

الجواب رقم 1

التعرف على البيانات المرقمة :

4	3	2	1
حشوة (سترومما)	غشاء داخلي	فراغ بين غشاءين	غشاء خارجي
8	7	6	5
صفيحة حشوية	غرانا	التيلاكوئيد	تجويف التيلاكوئيد
12	11	10	9
حببة دهنية	ADN	ريبوزومات	نشا
16	15	14	13
ناقل الكتروني T1	أنزيم Z	فوتون	ناقل الكتروني T2'
20	19	18	17
تجويف التيلاكوئيد T1'	ناقل الكتروني T3	ناقل الكتروني T2	ناقل الكتروني T3
24	23	22	21
حشوة (سترومما)	الجزء F1 للكرينة المذنبة	الجزء F0 للكرينة المذنبة	طبقة دسمة مضاعفة

المرحلة المبينة في الشكل 2 :

0.25

التفاعلات الكيميوضوئية من عملية التركيب الضوئي.

0.75

تعليق أن الصانعة الخضراء لها بنية حجيرية :

نعلم أن الصانعة الخضراء لها بناء حجري لاحتواها على عناصر

خلوية مفصولة بأغشية عن بعضها البعض و هي :

1- الحجرة الأولى : الفراغ بين الغشاءين مفصول بغشاءين داخلي و

خارجي.

2- الحجرة الثانية : الحشوة مفصولة بغشاء داخلي و غشاء

التيلاكوئيدات و الصفائح الحشوية .

3- الحجرة الثالثة : تجويف التيلاكوئيد مفصول بغشاء التيلاكوئيد.

2.5

0.25

مقدمة

تحتوي النباتات الخضراء على عضيات تسمى صانعات خضراء مقر حدوث عملية التركيب الضوئي هذه الأخيرة تتم على مراحلتين أساسيتين فأول مرحلة منها هي الكيميوضوئية، فما هي خطوات هذه المرحلة؟.

2

عرض

تم المرحلة الكيميوضوئية على مستوى التيلاكوئيدات و هي عناصر خلوية متواجدة في حشوة الصانعة الخضراء تتم هذه المرحلة على 5 خطوات أساسية و هي :

1- أكسدة الأنظمة الضوئية PSI و PSII عند سقوط فوتونات (طول

الموجة 680 و 700 نانومتر) على الأنظمة الضوئية تنهي و تفقد 2

الكترونات غنية بطاقة و تكون كما يلي :

* نقل طاقة دون نقل الإلكترون على مستوى الاصبغة الهوائية للنظام الضوئي (ظاهرة الرنين).

* نقل الطاقة و الإلكترون على مستوى أصبغة مركز التفاعل (تفاعل



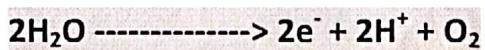
2- التحلل الضوئي للماء ينشط أكسدة الأنظمة الضوئية الإنزيم Z

المتواجد في تجويف التيلاكوئيد حيث يحفز تفاعل أكسدة الماء فيفقد هذا الأخير الكترونات و بروتونات تراكم في تجويف التيلاكوئيد كما

يتم طرح O₂

- الكترونات الماء المحررة لازمة لإرجاع النظام الضوئي PSII

- الكترونات النظام الضوئي PSII لازمة لإرجاع النظام الضوئي PSI



3- انتقال الإلكترونات تنتقل عبر سلسلة من النواقل الإلكترونية

متواجدة في غشاء التيلاكوئيد هذا من كمون أكسدة و إرجاع منخفض إلى كمون أكسدة و إرجاع مرتفع (اتجاه تلقائي) مع فقد كمية من

الطاقة و التي تتناسب طردا مع كمون الأكسدة والإرجاع .

