REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES FRERES
MENTOURI CONSTANTINE

الجمهورية الجزائرية الدموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العلي و البحث العلمي

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

محاضرات في مادة فسيولوجيا النبات

UE fondamentales //Coef. 03 // Crédits 04

Niveau : 3 ème année Licence

Spécialité : biologie et physiologie végétale

Filière : Sciences biologiques

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Pr Chougui Saida

Année 2020-2021

Summary

Chapter 1 : growth and vegetative development

- **The first axis : Germination**
- **The second axis: Growth and Differentiation**
- **The third axis : Phytohormones**
- **Fourth Axis: Floraissence**

Chapiter 2 : Mineral nutrition

Chapter 3 :nitrogen nutrition

Chapter 4: carbon nutrition

1- الإنباتThe first axis : Germination

مقدمة:

يبدأ تكوين البذرة بعد تمام عملية الاخصاب وبعد تكوين الزيجوت يبدأ نمو البذرة وتكوين أجزاؤها المختلفة ثم تبدأ فى تخزين المواد الغذائية حتى اكتمال نموها .وإذا استمر تكوين البذور وتخزين المواد الغذائية بها دون عائق تكونت بذوراً ممتلئة.

تتكون البذرة من الأجزاء الآتية:

1 -**الجنين** :يعتبر الجنين نشأ لنبات جديد ويتكون غالباً نتيجة لاتحاد الجاميطة المؤنثة المذكرة وقد تحتوى البذرة على أكثر من جنين واحد ويتركب الجنين من السويقة الجنينية السفلى، الفلقات، السويقة الجنينية العليا والريشة والجذير.

2 -**الأنسجة المختزنة** :تخزن البذور الغذاء إما فى الفلقات أو فى الاندروسبرم أو البرسبرم وتسمى وفى هذه الحالة exalbumenous أما الغير اندوسبرمية فتسمى albuminous البذور الاندوسبرمية يخزن الغذاء إما داخل الفلقات أو أحيانا فى البرسبرم الذى ينشأ من النيوسيلة.

3 -**الأغلفة البذرية** :تتكون من أغلفة البذرة أو قايا النيوسيلة والاندوسبرم ويتكون غلاف البذرة من أغلفة البويضة وهى تتكون من علاف أو اثنين عادة وغالبا ما يتصلب الغلاف) testa) القصرة الخارجى ويصبح ذو لون غامق فى حين يظل الغلاف الداخلى شفاف رقيق وتبقى النيوسيلة والاندوسبرم داخل الغلاف الداخلى مكونة فى بعضالحالات طبقة واضحة حول الجنين

أنواع البذور:

تقسم البذور عادة إلى قسمين من ناحية التركيب التشريحى:

أ -**بذور وحيدة الأجنة** :وهى التى عندما تنمو تعطى نبات **واحد.**

ب -بذور عديدة الأجنة :وهى التى تعطى عند إنباتها عدة بادرات إحداها ناتجة من الجنين الجنسى أما النموات الباقية فتنتج خضرياً من نسيج النيوسيلة وتكون تشابهه وراثيا تماما لأنسجة الأم

إنبات البذرة

هو قدرة البذرة على إعطاء بادرة واستئناف نمو الجنين بعد توقفه عن النمو أو سكونه مؤقتا لحين **تهيئ الظروف الملائمة للإنبات وتشمل عملية الإنبات عمليات طبيعية ، وكيميائية فسيولوجية حيوية.**

العمليات الطبيعية للإنبات : تبدأ العمليات الطبيعية بامتصاص الماء وهى عملية طبيعية تحدث سواء للبذور سواء كانت حية امميتة فتنتفخ الخلايا ويصبح السيتوبلازم اكثر مائية وتطرى أغطية البذرة وتصبح اكثر نفاذية للغازات وينتج عن التشرب انطلاق حرارة.

العمليات البيوكيميائية للإنبات : تشمل العمليات الكيميائية للإنبات التنفس وزيادة حجم الخلايا وتنشيط الأنزيمات وتكوين أنزيمات جديدة وهى التى تقوم بهضم الغذاء المخزون فى مناطق تخزين الغذاء تحويل النشا الى سكريات والليبيدات الى الأحماض الدهنية والجلسرول والبروتينات الى أحماض أمينية والفيتين الى أيونات فوسفات وبذلك يسهل نقلها الى المرستيمات.

يتطلب إنبات البذرة توافر ثلاثة عوامل رئيسية هامة وهى:

- يجب أن تكون البذور حية ، بمعنى أن يكون الجنين حى وله القدرة على الانبات.
- عدم وجود البذرة فى حالة السكون وأن يكون الجنين قد مر بمجموعة تغيرات بعد النضج، وليس هناك موانع كيميائية أو فسيولوجية تعيق عملية الانبات.
- توافر الظروف البيئية الضرورية للانبات ومنها الماء ودرجة الحرارة والأكسجين وأحياناً الضوء.

مراحل الانبات

يمكن تقسيم عملية الانبات إلى عدة مراحل منفصلة، وذلك بغرض تفهم كل مرحلة منها على حدة، إلا أنها فى حقيقة الأمر مراحل متداخلة مع بعضها، وهذه المراحل هى:

أ -المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء:) وفيها تقوم المواد الغروية فى البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من المحتوى الرطوبى للبذور، ويعقب ذلك إنتفاخ البذور وزيادة أحجامها وقد يصاحب هذا الانتفاخ تمزق أغلفة البذرة .وتجدر الملاحظة هنا أن عملية إمتصاص الماء وإنتفاخ البذرة يمكن أن تحدث حتى مع البذور الغير حية

ب -المرحلة الثانية (مرحلة هضم المواد الغذائية) :ويحدث فى هذه المرحلة تحول المواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات المخزنة فى الأندوسبيرم أو الفلقات الى مواد بسيطة والتى تنتقل إلى نقط النمو الموجودة بمحور الجنين، والتى يسهل على الجنين تمثيلها.

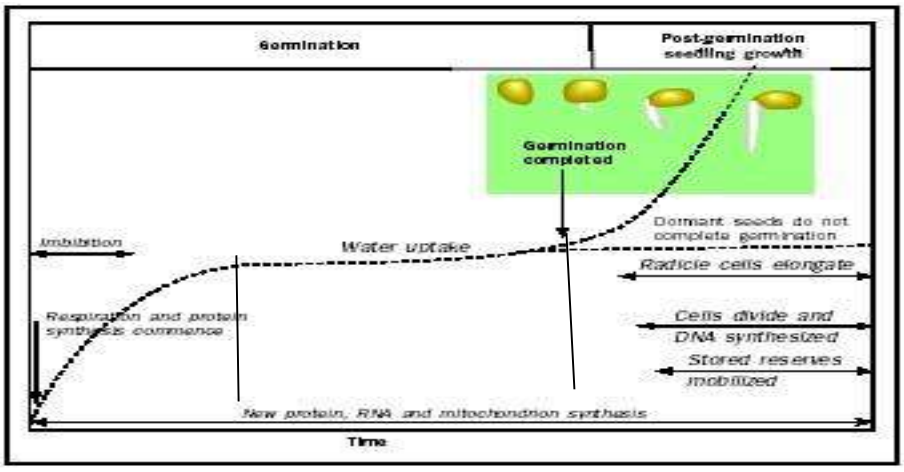
ج -المرحلة الثالثة (مرحلة النمو) :وفى هذه المرحلة يحدث نمو البادرة الصغيرة كنتيجة لإستمرار الإنقسام الخلوى الذى يحدث فى نقط النمو المختلفة والموجودة على محور الجنين .وتقدم مراحل النمو تأخذ البادرة الشكل الخاص بها.

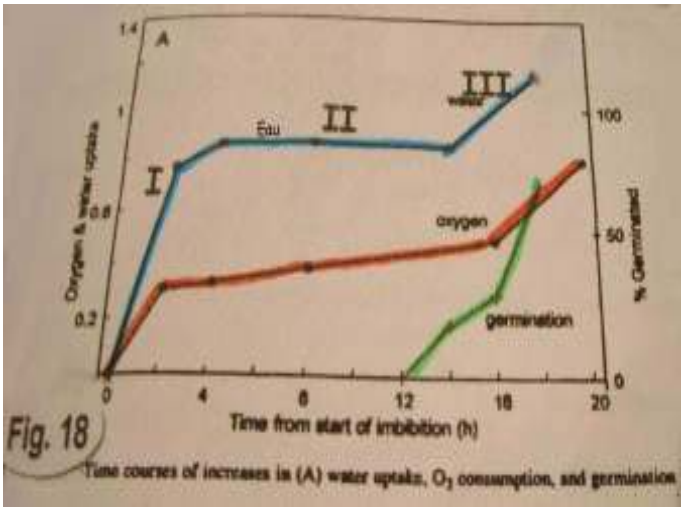
ويأخذ إنبات البذور صورتين مختلفتين هما:

أ الإنبات الهوائى :وفيه تنمو السويقة الجنينية السفلى إلى أعلى، حاملة الفلقات لتظهر فوق سطح التربة، كما فى حالة إنبات بذور **الفاصولياء**

ب الانبات الأرضي :وفى هذه الحالة تنمو السويقة الجنينية السفلى إلا أنها لا تتمدد القدر الذى يسمح رفع الفلقات فوق سطح التربة ولكن الذى يظهر فوق سطح التربة هى السويقة الجنينية العليا، كما هو الحال عند إنبات ذور **البزلاء**

المراحل المختلفة للإنبات





استهلاك الأوكسجين هو مماثل لاستهلاك الماء.

- ✓ **زيادة التنفس مع ارتفاع استهلاك الأوكسجين لان إنزيمات الميتاكوندري تنشط بوجود الماء**
- ✓ **انخفاض في استهلاك الأوكسجين بسبب التوزيع غير المتجانس لهذا الخير في البذور وبطء تطور الميتوكوندري أو نقص المواد ذات الوزن الجزيئي الصغير**
- ✓ **ستتناف استهلاك كبير الأوكسجين بسبب انتاج جديد من الميتوكوندري. كل هذه الخطوات تؤدي إلى استطالة وتوسيع الجذير واستهلاك المدخرات**

المظاهر البنيوية للإنبات

المرحلة االأولى: استطالة الخلايا والنمو الجذير

- انخفاض و ضعف قاو ة الأغشية الخلوية فعل إنزيمات التحلل المائي
- تنشيط ضخة البروتونات حيث الوسط الخارجي يصبح أكثر حموضة و الرو ط الهيدروجينية أكثر إنفصالا و الألياف السليلوزوية أكثر ضعفا
- ارتفاع الضغط الأسموزي لعصارة الفجوة

في هذه المرحلة نجد هرمونين: هرمون حامض الأبسيسيك ABA و هرمون الجبريليك les Gibbérellines (GA)

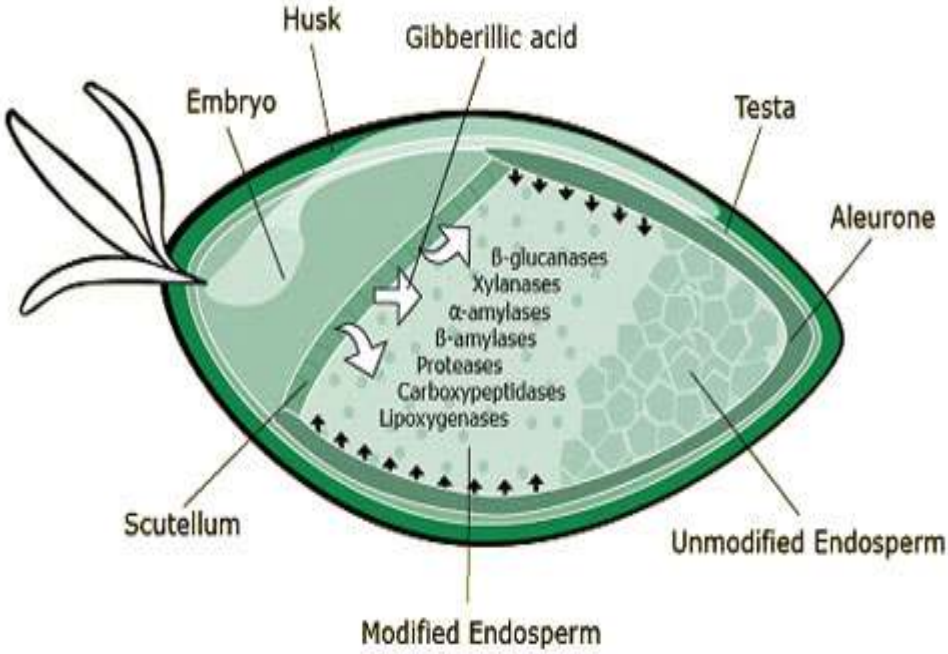
- ح ض الأ سيسيك . L'ABA يعارض الإنبات تثبيط تخليق أنزيمات التحلل المائي
- الـجبريلينات Les Gibbérellines تحفز تخليق إنزيمات التي تحلل الجدار الخلوي

المرحلة الثانية : الإنقسام الخلوي

L'ABA يشجع استطالة الخلايا

Les Gibbérellines تشجع تخليق السكريات

Les Cytokinines -تشجع الإنقسام الخلوي



تذكير عن طبيعة المدخرات الغذائية

يوجد ثلاثة انواع من البذور

1. البذور البروتينية: البروتين مثل ذرة الفصولياء
2. البذور الزيتية: الدهون مثل ذرة الكتان
3. ذور النشوية: النشويات مثل ذرة القمح

تحلل الجزيئات الكبيرة للمدخرات و الطاقة الأيضية

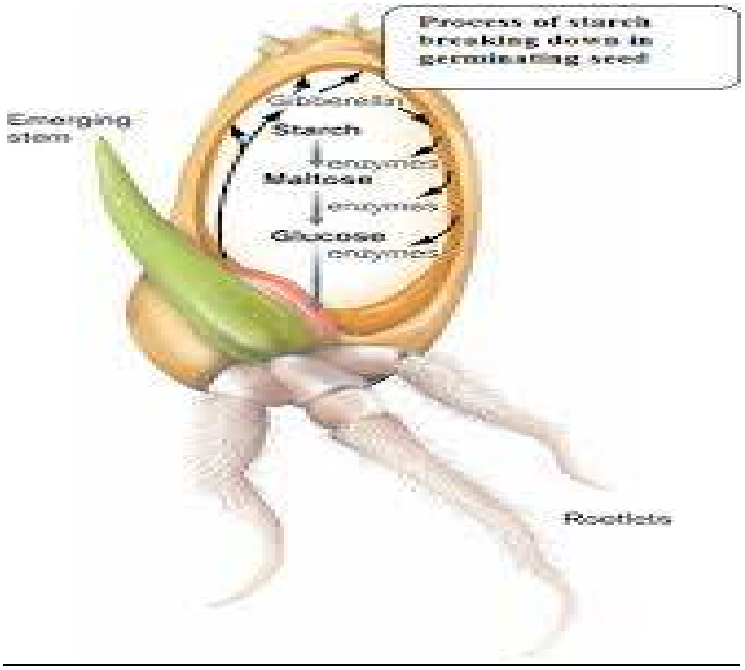
- **أيض الكربوهيدرات**

Amylopectine → **Amylase** → **Maltose** → **Glucose**

Amylase ↓ **Iso Amylase**

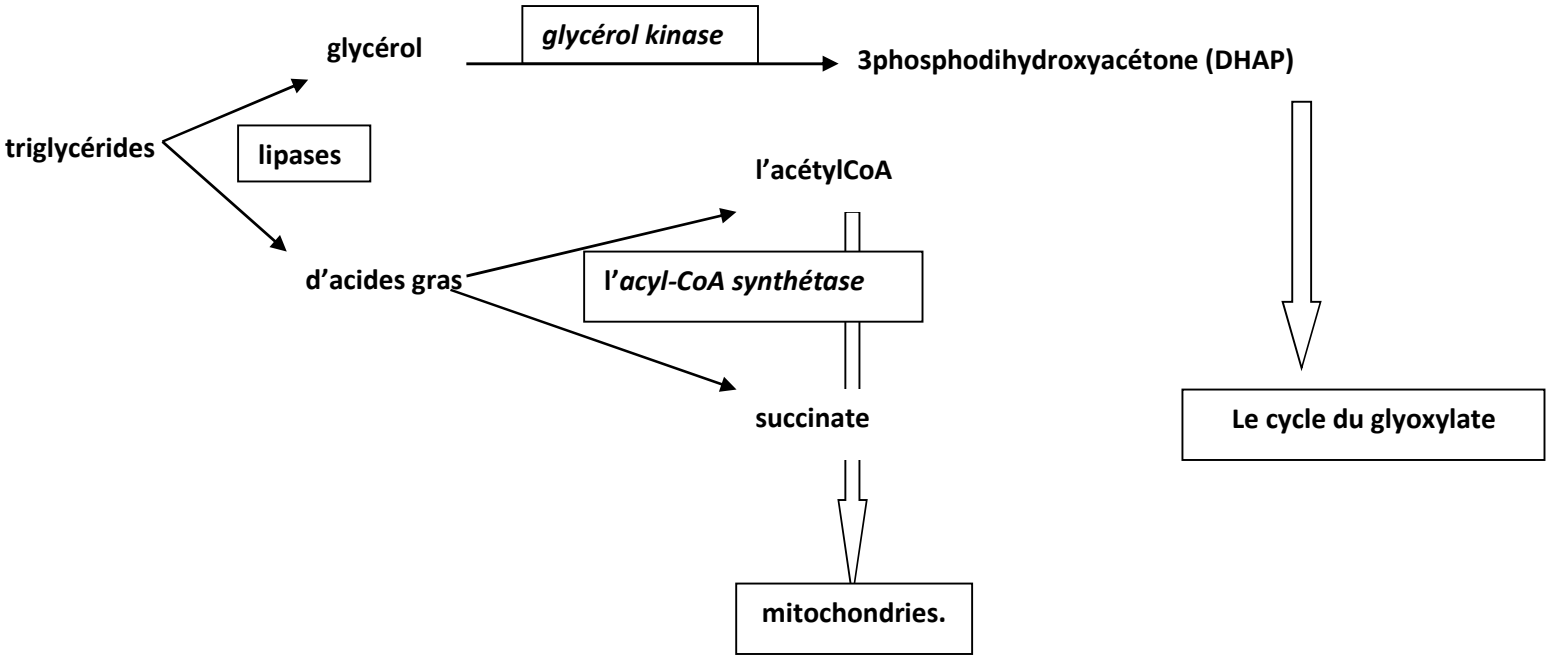
Maltose ↓ **α/β Amylase**

Glucose ↓ **Mutase**



2-أيض الدهون

يتعلق الأر□تحلل الدهون الثلاثية triglycérides و الدهون المشبعةles lipides□واسطة glyoxysomes (وهي عضيات صغيرة□وجودة على الغشاء)



- **أيض البروتينات**

البروتينات المدخرة في البذور تكون على صورة albumine,globuline, glutéline…

معظم المدخرات مخزنة في السيتوبلازم ويمكن التعرف على الإنزيمات الموجودة في هذه المواقع على الصورة النشطة يبدأ بعد التشرب في هذه الحالة تبدأ تتحرر الأحماض الأمينية البسيطة منها الببتيدين او ثلاثة متجهتا نحو الجنين على صورة asparagine و glutamine

التحلل يتم في الأنسجة المدخرة ويشجع تحرر الأحماض الأمينية بفعل الإنزيمات البروتينية مثل :

Thiolendopeptidase(البروتينان ذات الرابط الكبريتية s-s)

Métalloendopeptidase (البروتينات المعدنية مثل مساعدي الإنزيمات cofacteurs)

Carboxyexopeptidase -(البروتينات ذات مجموعة الكربوكسيل COOH)

Aminoexopeptidase(البروتينات ذات مجموعة الأمين NH2)

التحلل يؤدي الى إنتاج الطاقة و القدرة الإختزالية ،المنتوجات البينية أثناء دورة la glycolyse و Krebs تساهم في عدة مسارات حيوية مثل تمثيل الأحماض الأمينية acides aminés و الدهون lipides و الأحماض النووية acides nucléiques و مكونات الجدار الخلوي

منظمات إنزيمات تحلل المدخرات

يوجد نوعان من المنظمات :

-التنشيط

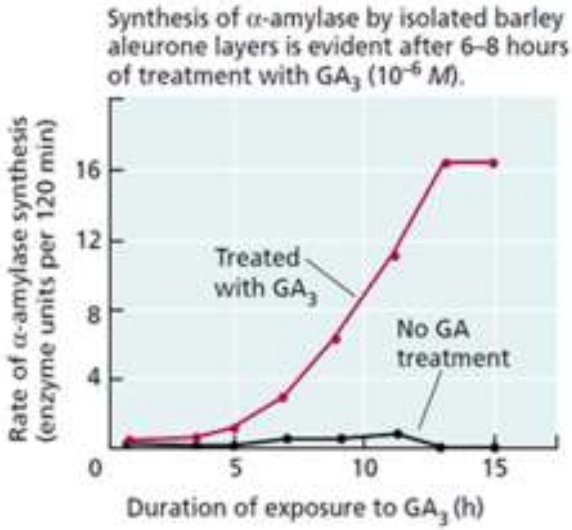
- التغيرات بعد الترجمة مثل الفسفرة la phosphorylation
- تغيرات نياوية مثل تنشيط الإنزيمات البروتينية d'enzymes protéolytique

-التمثيل الحيوي :

الذي يكون أثر من المحور الجنيني و يكون عادة عبارة عن هرمون يعمل على مستوى الأنسجة الإدخارية

التخليق الحيوي لـ α-اميلاز α-amylase

الجنين ينتج هرمون ينشط الجينات في خلايا الطبقة آلأليرون. الأيليز المتحرر يحفز على التحلل النشاء الموجودة في الفلقات ما يؤدي إلى توفير المواد الغذائية الكربوهيدراتية البسيطة للجنين جيبريلين ينشط نسخ الجين الأيليزي أثناء الإنبات **(تم إنتاج amylase بتأثير الجبريلين la gibbérelline)**



ظروف الإنبات :

يعتمد الإنبات على عدة عوامل تسمى شروط إنباتها

1. **الظروف الخارجية :** التي تعتمد على المعايير البيئية مثل المياه، درجة الحرارة والأكسجين والضوء
2. **الظروف الداخلية** : - التي تعتمد على حيوية البذور مثل السكون وبذور حساسية

1-تأثير العوامل الخارجية :

-الماء:

كمية المياه المطلوب هي 50٪ إلى 250٪ من الوزن الجاف للبذور هذه الكمية تسمح بإماهة الأنسجة كما أن الأنسجة الإدخارية تتباين في قدرتها لتشرب الماء

البذور البروتينية	البذور النشوية	البذور الزيتية
H2O +		H2O –

الماء ينقع البذور عن طريق

- ✓ **الخاصية الشعرية**
- ✓ **يتم نقع الأغلفة**
- ✓ **ثم ينتشر الماء في الأنسجة**

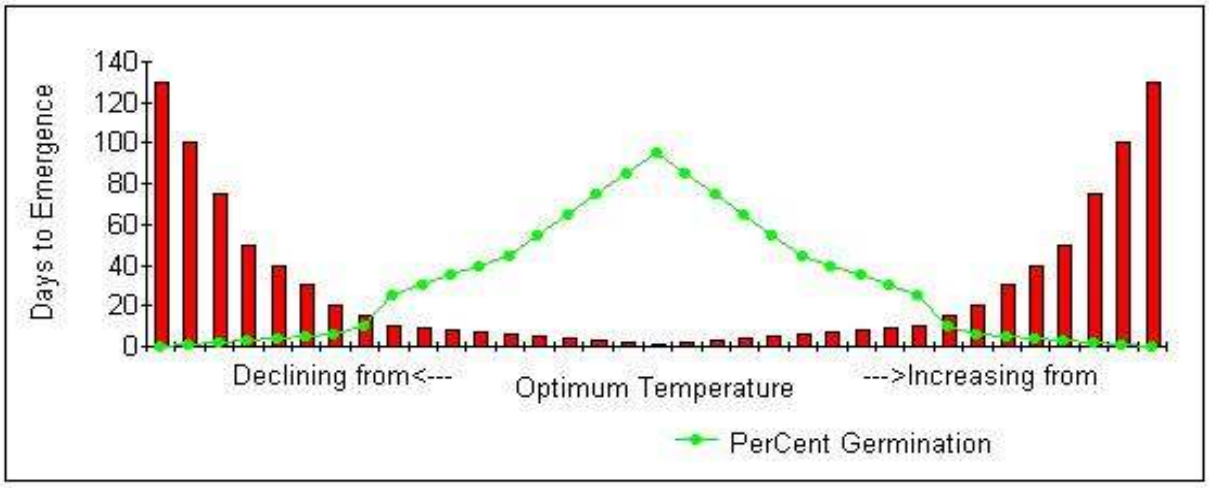
<u>متصاص الماء يتوقف على ما يلي:</u>

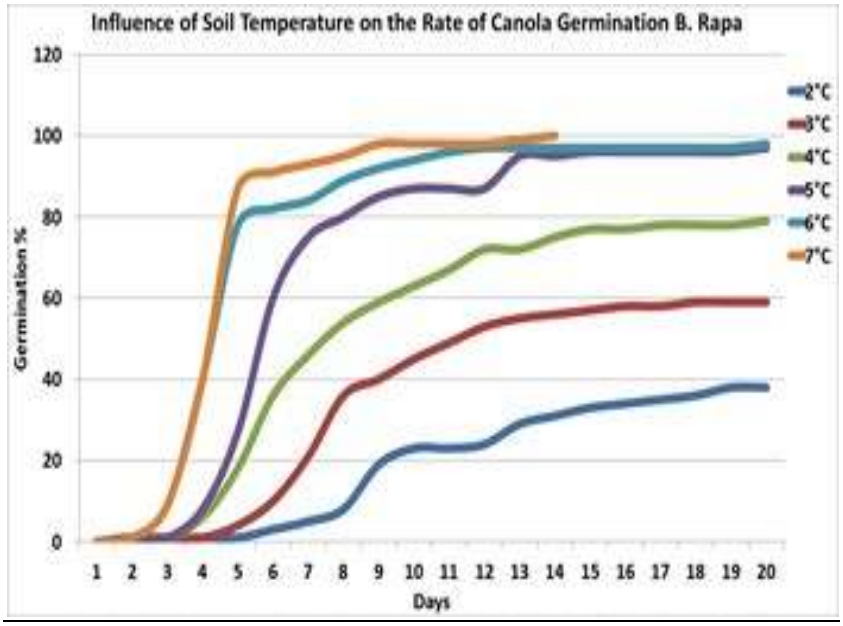
- طبيعة الأغلفة : □معية أو□سل□ية
- طبيعة التر□ة: الطين والر□ل وسلت
- درجة الحرارة : أقل أو أكبر□ن 0 C °

