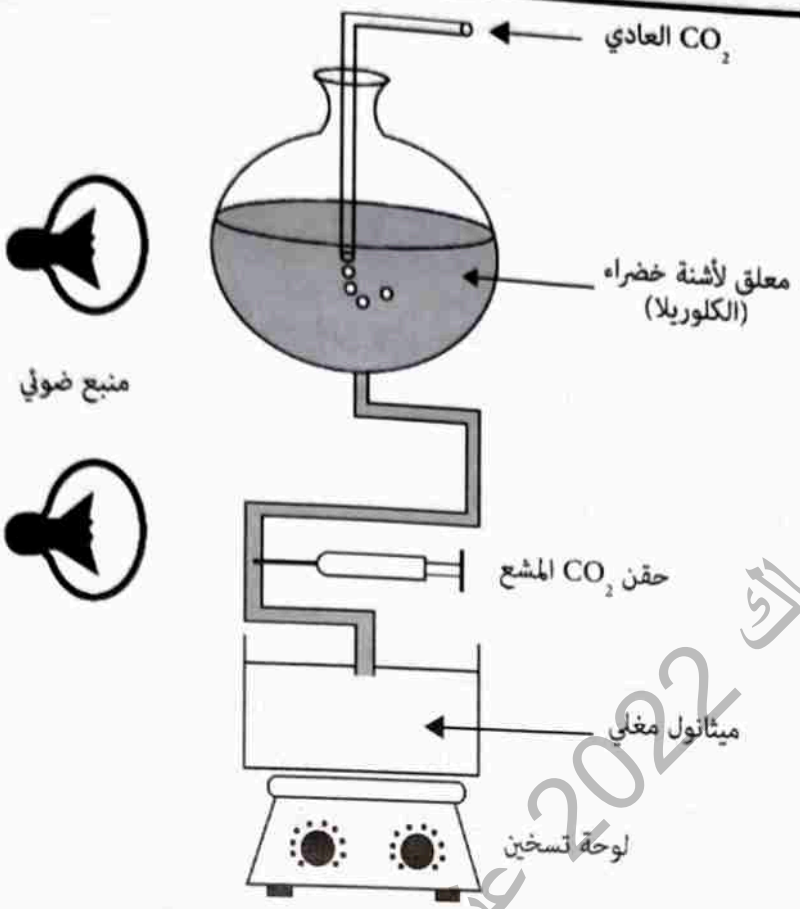
هذه المرحلة لا تشترط الضوء بشكل مباشر، ويمكن أن تحدث في الظلام إذا توفرت شروطها تجريبيا.

أ- الجزيئات الأيضية المتشكلة

بعد تثبيت الـ CO_2، يدمج في خمس (05) جزيئات أيضية وسيطة (مركبات عضوية) على الترتيب التالي:

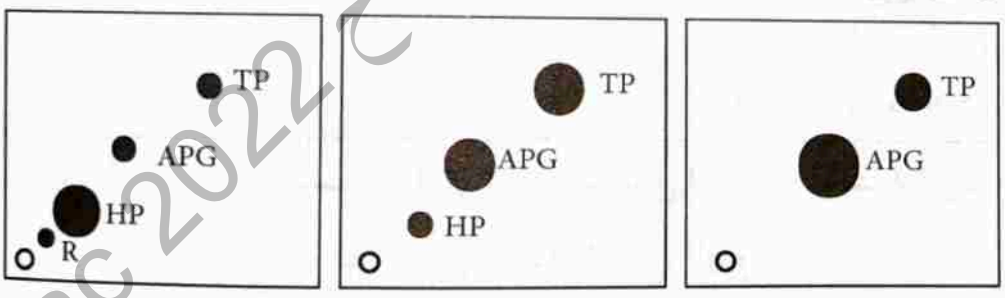
- **المركب الأول:** APG حمض فوسفو غليسريك (مركب ثلاثي الكربون C_3).
- **المركب الثاني:** ADPG حمض ثنائي فوسفو غليسريك (مركب ثلاثي الكربون C_3).

Bac 2022 عوانا للنجاح 2022



رسم تخطيطي مبسط للتركيب التجريبي المستعمل في التجربة

باستعمال تقنية خاصة تجمع بين التسجيل ذو البعدين والتصوير الإشعاعي الذاتي يتم التعرف على محتوى مستخلص الأشنة الذي يوضح تثبيت الـ $^{14}CO_2$ المشع ودمجه في مركبات عضوية وسطية مختلفة. النتائج موضحة في الوثيقة التالية:



O نقطة انطلاق	HP: سكر سداسي الكربون
APG: حمض فوسفوغليسيريك (مركب ثلاثي الكربون)	R : ريبيلوز (مركب خماسي الكربون)
TP: سكر ثلاثي الكربون	

- الهدف من استعمال $^{14}CO_2$ المشع: تتبع مصير الكربون في خلايا الأشنة بعد تثبيت الـ CO_2.
- الهدف من استقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلي: قتل الخلايا وتوقيف التفاعلات.
- فائدة استعمال التسجيل الكروماتوغرافي ذو البعدين: فصل مكونات المستخلص.

صفحة باك 2022 علوم الحياة
Bac 2022 علوم الحياة

- أول مركب يظهر فيه الإشعاع بعد إدماج الـ $^{14}CO_2$: الـ APG.
- يدل ظهور الإشعاع في مركبات أخرى إذا طالت التجربة: على تحول الـ APG إلى مركبات أخرى.
- مقر تفاعلات المرحلة الكيموحيوية (دمج الـ CO_2): الحشوة.
- شروط دمج غاز الـ CO_2: حدوث المرحلة الكيموضوئية.

خلاصة التجربة: الترتيب الزمني للجزيئات المتشكلة في المرحلة الكيموحيوية: APG ثم TP ثم R ثم HP

حيث:

TP: سكر ثلاثي (تريوز)، HP: سكر سداسي (هكسوز)، R (RudiP): ريبيلوز ثنائي الفوسفات.

تجربة تظهر دمج الـ CO_2 والعلاقة بين الـ APG والـ RudiP

قصد التعرف على تسلسل التفاعلات دمج الـ CO_2 على مستوى الحشوة، تم إجراء تحليل مقارن للمركبات التي يظهر فيها الإشعاع والتي تعبر عن دمج الـ CO_2 مثل الـ RudiP، APG والسكريات السداسية وذلك في شروط تجريبية معينة.

تم في التجربة وضع معلق لأشنة خضراء أحادية الخلية في الضوء وتم تزويده بـ $^{14}CO_2$ مشع بتركيز 1 %.

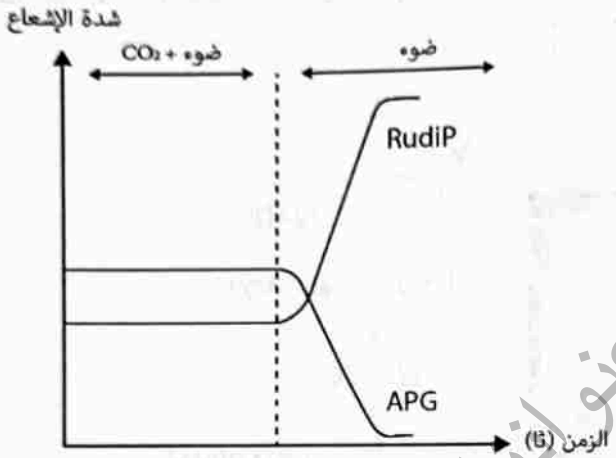
بعد فترة زمنية (10 دقائق) يحول المعلق إلى وسط خال من الـ CO_2 ثم تقاس شدة الإشعاع في مركبين عضويين هما الـ APG والـ RudiP.

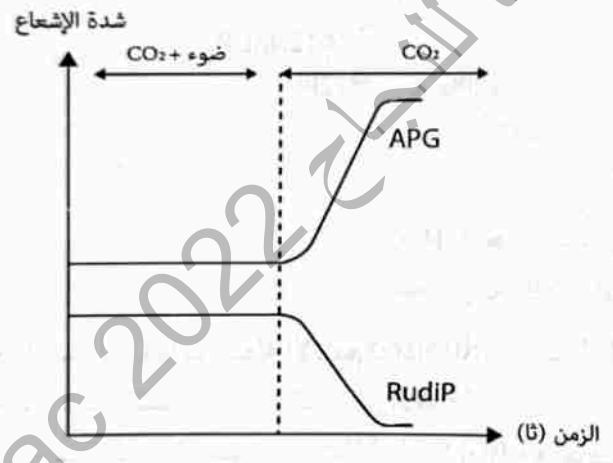
نتائج التجربة موضحة في المنحنيين المقابلين.

في تجربة ثانية تم تزويد معلق لأشنة خضراء أحادية الخلية بـ $^{14}CO_2$ مشع مع الحفاظ على تركيزه في الوسط ثابتا خلال مدة التجربة.

يعرض المعلق للضوء لمدة 30 دقيقة ثم يوضع في الظلام. تقاس بعد ذلك شدة الإشعاع في كل من الـ APG ، RudiP وفي السكريات السداسية (الهكسوزات).

نتائج التجربة موضحة في المنحنيين المقابلين.





تغير تركيز الـ APG والـ RudiP في وجود الضوء والـ CO2

التحليل والتفسير:

نلاحظ أنه:

- في وجود الضوء و الـ CO_2: تركيز كل من الـ RudiP والـ APG ثابت.
- في وجود الضوء فقط: تتناقص كمية الـ APG، وتتزايد كمية الـ RudiP.
- في وجود الـ CO_2 فقط: يحدث العكس، تتناقص كمية الـ APG، وتتزايد كمية الـ RudiP.

صفحة بيانا عنوانا للنجاح Bac 2022

معلومة مفيدة

- في جزيئة الغلوكوز المتشكلة خلال حلقة كالفن، مصدر الكربون والأكسجين هو الـ CO_2. ومصدر الهيدروجين هو أكسدة الناقل $NADPH,H^+$، والذي اكتسبها من أكسدة الـ H_2O في المرحلة السابقة.
- الـ Rubisco أو ريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز، هو الإنزيم الأكثر وفرة في العالم الحي.
- السكريات الناتجة عن حلقة كالفن تنتقل في النسغ الكامل وتستعمل من طرف النبات، أو تخزن على شكل معقد في أعضاء التخزين.
- النشاء بالنسبة للخلية النباتية مثل الغليكوجين للخلية الحيوانية، كلاهما شكل معقد لتخزين الغلوكوز.
- المرحلة الكيموحيوية تبدأ بعد المرحلة الكيموضوئية وتتوقف بعدها. ولكن إذا تم تخزين كمية كبيرة من نواتج المرحلة الكيموضوئية في النهار، سيستمر حدوث حلقة كالفن لفترة في الليل.

3- حصيلة التركيب الضوئي

حصيلة المرحلة الكيموضوئية

الأكسدة الضوئية للـ H_2O

$$2\ H_2O \rightarrow 4\ H^+ + O_2 + 4\ é$$

إرجاع مستقبل الإلكترونات

$$2\ NADP^+ + 4\ H^+ + 4\ é \rightarrow 2\ NADPH,H^+$$

تركيب الـ ATP

$$n\ ADP + n\ Pi \rightarrow n\ ATP$$

المعادلة الإجمالية

بجمع المعادلات الثلاث السابقة نحصل على المعادلة الإجمالية للمرحلة الكيموضوئية، نضرب الطرفين في 6 للجمع مع معادلة المرحلة الكيموحيوية (للموازنة):

$$12H_2O + 12\ NADP^+ + 18\ ADP + 18\ Pi \rightarrow 6\ O_2 + 12\ NADPH,H^+ + 18\ ATP$$

حصيلة المرحلة الكيموحيوية

$$6\ CO_2 + 12\ NADPH,H^+ + 18\ ATP \xrightarrow{\text{ضوء+يخضور}} C6H_{12}O_6 + 12\ NADP^+ + 18\ ADP + Pi + 6\ H_2O$$

الحصيلة الإجمالية

بجمع معادلة المرحلة الكيموضوئية مع معادلة المرحلة الكيموحيوية نتحصل على معادلة التركيب الضوئي:

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O \xrightarrow{\text{ضوء+يخضور}} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$$

الخلاصة

التركيب الضوئي ظاهرة حيوية تحدث في الصانعة الخضراء، تبدأ بامتصاص اليخضور للضوء وتنتهي بتركيب الغلوكوز، تقسم إلى مرحلتين:

مرحلة كيموضوئية: مقرها غشاء التيلاكويد، يتم فيها امتصاص الطاقة الضوئية لإنتاج ATP و$NADPH,H^+$.

مرحلة كيموحيوية: مقرها الحشوة، يتم فيها دمج الـ CO_2 في الجزيئات العضوية الموجودة في الحشوة لتركيب السكريات، وذلك باستعمال نواتج المرحلة السابقة.

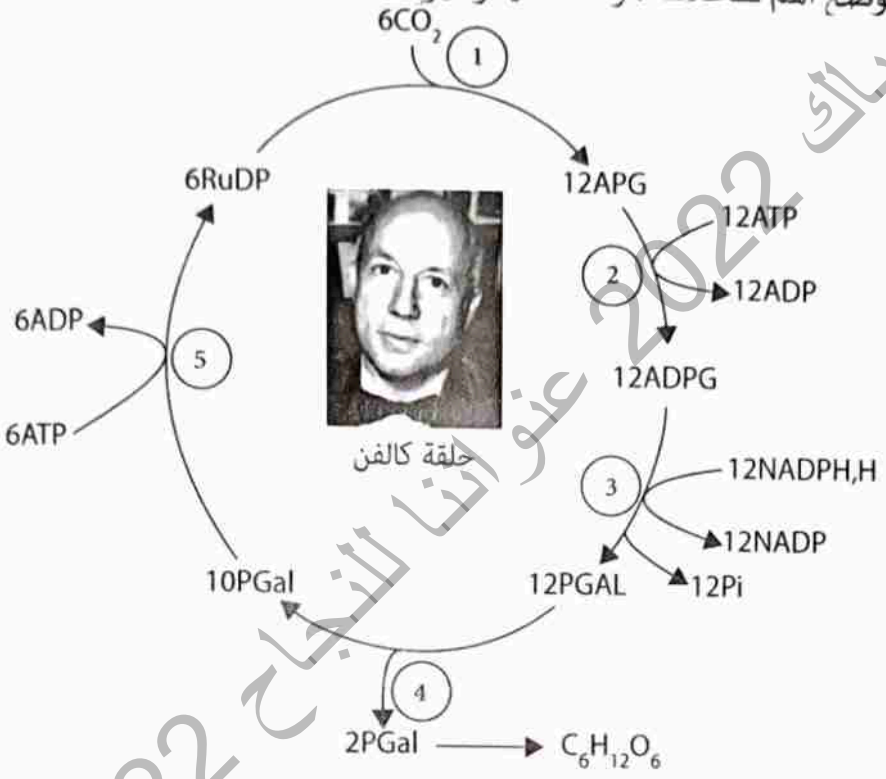
Bac 2022 عنوانك للنجاح صفحة بيداغوجية

- في وجود الضوء والـ CO_2: يتجدد كل من APG وRudiP باستمرار، أي يتحولان إلى بعضهما بشكل حلقي وهو ما يسمى بالثبات الديناميكي.
- في وجود الـ CO_2 فقط: يتشكل APG انطلاقا من RudiP، فيتراكم APG ويستهلك RudiP.
- في وجود الضوء فقط: يحدث العكس، يتجدد RudiP انطلاقا من APG، فيتراكم RudiP ويستهلكAPG

نستنتج أنه يتركب كل من الـ APG والـ RudiP من بعضهما البعض بشكل حلقي، ويتطلب ذلك توفر الضوء (نواتج المرحلة الكيموضوئية) والـ CO_2.

ج- آلية المرحلة الكيموحيوية (حلقة كالفن)

المخطط التالي يوضح أهم تفاعلات المرحلة الكيموحيوية



مخطط يوضح تفاعلات المرحلة الكيموحيوية

1- تثبيت الـ CO_2: بواسطة الإنزيم Rubisco، يتثبت الـ CO_2 على الـ RudiP ويتشكل مركب سداسي الكربون غير مستقر ينشطر إلى جزيئتين من الـ APG.

2- فسفرة الـ APG: فسفرة الـ APG إلى ADPG مع إماهة ATP.

3- إرجاع الـ ADPG: إرجاع الـ ADPG إلى PGal مع أكسدة $NADPH.H^+$.

4- تركيب الغلوكوز: يستخدم جزء من الـ PGal في تركيب الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$.

5- تجديد الـ Rudip: يستخدم جزء آخر من الـ PGal في تجديد الـ RudiP.

3-2- العلاقة بين مرحلتي التركيب الضوئي

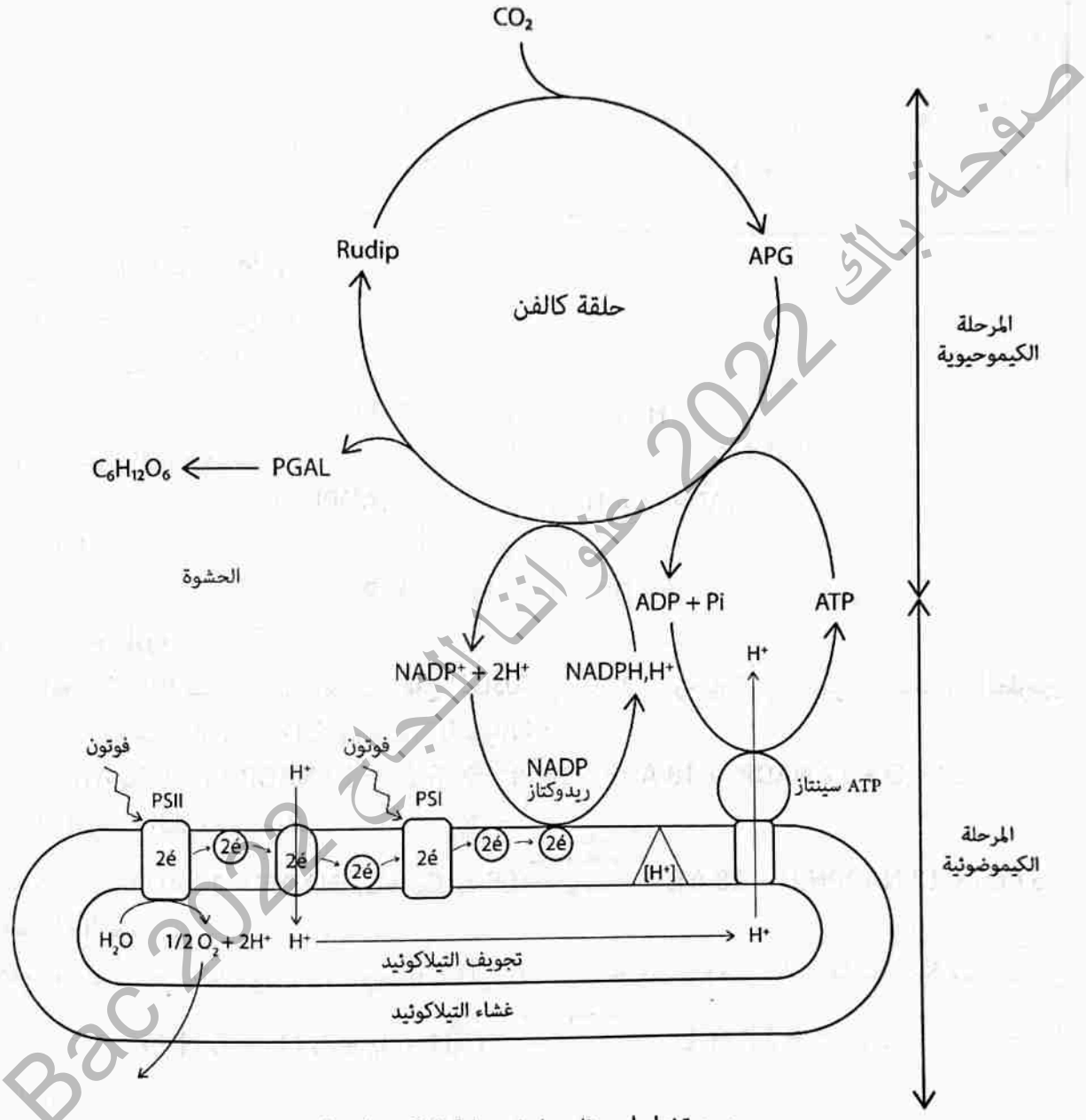
مرحلتي التركيب الضوئي مرتبطتين وتحدثان بشكل متواز:

- المرحلة الكيموضوئية تنتج العناصر الضرورية لحدوث المرحلة الكيموحيوية: ATP و$NADPH,H^+$.
- المرحلة الكيموحيوية تجدد العناصر اللازمة لحدوث المرحلة الكيموحيوية: ADP + Pi و$NADP^+$.

صفحة باك 2022 عنوانا للنجاح Bac 2022

التركيب الضوئي هوتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في الجزيئات العضوية.

III- المخطط التحصيلي



رسم تخطيطي يمثل مراحل عملية التركيب الضوئي

صفحة بباك 2022 عنوانا النجاح
Bac 2022

الوحدة 02: تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال

I- مفاهيم أساسية

التنفس والتخمر ظواهر حيوية تهدفان إلى تحويل الطاقة الكيميائية للمغذيات إلى طاقة داخلية قابلة للاستعمال من طرف الخلية (ATP).

التنفس ظاهرة يتم خلالها هدم كلي لمادة الأيض في الخلية، وتحويل للطاقة الكيميائية الكامنة في مادة الأيض إلى طاقة قابلة للاستعمال وحرارة.

تشترط عملية التنفس توفر الغلوكوز (ركيزة)، الـ O_2، الماء وإنزيمات تنفسية.

مظاهر التنفس هي امتصاص الـ O_2، طرح الـ CO_2، هدم مادة الأيض وتحرير طاقة على شكل ATP.

التخمر هو هدم جزئي لمادة الأيض، يتم خلاله تحويل جزئي للطاقة المخزنة في مادة الأيض إلى طاقة قابلة للاستعمال ضئيلة وحرارة.

إلى جانب العناصر المعدنية (الماء والـ CO_2) ينتج عن التخمر مواد عضوية تحتوي على طاقة.

معلومة مفيدة

التركيب الضوئي يميز الخلايا النباتية اليخضورية فقط، أما التنفس فتشترك فيه الخلايا النباتية والحيوانية.

Bac 2022 عوانتا للنجاح 2022

2-1- تركيب الميتوكوندري

يتركب الغشاء الداخلي من كمية قليلة من الدسم (20 %) وكمية كبيرة من البروتينات (80 %) تتمثل في نواقل الإلكترونات (T_2 وT_4)، نواقل الإلكترونات والبروتونات (T_1، T_3 وT_5). كما يحتوي على الإنزيم ATP سنتاز (إنزيم مركب للطاقة).

وتحتوي المادة الأساسية على الإنزيمات نازعات الكربوكسيل ونازعات الهيدروجين، المرافقات الإنزيمية (العوامل المساعدة) NAD^+ و FAD والـ ATP.

لكل من الغشاء الداخلي للميتوكوندري والمادة الأساسية وظيفة مختلفة (نوعية) في عملية التنفس وذلك لاختلاف تركيبهما الحيوي.

أما الغشاء الخارجي فتركيبه مماثل للغشاء الهيولي حيث يحتوي على بروتينات ودسم بنسب متماثلة (50%) وليس له دور في عملية التنفس.

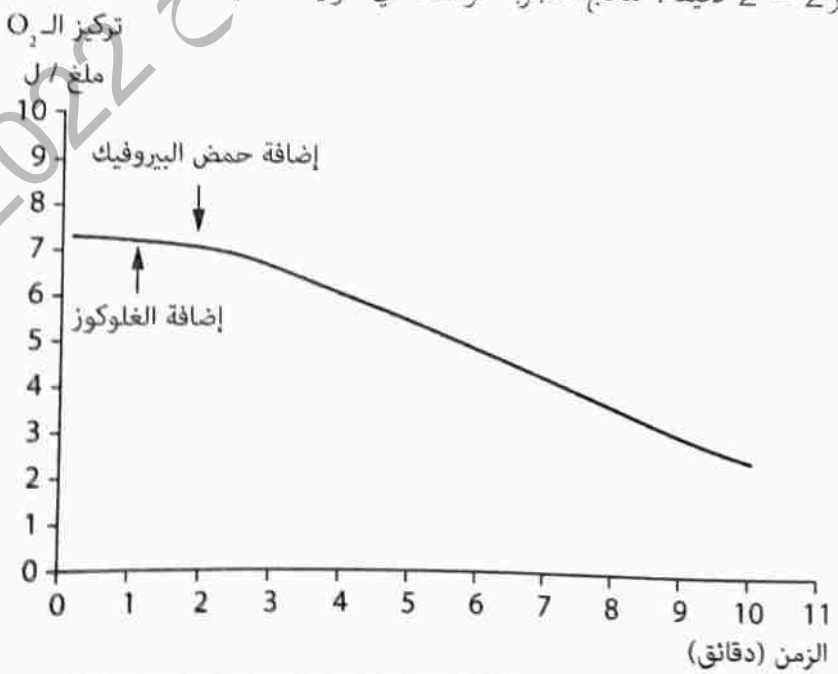
2- مراحل التنفس

يتم تفكيك مادة الأيض أثناء التنفس الخلوي (الأكسدة الخلوية) في مرحلتين:

- مرحلة أولى على مستوى الهيولى أين يتفكك الغلوكوز إلى حمض البيروفيك (تحلل سكري).
- مرحلة موالية على مستوى الميتوكوندري يتم فيها استمرار تفكك حمض البيروفيك (حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية).

تجربة تظهر مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري.

