

جامعة تكريت
كلية التربية للنبات
علوم الحياة



فسلجة النبات المحاضرة العاشرة المرحلة الرابعة

ا.م.د. ايوب جمعه عبدالرحمن

التركيب (البناء الضوئي) Photosynthesis

هي عملية انتاج الطاقة في النبات بوجود الضوء وثاني اوكسيد الكربون بواسطة البلاستيدات الخضراء الموجودة في الخلايا النباتية.

ميكانيكية عملية البناء الضوئي:

تتم عملية البناء الضوئي على مرحلتين

1- المرحلة الأولى : تفاعلات الضوء • reaction photochemical تعرف بالتفاعلات الكيموضوئية. تحدث في اغشية الكرانا داخل البلاستيدات ويتطلب حدوثها وجود الضوء فهي مجموعة تفاعلات أكسدة و اختزال يتم خلالها تحويل الطاقة الضوئية الممتصة إلى طاقة كيميائية في صورة مركبات NADPH and ATP لتستغل الطاقة في المرحلة اللاحقة من تفاعلات الظلام في تثبيت CO₂ وتكوين مركبات عضوية كاربوهيدراتية . يتم في هذه المرحلة تحلل الماء وانطلاق الاوكسجين .تتكون مركبات الطاقة في هذه المرحلة من خلال عملية فسفرة ضوئية بأحدي الطرق التالية:

فسفرة ضوئية حلقية :تنتج خلالها مركبات طاقة علي صورة • ATP

فسفرة ضوئية لاحلقية :تنتج خلالها مركبات طاقة علي صورتها NADPH and ATP.

تتشارك في التفاعلات الضوئية اربعة مجاميع او معقدات بروتينية منغمسة في اغشية الثيلاكويد وهذه المعقدات البروتينية هي:

1-النظم الضوئي الاول I Photo system - 1

2-النظام الضوئي الثاني II Photo system - 2

3-معقد الساييتوكروم f and b Cytochrom

4-انزيم تخليق ATP ATP Synthese

المرحلة الثانية : تفاعلات الظلام • photosynthesis of reaction Dark

تحدث هذه التفاعلات في حشوة البلاستيدة الخضراء دون الحاجة إلي الضوء. تستخدم الطاقة الكيميائية الناتجة من تفاعلات الضوء ATP و NADPH في تثبيت ثاني أكسيد الكربون واختزاله لتشكيل سكريات بسيطة وذلك عبر حلقة كيميائية، تدعى بحلقة كالفن نسبة إلى مكتشفها. تتضمن الحلقة ثلاث مراحل • -:

مرحلة التثبيت: stage Fixation يتم فيها تحويل غاز ثنائي اوكسيد الكربون الى جزء من مركب عضوي .
CO₂ عن طريق الثغور ثم يصل الى خلايا النسيج الوسطي في الورقة المحتوية على البلاستيدات تبدأ هذه الدورة بدخول الخضراء حيث يتحد مع سكر خماسي يوجد بكثرة في الخلية يسمى رايبيلوزباي فوسفات
مرحلة الاختزال في هذه المرحلة يتم اختزال حامض الفوسفوكليسيريك الى مركب عضوي اخر هو فوسفوكليسيريك
الدهايد PGAL

• المرحلة تكوين السكر الخماسي RuBP of stage Regeneration وفي هذه الخطوة يتم إعادة تكوين السكر الخماسي RuBP لتبدأ حلقة كالفن من جديد •

وهذا النوع والمسلك في تثبيت ثنائي اكسيد الكربون يطلق علىه ايضاً اسم المسلك الثلاثي C₃ -path
way الكربون • والنباتات التي تمارس عملية البناء الضوئي بهذا المسلك يطلق علىها اصطلاح النباتات C₃ (ثلاثية الكربون • plants) وعادة هذه النباتات تكون من ذوات الفلقتين وتستوطن المناطق الباردة والمعتدلة حيث تتوفر الرطوبة بدرجة كبيرة C₃ .