٤- الفسفرة الضوئية : تتم وفق ما يلي :

- الطاقة الناتجة عن انتقال الإلكترونات تستغل لضخ H^+ كن الحشوة لتجويف التيلاكوئيد حيث يتم اكتسابها من طرف الناقل T_1 و يتم ضخها بواسطة الناقل T_2 الذي يلعب دور مضخة H^+

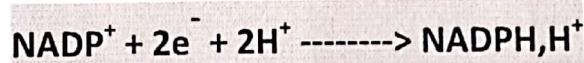
- تراكم H^+ في تجويف التيلاكوئيد يسبب فرق في التركيز بين الحشوة و تجويف التيلاكوئيد فيكون التجويف حامضي أي مرتفع التركيز من حيث H^+ مقارنة مع الحشوة التي تكون ذات طبيعة قاعدية و بتراكز منخفض من H^+

- مصير H^+ المتراكمة في التجويف تنتقل إلى الحشوة عبر الجزء F_0 للكريمة المذنبة وفق ظاهرة الميز فتتحرر طاقة كيموسومية تؤدي إلى تنشيط الجزء F_1 للكريمة المذنبة على فسفرة ADP بواسطة Pi فينتج ATP



٥- إرجاع الناقل $NADP^+$ يتم إرجاعه بالإلكترونات و H^+ في الحشوة

و يتم الحصول على $NADPH, H^+$



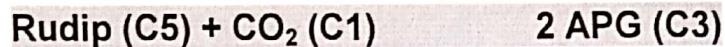
حسب البنية الحجيرية التي تتميز بها الصانعة الخضراء حيث يشكل تجويف التيلاكوئيد وسط مناسب ذو $pH=7$ للحدوث التحلل الضوئي للماء بواسطة أنزيم Z و عند ضخ H^+ لتجويف التيلاكوئيد يتغير pH التجويف مما يوقف نشاط الانزيم Z هذا الأخير تنشيطه يكون بأكسدة الأنظمة الضوئية و بتوفير $pH=7$

نهاية

0.25 مما سبق فالمرحلة الكيميوضوئية هي مرحلة هامة من التركيب الضوئي حيث تتم على 5 خطوات أساسية تحتاج للعناصر ضرورية هي الماء، مستقبل الكتروني، ADP و Pi شرط توفير الضوء أما نواتجها فهي : $O_2, NADPH, H^+, ATP$

النقطة	النقطة المجزأة	الإجابـة	التمرين الاول
2.75	0.75 01	<p>الخطوات :</p> <p>1 : تثبيت و ادماج CO_2 بواسطـة أنزيم Rubisco</p> <p>2 : الارجاع (من PGAL الى APG)</p> <p>3 : تجديد الـ Rudip</p> <p>العناصر الضرورية :</p> <ul style="list-style-type: none"> - مادة الايض الـ Rudip - CO_2 - - أنزيم Rubisco - نواتج المرحلة الكيميوضوئية ATP و NADPH, H^+ <p>النواتج :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ADP - - Pi - - NADP^+ - - سكر ثلاثي لكل دورة (سكر سداسي الغلوكوز للدورتين) 	الجواب رقم 1 التمرين الاول
2.25	0.25 1.75	<p>نص علمي :</p> <p>مقدمة</p> <p>يتواجد على مستوى حشوة الصانعة الخضراء حبيبات نشوية (مادة عضوية) ناتجة عن نشاط هذه العضية، كيف تم تركيب النشا على مستوى حشوة الصانعة الخضراء؟.</p> <p>عرض</p> <p>يتم تركيب النشا في حشوة الصانعة الخضراء نتيجة حدوث تفاعلات كيميائية بالتفاعلات الكيميوحيوية حيث تم على 3 خطوات أساسية و هي :</p>	الجواب رقم 2

أول خطوة : يتم فيها تثبيت و ادماج الـ CO_2 بمادة الايض **Rubisco** بواسطة إنزيم **Rubisco** فيتم الحصول على مركب سداسي الكربون **C6** سرعان ما ينطر الى جزيئتين من مركب ثلاثي الكربون **C3** يسمى حمض الفوسفوغليسيريك (APG).