لغرض التعرف على مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري تم عزل ميتوكوندري من خلايا كبد الجرذ باستعمال تقنية الطرد المركزي فائق السرعة. تم وضع الميتوكوندري المعزولة في وعاء المفاعل الحيوي المغلق بإحكام والمحتوي على محلول منظم. تم قياس كمية الأكسجين داخل الوعاء عن طريق لاقط الأكسجين ضمن تركيب تجريبي مدعم بالحاسوب. تمت إضافة مواد أيض مختلفة عند الأزمنة ز1 = 1 دقيقة وز2 = 2 دقيقة. نتائج التجربة موضحة في الوثيقة التالية:



Bac 2022 عفوا لنا النجاح

II- جزء الدروس

التـنـفّـس

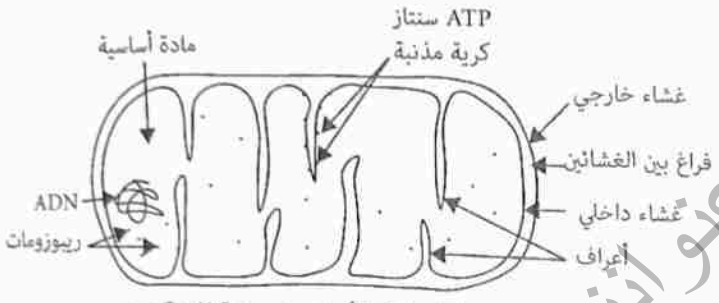
1ـ مقر التنفس

تحدث عملية التنفس في الميتوكوندري، العضية الطاقوية في الخلية.

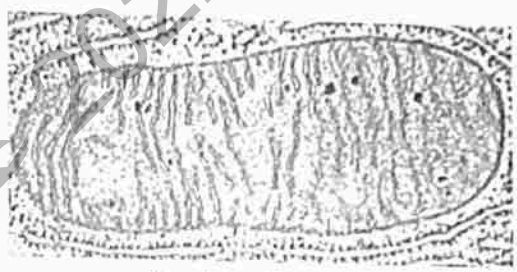
1-1- بنية الميتوكوندري

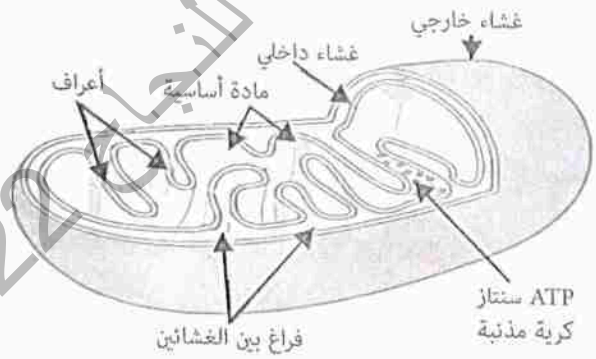
الميتوكوندري عضية ذات شكل متطاول، يحيط بها غلاف مكون من غشائين، غشاء خارجي وغشاء داخلي تفصل بينهما فضوة بين الغشائين، يحيط الغشاء الداخلي بمادة أساسية تسمى الماتريس، وتمتد منه انثناءات عمودية على المحور الكبير للعضية باتجاه الماتريس تسمى بالأعراف.

تتميز الميتوكوندري ببنية حجيرية لأن بنيتها مقسمة إلى تجويفين يتمثلان في الفراغ بين الغشائين والفراغ الذى يحتوي المادة الأساسية.



رسم تخطيطي ثنائي الأبعاد يوضح بنية الميتوكندري


صورة بالمجهر الإلكتروني للميتوكندري



رسم تخطيطي ثلاثي الأبعاد يوضح بنية الميتوكندري

تجربة تظهر مقر التنفس

تجربة: نضيف أخضر الجانوس لمزرعة مهواة وتحتوي على خميرة الخبز والغلوكوز.

- **أخضر الجانوس:** كاشف حيوي، يكون لون محلوله شفافا في الحالة المرجعة وأخضرا عندما يتأكسد.

ملاحظة: تتلون الميتوكوندري في خلايا خميرة الخبز باللون الأخضر.

نتيجة: الميتوكوندري مقر الأكسدة التنفسية.

Bac 2022 معا نحو النجاح

تحليل المنحنى

يمثل المنحنى تغيرات تركيز الأكسجين بدلالة الزمن قبل وبعد إضافة حمض البيروفيك حيث نلاحظ:
عند إضافة الغلوكوز يستمر ثبات تركيز الـ O_2، وعند إضافة حمض البيروفيك يتناقص تركيز الـ O_2 في الوسط.
نستنتج أن مادة الأيض المستعملة من طرف المتوكوندري هي حمض البيروفيك.

2-1- التحلل السكري

تتفكك جزيئة الغلوكوز على مستوى الهيولى إلى جزيئتي حمض البيروفيك وفق المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ NAD^+ + 2\ ADP \rightarrow 2\ C_3H_4O_3 + 2\ ATP + 2\ NADH,H^+$$

مخطط يمثل آلية التحلل السكري

حصيلة التحلل السكري:

انطلاقا من جزيئة غلوكوز واحدة تنتج جزيئتين من حمض البيروفيك، $2\ NADH,H^+$، $2\ ATP$.

2-2- تفكك حمض البيروفيك

يتم هدم حمض البيروفيك الناتج عن التحلل السكري في المادة الأساسية للميتوكوندري.

أ- الخطوة التحضيرية لحلقة كريبس

يتم فيها تحويل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق الإنزيم أ بواسطة معقد إنزيمي يقوم بنزع الهيدروجين والـ CO_2 وفق المعادلة التالية:

$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + CoA\text{-}SH + NAD^+ \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}S\text{-}CoA + NADH,H^+ + CO_2$$

ب- حلقة كريبس

يتم على مستوى المادة الأساسية للميتوكوندري هدم تدريجي وتام للأستيل مرافق الإنزيم أ وفق تفاعلات أكسدة وإرجاع.

يتحد الأستيل مرافق الإنزيم أ مع مركب رباعي الكربون ليشكلا مركبا سداسيا الكربون. تطرأ على هذا الأخير سلسلة من التفاعلات ينزع خلالها جزيئتين من الـ CO_2 تحت تأثير إنزيمات نازعات الكربون، وترجع نواقل الهيدروجين المتمثلة في NAD^+ وFAD إلى $NADH.H^+$ و$FADH_2$ (3 جزيئات $NADH.H^+$ وجزيئة واحدة $FADH_2$). الطاقة المحررة من تفاعلات الأكسدة والإرجاع تساهم في فسفرة الـ ADP لتشكيل جزيئة ATP.

في الأخير يتم تجديد المركب رباعي الكربون.

معادلة حلقة كريبس:

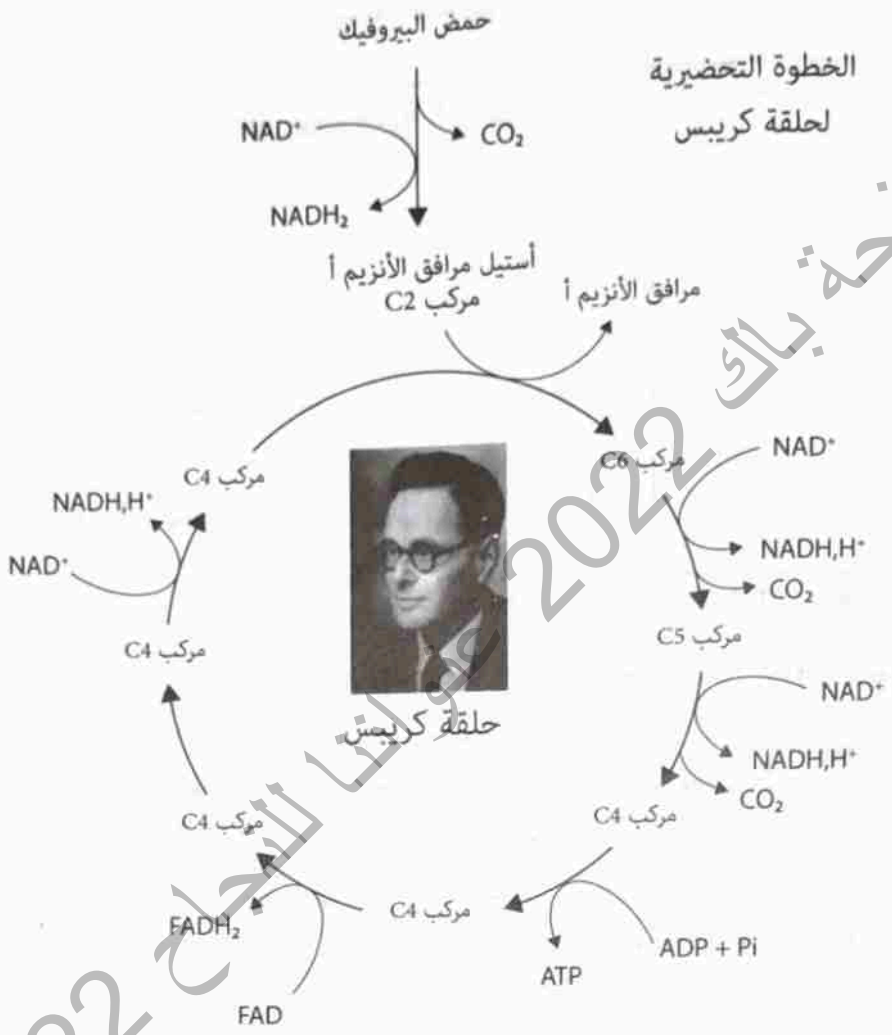
$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + 4R'\ (3NAD^+ + FAD^+) + 3H_2O \xrightarrow{\text{إنزيمات تنفسية}} 3CO_2 + 4RH_2\ (3NADH,H^+ + FADH_2) + ATP$$

صفحة باك 2022 عنوانا النجاح Bac 2022

معادلة الخطوة التحضيرية وحلقة كريبس:

$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + 5R'(4NAD^+ + FAD^+) + 3H_2O \xrightarrow{\text{إنزيمات تنفسية}} 3CO_2 + 5RH_2(4NADH,H^+ + FADH_2) + ATP$$

المخطط التالي يوضح مراحل هدم حمض البيروفيك في المادة الأساسية للميتوكوندري (التفاعل التحضيري وحلقة كريبس).



مخطط يمثل تفاعلات الخطوة التحضيرية وحلقة كريبس

معلومات مفيدة

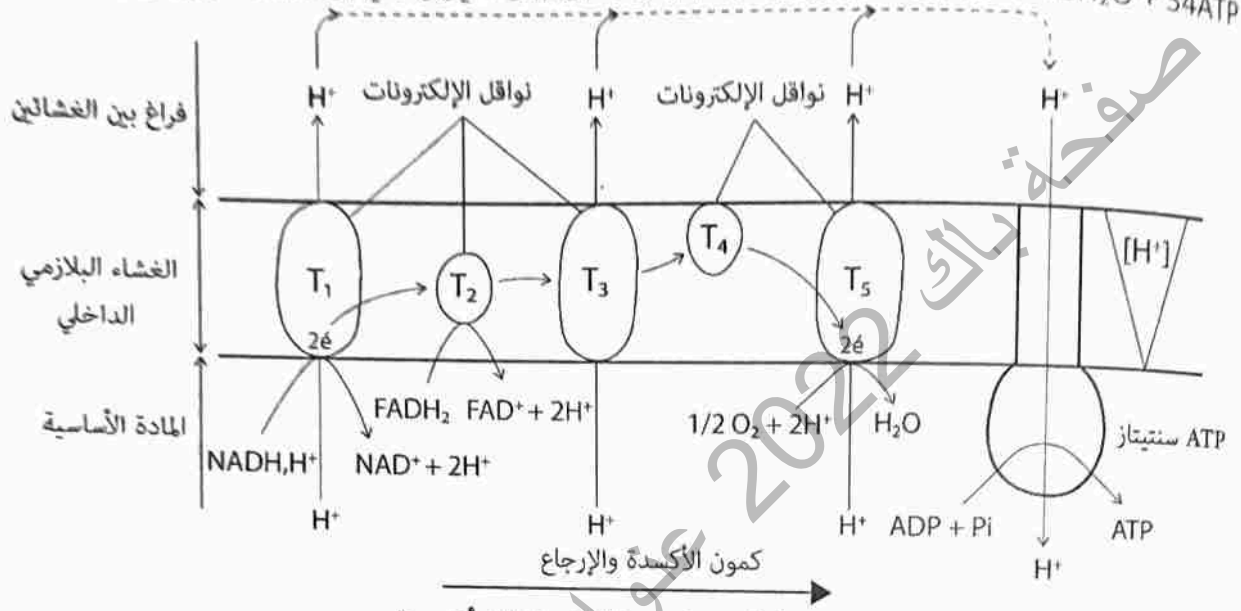
- نوع التفاعل الذي يتم فيه تحرير الـ CO_2 وإرجاع مرافق الإنزيم، مثل تفاعل الخطوة التحضيرية، يسمى نوع كربوكسيل تأكسدية.
- تسمى NAD^+ و FAD بنواقل البروتونات والإلكترونات، وكذلك المرافقات الإنزيمية.
- تسمى حلقة كريبس نسبة لمكتشفها العالم الألماني هانس أدولف كريبس. سماها في البداية حلقة الأحماض الكربوكسلية، وسميت بعد ذلك باسمه تكريما له. حصل على جائزة نوبل في الفيزيولوجيا والطب سنة 1953.
- ينتج مرافق الأنزيم أ من أكسدة أحماض أمينية وأحماض دسمة في المادة الأساسية للميتوكوندري.
- يمكن للخلية أن تحصل على الطاقة (ATP) من أكسدة الدسم كذلك في المادة الأساسية للميتوكوندري، وفي حلقة من التفاعلات تختلف عن حلقة كريبس.

Bac 2022 عولمتنا للنجاح صفحة باك 2022

. تنتقل البروتونات المتراكمة في الفراغ بين الغشائين إلى المادة الأساسية عبر الكرية المذنبة حسب تدرج تركيزها (بظاهرة الانتشار). تسمح الطاقة المتحررة من تدفق البروتونات بفسفرة الـ ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) في مستوى الكرية المذنبة (ATP سنتاز).

والمعادلة التي تلخص المرحلة كالآتي:

$$10NADH,H^+ + 2FADH_2 + 6O_2 + 34ADP + 34Pi \rightarrow 10NAD^+ + 2FAD^+ + 12H_2O + 34ATP$$



رسم تخطيطي يمثل مرحلة الفسفرة التأكسدية

معلومات مفيدة

خلال الفسفرة التأكسدية

- المعطى الأول للإلكترونات هو النواقل $NADH,H^+$ و$FADH_2$.
- المستقبل الأخير للإلكترونات: O_2.
- آلية انتقال الالكترونات: تنتقل تلقائيا حسب كمون أكسدة وإرجاع متزايد.
- عند تخريب الغشاء الداخلي للميتوكوندري، الأجزاء الناتجة تتحوصل تلقائيا وتشكل حويصلات بحيث يكون الجزء F1 للإنزيم ATP سنتاز في الخارج، بعكس ما كان في الصانعة الخضراء (في الداخل). تستعمل هذه الحويصلات في تجارب لتحديد شروط تركيب الـ ATP.
- شروط تركيب الـ ATP ثلاثة (03): وجود وسلامة الكرية المذنبة، وجود تدرج في تركيز البروتونات، توفر الـ ADP + Pi.
- شروط عمل الإنزيم ATP سنتاز اثنان (02): تدرج في تركيز البروتونات، توفر الـ ADP+Pi.
- الـ O_2 شرط ضروري لحدوث التنفس، يتدخل في المرحلة الأخيرة فقط (الفسفرة التأكسدية) حيث يقوم بدور مستقبل الإلكترونات.
- في السلسلة التنفسية، النواقل (T1، T2، T3، T4، T5) عبارة عن بروتينات ترتبط بها أجزاء غير بروتينية: هيم، ذرة نحاس، ذرة حديد... وهو ما يكسبها خاصية الأكسدة والإرجاع.
- النواقل T2 و T4 لا تضخ البروتونات لأن انتقال الإلكترون عبرها لا يتحرر عنه طاقة كافية لضخ البروتونات.
- توجد مواد كيميائية تثبط عمل النواقل (T1، T2، T3، T4، T5) وتوقف انتقال الإلكترونات. هذه المواد

صفحة باك عونك للنجاح 2022 Bac 2022

الحصيلة الأولية للخطوة التحضيرية وحلقة كريبس

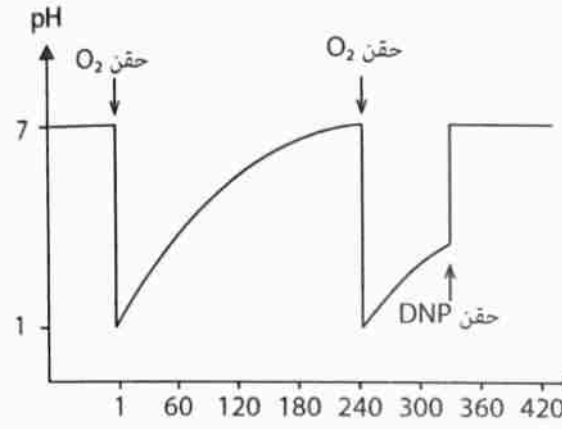
ينتج عن تفكك جزيئة واحدة من حمض البيروفيك: $3CO_2 + 4\ NADH,H^+ + FADH_2 + ATP$

ج- الفسفرة التأكسدية

تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري وهي أكسدة النواقل المرجعة ($NADH,H^+$ و$FADH_2$) وانتقال الإلكترونات الناتجة عن طريق السلسلة التنفسية إلى الـ O_2، مع تركيب الطاقة بفسفرة الـ ADP إلى ATP.

تجربة تظهر سلوك الغشاء الداخلي للميتوكوندري تجاه البروتونات

تم قياس pH الوسط الخارجي لمعلق من الميتوكوندري المعزولة يحتوي على معطي الإلكترونات (TH,H^+). يكون الوسط خاليا من الأكسجين في بداية التجربة، ثم يتم حقن جرعات من الأكسجين أو مادة ثنائي نتروفينول (DNP) عند أزمنة محددة، النتائج موضحة في المنحنى المقابل.



تفسير نتائج التجربة

يمثل المنحى البياني تغير درجة pH الوسط الخارجي لمعلق من الميتوكوندريات المعزولة يحتوي على معطي إلكترونات ($TH.H^+$) والوسط خال من الأكسجين حيث نلاحظ:

قبل حقن الأكسجين pH الوسط يساوي 7 (معتدل)، وعند حقن الأكسجين نلاحظ تزايد حموضة الوسط بشكل معتبر وسريع (pH = 1) نفسر ذلك بزيادة تركيز البروتونات في الوسط الناتجة عن أكسدة ($TH.H^+$) داخل الميتوكوندري في وجود الـ O_2 وخروجها بسرعة للوسط.

بمرور الزمن ترتفع pH الوسط تدريجيا إلى أن تعتدل ونفسر ذلك بالدخول التدريجي للبروتونات عبر الكريات المذنبة إلى المادة الأساسية للميتوكوندري.

في وجود الـ DNP يرتفع الـ pH بسرعة ونفسر ذلك بأن هذه المادة تسرع نفاذية البروتونات عبر الغشاء الداخلي للميتوكندري.

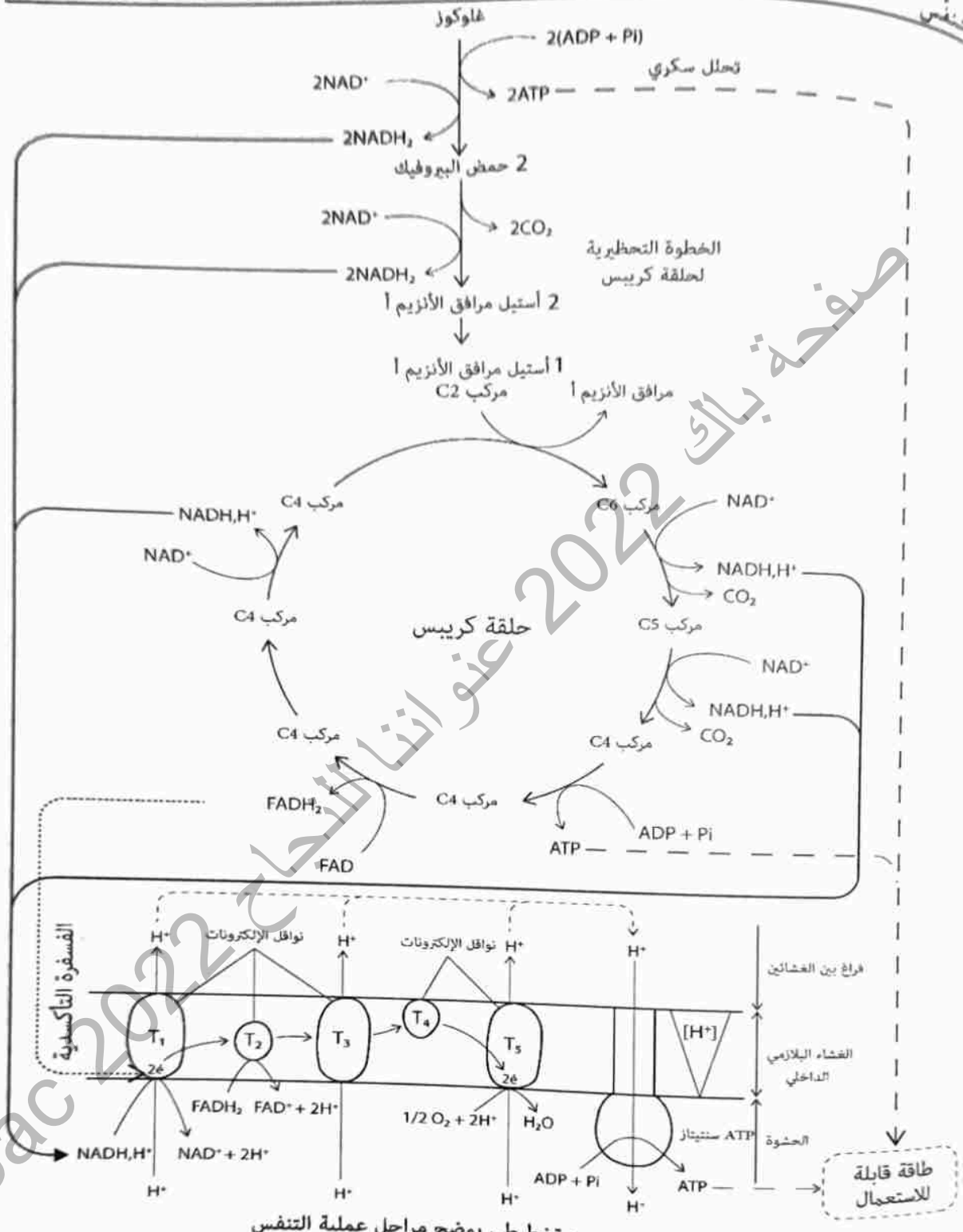
آلية الفسفرة التأكسدية

- تتأكسد المرافقات الإنزيمية ($NADH,H^+$ و$FADH_2$) وتنتقل الإلكترونات إلى السلسلة التنفسية. تنتقل هذه الإلكترونات في النواقل (T_1، T_2، T_3، T_4، T_5) تلقائيا حسب كمون أكسدة وإرجاع متزايد.
- يستقبل الـ O_2 الإلكترونات فيُرجَع ويرتبط مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء وفق المعادلة:

$$O_2 + 4é + 4H^+ \rightarrow 2\ H_2O$$

- انتقال الإلكترون عبر النواقل (T_1، T_3، T_5) تتحرر منه طاقة كافية لضخ البروتونات من المادة الأساسية نحو الفراغ بين الغشائين عكس تدرج تركيزها، فيتولد تدرج إلكتروكيميائي للبروتونات.

صفحة بناي عفوانا النجاح Bac 2022



رسم تخطيطي يوضح مراحل عملية التنفس

صفحة باك 2022 عنوانا النجاح Bac 2022

3ـ المقارنة بين الفسفرتين الضوئية والتأكسدية

أوجه المقارنة	الفسفرة الضوئية	الفسفرة التأكسدية
التشابه	- سلسلة من تفاعلات الأكسدة والإرجاع. - ينتقل الإلكترون في سلسلة نواقل ذات كمون أكسدة وإرجاع متزايد. - ينتج تدرج إلكترو كيميائي للبروتونات H^+ على جانبي الغشاء أثناء انتقال الإلكترونات. - فسفرة الـ ADP إلى الـ ATP على مستوى الإنزيم ATP سنتاز في وجود الـ Pi.	
الاختلاف		
المقر	غشاء التيلاكويد	الغشاء الداخلي للميتوكوندري
نواقل الإلكترونات	السلسلة التركيبية الضوئية: T_1، T_2، T_3، T'_2، T'_1	السلسلة التنفسية: T_1، T_2، T_3، T_4، T_5
معطي الإلكترونات والبروتونات	الماء	النواقل المُرجَعة $NADH,H^+$ و$FADH_2$
مضخة البروتونات	الناقل T_2	النواقل T_1، T_3، T_5
المستقبل الأخير للإلكترونات والبروتونات	$NADP^+$	O_2
تحويل الطاقة	تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة قابلة للاستعمال ATP وطاقة كامنة في $NADPH,H^+$	تحويل الطاقة الكامنة في $NADH,H^+$ و$FADH_2$ إلى طاقة قابلة للاستعمال ATP

4ـ الحصيلة الطاقوية للتنفس

ينتج عن أكسدة جزيئة واحدة من $NADH,H^+$ خلال الفسفرة التأكسدية ثلاث جزيئات من الـ ATP.
وينتج عن أكسدة جزيئة واحدة من $FADH_2$ جزيئتين من الـ ATP.

التحلل سكري:

حصيلة أولية: $2\ NADH,H^+ + 2\ ATP$

ينتج عنها: $2 \times (3\ ATP) + 2\ ATP = 8\ ATP$

الخطوة التحضيرية وحلقة كريبس:

حصيلة أولية: $8\ NADH,H^+ + 2\ FADH_2 + 2\ ATP$

ينتج عنها: $8 \times (3\ ATP) + 2 \times (2\ ATP) + 2\ ATP = 30\ ATP$

الحصيلة الطاقوية الإجمالية: 38 ATP

صفحة لك عنوانك النجاح Bac 2022

التخمر الكحولي

في الشروط اللاهوائية يحدث لجزيئات حمض البيروفيك تخمر كحولي (في حالة الخمائر).

