الوحدة الأولى

الوحدة
١
الخلية الحية:
عمليات حيوية
في الخلية

الفصل الأول :
تدفق الطاقة

الصف:

الثاني عشر العلمي والزراعي

(وفق المنهاج الفلسطيني الجديد المعدل)

إعداد المعلم:

محمد يوسف الصفدي

٢٠٢١ م

الوحدة الأولى:
الخلية الحية:
عمليات حيوية في الخلية

الفصل الأول

تدفق الطاقة

تحتاج الكائنات والخلايا الحية إلى الطاقة للقيام بعملياتها وأنشطتها الحيوية المختلفة (بناء وهدم). أذكر بعضها:

١) البناء الضوئي.

٢) الانقسام الخلوي.

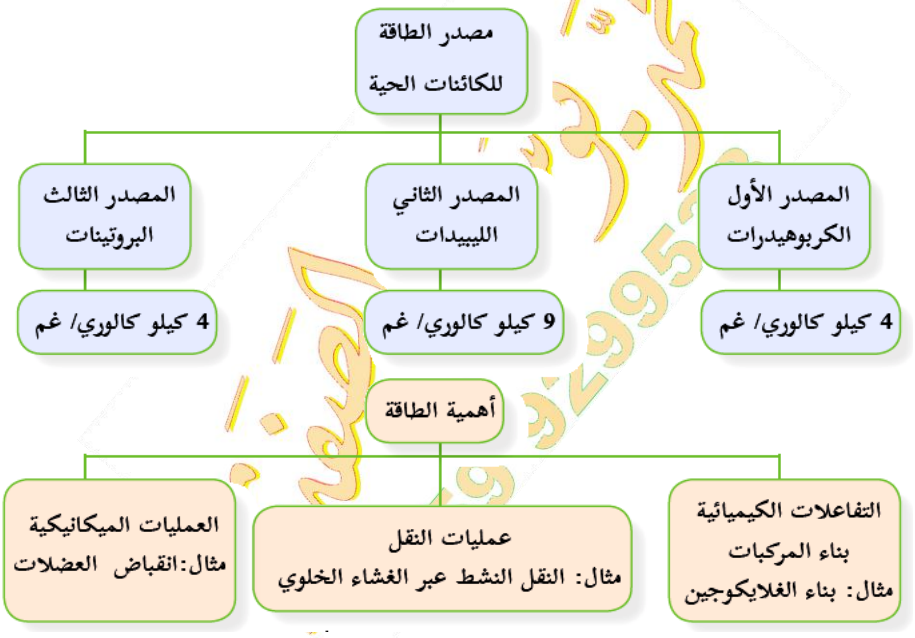
٣) تكوين البروتينات من الحموض الأمينية.

٤) التنفس الخلوي.

إعداد المعلم: محمد الصفدي
جوال: ٠٥٩٩-٢٩٩٥٣٣

١-١ أهمية الطاقة للخلية الحية:

تستخدم الكائنات الحية الطاقة المختزنة في حاملات الطاقة مثل ATP.



١) أذكر مصادر الطاقة للكائنات الحية، موضحا مقدار ما ينتجه الغرام الواحد منها.

أ) الأول/ الكربوهيدرات ← تنتج ٤ كيلو كالوري/غم.

ب) الثاني/ الليبيدات ← تنتج ٩ كيلو كالوري/غم.

ج) الثالث/ البروتينات ← تنتج ٤ كيلو كالوري/غم.

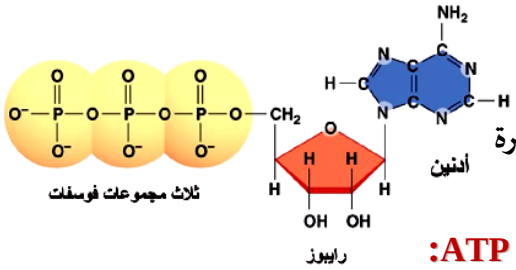
٢) وضح أهمية مصادر الطاقة للكائنات الحية:

أ) التفاعلات الكيميائية كبناء المركبات ← م. بناء الغلايكوجين.

ب) عمليات النقل ← م. النقل النشط عبر الغشاء الخلوي.

ج) العمليات الميكانيكية ← م. انقباض العضلات.

اشرح تركيب حاملات الطاقة في الخلية الحية:



١- تتكون من النيوكليوتيدات.

٢- تختزن الروابط الكيميائية في النيوكليوتيدات كميات كبيرة من الطاقة، مثل مركب **ATP**.

٣- وضح كمية الطاقة الناتجة من تفكك جزيء مركب الطاقة ATP:

أ-انحلال مجموعة فوسفات من جزيء **ATP** منتجاً جزيء **ADP** ومجموعة فوسفات حرة وطاقة؛ وفق المعادلة:

$$ATP \longrightarrow ADP + Pi + 7.3\ Kcal\backslash mol$$

ب- انحلال تالي لجزيء **ADP** ليفقد مجموعة فوسفات أخرى وينتج جزيء **AMP** وطاقة؛ وفق المعادلة:

$$ADP \longrightarrow AMP + Pi + 7.3\ Kcal\backslash mol$$

سؤال: ما المجموع الكلي للطاقة الناتجة من تحلل ٢ مول **ATP** إلى **AMP**؟

ج/ المعادلتان السابقتان تفسران تفكك مول واحد من **ATP**، وكان مجموع الطاقة الناتجة ١٤.٦ كيلو كالوري/مول

إذن مجموع الطاقة الناتجة من تحلل مولين **ATP** =

١٤.٦ × ٢ = ٢٩,٢ كيلو كالوري/مول

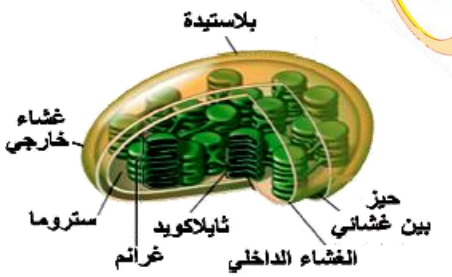
١-٢ البنـاء الضـوئي

أولاً/ مقـدمة:

تدار الحياة على الأرض بالطاقة الشمسية التي تقطع مسافة **150** مليون كيلومتر من الشمس.

١) ما هي عملية البناء الضوئي؟

عملية تستخدم فيها النباتات الطاقة الضوئية لتحويلها إلى طاقة كيميائية مختزنة في السكر وغيره من الجزئيات العضوية.



٢) البلاستيدة الخضراء/

أ- التعريف: هي العضيات الخلوية المسئولة عن امتصاص الضوء في النبات.

ب-وضح تركيب البلاستيدة الخضراء:

١- غشاء مزدوج يتكون من/ غشاء خارجي – غشاء داخلي – (بينهما) حيز بين غشائي.

٢- غرانم/ مجموعة من الصفائح القرصية، لكل صفيحة منها غشاء يعرف بـ الثايلاكويد.

٣– الستروما (الحشوة)/ سائلة تتوزع داخلها الغرانم.

ج-تبدأ عملية البناء الضوئي في غشاء الثيلاكويد ثم تستكمل في الستروما داخل البلاستيدة.

سؤال خارجي: فسر العبارة السابقة (ج).

ج/ لأن أغشية الثايلاكويد في البلاستيدة تحتوي على صبغات الكلوروفيل الخضراء.

٣) بين ما توصل إليه العلماء بالنسبة لعملية البناء الضوئي:

أ- الزيادة في كتلة النبات مصدرها ثاني اكسيد الكربون CO_2.

