الدرس الثالث: التفاعلات الكيميائية في الخلية

نظم اللآلئ في فهم مبادئ العلوم الحياتية

الأستاذ: محمد بني سلامة

0782254317

Watermarkly

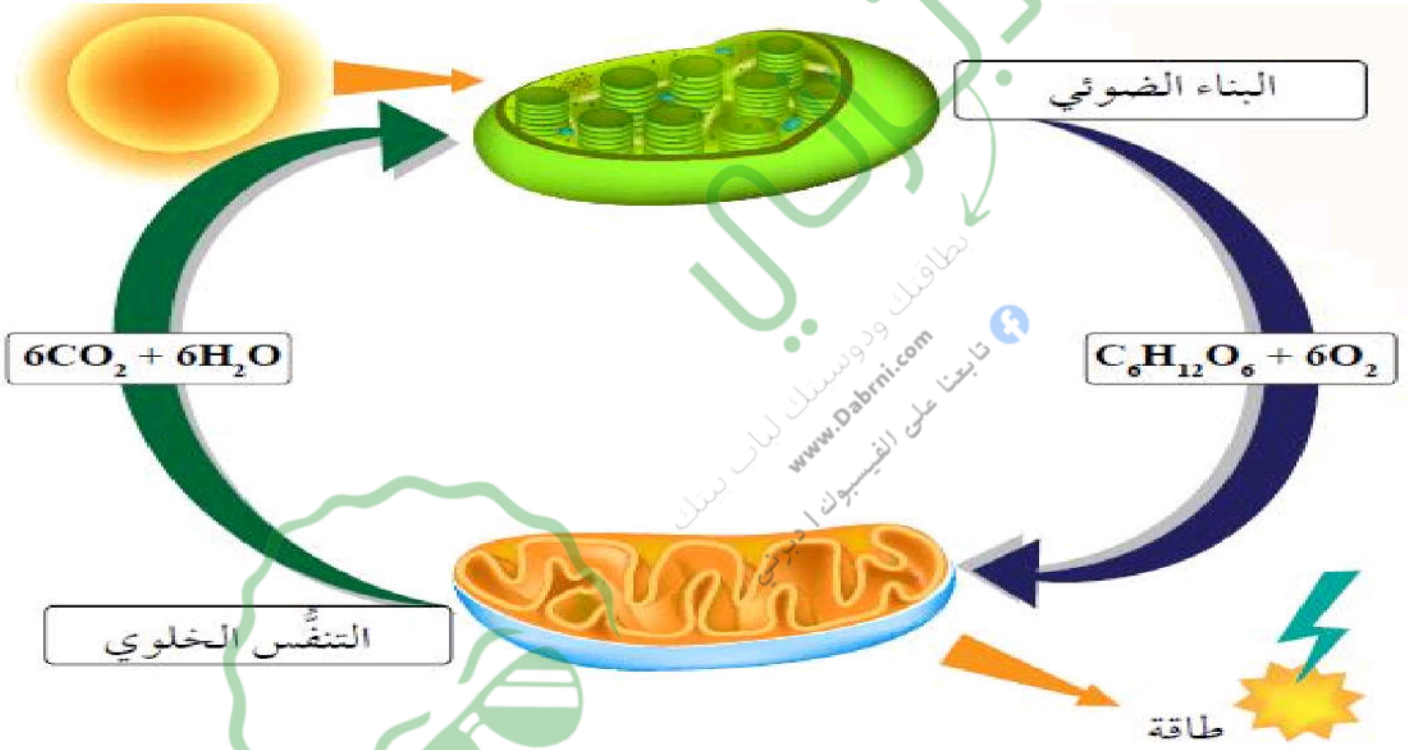
عمليات الأيض

*تحدث داخل خلايا الكائن الحيّ آلاف التفاعلات الكيميائية التي تُعرَف بعمليات الأيض

وتتضمَّن عمليات

1-**البناء** وهي مجموعة التفاعلات الكيميائية التي تُبْنى فيها جزيئات كبرة ومُعقَّدة من جزيئات بسيطة، مثل **عملية البناء الضوئي**

2-**عمليات الهدم** وهي مجموعة التفاعلات الكيميائية التي تُحطَّم فيها بعض الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أبسط؛ لإنتاج الطاقة الكيميائية المُخزَّنة في روابطها، مثل **عملية التنفُّس الخلوي**



* يستفاد من عمليات الهدم في تحطيم بعض الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أبسط؛ لإنتاج الطاقة الكيميائية المُخزَّنة في روابطها

التنفّس الخلوي

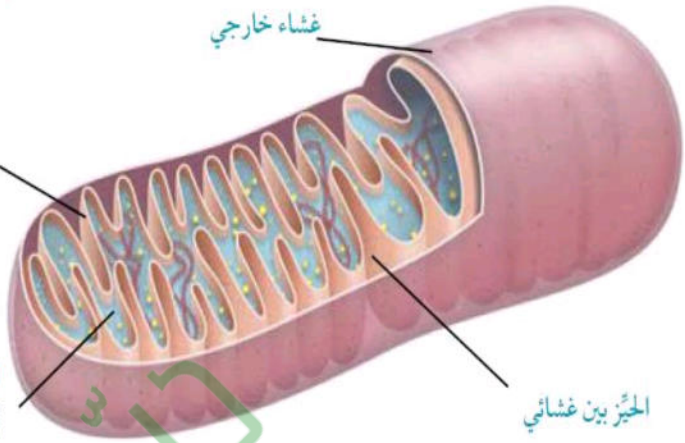
*تحدث في عملية التنفُّس الخلوي سلسلة من التفاعلات، تشمل تحطيم المُركَّبات العضوية (مثل الغلوكوز) داخل الخلايا لإنتاج الطاقة.

*وتحدث معظم تفاعلات التنفُّس الخلوي في الخلايا حقيقية النوى في الميتوكندريا تحدث عملية التنفُّس الخلوي على مرحلتين، هما: **مرحلة التحلُّل الغلايكولي (السُّكَّري) في السيتوسول، ومرحلة التنفُّس الهوائي في الميتوكندريا.**

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

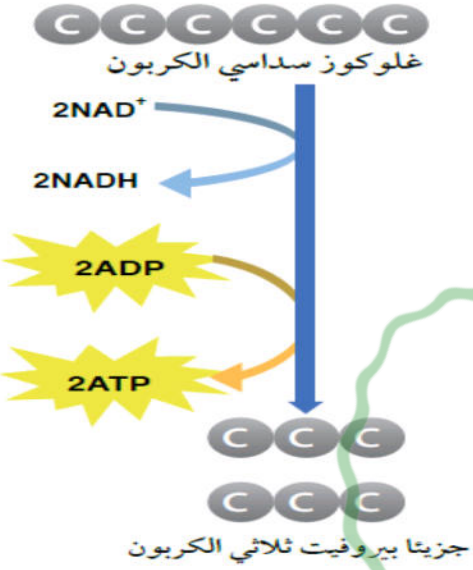
(حرارة + ATP)

Watermarkly



غشاء داخلي:
يكون في صورة انثناءات تُسمّى الأعراف، وتزيد من مساحة السطح لحدوث التفاعلات الكيميائية.

الحشوة:
تُمثِّل المنطقة الداخلية للميتوكندريا، وتحوي بعض الإنزيمات اللازمة لعملية التنفُّس الخلوي، إضافةً إلى بعض البروتينات والرايبوسومات وDNA.



التحلّل الغلايكولي

*هو سلسلة من التفاعلات الكيميائية، تحدث في السيتوسول، ولا تحتاج إلى أكسجين. وفيها يتحطَّم كل جزيء غلوكوز إلى جزيئين من البيروفيت ثلاثي الكربون، عند توافر الأكسجين، فإنَّ جزيئي البيروفيت ينتقلان إلى حشوة الميتوكندريا

التنفس الهوائي

تشتمل عملية التنفُّس الهوائي على ثلاث خطوات، هي:

1-أكسدة البيروفيت إلى أستيل مُرافِق إنزيم – أ،

2-وحلقة كربس،

3- والفسفرة التأكسدية

أولا: أكسدة البيروفيت إلى أستيل مُرافِق إنزيم – أ

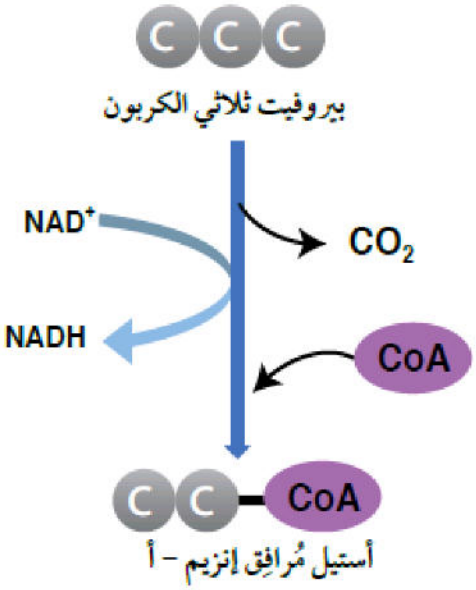
*يُنتزَع جزيء ثاني أكسيد الكربن من البيروفيت، فيتكوَّن مُركَّب ثنائي الكربون في الحشوة بعد ذلك يتأكسد المُركَّب ثنائي الكربون الناتج مُختزِلًا +NAD الىNADH