البذور لها القد□رة على استعا□ة المياه من التربة حتى و لو كانت جافة ذالك لأنها لها قدرة إمتصاصية عالية

- **<u>□رجة الحرارة</u>**

إن درجة الحرارة تؤثر على أنشطة الإنزيمية على نفاذية الأغشية و دخول الأكسيجين لذاك هناك درجة دنيى و درجة قصوى ودرجة الحرارة المثلى للإنبات





3- الأكسجين:

يزداد معدل تنفس البذور زيادة كبيرة خلال الانبات، والتنفس عملية أساسية لاتمام عمليات الأكسدة اللازمة لنمو وتمدد الجنين ومن ثم فإن توفر الأكسجين في البيئة يعد ضرورياً لحدوث الانبات الجيد

Teneurs de l'atmosphère en oxygène nécessaires pour obtenir 50% de la capacité de Germination

Oxygène	Espèces
0,5 - 3	Avoine, blé, maïs, orge, pois, riz, sorgho
3 - 5	Betterave, colza, endive, melon, poireau, tomate
5 - 8	Amarante, chou, laitue, mâche, navet, radis, soja, tournesol
8- 10	Carotte, cyclamen, primevère

قوة الإ□تصاص تعتبر واحدة□ن الخصائص البذور. إذ يمكن أن تنبت في التر□ة□نخفضة جدا□ن الرطو□ة .قي حين إذا وضعت في رطو□ة عالية إختنقت□سبب عدم وجود الأكسجين. فقط نباتات المائية □ثل الأرز ان تتكيف لذالك

- **<u>الضوء</u>**

تتباين احتياجات□ذور الأنواع النباتية المختلفة للضوء

- يشجع الضوء إنبات□ذور□جموعة□ن الأنواع النباتية تشمل كثير□ن أنواع الحشائش والخضر□ثل **لتين (<u>Ficus aurea</u>)**
- وقد يثبط الضوء إنبات□ذور□عض الأنواع النباتية الأخرى□ثل **البصل) (<u>Allium cepa</u>**

<u>2- تأثير العوامل الداخلية</u>

يتطلب إنبات البذرة توفر ثلاثة عوامل رئيسية هامة وهى:

1- نضج البذور

تكون البذور ناضجة لما يتم تميزها المرفولوجي□ن نضج الجنين و النسيج الإدخاري

2- حيوية البذور

تكون البذور حية لما تحتفظ□قدرتها الإنباتية و التي تختلف□ن نوع نباتي إلى آخر و على العموم الكفاءة الإنباتية تكون ضعيفة عند الأ□جار□قارنة□النباتات العشبية فمثلا

تبقى□ضعة أيام لنبات l'érable

وتبقى□ضعة أسا□يع لنبات le peuplier

□ضعة أ□هر لنبات l'hévéa

لمدة سنة□النسبة لنباتات الزيتية□ثل (le colza,le ricin, l' arachide…)

□ضعة سنين□النسبة لأغلبية النجيليات

- **نسبة الإنبات Germination percent (GP):**
- **GP = مجموع عدد البذور المنبتة**

العدد الكلـــــــي للبذور **10 0x**

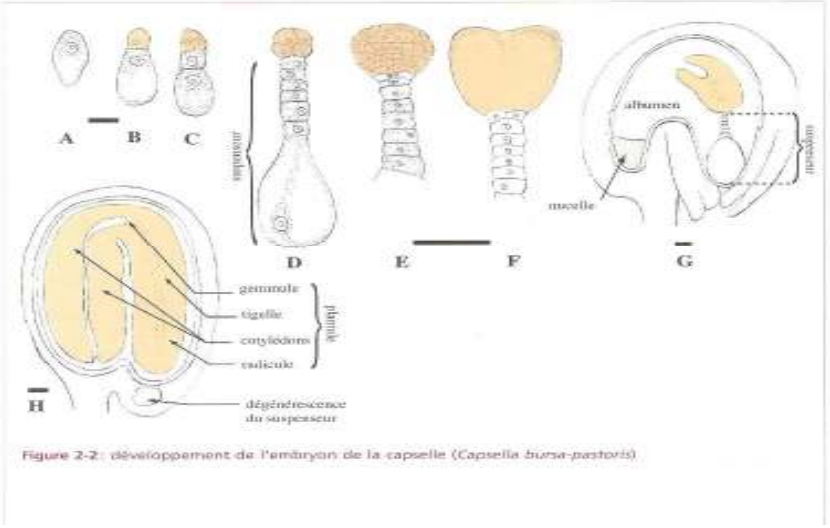


Figure 2-2: développement de l'embryon de la capselle (*Capsella bursa-pastoris*)

4- سكون البذرة

يجب أن نفرق بين سكون البذرة الناتج عن عدم توفر الظروف الضرورية للإنبات وهذا ما يطلق عليه Quiescence وبين السكون الحقيقى true dormancy والذى يمكن تعريفه بأنه عدم قدرة البذور الحية على الإنبات حتى مع توفر الظروف المثلى والملائمة لذلك، أى يرجع هذا النوع من السكون إلى عوامل داخلية خاصة بالبذرة نفسها .وهناك نوعين من السكون هما :

السكون الأولى

وعادة ما يحدث هذا النوع من السكون بالبذرة أثناء نضجها على النبات .

السكون الثانوى

وهذا النوع من السكون يحدث للبذرة بعد جمعها وفصلها عن النبات الأم. ويحدث هذا السكون نتيجة لتأثير احد العوامل البيئية أو أكثر

السكون الأولى

- **السكون الغلافي** : سببه عدم نفاذية الماء و دخول□حدود للأكسجين ،□قاو□ة□كانيكية لخروج السويقة و الجذير□سبب وجود□ثبطات كيماوية و□ثبطات إنزيمية تؤدي الى عدم تطور الجنين
- **السكون الجنيني** :له علاقة□با□رة□الجنين أو المحور الجنيني أو الإثنين□ما يعرف□الكمون xérolabiles إذا يتم رفعه□درجات الحرارة المنخفضة و الجافة أو psychrolabiles إذا يتم رفعه□درجات الحرارة المنخفضة و رطو□ة□ناسبة (الألية غير□عروفة)

ولكسر هذا النوع من السكون يجب توفر الظروف التالية

- إ□تصاص البذرة للماء وإنتفاخها.
- تعريض البذور للبرودة
- التهوية الجيدة
- الوقت الكافى

السكون الغلافي

- **السكون الطبيعي:** غلاف البذرة الصلب لايسمح□نفاذية الماء هذه الظاهرة توجد فى□ذور العائلة البقولية
- **السكون الميكانيكى:** وجود الأغلفة الصلبة التى تمنع تمدد الجنين خلال عملية الانبات توجد هذه الحالة فى كثير□ن الأنواع النباتية□ثل الجوز والفواكه ذات النواة الحجرية (خوخ، □شمش ..الخ)
- **السكون الكيميائى** وجود□واد كيميائية يطلق عليها□ثبطات الانبات توجد فى أنسجة الثمرة وأغلفة البذرة توجد هذه الظاهرة فى كثير□ن الأنواع النباتية□ثل الموالح (الحمضيات)
- **الأغلفة غير المنفذة للغازات** تتميز□وجود ظاهرة الاختيارية□النسبة لنفاذية الأكسجين و الماء، فهى تسمح□مرور جزيئات الماء□ينما تمنع□رور جزيئات الأكسجين الضرورى لعملية الانبات وظاهرة النفاذية الاختيارية توجد فى□ذور□عض النباتات□ثل التفاح

السكون الجنينى

الجنين نفسه فى□رحلة سكون، والدليل على ذلك أنه إذا□ا فصلت□ثل هذه الأجنة لتنميتها على□يئات □عقمة لا يمكن أن تنبت□حالة طبيعية وهذه الظاهرة توجد فى□ذور العديد□ن أنواع نباتات المناطق المعتدلة.

سكون السويقة الجنينية العليا

يمكن تقسيم الأنواع التى تقع تحت هذا القسم الى مجموعتين هما

-أ- ذور يمكن تنشيط إنباتها وذلك تعريضها لوسط دافئ لفترة تختلف من 1-3 أشهر، وهذه المعاملة تنشط نمو الجذير والسويقة الجنينية السفلى، وبعد ذلك تحتاج البذور للتعرض للبرودة لمدة تتراوح بين 1-3 أشهر أيضاً حتى يمكن للسويقة الجنينية العليا أن تنمو حالة طبيعية

ب - فى هذه المجموعة تحتاج البذور للكمر البارد لأحداث تغيرات بعد النضج فى الجنين، ثم يعقب ذلك تعريض البذور لفترة دفئ للسماح للجذير بالنمو ثم تعرض مرة ثانية لفترة برودة حتى ينشط النموالخضرى. وفى الطبيعة نجد أن بذور مثل هذه الأنواع تحتاج إلى وسمى نمو كامل حتى يكتمل إنباتها

السكون الثانوى

هذا النوع من السكون يحدث للبذور عقب فصلها وجمعها من النبات الأم. وأن البذورفى هذه الحالة عقب جمعها لاتكون ساكنة ولكن نتيجة لتعرضها لبعض الظروف يمكن دفعها إلى دخول السكون.

المعاملات التى تؤدى إلى كسر سكون البذرة

1-إستخدام الهرمونات وبعض الكيماويات المنشطة

2-الغمر فى محلول نترات البوتاسيوم

3-المعاملة بالحرارة المرتفعة

4-الغمر فى الماء الساخن

5-الخدش الميكانيكى

6-غسل البذور

7-تعريض البذور لدرجات حرارة متبادلة

8-جمع الثمار غير مكتملة النمو

9-إستخدام أكثر من معاملة

10-تعريض البذور للضوء

11-المعاملة بالأحماض

12-الكمر الدافى

2-النمو والتمايز The second axis: Growth and Differentiation

تعاريف :

النمو : هو الزيادة الغير رجعية في وزن أو حجم الخلايا والأعضاء نتيجة انقسام واستطالة الخلايا

التميز : هو التميز الذي يؤدى إلى تغير □كل ووظيفة الخلايا داخل الأنسجة والأعضاء لتكوين تراكيب □تميزة في الوظيفة وهو ليس نموا ولكنة□لازم له

التكشف: هو المحصلة النهائية أو الكلية للنمو والتميز في تسلسل□حدد أو هو الانتقال□ن□رحلة□ن □راحل التطور إلى□رحلة أخرى والتكشف يتبعة سلسلة□تعاقبة□ن التغيرات داخل كل عضو□ن أعضاء النبات خلال دورة حياته ولكن يمكن□تا□عتها كل على حدا داخل كل عضو أو نسيج أو خلية

□ن اكثر صور التطور وضوحا هو انتقال النبات□ن الحالة الخضرية إلى حالة الأزهار

او تطور الورقة□ن الحالة التي تكون فيها الورقة في صورة□بادئ خروج الأوراق أثناء وجودها □البرعم إلى حالة الورقة الكا□لة النمو والتميز والتكشف عادة يكونا□تلاز□ين إلا انه في□عض الحالات يحدث النمو دون تميز لخلايا أو أعضاء كما يحدث في نمو نسيج الكلس callus

ويمكن□راسة التكشف من خلال وسيلتين

- **اما موفولوجيا** : يتم دراسة التغيرات التركيبية والتشريحية
- **و كيميائيا اى فسيولوجيا:** هي العمليات التي تصاحب ذلك التغير الشكلى

لذلك تم الاتفاق على إطلاق□صطلح التخليق المورفولوجى **La Morphogenèses** : تخليق وتشكيل خلايا وأنسجة وأعضاء النبات والأسباب المؤدية لذلك□ن العوا□ل الطبيعية والبيوكيميائية

موقع وأنشطة الخلايا الإنشائية

البيانات العامة

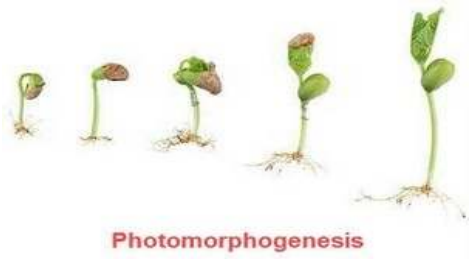
يستمر التشكل في النباتات طوال حياة النبات في تكوين الجذور و الأوراق والأزهار و الثمار في حين أن الأعضاء لدا الحيوانات تتشكل في المرحلة الجنينية . تكوين□ختلف الأعضاء يتوقف على العوا□ل البيئية

التنظيم بتأثير العوامل الخارجية

ا لضوء

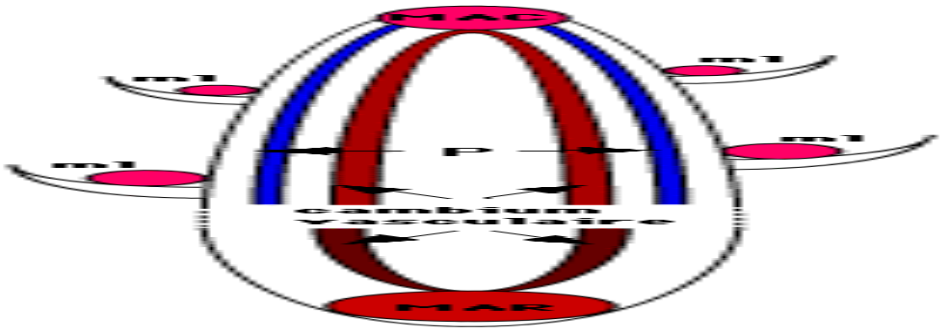
للضوء دور هام في عمليات التكشف ويعمل الضوء□ميكانيكيات أخري غير□يكانيكية التمثيل الضوئي في كثير□ن عمليات التميز والتكشف في النبات□ما أطلق علية اسم

Photomorphogenesis



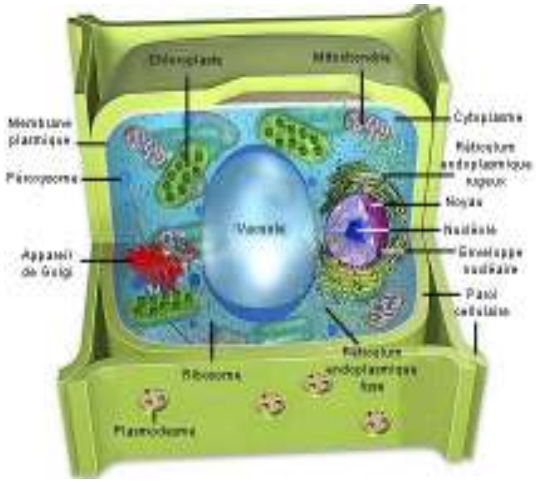
كما أن □ن دون ضوء، النباتات لها نمط ظاهري خاص السويقة التحت فلقية طويلة جدا، او الفلقات غير□تطورة□ايعرف□- la skotomorphogenèse

هذا التكشف هو نتيجة عمل النسيج المرستيمي الذي يدعى□المرستيم الإ□تدائي



- **المرستيم المعروف بالثانوي سواء كان الكمبيوم cambium او الفيلوجين phellogène تسمح بالنمو االمحوري و القطري (النمو العرضي)**
- **الخلايا االمرستيمية الابتدائية توجد في نهاية محور (القمة النامية) أو الجذور وفي الوضع إبطي عند قاعدة الأوراق**

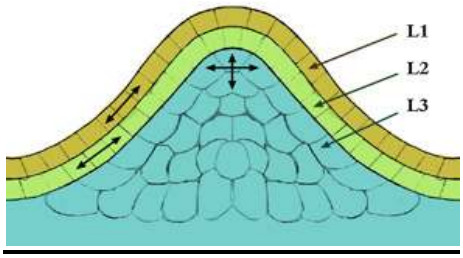
<u>الخلية المرستيمية هى خلية غير متمايزة " مكتملة النمو totipotente"لها قدرة كبيرة على الإنقسام</u>



تتميز وجود لاستيدات دائية ، فجوات صغيرة ، يتاكوندري و نسبة سيتو لازم نووي عبترة و نوات كبيرة هذه الخلايا سوف تتضاعف الإنقسام في عدة ستويات ختلفة

إذا كانت عمودية على السطح عرفت - anticlines كما هو بين في الطبقة L1 و L2 أو وازي للسطح ا يعرف - périclinesكما في الطبقة 3L

كلما إ تعدنا تدريجيا سوف تتمايز خلايا ما يؤدي إلى تكوين نية قمية



المراقبة الهرمونية

على□ستوى القمة النا□اية (□رستيم + تكوينات جديدة) يوجد هر□ون يعرف□ الأكسين : AIA) (acide indole acétique الذي يحرض إستطالة الخلايا عن طريق زيادة ليونة الجدر الخلوية كما يحفز الأيض الخلوي

مرفولوجية النبات و الكمون القمي

تتوقف على تداخل□ختلف أجزاء النبات التي تكون إ□ا ذات طبيعة غذائية أو هر□ونية

الأهمية الغذائية

توجد أعضاء التمثيل les organes sources(الأوراق) و أعضاء الإدخار les organes puits (الثمار ،الجذور الدرنية) أعضاء التمثيل هم□صدر تطوير المواد الكر□ونية الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي

- **السيتوكينات Les cytokinines** تحفز التكشف□ثل الأكسينات les auxines (□تراكيز □نخفضة)
- علاقة الاثيلين□النمو الخضرى علاقة عكسية فزيادة تركيزه تؤدى الى التقزم
- التراكيز العالية للأكسين يحفز تطاول الخلايا
- لجبريلينات Les gibbérellines تحفز تطاول السلا□يات
- السيتوكينات وأوكسين يحفز النمو في السمك
- أوإكسين يحفز تكوين الجذور la rhizogénèse□تركيزات□نخفضة، ولكن تأثيره حيادي على نمو الجذر الرئيسي
- التراكيز العالية للأكسين توقف نمو الجذور
- السيتوكينات Les cytokinines لها تكوين سلبي على نمو الجذور
- الجبريلينات Les gibbérellines ليس لها تأثير على نمو الجذور

نمو وتطور الأعضاء الخضرية

La caulogénèse:هي عملية التي تحدد تكوين و تطوير الساق النباتية وتكون□حفزة□واسطة الهر□ونات النباتية : السيتوكينين les cytokinines هذه التقنية تستعمل خاصة في زراعة الخلايا و الأنسجة

تتم في مرحلتين

- ❖ التشكيل الجديد للبراعم (التمايز)
- ❖ التبرعم (استعادة النمو) لتكوين أفرع جديدة

التحليل الفزيولوجي للنمو

تحدث في النبات عدة تغيرات تؤدي□عضها إلى:

- زيادة في وزن النبات□ثل عملية التمثيل الضوئي و غيرها و تسمى□عمليات البناء
- نقص وزن النبات□ثل عملية التنفس و غيرها و تسمى□عمليات الهدم

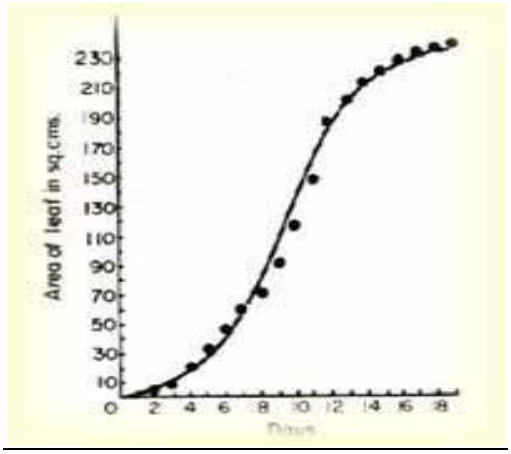
ويعتبر وزن النبات في أي فترة من فترات حياته عبارة عن محصلة هذه العمليات الفسيولوجية

التحليل الحسابي للنمو

1. □ساحة الأوراق Leaf area index (LA I)
2. المساحة النوعية للأوراق Specific leaf ara (SLA)
3. □عدل النمو المطلقAbsolute growth rate (AGR
4. □عدل وحدة المجموع الخضري Unit shoot rate (USR)

قياسات النمو الخضرى

هذا النمو لا يقتصر على الأعضاء فقط□ل ينطبق على النمو الكا□ل للنبات كما نرى فى المنحى التالى الذى يعبر عن علاقة الز□ن□نمو المساحة الورقية لنبات الخيار .



ويمكن استنتاج النتيجة هذه من المعادلة لية : W=Woert

Log W= Log Wo + rt Log e

W = وزن النبات في الزمن

Wo = وزن النبات الإبتدائي

E= ثابت مقداره 2.7182

R= نسبة معدل الزيادة

- **مساحة الأوراق (Leaf area index (LA I**

يتم حساب اوراق النبات (سم^2) باستخدام الأقراص حيث يؤخذ عدد 50 قرص بواسطة ثاقب علوم المساحة من عينة ممثلة لأوراق النبات ثم تجفف حتى ثبات الوزن ثم تحسب ساحة الأقراص (سم^2) و وزنها الجاف (ملغ) بعد ذالك تجفف كل الأوراق و يقدر وزنها الجاف (ملغ) و يتم حساب ساحة أوراق النبات (سم^2) تبعا للمعادلة التالية :

LA/Plant(cm^2) = Leaves dry weight per plant(mg) *disk area (cm^2) / disk dry weigh

Leaves dry weight per plant(mg): الوزن الجاف لأوراق النبات (ملغ)

disk area (cm^2): ساحة الأقراص أو القرص الواحد (سم^2)

disk dry weight : الوزن الجاف للأقراص او القرص الواحد (ملغ)

- **المساحة النوعية للأوراق Specific leaf ara (SLA)**

SLA= leaf area per plant (cm^2) / Leaves dry weight per plant(mg)

- **معدل النمو المطلق(Absolute growth rate (AGR**

$$AGR = W_2 - W_1 / T_2 - T_1$$

W_1: الوزن الجاف الكلي للنبات (غ) عند العمر الأول

W_2: الوزن الجاف الكلي للنبات (غ) عند العمرالثاني

T_1: العمر الأول للنبات الذي تم تقدير الوزن الجاف عنده

T_2: العمر الثاني للنبات الذي تم تقدير الوزن الجاف عنده

- **معدل وحدة المجموع الخضري Unit shoot rate (USR)**

$$USR = =(W_2 - W_1) (Log_e SW_2 - Log_e SW_1) / (T_2 - T_1) (SW_2 - SW_1)$$

W_1 , W_2 , T_1 , T_2 : كما في المعادلة السابقة

SW_1: الوزن الجاف للمجموع الخضري فقط عند العمر الأول

SW_2: الوزن الجاف للمجموع الخضري فقط عند العمر الثاني

العوامل البيئية و أثرها على نمو النبات

الإضاءة: تتأثر النباتات بكل من

1. **شدة الاضاءة:**

نباتات الضوء: وهي التي تنمو أحسن ما يمكن في ضوء الشمس الكامل مثل ***Helianthus annuus***

نباتات الظل : شدة إضاءة تبلغ حوالي 10% من ضوء الشمس مثل ***Fittonia albivenis***

2. **طول الموجة الضوئية: اللون الأبيض يحتوي علي جميع ألوان الطي**
3. **طول الفترة الضوئية** :

نباتات النهار الطويل : Spinacia oleracea

نباتات النهار القصير : ***Cucurbita pepo***

نباتات النهار المعتدل : **Solanum lycopersicum**

2- الحرارة :

رجة حرارة صغري :رجة حرارة مثلى : درجة حرارة عظم

مجموعة ميزوفيل mesophiles وفيها الحد الأعلي المحتمل لدرجة الحرارة ن 35– 45م مثل ***Rosa multiflora***

مجموعة thermophiles: وفيها الحد الأعلي المحتمل لدرجة الحرارة ن 45 – 60 م مثل **Platanthera chloranta**

الأضرار التى تحدث من جراء التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة

- زيادة النتح وهو ما يعرف باسم الجفاف Drought
- نقص فى المواد الغذائية في النبات نتيجة لإستهلاكها في التنفس
- تتراكم ركبات سامة في النبات
- يحدث نقص في البروتينات والإنزيمات نتيجة لزيادة معدل الهدم عن معدل البناء
- حدوث تغير في تركيب البروتين protein denaturation
- ذوبان الدهون lipid liquification
- فقد الأحماض النووية loss of nucleic acids

أضرار الحرارة المنخفضة الأقل من رجة التجمد أو أضرار الصقيع

- تكوين للورات ثلجية في المسافات البينية ين الخلايا
- ويؤدي تجمد الماء داخل الخلايا إلي الأضرار التالية:

1. فقد الخلية للماء الحر
2. تمزق الغشاء البلازمي

3. حدوث أضرار ميكانيكية تؤثر علي تركيب الكلورنشلاست والتركيب الغروي للستيوبلازم

الرطوبة الأرضية

Mésoxérophiles: تنمو في التربة الجافة مثل **Arbre de Judée** (*Cercis siliquastrum*)

مجموعة mésohygroclines : تنمو في **البيئة مثل Mûrier blanc** (*Morus alba*)

سكون البراعم :

التشكل المورفولوجى للنبات كما سبق الاشارة اليه عملية مستمرة تبدأ بالانبات مرورا بالنمو الخضرى والجذرى ثم الزهرى والثمرى وتنتهى بالشيخوخة والموت

- لظروف المؤدية الى ايقاف النمو ظروف خارجية فيطلق علي هذة الحالة الكمون
- الظروف متعلقة بالعضو النباتى فيسمى ذلك فترة الراحة الداخلية

يحدث الكمون على مستوى الجينات بإبطال مفعول بعضها ويؤثر فى ذلك فترات الاضاءة وبرودة الشتاء وبعض الهرمونات

تتابع النمو ومراحل الكمون :

مرحلة النمو: يزداد نمو النبات ويحدث استطالة وانقسام الخلايا للنموات الخضرية الحديثة وكذلك الاوراق

مرحلة الحث على الدخول فى طور الراحة: الزيادة فى معدلات المثبطات الهرمونية فى البراعم والاوراق مثل حمض الاسيسيك وان نمو البراعم لا يبدأ من جديد الا بعد هبوط مستواها مرة اخرى او التغلب عليها بأضافة هرمون مضاد مثل GA

مرحلة السكون الحقيقى: وهى مرحلة السكون الحقيقية الغير رجعية وتصبح المواد المانعة للنمو فى حالة ثابتة ويكون النبات فى حالة عدم نشاط والاتصاص معدوم فى الجذور

مرحلة ما بعد السكون العميق: فيها يزداد تركيز نشطات النمو ويزداد معدل التنفس وإذا يكون النبات خرج من طور السكون

انواع السكون :

السكون الداخلي: هو حالة السكون التي تنشأ نتيجة لوجود سبب للسكون داخل البرعم نفسه

السكون المتلازم: ينشأ هذا السكون في بعض الحالات نتيجة لإزالة تنشأ عن عضو آخر وتأثر على البرعم المعني (لسيادة القمية)

السكون البيئي: ينشأ السكون البيئي نتيجة لوجود ظروف بيئية غير مناسبة للنبات تمنع من نمو البراعم بالرغم من أن عدم وجود أى سكون داخلي فيها

التميز بين طور الراحة وحالات السكون :

مما سبق يتضح بأن طور الراحة يتميز بما يلي :-

- ظهوره في براعم الأشجار المتساقطة في فترة معينة غالبا ما تكون أثناء الخريف والشتاء .
- حدوثه بالرغم من توفر الظروف البيئية الملائمة للنمو وهذه العوامل قد تؤثرفي يعاد حدوثه
- تختلف حسب النوع والصنف وبعض العوامل الأخرى وذلك حتى يزول المسبب لحدوث هذه الحالة
- **أما حالات السكون فهي غالبا ما تنشأ نتيجة لعدم ملائمة أحد العوامل البيئية المحيطة بالنبات كعوامل الجو والتربة ، ولو أنها قد ترجع إلى أسباب داخليةكما فى حالة السيادة القمية**

أسباب حدوث طور الراحة في براعم الأشجار المتساقطة الأوراق :

- **التغيرات الكربوهيدراتية** :(تم رفض هذه الفرضية)

تأثير الأوكسين الطبيعي : يربط الكثيرون بين حدوث دور الراحة وبين كمية الأوكسين الطبيعي في البراعم.