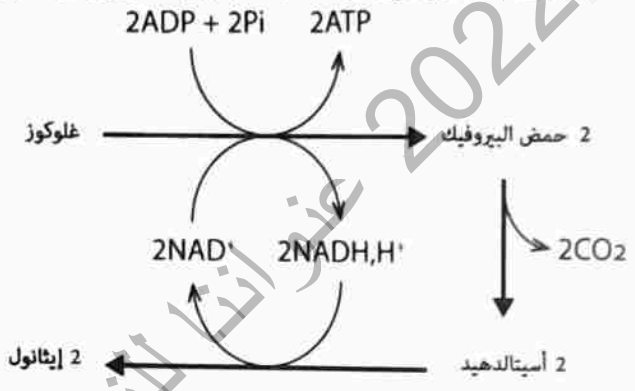
1- آلية التخمر

تشترك عملية التخمر مع عملية التنفس في التحلل السكري.

يتم التخمر الكحولي في تفاعلين:

- نزع الـ CO_2 من حمض البيروفيك ليصبح أسيتالدهيد (مركب C_2).
- إرجاع الأسيتالدهيد إلى إيثانول مع أكسدة (تجديد) ناقل $NADH,H^+$ لاستمرار العملية. فاستمرار التحلل السكري وبالتالي تركيب الـ ATP يتوقف على تجديد نواقل الهيدروجين في حالتها المؤكسدة (NAD^+)، وفق المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP + 2\ Pi \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ ATP + 2\ CO_2$$



مخطط يمثل آلية التخمر الكحولي

2- حصيلة التخمر

الحصيلة الأولية

بالإضافة لنواتج التحلل السكري (جزيئتين من حمض البيروفيك، 2ATP و$2NADH.H^+$) ينتج عن التخمر الكحولي جزيئتين من الإيثانول، وبالتالي الحصيلة الإجمالية هي: جزيئتين من الإيثانول، 2ATP و$2NADH.H^+$.

الحصيلة الطاقوية

هي الحصيلة الطاقوية للتحلل السكري فقط لأن التخمر لا ينتج عنه طاقة وهي 2 ATP.

تجربة تظهر اشتراك التخمر مع عملية التنفس في التحلل السكري.

نحضر مزرعتين من خميرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على سكر الغلوكوز المشع (*G)، نسد الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي).

يتم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة (الهيولى أو الميتوكوندري) بعد فترات زمنية مختلفة، النتائج موضحة في الجدولين (أ) و(ب).

Bac 2022 صفحة بنك عنوانك النجاح 2022

الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري
z_0	G*		
z_1	G*	G*	
z_2		P*	P*
z_3			A_1* + P*
z_4	CO_2*		A_3*

الجدول (أ): وسط هوائي

الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري
z_0	G*		
z_1	G*	G*	
z_2		P*	
z_3		A_2* + P*	
z_4	CO_2*	A_2*	

الجدول (ب): وسط لا هوائي

*G: غلوكوز، *P: حمض البيروفيك، *A1 و*A2 و*A3: نواتج مشتقة من حمض البيروفيك

تحليل مقارن للنتائج

في كل من الوسطين الهوائي واللاهوائي:

- في z_0: يتواجد الغلوكوز في الوسط.
- في z_1: ينفذ الغلوكوز إلى هيولى الخلية.
- في z_2: يتم هدم الغلوكوز إلى حمض البيروفيك في الهيولى.

بعد ذلك يحدث في الوسط الهوائي:

- في z_3: ينفذ حمض البيروفيك إلى الميتوكوندري ويتحول إلى المركب A_1 فيها.
- في z_4: في الميتوكوندري دائما، يتأكسد المركب A1 معطيا المركب A3 وCO_2 يطرح في الوسط.

بينما في الوسط اللاهوائي فيحدث:

- في z_3: يتحول حمض البيروفيك إلى المركب A2 في الهيولى.
- في z_4: يتحول المركب A2 إلى CO_2 في الهيولى كذلك ويطرح في الوسط.

نستنتج أن الغلوكوز يتحلل إلى حمض البيروفيك في الهيولى في وجود أوغياب الـ O_2. ثم يتأكسد في الميتوكوندري في وجود الـ O_2، ويتحلل في الهيولى في غيابه.

صفحة بإذن الله عوانك للنجاح Bac 2022

المقارنة بين التنفس والتخمر الكحولي

	التنفس	التخمر الكحولي
الوسط	هوائي (وجود الـ O_2)	لاهوائي (غياب الـ O_2)
التعضي الخلوي	ميتوكوندريات عديدة ونامية (لأنها نشطة)	ميتوكوندريات قليلة وضامرة (لأنها غير وضيفيه)
المقر	ميتوكوندري (أكسدة الخلوية + فسفرة تأكسدية)	هيولى (تحلل سكري + تخمر)
هدم مادة الأيض	**كلي**: تحرير كلي للطاقة الكامنة في جزيئة الغلوكوز، فالـ CO_2 الناتج معدني ولا يحتوي على طاقة	**جزئي**: تحرير جزئي للطاقة الكامنة في جزيئة الغلوكوز، ويبقى جزء من الطاقة مخزن في جزيئات الإيثانول العضوية
كمية الطاقة المنتجة	كبيرة (38 ATP لكل جزيئة غلوكوز)	قليلة (2 ATP لكل جزيئة غلوكوز)
النواتج (تطرح في الوسط)	CO_2	CO_2 وايثانول (CH_3-CH_2OH)
المردود (كمية المادة العضوية المنتجة – نسبة التكاثر)	كبير	ضئيل
المعادلة الإجمالية	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 28$ ATP	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3$-$CH_2OH + 2CO_2 + 2$ ATP

صفحة باك 2022 عنوانا للنجاح
Bac 2022

سامة بالنسبة للعضوية لأنها توقف السلسلة التنفسية، ومن الأمثلة عنها:
- روتينون (Roténone) تثبط الناقل T1.
- أونتيميسين أ (Antimycine A) المثبطة للنقال T3.
- سيانير (Cyanure): تثبط الناقل T5.
- الإنزيم ATP سنتاز (الكرية المذنّبة) في غشاء التيلاكويد وفي الغشاء الداخلي للميتوكوندري متماثل، يوجد اختلاف قليل.
- الانزيم ATP سنتاز يركب حوالي ATP400 في الثانية.

2-3- العلاقة بين مراحل التنفس

مراحل التنفس متسلسلة ومرتبطة بحيث توقف أحدها يؤدي إلى توقف العملية:

التحلل السكري: ينتج عنه حمض البيروفيك الذي يدخل في تفاعلات حلقة كريبس، ويُرجِع الناقل $NADH,H^+$ الذي يدخل في تفاعلات الفسفرة التأكسدية.

حلقة كريبس: يتم فيها إرجاع المرافقات الإنزيمية $NADH,H^+$ و$FADH_2$ اللازمة لحدوث الفسفرة التأكسدية.

الفسفرة التأكسدية: يتم فيها تجديد النواقل NAD^+ وFAD^+ اللازمة لاستمرار التحلل السكري وحلقة كريبس.

فمثلا عند غياب الـ O_2 المستقبل الأخير للإلكترونات، ينتج عنه توقف أكسدة النواقل المُرجَعة $NADH,H^+$ و$FADH_2$، فتتوقف السلسلة التنفسية ولا يتجدد NAD^+ وFAD^+. وعدم تجدد النواقل المُؤكسَدة NAD^+ وFAD^+ يؤدي إلى توقف حلقة كريبس.

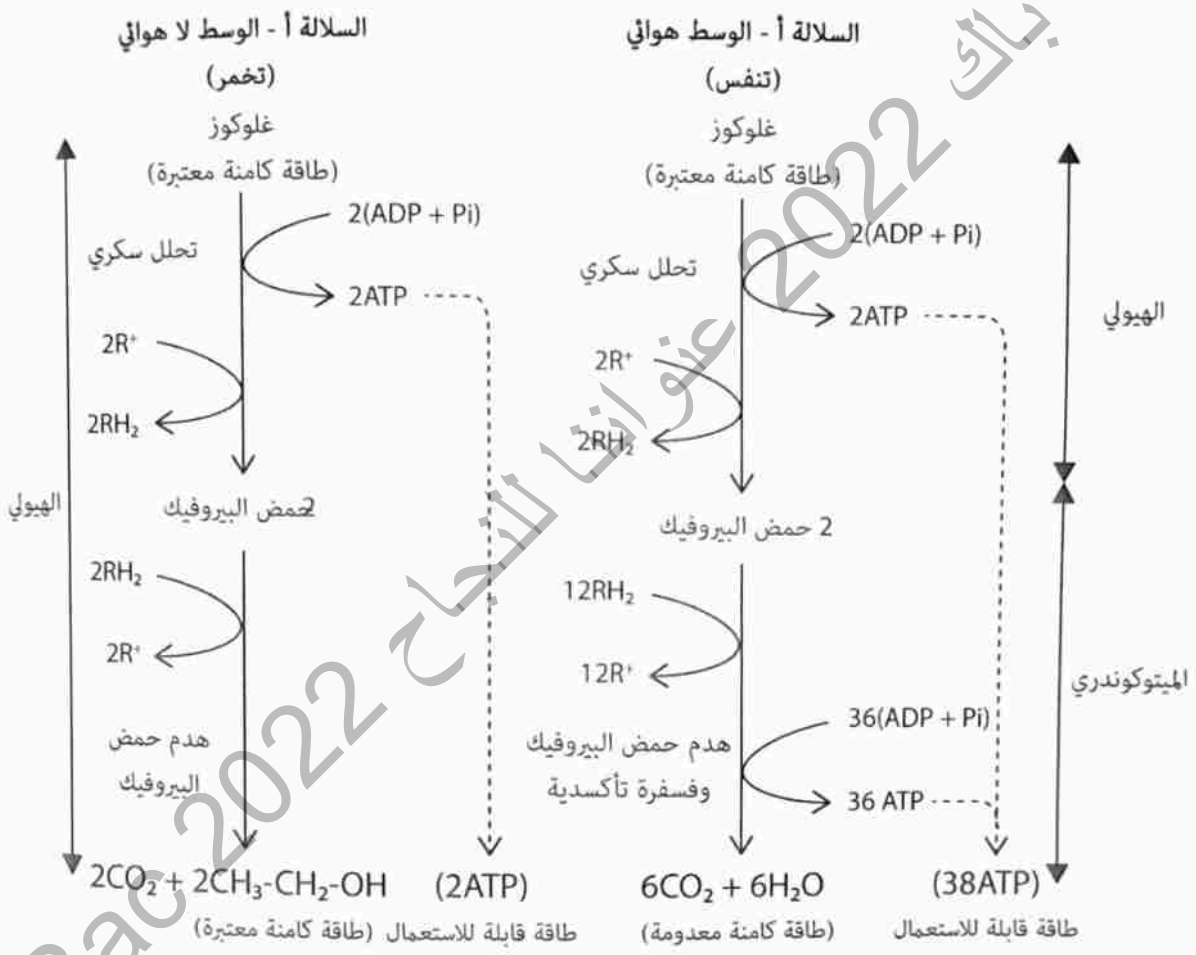
صفحة بكالوريا 2022 لمراجعاتنا للنجاح Bac 2022

الخلاصة

خلال عملية التنفس، تهدم الركيزة العضوية كليا، تحرر منها كل الطاقة الكيميائية الكامنة على شكل طاقة قابلة للاستعمال (ATP).

خلال عملية التخمر، تهدم الركيزة العضوية جزئيا، يحرر جزء من الطاقة الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال ATP، ويبقى جزء آخر من الطاقة كامنا ومخزنا في الجزيئة العضوية الناتجة (الكحول).

المخطط التحصيلي



مخطط للمقارنة بين الحصيلة الطاقوية للتنفس والتخمر

صفحة باك 2022 عنوانا للنجاح
Bac 2022

الوحدة 03: حوصلة التحولات الطاقوية

I. التحولات الطاقوية

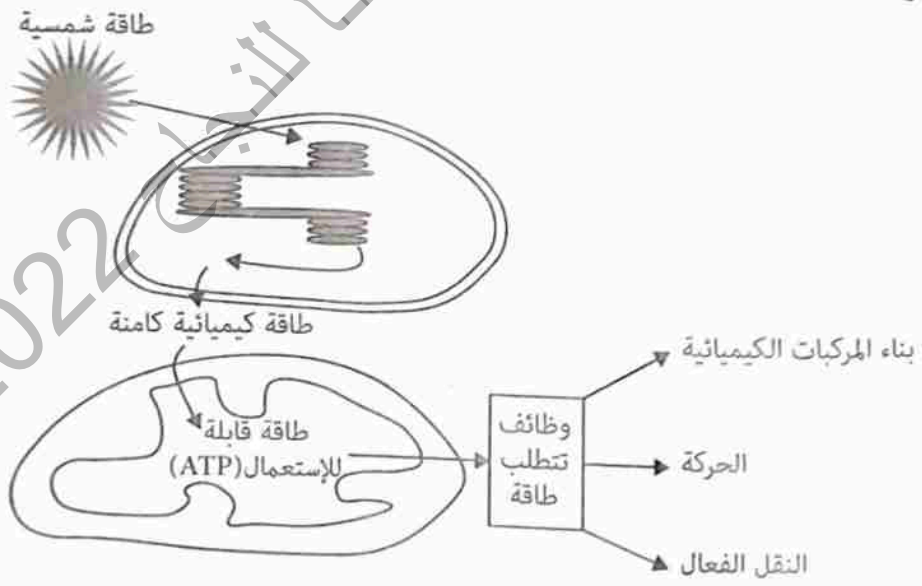
تحتاج الكائنات الحية إلى إمداد مستمر من المواد والطاقة لأداء مختلف الوظائف الحيوية والمحافظة على حياتها. تتكون النباتات والحيوانات من خلايا مقسمة إلى حجيرات مختلفة (هيولى، ميتوكوندري، صانعة خضراء) تحدث فيها تحولات للمادة والطاقة تختلف حسب نوع الخلية وشروط الوسط.

1-1- الخلية النباتية

في النهار تقوم الخلية النباتية بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في صورة جزيئات عضوية أثناء عملية التركيب الضوئي التي تتم في الصانعة الخضراء. كما تقوم كذلك بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال في صورة جزيئات ATP خلال عملية التنفس الخلوي التي تتم في الميتوكوندري. وفي الليل تتوقف عملية التركيب الضوئي وتحصل الخلية النباتية على طاقتها من عملية التنفس الخلوي.

2-1- خلية غير يخضورية

تمتاز الخلايا غير اليخضورية (حيوانية، فطريات،...) بقدرتها على تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية (الغلوكوز) إلى طاقة قابلة للاستعمال خلال عملية التنفس الخلوي في الظروف الهوائية. بعض أنواع الخلايا تستطيع إنتاج الطاقة القابلة للاستعمال دون استعمال الأكسجين عن طريق آلية أخرى تعرف بالتخمر.



رسم تخطيطي يوضح حوصلة التحولات الطاقوية

Bac 2022 صحة يا رب 2022 عنوانا للنجاح

2- استعمال الطاقة

تستعمل الخلايا الحية جزيئات الـ ATP في أداء الوظائف المختلفة أهمها:

الحركة: حيث تصرف جزءا من الطاقة لأنواع مختلفة من الحركة مثل تقلص العضلات وحركة الأسواط وحركة الصبغيات وغيرها...

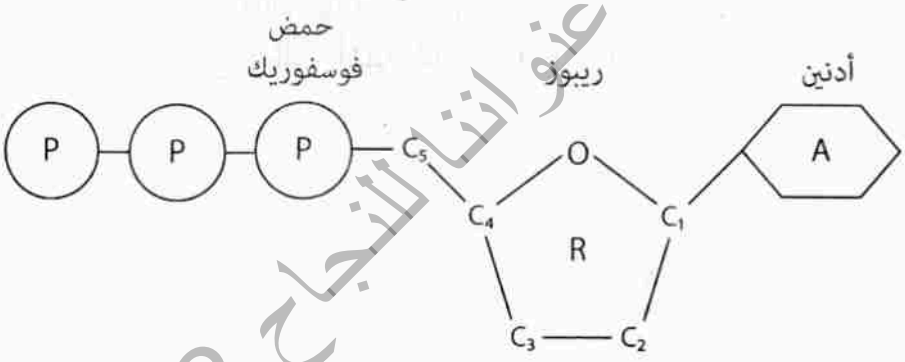
البناء الحيوي: تحتاج الخلايا الحية لبناء العديد من المركبات الكبيرة انطلاقا من جزيئات بسيطة وتصرف لذلك طاقة لتكوين الروابط الجديدة مثل بناء البروتين وبناء السكريات الثنائية والمتعددة وغيرها.

النقل الفعال: تحتاج الخلايا الحية إلى المحافظة على فرق في تركيز العديد من الأيونات والمواد عبر الغشاء ولهذا الغرض تصرف الطاقة لنقل المواد عكس تدرج التركيز، مثل ما يحدث في أغشية الألياف العصبية للمحافظة على ظاهرة الاستقطاب (كمون الراحة).

المحافظة على الحرارة: تحتاج الخلايا والكائنات الحية للمحافظة على درجة حرارة ثابتة ضرورية لعمل الإنزيمات والتفاعلات المختلفة، ولهذا تصرف طاقة لغرض إنتاج الحرارة إذا كان الوسط باردا أو تصرف طاقة للتبريد إذا كان الوسط حارا.

لا يمكن للحياة أن تستمر دون الإمداد المستمر من الطاقة والقدرة على تحويل الطاقة من صورة لأخرى في الخلية بشكل مستمر.

رسم لجزيئة الـ ATP



الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP

تتكون جزيئة الـ ATP من سكر خماسي هو الريبوز يرتبط على مستوى الـ OH الغليكوزيدي قاعدة الأدنين وعلى مستوى OH ذرة الكربون رقم 5 ثلاث مجموعات فوسفاتية مرتبطة فيما بينها بروابط ثنائية الأستر غنية بالطاقة.

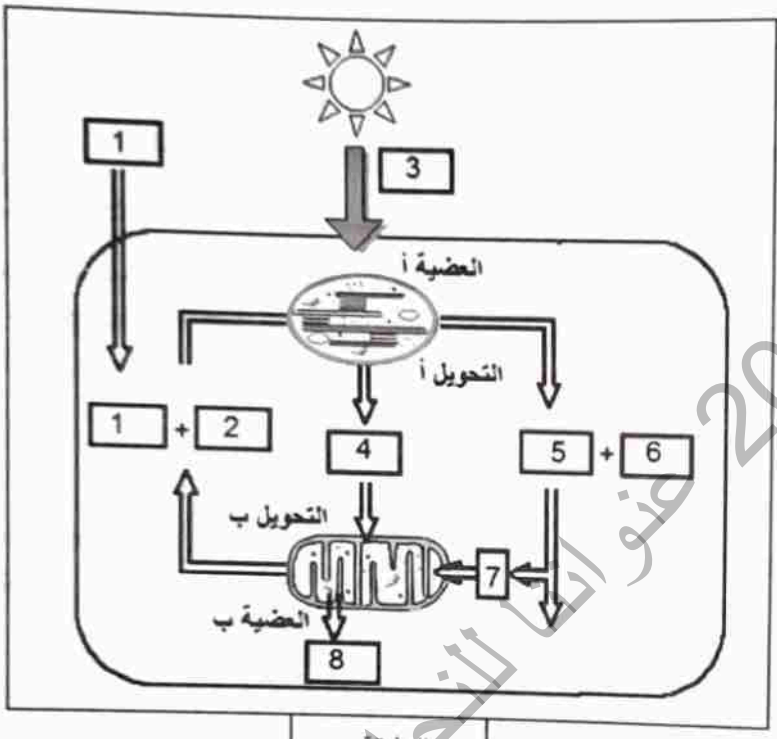
Bac 2022 عنوانا للنجاح 2022

III- جزء التمارين

نماذج عن التمرين الأول

التمرين 01 – بكالوريا 2017 (الدورة الاستثنائية)

تحتاج الخلايا الحية إلى طاقة باستمرار للقيام بنشاطاتها المختلفة. تمثل الوثيقة الموالية التحولات الطاقوية ضمن خلية يخضورية.



الوثيقة

1- اكتب البيانات المرقمة من 1 إلى 8.

2- مثل كلا من التحويلين أ وب بمعادلة كيميائية ملخصة.

3- اكتب نصا علميا توضح فيه التفاعلات الأساسية الحاصلة في كل من العضيتين أ وب مبرزا التكامل الأيضي بينهما.

صفحة بالمجان Bac 2022 عن النجاح 2022

الإجابة النموذجية

1- البيانات

1- غاز ثاني أكسيد الكربون، 2- ماء (H_2O)، 3- طاقة ضوئية، 4- ثنائي الأكسجين، 5- سكر، 6- ماء (H_2O)، 7- حمض بيروفيك، 8- طاقة قابلة للاستعمال (ATP).

2- تمثيل التحويلين أ وب بمعادلتين

المعادلة الملخصة للتحويل أ

طاقة ضوئية ويخضور

$$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

المعادلة الملخصة للتحويل ب

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + E$$

3- النص العلمي

الخلية اليخضورية ذاتية التغذية تحتوي على صانعات خضراء وميتوكوندريات. فماهي التفاعلات الحاصلة في كلا العضيتين؟ وماهي العلاقة بينهما؟

تقوم الصانعة الخضراء بإرجاع الـ CO_2 (معدني) إلى مواد عضوية مثل $C_6H_{12}O_6$ وذلك بامتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية كامنة (تركيب ضوئي).

المادة العضوية الناتجة (غلوكوز) تتفكك جزئيا في مستوى الهيولى، أما تلك المتبقية من الهدم (حمض البيروفيك) فتدخل إلى الميتوكوندري. تقوم هذه الأخيرة بهدم كلي لحمض البيروفيك ويتم تدريجيا في هاتين المرحلتين تحويل الطاقة الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال (ATP) وتشكل H_2O وCO_2 (تنفس).

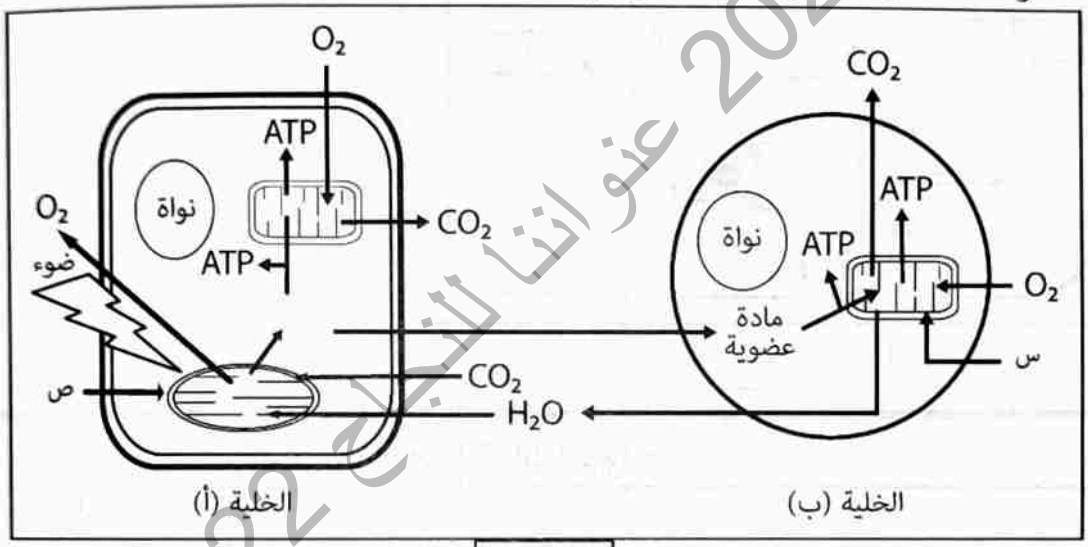
يحدث تكامل أيضي بين العضيتين: جزيئات CO_2 والماء الناتجة عن التنفس يمكن أن تستعمل من طرف الصانعة الخضراء فيتم انتقال رجعي من العضية غير ذاتية التغذية إلى العضية ذاتية التغذية. نواتج النشاط الأيضي على مستوى العضية الأولى تستعمل من طرف العضية الثانية والعكس صحيح.

عمليات النقل المتبادل تسمح بتشكيل حلقة للمادة تربط الصانعة الخضراء بالميتوكوندري بحلقتين طاقويتين تحويليتين.

التمرين 02

تحتاج الخلية الحية إلى إمداد مستمر من المادة والطاقة لأداء مختلف وظائفها والمحافظة على حيويتها.

لدراسة تحولات المادة والطاقة في لخلية نقترح الوثيقة التالية:



الوثيقة

1- سمّ العضيتين (س، ص)، صنّف الخليتين (أ) و(ب) حسب نمط التغذية.

2- مستغلا الوثيقة، استخرج ما يحدث في الخلية (أ) وعلاقته بما يحدث في الخلية (ب) من حيث التحولات الطاقوية مدعّما إجابتك بمعادلات كيميائية إجمالية.

3- تستعمل الخلايا الحية جزيئات الـ ATP للقيام بوظائفها المختلفة، من خلال ما تقدم ومعلوماتك اكتب نصا علميا توضّح فيه ترافق تحولات المادة والطاقة عند الخلية (ب) مبرزا أهم النشاطات التي تُستهلك فيها الطاقة.

Bac 2022 عنواننا للنجاح 2022

الإجابة النموذجية

1- تسمية العضيتين

. العضية س: ميتوكوندري.
. العضية ص: صانعة خضراء.

تصنيف الخلايا

. الخلية (أ): ذاتية التغذية.
. الخلية (ب): غير ذاتية التغذية.