*ثم يرتبط به مُرافِق إنزيم - أ(CoA)

*فينتج أستيل مُرافِق إنزيم- أ (Acetyl CoA)

Watermarkly

*يُذكَر أنَّ هذه الخطوة تربط بين التحلل الغلايكولي وحلقة كربس



-كم عدد جزيئات أستيل مُرافِق إنزيم - أ التي تنتج من جزيء غلوكوز؟

*جزيئان

- ما نواتج أكسدة جزيئي بيروفيت؟

*1-جزيئان ثاني أكسيد الكربون و جزيئان NADH

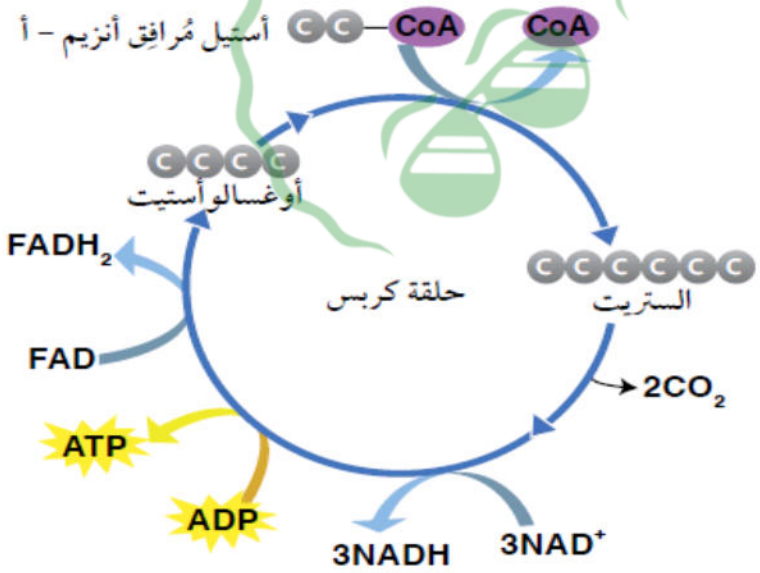
*2 -بالإضافة إلى جزيئين أستيل مُرافِق إنزيم – أ

ثانيا: حلقة كربس

*سُمِّيت حلقة كربس بهذا الاسم نسبةً إلى العالِم الذي أسهمت بحوثه في اكتشافها، وهي تُسمّى أيضًا حلقة حمض الستريك تحدث في الحشوة داخل الميتوكندريا

* تبدأ حلقة كربس بتفاعل أستيل مُرافِق إنزيم- أ ثنائي الكربون مع مركَّب رباعي الكربون يُسمّى أوغسالوأستيت فينتج الستريت (مُركَّب سداسي الكربون) ثم يدخل الستريت في سلسلة من التفاعلات يُفقد خلالها جزيئي ثاني أكسيد الكربون ليعاد إنتاج مُركَّب أوغسالوأستيت.

*في أثناء هذه التفاعات تُختزَل ثلاثة جزيئات من +NAD الى NADH ويُختزَل جزيء واحد من FAD الى FADH2 وينتج جزيء واحد من ATP بصورة مباشرة



*يُذكَر أنَّهُ يجب أنْ تتم دورتان من حلقة كربس لكلِّ جزيء غلوكوز

*في ما يأتي تلخيص لنواتج تفاعلات التحلُّل الغلايكولي، وتفاعلات أكسدة البيروفيت إلى أستيل مُرافِق إنزيم – أ، والتفاعلات التي تحدث في حلقة كربس لجزيء غلوكوز واحد: 6جزيئات من CO2 و 4 جزيئات من ATP و 10 جزيئات NADH و جزيئان من FADH2

* الستريت هو الشكل المُتأيِّن لحمض الستريك

ثالثا: الفسفرة التأكسدية (سلسلة نقل الإلكترون والأسموزية الكيميائية)

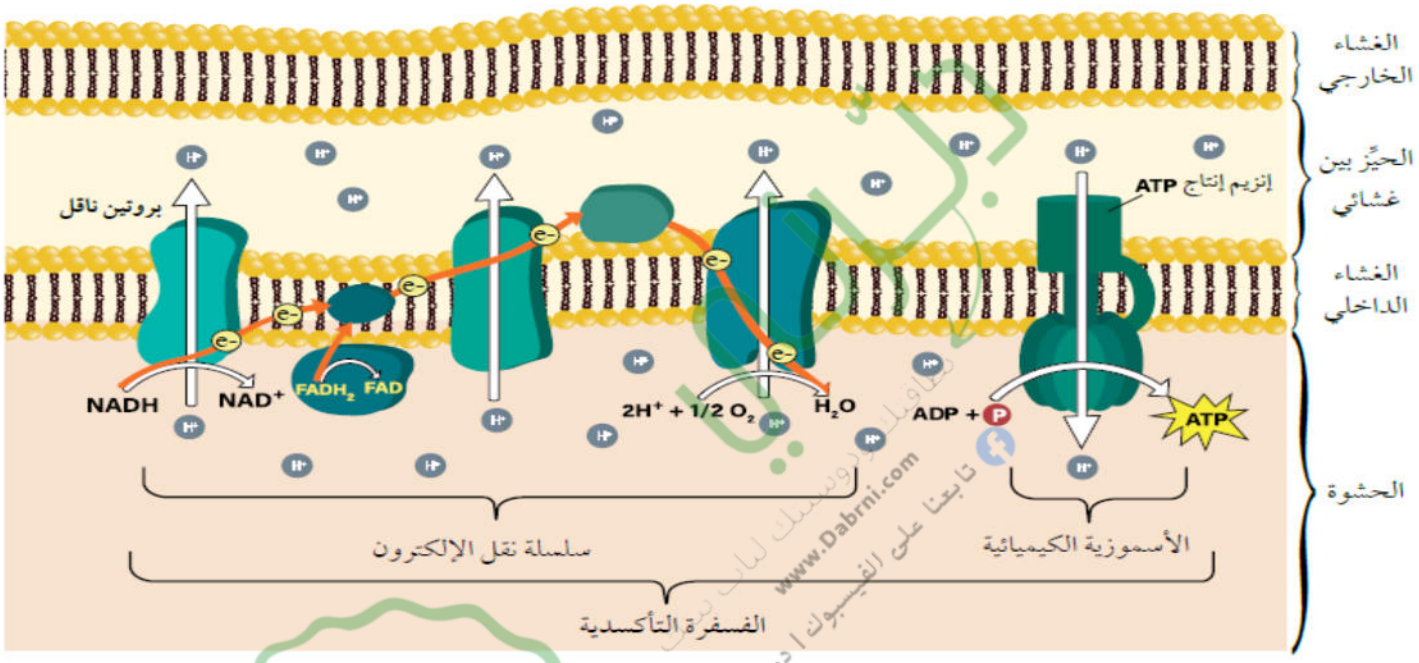
*تتكوَّن سلسلة نقل الإلكرون من مجموعة من المكوّنات، معظمها بروتينات ناقلة وإنزيمات. تستقبل هذه السلسلة الإلكترونات الناتجة من أكسدة NADH وFADH2 ثم تنقلها من بروتين ناقل إلى آخر. وفي نهاية السلسلة، تصل هذه الإلكترونات إلى مُستقبِلها النهائي، وهو الأكسجين، ثم تتحد معه ومع البروتونات، فتكوّن الماء

Watermarkly

*يؤدي انتقال الإلكترونات من NADH و FADH إلى الأكسجين خلال سلسلة نقل الإلكترون إلى ضَخّ البروتونات(H+) من الحشوة إلى الحيّز بين غشائي، فينتج فرق في تركيز البروتونات بين الحيّز بين غشائي والحشوة.