انحصرت فى الاتجاهات التالية

الإتجاه الأول :يعتقد البعض أن زيادة تركيز الأوكسين في البراعم هي السبب في حدوث دور الراحة كما يحدث في حالة السيادة القمية

الإتجاه الثانى : فسرت الظاهرة على أن النباتات تتأثر انخفاض درجة الحرارة عند داية الشتاء ونهاية الخريف وكذلك تتأثر قصر طول النهار فتتكون واد عيقة للنمو في الأوراق المسنة على الا جار تلك المواد تعمل على تضاد فعل نشطات النمو الهر ونية ثل الاكسين والجبرلين

كسر السكون بالمعاملات الصناعية

- **استخدام المو الكيميائية::** نترات البوتاسيوم فيستخدم تركيز 1 %ر ا
- **إسقاط الأوراق صناعياً** :ثبت أن الإسقاط اليدوي الصناعي ليس له تأثير على عملية السكون
- **تعطيش الأشجار** :إعطاء الحد الأدنى للماء يبقى على حياة الأ جار خلال الخريف والشتاء
- **التقليم :**فالتقليم فيد فى المساعدة على خروج البراعم ن السكون .

3- الهرمونات النباتية The third axis : Phytohormones

تعريف :

ركبات كيماوية ن صل داخلي يمثلها النبات تراكيز نخفضة جدا لتأثر على عد ردا على استجا ة داخلية (تطلبات نمو البراعم أو استجا ة خارجية ثل التغيرات الضوئية أو التغيرات الحرارية او حتى الصد ات لتتدفق داخل النبات في اتجاهات حددة نحو ناطق ستهدفة و عينة . ويمكن لهذه الجزيئات أن تراقب في أن واحد عدة عوا ل ثل السيادة القمية ، السكون ، النمو .....لخ

ملاحظة:

منظم النمو Régulateurs **:يفرزه نسيج منتج لأثر على عدة مناطق مستهدفة له عدة وظائف (النبات)**

هرمونHormones **:تفرزه غدة متخصصة لأثر على منطقة محددة مسنهدفة له وظيفة واحدة (الحيوان)**

أنواع المنظمات :

- نظمات النبات **plant regulators** ى ركبات عضوية غير المغذيات تفرز كميات لتشجع أو تثبط أو تحور العمليات الفسيولوجية فى النبات
  - نظمات النمو**growth regulators** ى واد تؤثر على النمو
  - نظمات التزهير **Flowering regulator**: ى واد تؤثر على التزهير
  - هر ونات التزهير : **Flowering hormones** هى الهر ونات التى تشجع نشئات الأزهار وإنمائها.
- الأوكسين**Auxin** : ى واد لها القدرة على تنشيط استطالة الخلايا فى الاتجاه الطولى **زيا ة غير عكسية.**

الأوكسينات Auxins

الوكسينات هى أول نوع من الهرمونات تم اكتشافها .وكلمة أوكسين Auxins يونانية معناها ينمو ثم أطلق هذا اللفظ على هرمون النمو الذى ينتج فى قمة الغمد .ولقد ثبت أن الأوكسينات توجد فى جميع النباتات الراقية .وهى منشطات النمو.

إستجابات لمنظمات النمو

Auxèse :زيادة حجم الخلية = تطور خلوي يتم في القمم النامية

Mérèse : لإنقسام الخلوي يتم في الأنسجة المرستيمية

خصائص منظمات النمو

- المنظمات تعمل في الجرعات المنخفضة وتكون سامة في التراكيز العالية
- يختلف دور المنظم تبعا لى التركيز، والأنسجة المعنية والظروف الخارجية
- عند تواجد تراكيز مختلف المنظمات النمو في نفس المكان و في نفس الوقت تغير من دورها : عمل تعاوني

إنتقال الأكسين :

أثبتت الدراسات أن انتقال الأوكسين يكون فى اتجاه قطبى أى يتميز الخاصية القطبية ى الانتقال

ن القمة الموروفولوجية إلى القاعدة الموروفولوجية. والأوكسين ينتقل غالباً فى اللحاء وينتقل نه قطبيا

ن القمة الموروفولوجية إلى القاعدة الموروفولوجية وهذه العملية تعتمد على الطاقة ودرجة الحرارة وتتم هذه العملية ضد فروق التركيز.

بعض الظواهر الفسيولوجية للأوكسينات

- كفاءة عملية البناء الضوئى :وجد أن الأوكسينات وخاصة **IAA,** تؤدى إلى تنشيط كفاءة عملية **البناء الضوئى علاوة على تنشيط الأنزيمات وتخليق الصبغات المختصة بتفاعل الضوء.**

- **السيادة القمية :** لوحظ أن البرعم الطرفي يؤثر على نمو البراعم الجانبية حيث لوحظ أنه عند غياب البرعم الطرفي فإن البراعم الجانبية تنشط فى النمو وذلك لأن البرعم يحتوى على تركيزات مرتفعة من الأوكسين وعند انتقال هذه التركيزات المرتفعة فإنها تثبط نمو البراعم الجانبية مما يؤدى إلى حدوث سيادة قمية للبرعم الطرفي
- **الثمار اللابذرية:** يمكن الحصول على ثمار دون ذور بإضافة عجينة اللانولين المضاف إليها **IAA** إلى يسم الزهرة، ولوحظ أن بايض النباتات القادرة على إنتاج الثمار اللاذرية فإن المحتوى الأوكسينى يكون أكثر نه فى بايض الأنواع التى تحتاج إلى إخصاب لكن تنتج الثمار.

أثر الأوكسين على حجم الخلية

ينبه الأكسين استطالة الخلايا. وتشير البحوث إلى أن هذه العملية غير باشرة في الخلايا الصغيرة، ويشجع كذلك على تدفق أيونات الهيدروجين وساطة ضخة الهيدروجين ن السيتو لازم إلى جدار الخلية. وهذايكوّن وسط أكثر حموضة، ممّا يضعف الوصلات ين ألياف السيليلوز في الجدار.كما انه يحفّز إنزيمات عينة تساعد على تحليل الجدار الخلوي. ونتيجة لفقدان أيونات الهيدروجين في السيتو لازم فإن الماء يدخل إلى الخلايا، وينجم عن ضعف جدران الخلايا وزيادة ضغطها الداخلي استطالة الخلية.يختلف تأثير الأكسين في النبات صورة كبيرة ناءً على تركيزه و وقع عمله.

الأوكسين يحرض على ما يلى :

- زيادة رونة في جدار الخلية (القا ليه للتشكيل)
- دخول الماء إلى الفجوة و نه إلى الخلية
- حموضة **l'apoplasme** تلين الجدار الخلوي المصاب
- دخول الماء يؤدي في زيادة حجم الخلية
- الأوكسين يسبب تخليق البروتين الذي يسمح إعادة ناء الجدارالخلوي

الأدوار الرئيسية و التنقل :

يوجد نقل نشط للأكسين نحو أسفل النبات

فعل قصيرة المدى على ليونة الجدار: أوكسين يقلل من درجة حموضة الجدار ويؤدي هذا إلى التخفيض **pH** الجدار الخلوي هذا الإنخفاض يسبب إسترخاء جداري الخلية

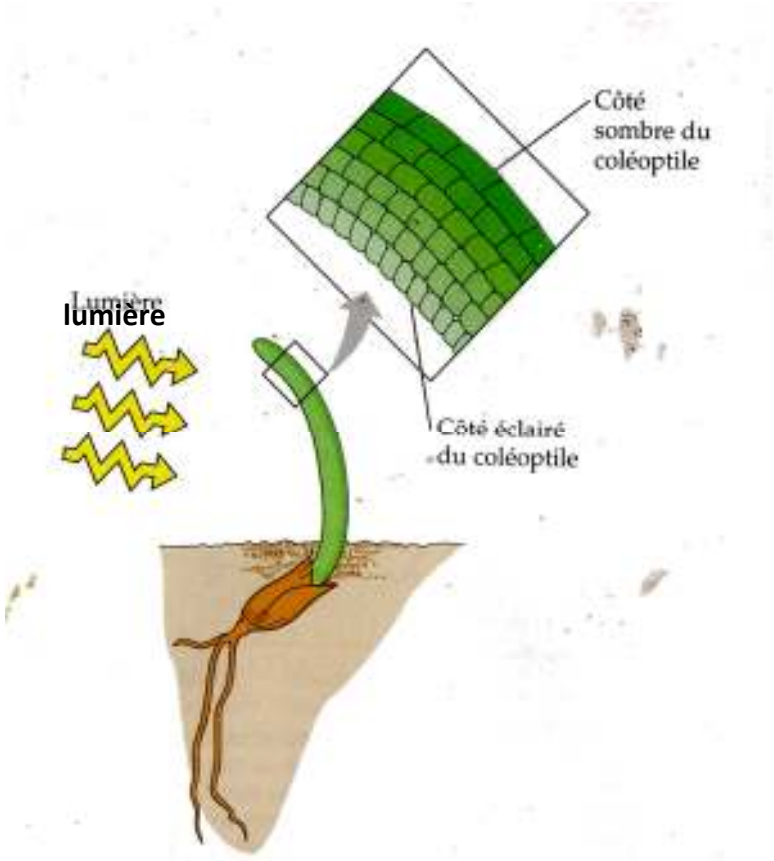
فعل على المدى الطويل على التعبير الجيني المشفرة للبروتينات التي تؤثر على وجه التحديد على استطالة الخلية: أوكسين يحفز تخليق الحمض النووي الريبي **RNA spécifique.** إلى روتين انزيمي الضروري لتصنيع كونات الجدار (حيث استطالة الخلية).

تعريف

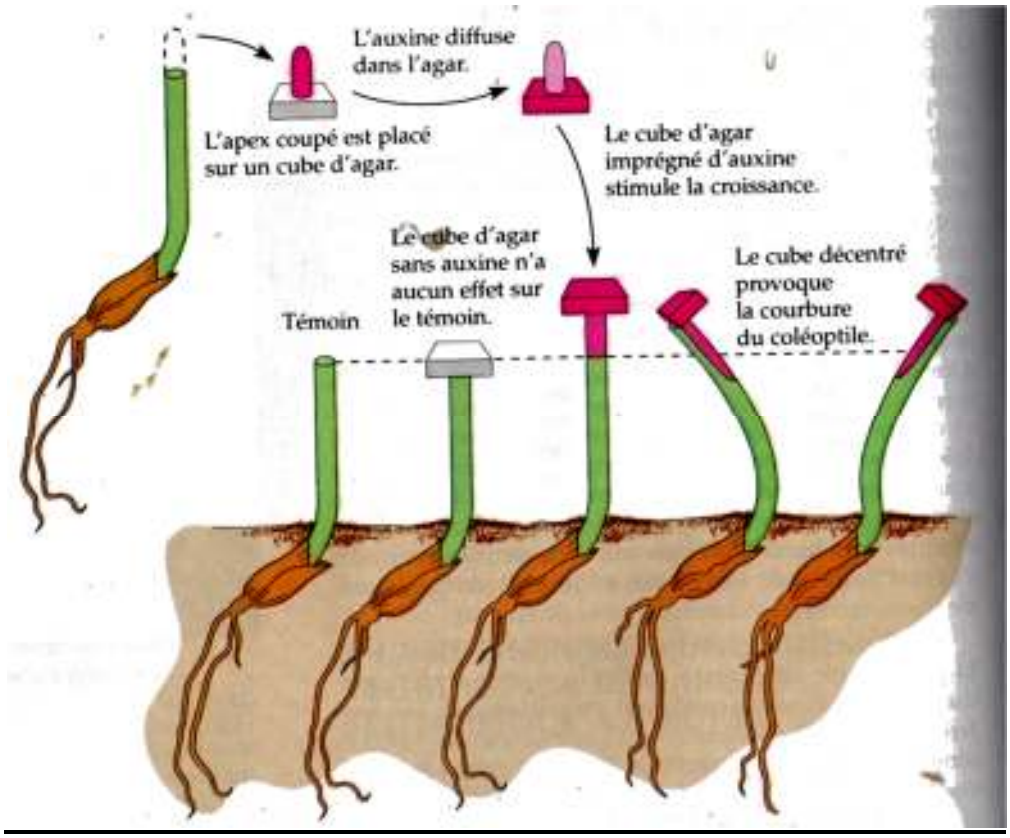
الإنحناء الضوئي : هو إستجابة النمو للانتشار الغير متساوي للضوء

تأثير الضوء (الانتحاء الضوئي) حيث يتولد فرق جهد كهربي بين السطحين المضاء والمظلم وعلى ذلك ينتقل الأوكسين من السطح المضاء(سالب الشحنة) إلى السطح المظلم(وجب الشحنة)

قاعدة رشيم نبات القمح تتقوس لكي النبات يتوجه ناحية منبع الضوء



ملاحظات العلم Darwin



ملاحظات العلم Went (1928)

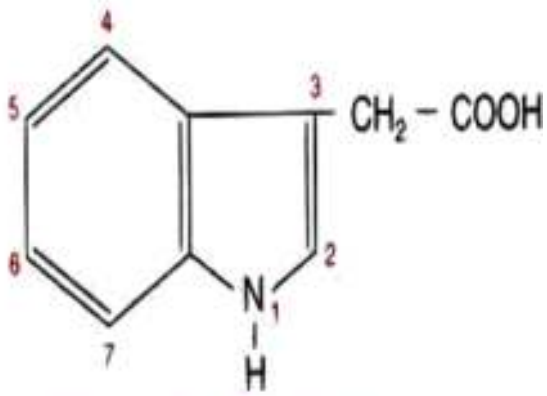
(استعمالات المادة (agar)على الرشيم يحرض استطالته)

- **هذه الجزيئة(مسئولة على هذا التفاعل فهي تحرض على زيادة حجم الرشيم**
- **الضوء يثبط مفعولها فتأثيرها يكون في الجهة المضادة للضوء**

هذه الجزيئة تم تعريفها من قبل العلمين Kogl et Haagen-Smith (1931) **حيث تم تسميتها بـ AUXINE نسبتا إلى l'auxèse مشتقة من اللغة اليونانية تعني (ينمو)**

التركيب الكميائي و مناطق التمثيل

Auxine **الإسم الجاري** acide β-indolylacétique (AIA



Acide indole-3-acétique

يتم تمثيله عن طريق(tryptophane (acide amin **له علاقة بتمثيل البروتينات**

مناطق التمثيل

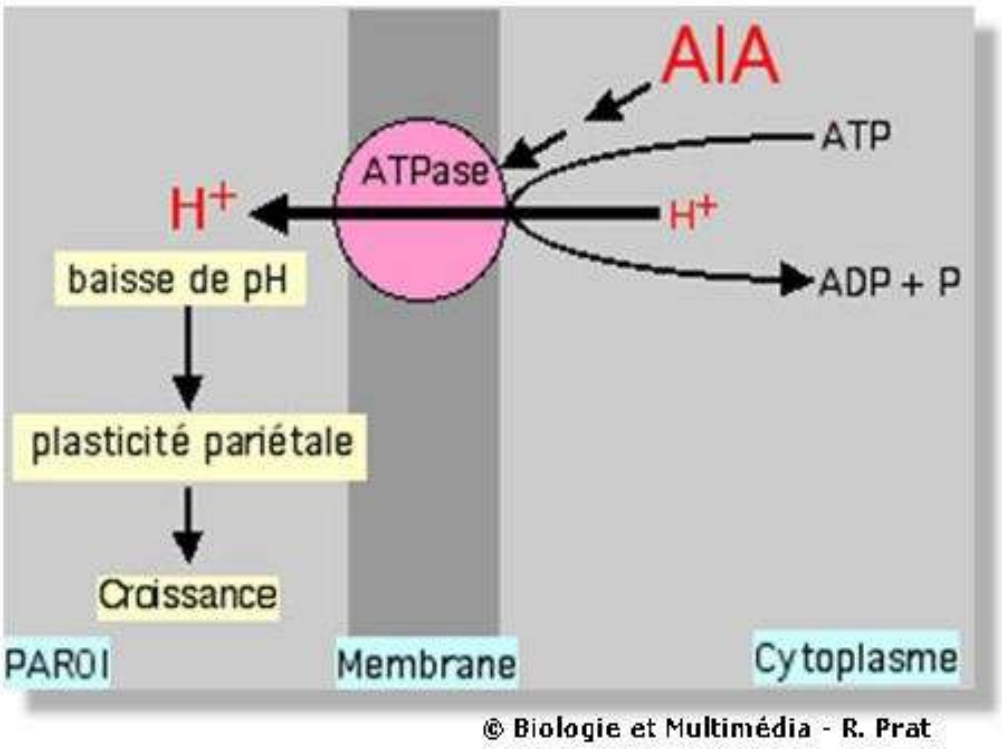
- المرستيم للبراعم القمبة
- الأوراق حديثة النشئة
- الأجنة (قليلا)
- التمثيل تم ن أعلى النبات

تأثير التراكيز المختلفة للأكسين على النبات

تركيز الوكسين mg/ml-1			
	10-8	10-6أو10-7	10-5
نسبة الطول			
الرشيم ،الساق ،(وحيدة الفلقة ،نصل و عنق الورقة	+	+++	+
نصل ورقة نباتات ثنائية الورقة	-	--	---
البراعم	+	++	-
الجذور	+	-	--
التكاثر			
غلاف الثمرة	+	+++	-
إنفصال الأزهار	-	--	---
التمايز			
تمايز الأنسجة	+	+++	-
نمو البراعم	+	-	--
نمو الجذور	-	+	++

تأثير الأوكسين تبعا لتركيزهعلى الأعضاء النباتية (– تثبيط)،(+تنشيط)،(+++تحفيز و تنشيط)

يتم نقل نشط للأكسين نحو أسفل النبات



<u>فعل قصيرة المدى على ليونة الجدار:</u> الأوكسين يقلل من درجة حموضة الجدار ويؤدي إلى تخفيض pH الجدار الخلوي هذا الانخفاض ييسب إسترخائه

<u>فعل على المدى الطويل</u> على التعبير الجيني المشفرة للبروتينات التي تؤثر على وجه التحديد على استطالة الخلية: الأوكسين يحفز تخليق الحمض النووي الريبي .RNA spécifiqueإلى بروتين انزيمي الضروري لتصنيع مكونات الجدار (حيث استطالة الخلية).

تعليق :

- الأوكسين يحرض على ما يلي :
- دخول الماء إلى الفجوة وبنه إلى الخلية
- حموضة l'apoplasme تلين الجدار الخلوي المصاب
- دخول الماء يؤدي في زيادة حجم الخلية
- الأوكسين يسبب تخليق البروتين الذي يسمح بإعادة بناء الجدارالخلوي

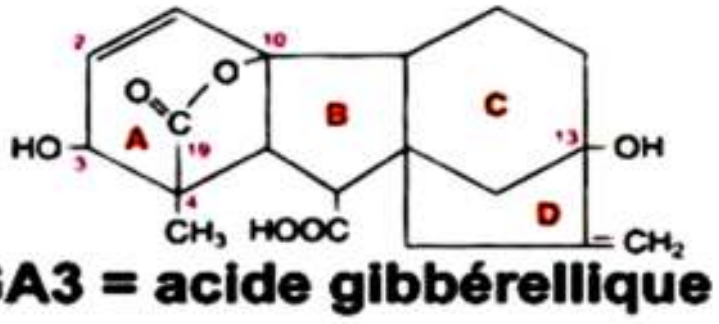
تأثير الأكسين على الجذور :

- الأكسين المسئول على تكون الجذور la rhizogénèse
- يتطلب تركيز أقصى لتحريض و تكوين الجذور 10-5 g.mL-1 à 10-7
- يثبط الأكسين في الجذور واسطة إنزيمات auxine-oxydases
- قبل أن يصل الأكسين الى الجذور يتحد مع الأحماض الأمينية
- بعض مشتقات الأكسين الغير حساسة لإنزيم péroxydases فهي تستعمل كمبيد للحشائش
- الأكسين الطبيعي جد حساس للضوء

الجبريلينات Les gibbérellines .