ب-يتحول CO_2 في البناء الضوئي إلى سكر الغلوكوز.

ج-مصدر الطاقة الازمة لتحلل الماء هو ضوء الشمس.

د- جزيئات صبغة الكلوروفيل الخضراء تمتص الطاقة الضوئية و تحولها إلى طاقة كيميائية.

هـ-معادلة البناء الضوئي:

$$6CO_2 + 12H_2C \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_20$$

ثانياً/ تفاعلات البناء الضوئي:

١) من الشكل التالي، تعرف على تفاعلات البناء الضوئي /

أ) تحدث على مرحلتين أساسيتين:

١- تفاعلات ضوئية.

٢- تفاعلات لاضوئية (حلقة كالفن).

ب)عدد: المواد اللازمة بشكل عام لحدوث البناء الضوئي:

١- التفاعلات الضوئية/

أ- الماء (H_20).

ب- الضوء.

ج- الكلوروفيل.

د- ADP.

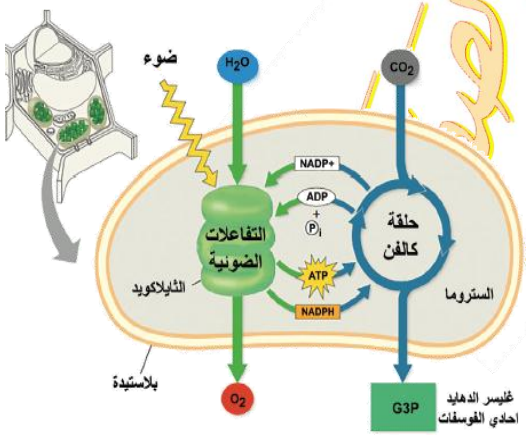
هـ- $NADP^+$.

٢- التفاعلات اللاضوئية/

أ- ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

ب- ATP.

ج- NADPH.



ملاحظة: تحتاج عملية البناء الضوئي لإنزيمات مهمة كإنزيم روبيسكو.

ج)أذكر: المواد الناتجة النهائية من البناء الضوئي:

١- غليسرألدهايد أحادي الفوسفات (G3P). ٢-أكسجين (O_2).

د) حدد: أماكن حدوث التفاعلات:

١- التفاعلات الضوئية / تحدث في غشاء الثايلاكويد في غرانا البلاستيدة.

٢- التفاعلات اللاضوئية/ تحدث في ستروما البلاستيدة.

٢) التفاعلات الضوئية والتفاعلات اللاضوئية (كالفن)/

أ) مقارنة عامة:

وجه المقارنة	التفاعلات الضوئية	التفاعلات اللاضوئية (كالفن)
الطاقة اللازمة	الضوء	كيميائية
الطاقة الناتجة	كيميائية	كيميائية
المتفاعلات	الماء (H_2O)	ثاني أكسيد الكربون NADPH + ATP
النواتج	الاكسجين (O_2) NADPH + ATP	غليسرألدهايد أحادي الفوسفات G3P

نستنتج مما سبق:

١- **الضوء يحلل الماء إلى/**

أ. **أيونين هيدروجين** ← اختزال نواقل الإلكترونات.

ب. **الأكسجين** ← يتصاعد إلى الهواء الجوي.

٢- **حلقة كالفن (التفاعلات اللاضوئية)/**

أ. سميت بذلك لأنها لا تحتاج الى ضوء مباشر.

ب. تستخدم نواتج التفاعلات الضوئية لإنتاج مركب غليسرألدهايد أحادي الفوسفات (G3P).

غليسرألدهايد أحادي الفوسفات (G3P): أول مركب كربوهيدراتي ثابت ينتجه النبات، الهيكل الكربوني للمركبات العضوية.

ب)امتصاص الطاقة الضوئية:

١- **الكلوروفيل/** (أكتب ما تعرفه)

أ. يتواجد في أغشية الثايلاكويد.

ب. يكسب النبات لونه الأخضر.

ج. يمتص الضوء ليتمكن النبات من القيام بعملية البناء الضوئي.

د. له عدة أنواع منها كلوروفيل a و b؛ والاختلاف بينهما بسيط.

٢- **الطاقة الضوئية/** (أكتب ما تعرفه)

أ. الضوء ضروري لإحداث البناء الضوئي.

ب. طول الضوء المرئي ما بين (٣٨٠ – ٧٥٠) نانوميتر تقريبا.

ج. تمتص أصباغ كلوروفيل **a** و **b** والكاروتين موجات الضوء الحمراء والزرقاء بكميات كبيرة.

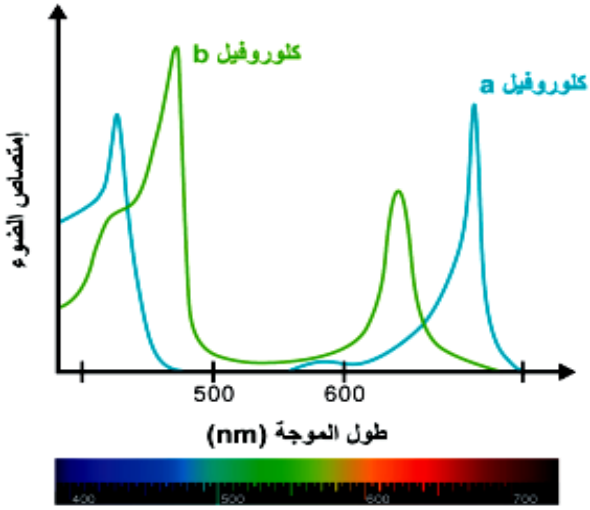
د. الأصباغ الأخرى تمتص الموجات الضوئية الأخرى بشكل أقل.

٣- **الشكل التالي رقم (٤) صفحة (٨) من الكتاب المدرسي/**

أ. الموجات الممتصة عن طريق الصبغات هي موجات الضوء المرئي (ما عدا الخضراء)، التي يتراوح طولها الموجي ما بين (٣٨٠ – ٧٥٠) نانوميتر.

ب. طول الموجات الضوئية التي يتم فيها أقل امتصاص للضوء (٤٨٠ – ٦٠٠) نانوميتر.

ج. الموجات القصيرة أعلى امتصاصا كالزرقاء والبنفسجية لأنها ذات طاقة أعلى، أما الموجات الطويلة فيقل امتصاصها لأنها ذات طاقة أقل.



د. تمتص صبغات الكلوروفيل a و b والكاروتين موجات الضوء الحمراء والزرقاء بكميات كبيرة.

هـ. تتواجد صبغة الكلوروفيل في غشاء الثايلاكويد بالجرانا داخل البلاستيدات الخضراء، وتعد أوراق النبات المكان الرئيس لها.

علل: ظهور النباتات باللون الأخضر.

جـ/ لاحتوائها على كمية من الكلوروفيل الذي يعكس اللون الأخضر ولا يمتصه.

أولا: التفاعلات الضوئية

١) صبغات الكلوروفيل وصبغات أخرى في البلاستيدات ضرورية لامتصاص الضوء.

٢) تترتب الصبغات الضوئية في نظامين ضوئيين وظيفيين في غشاء الثايلاكويد، هما/

أ- النظام الضوئي الأول (PS I).

ب- النظام الضوئي الثاني (PS II).

٣) مكونات النظام الضوئي/

أ-مركز التفاعل:

١- نظام بروتيني يحتوي على جزيئين كلوروفيل a ومستقبل الكتروني أولي.