*بعد ذلك تعود البروتونات نتيجةً لفرق التركيز على جانبي غشاء الميتوكندريا الداخلي إلى داخل الحشوة عن طريق إنزيم إنتاج ATP ATP Synthase في عملية تُسمّى الأسموزية الكيميائية وتحدث فيها فسفرة جزيئات ADP الى ATP

*يُطلَق على عملية إنتاج ATP عن طريق سلسلة نقل الإلكترون والأسموزية الكيميائية اسم الفسفرة التأكسدية



*يسهم كل جزيء من NADH في انتاج 2.5 جزيء من ATP في حين يسهم كل جزيء من FADH2 في انتاج 1.5 جزيء من ATP

*عدد جزيئات ATP التي يسهم جزيء NADH في انتاجها هو 3

*عدد جزيئات ATP التي يسهم جزيء FADH2 في انتاجها هو 2

انتبه:

-التحلُّل الغلايكولي: في السيتوسول

-أكسدة البيروفيت إلى مُرافِق إنزيم – أ: في الحشوة داخل الميتوكندريا،

-حلقة كربس: في الحشوة داخل الميتوكندريا

-الفسفرة التأكسدية: في غشاء الميتوكندريا الداخلي.

مثال

أحسُبُ عدد جزيئات ATP الناتجة من الفسفرة التأكسدية عند أكسدة جزيء واحد من الغلوكوز.

المعطيات:

عدد جزيئات الغلوكوز التي تأكسدت هو جزيء واحد.

الحل:

عدد جزيئات NADH الناتجة من التحلُّل الغلايكولي هو (2)، وعدد جزيئات NADH الناتجة من أكسدة حمض البيروفيت إلى أستيل مُرافِق إنزيم – أ هو (2)، وعدد جزيئات NADH الناتجة من دورتي حلقة كربس هو (6)، فيكون المجموع (10) جزيئات NADH، وعدد جزيئات $FADH_2$ الناتجة من تفاعلات دورتي حلقة كربس هو (2). بما أنَّ كل جزيء NADH يُسهِم في إنتاج (3) جزيئات ATP، وكل جزيء $FADH_2$ يُسهِم في إنتاج جزيئي ATP، فإنَّ عدد جزيئات ATP الناتجة من عملية الفسفرة التأكسدية هو:

$(10 \times 3) + (2x2) = (34)$ جزيئًا.

Watermarkly

التنفّس اللاهوائي والتخمُّر

*تعمل بعض الخلايا على أكسدة المواد العضوية وإنتاج الطاقة ATP من دون استخدام الأكسجين، عن طريق التنفُّس اللاهوائي، والتخمُّر.

*تحدث عمليتا التنفُّس اللاهوائي والتخمُّر في السيتوسول

التنفُّس اللاهوائي

*يلجأ إلى هذا النوع من التنفُّس بعضُ أنواع البكتيريا؛ إذ تَستخدم هذه الكائنات سلسلة نقل الإلكترون ، ولكنَّها لا تستخدم الأكسجين مُستقبِلًا نهائيًّا للإلكترونات.

*ومن الأمثلة عليها: بكتيريا اختزال الكبريتات التي تعيش في بيئة تخلو من الأكسجين، وتَستخدم الكبريتات مُستقبِلًا نهائيًّا للإلكترونات، فينتج كبريتيد الهيدروجين H2S مركب غير عضوي

التخمُّر

*تحدث عملية التخمُّر في السيتوسول عند عدم توافر كمِّيات كافية من الأكسجين، وتبدأ بالتحلُّل الغلايكولي، ثم تنتقل الإلكترونات من NADH

إلى البيروفيت أو أحد مشتقاته بوصفه مُستقبِلًا نهائيًّا للإلكترونات؛ ليعاد استخدام +NAD في التحلُّل الغلايكولي

*توجد أنواع عِدَّة من التخمُّر تُصنَّف بناءً على الناتج النهائي من العملية، مثل: تخمُّر حمض اللاكتيك، والتخمُّر الكحولي.

تخمُّر حمض اللاكتيك (التخمُّر اللبني):

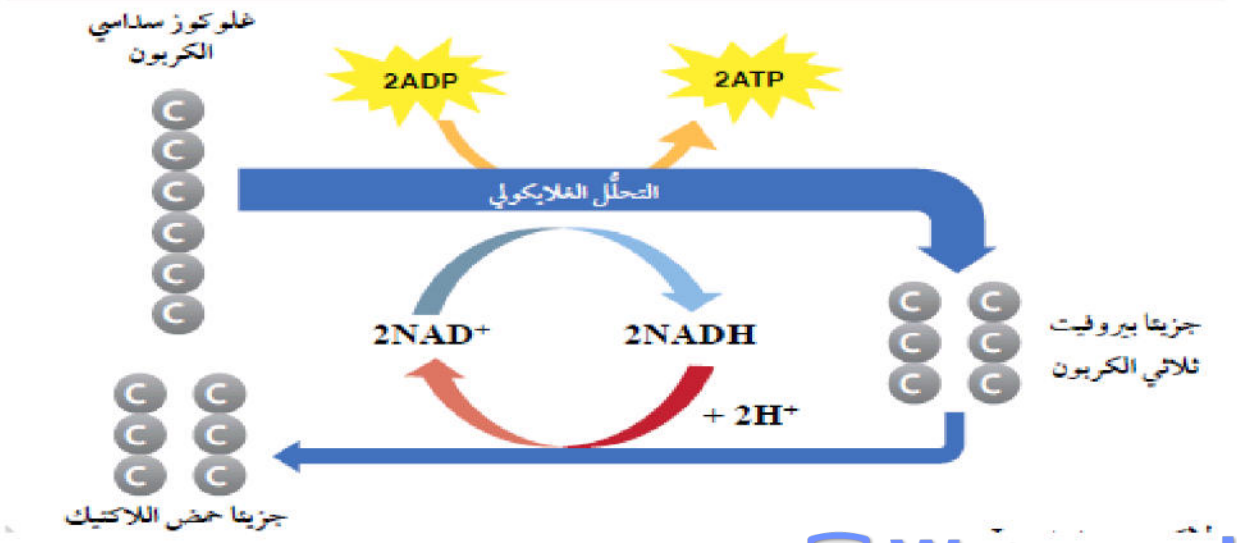
*تعمل أنواع من البكتيريا وبعض الفطريات على تحويل البيروفيت إلى حمض اللاكتيك، في ما يُعرَف باسم تخمُّر حمض اللاكتيك.

*وكذلك تلجأ العضلات الهيكلية إلى هذه العملية عند عدم توافر كمِّيات كافية من الأكسجين.

*ينتج من تفاعلات تخمُّر جزيء واحد من الغلوكوز إلى حمض اللاكتيك جزيئان من ATP وجزيئان من حمض اللاكتيك

* انتبه: التنفس اللاهوائي: الكبريتات. التخمُّر: البيروفيت أو أحد مشتقاته

* يتأين حمض اللاكتيك في الجسم إلى لاكتيت



Watermarkly

معلومة:

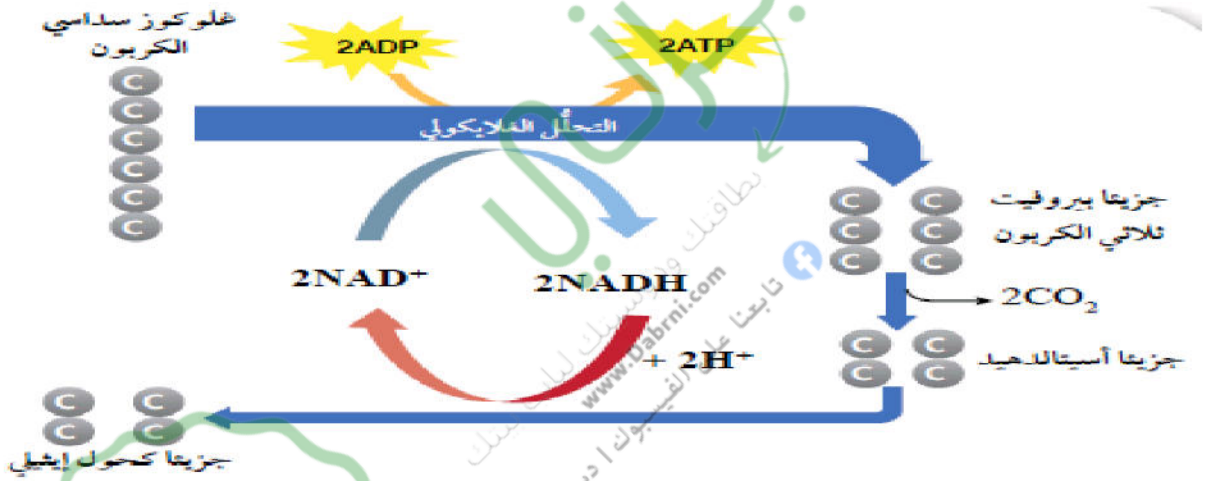
*استفاد الإنسان من البكتيريا والفطريات التي تُحوّل البيروفيت الى حمض اللاكتيك في صناعة الألبان والأجبان؛ إذ تُحلّل هذه البكتيريا سُكَّر اللاكتوز في الحليب، ثم تُحوّله إلى حمض اللاكتيك، فيتحوَّل الحليب إلى لبن.