تم اكتشاف الجبريلين واسطة العلماء اليابانيون حيث وجدوا أن الفطر Gibberella fujikuroi يسبب مرض Foolish seedingلبادرات الأرز ووجدوا أن سبب هذا المرض هو إفراز مادة الجبريلين ومنذ ذالك الحين تم إكتشاف - **(GA1- GA 89)** الجبرلينات الطبيعية المعروفة و العديد من مشتقاتها

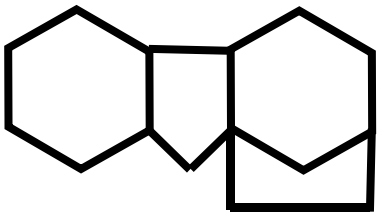
التركيب و التمثيل



GA3 = acide gibbérellique

لكي يتم تصنيف أي مادة من مشتقات الجبرلين لا بد أن تتوفر فيها شرطين :

- ✓ **وجود نواة gibbane او gibbérellane كل جبرلين به هذا النواة مع وجود تبديلات كيميائية مختلفة**



✓ **أن يتسبب في زيادة حجم النباتات القزمة**

التركيب و التمثيل

يتم تخليقه عن طريق التربينات les terpènes, في الأنسجة ذات نشاط إنقسامي كبير :

- ترستيم البراعم الفتية القمية الساقية و الجذرية
- الأوراق الفتية
- الأجنة

الأدوار وأساليب العمل المختلفة

الجبريلين يحفز إستطالة و إنقسام الخلايا خاصة في الأنسجة الغير حساسة للأكسين (أنسجة البشرة و القشرة)

الأدوار:

- يحفز نمو السيقان
- يحفز نمو الأوراق
- ليس له تأثير على الجذور رغم أنها تنتجها
- يحفز الإثمار
- يسمح إنتاج ثمار دون ذور fruits parthénocarpiques
- يساعد في إزالة الكمون للبذور

الأدوار والأساليب العمل المختلف :

عندما تكون درجة الحرارة و الإضاءة ملائمة الجبريلينات تحفز تمثيل الأيلاز التي تسمح تكوين السكريات و إدخارها في طبقة الأليرون في البذور .تحلل الغذاء المدخر فى طبقة الأليرون

أظهرت الدراسات أن معاملة طبقة الأليرون بالجبريلين تسبب تخليق وزيادة فى نشاط إنزيمات:

1- Ribonuclease 2- X-amylase

2- B-gluconase 4- B-amylase

3- Protease 6- phosphatase

4- Phosphoryl choline gleceride transferase

5- Phosphoryl choline cytidyl transferase

النتيجة ان : الجريلينات تلعب الأدوار التالية:

- **التنظيم الجزيئي** : تحث على تمثيل ARNm المشارك في رفع الكمون للبذور
- **التنظيم الإنزيمي** : توفير المواد الغذائية، والتالي الطاقة

الأدوار وأساليب العمل المختلفة :

- ✓ تصنيع المواد الغذائية في الأوراق (التمثيل الضوئي) ومن ثم تنتقل إلى جميع الأعضاء للتمثيل
- ✓ المواد الغذائية تصل إلى الخلايا بفضل التكوينات البروتينية التي تسمح للجزيئات المستقطبة العبور من خلال الغشاء البلازمي

(كوينات بروتينية = نواقل transporteurs أو مساعدي النواقل co-transporteurs)

الجبريلينات تلعب أدوارا على حسب الأصناف النباتية سواء تنشيط ,H+-ATPase أو على مستوى النوقل ومساعدي لنواقل التي يثبط عملها أثناء كمون البذور

- **البذور :**المغذيات (الطاقة) تعبر طبقة الأليرون داخل الخلايا "بداية النمو
- **الساق و الاوراق :** نفس المبدأ زيادة النمو

الاستخدامات التطبيقية

- زيادة حتوى السكر في الفواكه ... .و التالي إرتفاع القدرة الشرائية أي زيادة الطلب
- نفس الشيء تقليل عدد الأزهار يؤدي إلى كبر الثمار و أقل تعفنا
- يستعمل في تكبير عنقود العنب قبل الاثمار،

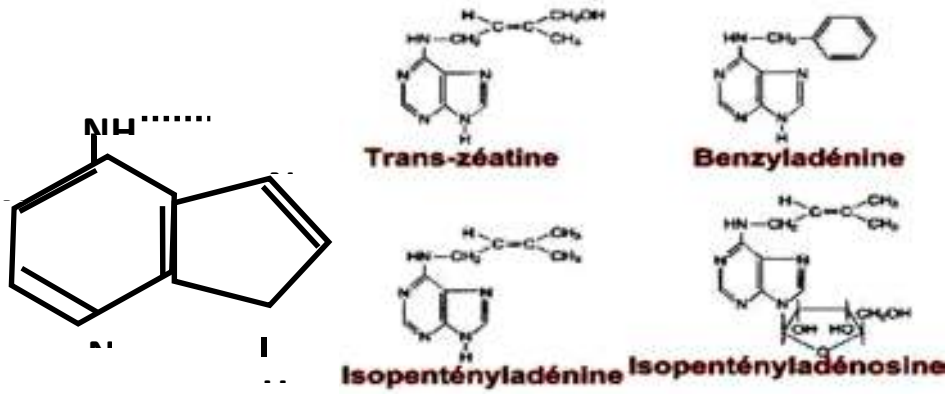
السيتوكينينCytokinins

لمحة تاريخية :

تمكن العلم Skoog 1950 ن اكتشاف أن عا لة خلايا الأوكسين يؤدي إلى زيادة حجم الخلايا و عند عا لتها خليط ن حليب جوز الهند يزداد إنقسا ها فأستنتج أن كل الجزيئات التي لها نفس الخصية تعرف السيتوكينين cytokinines لأنها تحث على الإنقسام الخلوي cytocinèse التي تعني ،إ نفصال السيتو لازم cytoplasme إلى جزئين وهي أساس الإنقسام الخلوي وفي سنة 1956تمكن العلم Miller ن عزل ركب ن DNA) فى ستخلص الخميرة وهي واد نشطة لانقسام الخلايا وتم التعرف على هذا المركب 6-Furfuryl amino وهو purine والذى أطلق عليه Kinetinوتوجد هذه المركبات صورة طبيعية فى النباتات فى صورة Zeatin وخاصة فى الذرة الصفراء

البنية التركيبية :

كل نظائر السيتوكينين cytokinines شتقة ن الأدنين **l'adénine**



ملاحظة :

- كل□ا كانت سلسلة التمثيل طويلة□ين اللدنين adénine و السيتوكينين cytokinine كلما كانت cytokinine أكثر نشاطا
- تمت تسمية□شتقات الستوكينين□ن المجموعة الكيميائية المرفقة إلى NH2

(diméthylallyladénine, isopentényladénine

- أو إسم النوع حيث سميت zéatine□ن الإسم العلمي لنبات الذرى *zea mais*

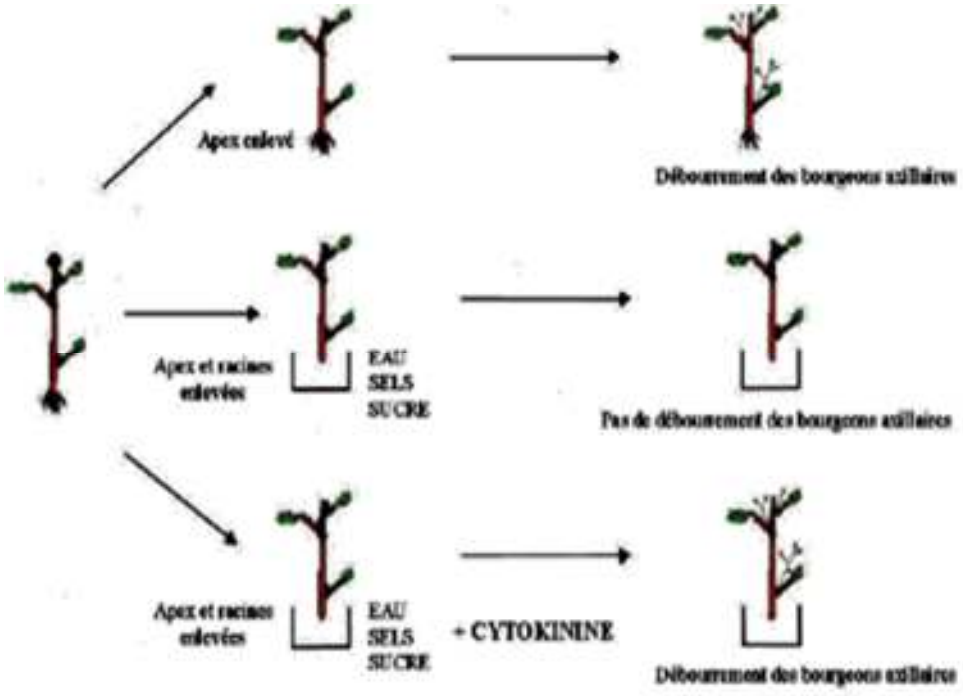
موقع التمثيل

تقريبا كل الأنسجة يمكن أن تمثل cytokinines

- ❖□عض الأنسجة تكون أكثر إنتاجية: أنسجة ذات نمو نشط ،جذور والأجنة والفواكه
- ❖ لكن التمثيل الرئيسي يتم في المنطقة التحت قمية zone subapicaleللبرعم الجذري
- ❖ السيتوكينات Les cytokinines تهاجر إلى أعلى النبات طريق النسغ الصافي داخل الخشب

الأ□وار وأساليب العمل :

- تحفيز انقسام الخلايا في الأنسجة المرستيمية و□التالي تكوين البراعم
- تمدد الأوراق و التنسيق□ين المجموع الأرضي / الهوائي
- الجذور ←——سيتوكينين ←——الأوراق
- نزع القمة النا□ية يسمح□تفرع الساق



الأدوار وأساليب العمل

- تأخر الشيخوخة الورقية حيث يمنع تحلل البروتين ويحث على تخليق RNAكما يحفز وصول المواد الغذائية
- عمل السيتوكينات cytokininesترتبط قوة بعض نظمات النمو " عمل تعاوني قوي
- ينت الدراسات ان السيتوكينات In vitro cytokinines لوحدها لا تحث على إنقسام الخلايا فلا د ن الأكسين auxine
- الكسين Auxine لوحده يزيد في حجم الخلايا
- السيتوكينات Cytokinines لوحدها تسبب إنفصال الكرو وزو ات chromosomes لكن الخلايا لا تنقسم
- الإثنين: إن التقسيم الخلوية يبدا الأكسين ينما السيتوكينين تعيد القسمة الخلوية ن جد

(عامل أساسي = له علاقة بنسبة التركيز)

AIA / CYT =1	⟶	انقسام خلوي بدون تمايز
AIA / CYT< 1	⟶	تكوين نموات من كتلة من الخلايا الغير متمايزة
AIA / CYT> 1	⟶ rhizogénèse	تكوين جذو

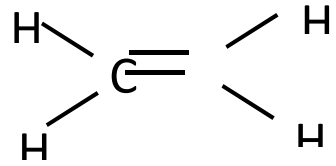
ملاحظة :

القيمة المثلى لهذه النسبة تتوقف على نوع النبات

الإثيلين L'éthylène .

المنظم الوحيد الذي يكون على الصورة الغازية

البنية : نيته سيطة على صورة : « alcène »



التمثيل: تمثيله يتم عن طريق المثيونين la méthionine (acide aminé)

الأدوار وطريقة العمل :

- أستيل كولين سانتاز ACC synthase : يعتبر إنزيم ضروري في سلسلة التمثيل هذا الجين تواجد في جميع الأنواع النباتية المنتجة للثمار فكمية هذا الإنزيم ACC synthase يزداد نشاطها أثناء رحلة النمو الثمري فعل تحفيز نظم النمو الاثيلين
- les cytokinine تحفز إنتاج لاثيلين l'éthylène
- كما أن لاثيلين l'éthylène يمكن أن يثبط أو يحفز إنتاجه
- يتم إنتاجه في جميع الأنسجة ع نشاط إنزيمي عالي أثناء
  - التوترات البيئية
  - رحلة النمو
  - طور التدهورأي الدخول في رحلة الشيخوخة

تأثيره بصفة عامة

تحفيز تخليق RNAوالبروتين كما أن تركيزه في الهواء ين $0,01- 10\ \mu L.L^{-1}$

□ورە:

- ❖ تسريع نضج الثمار :
- ❖ إرتفاع نسبة التنفس (إنتاج طاقة)
- ❖ إرتفاع تمثيل المنتوجات الذائبة (السكريات)
- ❖ زيادة تمثيل المركبات البكتينية (الجيلاتين)
- ❖ تسارع إختفاء الكلوروفيل (التلون)

ملاحظة :

كلما كانت الثمار أكثر نضجا كلما زاد إصدارها للإثيلين éthylène ⟵ □ع نضج الثمار كليا ، وتجانس النضج

الأ□وار (التابعة):

- ✓ إنفصال الأوراق و الثمار و الأزهار حيث أن الإثلين éthylène يتم انتاجها في□ناطق الإنقطاع (□نطقة الإنفصال□ين الساق و الفرع)
- ✓ يتسبب في زيادة حجم الخلايا□صورة فوضوية
- ✓ يحث على إنتاج إنزيمات التحلل المائي l'enzymes hydrolytiques

(la cellulases et la pectinases) ⟵ثم إتلاف المنطقة تبقى الأوعية□اسكة□العضو

- ✓ الاثيلين =□نظم الشيخوخة

على مستوى الجذور

- ➢ انخفاض النمو الطولي
- ➢ تحفيز الإنقسا□ات السريعة
- ➢ الأوكسين يحث على إنتاج الإثيلين ⟵ و هذا الأخير يقلل هجرة الأوكسين إلى أسفل النبات

⟵ **آلية غير معروفة**

- الإثلين L'éthylène يحث على إنتاج PR-protéines (pathogenesis-related protein) الدفاع / المقاو□ة للأ□راض النباتية ←——— **الدفاع / المقاومة للأمراض النباتية**

التطبيقات الزراعية :

❖ **إستخدام خصائص مراقبة التسلسل الزمني لنضج الثمار**

- ✓ جني الثمار قليلة النضج (لتتحمل النقل)
- ✓ التحكم في فترات التسويق

❖ **ستخدام خصائص القطف**

1- □زارع□يكانيكية (الآلات التي تهز الأ□جار): رش الإثيلين لكي الفواكه تنفصل □سهولة□دون إحداث أي ضرر على الشجرة

2 - الرش لإسقاط الثمار الأكثر نضجا او فاسدة و ترك الثمار الأخرى تنمو و تتطور

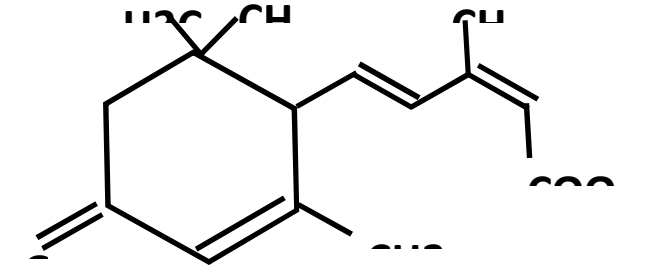
❖ **الحماية من الصقيع**

الإثيلين l'éthylène- يحفز تكوين جزيئات الكر□ون في الأنسجة هذه الجزيئات لها خصائص الوقاية□ن البرد

حامض الأبسيسيك L'acide abscissique

تم اكتشافه □ن خلال الأعمال حول الانفصال المفاجئ للأزهار و الثمار و الأوراق سنة 1965□ن هنا تم تسميته abscission = abscissique كما تم التعرف عليه□ن خلال الأعمال حول كمون البراعم (dormance) و تمت تسميته أيضا dormine□ا الآن فقد ثبتت تسميته□حا□ض الأسيسيك d'acide abscissique (ABA)

البنية و التمثيل



- **ملاحظة:** يتم تمثيله أثناء التوترات المائية = stress hydriques

مواقع تمثيله :

الجذور ،الأوراق البالغة ، البراعم في الجذور يتم نقله عبر الخشب بينما في الأوراق يتم نقله عبر اللحاء .البذور تحتوي كثيرا على حامض الأسيسيك ABAالآتي من الأوراق و من المحتمل أنه يمثل في هذه المناطق

الأدوار وطريقة العمل:

- ❖ يثبط إستطالة الساق
- ❖ يمدد كمون البراعم و البذور
- ❖ يسرع في نضج البذور من خلال تمثيل البروتينات التخزين
- ❖ في البذور: دوره تتحكم فيه النسبة بين gibbérellines / ABA لذا يعرف عادة بـ المضاد للجبريلين « anti-gibbérellines » لأنه ضد العديد من تأثيراته
- ❖ يوقف النموات الأولية و الثانوية
- ❖ يحول البراعم الورقية إلى حراشف واقية ⟵ يهيئ النباتات إلى فترات البرد
- ❖ يحث على نمو الجذور
- ❖ يحث على إنغلاق الثغور(يثبط ضخة البروتونات)

1-ملاحظة : عملية سريعة في حالات الطوارئ للأسباب التالية: انغلاق الثغور في 3 دقائق عند للتركيز.M 10^{-7} ن الأ لاح

2-ملاحظة : هذه الجزيئة تتكسر فعل الإضاءة و الماء و التالي تتلا ى و تختفي لما تكون الظروف لائمة لرفع الكمون و العكس عند حلول فصل الشتاء نقص الإضاءة و الماء يزداد حمض الأسيسيك acide abscissique دخول في الكمون هذا المنظم ن المفترض أنه سؤول عن نقل إ ارات الإجهاد المائي ين الجذور والأوراق

3-ملاحظة : لايوجد تطبيقات زراعية خاصة للجبريلين ABA للأسباب التالية :

- ✓ اهض الثمن
- ✓ جزيئة جد حساسة للإضاءة

تم تحديد جزيئات جديدة

- **Les brassinostéroïd**

1. ن شتقات التر ينات les terpènes
2. تحفز زيادة حجم الخلية Auxèse و الإنقسام الخلوي Mérèse
3. تعمل التعاون ع auxine و gibbérellines
4. فاعليتها كبيرة عند التراكيز المنخفضة

- **L'acide jasmonique**

تتدخل للدفاع عن النبات :

- ❖ تحث على تمثيل ثبطات إنزيم البروتياز protéase= جزيئة تهاجم الطفيليات
- ❖ تتدخل عند رحلة الشيخوخة، إنفصال الأعضاء نضج الثمار، تغير اللون (يثبط تخليق الكلوروفيل)
- ❖ يثبط الإنبات و نمو الجذور
- ❖ يتشا ه ع ABA يعملان التعاون

يثبط فعل auxine

- **L’acide salicylique**
  - يسهل قاومة الأمراض الفطرية و البكتيرية و الفيروسية
  - إثارة توليد الحرارة (استخدام الحرارة عن طريق النباتات)
  - يثبط انتاج الإثيلين éthylène وبالتالي يمدد حياة الأزهار و الفواكه
  - يثبط عمل حامض الأسيسيك l’acide abscissique
- **Les polyamines**
  - مواد أمينية تمثل من الأرجينين l’arginine
  - إنتاجه محفز بواسطة عوامل خارجية (إضاءة ، برودة ، توتر كميائي ،) و عوامل داخلية (auxines و gibbérellines)
  - أنتاجه يثبط بالإثيلين éthylène
  - الحفاظ على البنية ووظيفة أغشية الخلايا وتركيب الجزيئات
  - المشاركة في انقسام الخلايا، تمايز الأوعية وتكوين الجنين، نشأة الأزهار ونمو الثمار وتحضير الشيخوخة
- **La systémine .**
  - عديد الببتيد .Polypeptide يتكون من 18 حامض أميني
  - يشارك كرد فعل قاومة النبات للإصابات بالآفات الممرضة

Fourth Axis: Floraissence الإزهار - 4

مقدمة :

تستمر بعض رستيمات السوق القمية في النمو الخضري غير أن بعضها يتحول فى حياة معظم النباتات إلى رستيم زهري . يحدث تحول من الحالة الخضرية إلى الحالة الزهرية كلما هيأت الظروف البيئية و الظروف الداخلية في المرستيم تكفى تحفيز تكون الأزهار . تتحكم فيه العوامل الوراثية و البيئية تحكما جزئيا قبل حدوث التخلق في البرعم الزهري ما يعرف بالتنبية الزهرى أو الحث الزهرى

التزامن الضوئيPhotopériodique

تعريف : هو استجابة النبات للعلاقة النسبية لفترات طول الضوء والظلام المتعاقبة

أول نظرية طرحت كانت 1920 من قبل Garner and Alard على نبات الدخان المسمى *Maryland Mammoth* لا تزهر فى الحقل فى فصل الصيف حيث الفترة الضوئية الطويلة (نهار طويل) مع ذلك فعند إنمائها فى االبيت الزجاجي تحت ظروف إضاءة قصيرة فقد أزهرت بغزارة

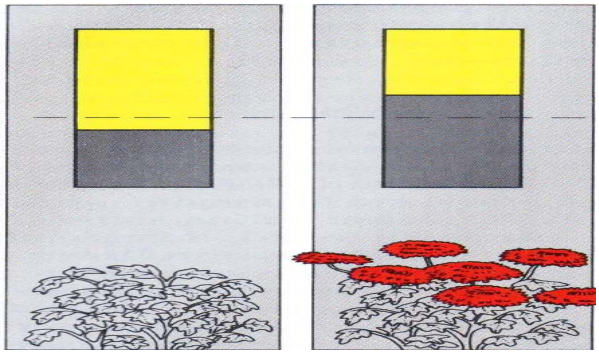
تم استنتج أن استمرار حالة النمو الخضرى تحت ظروف النهار الطويل تمنع تكون البراعم الزهرية لتلك النباتات وان الأزهار لا يتم إلا إذا تعرضت لنهار قصير

التعريفات الآتية وضعت كالتالى :

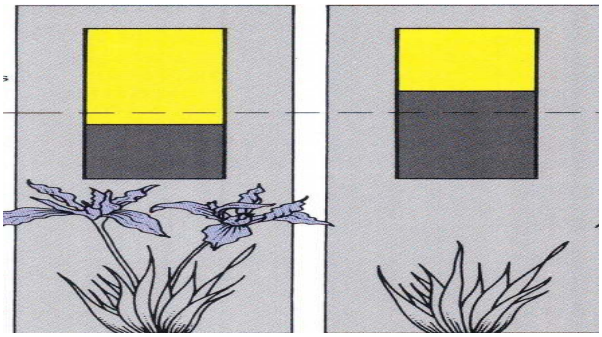
نباتات نهار قصير: وهى النباتات التي لا تزهر إلا بعد تعرضها لفترة إضاءة تقل عن حد معين أو فترة ظلام تزيد عن حد معين مثل الاوقحوان.

نباتات نهار طويل: وهى النباتات التي لا تزهر إلا بعد تعرضها لفترة إضاءة تزيد عن حد معين أو فترة إظلام تقل عن حد معين مثل قائق النعمان,

نبات لا يتأثر بطول اليوم : يزهر بعد فترة من النمو الخضري مهما كان تزامن الضوء مثل نبات البزلاء

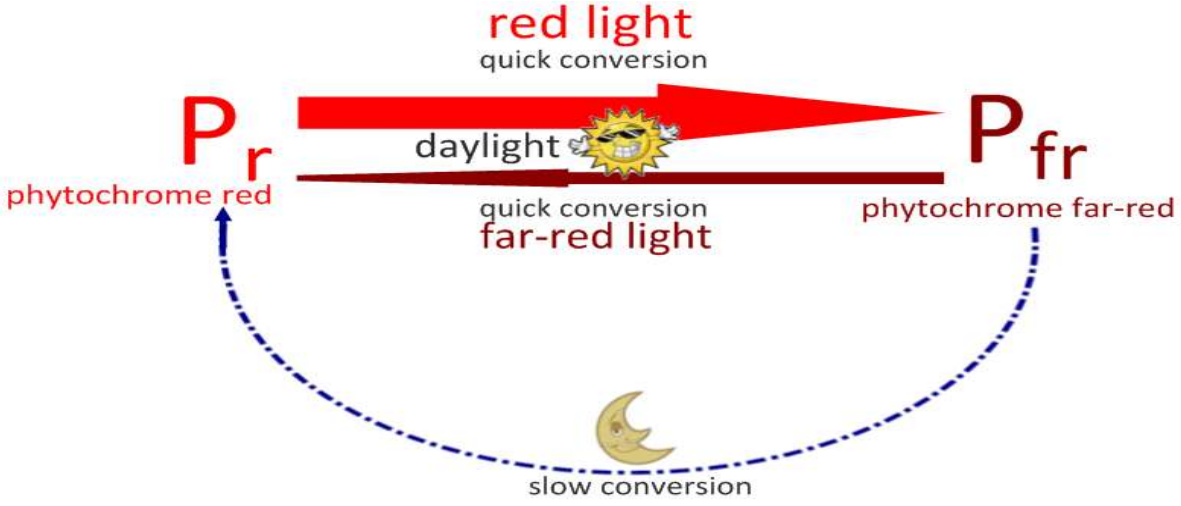


نباتات نهار القصير



نباتات نهار طويل:

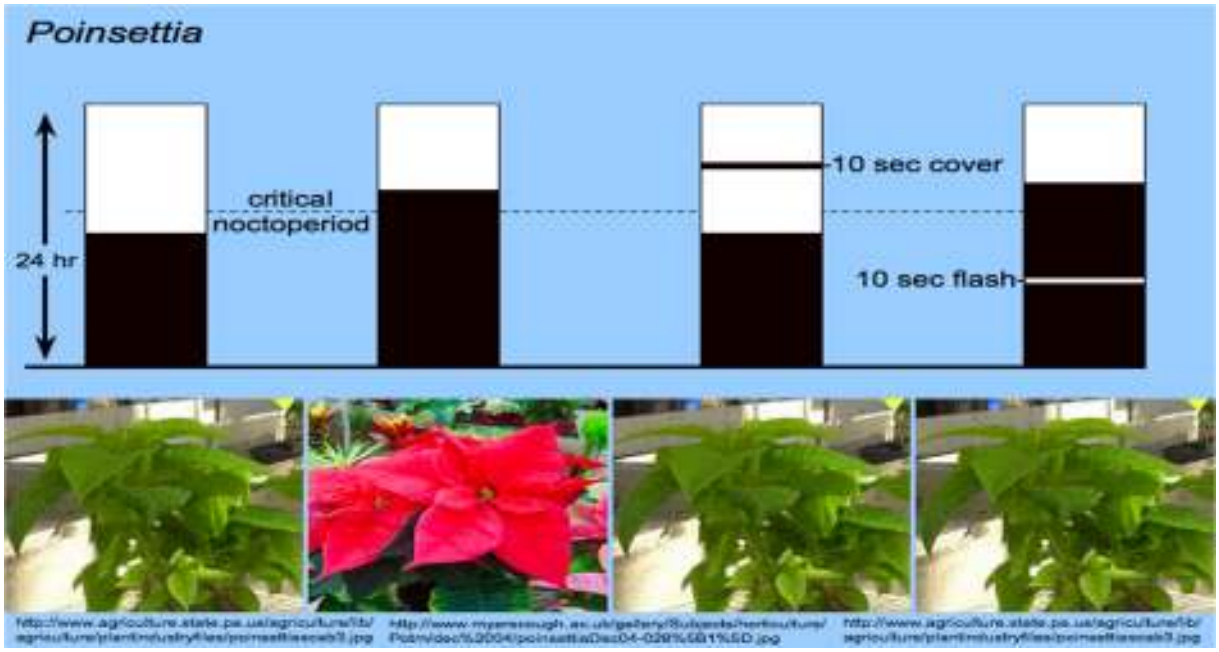
لشدة الإضاءة تأثير على تخليق وتهيئة بعض العوامل او الهرمونات الأساسية اللازمة للإزهار تكون الاستجابة لطول الفترة الضوئية عن طريق صبغة تعرف Phytochrome حيث تتواجد فى صورتين إحداهما تمتص الضوء في منطقة الأشعة تحت الحمراء و صورة تمتص الضوء فى منطقة الضوء الأحمر و يرمز للأولى Pfr الثانية Pr وهاتين الصورتين يحدث بينهما تحول من إحدى الصور إلى الأخرى



هذا الجهاز هو الذي يتحكم فى قياس طول فترة الإضاءة اليومية فى النبات ومحصلة ضوء الشمس تكون الأشعة الحمراء هي السائدة على تحت الحمراء وبالتالي تتحول الصورة التي تمتص الضوء

الأحمر الى Pr الى Pfr وفى الظلام يحدث تحول ال Pr إلى Pfr وقد توصلت الأبحاث إلى أن الصورة المنشطة للأزهار هى Pfr

أهمية فترة الظلام :



لاحظ الباحثون الأوائل Allard & Garner أن النبات لا يزهر بالرغم من تعرضه للدورة الضوئية الاستحثائية الصحيحة إذا كسرت فترة إظلامه المستمرة بواسطة فترة ضوئية قصيرة بينما كسر فترة الإضاءة بفترة إظلام قصيرة فليس لها إلا تأثيرا ضئيلا جدا .تبين أن التزهير يكون اكثر استجابة لفترة الظلام من فترة الإضاءة

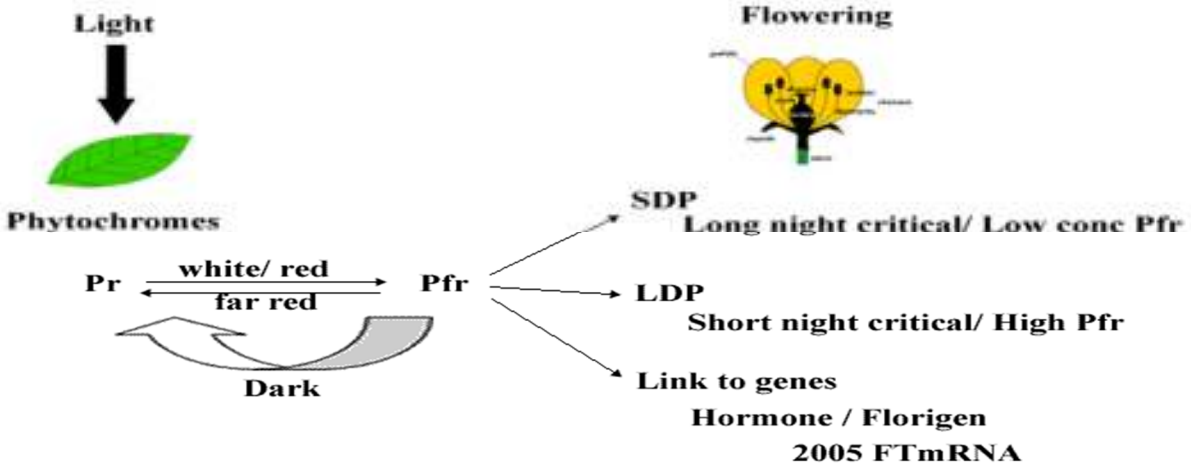
ملاحظة :

الاضاءة الصناعية في الليل , تسبب الازهار المبكرلنباتات النهار الطويل ما يتيح للفلاح تسويق هذه الازهار في غير وسمها حيث الاسعار رتفعه.