ثاني خطوة و يتم فيها :

- فسفرة **APG** و هذا باستهلاك **ATP** فيتم الحصول على مركب ثلاثي الكربون **C3** ثانوي الفوسفات يسمى حمض ثانوي فوسفوغليسيريك



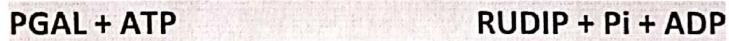
- ارجاع **ADPG** الى مركب ثلاثي الكربون **C3** و يسمى **PGAL** (فوسفوغليسير الديهيد) و هذا نتیجة أكسدة NADPH_2H^+ مع نزع

Pi



- جزء من الـ **PGAL** يستعمل لتركيب سكر ثلاثي **TP** ثم الى سكر سداسي **C6** غلوكوز هذا الاخير يتكاثف و يشكل النشا.

ثالث خطوة : تجديد الـ **RUDIP** انطلاقا من الـ **PGAL**



خاتمة

0.25

مما سبق فتركيب النشا يكون في حشوة الصانعة الخضراء وفق تفاعلات كيميوجينية تتمثل في التثبيت و الادماج, الارجاع و التجديد مع العلم أن دورة واحدة من هذه التفاعلات يتثبت 3CO_2 و ينتج عنها جزيئة **TP** فتركيب الغلوكوز يستوجب تثبيت 6CO_2 أي حدوث دورتين من هذه التفاعلات.

I- تحديد مقر تواجد إنزيم Rubisco في الصانعة الخضراء :

يتواجد إنزيم Rubisco على مستوى الحشوة فقط.

التعليق: بمقارنة نتائج الهجرة للبروتينات الموضحة في العمودين (2) و(3) بنتائج الهجرة الموضحة في العمود(1) بروتينات الصانعة الخضراء (الشاهد) يتضح ما يلي:

* على مستوى العمود(3) بروتينات الحشوة: ظهور بقعتين، بقعة مسافة هجرتها تتوافق بمسافة هجرة تحت الوحدة الكبيرة لإنزيم الريبيسكو، وبقعة توافق مسافة هجرة تحت الوحدة الصغرى لإنزيم الريبيسكو.

* على مستوى العمود(2) بروتينات التيلاكويد: عدم ظهور بقع توافق مسافة هجرتها مسافة هجرة تحت وحدتي إنزيم الريبيسكو.

2- استخلاص مقر تفاعلات إرجاع CO_2 على مستوى الحشوة.

1-II- فرضيات ثبات كمية كل من RuDP و APG.

- الفرضية 1: المركبان RuDP و APG لا يستهلكان ولا ينتجان مما يجعل تركيزهما ثابتة.

- الفرضية 2: يتم استهلاك كل من RuDP و APG بقدر ما يتم تركيبيهما سرعة البناء تساوي سرعة الهدم (توازن ديناميكي). أنهما يتذكّران ويعاد تجديدهما بصفة دورية.

2- الدراسة المقارنة لنتائج الشكلين (ب) و(ج):