2- العلاقة

في الخلية (أ) يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المادة العضوية، وذلك على مستوى الصانعة الخضراء بعملية التركيب الضوئي حسب المعادلة:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{بخضوروضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

تتحصل الخلية (ب) على المادة العضوية من الخلية (أ) وتقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة فيها إلى طاقة قابلة للاستعمال (ATP)، وذلك على مستوى الميتوكوندري بعملية التنفس حسب المعادلة:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{إنزيمات تنفسية}} 6CO_2 + 12H_2O + E$$

3- النص العلمي

تحتاج الخلايا غير ذاتية التغذية لإمداد مستمر من المادة والطاقة للقيام بمختلف نشاطاتها الحيوية. وللحصول على الطاقة تقوم بهدم جزيئات الغلوكوز (المادة) وتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة فيها إلى طاقة قابلة للاستعمال ATP، وتسمى العملية بالتنفس.

فكيف يتم ترافُق تحوّلات المادة والطاقة عند الخلية غير ذاتية التغذية؟ وما هي أهم النشاطات التي تستهلك فيها الطاقة؟

تتم عملية التنفس في ثلاث مراحل:

أ- التحلل السكري (الغلكزة): مقرها الهيولى، يتم فيها هدم جزيئة الغلوكوز إلى حمض البيروفيك، مع إرجاع نواقل الهيدروجين NAD^+ وتركيب الـ ATP، حسب المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + 2NAD^+ + 2ADP + 2Pi \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 2C_3H_4O_3 + 2ATP + 2NADH,H^+$$

ب- هدم حمض البيروفيك: مقرها المادة الأساسية للميتوكوندري وتتم في مرحلتين: الخطوة التحضيرية وحلقة كربس.

يتم فيها أكسدة حمض البيروفيك وتحرير CO_2، إنتاج ATP وإرجاع NAD^+ وFAD^+، حسب المعادلة التالية:

$$2CH_3 - CO - COOH + 10T^+ + 2ADP + 2Pi + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 10TH_2 + 2ATP$$

ج- الفسفرة التأكسدية: مقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري. يتم فيها أكسدة نواقل الهيدروجين $NADH,H^+$ و$FADH_2$ على مستوى السلسلة التنفسية وتنتقل فيها الإلكترونات الناتجة تلقائيا حسب كمون أكسدة وإرجاع متزايد. يستقبل الـ O_2 الإلكترونات فيُرجَع وفق المعادلة:

$$O_2 + 4\acute{e} + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$$

انتقال الإلكترون في السلسلة التنفسية تتحرر منه طاقة تستعملها النواقل T1، T3، T5 لضخ البروتونات من المادة الأساسية نحو الفراغ بين الغشائين عكس تدرج تركيزها فيتولد تدرج إلكتروكيميائي للبروتونات.

Bac 2022 عونا النجاح 2022

تنتقل البروتونات المتراكمة إلى المادة الأساسية عبر الأنزيم ATP سنتيتاز وتحفزه على فسفرة الـ ADP إلى ATP حسب المعادلة التالية:

$$12TH_2 + 34ADP + 34Pi + 6O_2 \rightarrow 12T^+ + 34ATP + 12H_2O$$

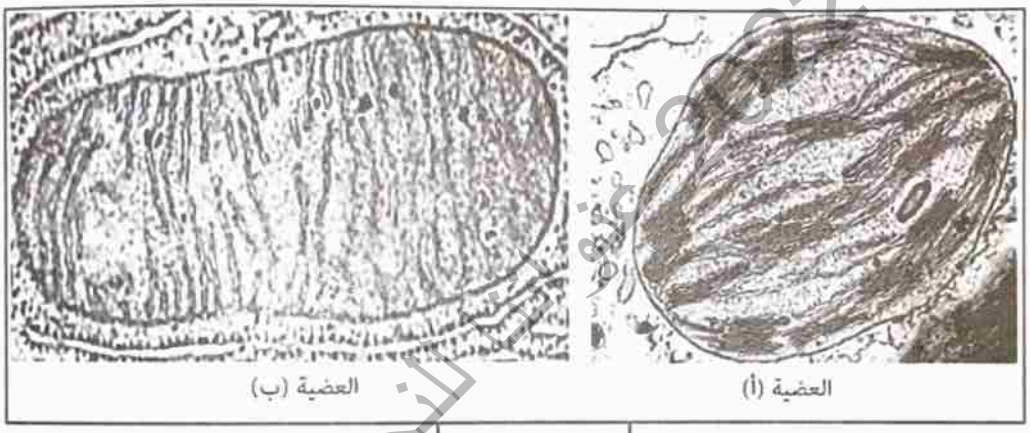
في الوسط الهوائي، تحصل الخلية على الطاقة من أكسدة الغلوكوز بعملية التنفس. ينتج عنها طاقة معتبرة بحيث كل جزيئة غلوكوز واحدة تنتج 38 ATP تستعملها الخلية في مختلف أنشطتها، من أهمها: الحفاظ على درجة الحرارة، الحركة، تركيب وإفراز البروتينات، التضاعف الخلوي، نقل الشوارد عكس تدرج تركيزها...

التمرين 03

نجد ضمن الأوساط الحيوية المختلفة سلاسل غذائية يمكن تمثيل علاقتها الخلوية كما يلي:

خلية ذاتية التغذية ← خلية غير ذاتية التغذية

تقوم هاته الخلايا بعدة آليات تسمح لها بإنتاج واستعمال الطاقة بفضل العضيتين الممثلتين في الوثيقة الموالية.



العضية (أ) العضية (ب)

الوثيقة

1- تعرف على العضيتين أ وب، محددا الخاصية البنيوية التي تميزهما.

2- اكتب نصا علميا تبين فيه كيف تتدخل كل من العضيتين أ وب في استعمال وإنتاج الطاقة.

الإجابة النموذجية

1- التعرف على العضيتين أ و ب

العضية أ: صانعة خضراء.

العضية ب: ميتوكوندري.

الخاصية: البنية الحجيرية، فالصور الحقيقية تظهر أن الفراغ الداخلي للعضيتين مقسم إلى حجرات.

2- النص العلمي

تقوم خلايا الكائنات الحية بعدة آليات تسمح لها بإنتاج واستعمال الطاقة بفضل عضيتين هما الصانعة الخضراء عند الخلايا النباتية والميتوكندري عند جميع الخلايا حقيقيات النواة. فكيف تتدخل هذين العضيتين في إنتاج وتحويل الطاقة والمادة واستعمالهما؟

- تحويل الطاقة على مستوى الصانعات الخضراء (التركيب الضوئي):

Bac 2022 صفحة باك 2022 للنجاح

الصانعات الخضراء عضيات توجد في جميع الخلايا البخضورية، تحتوي على أصبغة البخضور التي لها القدرة على اقتناص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية تخزن في الروابط الكيميائية للمواد العضوية المصنعة انطلاقا من المواد المعدنية (H_2O وCO_2) التي تستمدها من محيطها المباشر -**المرحلة** .تحويل الطاقة على مستوى الميتوكوندريات:

الميتوكوندريات عضيات توجد في هيولى جميع الخلايا حقيقة النواة التي تقوم بأكسدة المادة العضوية في وجود O_2 أي مقر تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال، تستعمل هذه الطاقة في جميع الوظائف الحيوية.

إذن فالصانعات الخضراء في الخلايا البخضورية للنباتات تؤمن دخول الطاقة الضوئية إلى العالم الحي وتخزينها في المواد العضوية كالسكريات تحولها الميتوكوندريات أثناء التنفس في جميع الخلايا الحية إلى طاقة قابلة للاستعمال ATP في النشاط الحيوي.

نشاط العضيتين متكامل يضمن تدفق الطاقة في العالم الحي من خلال تدفق المادة وتحولاتها في الطبيعة، منطلقها المنتج الأول للمادة العضوية أثناء عملية التركيب الضوئي.

التمرين 04

ا- اختر الاقتراح الصحيح من بين المعطيات الأربعة.

1- يتم تحرير الـ CO_2 الناتج عن هدم الغلوكوز أثناء تفاعلات:

أ- تحلل الغلوكوز في الهيولى.

ب- حلقة كريبس في الميتوكوندري.

ج- تحويل حمض البيروفيك إلى كحول في الهيولى.

د- أكسدة نواقل الإلكترونات في الميتوكوندري.

2- نواتج هدم جزيئة حمض بيروفيك واحد داخل الميتوكوندري هي:

أ- $3CO_2 + ATP + FADH_2 + 3NADH,H^+$

ب- $3CO_2 + ATP + FAD + 3NADH,H^+$

ج- $3CO_2 + ADP + FADH_2 + 4NADH,H^+$

د- $3CO_2 + ATP + FADH_2 + 4NADH,H^+$

3- تتم ظاهرة التنفس الخلوي عبر المراحل التالية:

1- حلقة كريبس، 2- تحلل سكري، 3- فسفرة تأكسدية، 4- خطوة تحضيرية.

أ- 2 ← 3 ← 1 ← 4

ب- 2 ← 1 ← 4 ← 3

ج- 2 ← 4 ← 3 ← 1

د- 2 ← 4 ← 1 ← 3

4- يرتبط إنتاج الـ ATP في مستوى الميتوكوندري بنشوء تدرج تركيز:

أ- البروتونات من جهتي الغشاء الخارجي للميتوكوندري.

ب- الإلكترونات من جهتي الغشاء الخارجي للميتوكوندري.

ج- البروتونات من جهتي الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

صفحة بناك Bac 2022 عوانا للنجاح

د- الإلكترونات من جهتي الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

5- خلال التحلل السكري يتم إنتاج:

أ- حمض البيروفيك وCO_2 وATP.

ب- حمض البيروفيك وATP و$NADH,H^+$.

ج- حمض اللبن وCO_2 وATP.

II- أجب بصحيح أو خطأ مع تصحيح الخطأ.

1- تتم أكسدة $NADH,H^+$ خلال كل من تفاعلات التحلل السكري وحلقة كريبس.

2- ينتج عن تفكك حمض البيروفيك تشكل الأستيل مرافق الإنزيم أ في المادة الأساسية.

3- الحصيلة الإجمالية للتحلل السكري هي أربع جزيئات ATP.

4- تفاعلات حلقة كريبس تنتج ثنائي أكسيد الكربون وتستهلك ثنائي الأكسجين.

5- الميتوكوندريات عضيات تتم داخلها تفاعلات التنفس أو التخمر حسب وجود أو غياب الأكسجين.

الإجابة النموذجية

I- 1- ب، 2- أ، 3- د، 4- ج، 5- ب

II- 1- خطأ: تتم أكسدة $NADH,H^+$ خلال الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

2- صحيح.

3- خطأ: الحصيلة الإجمالية للتحلل السكري هي جزيئتا ATP.

4- خطأ: تفاعلات حلقة كريبس تنتج ثنائي أكسيد الكربون ولا تستهلك ثنائي الأكسجين.

5- خطأ: الميتوكوندريات عضيات تتم داخلها تفاعلات التنفس في وجود الأكسجين.

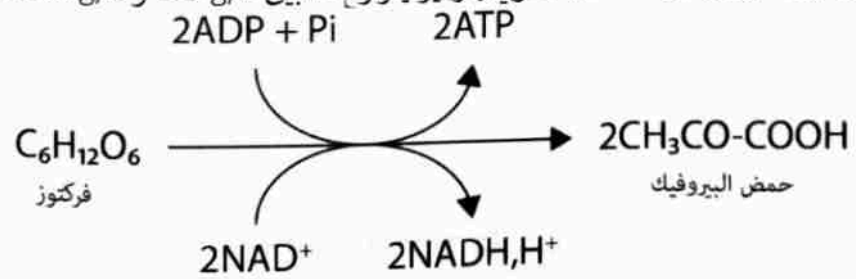
نماذج عن التمرين الثاني

التمرين 01

لإبراز التفاعلات التنفسية المسؤولة عن تحرير الطاقة الكامنة في المادة العضوية وعلاقتها بالبنيات الخلوية المتدخلة، نقترح الدراسة الآتية:

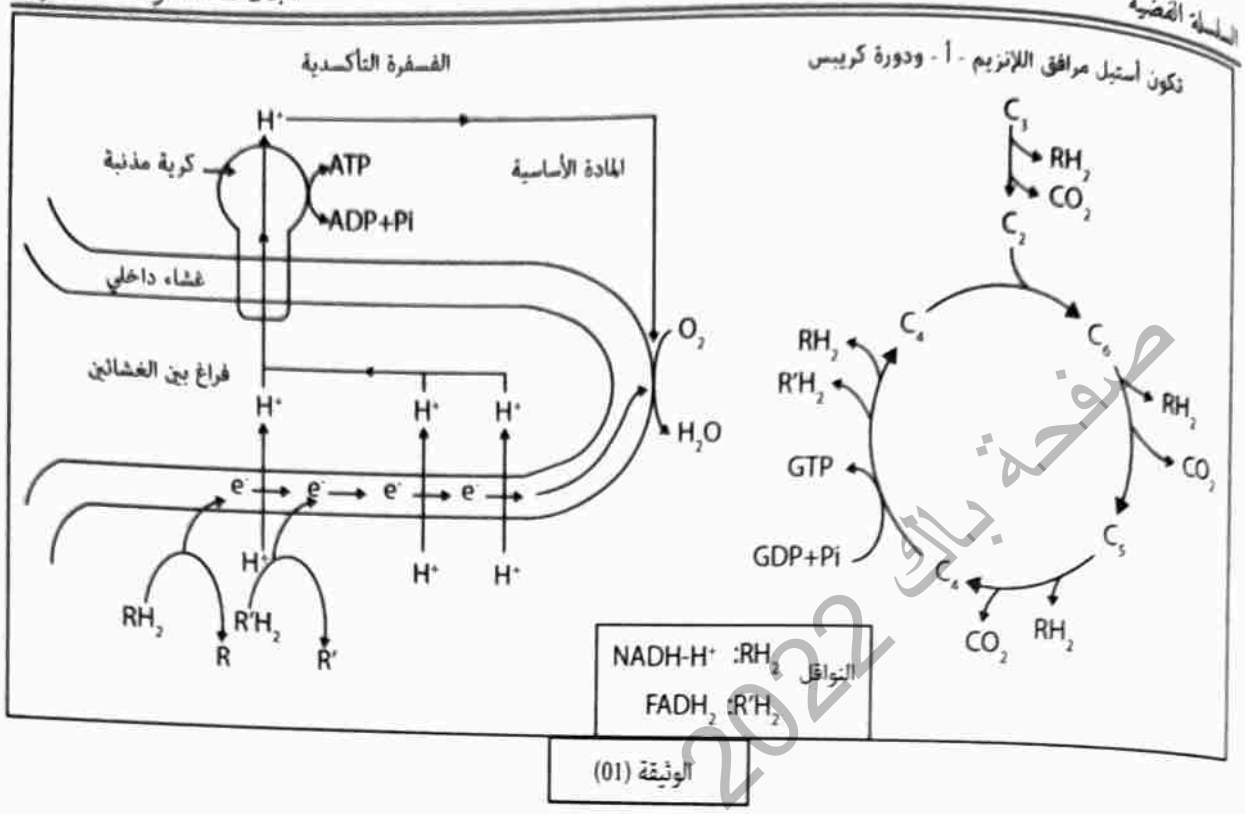
الجزء الأول

الأمشاج الذكرية خلايا جنسية تعبر المسالك التناسلية الأنثوية من أجل إخصاب البويضة، يتم ذلك بفضل حركة أسواطها التي تتطلب طاقة في جزيئات ATP، لإنتاج ATP تهدم الأمشاج الذكرية جزيئة الفركتوز (سكر يشبه الغلوكوز) الموجود في السائل المنوي بتركيز يتراوح ما بين 1.5 g/L و 1.6 g/L حسب التفاعل:



تلخص الوثيقة (01) التفاعلات التنفسية الأساسية على مستوى الميتوكوندري.

Bac 2022 عوفنا الباك

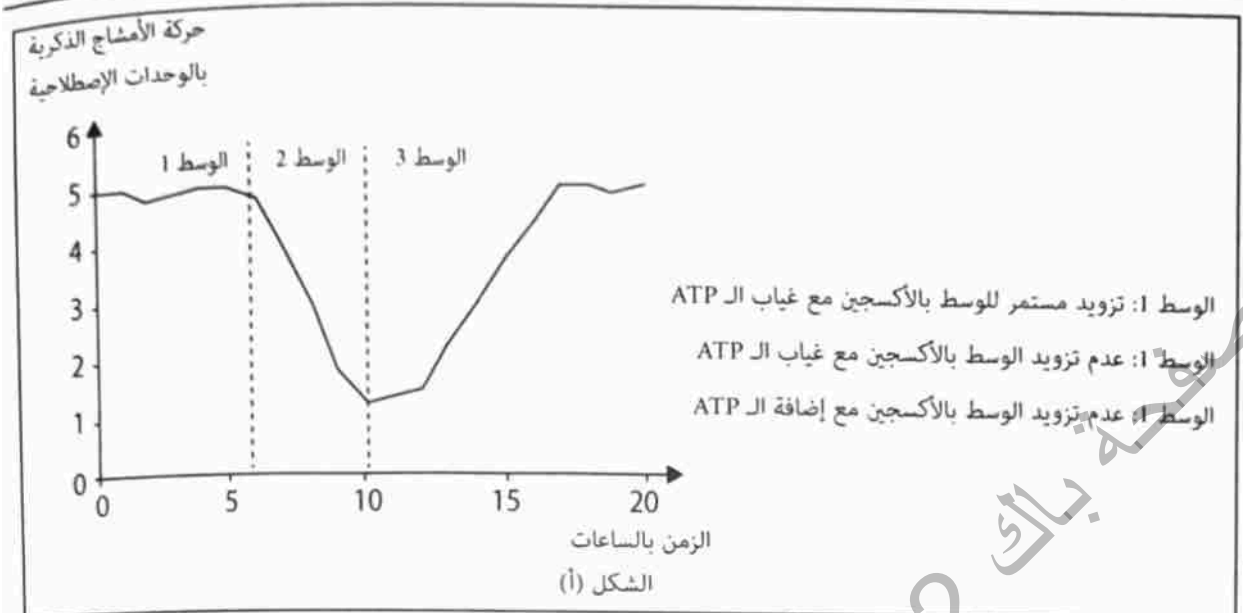


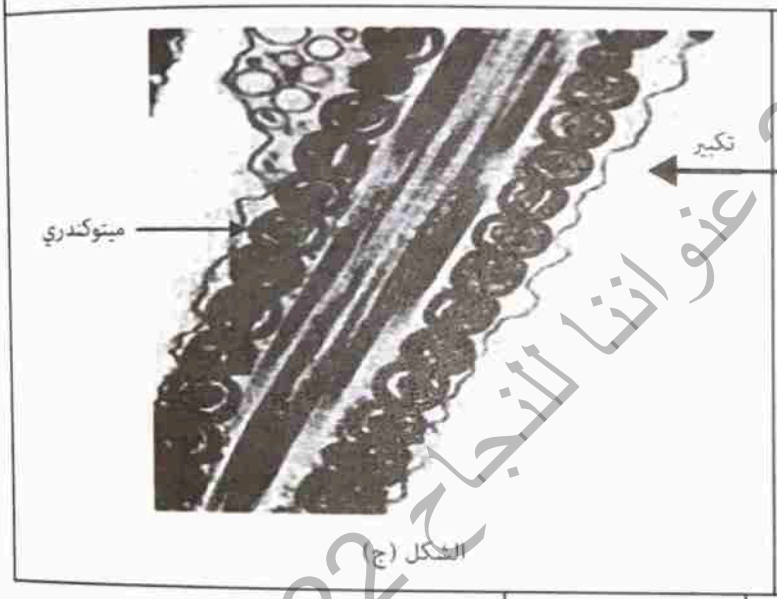
- حدد التفاعلات التنفسية المسؤولة عن إنتاج ATP على مستوى الميتوكوندري.

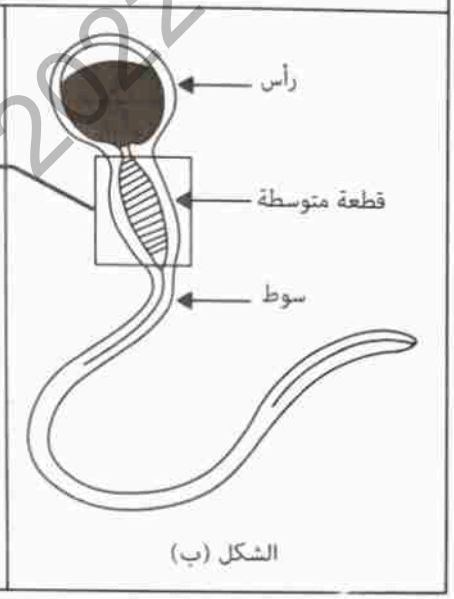
الجزء الثاني

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (02) تغير حركة الأمشاج الذكرية بدلالة الزمن في ظروف تجريبية مختلفة.
ويمثل الشكل (ب) من نفس الوثيقة تعضي المشيج الذكري وفوق بنية قطعته المتوسطة الشكل (ج).

Bac 2022 صفحة باك 2022 عز أبناء النجاح







الوثيقة (02)

- استنادا إلى ما سبق وباستغلال معطيات الوثيقة (02) بين أن المشيج الذكري خلية تستعمل عملية التنفس لإنتاج الطاقة الضرورية للحركة.

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

التفاعلات التنفسية المسؤولة عن إنتاج ATP على مستوى الميتوكوندري:

- أكسدة حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق الإنزيم أ.
- تفاعلات حلقة كربس في المادة الأساسية ويتم فيها: نزع الكربون وتحرير الـ CO_2، إرجاع NAD^+ إلى $NADH,H^+$ وFAD إلى $FADH_2$، إنتاج ATP.
- الفسفرة التأكسدية في الغشاء الداخلي للميتوكوندري ويتم فيها: إعادة أكسدة النواقل، إرجاع الـ O_2 وتكون جزيئات الماء، فسفرة ADP إلى ATP

صفحة باك 2022 عنوانا للنجاح Bac2022

الجزء الثاني

نبيين أن المشيج الذكري خلية تستعمل عملية التنفس لإنتاج الطاقة الضرورية للحركة

استغلال الشكل (أ)

- استقرار حركة الحيوانات المنوية بوجود الـ O_2 بالرغم من غياب ATP.
- انخفاض حركة الحيوانات المنوية عند افتقار الوسط لـ O_2 والـ ATP.
- ارتفاع حركة الحيوانات المنوية إلى قيمتها الأصلية في غياب الـ O_2 بوجود ATP. هذا يدل على استعمال المشيج الذكري لـ ATP من أجل الحركة كما أنه يصنعها في وجود الـ O_2.

استغلال الشكلين (ب و ج)

- احتواء القطعة المتوسطة للحيوان المنوي على عدد كبير من الميتوكوندريات.
- يتوفر الحيوان المنوي في قطعته المتوسطة على ميتوكوندريات عديدة تنتج الطاقة اللازمة للحركة عن طريق عملية التنفس.

إذن فالمشيج الذكري خلية تحوي ميتوكندريات تقوم بعملية التنفس لإنتاج الطاقة الضرورية للحركة.

التمرين 02

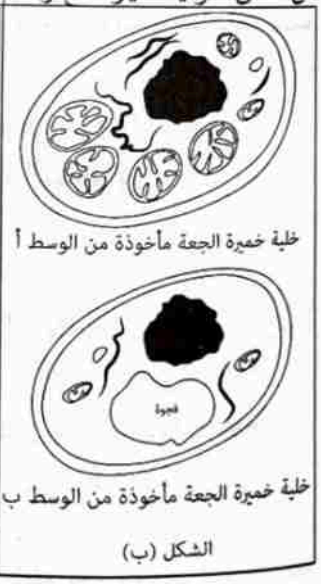
لدراسة بعض الظواهر الحيوية المنتجة للطاقة نقترح المعطيات الآتية:

الجزء الأول

- زرعت خلايا خميرة الجعة (فطر مجهري وحيد الخلية) في وسط زرع يحتوي على الغلوكوز، في ظروف تجريبية مختلفة، الظروف والنتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (01).
- تمت بعد ذلك ملاحظة البنية المجهرية لخليتين من خميرة الجعة مأخوذتين من الوسطين أ وب الشكل (ب) من نفس الوثيقة يوضح رسم تخطيطي للخليتين.

الوسط	الظروف التجريبية: كمية الغلوكوز في بداية التجربة بالغرام	الظروف التجريبية: مدة الاستهلاك	النتائج المحصلة: الغلوكوز المستهلك بالغرام	النتائج المحصلة: زيادة الكتلة الحية للخميرة بالغرام
أ: كمية من الخميرة / محلول الغلوكوز	150	9	150	1.97
ب: سدادة / خميرة + محلول غلوكوز	150	90	45	0.255

الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (01)

1- باستغلالك لشكلي الوثيقة (01) استنتج معللا إجابتك، الظاهرة الحيوية المنتجة للطاقة التي حدثت في كل من الوسطين أ وب.

الجزء الثاني

Bac 2022 عودة التيار

- بعد إضافة غلوكوز مشع في كل من الوسطين (أ) و(ب) كشف تحليل الوسط الخلوي في أزمنة متتالية (من t_0 إلى t_4) عن ظهور مواد كيميائية جديدة مشعة، النتائج مبينة في الوثيقة (02).

الزمن	الوسط الخارجي	الوسط الخلوي (أ)		الوسط الخلوي (ب)
		هيولى	ميتوكوندري	هيولى
t0	G^{+++}			
t1	G^{+}			G^{+++}
t2		G^{++}	$a.P^{+}$	$a.P^{+++}$
t3		$a.P^{++}$	$a.P^{+++}$ $a.K^{+}$	A^{++}
t4	CO_2^{++}		$a.K^{+++}$	

الرموز:
G: غلوكوز، a.P: حمض البيروفيك، a.K: أحد أحماض حلقة كريبس. A: كحول
+:إشعاع ضعيف ،++ : إشعاع متوسط +++: إشعاع قوي

الوثيقة (02)

1- فسر نتائج الجدول.
2- استنادا إلى ما سبق، وضح الفرق بين الظاهرتين الحادثتين في الوسطين (أ) و (ب)

الإجابة النموذجية

الجزء الأول
استنتاج الظواهر الحيوية في كل وسط

من الشكل (أ) استهلاك تام للغلوكوز من طرف خلايا خميرة الجعة بوجود الـ O_2 في مدة تسعة أيام.
تظهر البنية المجهرية لخلية الجعة الشكل (ب) المأخوذة من الوسط (أ) وفرة الميتوكوندريات ذات حجم كبير، نستنتج حدوث ظاهرة التنفس في هذا الوسط.
- استهلاك غير تام للغلوكوز في الوسط (ب) فهو لا هوائي (غياب الـ O_2) بالرغم من مرور 90 يوما.
تظهر البنية المجهرية لخلية الجعة ندرة الميتوكوندريات، نستنتج حدوث ظاهرة التخمر في الوسط (ب).