التخمُّر الكحولي:

*يعمل فطر الخمرة وبعض أنواع البكتيريا اللاهوائية على تحويل البيروفيت إلى كحول إيثيلي

*يتحوَّل البيروفيت إلى مُركَّب ثنائي الكربون يُسمّى أسيتالدهيد، فيتحرَّر غاز ثاني أكسيد الكربون ثم يُختزَل الأسيتالدهيد إلى كحول إيثيلي

*عدد جزيئات CO_2 الناتجة من عملية التخمر الكحولي لكل جزيء من الغلوكوز هو اثنان



*أوجه التشابه والاختلاف بين عمليتي التخمُّر في كلٍّ من الخميرة وإحدى الخلايا العضلية

وجه المقارنة	التخمّر في الخميرة (التخمُّر الكحولي)	التخمر في إحدى الخلايا العضلية (تخمُّر حمض اللاكتيك)
أوجه التشابه	- يحدث فيها التحلل الغلايكولي، وينتج جزيئان من البيروفيت. - ينتج جزيئان ATP.	- يحدث فيها التحلل الغلايكولي، وينتج جزيئان من البيروفيت. - ينتج جزيئان ATP.
أوجه الاختلاف	- يتحول كل جزيء بيروفيت إلى مركب ثنائي الكربون يسمى أسيتالدهيد. - يُختزل أسيتالدهيد إلى كحول إيثيلي.	- يتحول كل جزيء بيروفيت إلى حمض اللاكتيك الذي يتأيّن في الجسم إلى لاكتيت.
	ينتج : - جزيئان كحول إيثيلي. - جزيئان CO_2.	ينتج: - جزيئان من حمض اللاكتيك .

*تُستخدَم الخميرة في إعداد المُعجّنات؛ إذ يعمل غاز ثاني أكسيد الكربون المُتحرّر من عملية التخمُّر الكحولي على زيادة حجم العجين

Watermarkly

حكينا عن الهدم نحكي عن البناء

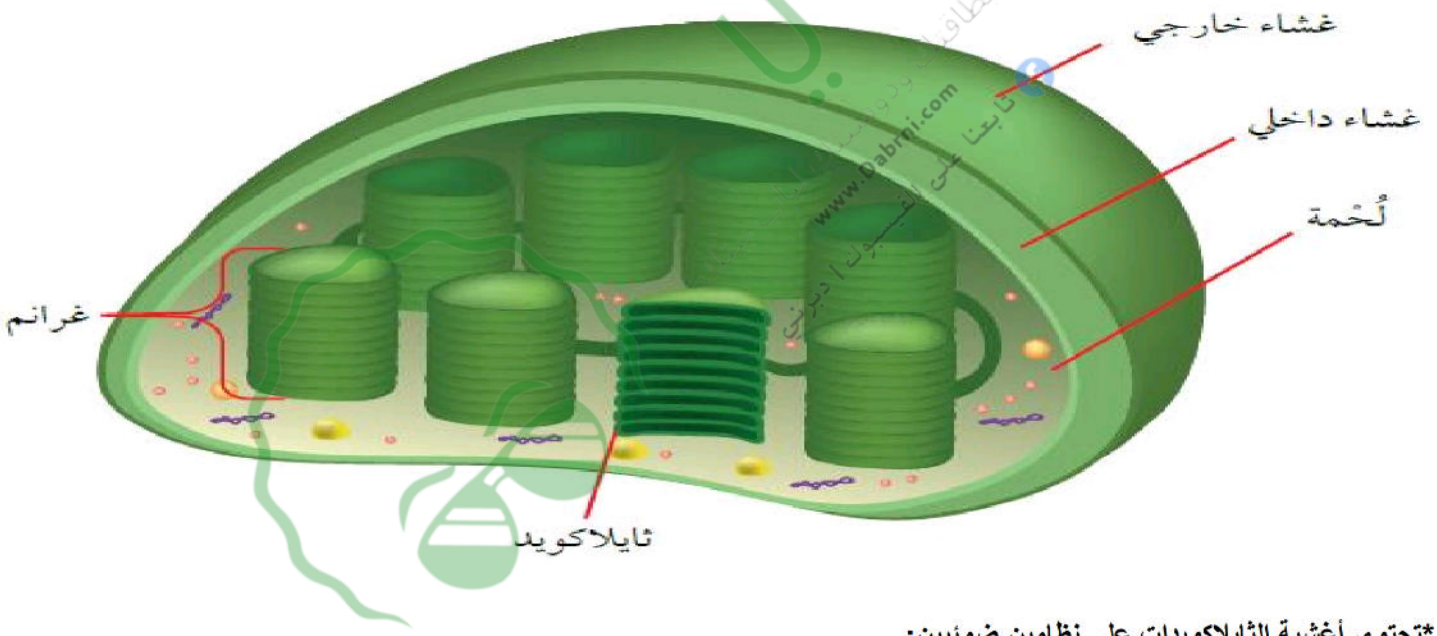
البناء الضوئي

*تحدث عملية البناء الضوئي في البلاستيدات الخضراء؛ وهي عُضَيّات تحوي غشاءين داخلي، وخارجي يحيطان **بالثايلاكويدات** وهي مجموعة من الأكياس الغشائية على هيئة أقراص يترتَّب بعضها فوق بعض، وتُسمّى الغرانا ومفردها غرانم وتمتلئ الفراغات المحيطة بها بسائل كثيف يُسمّى اللُّحْمة

* تحتوي أغشية الثايلاكويدات على الكلوروفيل، وأصباغ أُخرى، وبعض الإنزيمات، ونواقل للإلكترونات

*تحدث في عملية البناء الضوئي سلسلة من التفاعلات، تشمل امتصاص الطاقة الضوئية، ثم تحويلها إلى طاقة كيميائية تُختزن في المركبات العضوية

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{إنزيمات}]{\text{ضوء + صبغة كلوروفيل}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$



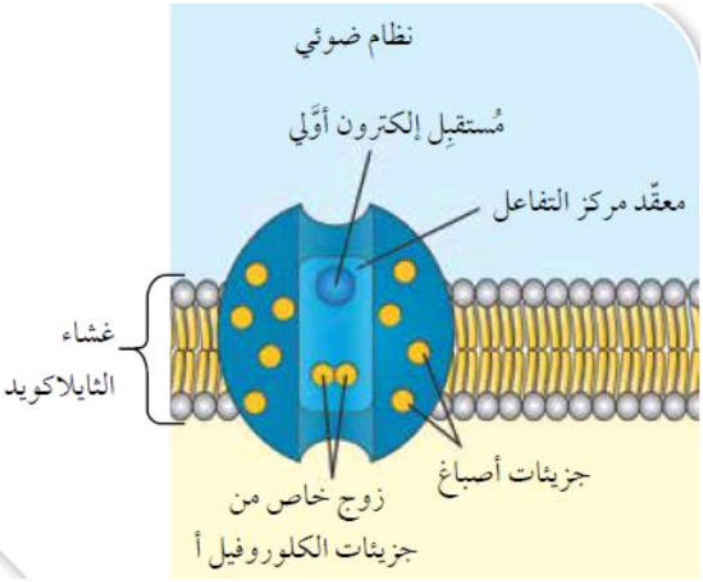
***تحتوي أغشية الثايلاكويدات على نظامين ضوئيين:**

هما: النظام الضوئي الأوَّل PS1

والنظام الضوئي الثاني PS2

*يتكوّن النظام الضوئي:

Watermarkly



-١من معقّد مركز تفاعل الذي يحتوى:

#يحتوي على زوج خاص من الكلوروفيل أ، ومُستقبِل إلكترون أوَّلي

2-ويحاط معقّد مركز التفاعل بأصباغ أُخرى، مثل: الكلوروفيل ب، والكاروتين

**يُعرَف النظام الضوئي الأوَّل بـِ P700

لأنَّ الكلوروفيل أ في معقّد مركز التفاعل يمتص الضوء الذي طوله الموجي 700نانومتر بأقصى فاعلية