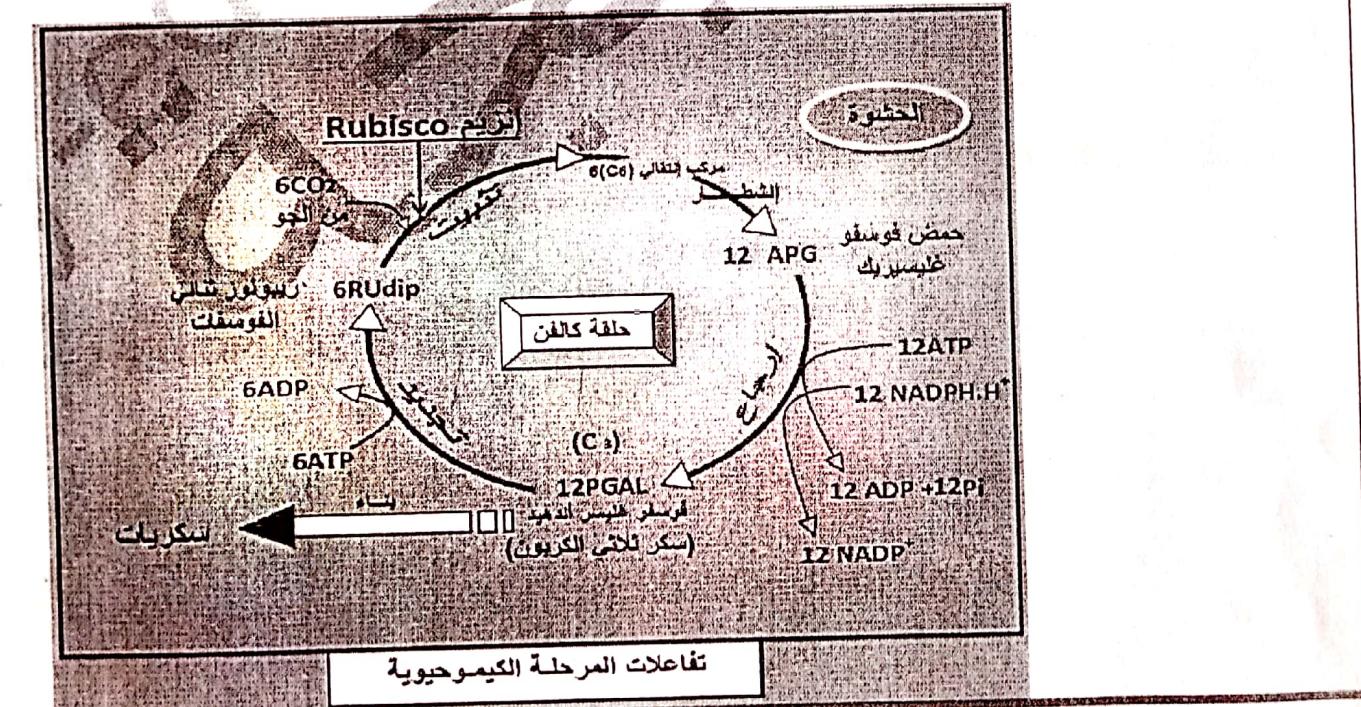
• الشكل ب: توفر الضوء (نواتج المرحلة الكيموبيونية المتمثلة في NADPH, H^+ و ATP) وغياب غاز CO_2 تناقص كمية APG و يقابلها تزايد كمية RuDP. بينما الشكل ج: توفر غاز CO_2 وغياب الضوء. تناقص كمية RuDP و يقابلها تزايد كمية APG.

ومنه المعلومة الأساسية المتعلقة بالعلاقة بين RuDP و APG : يتحول RuDP إلى APG في وجود الضوء و يتتحول APG إلى RuDP في وجود CO_2 .

3- نعم تسمح النتائج السابقة بتأكيد الفرضية 02: يتم استهلاك كل من RuDP و APG بقدر ما يتم

تركيبيهما (سرعة البناء=سرعة الهدم) (توازن ديناميكي). ويتولان إلى بعضهما بشكل دوري.

III - مخطط مفصل العلاقة بين RuDP و APG .



الدورة ٤ -

١- مقارنة التجارب (١) مع (٢):

نلاحظ تمايز بين التجارب في وجود الضوء و $ADP + Pi$ ، بينما الاختلاف يتمثل في وجود التيلاكويد في التجربة (١) والنتيجة تتمثل ATP وطرح O_2 ، وجود الحشوة في التجربة (٢) والنتيجة عدم تشكيل ATP وعدم انطلاق O_2 .

- مقارنة التجارب (٣) مع (٤):
نلاحظ وجود تمايز بين التجارب في وجود الضوء و CO_2 مثـعـ، بينما الاختلاف يتمثل في وجود التيلاكويد في التجربة (٣) والنتيجة عدم استهلاك CO_2 ، وجود الحشوة في التجربة (٤) والنتيجة ظهور الاشعاع في الماء العضوي.

- مقارنة التجارب (٤) مع (٥):
نلاحظ وجود تمايز بين التجارب في وجود الضوء و CO_2 مثـعـ، بينما الاختلاف يتمثل في غياب التيلاكويد في التجربة (٤) وجوده في التجربة (٥) وكانت النتيجة اشعاع الماء العضوي في التجربة (٥) اكبر من التجربة (٤).