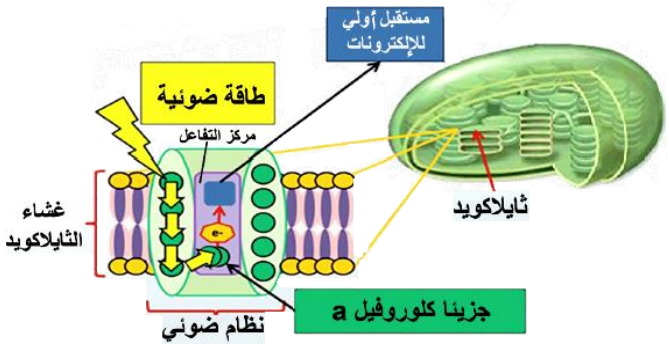
٢- وظيفة جزيئا كلوروفيل a في مركز التفاعل/ قادران على إطلاق إلكترونات منشطة، غنية بالطاقة.

ب- أنواع مختلفة من الصبغات:

١- منها كلوروفيل a و كلوروفيل b وكاروتين.

٢- ترتبط تلك الصبغات بالبروتينات.

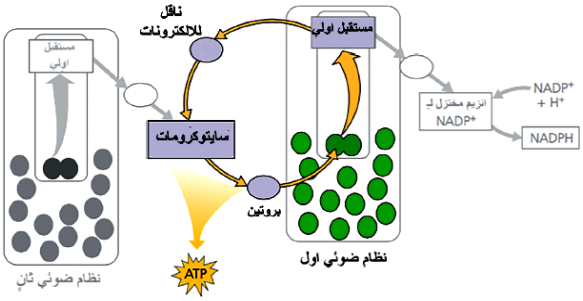
٣- تعمل الصبغات كلاقطات تمتص الطاقة الضوئية ثم تمررها لمركز التفاعل.



سؤال: ما وظيفة مركز التفاعل في النظام الضوئي؟

يكون قادرا على إطلاق إلكترونات منشطة، غنية بالطاقة.

٤) تتحول طاقة الضوء الممتصة إلى طاقة مختزنة في روابط كيميائية خلال المسارين الإلكترونين/



أ- المسار الإلكتروني الحلقي:

١- التسمية/ لأن الإلكترونات الواصلة لمركز تفاعل النظام الضوئي الأول قد استنفدت طاقتها، فتم إعادة تنشيطها من الصبغات الضوئية لتنتقل إلى مستقبله الأولي.

٢- تنتقل بعدها إلى سلسلة نقل إلكترون بين النظامين الضوئيين (بشكل حلقي).

٣- النواتج/ إنتاج جزيئات حاملات الطاقة ATP فقط.

ب-المسار الإلكتروني اللاحلقي:

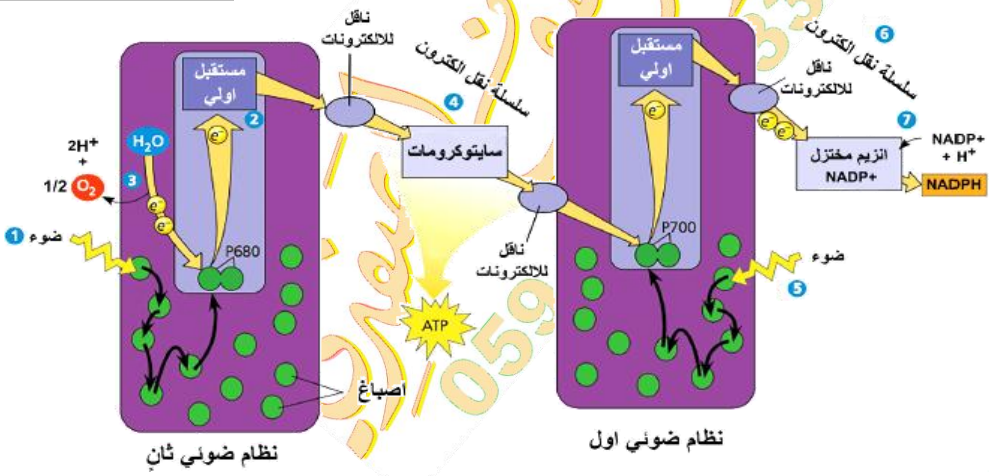
١- التسمية/ لأن الإلكترونات المنشطة تسير فيه باتجاه واحد.

٢- تنطلق الإلكترونات المنشطة من مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني إلى مركز تفاعل النظام الأول.

٣- ترتبط الإلكترونات المنشطة بنواقل الإلكترونات.

٤- النواتج/ جزيئات ATP و NADPH كما ينتج الأكسجين.

تفحص الشكل (٦) التالي من صفحة (٩) في الكتاب المدرسي.. (تتبع تفاعلات المسار اللاحلقي)



١- أهمية امتصاص الضوء في بداية المسار اللاحلقي:

أ- تمتص الجزيئات الصبغية في النظام الضوئي الثاني الموجات الضوئية، مسببة انتقال الإلكترونات إلى مستويات طاقة أعلى في جزيء الصبغة الواحدة.

ب-تنتقل الالكترونات من جزيء كلوروفيل لآخر وصولا إلى مركز التفاعل فيتم تنشيطه ليصبح مانح إلكترونات قوي.

٢- مرور الإلكترونات المحملة بالطاقة إلى مستقبل الإلكترونات الأولي: ذو جاذبية قوية للإلكترونات،

ما دور جزيئات كلوروفيل a في مركز تفاعل النظام الضوئي؟
تعتبر مانحة قوية للإلكترونات بعد امتصاص الموجات الضوئية، وبالتالي إطلاق إلكترونات منشطة وصولا إلى المستقبل الأولي.

٣- استمرار امتصاص الضوء في النظام الضوئي الثاني:

أ- يعمل إنزيم خاص فيه على فصل جزيئات الماء وفق المعادلة التالية:

$$H_2O \xrightarrow{\text{أنزيم}} \frac{1}{2} O_2 + 2e^- + 2H^+$$

ب-وبالتالي يزود الماء مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني بالإلكترونات واحدا تلو الآخر، وترتبط ذرات الأكسجين معا مكونة جزيئات (O_2) تنطلق للجو كناتج نهائي عن البناء الضوئي.

٤- بناء جزيئات ATP :

أ-تنتقل الإلكترونات المنشطة من المستقبل الأولي عبر سلسلة نواقل بروتينية وصولا إلى السايتوكروم الذي يعمل على بناء جزيئات ATP، كما في المعادلة التالية:

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{إنزيم بناء ATP}} ATP$$

ب- إحدى طرق تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.

٥- وصول الإلكترونات إلى مركز تفاعل النظام الضوئي الأول وإعادة تنشيطها:

أ-تصل الإلكترونات إلى مركز تفاعل النظام الضوئي الأول مستنفذة طاقتها.

ب- تمتص الجزئيات الصبغية في النظام الضوئي الأول الضوء فتعمل على إعادة تنشيط تلك الإلكترونات من جديد، مسببة انتقالها إلى المستقبل الأولي.

٦- انتقال الإلكترونات عبر النظام الضوئي الأول وصولا إلى إنزيم مختزل ($NADP^+$):

أ- يستمر انتقال الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترون من ناقل لآخر، مرورا بعمليات أكسدة واختزال، وصولا إلى إنزيم مختزل ($NADP^+$) في النظام الضوئي الأول.