تفسير نتائج جدول الشكل (أ)

- في الزمن t_1: انخفاض إشعاع الغلوكوز في الوسط الخارجي وظهوره في الهيولى لخلايا الوسطين (أ) و(ب) يفسر باستعمال الخلايا لمادة الغلوكوز.
- في الزمن t_2: ظهور إشعاع متوسط في حمض البيروفيك للهيولى في الوسطين معا وإشعاعا ضعيفا في ميتوكوندريات الوسط(أ) نفسر ذلك بانحلال الغلوكوز (تحويله إلى حمض البيروفيك).
- في الزمن t_3: بالنسبة للوسط أ اختفاء الإشعاع في الهيولى وظهوره الكبير في حمض البيروفيك والضعيف في أحماض حلقة كريبس نفسر ذلك باستعمال الميتوكوندريات لحمض البيروفيك. والوسط (ب) بقاء حمض البيروفيك في الهيولى أي عدم تدخل الميتوكوندري.
- في الزمن t_4: تركيز الإشعاع في أحماض حلقة كريبس داخل ميتوكوندريات الوسط (أ) وظهور CO_2 مشع في الوسط الخارجي نفسره بحدوث تفاعلات حلقة كريبس، وتفيك حمض البيروفيك إلى كحول وCO_2 في الوسط (ب).

صفحة بيك Bac 2022 حولنا لنجاح 2022

الجزء الثاني

لتوضيح الفرق بين الظاهرتين الحادثتين في الوسطين (أ) و (ب)

خلال عملية التنفس، تهدم الركيزة العضوية كليا، تحرر منها كل الطاقة الكيميائية الكامنة على شكل طاقة قابلة للاستعمال (ATP) بتخل الميتوكوندري.

خلال عملية التخمر، تهدم الركيزة العضوية جزئيا، يحرر جزء من الطاقة الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال ATP ضئيلة، ويبقى جزء آخر من الطاقة كامنا ومخزنا في الجزيئة العضوية الناتجة (الكحول).

التمرين 03

كباقي الكائنات الحية الأخرى قد يتعرض النبات الأخضر لاعتداءات خارجية مثلا قد يتعرض للإصابة بالفطريات.

تنتج بعض الفطريات جزيئا يسمى تونتوكسين يصيب النبات الأخضر بداء يسمى الغلوكوز ومن أعراضه تصبح الأوراق برتقالية ثم صفراء مؤديا إلى موت سريع. يستخدم التونتوكسين أيضًا كمبيد عشبي للقضاء على الأعشاب الضارة. لفهم استخدام التونتوكسين كمبيد للأعشاب إليك الدراسات التالية:

الجزء الاول

تقوم النباتات الخضراء بعملية التركيب الضوئي الضرورية لحياتها. هذه العملية تتم وفق مرحلتين مرحلة كيموضوئية ومرحلة كيموحيوية. خلال المرحلة الكيموحيوية، يحدث استهلاك لثاني أكسيد الكربون (CO_2) وإنتاج طاقة كيميائية كامنة. لتحديد طبيعة هذه الطاقة الكيميائية وأصلها، قام أرنون (1958) بإجراء التجارب التالية:

تحضر أوساط تحتوي على حشوة الصانعات الخضراء فقط وتوضع في ظروف مختلفة، يضاف لكل وسط الـ$^{14}CO_2$ المشع وتقاس الكمية المثبتة منه، التجارب ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (01) التالية:

محتوى الوسط	كمية الـ $^{14}CO_2$ المثبتة في الحشوة (دقة في الدقيقة)
حشوة في الظلام	4000
حشوة في الظلام في وجود تيلاكويدات كانت معرضة للضوء	96000
حشوة في الظلام في وجود الـ ATP ونواقل الهيدروجين RH_2	96000

الوثيقة (01)

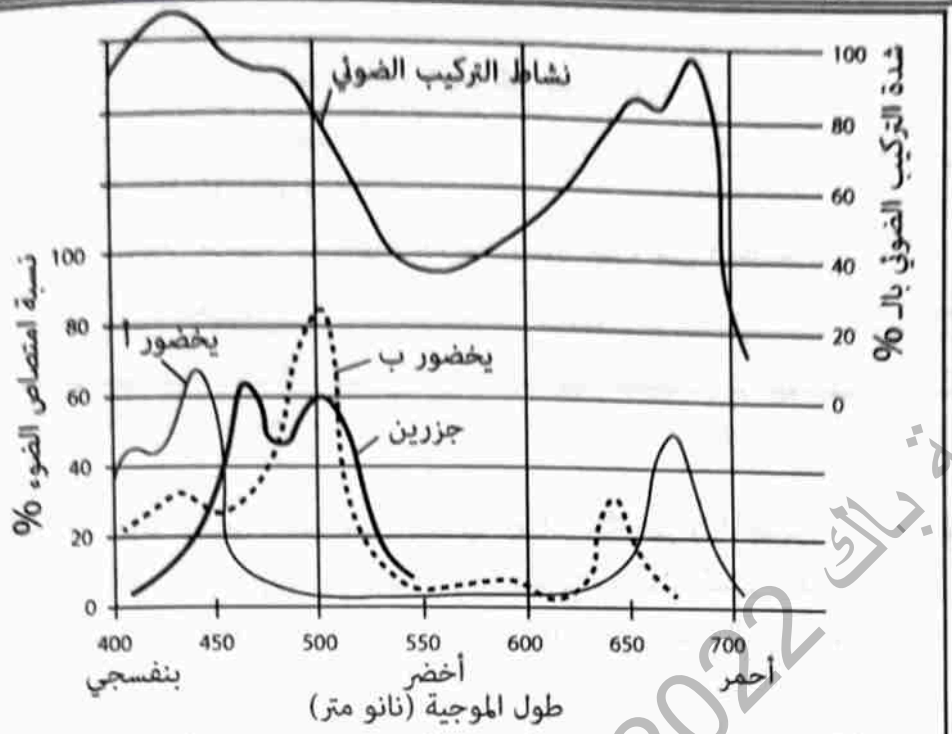
1- حلل النتائج التجريبية الموضحة في جدول الوثيقة (01).

2- حدد نواتج المرحلة الكيموضوئية ومقرها، موضحا أصل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية التي يتم انتاجها خلال المرحلة الكيموحيوية.

الجزء الثاني

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (02) طيف الامتصاص لأصباغ اليخضور ونشاط التركيب الضوئي. كما يمثل الشكل (ب) نتائج تجربة مكملة لتجربة أرنون.

Bac 2022 صفحة بناء على عوانة 2022



الشكل (أ)

محتوى الوسط	كمية ثاني أكسيد الكربون المشع المثبتة في الستروما مقاسة بالدقة في الدقيقة
ستروما في الظلام وكييسات تيلاكويد كانت معرضة للضوء. في وجود التونتوكسين	4000

الشكل (ب)

الوثيقة (02)

- اعتمادا على ما سبق ومعلوماتك بين أسباب استعمال التونتوكسين كمبيد عشبي مع العلم أنه مسؤول عن الاختفاء التدريجي لليخضور في النبات.

الإجابة النموذجية

الجزء الاول

1- التحليل

يمثل الجدول كمية الـ $^{14}CO_2$ المثبتة في الحشوة في أوساط مختلفة حيث نلاحظ:

- عند وضع حشوة في الظلام يكون تثبيت $^{14}CO_2$ ضعيف 4000 دقة في الدقيقة.
- عند وضع حشوة في الظلام في وجود تيلاكويدات كانت معرضة للضوء أو في وجود ATP ونواقل الهيدروجين RH_2

يكون تثبيت $^{14}CO_2$ معتبر 96000 دقة في الدقيقة.

نستنتج ان شروط تثبيت CO_2 في الحشوة توفر ATP ونواقل الهيدروجين RH_2.

Bac 2022 عنوانا للنجاح صفحة باك 2022

2- نواتج المرحلة الكيموضوئية ومقرها وأصل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية:

من خلال نتائج تجربة أرنون نجد ان نواتج المرحلة الكيموضوئية هي ATP ونواقل الهيدروجين RH_2.
مقر حدوث المرحلة الكيموضوئية: كيبسات التيلاكويد.
أصل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية التي يتم انتاجها خلال المرحلة الكيموحيوية هو الطاقة الضوئية.

الجزء الثاني

تبيين أسباب استعمال اللونلوكسين كمبيد مشبي

استغلال الوثيقة (02)
من الشكل (أ): نلاحظ ان أطوال الموجات الأكثر امتصاصا من طرف اليخضور 400 و700 نانومتر الموجات الطرفية البنفسجي والازرق والأحمر. اطوال الموجات الأقل امتصاصا 550 نانومتر الأخضر.
كما نلاحظ أن منحنى نشاط التركيب الضوئي يوافق منحنيات الامتصاص حيث كلما زادت شدة امتصاص الضوء زادت شدة التركيب الضوئي هذا يدل على أن لليخضور أهمية كبيرة في عملية التركيب الضوئي وفي حدوث المرحلة الكيموضوئية.
من الشكل (ب): كتجربة مكملة لتجربة أرنون عند وضع ستروما (حشوة) في الظلام وكيبسات تيلاكويد كانت معرضة للضوء. في وجود التونتوكسين نلاحظ تثبيت ضعيف لـ $^{14}CO_2$ 4000 دقة في الدقيقة هذا يدل على أن التونتوكسين منع تركيب الـ ATP ونواقل الهيدروجين RH_2.
نعلم أن التونتوكسين يعمل على الأوراق عن طريق تدمير جزيئات اليخضور وعدم وجود هذه الأصباغ يغير لون الأوراق فتتحول إلى اللون البرتقالي ثم الأصفر، يؤدي تدمير الكلوروفيل بواسطة مادة التونتوكسين إلى إعاقة المرحلة الكيموضوئية وبالتالي توقف إنتاج جزيئات ATP وRH_2، الضرورية للمرحلة الكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي ، وبالتالي بالنسبة لإنتاج الجزيئات العضوية. هذا يمنع تطور النباتات المعالجة بالتونتوكسين إذن هذا هو التأثير المبيد للأعشاب لهذا الجزيء.

نماذج عن التمرين الثالث

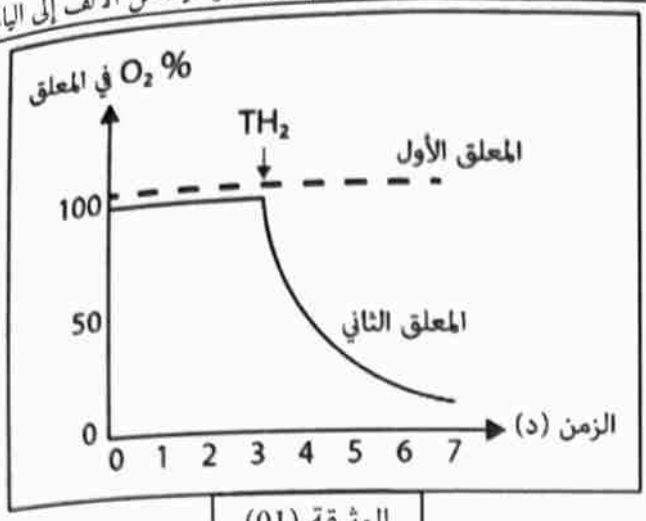
التمرين 01 – بكالوريا 2018

تتطلب الوظائف الحيوية المختلفة طاقة قابلة للاستعمال في شكل ATP يتم الحصول عليها من تحول الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية وللتّعرف على بعض آليات هذا التحوّل نقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول

الشّخص (س) مصاب بالعقم، أظهرت التحاليل نقص في حركة نطافه ولتوضيح علاقة هذا النوع من العقم بتحول الطاقة نقدم التجربة التالية: نحضن معلقين متماثلين من الميتوكوندريات الأول مأخوذ من نطاف الشّخص (س) والثاني من شخص لا يعاني العقم في وسط غني بثنائي الأكسجين وفي الزمن ز = 3 د نضيف نفس التركيز من الناقل TH_2 ثم نتتبع تغيرات نسبة (O_2) في المعلقين، النتائج المحصل عليها في الوثيقة (01).

Bac 2022 عوني الناجح 2022

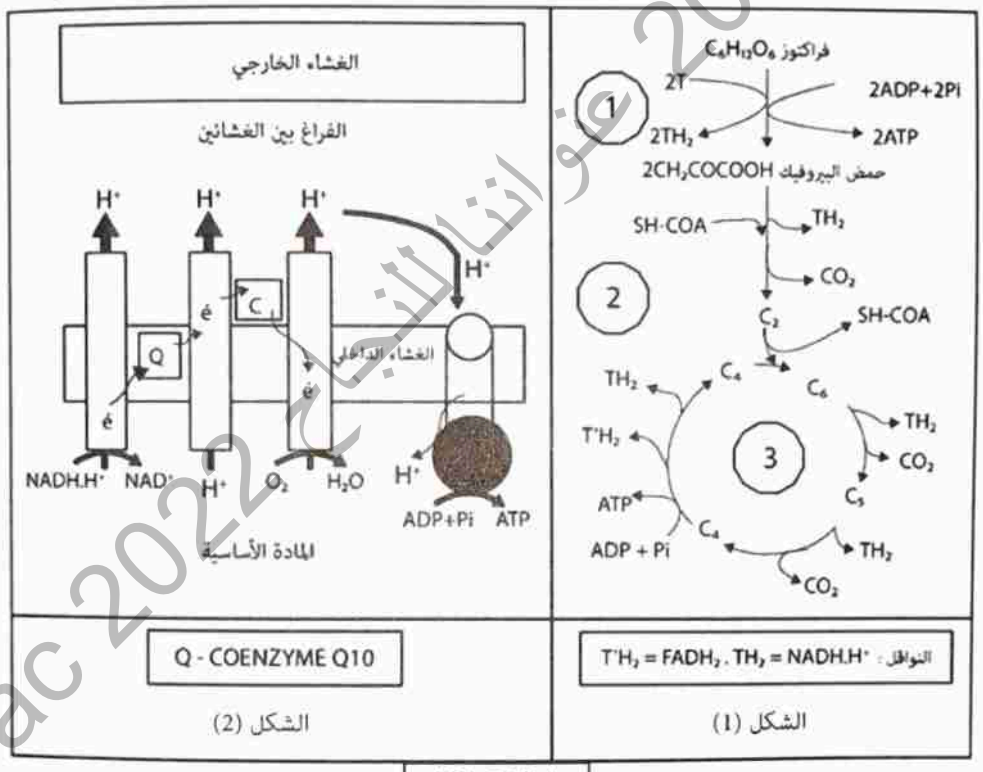


الوثيقة (01)

1- حلّل النتائج المبينة في الوثيقة (01).
2- قدّم فرضيات تفسّر من خلالها سبب قلة حركة النطاف عند الشخص (س).

الجزء الثاني

من أجل البحث عن علاج وإثبات صحة إحدى الفرضيات نقترح الدراسة التالية:
قدّم الطبيب المعالج للشّخص (س) دواء مكونا من (مرافق الأنزيم أ 200 mg/Q_{10}).
بعد أشهر من العلاج لوحظ استعادة النّطاف لحركتها تدريجيا ورافق ذلك حدوث حمل لزوجته. لتوضيح كيفية تأثير الدواء نقدّم الوثيقة (02) حيث يمثّل الشكل (1) تفاعلات تحلل الفراكتوز (مادة الأيض المستخدمة من طرف النطاف كمصدر للطاقة وهي تشبه في تحولاتها الغلوكوز) بينما يمثّل الشّكل (2) آلية أكسدة النواقل المرجعة المتشكّلة في مراحل الشّكل (1) في وجود (Q_{10}).



الوثيقة (02)

1- انطلاقا من الشّكل (1) من الوثيقة (02) استخرج: عدد جزيئات الـ ATP المتشكّلة بشكل مباشر، عدد النّواقل المرجعة، عدد جزيئات CO_2 المطروحة الخاص بكل مرحلة من المراحل المشار إليها بالأرقام (1)، (2) و(3) محدّدا بدقة مقر حدوث كل منها.
2- اشرح آلية تشكل الـ ATP الموضّحة في الشّكل (2) واستنتج الحصيلة الطاقوية لهذه المرحلة.
3- فسّر آلية تأثير الدواء الذي قدّم للشّخص (س)، مبرزا مدى توافق المعلومات المتوصل إليها مع إحدى الفرضيات السّابقة.

Bac 2022 عوانا للنجاح 2022

الجزء الثالث

بالاعتماد على الجزءين السّابقين ومكتسباتك، اشرح العلاقة بين هدم مادة الأيض واستهلاك O_2 والقيام بمختلف الوظائف الحيوية.

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

1- التحليل

يمثل المنحنى تغير النسبة المئوية لـ O_2 في مُعلّقين متماثلين من الميتوكوندريات بدلالة الزمن (د). المعلق الأول مأخوذ من نطاف الشخص (س) مُصاب بالعقم والثاني من شخص لا يعاني العقم.

- من 0 د إلى 3 د: قبل إضافة الناقل TH_2، النسبة المئوية لـ O_2 ثابتة في المعلقين 100 %.
- من 3 د إلى 7 د: بعد إضافة الناقل TH_2 إلى المعلقين، النسبة المئوية لـ O_2 تبقى ثابتة 100 % في معلق الشخص المصاب بالعقم، وتتناقص في معلق ميتوكوندريات الشخص السليم بشكل سريع حتى تكاد تنعدم في الدقيقة 7.

نستنتج أن ميتوكوندريات الشخص (س) المُصاب بالعقم ليست قادرة على أكسدة النواقل المُرجَعة ولا تُنتج كمية كافية من الـ ATP لحركة نطافه.

2- تقديم فرضيات

- إنزيم أكسدة النواقل المُرجَعة غير وظيفي.
- أحد نواقل الإلكترونات في السلسلة التنفسية غير وظيفي.
- الإنزيم ATP سنتاز غير وظيفي.

الجزء الثاني

1- عدد الجزيئات

المرحلة	المقر	ATP	النواقل المرجعة	CO_2
1- التحلل سكري	الهيولى	2	$2NADH.H^+$	/
2- الخطوة التحضيرية لحلقة كريبس	المادة الأساسية للميتوكوندري	/	$2NADH.H^+$	2
3- حلقة كريبس	المادة أساسية للميتوكوندري	2	$6NADH.H^+$ $2FADH_2$	4

2- شرح آلية تشكل الـ ATP والحصيلة الطاقوية

- آلية تشكل الـ ATP

على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري، تتأكسد النواقل المُرجَعة $NADH,H^+$ حسب المعادلة التالية:

$$NADH,H^+ \rightarrow NAD^+ + 2H^+ + 2\acute{e}$$

تنتقل الإلكترونات الناتجة في النواقل (T1، T2، T3، T4، T5) تلقائيا من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع.

يستقبل الـ O_2 الإلكترونات ويُرجَع ويرتبط مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل جزيء الماء حسب المعادلة:

$$O_2 + 4\acute{e} \rightarrow 2H_2O$$

Bac 2022 عنواننا للنجاح 2022 صفحة بنك

انتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية تتحرر منه طاقة تستعملها النواقل T1، T3، T5 في ضخ البروتونات من المادة الأساسية نحو الفراغ بين الغشائين عكس تدرج تركيزها فينشأ تدرج في تركيز البروتونات.

تنتقل البروتونات المتراكمة في الفراغ بين الغشائين إلى المادة الأساسية عبر قناة في الإنزيم ATP سنتيتاز حسب تدرج تركيزها وتحفزه على فسفرة الـ ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi).

- الحصيلة الطاقوية

النواقل المُرجَعة الناتجة في مرحلة التحلل السكري: $2\ NADH.H^+$

- النواقل المُرجَعة الناتجة في الخطوة التحضيرية: $2\ NADH.H^+$

- النواقل المُرجَعة الناتجة في حلقة كريبس: $6NADH.H^+$ و$2FADH_2$

الحصيلة الأولية: $10\ NADH.H^+$ و$2FADH_2$

- ينتج عن أكسدة جزيئة $NADH,H^+$ ثلاث جزيئات ATP.

- ينتج عن أكسدة جزيئة $FADH_2$ جزيئتين ATP.

الحصيلة الطاقوية: $(3 \times 10) + (2 \times 2) = 34\ ATP$

3- التفسير مع إبراز مدى توافق المعلومات مع إحدى الفرضيات

الدواء الذي قُدِّم للشخص (س) المصاب يعمل نفس عمل ناقل الإلكترونات T_2 حيث يستقبل الإلكترونات الناتجة من أكسدة الناقل T_1 وينقلها لتُرجِع الناقل T_3 المُؤكسَد وهكذا بشكل دوري.

تستمر تفاعلات السلسلة التنفسية التي تبدأ بأكسدة النواقل المُرجَعة وتنتهي بإرجاع ثنائي الأكسجين.

تتسبب هذه التفاعلات في نشأة تدرج في تركيز البروتونات وتحفيز الإنزيم ATP سنتاز على فسفرة الـ ADP إلى ATP وبالتالي يتم تشكيل ATP التي تستعملها النطاف في حركتها الطبيعية لتصل إلى البويضة وتلقحها ويُعالَج الشخص المصاب من العقم.

تتوافق المعلومات المتوصل إليها مع الفرضية المقترحة رقم 1 التي تقول بأن أحد نواقل السلسلة التنفسية غير وظيفي وتوصلنا في الدراسة أنه الناقل T_2.

الجزء الثالث

شرح العلاقة بين هدم مادة الأيض واستهلاك O_2 والقيام بمختلف الوظائف الحيوية

يتم هدم مادة الأيض في الخلية في ثلاث مراحل:

التحلل السكري (الغلكزة) في الهيولى: ليس لها علاقة باستهلاك الـ O_2 وتحدث في وجوده وفي غيابه. يتم فيها تحويل الغلوكوز إلى حمض البيروفيك حسب المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + 2NAD^+ + 2ADP \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2ATP + 2NADH,H^+$$

الخطوة التحضيرية وحلقة كريبس في المادة الأساسية للميتوكوندري: لها علاقة غير مباشرة باستهلاك الـ O_2، فهو ضروري لحدوث الفسفرة التأكسدية التي يتم فيها تجديد النواقل المُرجَعة NAD^+ وFAD^+ الضرورية لحدوثها. تتم هذه المرحلة حسب المعادلة التالية:

$$2C_3H_4O_3 + 8NAD^+ + 2FAD^+ + 2(ADP + Pi) + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 8NADH,H^+ 2FADH_2 + 2ATP$$

الفسفرة التأكسدية في الغشاء الداخلي للميتوكوندري: لا تحدث إلا في وجود الـ O_2 الذي يلعب دور المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة عن أكسدة النواقل المُرجَعة ($NADH,H^+$ و$FADH_2$). كما يتم فيها تركيب الـ ATP حسب المعادلة:

$$10NADH,H^+ + 2FADH_2 + 6O_2 + 34(ADP + Pi) \rightarrow 10NAD^+ + 2FAD^+ + 12H_2O + 34ATP$$

صحة النجاح 2022 Bac 2022

تستعمل الخلايا الطاقة القابلة للاستعمال ATP الناتجة عن هدم مادة الأيض في مختلف الوظائف الحيوية من بينها: النشاط العنزيمي، الدفاع عن الذات، الاتصال العصبي، بناء المادة الحية... الخ.

التمرين 02 – بكالوريا 2018

تنفرد بعض الكائنات الحية منها نوع من البكتيريا المسمى بـ Cyanobacter بقدرتها على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كامنة. لفهم الآليات التي تسمح لهذه البكتيريا بالتحويل الطاقوي المشار إليه نعرض الدراسة التالية:

الجزء الأول

أجريت سلسلة من التجارب على كائن حي وحيد الخلية وهو الأشنة الخضراء الكلوريلا:

التجربة الأولى: تعتمد هذه التجربة على معايرة نسبة O^{18}/O^{16} في غاز ثنائي الأكسجين خلال المراحل التجريبية التالية:

المرحلة الأولى: تمّ تعريض معلق أشنة الكلوريلا للضوء في وجود ماء غني بـ O^{18} المشع حيث نسبة O^{18}/O^{16} فيه تساوي 0.85 % الذي يضاف إليه مادة $NaHCO_3$ (مصدر لـ CO_2).

المرحلة الثانية: أعيدت نفس مراحل التجربة السابقة باستعمال الماء العادي وبإضافة HCO_3^- الغنية بـ O^{18} مشع حيث نسبة O^{18}/O^{16} فيه تساوي 0.85 %.