**اما النظام الضوئي الثاني يعرف ب P680

لأنَّ الكلوروفيل أ يمتص الضوء الذي طوله الموجي 680 نانومتر بأقصى فاعلية

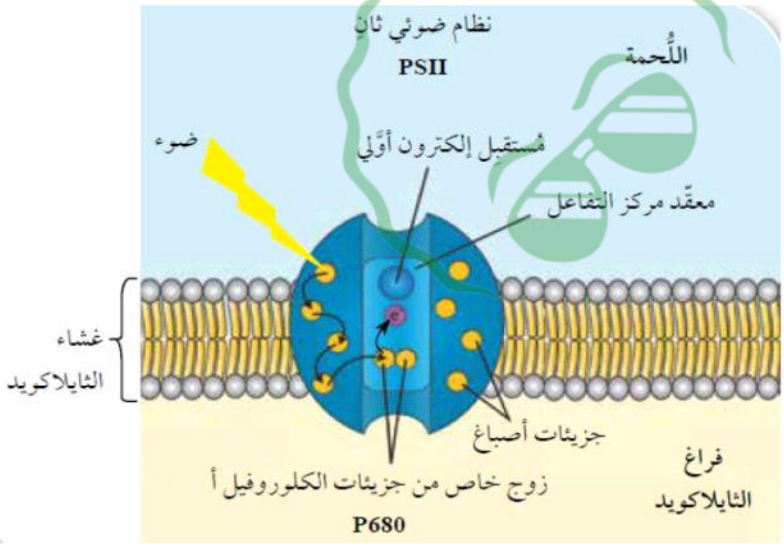
مراحل عملية البناء الضوئي:

تمر عملية البناء الضوئي بمرحلتين ، هما: التفاعلات الضوئية التي تعتمد على الضوء، وتحدث في أغشية الثايلاكويدات والتفاعلات التي لا تعتمد على ُ الضوء تسمى أيضا حلقة كالفن تحدث في اللحمة

التفاعلات الضوئية:

*تُصنَّف التفاعلات الضوئية إلى مسارين، هما: مسار التفاعلات الضوئية اللاحلقية، ومسار التفاعلات الضوئية الحلقية

1- مسار التفاعلات الضوئية اللاحلقية:



*يشارك النظامين في التفاعلات الضوئية اللاحلقية؛ إذ تمتص جزيئات الصبغة الطاقة الضوئية وتستخدمها في استثارة الإلكترونات في كلٍّ من النظامين

*تبدا التفاعلات الضوئية اللاحلقية بامتصاص جزيء صبغة واحدة في النظام الضوئي الثاني الطاقة الضوئية فيستثار الكترون فيه وينتقل الى مستوى طاقة اعلى

* تُمرَّر هذه الطاقة من جزي صبغة إلى آخر حتى تصل إلى زوج الكلوروفيل أ في معقَّد مركز التفاعل الثاني فيستثار الكترون فيه

*ونظرًا إلى امتلاك زوج الكلوروفيل أ مقدرة خاصة على نقل الإلكترونات إلى جزيء مختلف؛ فإنَّ هذا الإلكترون المستثار ينتقل إلى مُستقبِل الإلكترون الأوَّلي في النظام الضوئي

*يعمل إنزيم على تحلُّل الماء في فراغ الثايلاكويد، وينتج من تحلُّل كل جزيء ماء إلكترونان، وبروتونان وذَرَّة أكسجين، فتُعوِّض الإلكترونات تحلُّل الماء الإلكترونات التي فقدها زوج الكلوروفيل أ من معقَّد مركز التفاعل في PSII

*أمّا ذَرَّة الأكسجين الناتجة من تحلُّل الماء فإنَّها تتحد مع ذَرَّة أكسجين أُخرى ناتجة من تحلُّل جزيء آخر من الماء، فيتشكَّل جزيء أكسجين

*تنطلق الإلكترونات من مُستقبِل الإلكترون الأوَّلي في النظام الضوئي الثاني إلى النظام الضوئي الأوَّل خلال سلسلة نقل الإلكترون التي تتكوَّن من نواقل للإلكترونات، أهمها السيتوكرومات.

Watermarkly

*وفي أثناء انتقالها، تفقد هذه الإلكترونات جزءًا من طاقتها، ويُستخدَم هذا الجزء من الطاقة في نقل البروتونات من اللُّحْمة إلى فراغ الثايلاكويد، فينتج فرق في تركيز البروتونات بين فراغ الثايلاكويد واللُّحْمة

*وبصورة مُشابِهة، يمتص جزيء صبغة واحد في النظام الضوئي الأوَّل الطاقة الضوئية، فيستثار إلكترون فيه، وينتقل إلى مستوى طاقة أعلى

*تُمرَّر هذه الطاقة من جزي صبغة إلى آخر حتى تصل الطاقة إلى زوج الكلوروفيل أ في معقَّد مركز التفاعل في النظام الضوئي الأوَّل، فيستثار إلكترون فيه.

*ونظرًا إلى امتلاك زوج الكلوروفيل أ مقدرة خاصة على نقل الإلكترونات إلى جزيء مختلف؛ فإنَّ هذا الإلكترون المستثار ينتقل إلى مُستقبِل الإلكترون الأوَّلي في النظام الضوئي، ثم تنتقل هذه الإلكترونات من مُستقبِل الإلكترون الأوَّلي في هذا النظام أي النظام الضوئي الأوَّل عبر سلسلة نقل إلكترون أُخرى وبروتين فيرودوكسين، لتصل إلى مُستقبِلها النهائي، وهو +NADPفيُختزَل باستخدام هذه الإلكترونات والبروتونات

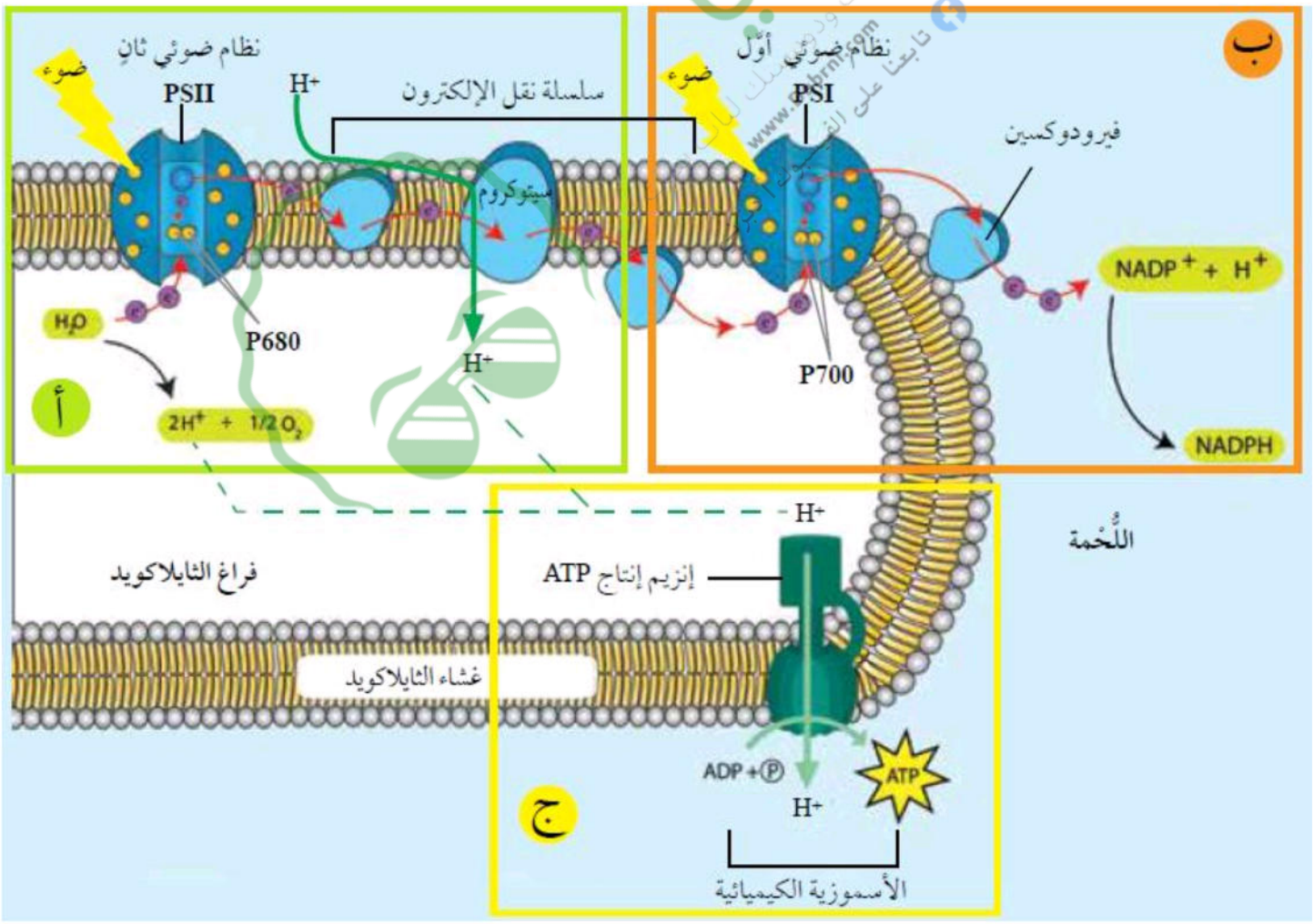
الموجودة في اللُّحْمة الى NADPH

*يُذكَر أنَّ الإلكترونات المفقودة من زوج الكلوروفيل أ في النظام الضوئي الأوَّل إلى مُستقبِل الإلكترون الأوَّلي فيها تُعوَّض عن طريق الإلكترونات التي انتقلت إليها من النظام الضوئي الثاني

*تعودُ البروتونات من فراغ الثايلاكويد إلى اللُّحمة نتيجة لفرق التركيز بينهما عن طريق إنزيم إنتاج في عملية الأسموزية الكيميائية، وتحدث فيها

فسفرة جزيئات ADP الى ATP

* نواتج التفاعلات الضوئية ATP و NADPHتُستخدَم في حلقة كالفن لاحقًا.