ب- بناء على ما سبق، يتم اختزال أيون $NADP^+$ إلى NADPH وفق المعادلة:

$$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \xrightarrow[NADP^+]{\text{إنزيم مختزل}} NADPH + H^+$$

ج- طريقة أخرى لتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

ما هي نواتج المسار الإلكتروني اللاحلقي؟

المركبان **ATP** و **NADPH**،

وتصاعد الأكسجين إلى الهواء الجوي.

بم تعلل: أن بداية المسار اللاحلقي تبدأ من النظام الضوئي الثاني؟

لأن النظام الضوئي الثاني يمتص موجات ضوئية بطول موجي 680 نانومتر أما النظام الضوئي الأول يمتص موجات ضوئية بطول 700 نانومتر،، علما أن النظام الضوئي الأول سمي بذلك لاكتشافه أولا.

السايتوكرومات:

مجموعة من نواقل بروتينية للإلكترونات توجد في سلاسل نقل الإلكترون تعمل كإنزيمات ناقلة.

قارن بين المسارين الإلكترونيين الحلقي واللاحلقي:

المقارنة	المسار اللاحلقي	المسار الحلقي
النظام الضوئي المشارك	النظامين الضوئيين الثاني والأول	النظام الضوئي الأول فقط
النواتج	ATP ; O_2 ; NADPH	ATP فقط.
تعويض الإلكترونات	النظام الثاني ← إلكترونات ناتجة من تحلل الماء. النظام الأول ← إلكترونات منشطة من النظام الضوئي الثاني عبر سلسلة نقل الإلكترون.	تعود الالكترونات المنشطة حلقيا إلى مركز التفاعل ومن ثم المستقبل الأولي الذي انطلقت منه. ((و يمكن القول: لا تعويض))
مستقبل الإلكترونات الأخير	إنزيم مختزل $NADP^+$	مركز تفاعل النظام الضوئي الأول الذي انطلقت منه.

ثانيا: التفاعلات اللاضوئية (حلقة كالفن)

١) مقدمة/ (هات نبذة عن حلقة كالفن= التفاعلات اللاضوئية)

أ- سميت بحلقة "كالفن" نسبة إلى مكتشفها.

ب-تحدث ت. اللاضوئية في ستروما البلاستيدة دون حاجة الضوء، إذ تحتوي على الأنزيمات اللازمة لذلك.

ج-تستخدم الطاقة المختزنة في نواتج التفاعلات الضوئية ATP و NADPH.

د- الكربون يدخل كالفن على شكل CO_2 ويغادرها على شكل سكر.

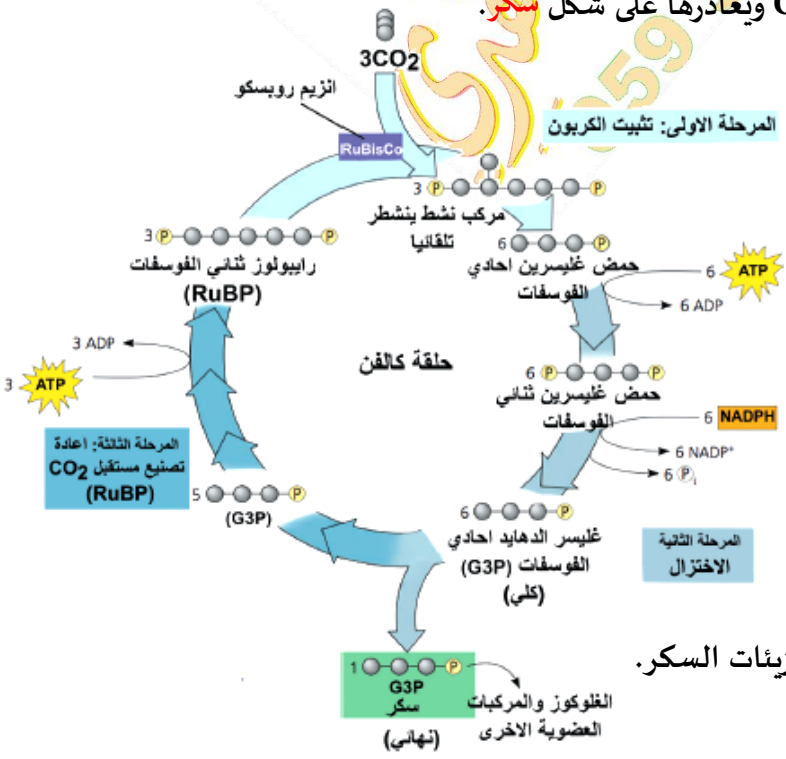
هـ-لتشغيل حلقة كالفن يتم استهلاك كل من:

١- الطاقة المختزنة في نواتج التفاعلات الضوئية التالية/

أ. جزيئات ATP ← كمصدر للطاقة.

ب. جزيئات NADPH ← كعامل اختزال قوي يضيف إلكترونات ذات طاقة عالية.

٢- أيونات الهيدروجين (H^+) لصنع جزيئات السكر.



٢) تتضمن حلقة كالفن المراحل الرئيسة التالية/ (اشرح مراحل التفاعلات اللاضوئية الثلاث)

أ- المرحلة الأولى/ تثبيت الكربون:

١- يتم تثبيت ثلاثة جزيئات من CO_2 واحدا تلو الآخر (كل على حدة).

٢- يتم ربط كل جزيء CO_2 بجزيء واحد من رايبولوز ثنائي الفوسفات RuBP (خماسي الكربون) بوساطة إنزيم روبيسكو لإنتاج جزيء واحد مركب نشط (سداسي الكربون) غير ثابت (وسطي).

٣- ينشطر المركب غير الثابت تلقائيا إلى جزيئين من حمض غليسرين أحادي الفوسفات (3PG).

٤- الناتج النهائي للمرحلة الأولى/ *ستة جزيئات من حمض غليسرين أحادي الفوسفات.*

ب-المرحلة الثانية/ الاختزال:

١- كل جزيء من حمض غليسرين أحادي الفوسفات يحصل على مجموعة فوسفات من جزيء ATP لإنتاج جزيء حمض غليسرين ثنائي الفوسفات (1,3 BPG) فيتكون ستة جزيئات حمض غليسرين ثنائي الفوسفات.

٢- يختزل جزيء واحد من مركب NADPH جزيء واحد من حمض غليسرين ثنائي الفوسفات لإنتاج جزيء واحد من غليسرألدهايد أحادي الفوسفات (G3P).

٣- الناتج النهائي للمرحلة الثانية/ *ستة جزيئات غليسرألدهايد أحادي الفوسفات.*

ج-المرحلة الثالثة/ إعادة تصنيع رايبولوز ثنائي الفوسفات RuBP (مستقبل CO_2):

١- <u>جزيء واحد</u> فقط من غليسرألدهايد أحادي الفوسفات (G3P) هو الناتج **النهائي** لحلقة كالفن، ويستخدم كنقطة بداية لعمليات أيض انتاج المركبات العضوية كالجلوكوز ومركبات عضوية أخرى.

٢- جزيئات (G3P) <u>الخمسة الأخرى</u>، تستخدم في إعادة بناء مركب الرايبولوز ثنائي الفوسفات (RuBp) مستهلكة ثلاثة جزيئات ATP في سلسلة معقدة من التفاعلات.