ملاحظة: نسبة O^{18}/O^{16} في المركبات الكيميائية العادية: H_2O و$NaHCO_3$ تساوي 0.2 %

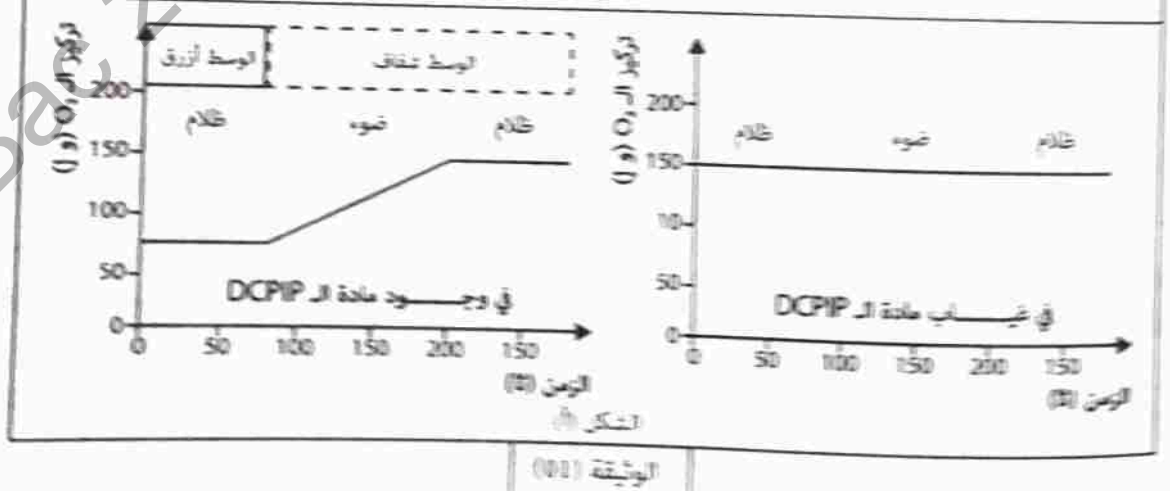
التجربة الثانية: توضع تيلاكوئيدات في وسط يحتوي على ماء عادي وخال من HCO_3^-. يضاف له مادة DCPIP ويتابع خلال التجربة تطور تركيز O_2 وتغير لون الوسط.

(DCPIP مادة تأخذ لونا أزرقا في الحالة المؤكسدة يرمز لها بـ A وشفافا في الحالة المرجعة يرمز لها بـ AH_2).

النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكلين (أ) و(ب) من الوثيقة (01):

	نسبة O^{18}/O^{16} (%) في المركبات الكيميائية		
	H_2O	HCO_3^-	O_2 المنطلق
المرحلة الأولى	0.85	0.20	0.85
المرحلة الثانية	0.20	0.85	0.20

الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (01)

Bac 2022 عند بابك

1- باستغلالك لنتائج التجارب (1) و(2) ومعلوماتك استدل عن مصدر ثنائي الأكسجين المطروح وبيّن آلية طرحه مدعّما إجابتك بمعادلات كيميائية.

2- لوحظ إثر إنجاز تجارب باستعمال بكتيريا Cyanobacter المعرضة للضوء ارتفاع نسبة غاز ثنائي الأكسجين في الوسط.

- اقترح فرضية فيما يخص مصدر وآلية طرح ثنائي الأكسجين.

الجزء الثاني

للتحقق من صحة الفرضية نهتم في هذا الجزء بتحديد علاقة Cyanobacter بالتحويل الطاقوي المؤدي إلى طرح ثنائي الأكسجين المذكور أعلاه، لذلك ندرج الوثيقة (2).

رسم تخطيطي لـ Cyanobacter

الشكل (أ)

رقم التجربة	الشروط التجريبية	كمية الـ $^{14}CO_2$ المثبتة في الجزيئات العضوية (دقة في الدقيقة)
1	مستخلص سيتوبلازم بكتيري في وسط مظلم + $^{14}CO_2$	4000
2	مستخلص سيتوبلازم بكتيري في وسط مظلم + $^{14}CO_2$ + ATP	43000
3	مستخلص سيتوبلازم بكتيري في وسط مظلم + $^{14}CO_2$ + ATP + نواقل مرجعة RH_2	97000
4	مستخلص سيتوبلازم بكتيري + تيلاكوئيدات معرضة للضوء في وجود ADP+Pi ونواقل مؤكسدة R ينقل المحضر للظلام ويضاف إليه $^{14}CO_2$	96000

الشكل (أ)

الوثيقة (02)

1- حلّل نتائج الشكل (ب) من الوثيقة (2).

2- من خلال ما سبق تحقّق من صحّة الفرضية المقترحة.

الجزء الثالث

باستغلال المعلومات المستخرجة ممّا سبق ومعارفك الخاصة. وضّح في رسم تخطيطي وظيفي مراحل التحويل الطاقوي المدروس على مستوى البكتيريا Cyanobacter.

Bac 2022 عنوانا للنجاح 2022 صفحة باك

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

1- تبيين آلية طرح الـ O_2

من خلال الشكل (أ) من الوثيقة (1)، النسبة المئوية لـ O^{18}/O^{16} في الـ O_2 المُنطلِق مماثلة للماء في المرحلة الأولى وتساوي 0.85 % وكذلك في المرحلة الثانية وتساوي 0.20 %. وتختلف عن نسبة O^{18}/O^{16} في الـ HCO_3^-.

وهذا دليل على أن مصدر الـ O_2 المنطلق هو الماء وليس HCO_3^- أي ليس الـ CO_2.

من خلال الشكل (ب) من الوثيقة (1)، في غياب مادة الـ DCPIP، تركيز الـ O_2 في معلق التيلاكويدات ثابت سواء في الظلام أو في الضوء. أما في وجود مادة الـ DCPIP ففي الظلام تركيز الـ O_2 ثابت والوسط أزرق أما في الضوء فيرتفع تركيز الـ O_2 ويصبح الوسط شفافا.

إذن، في وجود الضوء، تقوم التيلاكويد بأكسدة الماء وطرح ثنائي الأكسجين وإرجاع مستقبل الإلكترونات المادة DCPIP. تلتقط الأنظمة الضوئية PSII وPSI الفوتونات وتتأكسد وتحرر إلكترونات، ترجع إلكترونات الـ PSI مستقبل الإلكترونات وهي المادة DCPIP فيتحول لون المحلول من الأزرق إلى الشفاف. ترجع إلكترونات الـ PSII الـ PSI. ويتأكسد الماء وترجع إلكتروناته الـ PSII.

معادلات كيميائية

معادلة أكسدة الماء:

$$2H_2O \xrightarrow{\text{بحضور ضوء}} O_2 + 4H^+ + 4é$$

معادلة إرجاع مستقبل الإلكترونات:

$$2A + 4H^+ + 4é \rightarrow 2AH_2$$

2- اقتراح فرضية

ينتج الـ O_2 من أكسدة الماء في وجود الضوء على مستوى البكتيريا الزرقاء Cyanobacter لاحتوائها تيلاكويدات.

الجزء الثاني

1- التحليل

يمثل الشكل (ب) من الوثيقة (02) أربع تجارب ونتائجها أُجرِيت على مستخلص البكتيريا الزرقاء في شروط تجريبية مختلفة.

- **التجربة 01:** عند وضع مستخلص سيتوبلازم بكتيري في وسط مظلم مُضافا له $^{14}CO_2$ كربونه مشع، يتم تركيب كمية قليلة من الجزيئات العضوية تُقدّر نسبة الكربون المشع فيها بـ 4000 دقة / دقيقة.
- **التجربة 02:** عند وضع مستخلص سيتوبلازم بكتيري في وسط مظلم مُضافا له ATP و$^{14}CO_2$، يتم تركيب كمية متوسطة من الجزيئات العضوية تُقدّر نسبة الكربون المشع فيها بـ 43000 دقة / دقيقة.
- **التجربة 03:** عند وضع مستخلص سيتوبلازم بكتيري في وسط مظلم مُضافا له ATP و$^{14}CO_2$ ونواقل مُرجَعة (RH2)، يتم تركيب كمية كبيرة من الجزيئات العضوية تقدر نسبة الكربون المشع فيها بـ 97000 دقة / دقيقة.

Bac 2022 عزوزانة الشباب 2022

- **التجربة 04:** عند وضع مستخلص سيتوبلازم بكتيري مُضافا له تيلاكويدات مُعرضة للضوء في وجود ADP+Pi ونواقل مُؤكسَدة (R)، يتم تركيب كمية كبيرة من الجزيئات العضوية مماثلة تقريبا للتجربة 03 وتقدر نسبة الكربون المشع فيها بـ 96000 دقة / دقيقة.

نستنتج أن تثبيت الـ CO_2 في الجزيئات العضوية يشترط توفر الـ ATP والنواقل المُرجَعة التي يتم تركيبها على مستوى التيلاكويدات في وجود الضوء عند توفر ADP+Pi ونواقل مؤكسدة (R).

2- التحقق من صحة الفرضية

في الجزء الأول توصلنا إلى أنه على مستوى التيلاكويد، وفي وجود الضوء ومستقبل للإلكترونات، تحدث أكسدة للماء وانطلاق لـ O_2 وإرجاع لمستقبل الإلكترونات.

وفي الجزء الثاني توصلنا إلى أنه يتم إرجاع النواقل المُرجعة على مستوى التيلاكويد وتركيب الـ ATP، وأن هذه النواتج تُستعمل في تثبيت الـ CO_2 وتركيب الجزيئات العضوية.

ومن هذا نستنتج وجود مرحلتين لهذا التحويل الطاقوي، مرحلة أولى يتم فيها أكسدة للماء وانطلاق الـ O_2 وإرجاع النواقل وتركيب الـ ATP وتسمى بالمرحلة الكيموضوئية. ومرحلة ثانية يتم فيها تثبيت الـ CO_2 ودمجه في الجزيئات العضوية وتشترط نواتج المرحلة السابقة وتسمى المرحلة الكيموحيوية.

ومن الشكل (أ) من الوثيقة (02) وجدنا أن البكتيريا تحوي تيلاكويدات.

وهذا يؤكد صحة الفرضية المُقترحة وهي مصدر الأكسجين المُنطلق هو الماء وليس الـ CO_2، وآلية طرحه هي أكسدة الماء على مستوى التيلاكويدات في وجود الضوء في المرحلة الكيموضوئية.

الجزء الثالث

الرسم التخطيطي: تم رسمه سابقا

التمرين 03 – بكالوريا 2017 (الدورة الاستثنائية)

تتخصص عضيات خلوية مثل الصانعة الخضراء والميتوكوندري في توفير طاقة قابلة للاستعمال وفق شروط نهدف إلى تحديدها من خلال الدراسات التالية:

الجزء الأول

1- عزلت صانعات خضراء مفتوحة الغلاف ووضعت في وسط خال من الـ CO_2 ومعرضة للضوء يضاف إليه باستمرار $NADP^+$ وADP وPi. فلوحظ انطلاق الـ O_2، إلا أنه لم يتم اصطناع جزيئات عضوية.

إذا أعيدت التجربة السابقة مع إضافة كمية محدودة من $NADP^+$ وADP وPi، فإنه بعد مدة يتوقف انطلاق الـ O_2. وعند تزويد الوسط بـ CO_2 ينطلق O_2 من جديد ويتم بناء المادة العضوية.

- أنشئ علاقة بين المواد المضافة وانطلاق الـ O_2 وتركيب المادة العضوية.

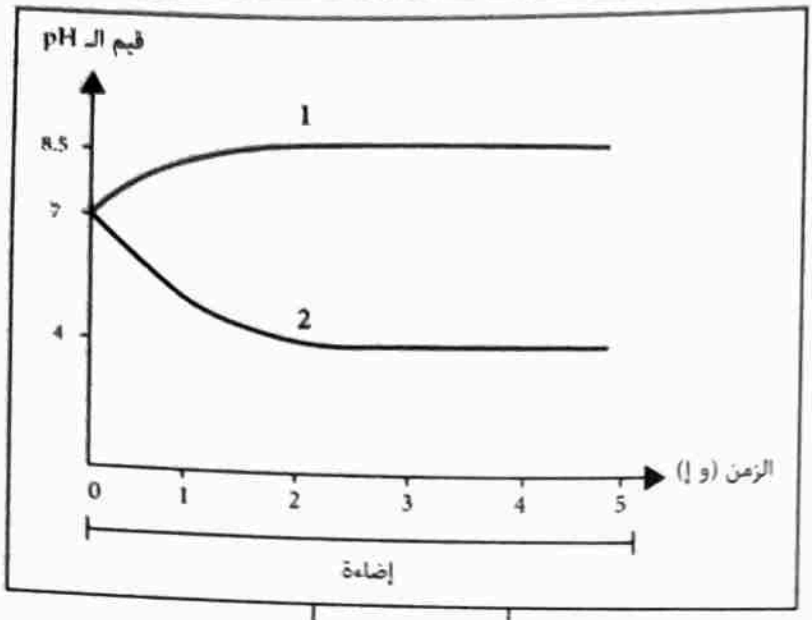
2- في تجربة أخرى وضع معلق تيلاكويدات في أنبوب اختبار يحتوي على وسط حيوي تركيبه مماثل للستروما وعرض للضوء ثم قيس تغير قيمة الـ pH في كل من تجويف التيلاكويدات والوسط المحيط بها. النتائج المتحصل عليها توضحها الوثيقة (01).

صفحة بناء Bac2022 عوانا طيب

أ- انسب كل منحنى إلى الوسط المناسب له.

ب- فسر تغير قيم الـ pH.

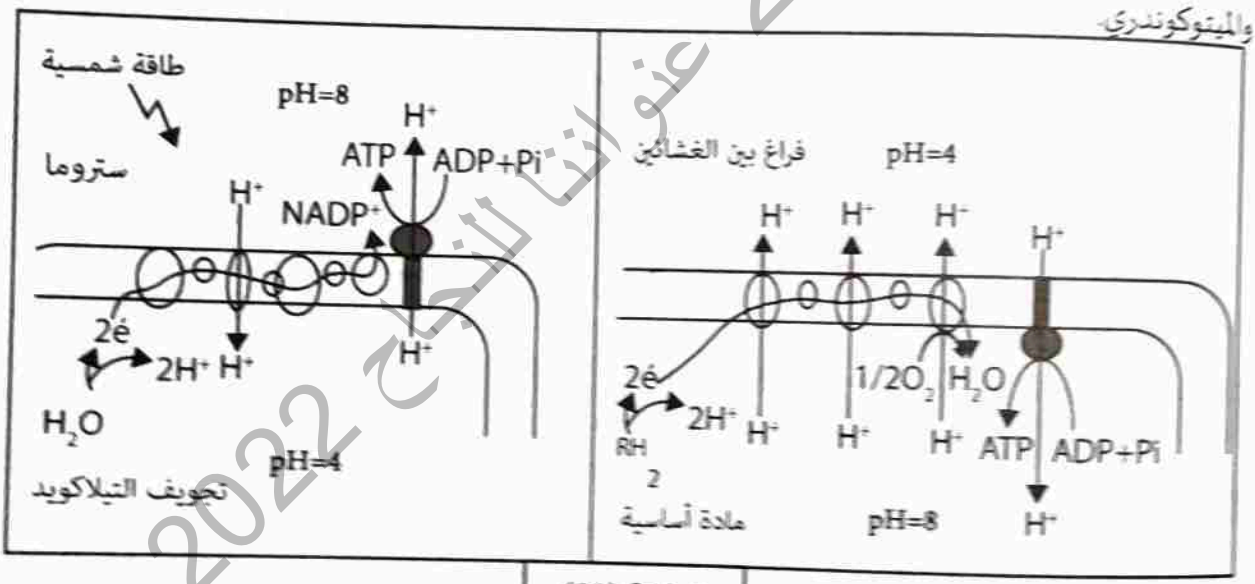
ج- إذا علمت أن تغير قيم الـ pH يرافقه إنتاج الـ ATP، اقترح فرضية تفسر بها تشكل ATP.



الوثيقة (01)

الجزء الثاني

تمثل الوثيقة (02) آلية تشكل الطاقة القابلة للاستعمال على مستوى ما فوق بنية الصانعة الخضراء والميتوكوندري.



الوثيقة (02)

1- سم الظاهرة الموافقة لكل شكل من شكلي الوثيقة (02).

2- تحقق من صحة الفرضية المقترحة في الجزء 1.

الجزء الثالث

- استدل بمعطيات الوثيقة (02) كي تثبت بأن الظاهرتين الممثلتين بشكلي الوثيقة (02) هما ظاهرتان متشابهتان.

Bac 2022 عنوانا للنجاح 2022 صفحة باك

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

1- العلاقة

في وجود الضوء و$NADP^+$ وADP وPi تتم المرحلة الكيموضوئية ينتج عنها انطلاق O_2 وتشكل $NADPH$ وATP. تشكل المدة العضوية أثناء المرحلة الكيموحيوية يتم بإرجاع CO_2 باستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية.

2-أ- موافقة المنحنى 1

يوافق الوسط المحيط المماثل للستروما.

المنحنى 2 يوافق تجويف التيلاكويد.

ب- التفسير

إثر تعرض التيلاكويدات للضوء تتحفز الأنظمة الضوئية ويتحلل الماء ضوئيا، تنتقل الإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية إلى أن تصل إلى المستقبل $NADP^+$، تتحرر طاقة تستعمل في ضخ H^+ نحو تجويف التيلاكويد مما يؤدي إلى تناقص تركيز H^+ في الوسط المحيط المماثل للستروما. يرفق ذلك بتراكم H^+ وزيادة تركيزه في تجويف التيلاكويد.

ج- اقتراح فرضية

خروج البروتونات المتراكمة في تجويف التيلاكويدات من التجويف إلى الستروما يؤدي إلى تشكل الـ ATP.

الجزء الثاني

1- تسمية الظاهرة

الممثلة في الشكل (أ): فسفرة تأكسدية.

الممثلة في الشكل (ب): فسفرة ضوئية.

2- التحقق من صحة الفرضية

يبين الشكل (ب) من الوثيقة (02) أن تراكم H^+ وزيادة تركيزه في تجويف التيلاكويد يؤدي إلى ظهور تدرج كهروكيميائي يولد كمونا غشائيا محركا ينقل البروتونات عبر الكريات المذنبة، مما يؤدي إلى فسفرة الـ ADP إلى ATP بتدخل الإنزيم ATP سنتاز، وهو ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة " خروج البروتونات المتراكمة في تجويف التيلاكويدات من التجويف إلى الستروما يؤدي إلى تشكل الـ ATP ".

الجزء الثالث

في كلا الظاهرتين نسجل حدوث ما يلي:

- أكسدة.
- انتقال إلكترونات عبر نظام أكسدة وإرجاع لتصل إلى مستقبل نهائي.
- تحرر طاقة.
- الطاقة المحررة تستعمل في ضخ H^+ من الوسط الأقل حموضة إلى الوسط الأعلى حموضة.
- تراكم H^+.
- ظهور تدرج كهروكيميائي ينقل البروتونات عبر الكريات المذنبة.
- تحدث فسفرة لـ ADP وتشكل الـ ATP بتدخل الإنزيم ATP سنتاز.

فالظاهرتان المدروستان متشابهتان (فسفرتان تسمحان بتركيب الـ ATP).

صفحة بيك 2022 حوانتا للنجاح Bac 2022

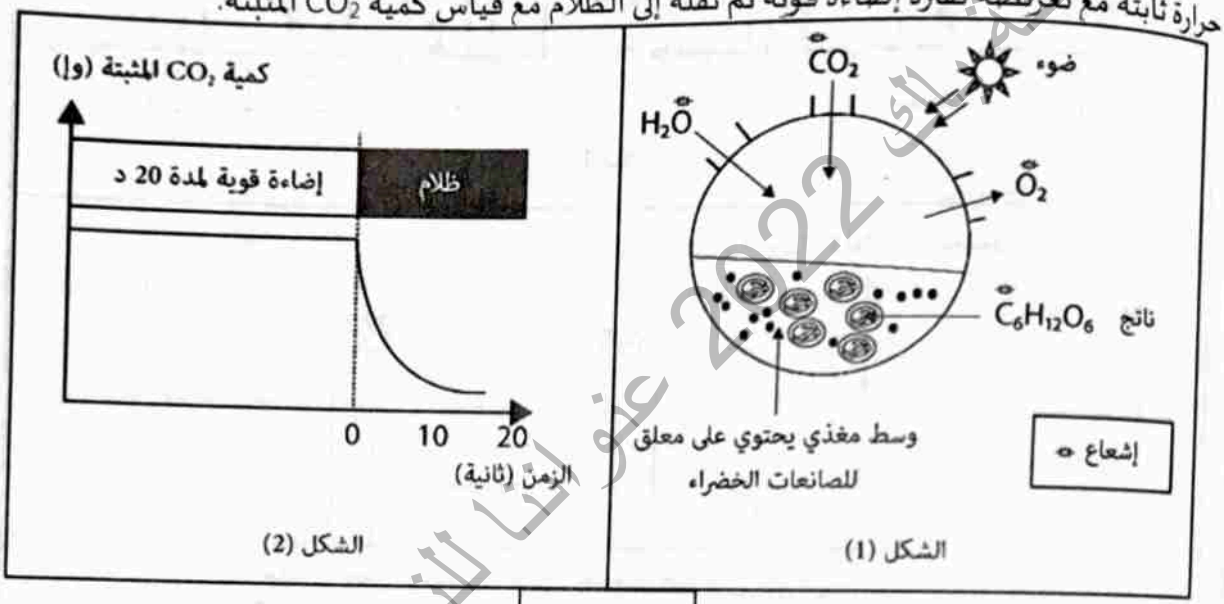
التمرين 04

تعتبر النباتات الخضراء مقرا لظاهرة حيوية تسمح بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في جزيئات المادة العضوية وفق سلسلة من التفاعلات الحيوية الخلوية.

الجزء الأول

بهدف معرفة مراحل هذه الظاهرة تقدم لك الوثيقة (01) حيث الشكل (1) يمثّل التركيب التجريبي والنتائج المحصل عليها باستعمال معلق للصانعات الخضراء.

الشكل (2) يمثل نتائج تجريبية لدراسة على أشنة خضراء (الكلوريلا) في وسط مناسب غني بـ CO_2 وفي درجة حرارة ثابتة مع تعريضه لفترة إضاءة قوية ثم نقله إلى الظلام مع قياس كمية CO_2 المثبتة.



الوثيقة (01)

1- أ- استخرج المعلومات التي تقدمها نتائج تجربة الشكل (1)، مسمياً الظاهرة المدروسة.

ب- اكتب المعادلة الإجمالية التي تعبر عن الظاهرة المدروسة.

2- حلّل المنحنى الممثل بالشكل (2).

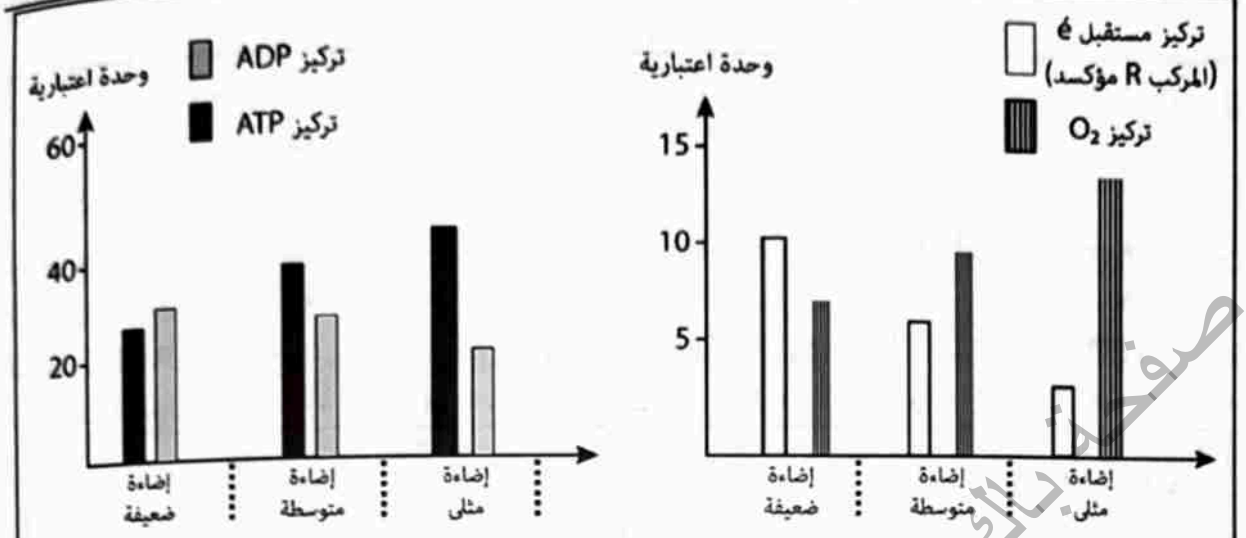
الجزء الثاني

لتحديد بعض تفاعلات ونتائج مراحل الظاهرة السابقة نستعرض التجربتين التاليتين:

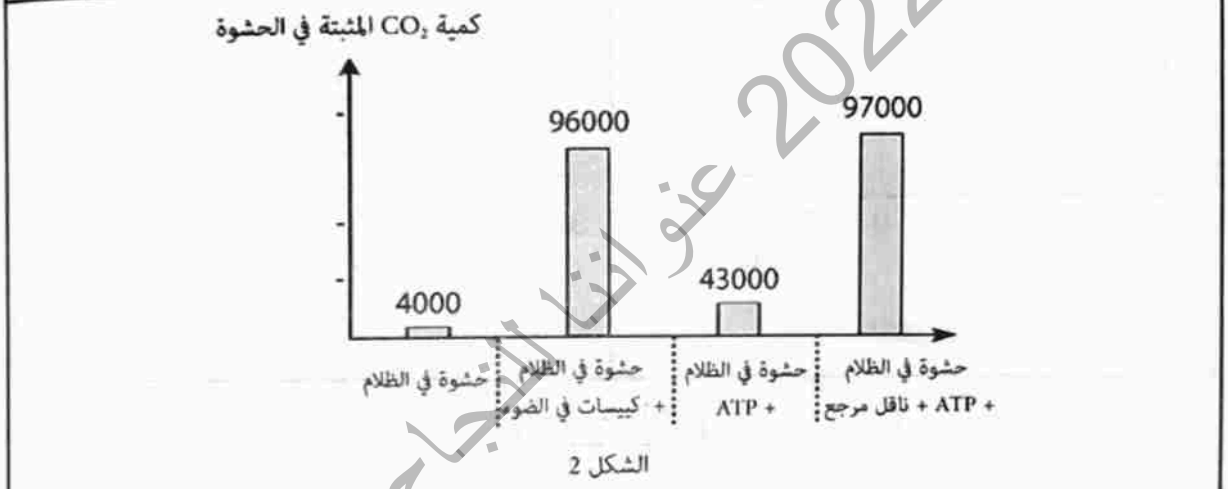
التجربة 1: يُعَرَّضُ معلق من الصانعات الخضراء في درجة حرارة 25 °م لشدة إضاءة مختلفة، يتم إيقاف التفاعلات الحيوية بعد كل 3 دقائق ويقاس تركيز كل من الـ ATP، الـ ADP، المركب R مؤكسَدا (مستقبل إلكترونات) وتركيز غاز الـ O_2. النتائج موضحة في الشكل (1) من الوثيقة (02).