ملاحظة: 1-في النظام الضوئي الأوَّل: الإلكترونات المُنتقِلة إليه عبر سلسلة نقل الإلكترون من مستقبِل الإلكترون الأوَّلي من النظام الضوئي الثاني

Watermarkly

2–في النظام الضوئي الثاني: الإلكترونات الناتجة من تحلُّل الماء

ملاحظة:1– في التفاعلات اللاحلقية: تنطلق الإلكترونات من مُعقَّد مركز التفاعل في النظام الضوئي الثاني إلى مُعقَّد مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول، ومن مُعقَّد مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول إلى مُستقبلها النهائي وهو +NADP

2-أما في التفاعلات الحلقية: تعود الإلكترونات إلى P700 في النظام الضوئي الأول الذي انطلقت منه

مسار التفاعلات الضوئية الحلقية

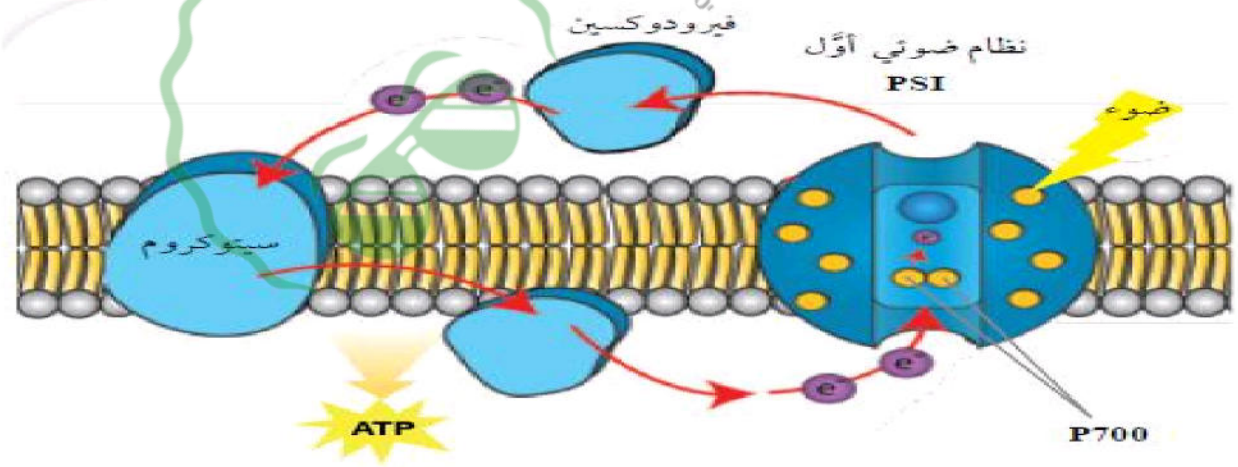
تحدث التفاعلات الضوئية الحلقية في النظام الضوئي الأوّل فقط لإنتاج ATP وفيها تسري الإلكترونات المستثارة بفعل الضوء من P700 إلى مُستقبِل الإلكترون الأوّلي، ثم إلى بروتين الفيرودوكسن، ثم تعود مَرَّة أُخرى عبر السيتوكروم إلى P700 في النظام الضوئي الأوّل الذي انطلقت منه؛ لذا أُطلِق على هذه التفاعلات اسم التفاعلات الحلقية، وهي تعمل فقط على إنتاج ATP الذي يستخدم في حلقة كالفن

حلقة كالفن

*تحدث تفاعلات حلقة كالفن في اللُّحْمة؛ إذ تحتوي اللُّحْمة على المواد والإنزيمات اللازمة لحدوثها.

*تُمثِّل هذه المرحلة مرحلة التصنيع التي تُستخدَم فيها نواتج التفاعلات الضوئية ATP و NADPH لانتاج مركبات عضوية

*تمرُّ تفاعلات حلقة كالفن بثلاث مراحل، هي: مرحلة تثبيت الكربون، ومرحلة الاختزال، ومرحلة إعادة تكوين مُستقبِل ثاني أكسيد الكربون



Watermarkly

1- مرحلة تثبيت الكربون
Carbon Fixation Phase

يربط إنزيم يُسمّى روبسكو RuBisCO (3) جزيئات من CO_2 بـ (3) جزيئات من مُستقبل CO_2 وهو السُّكَّر الخماسي ريبيولوز ثنائي الفوسفات RuBP، فتنتج (3) جزيئات من مُركَّب سداسي وسطي غير مستقر، لا يلبث أنْ ينشطر كلٌّ منها إلى جزيئين من مُركَّب ثلاثي الكربون يُسمّى حمض الغليسرين أُحادي الفوسفات PGA. يُطلَق على عملية ربط CO_2 بالسُّكَّر الخماسي اسم تثبيت الكربون.