٣- الناتج النهائي للمرحلة الثالثة/ *ثلاثة جزيئات رايبولوز ثنائي الفوسفات.*

٣) العلاقات الرياضية لكل حلقة كالفن واحدة/

حلقة كالفن الواحدة تعادل ½ جزيء $C_6H_{12}O_6$

تثبيت $3\ CO_2$	اختزال 9 ATP
استهلاك 6 NADPH	
إنتاج $1\ G_3P$	تصنيع 3 RuBP

٤) تطبيقات رياضية على حلقة كالفن/

سؤال: إذا تم استهلاك 18 جزيئا من ATP في حلقة كالفن، جد كلا مما يأتي:

أ- عدد جزيئات G3P الكلية/

عند استهلاك 9 ATP ← ينتج 6 G3P (الكلية)

اذا استهلاك 18 ATP ← ينتج س

س = (18 × 6)/ 9 = 12 جزيئات G3P

ب-عدد جزيئات الجلوكوز الكلية/

عند استهلاك 9 ATP ← ينتج ½ جزيء جلوكوز

اذا استهلاك 18 ATP ← ينتج ص

ص = (18 × ½) /9 = جزيء جلوكوز

ج-عدد جزيئات CO_2 التي تم تثبيتها/

عند استهلاك 9 ATP ← تثبيت 3 CO_2

اذا استهلاك 18 ATP ← ينتج ع

ع = (18 × 3) /9 = 6 جزيئات CO_2

د-عدد جزيئات RuBp التي تم استخدامها/

عند استهلاك 9 ATP ← ينتج 3 RuBp (الكلية)

اذا استهلاك 18 ATP ← ينتج ك

ك = (18 × 6) / 9 = 6 جزيئات RuBp

سؤال خارجي:

ما نوتج كالفن اللازمة لإنتاج خمس جزيئات من الجلوكوز؟

تثبيت $30CO_2$ * استهلاك 90ATP * اختزال 60NADPH

العوامل الخارجية المؤثرة في معدل البناء الضوئي/

نشاط رقم (٢): حول معدل البناء الضوئي.

تنفيذ النشاط ما أمكن حول معدل عملية البناء الضوئي في ظروف بيئية مختلفة ومناقشة ذلك.

بمناقشة نقاط النشاط رقم (٢) الرئيسة في الصفحة (١٤) من الكتاب المدرسي:

أ- اختلاف شدة الضوء/ المجموعة الأولى:

١. تزداد فقاعات الأكسجين الناتجة من نبات الألوديا طرديا بزيادة شدة الضوء عليها، وتقل في الظلام.

٢. تظهر فقاعات الأكسجين بشكل جيد (متوسط) في وجود المصباح الكهربائي.

نستنتج أن زيادة شدة الإضاءة زادت من معدل البناء الضوئي للنبات.

ب-اختلاف درجة الحرارة/ المجموعة الثانية:

١. تزداد فقاعات الأكسجين الناتجة عن عملية البناء الضوئي في نبات الألوديا طرديا بزيادة درجة الحرارة، وصولا إلى ٣٠°م (درجة الحرارة المثلى).

٢. يقل عدد فقاعات الأكسجين بارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المثلى (وصولا إلى ٤٠°م) حيث ينخفض معدل البناء الضوئي للنبات (علل) بسبب تحلل الموقع الإنزيمي النشط بارتفاع درجة الحرارة.

٣. يقل عدد فقاعات الأكسجين تدريجيا بانخفاض درجة الحرارة (وصولا إلى ١٠°م) حيث ينخفض معدل البناء الضوئي للنبات (علل) بسبب تغير شكل الموقع الإنزيمي النشط بانخفاض درجة الحرارة.

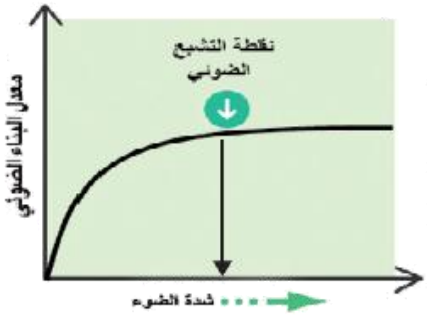
ج- تركيز ثاني أكسيد الكربون/ المجموعة الثالثة:

١. يزداد معدل عملية البناء الضوئي للنبات بزيادة تركيز CO_2 طرديا وصولا إلى حد معين يثبت بعدها (نقطة التشبع).

٢. يمكن دراسة أثر CO_2 على المعدل الضوئي بزيادة بيكربونات الصوديوم مع تثبيت العوامل الأخرى.

سؤال: وضح أثر تلك العوامل الخارجية على معدل البناء الضوئي ؟

١ - شدة الضوء/

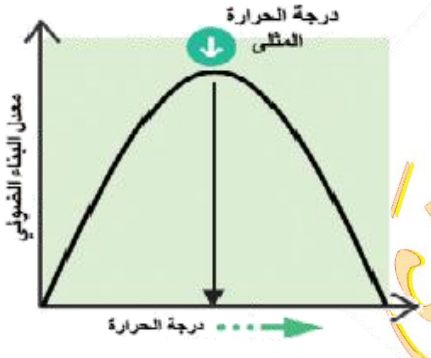


أ- يزداد معدل البناء الضوئي بزيادة شدة الضوء وصولا إلى نقطة التشبع الضوئي.

ب-**نقطة التشبع الضوئي:** أعلى معدل شدة ضوء يصل عندها أعلى معدل بناء ضوئي، ويثبت بعدها.

ج- الطول الموجي بعض الصبغات كالأزرق والأحمر تزيد كفاءة البلاستيدات الخضراء في امتصاص الضوء.

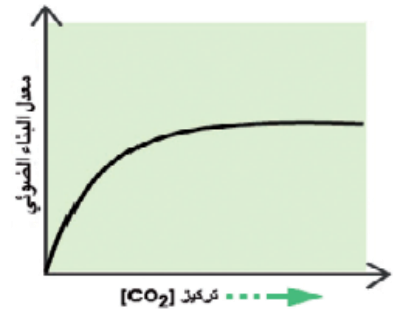
٢ - درجة الحرارة/



أ- يتناسب معدل البناء الضوئي للنباتات طرديا مع انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة، حيث يتأثر نشاط أنزيمات تفاعلات البناء الضوئي طرديا بتغيرات درجة الحرارة.

ب-الارتفاع أو الانخفاض الشديدين عن درجة الحرارة المثلى يسببان تحلل المواقع الإنزيمية النشطة، مسببة موت النبات، لتحطم الأنزيمات الضوئية.

٣ - تركيز ثاني أكسيد الكربون/



أ- يزداد معدل البناء الضوئي للنبات بزيادة تركيز CO_2 وصولا إلى تركيز التشبع.

ب-يثبت معدل البناء الضوئي إلى حد معين بعد وصل نقطة التشبع مع زيادة التركيز.

لابد من توفر تلك العوامل عند حدودها المثلى للقيام بعملية البناء الضوئي..
يعتبر كل منها عاملا محددا يتوقف البناء الضوئي في غيابه.

١-٣ التنفس الخلوي

أولاً/ مقدمة:

١) عملية التنفس الخلوي/ (عرف المقصود بـ)

عملية تقوم بها الكائنات الحية لإنتاج الطاقة بتحليل المواد الغذائية كالكربوهيدرات (كالجلوكوز)، وتحرير الطاقة المخزونة في الروابط الكيميائية بين جزيئاتها.