التجربة 2: عُرضت صانعات معزولة لشدة إضاءة مثلى ولمدة كافية في وجود CO_2 ثم تمّت تجزئتها. زُوّدت الحشوة بـ CO_2 ذي الكربون المشع، الشروط التجريبية والنتائج ممثلة بالشكل (2) من الوثيقة (02).

Bac 2022 عفوا لنا النجاح 2022



الشكل 1



الشكل 2

الوثيقة (02)

1-أ- فسّر النتائج التجريبية الممثلة بالشكل (1) من الوثيقة (02) مع إبراز نواتج المرحلة المعنية.
ب- لخّص بمعادلات كيميائية مختلف التفاعلات التي تسمح بتشكيل نواتج هذه المرحلة.
2- باستغلال نتائج التجربة 2، استنتج المرحلة المعنية من الظاهرة المدروسة، مقرها وشروط حدوثها.

الجزء الثالث

من خلال نتائج الدراسة السابقة ومعلوماتك المكتسبة أنجز خلاصة تبرز فيها العلاقة بين مراحل الظاهرة المعنية في هذه الدراسة.

الإجابة النموذجية

الجزء الاول

1-أ- المعلومات المستخرجة

- في وجود الضوء، تركب الصانعات الخضراء سكر الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$.
- مصدر الكربون في الغلوكوز هو ثاني أكسيد الكربون CO_2.

Bac 2022 عن إذا النجاح 2022 صفحة بناك

- مصدر الأكسجين المنطلق هو الماء H_2O.
- تسمية الظاهرة: التركيب الضوئي.

ب- المعادلة الإجمالية

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{بضوء وخضور}} 6CO_2 + 12H_2O$$

2- تحليل المنحنى

يمثل المنحنى تغير كمية الـ CO_2 المُثبَّتة بالوحدة الاعتبارية بدلالة الزمن بالثانية.
- في إضاءة قوية لمدة 20 دقيقة: يُثبَّت الـ CO_2 بكمية مُعتبرة وثابتة.
- في الظلام: تتناقص كمية الـ CO_2 المُثبَّتة تدريجيا حتى تكاد تنعدم بعد حوالي 17 ثانية.

نستنتج أن تثبيت الـ CO_2 لا يشترط وجود الضوء بشكل مباشر، ولكنه يشترط نواتج المرحلة التي تتم في وجود الضوء.

الجزء الثاني

1-أ- تفسير النتائج

- **النتيجة 1**: يرتفع تركيز الـ O_2 ويتناقص تركيز مستقبل الإلكترونات مع زيادة شدة الإضاءة.
- **تفسيرها**: في وجود الضوء ومستقبل للإلكترونات مُؤكسَد والـ ADP+Pi تحدث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية من التركيب الضوئي. يتأكسد الماء وينتج عنه انطلاق الـ O_2 فيرتفع تركيزه في الوسط. تنتقل الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الماء في السلسلة التركيبية الضوئية وتُرجِع المستقبل الأخير للإلكترونات المؤكسَد فيتناقص تركيزه في الوسط.
- **النتيجة 2**: يتناقص تركيز الـ ADP ويرتفع تركيز الـ ATP مع زيادة شدة الإضاءة.
- **تفسيرها**: تتراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء والتي يضخها الناقل T2 أثناء انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية في تجويف الكيس ويصبح تركيزها فيه أكبر من الوسط، فتتدفق عبر الإنزيم ATP سنتيتاز وتُحفِّزه على فسفرة الـ ADP إلى ATP فيتناقص تركيز الـ ADP ويرتفع تركيز الـ ATP.

وشدة تفاعلات المرحلة الكيموضوئية المذكورة تتعلق بشدة الضوء، فعندما تستقبل الأنظمة الضوئية كمية أكبر من الفوتونات تتأكسد بنسبة أكبر وتزيد شدة التفاعلات: أكسدة الماء وطرح الـ O_2، إرجاع مستقبل الإلكترونات المؤكسَد وفسفرة الـ ADP إلى ATP.

- نواتج المرحلة المعنية: O_2 منطلق، $NADPH,H^+$ و ATP.

ب- المعادلات الكيميائية

- أكسدة الماء:

$$2H_2O \xrightarrow{\text{ضوء وخضور}} 4H^+ + 4é + O_2$$

- إرجاع مستقبل الإلكترونات:

$$2NADP^+ + 4H^+ + 4é \xrightarrow{\text{NADP ريدوكتاز}} 2NADPH, H^+$$

- فسفرة الـ ADP:

$$ADP + Pi \xrightarrow{\text{ATP سنتيتاز}} ATP + H_2O$$

2- المرحلة المعنية

المرحلة الكيموحيوية. **مقرها**: الحشوة.

- **شروط حدوثها**: نواتج المرحلة الكيموضوئية (ناقل للإلكترونات مُرجَع وATP) وCO_2.

Bac 2022 عوانن النجاح 2022 صفحة بالك

الجزء الثالث
الخلاصة

التركيب الضوئي، ظاهرة حيوية تحدث في الصانعة الخضراء، تبدأ بامتصاص اليخضور للضوء وتنتهي بتركيب الغلوكوز، تقسم إلى مرحلتين متكاملتين:

المرحلة الكيموضوئية: مقرها غشاء التيلاكويد، يتم فيها امتصاص الطاقة الضوئية لإنتاج ATP و$NADPH,H^+$، الضروريان لحدوث المرحلة الثانية.

المرحلة الكيموحيوية: مقرها الحشوة، يتم فيها دمج الـ CO_2 في الجزيئات العضوية الموجودة في الحشوة لتركيب السكريات، وذلك باستعمال نواتج المرحلة السابقة. ويتم فيها تجديد متطلبات المرحلة الكيموضوئية +NADP و ADP+Pi.

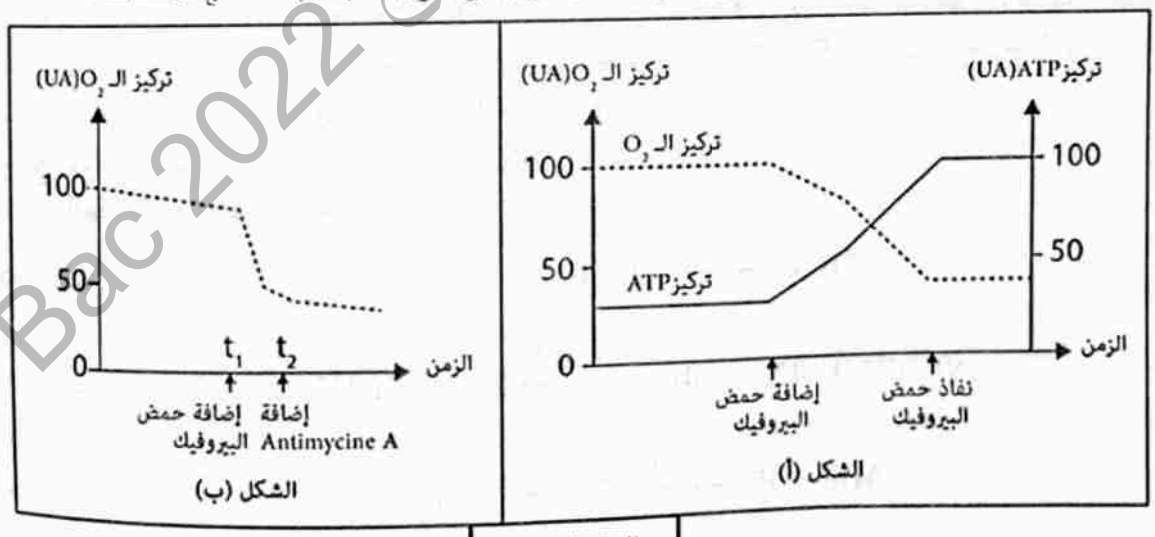
التمرين 05

يمثل التنفس الخلوي مجموعة من التفاعلات التي تمكن الخلايا من إنتاج ATP، ويتم جزء منها في الميتوكوندري. تعرف هذه التفاعلات أحيانا اضطرابات إثر التعرض لبعض المواد الكيميائية مثل L'antimycine A وهو مضاد حيوي تنتجه بعض الفطريات (فطر Streptomyces) يؤدي تعرض الإنسان لهذه المادة إلى انعكاسات خطيرة على مستوى الأيض الطاقوي للخلايا، لتحديد كيفية تأثير antimycine A نقترح المعطيات الآتية:

الجزء الأول

تمت إضافة معلق من الميتوكوندريات لوسطين 1 و2 غنيين بثنائي الأكسجين ويحتويان على ADP وPi، مع الحفاظ على استقرار الـ pH في قيمة 7.5 في هذين الوسطين.

- **في الوسط 1:** تم تتبع تطور تركيز كل من ثنائي الأكسجين وATP قبل وبعد ضافة حمض البيروفيك، ويوضح الشكل (أ) من الوثيقة (01) النتائج المحصلة.
- **في الوسط 2:** تم تتبع تطور تركيز ثنائي الأكسجين قبل وبعد إضافة كل من حمض البيروفيك في الزمن t_1 ومادة antimycine A في الزمن t_2، ويوضح الشكل (ب) من الوثيقة (01) النتائج المحصلة.



الوثيقة (01)

1- حلل النتائج المحصلة في الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (01).
2- اقترح فرضية تفسر العلاقة بين مادة antimycine A وإنتاج ATP.

Bac 2022 عن بنك النجاح

الجزء الثاني

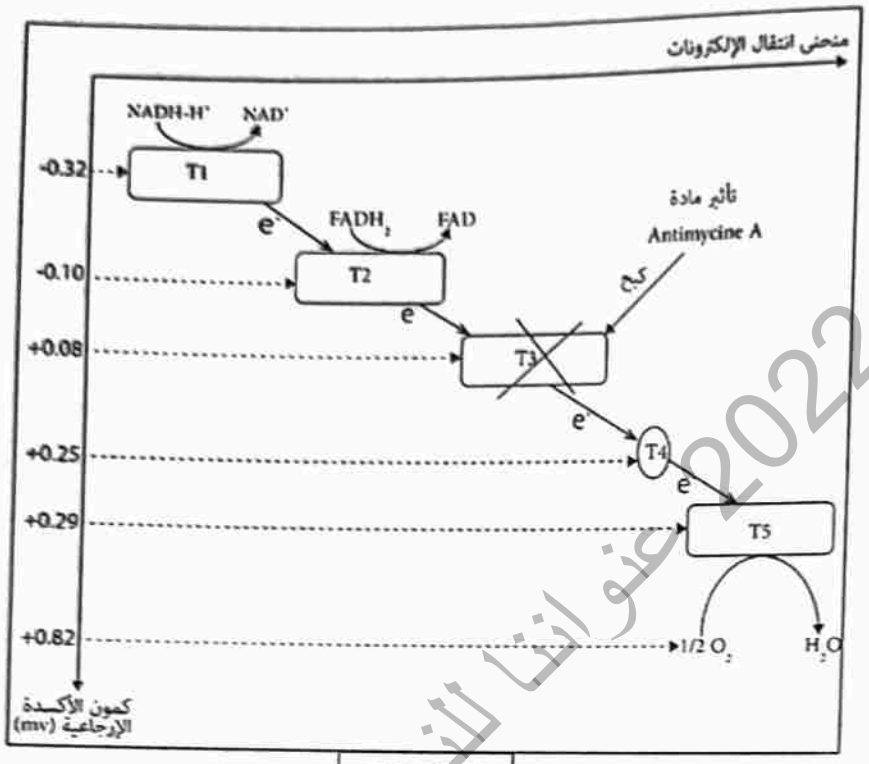
لإثبات صحة الفرضية نقترح ما يلي:

يحتوي الغشاء الداخلي للميتوكوندري على مركبات بروتينية تشكل السلسلة التنفسية، توضح الوثيقة (02) تسلسل تفاعلات أكسدة، ارجاع التي تحدث خلال انتقال الإلكترونات عبر مركبات السلسلة التنفسية وموقع تأثير مادة antimycine A.

باستغلال الوثيقة (02):

1- حدد العلاقة بين منحنى انتقال الإلكترونات وكمون الأكسدة الإرجاع لمختلف مركبات السلسلة التنفسية

2- فسر تأثير إضافة المادة Antimycine A على إنتاج ATP من طرف الخلايا ثم تأكد من صحة الفرضية المقترحة.



الوثيقة (02)

الجزء الثالث

انجز رسما تخطيطيا لآلية تركيب ATP في الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

صفحة تباع عنوانيا للنجاح Bac 2022

الإجابة النموذجية

الجزء الاول

1- التحليل

الشكل أ

يمثل منحني تغيرات تركيز O_2 والـ ATP بدلالة الزمن حيث نلاحظ:

- قبل إضافة حمض البيروفيك: استقرار تركيز O_2 في قيمة 100 UA وتركيز ATP في قيمة 30 UA
- بعد إضافة حمض البيروفيك: انخفاض تركيز O_2 في قيمة 35 UA وارتفاع وتركيز ATP ليصل القيمة 100 UA.
- بعد نفاد حمض البيروفيك: استقرار تركيز O_2 في قيمة 35 UA وتركيز ATP في قيمة 100 UA.

الشكل ب

يمثل منحنى تغيرات تركيز الـ O2 حيث نلاحظ

- قبل الزمن t1 كان تركيز O_2 شبه مستقرا في قيمة 100 UA.
- عند إضافة حمض البيروفيك في الزمن t1: انخفاض تركيز O_2 ليصل إلى 40 UA.
- بعد إضافة مادة Antimycine A في الزمن t2: استقرار تركيز O_2 في قيمة تقارب 40 UA

2- إقتراح فرضية تفسر العلاقة بين Antimycine A وإنتاج ATP.

يكبح Antimycine A تفاعلات الأكسدة التنفسية التي تسمح بإنتاج ATP على مستوى الميتوكوندريات.

الجزء الثاني

1- تحديد العلاقة بين منحنى انتقال الإلكترونات وكمون الأكسدة الارجاع لمختلف مركبات السلسلة التنفسية

تنتقل الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية في منحى كمون اكسدة إرجاعية متزايد.

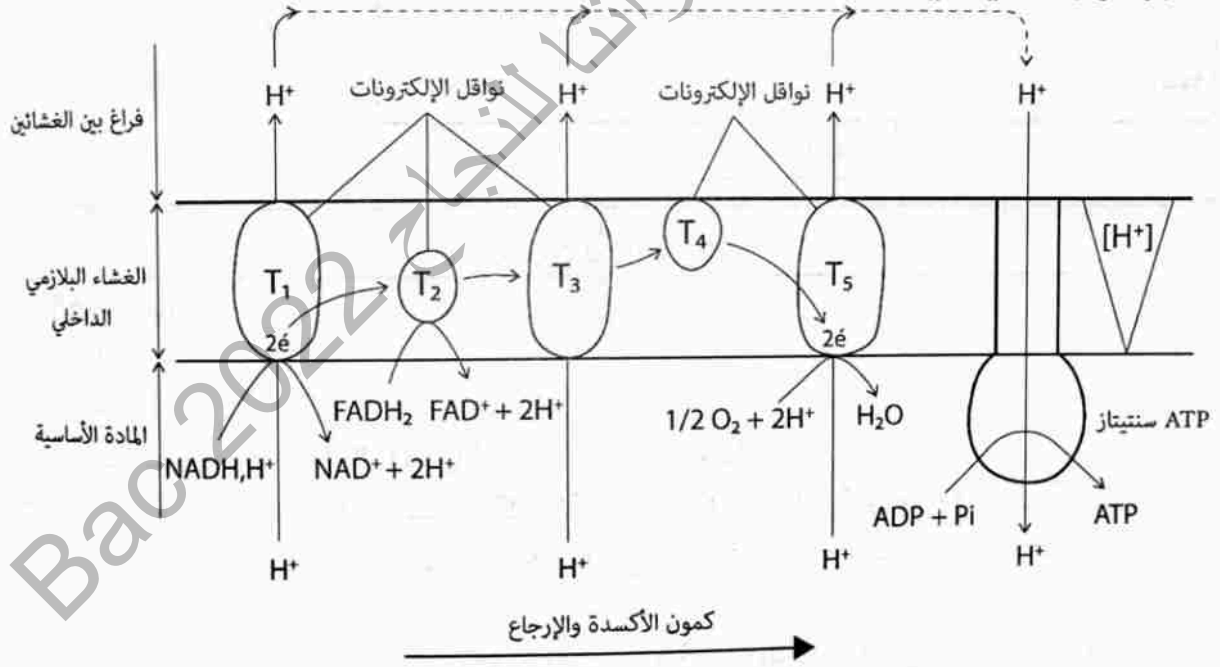
2- تفسير تأثير إضافة المادة Antimycine A على إنتاج ATP من طرف الخلايا ثم تأكد من صحة الفرضية المقترحة

تكبح مادة Antimycine A الناقل T3 للسلسلة التنفسية مما يؤدي إلى منع انتقال الإلكترونات نحو المستقبل النهائي O_2 ومنه عدم إرجاع O_2 الى H_2O وبالتالي عدم استهلاك O_2 الشكل (ب) الوثيقة (01).

بوجود مادة Antimycine A وكبح تدفق الالكترونات في مستوى السلسلة التنفسية يؤدي إلى توقف ضخ البروتونات H^+ من المادة الأساسية باتجاه الفراغ بين الغشائين ومن ثم عدم تشكل تدرج في تركيز البروتونات H^+ نحو المادة الأساسية مما يمنع تركيب ATP. وهذا ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة " يكبح Antimycine A تفاعلات الأكسدة التنفسية التي تسمح بإنتاج ATP على مستوى الميتوكوندريات"

الجزء الثالث

الرسم التخطيطي



رسم تخطيطي يمثل مرحلة الفسفرة التأكسدية

Bac 2022 عنوانك للنجاح صفحة بناك

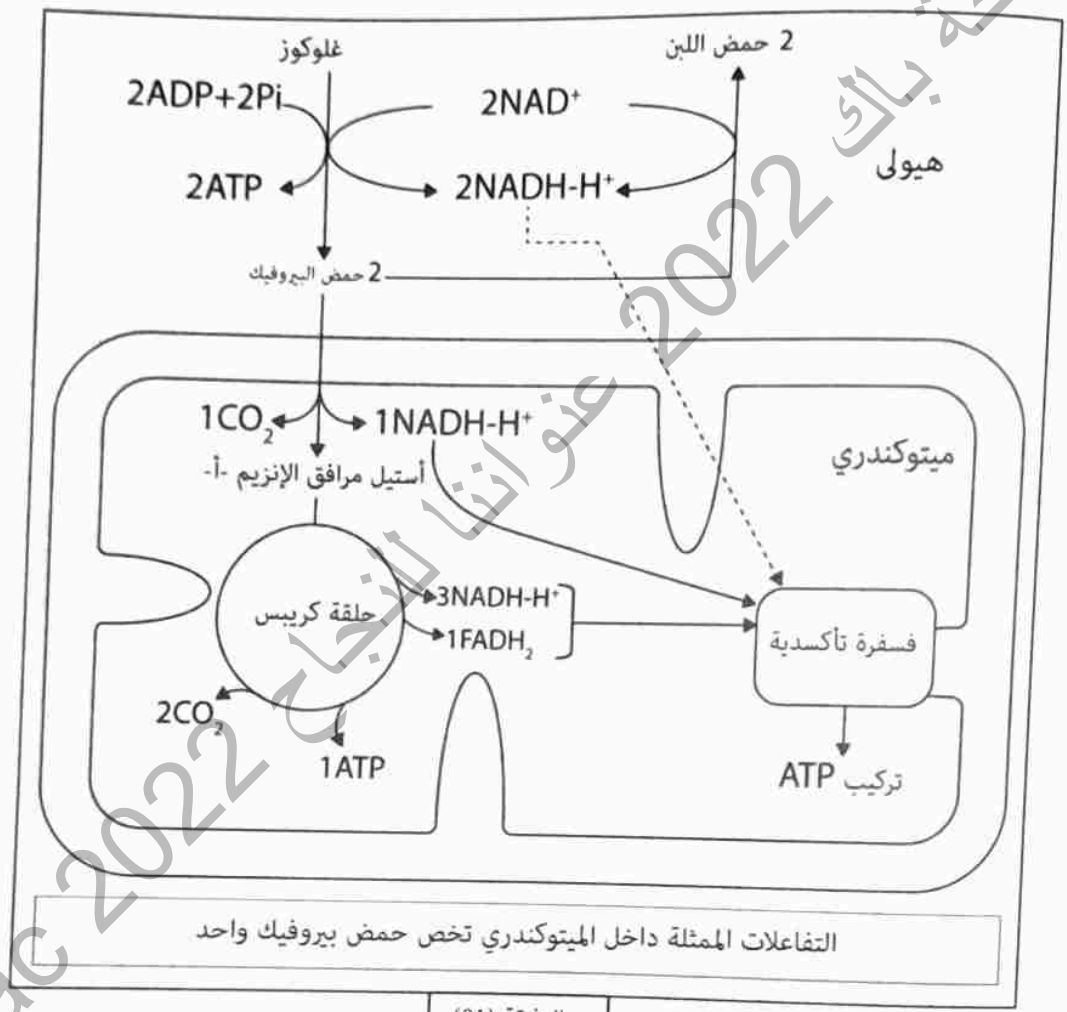
التمرين 06

تقوم الخلايا العضلية بتركيب جزيئات الـ ATP الضرورية للقيام بالمجهود العضلي باعتماد طرق أيضية هوائية وأخرى لاهوائية (تخمر لبني) عند الاحتياج الكبير للطاقة، إلا أنه في بعض الحالات يمكن أن يحدث خلل على مستوى الميتوكوندري، عند بعض الأشخاص، ينجم عن هذا الخلل مجموعة من الأعراض من بينها تراكم الحمض اللبني (ناتج عن التخمر اللبني) في الدم والشعور بالعياء.

لفهم العلاقة بين هذه الأعراض وطبيعة الخلل الأيضي نقترح المعطيات التالية:

الجزء الاول

تقدم الوثيقة (01) أهم التفاعلات الأيضية المرتبطة بإنتاج الطاقة على مستوى الخلية العضلية في الحالة العادية.



الوثيقة (01)

- بالاستعانة بالوثيقة (01)، حدد مصير حمض البيروفيك على مستوى الخلية ثم احسب الحصيلة الطاقوية (عدد جزيئات ATP) لهدم حمض بيروفيك واحد داخل الميتوكوندري.

صفحة باك 2022 عنوانك للنجاح Bac 2022

الجزء الثاني

لعلاج بعض الأمراض الفيروسية يتم استعمال مادة INTI (inhibiteur de la transcriptase inverse)، ينجم عن العلاج بهذه المادة خلل في إنتاج الطاقة من طرف الميتوكوندريات مما يؤدي إلى مجموعة من الأعراض من بينها الشعور بالعياء وتغير تركيز حمض اللبن في الدم.

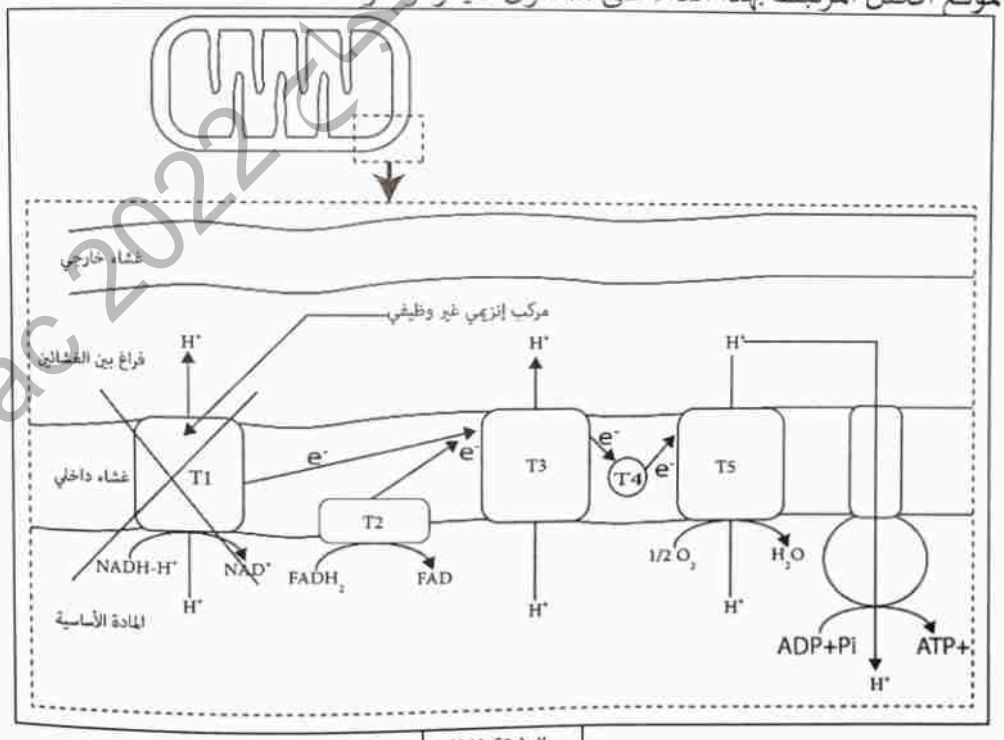
يقدم الجدول في الوثيقة (02) نتائج قياس تركيز حمض اللبن المنتج من طرف الخلايا وقيمة الـ pH في الدم مع رسوم تفسيرية لميتوكوندريات عند شخصين أحدهما معالج بمادة INTI والآخر غير معالج.