أهمية فترة الإضاءة:

- ✓ لها تأثير كمي على الأزهار
- ✓ تحكمها في كمية السكر المنتقل الى المناطق المرستيمية القادرة على تكوين كونات الأزهار
- ✓ تأثيره الغير بار لعملية البناء الضوئي

✓ لها تأثير بارز في تكوين عامل أو هرمون ضروري لتكوين الأزهار



- خلال اليوم طويل (الصيف)، هناك نسبة عالية من PFR لأنه ليس له وقت طويل ليتحول الى Pr(ليل قصير)
- خلال اليوم قصير(الشتاء) هناك نسبة منخفضة من PFRلأنه له وقت طويل ليتحول الى Pr(ليل طويل)
- خلال اليوم طويل (الصيف)، PFRهو المحفز للإزهار
- خلال اليوم قصير(الشتاء) PFR هو المثبط للإزهار
- تركيز phytochrome للأحمر البعيد يحفز أو يثبط تبعا لموقع التعبير الجيني الذي يسبب الإزهار لأن الأنواع تطور ازهارها خلال فترات مختلفة

لقد وجد أن الأوراق هي العضو المستقبل المؤثر وان الأوراق الكاملة النمو اكثر حساسية لاستقبال المؤثر من الأوراق الناضجة أو الصغيرة جدا ثم ينتقل التأثير عن طريق إشارة كيميائية من الأوراق ينتج عنها الهرمونات المؤثرة على إنتاج هرمون الأزهار Florigenوالذي ينتقل خلال اللحاء إلى البراعم ليؤثر على الأحماض النووية منها و التي توجه نحو تخليق إنزيمات معينة هي المسؤولة عن التحول الزهري

<u>الدورات الضوئية المؤثرة :</u>

اهتم الباحثين دراسة العلاقة بين عدد الدورات المتعاقبة للتأقت الضوئى والتزهير .وقد وجد أن عدد الدورات يختلف اختلافا كبيرا تبعا للنوع النباتى

- **نهار طويل يحتاج الى 25 ورة تأقت ضوئي مثل *plantago lanceolata***
- **نهار قصير تحتاج الى 17 ورة تأقت ضوئى مثل *salvia occidentallis***

نوع الضوء والتأقت الضوئى :

لوحظ فى التمثيل الضوئى ان أطوال الأطياف الأكثر تأثيرا على عملية البناء الضوئى قد وجدت فى المنطقة الزرقاء والحمراء فى الطيف المرئى وتقوم صبغة الكلوروفيل أ تصاص تلك الموجات الضوئية وقد اقترح فى دراسة على الطيف المؤثر على عملية الأزهار أن المستقبل للطول الضوئى المؤثر فى التأقت الضوئى يقع ين طول وجى يقع ين 620-660 nm البرتقالى والاحمر "لذلك الكسر الضوئى لليل "الطويل للنباتات قصيرة النهار وأن الصبغة المستقبلة هى الفيتوكروم وهو روتين صبغى Chromoprotéine يتكون ن تترا يرول كرو وفور رتبط البروتين للحلقة الثالثة ن حلقات البيرول ، وان التغير ن صورة Pr الى Pfr والعكس هو عبارة عن تغير إلكتروني فى الحلقة الأولى ع إضافة أو فقد روتون أيون أيدروجين وان الصورة النشطة هى صورة Pfr إن الإ ارة الضوئية التى يستقبلها الفيتوكروم تتحول الى إ ارة يوكيميائية فى صورة تمثيل هر ونات الأزهار والذى يعتقد أنها الفلورجين Florrigen اى عا ل الأزهار (والذى لم يحدد كنته ولكن يفترض وجوده كمحث (على التحول الزهرى وهناك العديد ن التجارب التى أثبتت وجوده رغم عدم القدرة على استخلاصه حتى الأن ،لكن الأ احاث تشير على انه يتبع ركبات الايزو رينويد أو شتا هات الاستيرولات .

منظمات النمو وعلاقتها بالأزهار

الاكسين :

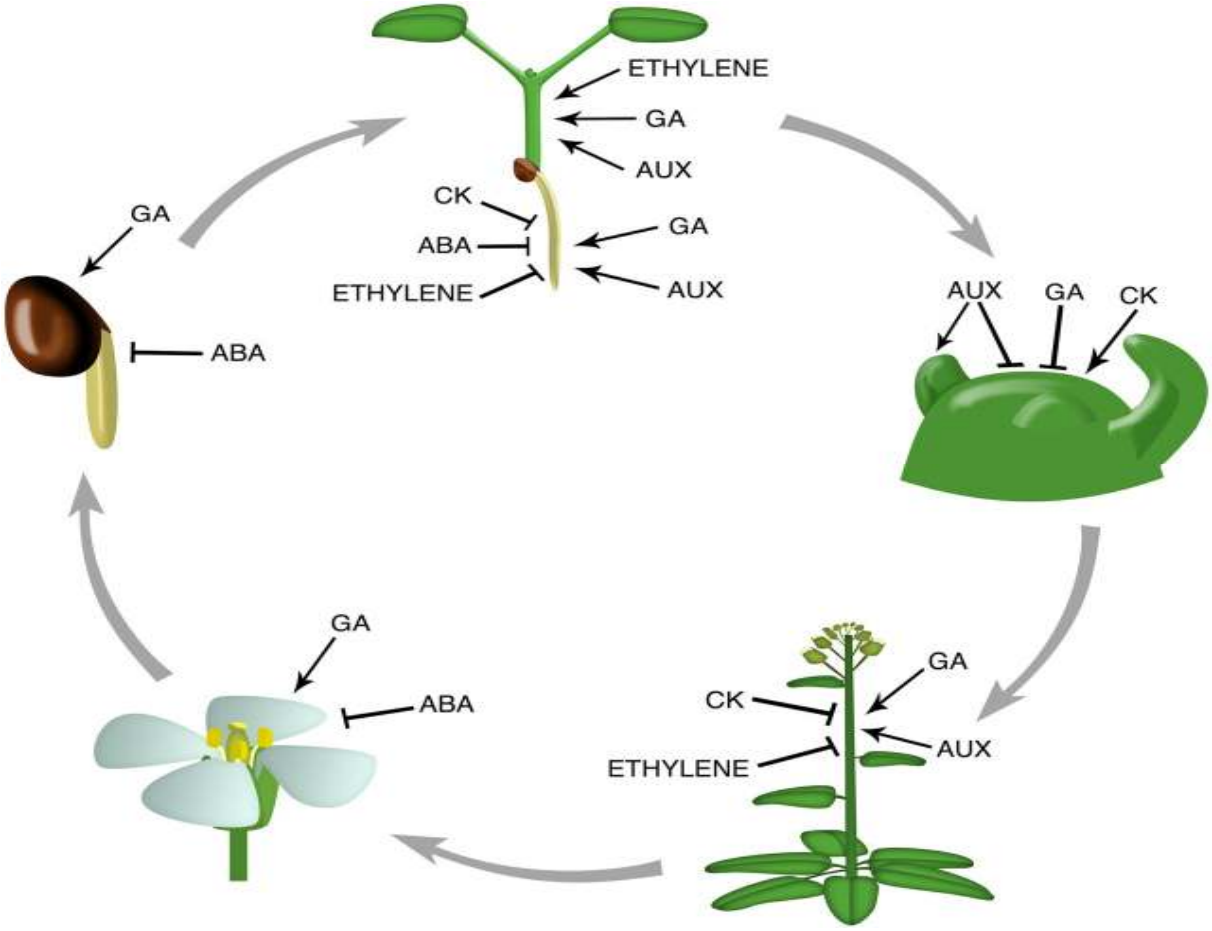
ثبت أن للأكسين ليس له أي تأثير نشط على الأزهار ل فى غالب الأنواع النباتية له تأثير انع على الحث الزهرى في كل ن النباتات النهار الطويل و القصير على السواءو أن كل ن الاكسين و الفلوروجين تضادان فى التأثير antagonistic

الجبرلين :

تزهر كثير ن نباتات النهار الطويل عد عا لتها الجبرلين حتى فى ظروف النهار ولكن إذا تجاوز احتياج النبات النهار الطويل وأي عا ل آخر ثل الحرارة المنخفضة فانه يعجز عن دفع النبات للأزهار على ذلك لا يمكن أن يعوض لجبرلين كل ن النهر الطويل و الارتباع عا

السيتوكينين :

للسيتوكينين تأثير وجب على دفع أنواع نباتية كثيرة للأزهار حتى تحت ظروف غير لائمة لحدوثه فقد يزيد السيتوكينين ن استجا ة نباتات النهار القصير الأزهار تحت ظروف ضوئية غير لائمة للأزهار

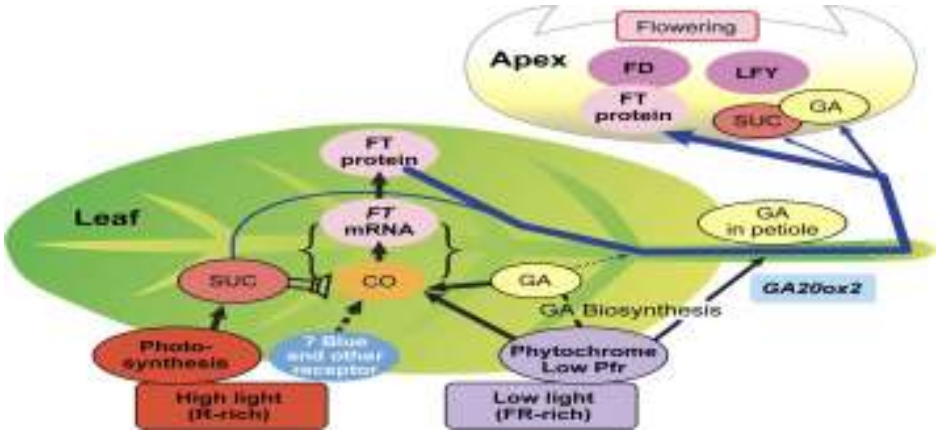


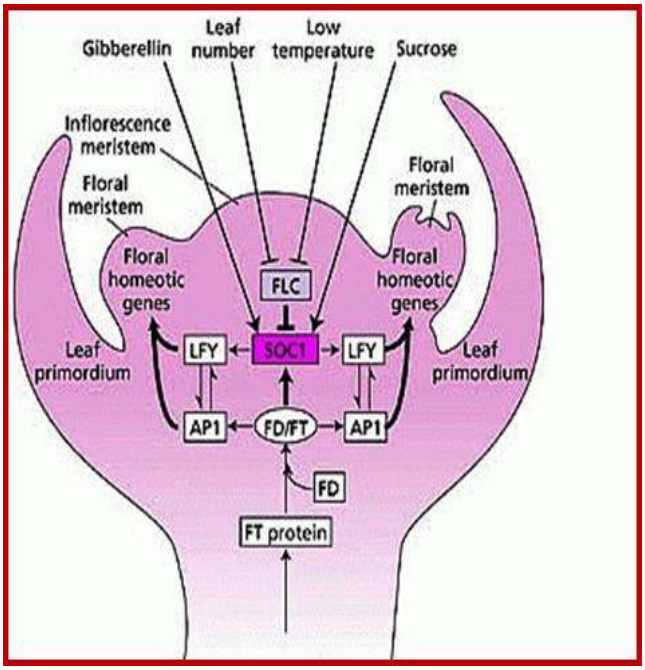
الإرتباع Vernalization

تعريف : تقصير فترة النمو الخضرى ودفع النباتات للتزهير المبكرأو لإنبات أو إستطالة القمة النا ية

فمثلاًالقمح يمكث6 أ هر نذ زراعته حتى نأخذ نه المحصول لكن لو وضعنا البذور فى ثلاجة دة ز نية ثم نزرعها لاتأخذ إلا 3 هور ن زراعتها حتى نضجها و هذا نكون وفرنا 3 هور لإستغلال التر ة فى ىء آخر

تبعا لفرضية طرحت□ن قبل Purvis et.al ان النباتات تمثل□ادة تعرف ب «B» يتسارع تمثيل المادة «B»عند المعا□لة□البرودة تمثيل المادة «B» يستمر فترة□ن الز□ن تحولاته إلى C ثم D تكون تحت□راقبة الفترة الضوئية . المادة «B»□توقع أن تكون هر□ون الإزهار و المادة C هي الوسيط . تحويل Bإلى C□طيء، ولكن□مجرد تشكيله، يتم تحويله□سرعة إلى Dعند تراكم المادة D□نسبة عالية يحث على الإزهار لما نفس النبات يجري له الإرتباع أي تحفظ في ظروف النهار القصير تحويل B إلى C يثبط و إذا تكونت C تتحول إلى Bثم B إلى E و هكذا يظل النبات في□رحلة النمو الخضري فقط . في الواقع□ينوا العلماء أن المعا□لة□البرودة يحث التعبير الجيني (CO) الذي□دوره يحث على المدة الإزهار ,locus T (FT) التي□واسطة FD يتحفز التعبير الجيني لهوية المرستيم الزهري





نبات نهارالقصير مثل الأرز le riz

- المحفز الزهري المتنقل Hd3a protéine
- -يتراكم عندما البروتين المثبط HD1, لا يتم تخليقه تحت ظروف النهار القصير
- -يتم نقله عبر اللحاء الى المرستيم القمي بروتينHd3a

2- التغذية المعدنيةChapiter 2 : Mineral nutrition

تعريف :

التغذية المعدنية عند النباتات هي جموعةن العمليات التي تمكن للنباتات الاتصاصن الوسط واستيعاب العناصر الغذائية اللازة لمختلف وظائفها الفيزيولوجية(النمو و والتطور، والتكاثر).

الصفات الخاصة بحيوية العنصر في النبات

أوضح أحد العلماء وجوب توفر نقاط ثلاث حتى يمكن اعتبار أن عنصراًا حيوي للنبات:

- أن غياب العنصر يجعل إستكمال النباتطوره الخضري أو الثمريتعذراً
- أنظاهر هذا النقص للعنصر يمكننعها أو علاجهمد النباتنفس العنصر وليسعنصر أخر
- أن العنصر له دورباًر في تغذية النبات وليس عن طريق غيرباًر

تقسيمات العناصر الغذائية تبعاً لمصدرها

1. **عناصر مصدرها الهواء والماء** . O, H , N, C
2. **عناصر مصدرها التربة** جميع العناصر الغذائية المتبقية

تقسيمات تبعاً لإحتياج النبات إليها

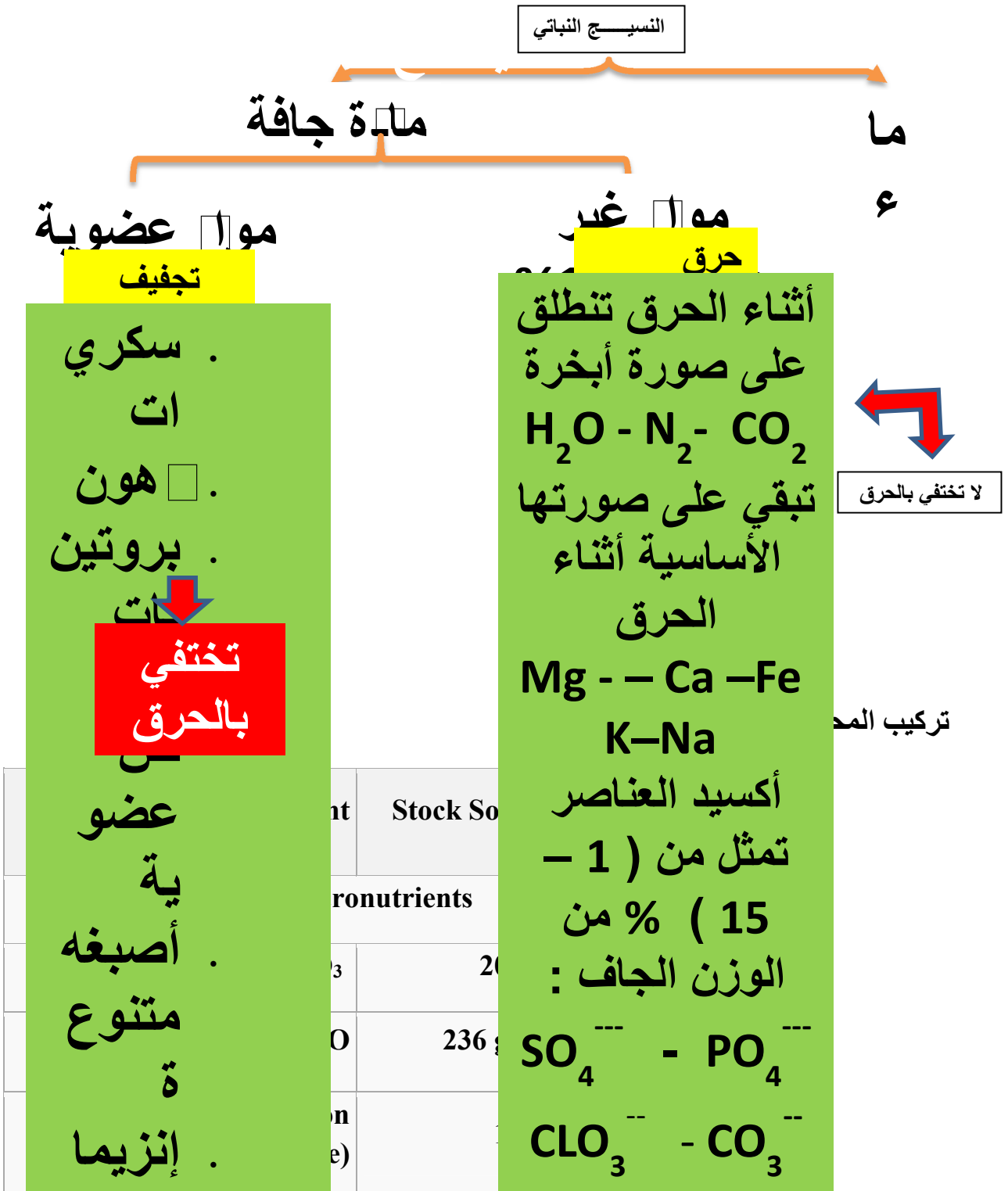
- عناصر يحتاجها النباتكميات كبيرة وهي 5 (Na ,K, Ca, P , Mg)50mg/jour
- **عناصر يحتاجها النبات بكميات قليلة وهي 5 (Fe, Zn , I , Si ,Cu)**

تقسيمات حسب اشتراكها في ظهور أعراض النقص علي النباتات

- عناصر تشترك في ظهور أعراض النقص علي الأوراق المسنة (**الفوسفور, البوتاسيوم ,الموليبدنيوم, ماغنسيوم ,كبريت ,نحاس, نيتروجين)**
- عناصر تشترك في ظهور أعراض النقص علي الأوراق الحديثة (**الحديد, المنجنيز, الزنك)**
- عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها أساساً علي الأنسجة النامية للجذور والسيقان(**لبورون ,الكالسيوم)**

طرق الكشف عن العناصر الغذائية :

1. **الكشف في الرمل: النسيـــــج النباتي**
2. **الكشف في المحاليل الغذائية Solution Hoagland, Solution Knop**
3. **الزراعة في الرمل: رمل نظيف ph7+ محلول غذائي**



	Stock So	nt
	ronutrients	
	2(	3
	236 g	O
		n e)
1	493 g/L	O
1	80 g/L	1M NH_4NO_3
Micronutrients		

H_3BO_3	2.86 g/L	1	
$MnCl_2•4H_2O$	1.81 g/L	1	
$ZnSO_4•7H_2O$	0.22 g/L	1	
$CuSO_4•5H_2O$	0.051 g/L	1	
$H_3MoO_4•H_2O$ or	0.09 g/L	1	
$Na_2MoO_4•2H_2O$	0.12 g/L	1	
Phosphate			
1M KH_2PO_4 (pH to 6.0)	136 g/L	0.5	
$FeSO_47H_2O$	7.5	1	

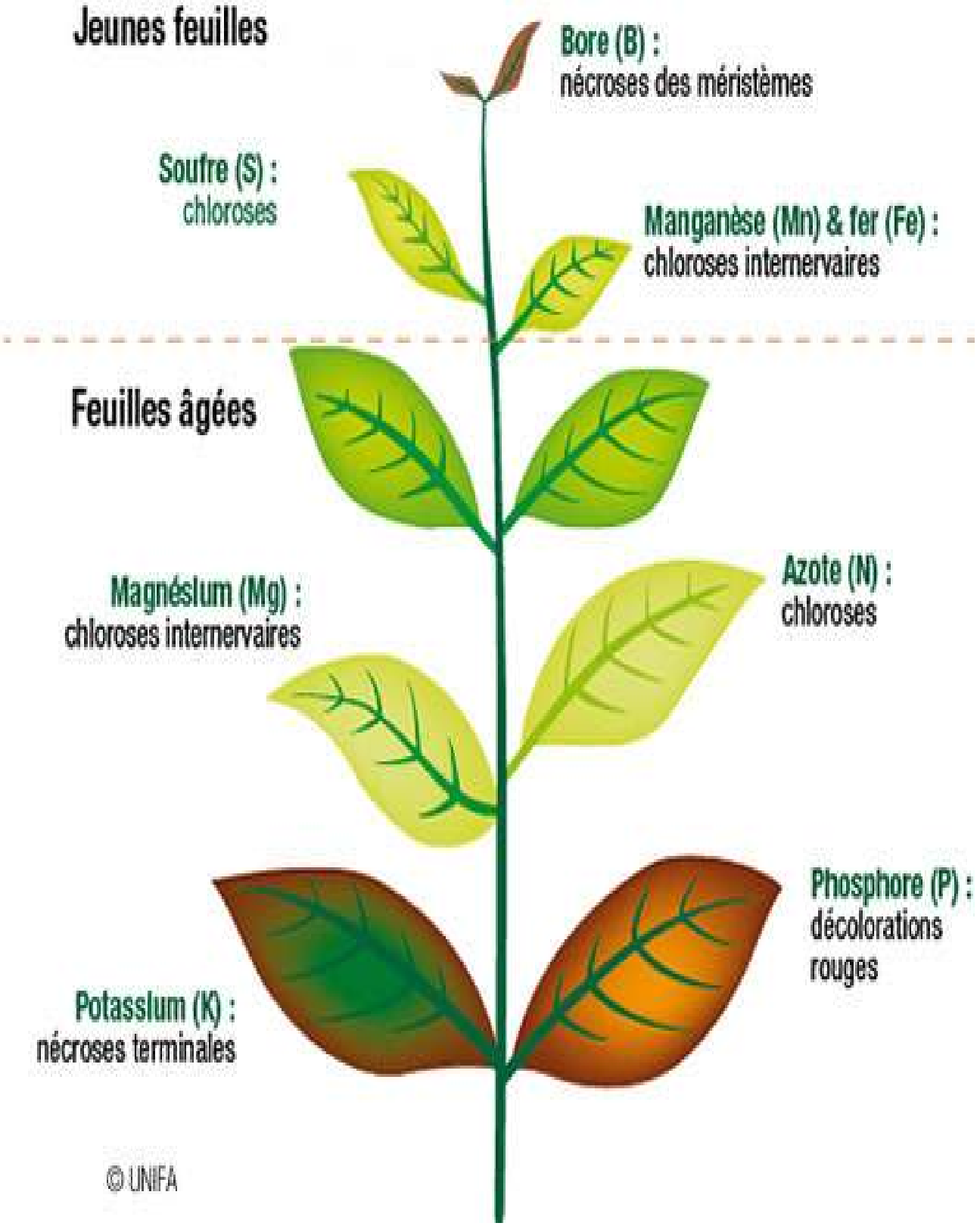
يجب تغيير المحلول الغذائى من آن الى آخر للاسباب التالية