٢) أذكر: أنواع التنفس الخلوي. (وفق وجود الأكسجين كمستقبل للإلكترون أو عدم وجوده)

أ- التنفس الهوائي: (قارن بين أنواع التنفس من حيث: حاجة O_2، مستقبل النهائي الإلكترونات)

١- يحدث في وجود الأكسجين، وتقوم به معظم الكائنات الحية.

٢- الأكسجين، هو المستقبل النهائي للإلكترونات.

ب-التنفس اللاهوائي:

١- لا يحتاج إلى الأكسجين، وتقوم به بعض الكائنات الحية. م. بكتيريا الكزاز.

٢- المستقبل النهائي للإلكترونات مثل النترات (NO_3^{-1}) أو السلفات (SO_4^{-2}). (☜ مادة معدنية)

ج-التنفس بالتخمر:

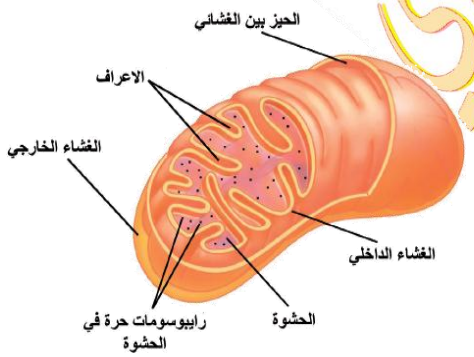
١- يحدث في غياب الأكسجين، وتقوم به بعض الكائنات الحية والأنسجة الحية(م. العضلات).

٢- مادة عضوية، هي المستقبل النهائي للإلكترونات عادة.

> يحدث التنفس الخلوي داخل الخلايا الحية.

٣) تركيب المايتوكندريون/

نستعين بالشكل (١٠) التالي ص١٦ من الكتاب المدرسي، لتوضيح تركيب المايتوكندريون:



أ- أجزاء المايتوكندريون:

١- الغشاء الخارجي.

٢- الغشاء الداخلي (متعرج وبه أعراف).

٣- الحيز بين الغشاءين.

٤- الحشوة.

٥- رايبوسومات حرة.

ب-للمايتوكندريون قدرة على التضاعف (الأهمية)، لتوفير الأعداد اللازمة للقيام بوظائفها دون الرجوع للنواة.

ج-يعتبر المايتوكندريون مركز إطلاق الطاقة في الخلية الحية من خلال تحليل المركبات العضوية بالتنفس الخلوي.

> خارجي/ كيف يتم تضاعف المايتوكندريون؟
> ج/ من خلال DNA و RNA والأنزيمات الخاصة بذلك داخل حشوتها.

٤) قارن بين المايتوكندريون والبلاستيدة الخضراء:

المقارنة	مايتوكندريون	بلاستيدة خضراء
الوظيفة الرئيسة	مراكز انتاج الطاقة	تثبيت الطاقة الضوئية للقيام بالبناء الضوئي
التركيب العام	غشاء خارجي غشاء داخلي(متعرج) حشوة	غشاء خارجي غشاء داخلي أملس ستروما ثايلاكويدات (بها صفائح غرانا)
موقع التواجد	في كل خلايا الكائنات الحية	في خلايا الأحياء المنتجة فقط

ثانيا/ أنواع التنفس الخلوي:

سندرس أنواع التنفس الخلوي سالفة الذكر بالتفصيل، على النحو التالي/

النوع الأول: التنفس الهوائي

أ] يعتمد على وجود الأكسجين.

ب]ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون.

ج] أهمية الأكسجين/ يستخدم في أكسدة المواد الغذائية (م. الجلوكوز) لإنتاج الطاقة اللازمة لتأدية العمليات الحيوية في الخلية الحية.

د] معادلة التنفس الخلوي/

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{انزيمات}} 6CO_2 + 6H_2O + 38ATP$$

هـ] يتضمن سلسلة من التفاعلات المعقدة المنظمة، وتقسم إلى المراحل الأربع التالية/

١) مرحلة التحلل الغلايكولي:

أ- تحدث في سيتوسول الخلية الحية.

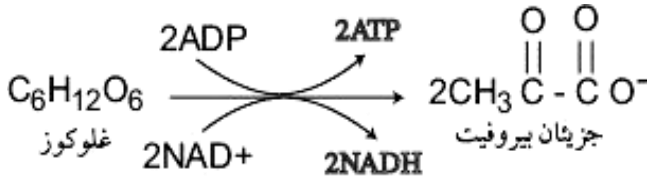
ب-لا تتطلب هذه المرحلة وجود الأكسجين.

ج-ينشطر جزئ الجلوكوز (سداسي الكربون) إلى جزيئين من غليسرألدهايد (ثلاثي كربون).

د- يتأكسد جزيئا الغليسرألدهايد ليكونا أخيرا جزيئين من حمض البيروفيك (البيروفيت).

هـ-يتم اختزال جزيئين من ناقل الهيدروجين (NAD^+) لإنتاج جزيئين من NADH.

و- يتم إنتاج جزيئين من ATP.



ز- على أساس جزيء جلوكوز واحد، أذكر النواتج/

١- جزيئان بيروفيت.

٢- جزيئات الطاقة: 2 NADH و 2 ATP. (تستهلك العملية 2ATP من أصل نواتج 4ATP)

س. خارجي/ كم عدد جزيئات الماء الناتجة في الرحلة؟

ج/ ينتج في التحلل الغلايكولي جزيئان ماء فقط.

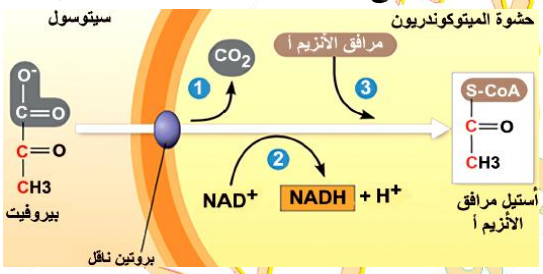
ملاحظة:

يستقبل NAD^+ زوجاً من الإلكترونات وبروتوناً واحداً حيث يختزل إلى NADH.

٢) مرحلة تحويل البيروفيت إلى الأستيل مرافق الأنزيم-أ:

أ- تحدث في وجود الأكسجين لإنتاج طاقة أكبر.

ب-يدخل البيروفيت (الناتج من التحلل الغلايكولي) من السيتوسول إلى حشوة المايتوكندريون واحدا تلو الآخر في حالة وجود الأكسجين (علل: لإنتاج كمية اكبر من الطاقة)، عبر بروتين ناقل.



ج-يتحول إلى مركب أستيل مرافق الإنزيم-أ.

د- على أساس جزيء جلوكوز واحد، وضح التالي/

١- المواد المتفاعلة: جزيئان بيروفيت و مجموعتان Co-A و أيونان NAD^+.

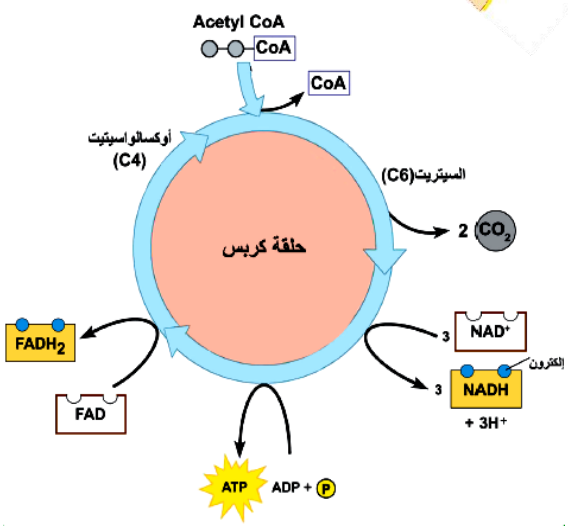
٢- المواد الناتجة: جزيئان أستيل مرافق الإنزيم-أ وجزيئان CO_2 وجزيئان NADH.