* استخلاص:
- ان تركيب ATP وانطلاق O_2 يتم على مستوى التيلاكويد (مرحلة كيموبيونية).
- ان ثبتت CO_2 وتركيب الماء العضوي يتم على مستوى الحشوة (مرحلة كيموبيونية).
- نستخلص ان ثبتت CO_2 وتركيب الماء العضوي يكون بكمية كبيرة في الحشوة عند حدوث التفاعلات التي تتم على مستوى التيلاكويد (تكامل بين المرحلة الكيموبيونية والمرحلة الكيموبيونية).

١-١١- تجربة (١):

١- تحطيل نتائج الأوساط (١-٢-٣-٤):

الوسط (١):
نلاحظ عدم تشكيل ATP عند وضع التيلاكويد في الظلام وجود $ADP + Pi$ مع تساوي قيمة PH بين التجويف والوسط الخارجي ($PH=7$).

الوسط (٢):
نلاحظ عدم تشكيل ATP عند وضع التيلاكويد في الظلام وغياب $ADP + Pi$ مع وجود فرق في قيمة PH حيث يكون حامضي ($PH=4$) في التجويف وقاعدي في الوسط الخارجي ($PH=8.5$).

الوسط (٣):
نلاحظ تشكيل ATP عند وضع التيلاكويد في الظلام وجود $ADP + Pi$ مع وجود فرق في قيمة PH حيث يكون حامضي ($PH=4$) في التجويف وقاعدي في الوسط الخارجي ($PH=8.5$).

الوسط (٤):
نلاحظ عدم تشكيل ATP عند وضع التيلاكويد عبــةـ الكرات المذهبــةـ في الظلام وجود $ADP + Pi$ مع وجود فرق في قيمة PH حيث يكون حامضي ($PH=4$) في التجويف وقاعدي في الوسط الخارجي ($PH=8.5$).

* الاستنتاج:

نستنتج ان تركيب ATP يتطلب الشروط التالية:
- فرق في قيمة PH (تركيز H^+) حيث يكون حامضي (تركيز H^+ مرتفع) في التجويف التيلاكويد وقاعدي (تركيز H^+ منخفض) في الحشوة.
- كرية مذنبة سليمة. - $ADP + Pi$.

٢- مقارنة الوسط (٣) مع (٥):
نلاحظ تشكيل ATP في الوسطين (٣) و (٥) رغم اختلاف الشروط حيث في الوسط (٣) في الظلام وجود فرق في قيمة PH، وفي الوسط (٥) في الضوء وتتساوى قيمة PH على جانبي غشاء التيلاكويد.

- الفرضية المقترنة لتحديد دور الضوء في عملية تركيب ATP:

٦٦

- ان وجود الضوء يؤدي الى تشكيل فرق في تركيز H^+ بين التجويف والوسط الخارجي مما يسمح بتركيب ATP.

٣- المعلومة الإضافية التي تقدمها نتيجة الوسط (٦):
نستخلص ان تركيب ATP يتطلب فرق في تركيز H^+ وخروج الـ H^+ عبر الكرات المذهبــةـ من التجويف نحو الحشوة.

* تجربة (٢):

١- تحطيل نتائج الوثيقة (٢):
نلاحظ ان وجود الضوء يحفز بروتين البكتيريوبرودوبسين على ضخ H^+ الى داخل الحويصل وتراسمهــ، ثم خروجهــ عبر الكرية المذهبــةـ وتركيب ATP في وجود $ADP + Pi$.

٢- تسمح نتائج الوثيقة (٢) من التأكد من صحة الفرضية المقترنة.

* التعليل:

- وضع التيلاكويد في الضوء يسمح بحدوث نشاط في السلسلة التركيبية الضوئية وضخ H^+ داخل التجويف التيلاكويد ليتشكل فرق في تركيز H^+ ، ينبع عنه خروج H^+ حسب تدرج التركيز عبر الكرات المذهبــةـ وتركيب ATP.