قاء المجموع الجذرى في المحلول الغذائى لفترة طويلة يغير ن تركيز العناصر ه ويخل توازنها ·

تصاص الماء نها يزيد الضغط الاسموزى للمحلول المتبقى ·

المحلول نتيجة تنفس الجذور وخروج ثانى اكسيد الكر ون الذى يتحول الى حمض تغير pH·

الكر ونيك والذى يعمل على تعديل الرقم الايدروجينى وهو ا يدعونا الى تغيير المحلول ن آن الى آخر غسل الآحواض الزراعة حتى لا تنمو فيها الفطريات


Jeunes feuilles
Bore (B) :
nécroses des méristèmes
Soufre (S) :
chloroses
Manganèse (Mn) & fer (Fe) :
chloroses internervaires
Feuilles âgées
Magnéslum (Mg) :
chloroses internervaires
Azote (N) :
chloroses
Phosphore (P) :
décolorations
rouges
Potasslum (K) :
nécroses terminales
© UNIFA

أمتصاص العناصر الغذائية:

توجد العناصر الغذائية فى التربة اما فى صورة مركبات معدنية او عضوية ذائبة فى محلول التربة

- صورة ايونات موجبة الشحنة الكهربائية تعرف بالكاتيونات Zn^{2+} Cu^{2+} , K^{+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+},Fe^{3+} ، NH^{4+} .
- صورة ايونات سالبة تعرف بالانيونات $H_2PO_4^{-}$ HPO_4^{2-} , Mo^{-} ,BO^{3-} , $NO3^{-}$, Cl^{-},SO_4^{2-}

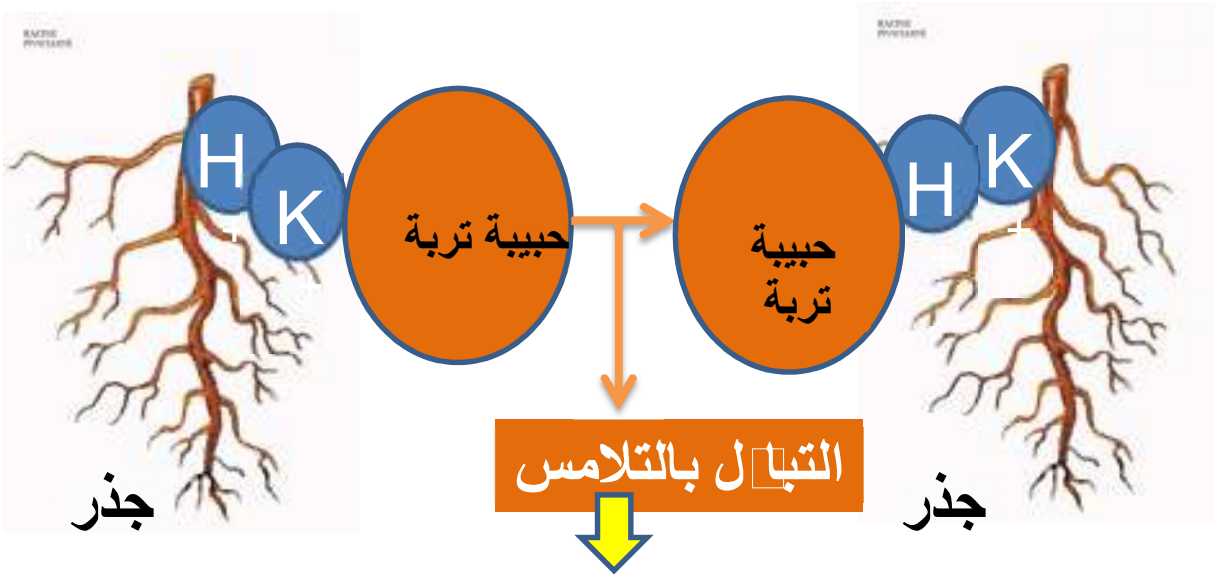
تتحول العناصر الغذائية من صورتها الصلبة سواء كانت على معدن الطين او اضافة عند التسميد فى صورة سماد لحى الى الصورة السائلة ثلاث اليات هما :

1. **الاذابة :**حيث تذوب الاملاح التربة في الماء وتساعد الإذابة ارتفاع درجة حرارة التربة وكلما توفر ثاني أكسيد الكربون تحول لحمض الكربونيك المانح للإيدروجين
2. **التبادل:** حيث تتبادل الايونات المدمصة على أسطح الغرويات سواء كانت معادن

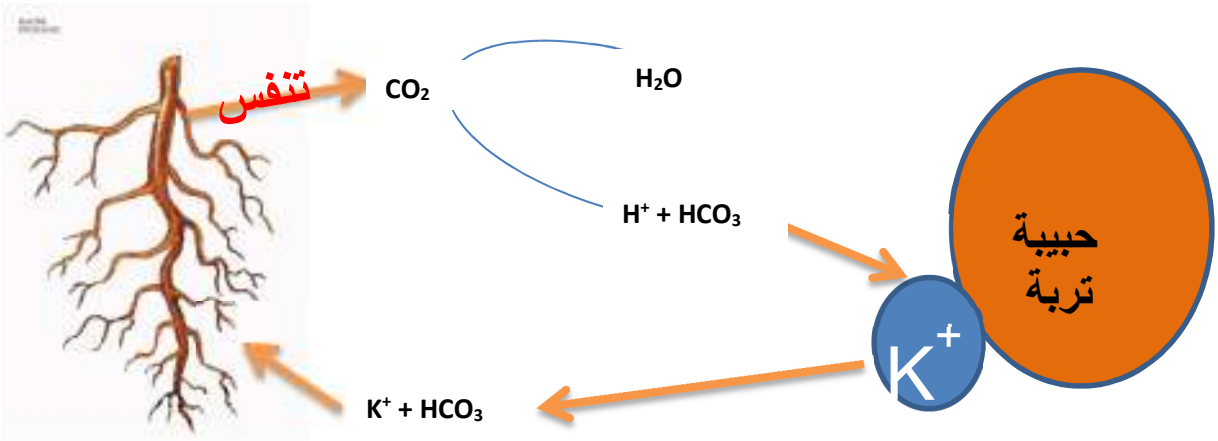
الطين الغروية او المادة الدبالية التربة مع الايونات المذابة في محلول التربة مثل ايونات الإيدروجين الناتجة من حمض الكربونيك لتتبادل دورها مع ايونات الإيدروجين الموجودة على أغشية خلايا الجذر والناتجة من ضخة السيتوكروم لتتمكن الايونات من الدخول للجذر

3. **التمخلب :** وهو اتحاد أنيون عضوي مع كاتيون معدني فييسر امتصاصها دون التعرض للتثبيط أو الامتصاص على أسطح الغرويات فلا يتأثر بظروف الأكسدة والاختزال التربة مثل اتحاد مع أنيون الطرطريك فيصبح الحديدوز في صورة مخلبية ولا يتحول إلى Fe^{2+}أنيون الحديدوز الميسر الغير ميسر للامتصاص Fe^{3+}ألحديديك

أنيون الحديدوز الميسر ⟵ (مركب مخلبي) أنيون الطرطريك + Fe^{2+}



يتم انتقال الأيونات من حبيبة الطين إلى الجذر أي أن الأيون قد يتخصص على جذور النبات دون أن يحتاج للذوبان لا يكون محسوساً قوة ديدة ل يكون فصولاً عنه فراغ



نظرية حمض الكربونيك لـ H.Jenny

CO_2الناتج من تنفس الجذور يتحول في التربة إلى $H^+ + HCO_3$ بعد اتصاله بمحلول التربة وهنا يتحلل $K^+ + HCO_3$ بينما ينتقل أيون الأيدروجين إلى حبيبة التربة يتحرر أحد الكاتيونات المدمصة عليها ويدخل إلى الجذر كاتيونات في محلول التربة أو محمولاً في صورة بكربونات

انتقال العناصر الغذائية داخل النبات

- **<u>الانتقال لأعلى في أنسجة الخشب:</u>** ويتم بواسطة تيار النتـ من أسفل الجذر إلى أعلى الساق
- **<u>الانتقالات الفرعية للأملاح</u>**: يعتقد أن نسيج الكمبيوم الفاصل بين الخشب واللحاء يقوم بتنظيم كمية الأملاح المنقولة لأعلى مع تيار النتـ
- **<u>انتقال الأملاح في اللحاء-:</u>**لوحظ في اللحاء حركة ذات اتجاهين :اتجاه للأعلى عن طريق الكمبيوم .واتجاه للأسفل عن طريق اللحاء الكمبيوم

تأثيرات التداخلات بين العناصر

ـما تسبب الزيادة في عنصرـا حدوث نقص لعنصر آخر أو عناصر أخري وـثالاً علي ذلك:

- الزيادة في عنصر الأزوت ←———— أعراض نقص البوتاسيوم
- الزيادة في عنصر البوتاسيوم ←———— أعراض نقص الماغنسيوم والكالسيوم
- الزيادة في عنصر الألومونيوم ←———— أعراض نقص الفوسفور
- الزيادة في عنصر الفوسفو ←———— أعراض نقص البوتاسيوم
- الزياة في عنصر الكوبالت النحاس، المنجنيز، النيكل أو الزنك يمكن أن تسبب نقصاً لعنصر الحديد.
- الزيادة في عنصر الصوديوم يمكن أن تعطي تأثيرات مشابهة لنقص عنصر الكالسيوم والبوتاسيوم.

العوامل المؤثرة علي امتصاص النبات للعناصر الغذائية

يتأثرـقدارـا تمتصه النباتاتـن العناصر الغذائية في التربةـعددـن العواـل يمكن تقسيمها الي ـجموعتين:

1. أولاً:ـجموعة العواـل الخارجية وهيـتعلقةـالبيئة التي ينمو فيها النبات وتشمل: عـواـل ـتعلقةـالعنصر الغذائي و عواـلـلـتعلقةـالبيئة
2. ثانياً:ـجموعة العواـل الداخلية

3- التغذية النبتروجينيةChapter 3 :nitrogen nutrition

مقدمة :

ان النيتروجين غير□يسر في الطبيعة للنبات حيث لا يوجد في صورة□عدنية ولكن يوجد النيتروجين كغاز□الهواء والتى تصل نسبته الى78 %□ن□كونات الهواء ولكن النبات لا يستطيع تثبيت النيتروجين وتقوم الكائنات الدقيقة نيا□ة عنه□ذلك الدور

أشكال النتروجين المتاحة للنبات :

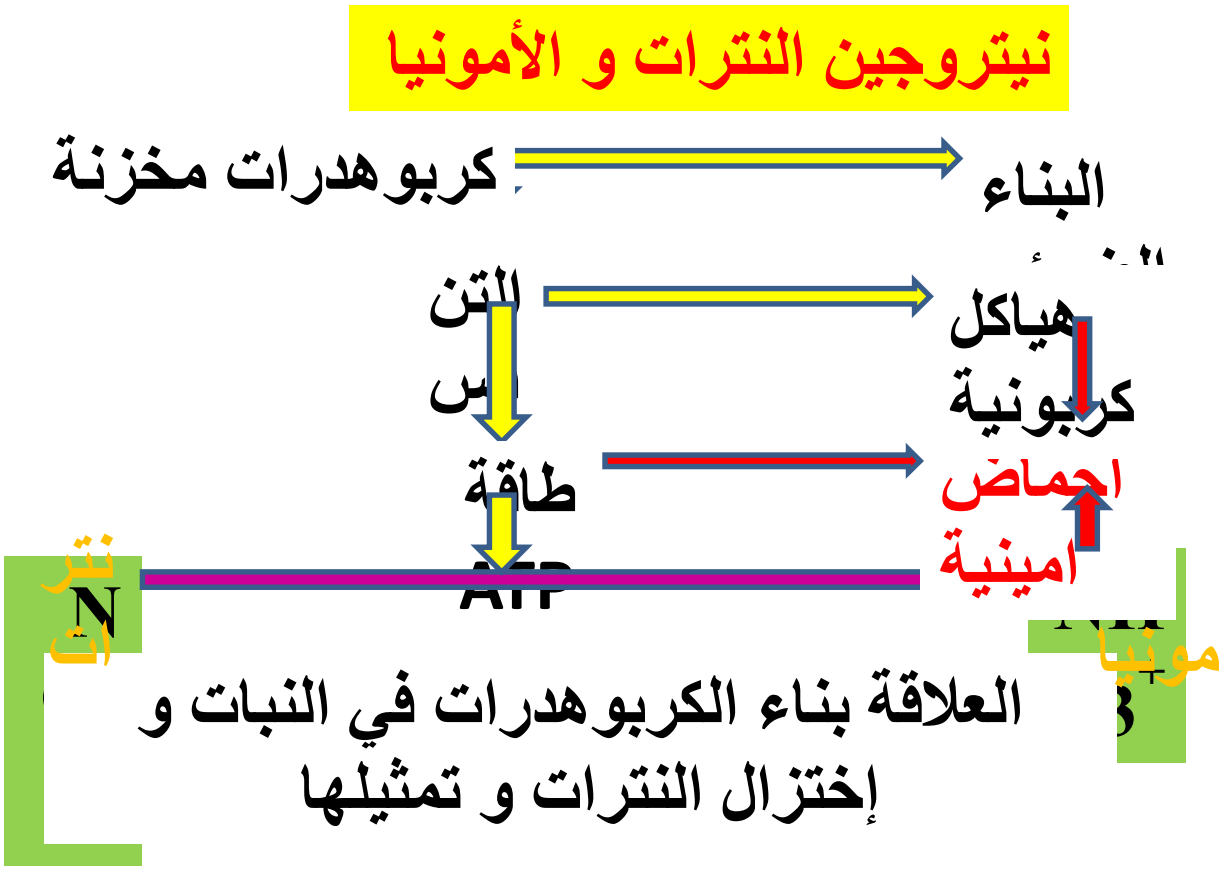
- **نيتروجين العضوى**

1. **نيتروجين موجو□ في النترات NO_3^-**
2. **نيتروجين موجو□ في الأمونيا NH_3^{-3}**

- **نيتروجين الجزيئى N_2**

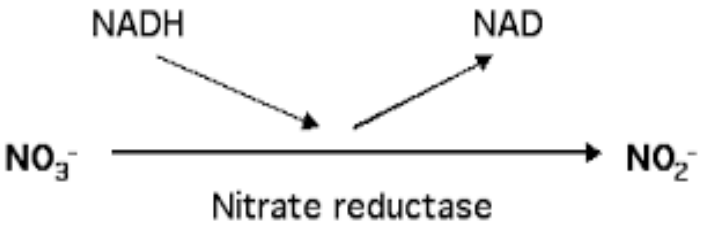
غالبية النباتات تنتفع□الأ□كال الثلاثة للنتروجين النترات، الأ□ونيا، نيتروجين ا لعضوي ويقتصر الإنتفاع نيتروجين الجزيئي N_2إلا على فئة قليلة□نها ، ***Azotobacter vinelandii*** ، **clostridium** ، **botulinum nostoc** ، **anabaena** ، **جذور البقوليات**

يتروجين النترات و الأمونيا

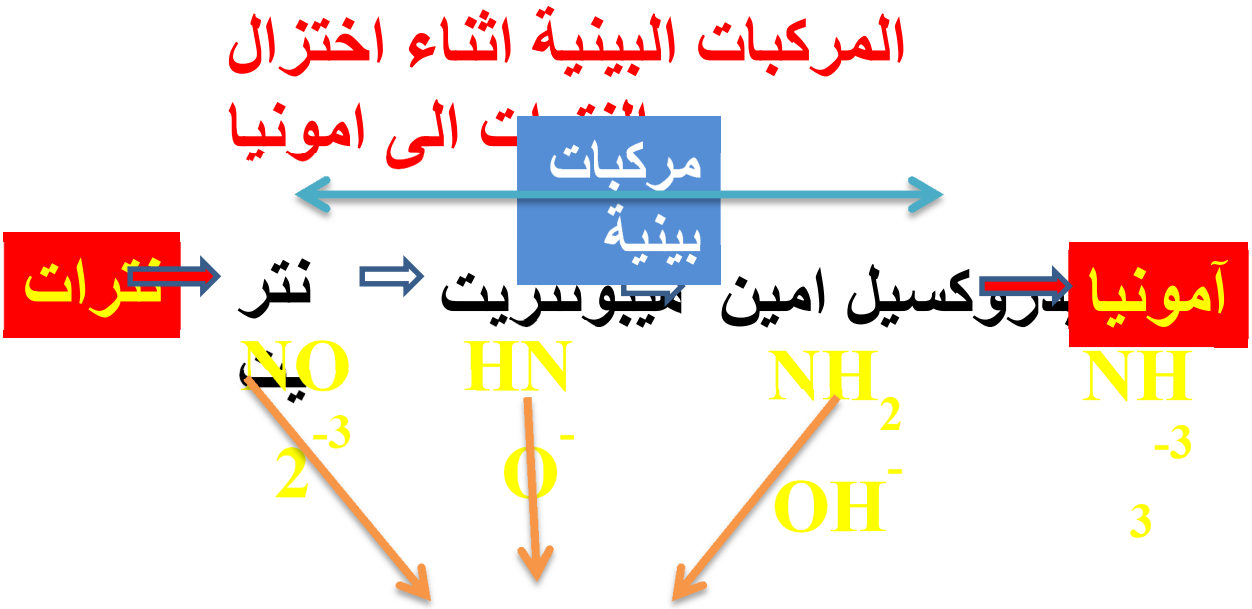


اولاً : اختزال النترات Nitrate reduction

يقوم النبات بامتصاص النيتروجين على صورة نترات ولا يكون استعماله الا بعد اختزالة الى الامونيا قبل اتحادها لتكوين المركبات النيتروجينية تحت تأثير انزيم nitrate reductase تم عزله لأول مرة في نبات الفول الصويا soyabean



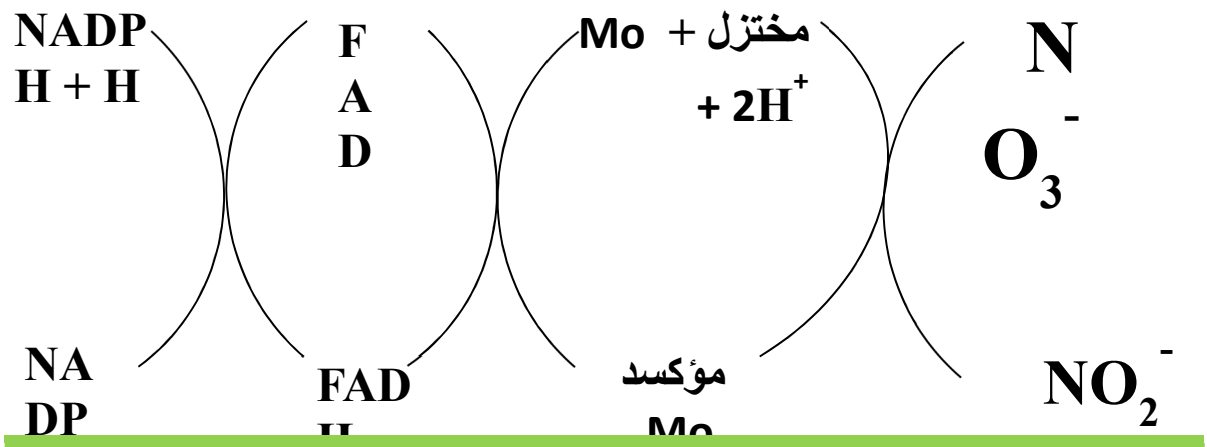
Cytosol of root or shoot cells



سريعة التحول و سريعة الإختفاء لا تدخل في التحول الغذائي

وصف انزيم nitrate reductase

تحتوي هذه المنظومة على pyridine nucleotide (NADP , NADPH) و يكون واهب للإلكترونات كما يحتوي على flavine dinucleotide (FAD, FADH) و عنصر الموليبدان Mo وصفه نشط



تعاقب نقل الإلكترونات اثناء إختزال النترات بمساعدة انريم nitrate reductase

تستخدم اليوريا سواء عن طريق التر□ة أو عن طريق رش المجموع الخضري□محاليل تحتوي على اليوريا

<u>مكاناية مزج اليوريا بغيره من الأسمدة</u>

- **<u>يمكن مزج اليوريا مع سلفات البوتاس</u>**
- **<u>لايمكن مزج اليوريا مع سما□ نترات الأمونيوم</u>**
- **<u>يمكن مزج اليوريا مع السوبر فوسفا</u>**

$$NH_2CONH_2 + H^+ + 2H_2O \xrightarrow{\text{Urease}} 2NH_4^+ + HCO_3^-$$

<u>النتروجين الجزيئي</u>

- **<u>التثبيت الفيزيائى</u>**

وهى عملية فيزيائية تنتج عن التاثير المؤين للبرق على غاز N2الذى يتحول الى نترات No3والتى □دورها تتساقط□ع الا□طار على التر□ة والمياه السطحية

- **التثبيت الحيوى**

واسطة البكتريا والطحالب المثبتة للنتروجين والمتواجدة فى الماء والتر ة حيث يتم تحويل النتروجين الجوى الخا ل الى ركبات تستطيع النباتات الاسفادة نها ثل الا ونيا والنترات التى تعد اهم صدر لنيتروجين للنبات لسهولة ا تصاصها

التثبيت الحيوى

يمكن تقسيم طرق التثبيت الحيوى للنيتروجين إلى :

- **التثبيت التكافلى للنيتروجين**

حيث تقوم ه عض الكائنات الأرضية الدقيقة و نها كتريا تخصصة تكافلية

- **التثبيت غير التكافلى للنيتروجن**

تقوم ه كائنات حرة المعيشة فى الأرض الزراعية أى غير تكافلية

العوامل التى تؤثر على معدل تثبيت النيتروجين حيوياً أهمها :

- ❖ رقم الـ pH حيث تقل كفاءة التثبيت كلما انخفض رقم pH الأرض الزراعية ويرجع ذلك لأن كتيريا الريزو يم حساسة للحموضة
- ❖ حتوى الأرض ن النيتروجين حيث يقل عدل التثبيت كلما زاد حتوى الأرض ن النيتروجين الميسر
- ❖ يزداد عدل التثبيت كلما توافر فى الأرض كمية لائمة ن عناصر P Ca , K فى صورة يسرة
- ❖ تعتبر عناصر الموليبدن والكو لت ضرورية لكل أنواع البكتيريا المثبتة للنيتروجين ، حيث يزداد عدل التثبيت زيادة حتوى الأرض ن هذه العناصر.
- ❖ تلعب الحالة الغذائية للنباتات البقولية دوراً ها اً فى قدار كمية النيتروجين المثبتة ، حيث يزداد عدل التثبيت كلما زاد عدل التمثيل الضوئى فى النبات

التثبيت غير التكافلى للنيتروجن Non symbiotic N- Fixation

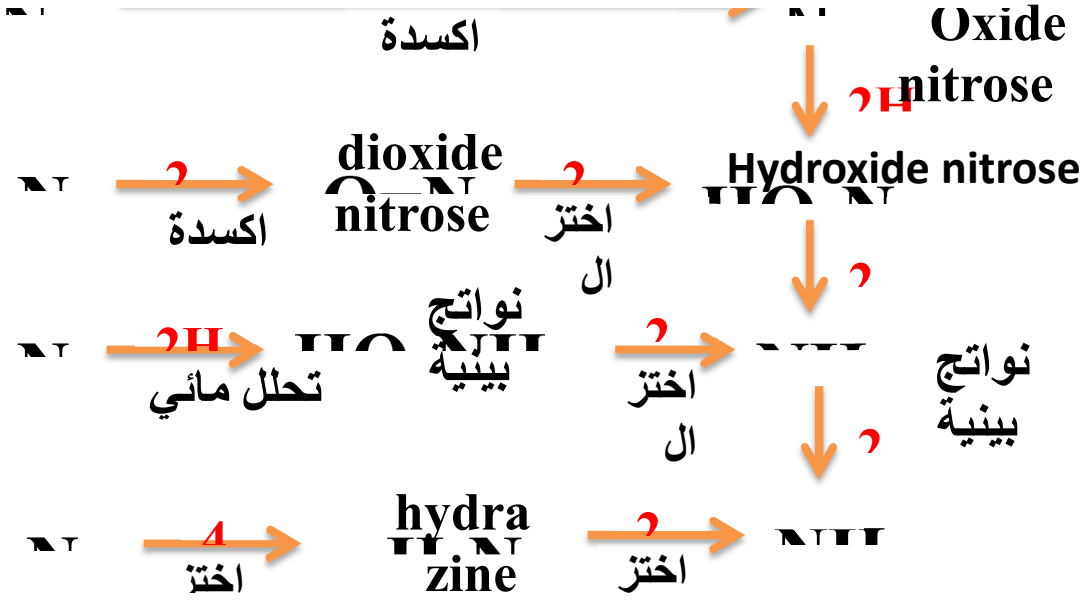
اكتشف العالم ***Clostridium pastorinium*** **: 1894winogradsky**