٣) حلقة كربس:

أ- تحدث في حشوة المايتوكندريون.

ب-سلسلة من تفاعلات ينتج عنها مركبات وسطية.

ج-تبدأ الحلقة بتفاعل جزيء أستيل مرافق الإنزيم-أ (ثنائي الكربون) مع مركب أوكسالوأستيت (رباعي الكربون) لإنتاج مركب الستريت (سداسي الكربون).



د- يمر الستريت بعدة مراحل لإعادة بناء أوكسالوأستيت جديد.

هـ- أهميتها/ ضمان استمرارية حلقة كربس لتحرير الطاقة من الروابط الكيميائية، بربطها مع Co-A.

و- على أساس حلقة كربس واحدة، المواد والمركبات الناتجة/

١- جزيء واحد من كل من ATP و $FADH_2$ وجزيئان CO_2 وثلاثة جزيئات NADH.

٢- يتحرر جزيء مرافق الإنزيم- أ (Co-A) واحد، ليعمل في دورة كربس جديدة أخرى.

لتتذكر دائما ما يلي:

تتكرر دورة كربس مرتان لوجود جزيئين أستيل مرافق الإنزيم(أ) يحتاجان للتحلل خلالها ناتجين من جزيئين البيروفيت الناتجين من تحلل جزيء جلوكوز واحد.

سؤال: ما ناتج تحلل ثلاثة جزيئات جلوكوز في حلقة كربس ؟

جـ/ كل ١ جلوكوز يستخدم دورتان كربس

٣ جلوكوز س

س= (٣ × ٢) /١ = ٦ دورات كربس

بضرب نواتج دورة حلقة كربس الواحدة في الـ ٦ الواردة في السؤال، تكون نواتج دورات كربس:

6 ATP * 6 $FADH_2$ * 18 NADH * 12 CO

٤) سلسلة نقل الإلكترون: (عرف المقصود بـ)

أ- سلسلة نقل الإلكترون/ مجموعة من الإنزيمات والبروتينات تترتب وفق نظام خاص في الغشاء الداخلي للمايتوكندريون (الأعراف) يتم لها إطلاق الطاقة عند نقل الإلكترونات من جزيئات حاملات الطاقة ($FADH_2$ & NADH).

ب-الطاقة الناتجة من تحلل جزيء الجلوكوز الواحد هوائيا تصنف إلى/

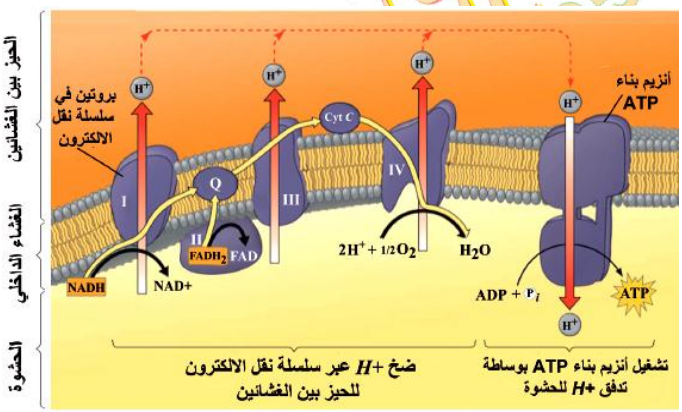
١- طاقة ناتجة بشكل مباشر = 4 ATP.

٢- طاقة مختزنة في حاملات الطاقة= 34 ATP. ☜ في سلاسل نقل الإلكترون.

ج- تستخلص الطاقة غير المباشرة بوساطة سلاسل النقل من حاملات الطاقة على شكل ATP وتعادل/

١- جزيئات NADH ≈ طاقة 3 ATP.

٢- جزيئات $FADH_2$ ≈ طاقة 2 ATP.



د- تنتقل الإلكترونات ضمن مستويات طاقة من خلال مرورها من بروتين إلى آخر من السيتوكرومات مطلقة الطاقة المخزنة في النواقل الهيدروجينية (NADH و FADH2) بالفسفرة التأكسدية.

الفسفرة التأكسدية: انطلاق الطاقة المختزنة في النواقل الهيدروجينية (NADH و $FADH_2$) عبر سلسلة نقل الإلكترون لتكوين جزيئات ATP ضمن مستويات طاقة مختلفة من بروتين سيتوكرومي لآخر.

السيتوكرومات (باختصار): بروتينات تحتوي على ذرة حديد.

هـ- تتكون جزيئات ATP في سلسلة نقل الإلكترون أثناء عملية التنفس الخلوي ما يلي/

١- تعمل بروتينات سلسلة نقل الإلكترون كمضخات لبروتونات (H^+)، حيث تقوم بضخها من حشوة المايتوكندريون إلى الحيز بين الغشائي باستخدام طاقة الإلكترون عبر سلسلة النقل وفق المعادلة:

$$NADPH + H^+ \longrightarrow NADP^+ + 2H^+ + 2e^-$$

٢- استمرار ضخ البروتونات إلى الحيز بين الغشائي يسبب زيادة تركيز أيونات الهيدروجين (H^+) في هناك، مسببا انتقال أيونات الهيدروجين عبر إنزيم بناء ATP بفعل فرق التركيز داخل الحشوة.

٣- ينشط إنزيم بناء ATP (بفعل الانتقال السابق) ويتم بناء ATP من جزيئات ADP ومجموعات فوسفات Pi، وفق المعادلة/

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{\text{إنزيم بناء ATP}} ATP$$

٤- بعد تصنيع جزيئات ATP داخل حشوة المايتوكندريون يتم تصديرها بوساطة بروتين خاص إلى السيتوبلازم لتستخدم في الخلية.

٥- في نهاية سلسلة نقل الإلكترون، يكون الأكسجين هو المستقبل النهائي للإلكترونات، حيث يتم ربط الهيدروجين والأكسجين لتكوين الماء H_2O كما في المعادلة:

$$2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \xrightarrow{\text{إنزيم}} H_2O$$

وضح عدد جزيئات الطاقة و CO_2 الناتجة من تحلل جزيء جلوكوز واحد هوائيا الجدول التالي:

مرحلة التنفس الهوائي	عدد CO_2	جزيئات الطاقة غير المباشرة (سلاسل النقل)		عدد جزيئات ATP		الطاقة الكلية
		NADH	$FADH_2$	غير المباشرة	المباشرة	
التحلل الغلايكولي	صفر	2	صفر	6	2	8
من بيروفيت إلى أستيل مرافق الإنزيم-أ	2	2	صفر	6	صفر	6
حلقة كربس	4	6	2	22	2	24
المجموع الكلي	6	10 NADH	2 $FADH_2$	≈34ATP	4 ATP	38ATP

النوع الثاني: التنفس اللاهوائي

أ] تحدث في بعض الخلايا الحية.

ب] يتحلل الجلوكوز لا هوائيا بمعزل تام عن الأكسجين.

ج] يشبه التنفس الهوائي في كل مراحله، باستثناء المستقبل النهائي للإلكترون.