* المسلك رباعي الكربون C₄ -path way of carbon reduction • يحدث في النباتات التي تستوطن البيئات ذات الدرجات الحرارية العالية نهاراً و ضوء الشمس الشديد (الجافة

* وهو يعتبر محور في النواحي البيوكيميائية والتشريحية في هذه النباتات التي تسمى نباتات رباعية الكربون C₄-plants الواحدة) قصب السكر • (والتي معظمها من ذوات الفلقة مثل قصب السكر

Co يدخل CO₂ عن طريق الثغور ثم ينتشر الى داخل خلايا النسيج الوسطي وهذه الخلايا عادة لا تحتوي على انزيم الرابسكو الذي يوجد في اوراق نباتات ذوات الفلقتين (الثلاثية) بدلاً من ذلك فان CO₂ سوف يتحد مع ملركب ثلاثي الكربون يتكون لدينا حامض رباعي الكربون يسمى اوكزالواستيك اسيد حامض رباعي الكربون OAA وهذه التفاعلات تحدث في الجزء العلوي في الورقة التي لا تحتوي على انزيم الرابسكو هذا الحامض (رباعي الكربون)

يتحول بالاختزال الى حامض المالك (Malic acid) وهو حامض رباعي (بعد ذلك يتحرك حامض المالك من الجزء العلوي للورقة عن طريق الروابط البلازمية الى ان يصل الى منطقة خلايا غمد الحزمة وعندما يصل حامض المالك الى منطقة غمد الحزمة تحدث له عملية ازالة او سحب . CO₂ من هذه العملية سوف يتحد مع السكر الخماسي الذي هو الريبيلوز ثنائي الفوسفات ويدخل دورة كالفن كما تم وصفه للنباتات الثلاثية اما المركب الثلاثي ((C₃ فيرجع ثاني الى خلايا 4 النسيج الوسيطي لاعادة الدورة من جديد

• CAM plants هذه النباتات هي ايضاً النباتات رباعية الكربون ولكن بدلاً من عزل المسلك الثلاثي والرباعي في اجزاء مختلفة من الورق يوجد هنالك فصلاً وعزل في وقت CO₂ خلال ثغورها حدوث تفاعلات البناء الضوئي ففي الليل نباتات الكام تأخذ المفتوحة هذا ثنائي اوكسيد الكربون يرتبط مع PEP ويتكون اوكلالوستيك اسيد

• هذا الحامض (اوكلالوستيك اسيد) يتحول الى حامض المالك الذي هو حامض رباعي ف هذا الحامض يتراكم في فجوات هذه النباتات اثناء الليل وفي الصباح فأن الثغور سوف تغلق بهدف المحافظة على الرطوبة وكذلك تقليل كمية الاوكسجين الداخلة بعد ذلك فان حامض المالك المتراكم في الفجوات سوف تحدث لها عملية ازالة CO₂ بعد ان يغادر الفجوة فان CO₂ الناتج سوف يدخل في دورة كالفن كما تم وصفه سابقاً، وهذه التحورات تحدث مثل هذه النباتات تستوطن المناطق التي تمتاز بما يلي

1- ارتفاع درجات الحرارة نهاراً 2

2- وجود اضاءة عالية

3- كمية رطوبة قليلة جداً (مثل المناطق الصحراوية)

و من امثلة النباتات التي تمارس عملية البناء الضوئي بهذا المسلك هي الصبيرييات، ومن امثلة النباتات البستانية هو الاناناس.

*مقارنة بين تفاعلات الضوء والظلام

تفاعلات الضوء

تفاعلات الظلام

1- تتم في وجود الضوء

1- لا تحتاج الى ضوء

2- تتم في اغشية الستروما Stroma فقط
للبللاستيدات grana

2 تحدث في اغشية الكرانا

3- لا تحتاج الى اصباغ

3- تحتاج كلوروفيل واصباغ

4- تحتاج الى طاقة كيميائية
صورة ATP , NADP مركبات

4 ينتج عن ها طاقة في

5- يتم في ها اختزال CO_2 سكريات بمساعدة الانزيمات أهمية عملية البناء الضوئي-5 ينتج عن ها تحلل اوكسدة
الماء وخروج اوتصاعد غاز