كما اكتشف *Azotobacter chroococcum* : Beljerinck 1901

ومنذ ذالك الوقت تم اكتشاف العديد من انواع البكتريا المثبتة للنتروجين كلها من نوع Azotobacter

مسار تثبيت اللاتكافلي

اشار Webster ان تثبيت النتروجين اللاتكافلي يمكن ان يكون اكسدة او اختزال او تحلل مائي



هذه النواتج البينية المتكونة سرعان ماتختزل بالكامل الى مستوى الأمونيا قبل ان تدخل في منظومة التحول الغذائي

بعض الكائنات الأرضية الدقيقة توجد في التربة تنهار بكتريا تخصصة تكافلية Symbiosis

في عيشتها داخل العقد الجذرية للعديد ن النباتات البقولية. كذلك الموجودة فى جذور كثير ن النباتات العشبية أو جذور بعض الأشجار و ن هذه الكائنات الأرضية الدقيقة

- **بكتيريا من جنس Rhizobium sp و التى تعيش تكافلياً مع جذور النباتات البقولية**
- **بكتيريا خيطية مثل Actenomycete والتى تعيش فى جذور نباتات غير بقولية مثل لكازورينا Casuarina والحور Alder**
- **الطحالب الخضراء المزرقة blue-green algae تستطيع أن تُقيم علاقة تكافلية مع بعض الفطريات مثلا الفطريات و الأشنيات**

التثبيت التكافلي لنيتروجين Symbiotic N2 Fixation

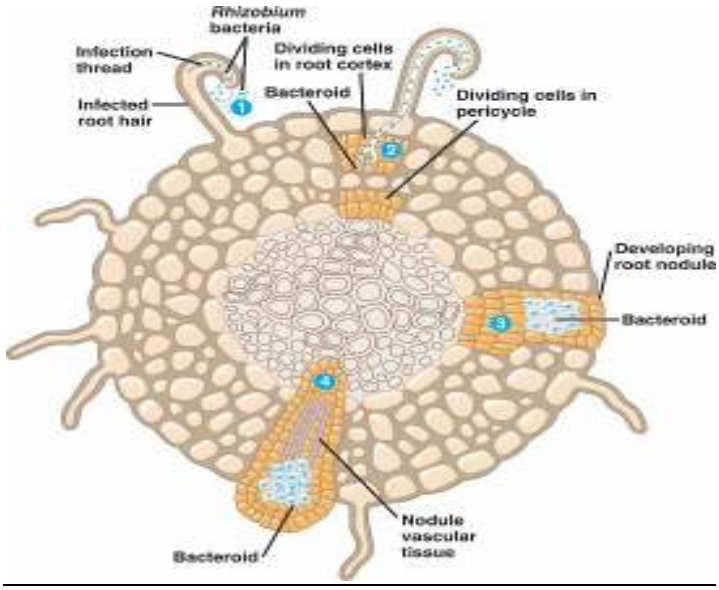
- يجري هذا التثبيت ع كتريا التربة ن جنس Rhizobium لا يستطيع اي ن الكائنين تثبيت النتروجين نفردا
- يكون الموقع الفعلي لتثبيت النتروجين في العقد الجذرية nodules التي تتكون على جذور البقوليات

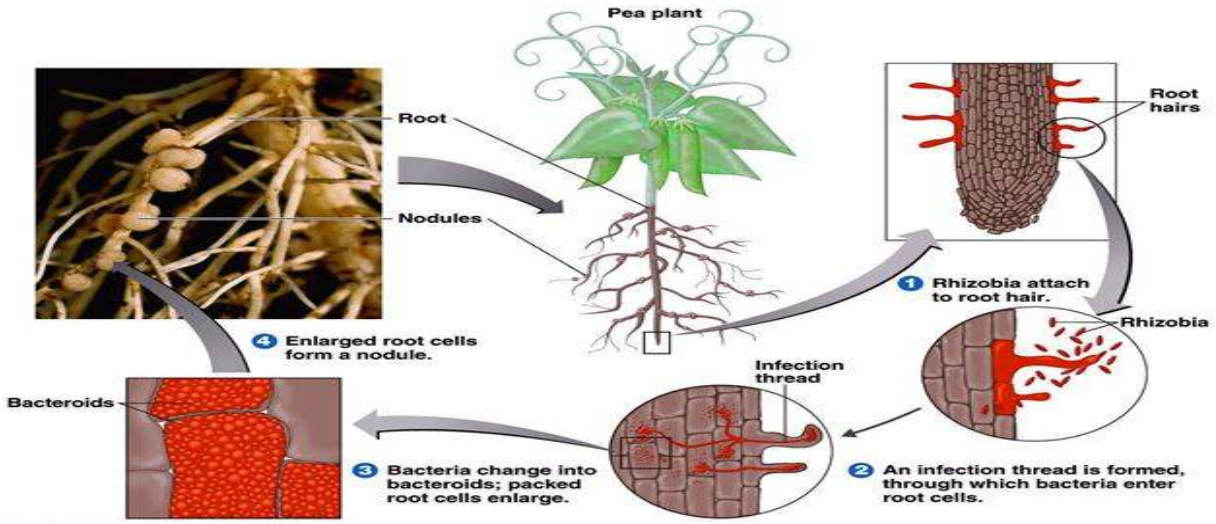
التثبيت التكافلي لنيتروجين Symbiotic N2 Fixation

- **تكون العقد الجذرية**

سبب إحداث الإصابة

- افراز جذر البقول□واد□شجعة لنمو البكتريا (flavonoid)
- غزو البكتريا الشعيرات الجذرية المقطوعة
- احداث اصا□ة عبر نسيج القشرة الى المنطقة الملاصقة للقشرة الداخلية





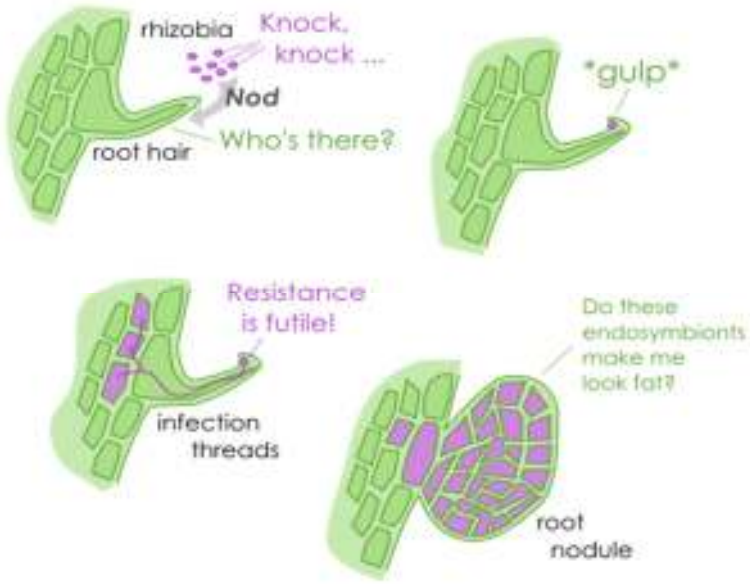
- **<u>مراحل تكون العقدة الجذرية</u>**

✓ اتقسام خلايا□نطقة الاصا□ة انقسا□ا هائلا

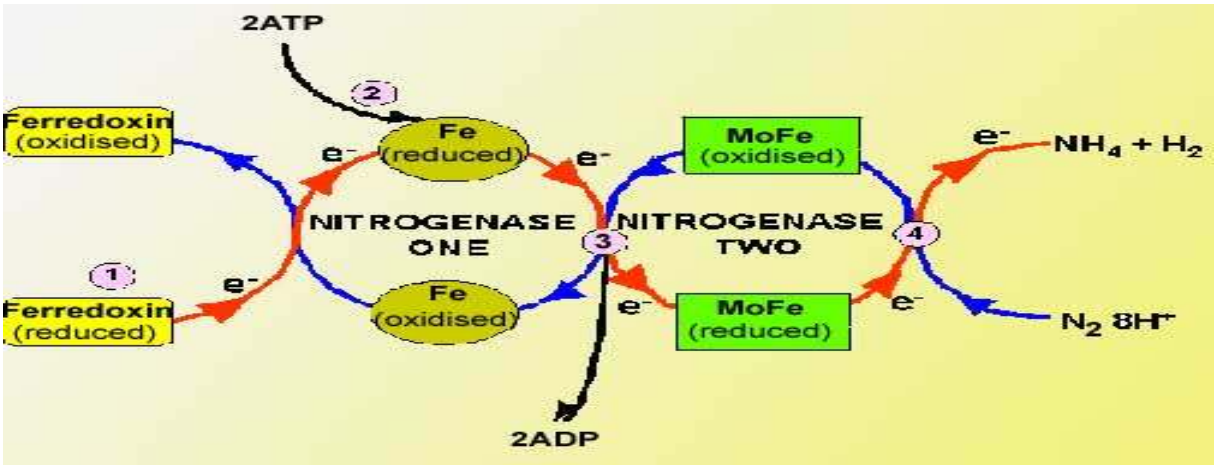
✓ يتضاعف عدد كرو□وزو□ات خلايا□نطقة الاصا□ة□قارنة□الخلايا الأخرى

✓ وجود صبغة حمراء تعرف□- Leghemoglobine

✓ لا توجد هذه الصبغة اذا□ا استنبتا□نفصلين



- **<u>الكمياء الحيوية لتثبيت التكافلي للنتروجين</u>**



- **شروط التثبيت**
- توفر الحديد
- توفر الكوبالت
- توفر المولبدان
- توفر Leghemoglobine

نقل النتروجين المثبت الى نبات البقول

- **الفرضية الأولى**

إما ان يحدث تحلل لخلايا البكتريا محررة بذلك مركبات نتروجينية قليلة الذوبان في سيتوبلازم خلية الجذر

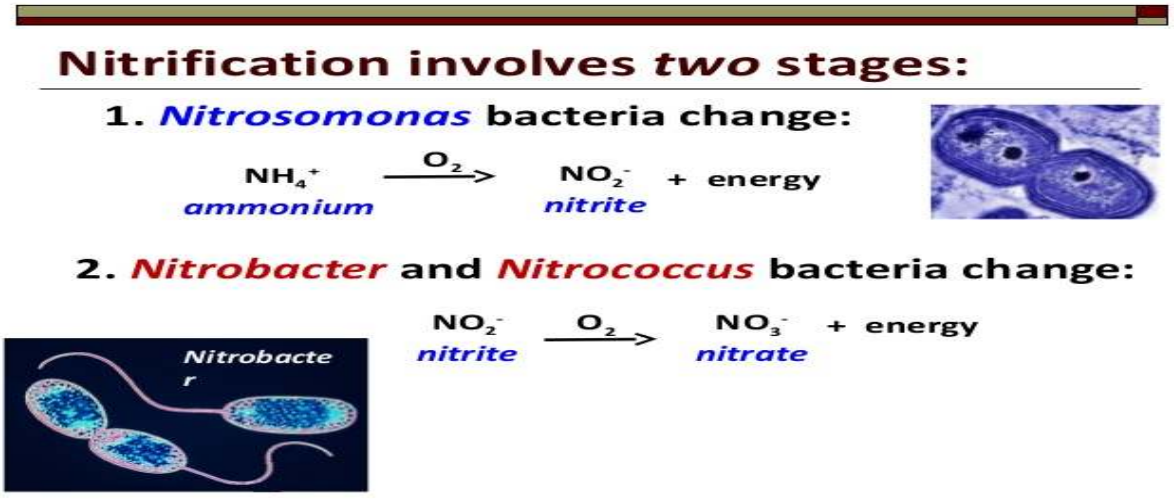
- **الفرضية الثانية**

أو أن تفرز خلايا البكتريا نواتج نتروجينية قابلة للذوبان في سيتوبلازم خلية الجذر

احتمال تحقق النظريتين معا

النتروجين القابل للتحول في التربة

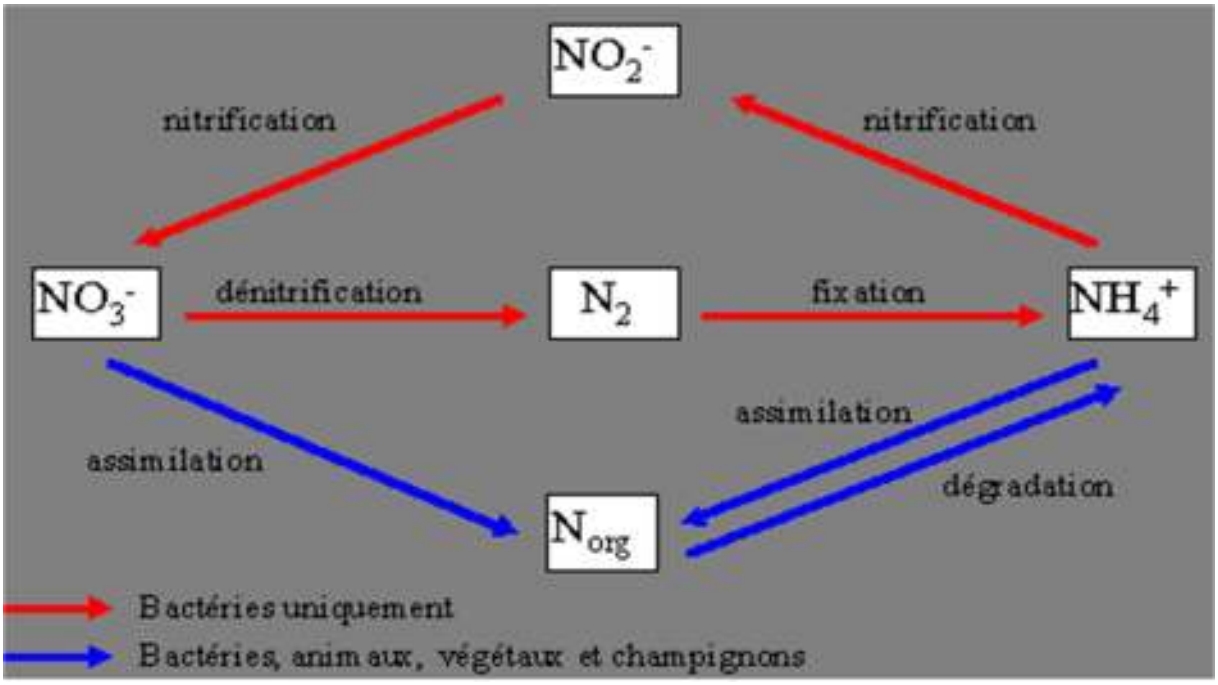
- **La nitrification**



ذاتية التغذية تتطلب فقط مواد عضوية تشبه النباتات خضراء مع وجود فارق هو أن الطاقة اللازمة لها تتزود بها من أكسدة الامونيا أو النترات بدلا من الطاقة الضوئية

- **<u>La dénitrification</u>**

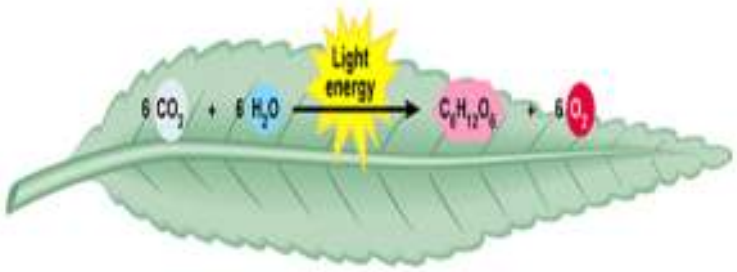
هي عملية تتم فعل الميكروبات الهوائية تخصصة نتيجة نقص الأكسيجين في الأرض فيتم نزع الأكسيجين للنترات NO_3 هذه العملية لا تتم فقط في التربة بل يمكن أن تتم في البرك و في المياه الجوفية او تحلل المادة العضوية و حتى في الأنبوب الهضمي للحيوانات و للكائنات الدقيقة (دائيات النواة



Chapter 4: carbon nutrition- التغذية الكربونية -4

التمثيل الضوئي La Photosyntheses

كلمة PHOTO تعني ان النباتات الخضراء تستهل الطاقة الضوئية لكي تنموا وتتطور وكلمة Synthéseتعني ان النباتات الخضراء □ن□واد□سيطة توجد في□يئتها□ن H_2O و CO_2 تستطيع ان تمثل□ركبات عضوية□عقدة□ثل جزيئة السكر $C_6H_{12}O_6$



تعريف :

- العملية التي تبنى فيها الخلايا النباتية الخضراء□واد كر□وهيد راتية □عينة□ن ثاني أكسيد الكر□ون والماء في وجود الطاقة الضوئية وفيها يتصاعد الأوكسجين كناتج ثانوي
- ويمكن تعريف البناء الضوئي أيضا□أنه : عملية تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تستغل في□ناء المواد الكر□وهيد ا رتية + CO2الموجود في الجو.

كيف لنا أن نعرف ان النباتات الخضرا ء تصنع السكريات من الماء و ثاني اكسيد الكربون و الطاقة الشمسية

أجيب عن هذا السؤال بهذه التجربة

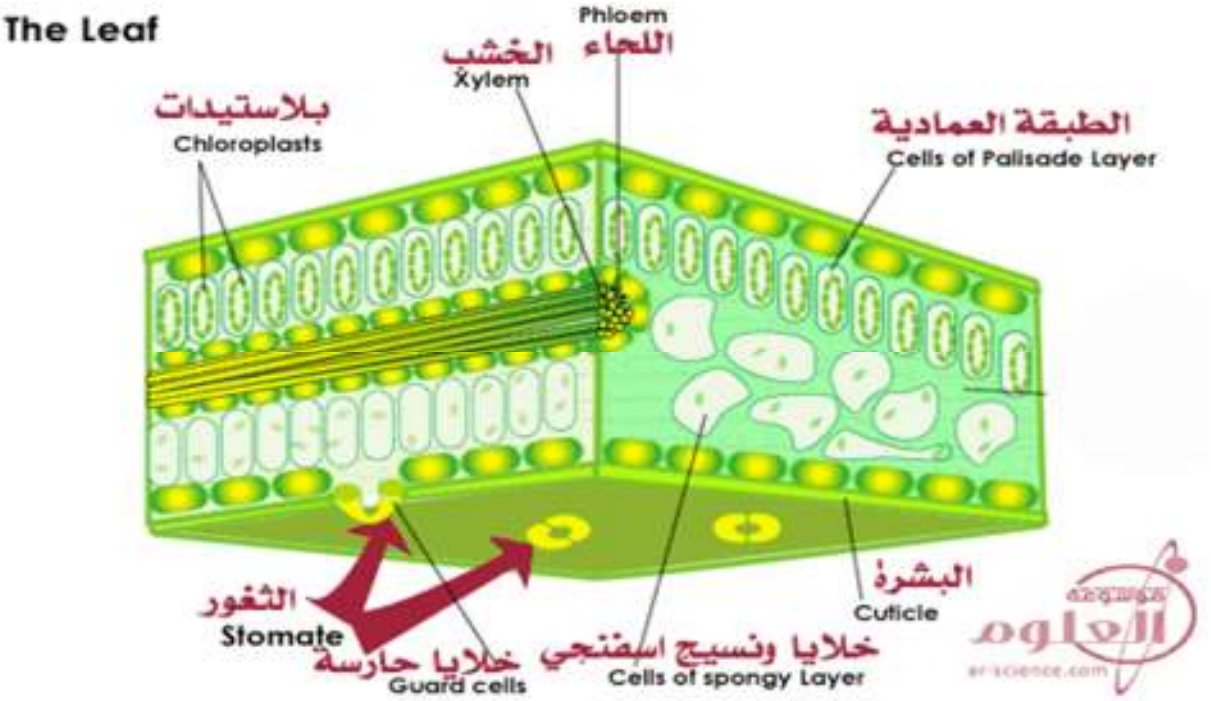
Jan Baptista van Helmontسنة 1648 زرع فرع□ن نبات الصفصاف وزنه 5غ في اصيص□ه 200كلغ□ن التر□ة و□عد 4 سنوات وصل وزن الشجيرة الى 169كلغ في حين□قي وزن التر□ة قريب□ن 200كلغ

خصائص النباتات الخضراء

- ❖ تعد النباتات الكائنات الحية التي تستطيع استعمال ضوء الشمس لتحوله إلى طاقه كيميائي□خزونه □شكل (ATP)□ركب غني□الطاقة
- ❖ تعد النباتات الكائنات الحية التي□إ□كانها أن تستثمر المواد البسيطة غير العضوية المتواجدة في □حيطها□كونة□نها□واد عضوية □عقدة
- ❖ تعد النباتات المصدر الأساس لجميع أنواع الغذاء .

موقع إتمام البناء الضوئي

مقطع عرضي للورقة



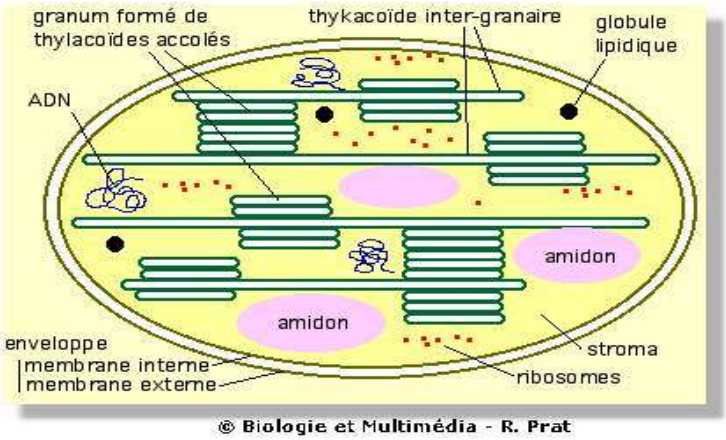
نسيج الميزوفيل يتكون من الخلايا النباتية وجود بين طبقتي البشرة في ورقة النبات بين طبقة البشرة العلوية وبين طبقة البشرة السفلية تتم فيه عملية البناء الضوئي

نوعان من أنسجة الميزوفيل

1. **طبقة الخلايا العمادية :** وهي طبقة من الخلايا المتطاولة و المتراصة بها بلاستيدات خضراء كثيفة
2. **طبقة الخلايا الإسفنجية :** وهي طبقة من الخلايا المتباينة بها مسافات بينية و بلاستيدات قليلة

البلاستيدات الخضر Chloroplasts

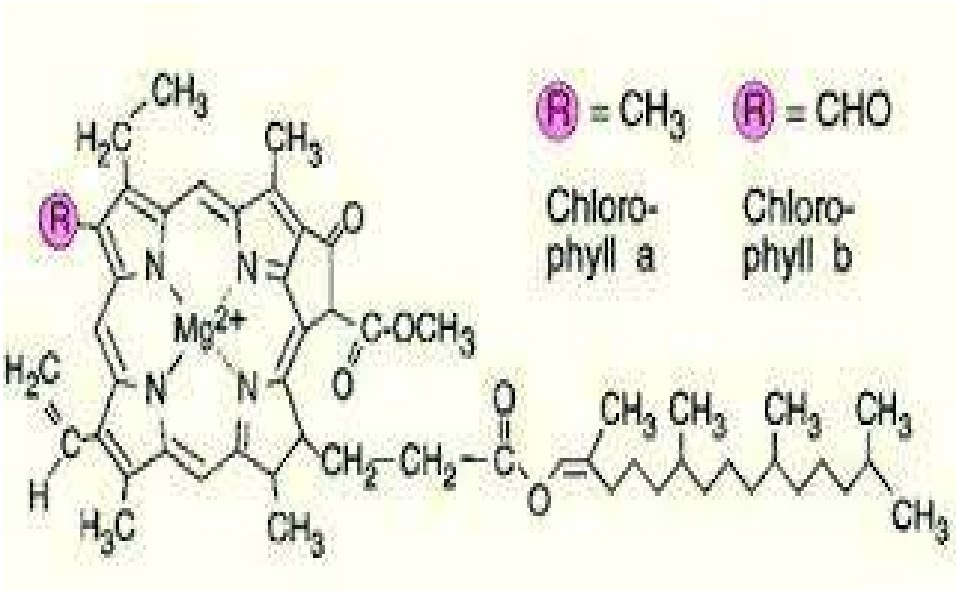
- احد مكونات الخلية النباتية الحية و هي لا تنشأ ذاتيا بل تنشأ من البلاستيدات الاولية و تعد مركز عملية البناء الضوئي ففيها تنتظم جزيئات اليخضور و الصبغات الأخرى المساعدة وعدادها يتراوح بين 20 - 100 بلاستيدة لكل خلية على حالة التركيب الضوئي .
- جسيمات محاطة بغشاء سيتوبلازمي مزدوج يحوي داخلة سائل Stroma وبها صفائح تعرف بال Grana تسمي كل واحدة من تلك الصفائح باسم Granum يوجد كل بلاستيدة 60 جرانا ويتم تحول الطاقة الضوئية إلي طاقة كيميائية في Grana حيث تحتوي على الصبغات والأنزيمات الخاصة بعملية التمثيل الضوئي