د] المستقبل النهائي للإلكترون/ مركبات أخرى غير الأكسجين (مادة معدنية عادة).

م. بكتيريا الكزاز (كلوستريديوم) ← تستخدم (SO_4^{-2}) كمستقبل نهائي للإلكترون،

ه] كمية الطاقة الناتجة أقل من التنفس الهوائي، (علل)، إذ ينتج عنه جزأين ATP فقط مقارنة بـ 38 ATP ينتجها التنفس الهوائي).

النوع الثالث: التخمر

أ] تحدث في بعض الخلايا (م. البكتيريا) والأنسجة الحية (م. العضلات).

ب] يحدث في غياب الأكسجين.

ج] آلية حدوثه بشكل عام/

١- يمر جزيء الجلوكوز بمرحلة التحلل الغلايكولي منتجا جزيئين بيروفيت.

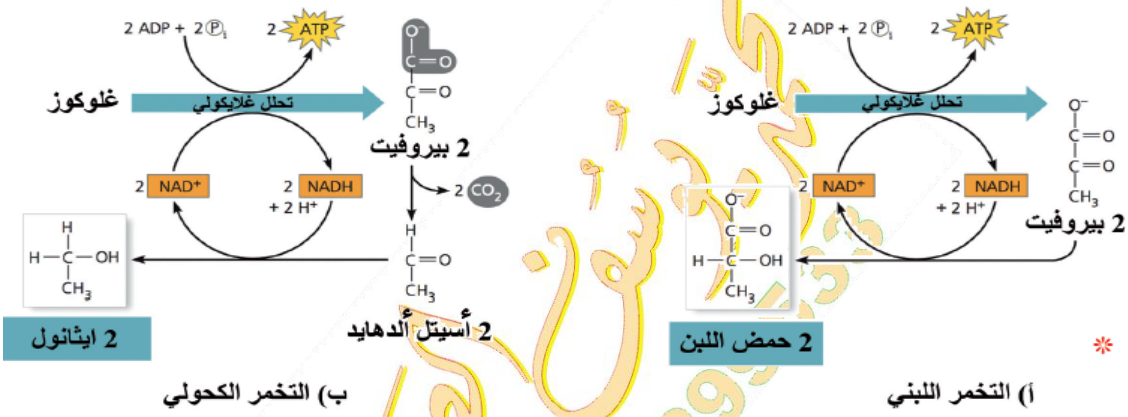
٢- يدخل البيروفيت في السيتوسول إلى أحد مساري التخمر ← (اللبني أو الكحولي).

د] الهدف منه/ إنتاج مركبات (NAD^+) من مركبات NADH (علل)، لضمان استمرارية حدوث التحلل الغلايكولي.

ه] كمية الطاقة الناتجة من التخمر/ قليلة وتساوي 2ATP فقط.

و] المستقبل النهائي للإلكترون/ مادة عضوية عادة، كالأستيل ألدهيد أو حمض البيروفيك، وليس الأكسجين.

ز] قارن بين مساري التخمر في الكائنات الحية/



١ - التخمر اللبني:

أ- تحدث في بعض أنواع البكتيريا.

ب-تنتج الطاقة بتحويل البيروفيت إلى حمض اللبن.

ج-يستفاد منه في صناعة المخللات واللبن.

د- تضطر إليه بعض العضلات عند قيامها بمجهود عال (علل) لإنتاج الطاقة اللازمة عند عدم مقدرة الدم على نقل كمية كافية من الأكسجين فيها.

٢ - التخمر الكحولي:

أ- يستقبل البيروفيت الإلكترون ويتحول في غياب الأكسجين إلى إيثانول (كحول ثنائي).

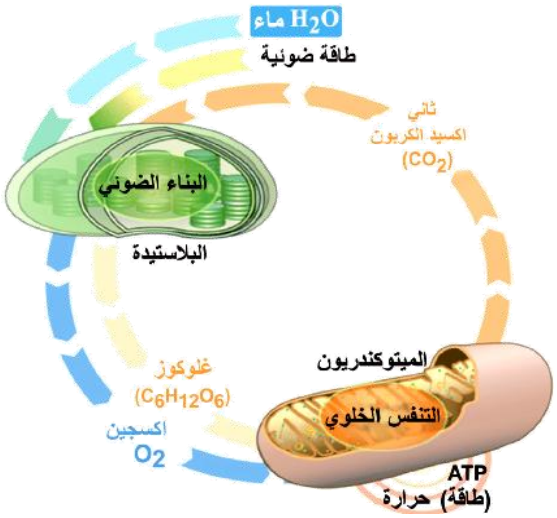
ب-مراحل المسار الكحولي لإنتاج الإيثانول/

١. يتحول البيروفيت بتحرير جزئ CO_2 إلى أستيل ألدهايد (ثنائي كربون) يكون المستقبل النهائي للإلكترون.

٢. يختزل جزيء NADH مركب الأستيل ألدهايد إلى مركب إيثانول.

ج-تستخدم في صناعة الكحول والخبز والمعجنات.

١-٤ التكامل بين البناء الضوئي والتنفس الخلوي



بتفحص الشكل المجاور، يمكننا التوصل لما يلي:

أ- نواتج البناء الضوئي الرئيسة/

١- جلوكوز.

٢- أكسجين.

ب- المواد الداخلة في تفاعلات التنفس الخلوي/

١- جلوكوز.

٢- أكسجين.

ج- تستنتج مما سبق أن:

كلتا العمليتين مترابطتين ومتممتين لبعضهما، فنواتج كل منها هي مواد داخلة في العملية الأخرى، وبالعكس، وذاك دليل التكامل بين العمليتين.

د- قارن بين وظيفة $NADP^+$ في البناء الضوئي و NAD^+ في التنفس الخلوي/

١- $NADP^+$: إنزيم مختزل في النظام الضوئي الاول يختزل طاقة الالكترونات لإنتاج NADPH.

٢- NAD^+: يختزل الطاقة الموجودة في الالكترونات خلال تحلل المركبات العضوية في عمليةٌ التنفس لينتج NADH.

هـ- سلاسل نقل الإلكترون/

في أغشية البلاستيدات والمايتوكندريا توجد سلاسل نقل الإلكترون كوسائل تدفق الإلكترون، تحتوي بروتينات (سيتوكرومات) ذات مواقع خاصة لتفريغ الطاقة.

مع تمنياتي لكم بالتوفيق والنجاح المتميز،

محمد يوسف الصفدي

المكتبة الفلسطينية الشاملة للمعلم والطالب
تحضير دروس - اختبارات - أوراق عمل

لتحميل المزيد من موقع المكتبة الفلسطينية الشاملة

www.sh-pal.com

تابعنا على صفحة الفيس بوك: https://www.facebook.com/shamela.pal

تابعنا على قنوات التلجرام: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_42.html

أقسام موقع المكتبة الفلسطينية الشاملة:

الصف الأول: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_24.html

الصف الثاني: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_46.html

الصف الثالث: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_98.html

الصف الرابع: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_72.html

الصف الخامس: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_80.html

الصف السادس: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_13.html

الصف السابع: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_66.html

الصف الثامن: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_35.html

الصف التاسع: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_78.html

الصف العاشر: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_11.html

الصف الحادي عشر: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_37.html

الصف الثاني عشر: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_33.html

ملازم للمتقدمين للوظائف: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_89.html

شارك معنا: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_40.html

اتصل بنا: https://www.sh-pal.com/p/blog-page_9.html