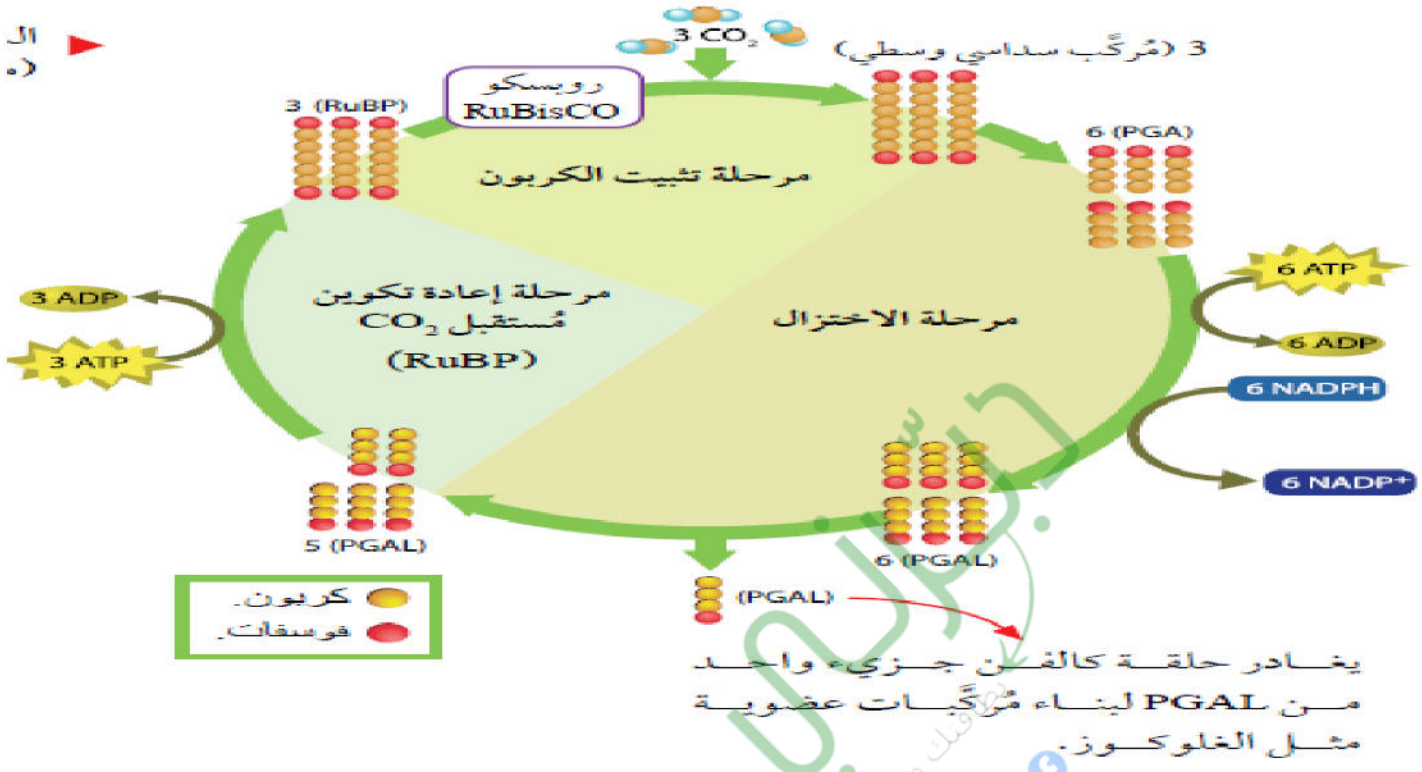
2- مرحلة الاختزال Reduction Phase

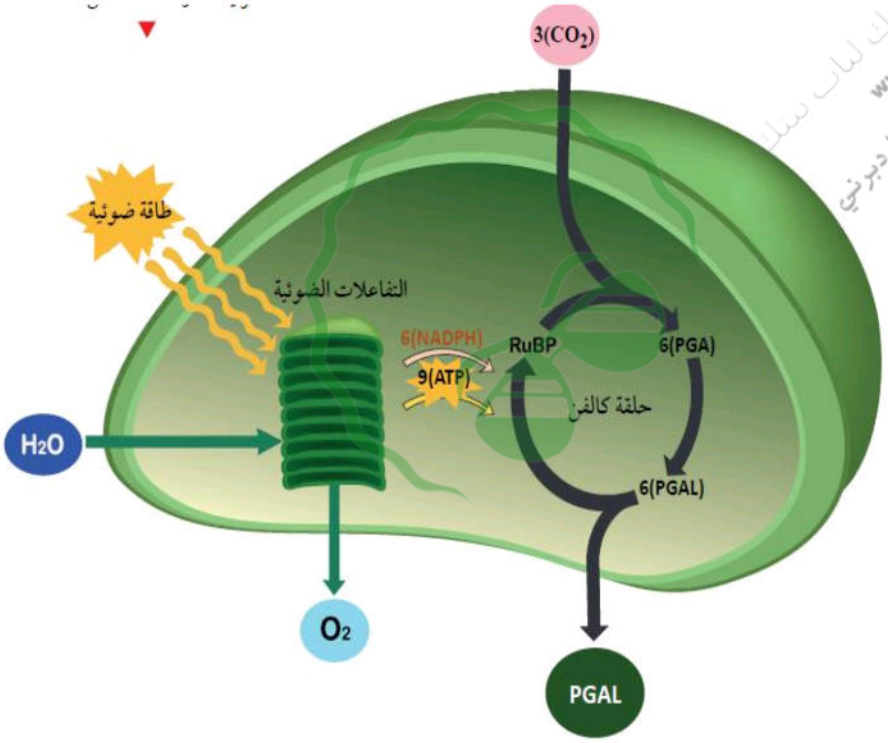
في هذه المرحلة يُختزَل كل جزيء من حمض الغليسرين أُحادي الفوسفات PGA إلى غليسر ألدهيد أُحادي الفوسفات Phosphoglyceraldehyde (PGAL) باستخدام طاقة (6) جزيئات ATP و(6) جزيئات NADPH، فيكون الناتج (6) جزيئات غليسر ألدهيد أُحادي الفوسفات PGAL. يغادر حلقة كالفن جزيء واحد من PGAL لبناء مُركَّبات عضوية مثل الغلوكوز.

3- مرحلة إعادة تكوين مُستقبِل CO_2 (ريبيولوز)
Regeneration of CO_2 Acceptor Phase (RuBP)

تدخل (5) جزيئات PGAL المُتبقِّية في سلسلة التفاعلات المُعقَّدة لإعادة تكوين (3) جزيئات من السُّكَّر الخماسي ريبيولوز RuBP من جديد. ويُستهلَك في أثناء ذلك (3) جزيئات ATP.

www.Dabrni.com
تابعنا على الفيسبوك | دبرني
Watermarkly





***التفاعلات الضوئية (تعتمد على الضوء):**

- تُستخدَم فيها الطاقة الضوئية.
- يُستهلَك الماء.
- يتحلل كل جزيء من الماء الى 2H+ و 2e- و 0.5*O2
- ينتج O2

***حلقة كالفن(لا تعتمد على الضوء):**

لإنتاج جزيء PGAL يغادر حلقة كالفن:

- تُستهلَك (3) جزيئات CO2
- تُستهلَك (9) جزيئات ATP
- تُستهلَك (6) جزيئات NADPH
- لإنتاج جزيء غلوكوز: يتحد (2) جزيء PGAL

Watermarkly

إذا كان عدد جزيئات ATP المُستهلَكة في أثناء تفاعلات حلقة كالفن هو (36) جزيئًا، فأُجيب عن الأسئلة الآتية:

1 – كم عدد جزيئات PGAL النهائية الناتجة (التي ستغادر حلقة كالفن)؟

2 – كم عدد جزيئات NADPH المُستهلَكة؟

3 – كم عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة؟

المعطيات:

عدد جزيئات ATP المُستهلَكة في حلقة كالفن هو (36) جزيئًا.

الحل:

1- تُستهلَك (9) جزيئات ATP لإنتاج جُزيء PGAL يغادر حلقة كالفن.
إذن، إذا استُهلِك (36) جزيئًا من ATP فسينتُج (4) جزيئات PGAL نهائية.

2- تُستهلَكُ (6) جزيئات من NADPH لإنتاج جزيء PGAL يغادر حلقة كالفن.
إذن، عدد جزيئات NADPH المُستهلَكة لإنتاج (4) جزيئات PGAL: 6×4 = (24) جزيئًا.

3- ينتج جزيء واحد من الغلوكوز من اتحاد جزيئين من PGAL.
إذن، عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة من (4) جزيئات PGAL: $\frac{4}{2}$ = (2) جزيئًا.

*الجزيئات التي تُستهلَك في تفاعلات حلقة كالفن لإنتاج جزيء واحد من الغلوكوز

الجزيئات	CO_2	ATP	NADPH
العدد اللازم	6	18	12

*أحسُبُ عدد ذرّات الكربون في(5) جزيئات من PGAL ثم أربط بينها وبين عدد ذرّات الكربون في(3) جزيئات من السُّكَّر الخماسي ريبيولوز ثنائي الفوسفات.

-كل جزيء PGAL يحوي (3) ذرات من الكربون إذن عدد ذرات الكربون الموجودة في 5 جزيئات هو 15 ذرة

-تبدأ الحلقة ب(15) ذرة كربون موجودة في ثلاث جزيئات من السكر الخماسي ريبيولوز وينتج خلال التفاعلات

-18 ذرة كربون موجودة في ستة جزيئات من PGAL يغادر واحد من هذه الجزيئات الحلقة وتدخل (5)جزيئات المتبقية في سلسلة تفاعلات معقدة لإعادة تكوين ثلاثة جزيئات من السكر الخماسي ريبيولوز.

-إذا عدد ذرات الكربون في خمس PGAL يساوي عدد ذرات الكربون في (3) جزيئات ريبولوز

البناء الضوئي الصناعي

-للحَدِّ من المشكلات البيئية الناجمة عن استخدام الوقود الأحفوري، مثل: التغيرُّ المناخي، وظاهرة الاحتباس الحراري التي سببها انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوفر ما يَلزم من موارد البيئة عالميًّا؛ تتوالى جهود العلماء لإيجاد تقنيات رخيصة ونظيفة تحاكي عملية البناء الضوئي صناعيًّا، مثل: تصنيع ورقة نبات صناعية يُمكِنها امتصاص الطاقة الشمسية، وتحليل الماء لإنتاج الهيدروجين واستخدامه وَقودًا، أو استخدامه في إنتاج أنواع وَقود أُخرى مُتجدِّدة وآمنة ومستدامة، وإنتاج الغذاء والأسمدة والأدوية بكفاءة أكبر من كفاءة طاقة الكتلة الحيوية لأوراق النباتات.

Watermarkly

البكتيريا والطاقة

-تعمل بعض الكائنات الحيَّة الدقيقة اللاهوائية على إنتاج مواد عضوية في عمليةٍ تُسمّى البناء الكيميائي

-إذ تَستخدم هذه الأنواع بعض المواد التي تتأكسد بسهولة، بوصفها مصدرًا للإلكترونات مثل H_2S بدلًا من الماء.

-ومن الأمثلة عليها: بعض أنواع الأثريات، وبكتيريا المياه الحارَّة التي تعيش في بيئات لا يصلها الضوء، وبكتيريا الكبريت.

-يُمكِن لبعض أنواع البكتيريا اللاهوائية التي تعيش في المناجم وفي قاع البحيرات أنْ تحصل على الطاقة عن طريق استخدام الإلكترونات الناتجة من أكسدة المواد الموجودة في البيئة المحيطة.