٤- III- رسم تخطيطي وظيفي يوضح الآليات التي حدثت في الوسط (٥) من الوثيقة (١) وسمحت بتركيب ATP:

- رسم تخطيطي وظيفي يوضح تفاعلات المرحلة الكيموبيونية: (الكتاب المدرسي وثيقة ص 199)

الدَّهْرِيَّة ٥

١- تبيان أن نتائج الوثيقة ٥١ تتوافق مع أن تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كاملة تتم في مراحلتين:
المنحنى ٥١:

- في وجود الضوء: تقوم الكلوريلاستيت الـ CO_2 وطرح O_2 بنسبة عالية وتأتيه
- حذف الضوء أدى إلى توقف انطلاق الـ O_2 مباشرة.

* يدل ذلك على وجود تفاعلات تقطيل الضوء إنها المرحلة الكيموحيوية
المنحنى ٥٢:

- عند حذف الضوء يستمر تثبيت الـ CO_2 خلاب ٢٠ ثا

* يدل ذلك على وجود تفاعلات لا تقطيل الضوء يتم فيها تثبيت الـ CO_2 إنها المرحلة الكيموحيوية.

٢- استخراج الأدلة :

- من ملاحظة التركيب الكيموحيوي لكل من التيلوكوبيد والستروما يظير أن:
- اختلاف التركيب الكيموحيوي لكل من التيلوكوبيد والستروما يدل على اختلاف الوظيفة حيث من المعطيات نلاحظ أن:
- التيلوكوبيد تحتوي على أصبعه ضوئية حساسة للضوء يدل ذلك أن المرحلة الكيموحيوية تتم على مستوى انتباه التيلوكوبيد.

احتواء الستروما على إنزيم Rubisco المثبت للـ CO_2 يدل على أن المرحلة الكيموحيوية تتم على مستوى الستروما.

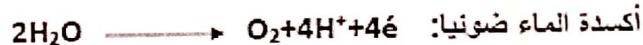
III- تفسير تغيرات تركيز الـ O_2 في الوسط:

خلال الفترة A-B : رغم وجود الضوء تتناقص كمية الـ O_2 لاستهلاكه من طرف الميتوكوندري أثناء التنفس وعدم حدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية لغياب مستقبل الألكترونات.
في الفترة D-E و B-C :

زيادة معتبرة للـ O_2 في الوسط تسرع بحدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية لوجود الضوء ومستقبل اسفناعي للألكترونات واستمرار عملية التنفس غير أن نسبة الـ O_2 المحررة أكبر من النسبة المعتباه أثناء التنفس.

استخراج الضوء: تتمثل تبروت انطلاق الـ O_2 في الضوء ومستقبل الألكترونات بالإضافة إلى التيلوكوبيد

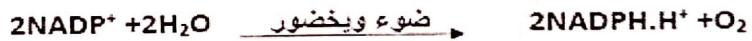
- * التفاعلات الموافقة لانطلاق الـ O_2 والمحفز بالضوء:



أكسدة الماء ضوئياً:



بجمع المعادلتين :



٣- تحليل المنحنى:

يمثل المنحنى تغيرات تركيز (H^+) في الوسط الخارجي بدلالة الزمن في الضوء والظلام.

* الجزء (أ-ب): ثبات تركيز (H^+) في الوسط الخارجي في الظلام.

* الجزء (ب-ج): تناقص سريع للبروتونات في الوسط الخارجي في الضوء.

* الجزء (ج-د): ثبات تركيز البروتونات من جديد عند تركيز منخفض.

* الجزء الذي يتم فيه تركيب الـ ATP هو الجزء (ج-د).

- التعليل: خروج البروتونات عبر الكربات المذكورة سايسع بتنبيط إنزيم تركيب الـ ATP الذي يعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP. وهذا مقابل دخول البروتونات من الحسدة (المادة الإنساسية) إلى تحويل الكربس عن طريق النقل الفعال. رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين المرحلة الكيموحيوية والمرحلة الكيموحيوية.