	تركيز حمض اللبن في الدم (في حالة راحة)	pH الدم	رسوم تفسيرية للميتوكوندريات
الشخص غير المعالج بمادة INTI	1mmole في اللتر	عادي	
الشخص المعالج بمادة INTI	أكبر من 5mmole في اللتر	حمضي	
البقع الظاهرة في الميتوكوندريات هي صنف من بروتينات السلسلة التنفسية في الغشاء الداخلي للميتوكوندري			

الوثيقة (02)

1- انطلاقا من معطيات جدول الوثيقة (02) قارن بين النتائج المحصلة عند الشخص المعالج والشخص غير المعالج بمادة INTI مستنتجا الطريق الأيضي الذي يتأثر بهذه المادة.

2- داء MELAS هو نوع من الهزال العضلي المرتبط بخلل على مستوى الميتوكوندريات، من بين أعراضه تراكم الحمض اللبني في الدم والشعور بالعياء عند القيام بأدنى جهد عضلي، تقدم الوثيقة (03) رسما توضيحيا لموقع الخلل المرتبط بهذا الداء على مستوى الميتوكوندريات.



الوثيقة (03)

Bac 2022 علوم تجريبية 2022 صفحة فيسبوك

- بالاستعانة بالوثيقة (03) فسر آلية تركيب ATP على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري في الحالة العادية ثم بين تأثير الخلل الملاحظ عند الشخص المصاب بداء MELAS على هذه الآلية.

الجزء الثالث

باستغلال المعطيات السابقة أنجز خلاصة توضح من خلالها أن الطريق الأيضي السائد في الحالتين (حالة استعمال مادة INTI وحالة داء MELAS) هو التخمر اللبني مفسرا الأعراض الملاحظة في الحالتين.

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

مصير حمض البيروفيك على مستوى الخلية

- تحول حمض البيروفيك إلى حمض لبني على مستوى هيولى الخلية في غياب الـ O_2.
- أكسدة حمض البيروفيك في الميتوكوندري إلى أستيل مرافق الأنزيم أ ثم هدمه كليا على مستوى المادة الأساسية (حلقة كريبس) في وجود الـ O_2.
- الحصيلة الطاقوية لهدم جزيئة واحدة من حمض البيروفيك داخل الميتوكوندري:

$(4\ NADH,H^+)+(1\ FADH_2)+(1\ ATP) = (4\times 3\ ATP) + (1\times 2\ ATP) +(1ATP) = 15ATP$

الجزء الثاني

1- المقارنة

- تركيز الحمض اللبني في الدم في حالة راحة عند الشخص المعالج يفوق تركيزه عن الشخص غير المعالج.
- pH الدم عند الشخص المعالج حمضي مقارنة مع pH الدم عند الشخص غير المعالج.
- ميتوكندريات الشخص المعالج تتميز بقلة الأعراف وبروتينات السلسلة التنفسية مقارنة مع الشخص غير المعالج.

نستنتج أن الطريق الأيضي الذي يتأثر بمادة INTI هو التنفس الخلوي.

2- تفسير تركيب الـ ATP في الحالة العادية

تتأكسد $NADH,H^+$ و$FADH_2$ فتتدفق الإلكترونات عبر عناصر السلسلة التنفسية وتضخ البروتونات H^+ نحو الفراغ بين الغشاءين مما يؤدي إلى تشكل تدرج في تركيز H^+ نحو المادة الأساسية للميتوكندري. دخول H^+ من الفراغ بين الغشاءين إلى المادة الأساسية عبر الكرات المذنبة فيتم تركيب ATP.

تأثير الخلل الملاحظ عند الشخص المصاب: الناقل T للسلسلة التنفسية غير وظيفي فيعيق ذلك أكسدة $NADH,H^+$ فيحدث ضعف تركيب الـ ATP.

الجزء الثالث

الطريق الأيضي السائد في الحالتين:

- سواء بالنسبة للأشخاص المعالجين بـ INTI أو الأشخاص المصابين بداء MELAS، هناك خلل على مستوى الميتوكوندريات.
- الخلل في هدم حمض البيروفيك على مستوى الميتوكوندري وتحوله إلى حمض لبني على مستوى هيولى الخلية. فالطريق السائد هو التخمر اللبني.

سيادة التخمر اللبني تؤدي إلى تراكم الحمض اللبني مسببة زيادة حموضة الدم وتركيب كمية ضعيفة من الـ ATP مما يحدث الشعور بالعياء.

Bac 2022 صفحة بناء الأستاذ 2022

التمرين 07

يتسبب استعمال بعض المضادات الحيوية كالأوليغومسين Oligomycine في ظهور عياء عضلي عام عند الشخص المعالج بهذه المادة، لفهم سبب ظهور هذا العياء العام، نقترح المعطيات التجريبية التالية:

الجزء الاول

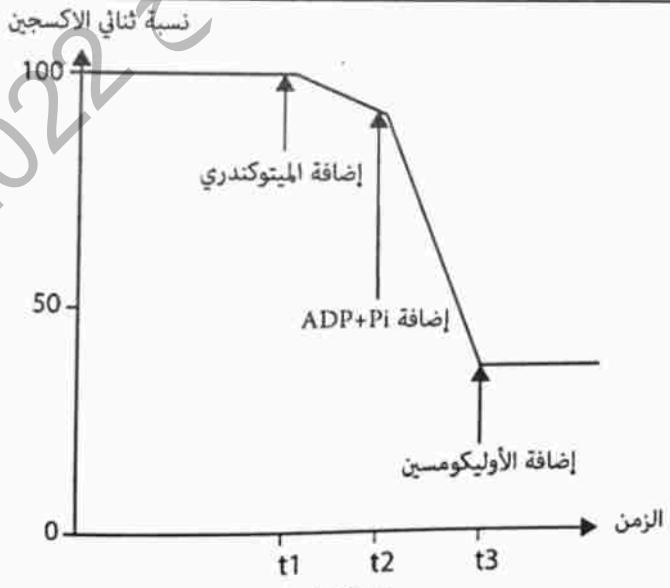
التجربة 1: وضعت عضلة فخذ ضفدعة في وسط تجريبي مناسب ثم حقنت بكمية مهمة من مادة الأوليغومسين، بعد ذلك تم تهييجها خلال مدة كافية بتنبيهات فعالة، تمت معايرة جزيئات الـ ATP في العضلة، قبل وبعد التقلص، يلخص جدول الشكل (أ) من الوثيقة (01) النتائج المحصلة.

التجربة 2: بعد توفير وسط ملائم يحتوي على حمض البيروفيك وثنائي الأكسجين، أضيف إليه على التوالي:

- في الزمن t_1: ميتوكوندريات.
- في الزمن t_2: كمية مهمة من ADP+Pi
- في الزمن t_3: كمية من الأوليغوميسين بعد مدة قصيرة من t_2. النتائج موضحة في منحنى الشكل (ب) من نفس الوثيقة.

حالة عضلة الضفدعة	المادة المعايرة	نتائج المعايرة بـ mg/g من الـ ATP في كل g من العضلة		استجابة العضلة للتنبيهات
		قبل التقلص	بعد التقلص	
عضلة غير محقونة بالأوليغومسين	ATP	1.35	1.35	تبقى العضلة متقلصة طيلة فترة التنبيه
عضلة محقونة بكمية مهمة من الأوليغومسين	ATP	1.35	0	تتوقف العضلة عن التقلص بعد وقت قصير من بداية التنبيه رغم استمرار تطبيق التنبيهات

الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (01)

Bac 2022 عزائنا للنجاح 2022 صفحة خاصة

- اعتمادا على تحليلك لنتائج التجربة 2 (منحنى الشكل (ب)) ومعلوماتك اقترح فرضية لتفسير تأثير الأوليغوميسين في التجربة 1.

الجزء الثاني

للتحقق من مدى صحة الفرضية المقترحة نقترح ما يلي:

التجربة 3: لتحديد موقع تأثير مادة الأوليغوميسين على مستوى الميتوكوندري، تم عزل ميتوكوندريات بواسطة تقنية الطرد المركزي وتعريضها لتأثير الموجات فوق الصوتية، فتم الحصول على حويصلات مزودة بكرات مذنبة على مستوى جهتها الخارجية، أخضعت عينة من هذه الحويصلات لتقنية خاصة تمكن من إقصاء الكرات المذنبة ثم وضعت الحويصلات في وسط تجريبي ملائم يحتوي على ثنائي الأكسجين وعلى مركبات مختزلة RH_2 (ناقل للهيدروجين) إضافة إلى ADP+Pi، يقدم جدول الوثيقة (02) نتائج تتبع بعض الظواهر التنفسية.

الظواهر التي تم تتبعها	الوسط التجريبي به حويصلات تحوي كرات مذنبة		الوسط التجريبي به حويصلات بدون كرات مذنبة
	في غياب الأوليغومسين	بوجود الأوليغومسين	
إعادة أكسدة RH2	+	+	+
إنتاج ATP	+	−	−
حدوث الظاهرة (+) عدم حدوث الظاهرة (-)			

الوثيقة (02)

- اعتمادا على نتائج التجربة 3:

1- حدد معللا إجابتك موقع تأثير مادة الأوليغوميسين ثم تأكد من صحة الفرضية المقترحة.

2- اقترح تفسيرا لسبب ظهور العياء عند استعمال كمية كبيرة من الأوليغوميسين.

الجزء الثالث

أنجز رسما تخطيطيا توضح من خلاله مقر تأثير الأوليغوميسين.

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

التحليل

الشكل (ب) عبارة عن يوضح تغيرات نسبة الـ O_2 بدلالة الزمن حيث نلاحظ:

- تستهلك الميتوكوندري ثنائي الأكسجين.
- تستهلك تفاعلات تجديد ATP كمية كبيرة من ثنائي الأكسجين.
- يوقف الأوليغوميسين استهلاك ثنائي الأكسجين.

نستنتج أن الأوليغوميسين يؤثر على تفاعلات الأكسدة التنفسية داخل الميتوكوندري.

الفرضية

يرتبط إنتاج ATP بتفاعلات الأكسدة التنفسية على مستوى الميتوكوندري، يؤثر الأوليغوميسين على تفاعلات الفسفرة التأكسدية المؤدي إلى إنتاج ATP.

Bac 2022 صفحة خاصة بـ 2022 عونا لنجاح

الجزء الثاني

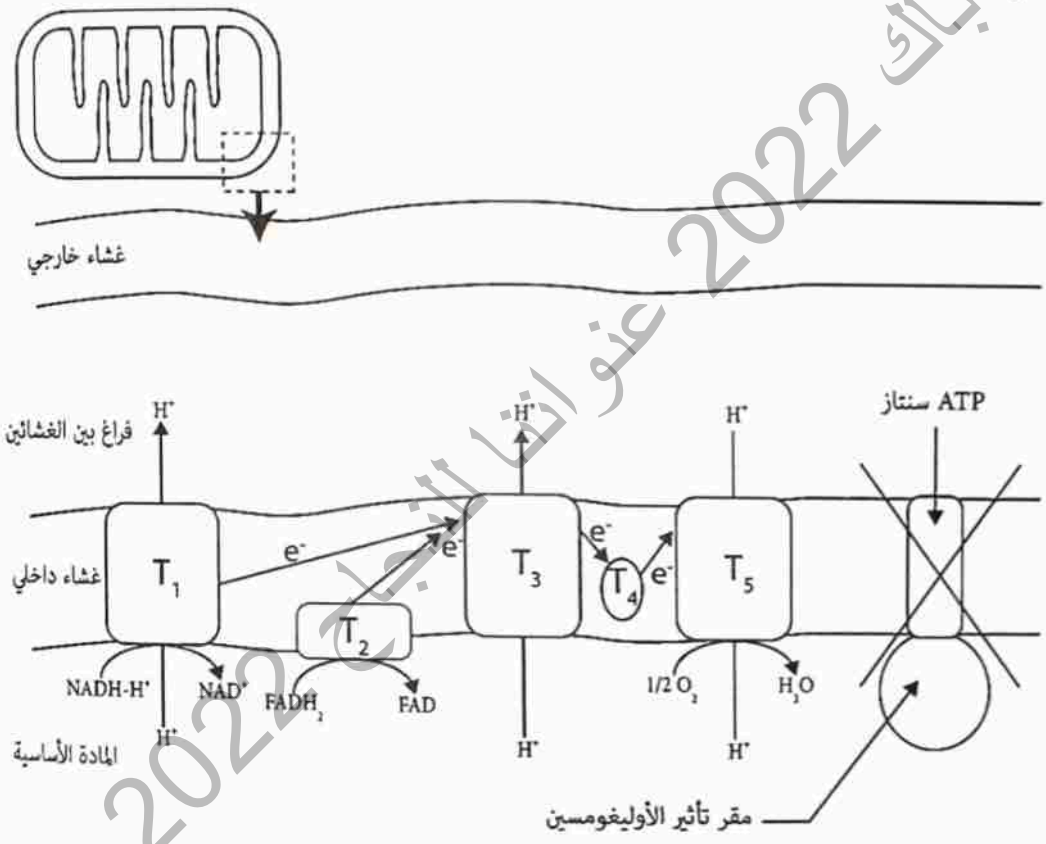
1- موقع تأثير مادة الأوليغوميسين والتحقق من الفرضية

تؤثر مادة الأوليغوميسين على مستوى الكريات المذنبة، بحيث نلاحظ عدم إنتاج ATP في الوسط الذي لا يحتوي على كريات مذنبة وفي الوسط الذي يحتوي على الأوليغوميسين. وهذا ما يؤكد صحية الفرضية " يؤثر الأوليغوميسين على تفاعلات الفسفرة التأكسدية المؤدي إلى إنتاج ATP".

2- التفسير

عند استعمال كمية مهمة من الأوليغومسين، يظهر العياء نتيجة نقص في تركيب الـ ATP الضروري للتقلص العضلي، لأن الأوليغوميسين تعيق عمل الكرات المذنبة الضرورية للفسفرة التأكسدية المؤدي إلى تركيب ATP.

الجزء الثالث



رسم تخطيطي يوضح مقر تأثير الأوليغومسين

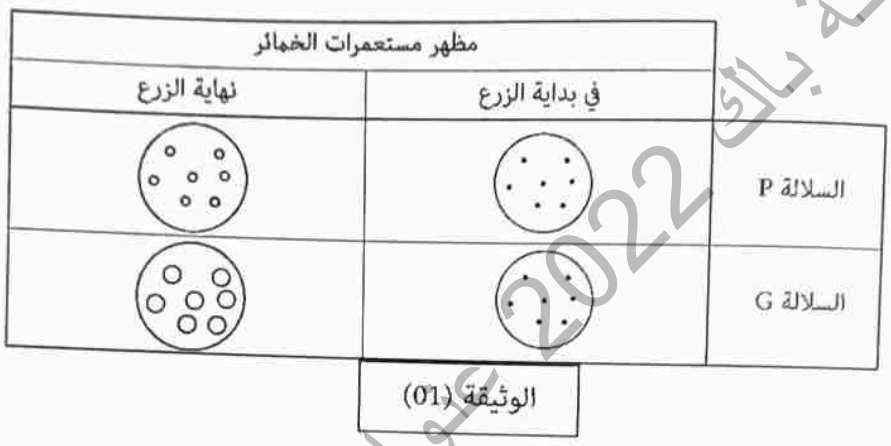
Bac 2022 عنوانا للنجاح 2022 مع تحيات بنك

التمرين 08

تعتبر الـ ATP جزيئة استقلابية (أيضية) ضرورية للنشاط الخلوي، وتجدد الخلايا الحية جزيئات ATP انطلاقا من أكسدة الجزيئات العضوية عن طريقين استقلابيين مختلفين. قصد تفسير اختلاف مستعمرات سلالتين P و G لخميرة الخبز وعلاقته بالطريق الأيضي المعتمد في تجديد ATP، نقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول

تم زرع سلالتي الخميرة P و G في علبتي بتري متماثلتين في وسط جيلوزي تام به 5 % غلوكوز وغني بثنائي الأكسجين، ثم وضعتا في درجة حرارة ثابتة، تبين الوثيقة (01) مظهر مستعمرات الخمائر في بداية ونهاية هذا الزرع.



الوثيقة (01)

1- علما أن مستعمرة الخميرة ناتجة عن تكاثر خلايا الخميرة:

- من مقارنتك للنتائج المحصل عليها اقترح فرضية لتفسير الاختلاف الملاحظ بخصوص مستعمرات السلالتين P و G في علاقته بالطريق الأيضي.

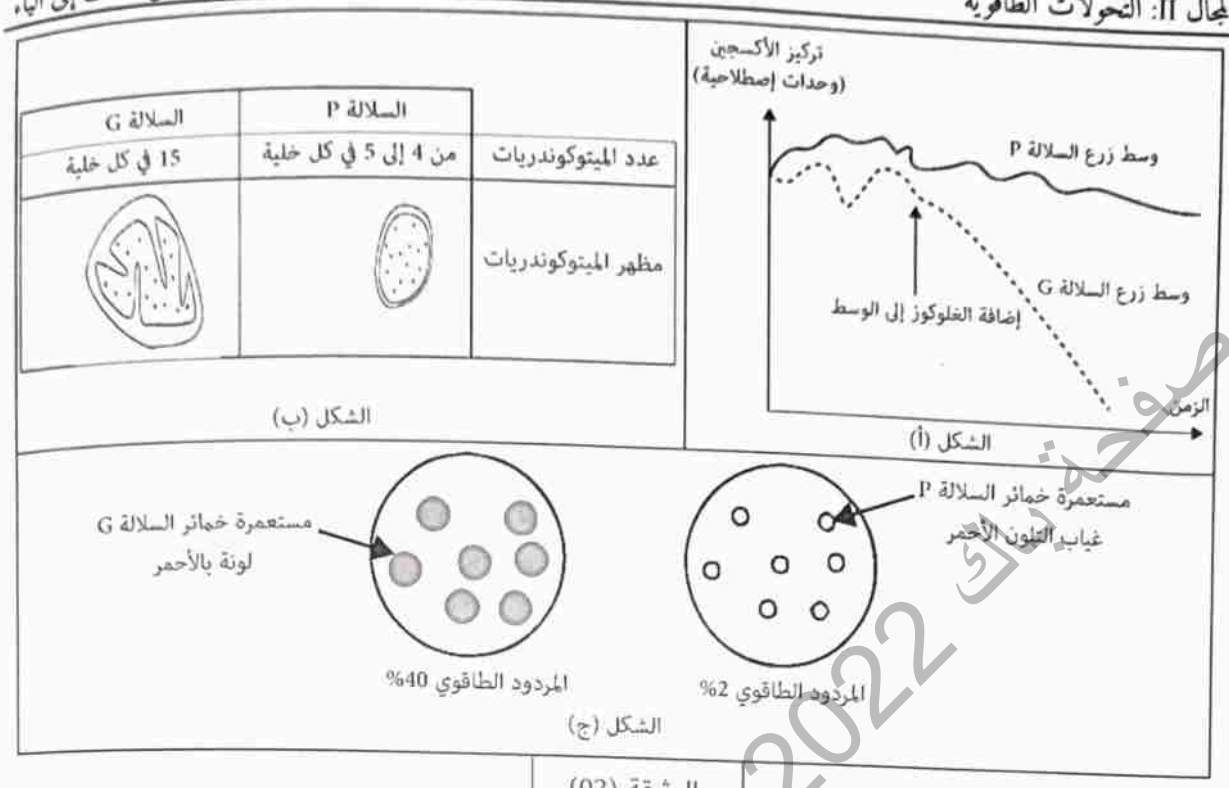
الجزء الثاني

قصد تفسير الاختلاف الملاحظ وعلاقته بالأيض الخلوي وإثبات صحة الفرضية نقدم ما يلي:

تجربة 1: تم زرع كل من السلالتين P و G في وسطين خاليين من الغلوكوز وغنيين بثنائي الأكسجين في درجة حرارة ثابتة، ثم تم قياس تطور تركيز ثنائي الأكسجين قبل وبعد إضافة نفس كمية الغلوكوز إلى وسطي الزرع. يوضح الشكل (أ) من الوثيقة (02) النتائج المحصلة. مكنت ملاحظة خمائر السلالتين المدروستين بالمجهر الإلكتروني في نهاية هذه التجربة من الحصول على النتائج المبينة في الشكل (ب) من نفس الوثيقة.

تجربة 2: تم وضع مادة triphényle-tétralozium على مستعمرات خمائر كل من السلالة P والسلالة G بالموازاة مع ذلك تم قياس كمية ATP المنتجة من طرف السلالتين P و G وحساب المردود الطاقوي لكل منهما، يقدم الشكل (ج) من الوثيقة (02) النتائج المحصلة.

صفحة باك 2022 عوان النجاح Bac 2022



الوثيقة (02)

ملاحظة: تستعمل مادة triphényl-tétralozim من طرف الخمائر كمستقبل نهائي لإلكترونات السلسلة التنفسية في الميتوكوندريات عوض ثنائي الأكسجين، فتختزل لتعطي مركب أحمر يدعى formazan.

- استدل بعطيات الوثيقة (02) لإثبات صحة الفرضية.

الجزء الثالث

اعتمادا على ما سبق ومعلوماتك، لخص كيفية حصول الخمائر G و P على الطاقة وعلاقة ذلك بتكاثرها.

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

من جدول الوثيقة (01) نلاحظ:

- تكاثر خمائر كل من السلالتين P و G وتكوين مستعمرات.
- حجم مستعمرات السلالة G أكبر من حجم مستعمرات السلالة P.
- الفرضية المقترحة:

يرجع الحجم الكبير لمستعمرات السلالة G إلى اعتمادها على طريق أيضي هوائي (تنفس) في حين تعتمد خمائر السلالة P طريق ايضي لا هوائي (تخمر) مما يجعل حجم مستعمراتها صغيرا.

الجزء الثاني

إثبات صحة الفرضية

استغلال الشكل (أ) من الوثيقة (02)

- بالنسبة للسلالة G: انخفاض كبير في تركيز O_2 بعض إضافة الغلوكوز إلى وسط الزرع.
- بالنسبة للسلالة P: انخفاض طفيف في تركيز O_2 بعض إضافة الغلوكوز إلى وسط الزرع.
- بالنسبة للسلالة G: تتوفر على ميتوكوندريات نامية (بداخلها أعراف) كبيرة الحجم وعديدة

Bac 2022 عوانا للنجاح 2022 صفحة لك

- بالنسبة للسلالة P: تتوفر على ميتوكوندريات غير نامية (بدون أعراف) صغيرة الحجم وقليلة العدد. يدل هذا على أن الطريق الأيضي المعتمد من طرف السلالة G هو تنفس والسلالة P تخمر.

استغلال الشكل (ب) من الوثيقة (02)

- تلون مستعمرة السلالة G يؤكد أن هذه الخمائر ترجع المستقبل النهائي للإلكترونات على مستوى السلسلة التنفسية.

عن طريق التنفس تنتج الخميرة G انطلاقا من هدم جزيئة غلوكوز ATP38 أي مردود طاقوي مرتفع 40%.

- عدم تلون المستعمرة P بالأحمر يدل على عدم إرجاع المستقبل النهائي للإلكترونات لاعتمادها التخمر الكحولي.

- عن طريق التخمر الكحولي تنتج الخميرة P انطلاقا من هدم جزيئة غلوكوز ATP2 أي مردود طاقوي ضعيف 2%.

إذن: الفرضية " يرجع الحجم الكبير لمستعمرات السلالة G إلى اعتمادها على طريق أيضي هوائي (تنفس) في حين تعتمد خمائر السلالة P طريق أيضي لا هوائي (تخمر) مما يجعل حجم مستعمراتها صغيرا" صحيحة.

الجزء الثالث

في الوسط الهوائي تتمكن خمائر السلالة G من الهدم الكلي للغلوكوز (التنفس) عبر مراحل تفكيكيه تفاعلات حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية، لذلك تنتج كمية وافرة من الطاقة المخزنة في الـ ATP تساعدها في تكاثرها السريع.

تلجأ خلايا خمائر السلالة P إلى الهدم الجزئي للغلوكوز (التخمر) لذلك تنتج كمية ضعيفة من الـ ATP مما يجعل تكاثرها بطيئا.

Bac 2022 صفحة بالك 2022 عوانا للنجاح

قائمة المصادر والمراجع

- وزارة التربية الوطنية (2012). المنهاج التعليمي لقسم السنة الثالثة ثانوي في مادة علوم الطبيعة والحياة شعبة علوم تجريبية.

- وزارة التربية الوطنية (2009). الكتاب المدرسي لقسم السنة الثالثة ثانوي في مادة علوم الطبيعة والحياة شعبة علوم تجريبية.

- وزارة التربية الوطنية (2017). دليل بناء اختبار مادة علوم الطبيعة والحياة لامتحان شهادة البكالوريا.

- الدكتور كاملي عبد الكريم (2003). أساسيات الكيمياء الحيوية. دار هومة. الجزائر.

- الأستاذ بو الريش أحمد. مجلة المتفوق، مجلة النجاح، مجلة المستقبل.

- امتحانات شهادة البكالوريا وطنية وأجنبية (المغرب، فرنسا).

- وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني لمملكة المغرب. دليلي للنجاح في مادة علوم الحياة والأرض

- REECE et al, 2004: Campbell Biologie. 4e édition. Ed Pearson, Canada.

Bac 2022 صفحة بناء على عنوانك للنجاح
عكاشة BOOKSTORE
We can help you
يمكننا أن نساعدك
21-24-22

فريق عكاشة في خدمة العلم دوما

صفحة براي 2022 عن ان
Bac 2022

مكتبة عكاشة أكثر من مجرد دار نشر

السعر: 900 دج

22-24
9 789931 856238

FB: okacha bookStore مكتبة عكاشة
Okacha.bookstore@gmail.com
03Rue de Stade Ouled Fayet-Alger- Algérie
Tel: 0540 87 38 02|0673 08 62 05 |0 72 38 82 02
03 شارع الملعب أولاد فايت الجزائر العاصمة

تحت إشراف عكاشة COMPANY

تصميم بواسطة عكاشة DESIGN

معتمد من طرف عكاشة ACADEMY