-وقد اكتشف باحثون من جامعة ماساتشوستس الأمريكية أنَّ بكتيريا جيوباكتر تتخلَّص من الإلكترونات التي توجد داخلها باستعمال شعيرات طويلة؛ وهي تراكيب تنتشر على سطوح الخلايا البكتيرية، وتتكوَّن من ألياف نانوية موصِلة للكهرباء، ويُعتقَد أنَّها تتكوَّن من بروتينات تُشبِه السيتوكرومات

-يسعى العلماء إلى الاستفادة من خصائص البكتيريا الموصِلة للكهرباء في إنتاج تكنولوجيا حيَّة وصديقة للبيئة، تُستخدَم في المجالات الطبية، وتوليد الكهرباء، وتعقيم المياه الجوفية.

تأثير مستوى هرمون الثيروكسين في معدَّل استهلاك الأكسجين

تحافظ الثدييات والطيور على درجة حرارة أجسامها ثابتة نسبيًّا عن طريق الحرارة الناتجة من عملية التنفُّس الخلوي. وما إنْ تنخفض درجة حرارة أجسام هذه الحيوانات لتصبح أقلَّ من درجة حرارة الجسم الطبيعية، حتى تستجيب خلاياها لذلك بتقليل كفاءة الميتوكندريا في إنتاج ATP، ولكي يستطيع الجسم إنتاج جزيئات ATP التي يحتاج إليها؛ فإنَّه يزيد من أكسدة المواد العضوية، فتتحرَّر كمِّيات إضافية من الحرارة لتدفئة الجسم. وقد افترض باحثون أنَّ هرمون الغُدَّة الدرقية هي التي تُنظِّم هذه الاستجابة.

في دراسة لقياس نشاط سلاسل نقل الإلكترون في خلايا الكبد لفئران مُتماثِلة في ما بينها من حيث مستويات هرمون الغُدَّة الدرقية، قورِن مُعدَّل استهلاك الأكسجين لكلٍّ من هذه الفئران، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

مستوى هرمون الغُدَّة الدرقية	مُعدَّل استهلاك الأكسجين $nmol\ O_2\ /min \cdot mg\ cells$
مُنخفِض	4.3
طبيعي	4.8
مُرتفِع	8.7

التحليل والاستنتاج:

١. أستنتج: في أيِّ الخلايا كان مُعدَّل استهلاك الأكسجين أعلى؟ في أيِّ الخلايا كان مُعدَّل استهلاك الأكسجين أقلّ؟

.....

.....

٢. ثانيًا: أُخِذت من بعض هذه الفئران عيِّنات من خلايا الكبد. أيُّها كانت درجة حرارة أجسامها هي الأعلى؟ أُفسِّر اجابتي.

.....

.....

٣. أُفسِّر: كيف تدعم هذه النتائج الفرضية التي وضعها الباحثون؟

.....

.....

Watermarkly

تأثير مستوى هرمون الثيروكسين في مُعدّل استهلاك الأكسجين

التحليل والاستنتاج:

1- أستنتج:

الخلايا التي لها معدل استهلاك أعلى للأكسجين : خلايا الفئران التي لها مستوى مرتفع من هرمون الغدة الدرقية.

الخلايا لها معدل استهلاك أقل للأكسجين: خلايا الفئران التي لها مستوى منخفض من هرمون الغدة الدرقية.

2- أتنبأ:.

كانت درجة حرارة أجسام الفئران ذات المستوى الأعلى من هرمون الغدة الدرقية هي الأعلى.

لأن الفئران التي مستوى هرمون الغدة الدرقية فيها أعلى، كان معدل استهلاك الأكسجين فيها أكثر ، مما يدل أنها زادت من أكسدة المواد العضوية، فتحررت كميات أكثر من الحرارة.

3- أفسر:

الخلايا التي كانت فيها مستويات أعلى من هرمون الغدة الدرقية أظهرت معدل أعلى لاستهلاك الأكسجين؛ ما يؤكد دور هرمون الغدة الدرقية في زيادة أكسدة المواد العضوية، لتحرير كميات اضافية من الحرارة لتدفئة الجسم.

Watermarkly

التكامل بين التنفّس الخلوي والبناء الضوئي

في تجربة لإثبات العلاقة بين عمليتي التنفّس الخلوي والبناء الضوئي، حُضّرت (4) أنابيب اختبار تحوي مادة مذيبًا فيه كاشف عن غاز ثاني أكسيد الكربون، ووُضِع نباتا إلوديا في اثنين منها، ثم أُغلِقت الأنابيب بإحكام. بعد ذلك عُرّض للضوء الأنبوبُ الذي يحمل الرقم (1)، والأنبوبُ الذي يحمل الرقم (2). أمّا الأنبوب الذي يحمل الرقم (3)، والأنبوب الذي يحمل الرقم (4)، فقد غُلّفا جيدًا بورق الألمنيوم.

يعمل الكاشف المُستخدَم على تحويل الماء إلى اللون الأصفر إذا كانت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون مُرتفعة، ويعمل على تحويله إلى اللون الأخضر الفاتح إذا كانت نسبة هذا الغاز متوسطة، ويعمل على تحويله إلى اللون الأزرق إذا كانت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون قليلة.

أدرس الجدول الآتي الذي يُبيّن نتائج هذه التجربة بعد مرور (12) ساعة، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

رقم الأنبوب	الأنبوب رقم (1)	الأنبوب رقم (2)	الأنبوب رقم (3)	الأنبوب رقم (4)
البيئة المحيطة بالأنابيب:	مُعرّضة للضوء		مُغطّاة بورق الألمنيوم (غير مُعرّضة للضوء)	
المحتويات:	إلوديا	من دون إلوديا	إلوديا	من دون إلوديا
لون الماء في بداية التجربة:	أخضر فاتح	أخضر فاتح	أخضر فاتح	أخضر فاتح
لون الماء بعد مرور (12) ساعة:	أزرق	أخضر فاتح	أصفر	أخضر فاتح

1. أكتب معادلة التنفّس الخلوي، ومعادلة البناء الضوئي.

2. أستنتج سبب تحوُّل الماء في الأنبوب رقم (1) إلى اللون الأزرق.

3. أستنتج سبب تحوُّل الماء في الأنبوب رقم (3) إلى اللون الأصفر.

4. أتوقّع سبب استخدام الأنبوب الذي يحمل الرقم (2)، والأنبوب الذي يحمل الرقم (4).

5. ثانيًا: ماذا سيحدث للون الماء في الأنبوب رقم (2) إذا نُفِخ فيه باستعمال ماصّة؟ أُفسّر إجابتي.

6. أُفسّر: لماذا يُنصَح بإبعاد النباتات عن غرف النوم ذات التهوية المحدودة ليلًا؟

Watermarkly

التكامل بين التنفُّس الخلوي والبناء الضوئي

-1

معادلة التنفس الخلوي

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

(حرارة + ATP)

معادلة البناء الضوئي

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{إنزيمات}]{\text{ضوء + صبغة كلوروفيل}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

2- أستنتج.

الأنبوب رقم (1) كان معرضا للضوء وبسبب حدوث عملية البناء الضوئي واستهلاك CO_2 الناتج عن التنفس الخلوي، حوّل الكاشف المستخدم لون الماء إلى اللون الأزرق.

3- أستنتج

لم تحدث عملية البناء الضوئي بسبب تغليف الأنبوب رقم (3) جيدا بورق الألمنيوم ؛ فلم يُستهلك غاز CO_2 الناتج عن عملية التنفس الخلوي فارتفعت نسبته، فحوّل الكاشف المستخدم لون الماء إلى اللون الأصفر.

4- أتوقّع

لتوفير تجربة ضابطة ، والتأكد من أن التغير في لون الماء سببه التغير في نسبة غاز CO_2 بسبب وجود الإلوديا.

5- أتنبأ:

سترتفع نسبة غاز CO_2، ويحوّل الكاشف المستخدم لون الماء إلى اللون الأصفر.

6- أفسّر:

تتنفس النباتات ليلا ونهارا فتشارك الإنسان في استهلاك غاز O_2، كما تنتج الأكسجين عن طريق التفاعلات الضوئية نهارا فتبقى نسبة O_2: CO_2 متوازنة. ونظرا لتوقف التفاعلات الضوئية التي تنتج غاز O_2 وباستمرار عملية التنفس التي تستهلك غاز O_2 وتنتج غاز CO_2 من قبل النباتات والإنسان في أثناء الليل ترتفع نسبة غاز CO_2 وتقل نسبة غاز O_2؛ ما يشكل خطورة على النائم في غرف النوم ذات التهوية المحدودة ليلًا.

Watermarkly

دبرني
تطافيك ودوسيك لباب بيك
www.Dabrni.com
تابعنا على الفيسبوك | دبرني

Watermarkly