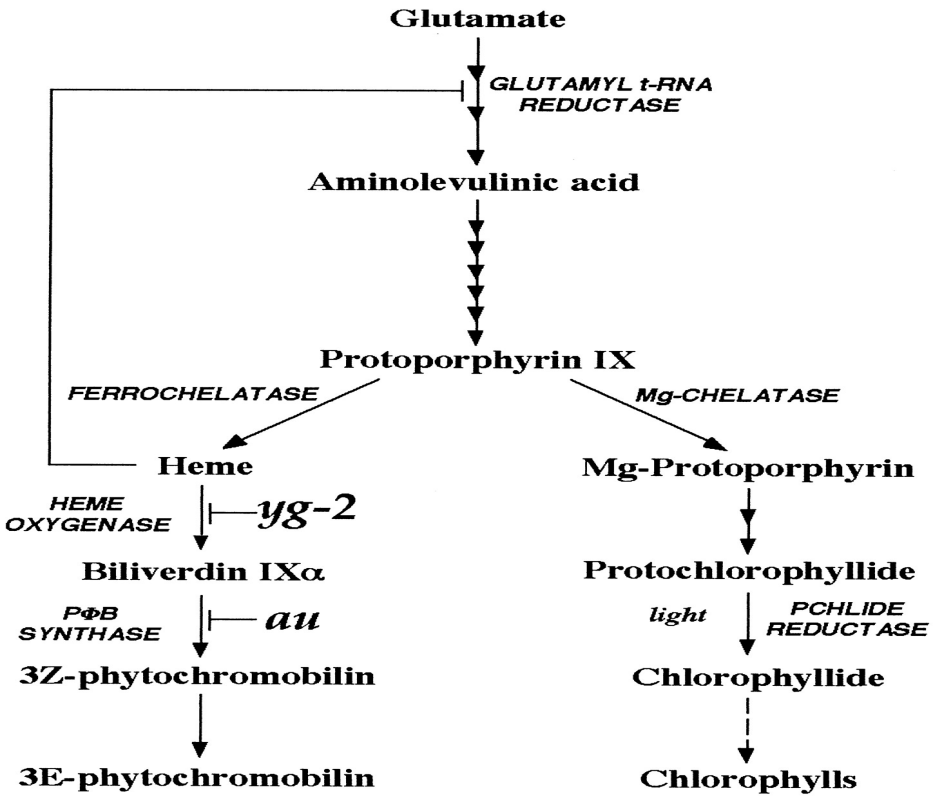
الكلوروفيل

يوجد في الخلية النباتية نسبة 10 % عبارة عن صبغات ن عقد البرفرين و المغنسيوم Mg سؤول على إعطاء اللون الأخضر للنبات لا يذوب في الماء و لكن يذوب في المذيبات العضوية ن خصائصه ايلي :

- احتوائه على قطبين احدهما كاره للماء و تمثله السلسلة الكر ونية الطويلة
- الآخر حب للماء و تمثله نواة ر اعية و هي البيرول حاطة نواة كونة ن ذرة **Mg**



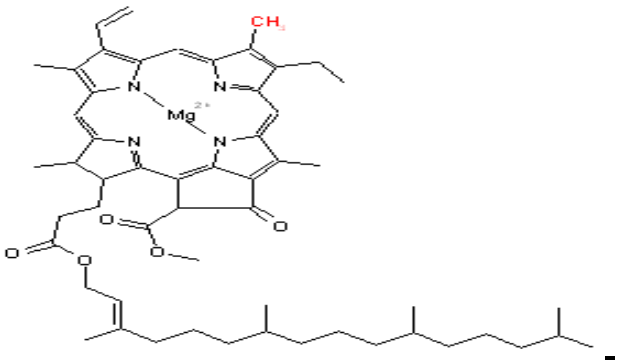
تخليق الكلوروفيل



انواع الكلوروفيل

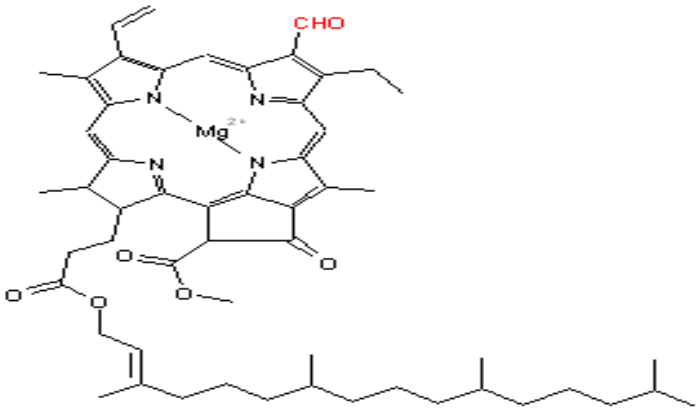
❖ **كلوروفيل a chlorophylle**: يتميز لون الأخضر المزرق يوجد كل أجهزة التمثيل الضوئي المنتجة للكلوروفيل يحتوي على جموعة CH_3 في الموقع 3 لنواة البيرول يمتص الأ عة الضوئي على طول وجة قدرها 660 نانو تر

$C_{55}H_{72}MgN_4O_5$



❖ **كلوروفيل chlorophylle b :** يتميز اللون الأخضر المصفر يوجد في أوراق النباتات الراقية و الطحالب الخضراء يحتوي على مجموعة CHO في الموقع 3 لنواة البيرول يمتص الأشعة الضوئي على طول موجة قدرها 643 نانومتر

$C_{55}H_{70}MgN_4O_6$



الصبغات المساعدة :

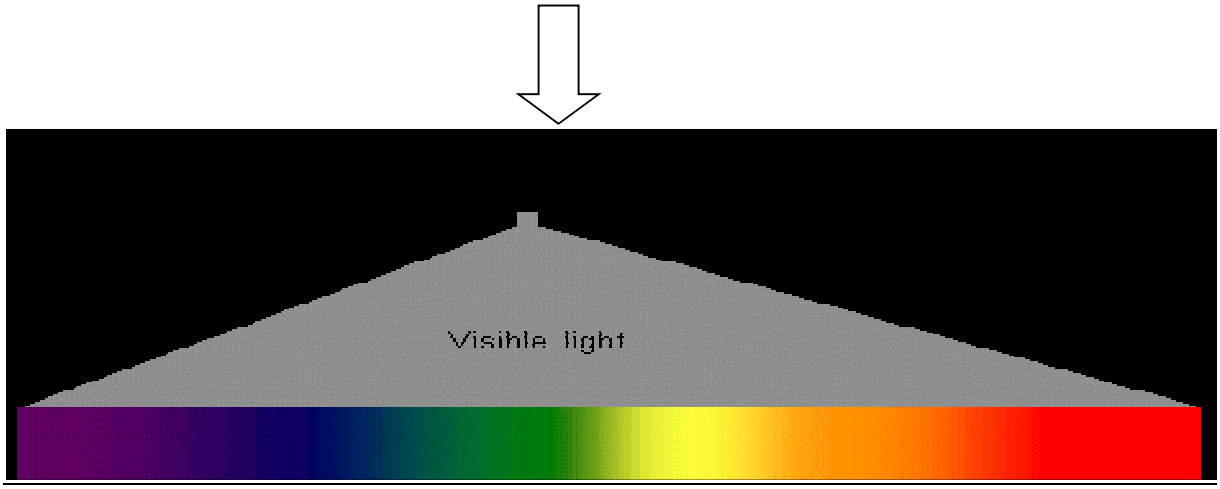
❖ **lycopène** تعتبر من tétraterpène عائلة caroténoïdes و التحديد carotènes فهي صبغة قاتلة للذكران توجد خاصة في الطماطم

❖ **Le carotène** يعتبر من terpène و هو صبغة مرتقالية اللون مهمة في البناء الضوئي توجد خاصة في الجزر

❖ **zéaxanthine** هي صبغة من عائلة xanthophylles التي تعطي الون الأصفر الى الذرى

علاقة التمثيل الضوئي بالأشعة الضوئية

الإضاءة هي أشعة كهرومغناطسية مرئية تدركها العين البشرية فهو مرتبط من أطوال موجة يتراوح بين 390-760 نانومتر محاطة مناطق الأشعة الفوق بنفسجية ذات اطوال موجة قصيرة و مناطق من الأشعة التحت الحمراء ذات أطوال موجة طويلة. **الإضاءة تتوسط هاتين المنطقتين**

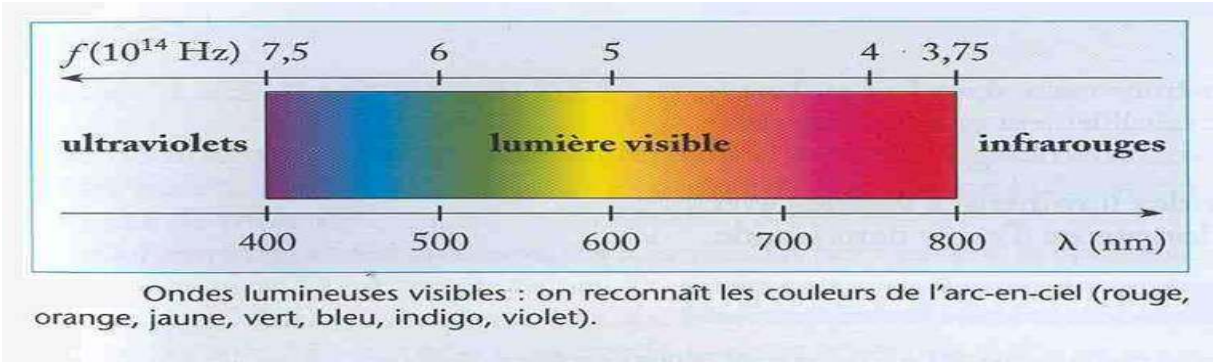


الإضاءة تتكون□ن حركات اهتزازية غير ثا□تة□تعاكسة□ع سرعتها أي كلما كان طول الموجة قصير كانت طاقته كبيرة و العكس **وحدتها هي الفتون photonاو quanta**

الإضاء الفعالة :

النباتات لها تجهيزات المعروفة□المستقبلات الضوئية photorécepteur الا و هي الصبغات التي تمتص □عض الأ□عة و لا تسمح□مرور البعض الأخر فالأ□عة الممتصة تتطور و تتحول الى كمياء ضوئية فجزيئة الكلوروفيل يكون إ□تصاصها كما يلي :

- **امتصاص كثيف** : **الأحمر** الفاتح 640-675 نانو□تر الأزرق 430-470نانو□تر
- **امتصاص ضعيف :** الأخضر 470-560 نانو□تر الأحمر القاتم 675-760نانو□تر

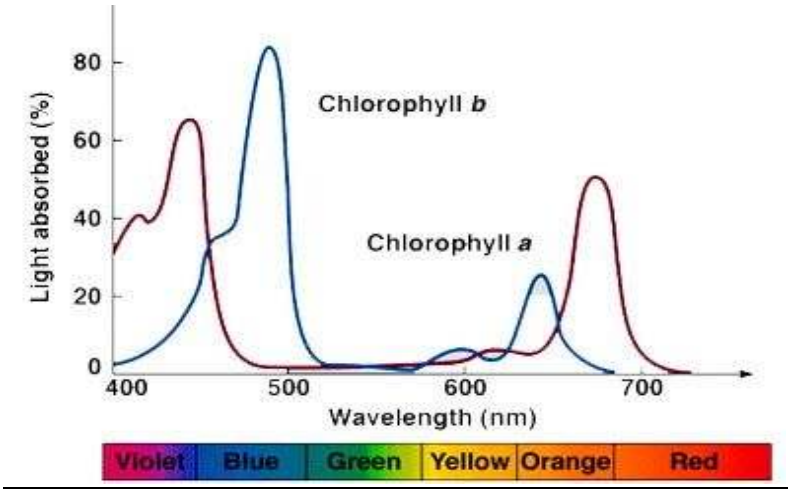


Ondes lumineuses visibles : on reconnaît les couleurs de l'arc-en-ciel (rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet).

طيف الأمتصاص :

إن الأ□عة الضوئية لا تكون ذات فاعلية إلاإذا تم إ□تصاصها□واسطة الصبغات المستقبلة التي□دورها تحدد □ناطق الطيف التي تدخل في سياق البناء الضوئي

- **مر□و□ية الأشعة تتعلق بطيف تفاعلها**
- **نشاط التمثيل يتعلق بطول موجة هذه الأشعة**
- **فهي العلاقة بين عد□ الفتونات الممتصة و عد□ ذرات الأكسجين المنطلقة**



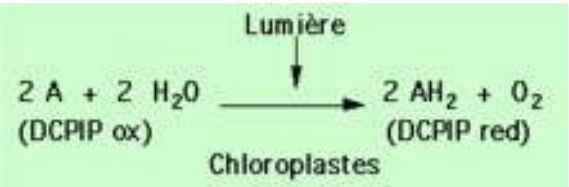
تفاعل Hill:

تجربة:

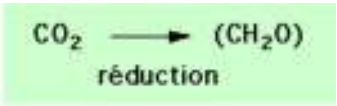
- تقطيع اوراق السبانخ و طحنها في هاون ثم رحها عبر ورق الترشيح ن خلال القمع
- يضاف DCPIP إلى مستخلص البلاستيدات الخضراء يتحول إلى اللون الأزرق
- يتم وضع أنبوب في الظلام يبقى المحلول الأزرق.
- يتم وضع أنبوب في ضوء فإن المحلول يصبح عديم اللون

ملاحظة :

(2,6dichlorophenolindolphenol)لون هذه الصبغة صورتها المؤكسدة هو ازرق, بينما تكون عديمة اللون صورتها المختزلة. الإكان تعقب اختفاء لون ال- DCPIP في عينة ضاءة تحوي كلورو لاستيدات ستخلصة. اختفاء اللون (اختزال ال DCPIP) دليل على حدوث تفاعل هيل. اختفاء اللون يفحص عن طريق استخدام قياس الضوء الطيفي (سبكتروفوتو يتر)



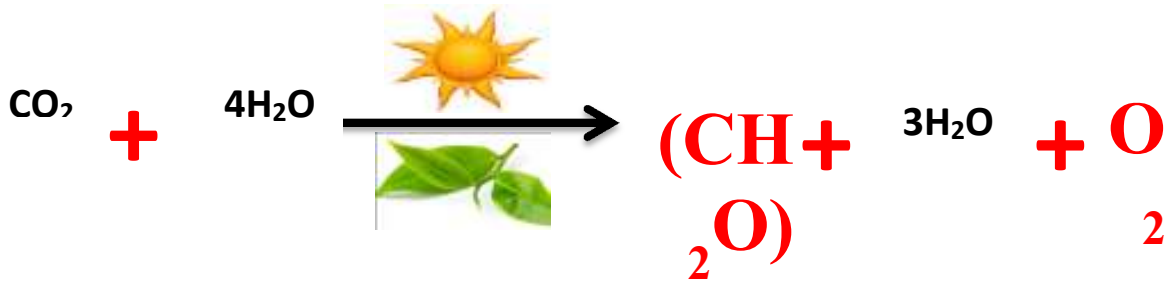
تم اثبات هذه الفكرة ن قبل العالم HILL 1937 الذي عزل الكلورو لاست الخضراء و عد ان عرضها للضوء و اضاف اليها لاح الحديد انطلق نها O_2 و سمي تفاعل HILL



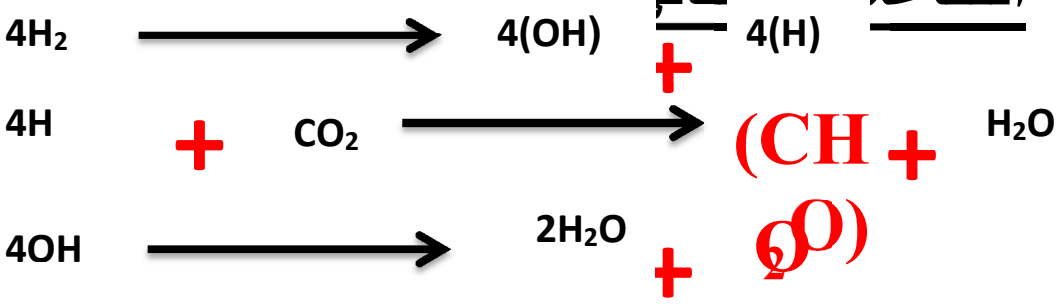
التمثيل الضوئي

- رحلة الضوء وفيها يختزل NADP الى NADPH و يصحبه انتاج جزئ ATP و تسمى الفسفرة الضوئية
- رحلة الظلام و هي رحلة انزيمية و فيها يختزل CO_2 لإنتاج السكر و ذالك إستعمال $NADPH_2$ و ATP

أصل (منشأ)الأكسجين في التمثيل الضوئي



هذه المعادلة هى مجموعة ثلاث مراحل من التفاعلات كالتالى :

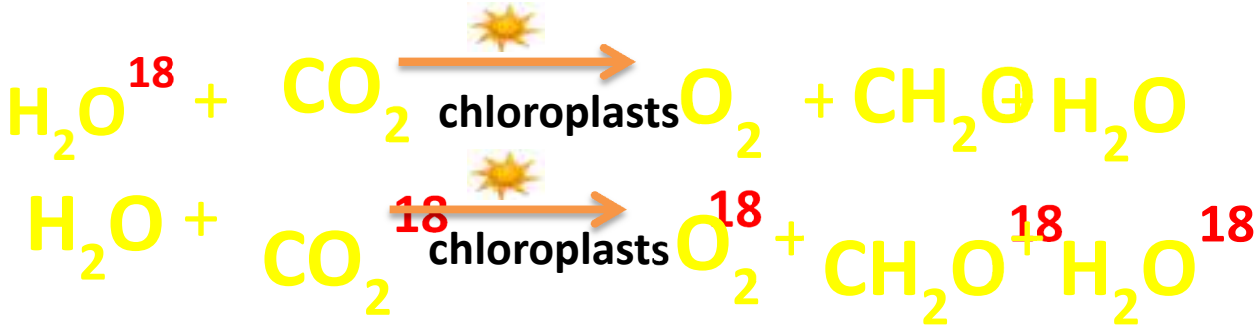


من هنا يتبين ان الأكسجين O_2 الناتج من الماء الضوئى مصدره الماء H_2O و ليس CO_2

❖ ~~اثبت كل من Ruben and Kamen سنة 1941 أن O_2 مصدره الماء H_2O و ليس CO_2~~

❖ استخدام النظائر isotopes اثبت أن الماء هو المصدر الوحيد للأوكسجين المنبعث(المتصاعد) فى عملية التمثيل الضوئى وذلك باستخدام الأوكسجين الثقيل O^{18} فمثلا إذا أنجزت العملية فى وجود H_2O^{18} فإن الأوكسجين المتصاعد يكون من النوع الثقيل O^{18}

❖ أما إذا أنجزت العملية فى وجود الماء العادي H_2O و CO_2^{18} فإن الأوكسجين المنبعث يكون من النوع العادي



توجد عدة نقاط مهمة على التمثيل الضوئي هي :

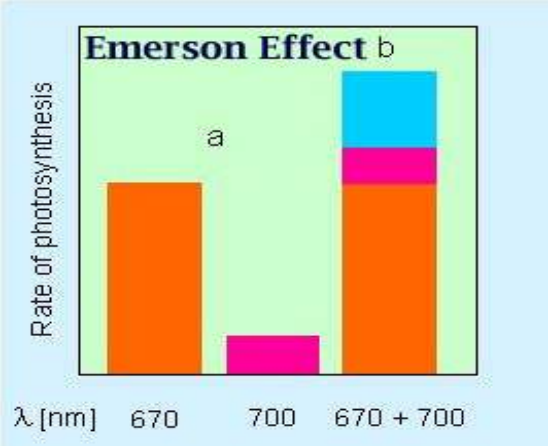
❖ يكون مصدر O_2 المنبعث(المتصاعد)فى التمثيل الضوئي هو الماء وليس (CO_2)

❖ لا يعتمد تمثيل (CO_2)الفعلي على الضوء المقصود تثبيت (CO_2)أي تفاعلات الظلام

❖ تكون وظيفة التفاعلات الكيموضوئية هو إمداد الطاقة اللازمة لنقل اليدروجين اللازم للخطوات الاختزلية فى تمثيل CO_2

تأثير Emerson:

لاحظ العلم Emerson ان الضوء الممتص بالصبغة من الكلوروفيل a تكون اقل فاعلية في البناء الضوئي عن ذالك الضوء الممتص بواسطة الصبغات الإضافية ثم ينتقل بعد ذالك إلى الكلوروفيل a لاحظ ايضا انخفاضا ملحوضا في الناتج الكمي للأكسجين عند أطوال موجة تزيد عن nm680 و هي مساحة في الطيف تحتلها الحزمة الحمراء بين أيضا ان كفاءة البناء الضوئي الذي إنخفض عند اطوال موجة تزيد عن nm680 يمكن أستعادتهما بإستخدام طول موجة أقصر من ذالك و بشكل مزامن استنتج ان تأثير الجمع بين الحزمتين الضوئيتين على معدل البناء الضوئي يزيد عن مجموع تأثير كل منهما على حدى و اطلق على هذه الزيادة تأثر Emerson



اكد Emerson ان ا لبناء الضوئي يتطلب التعاون بين عمليتين كيماويتين ضوئيتين

❖ **تأثر اطوال الموجة الضوئية الأقل من nm680 في كلا العمليتين**
❖ **الموجات الأطول من nm680 تؤثر في عملية واحدة**

يشا ر اليهم بمنظومة الصبغات

❖ Photosysteme II (PSII)
❖ Photosysteme I (PSI)

1-Photosysteme I (PSI)

- **مركز تفاعل centre réactionnel:** يتكون من يبتيدات عديدة مرتبطة 50- جزيئة كلوروفيل وبعض الجزيئلت من الكاروتين بالإضافة الى P700
- **نظام استقبال systeme collective**: يتكون من 3 يبتيدات عديدة ، مرتبطة مع
- كلوروفيل a , b, LHCP , crotene

2- Photosysteme II (PSII)

- **مركز تفاعل centre réactionnel**: معقد ركزي يتكون ن 2 روتين ندج في الغشاء يعرف - D1 , D2 و P700 و جزيئ Pheophytine و carotene و جزئين ن Plastoquinone (Q1, Q2) الإضافة الى وجود ذرة Mn, Ca , Cl المتصلة معقد اكسدة الكمياء الضوئية للماء photolyse
- **نظام استقبال systeme collective :** عقد ن كلوروفيل a ,b رتيط يروتين يعرف 2 LHCP الإضافة الى 50% ن الكلوروفيل الكلي

جزئ كموروفيل ذي تناسق غير ثات درجة كبيرة ويكون فى حالة الإثارة (excited state) ويعود الكموروفيل إلى حالته الأصلية الأولى وفي حالة الخمود (ground state) فى زن قداره 10^{-9} ن الثانية أو أقل.

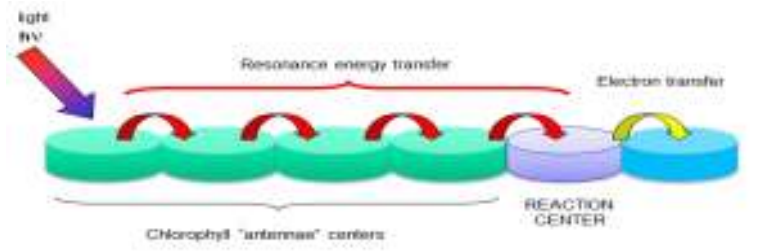
تفاعلات الكمياء الضوئية : حدث البناء الضوئي فعل عمليتين كيماويتين ضوئيتين تقترن كل نهما مجموعة عينة ن الصبغات شار اليها النظام الضوئي الأول و الثاني (PSI و PSII) تفاعلات هاتين المنظو تين يتمان في غشاء الثيلاكود كل نهما له جهاز استقبال و ركز تفاعل

نواقل الإلكترونات :

اهم نواقل الإلكترونات أثناء البناء الضوئي هم كمايلي

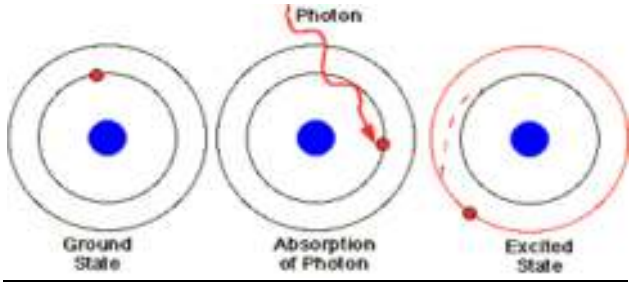
- **السيتوكرومات Cytochrome:** روتين هيمي له حلقة البيرول نواته ذرة حديد له دور في نقل الإلكترونات
- **الفرو كسين Ferridoxine:** عبارة عن روتين كبرت حديدي غير هيمي له دور في نقل الإلكترونات
- **البلاستوكينون Plastoquinone:** ينتمي الى جموعة الكينون يحتوي على فيتا بن K له دور في نقل الإلكترونات
- **البلاستوسيانين Plasticyanine:** روتين يحتوي على ذرة نحاس رتبط أر عة أحماض ا ينية له دور في نقل الإلكترونات

كيف تنتقل الطاقة الضوئية ؟

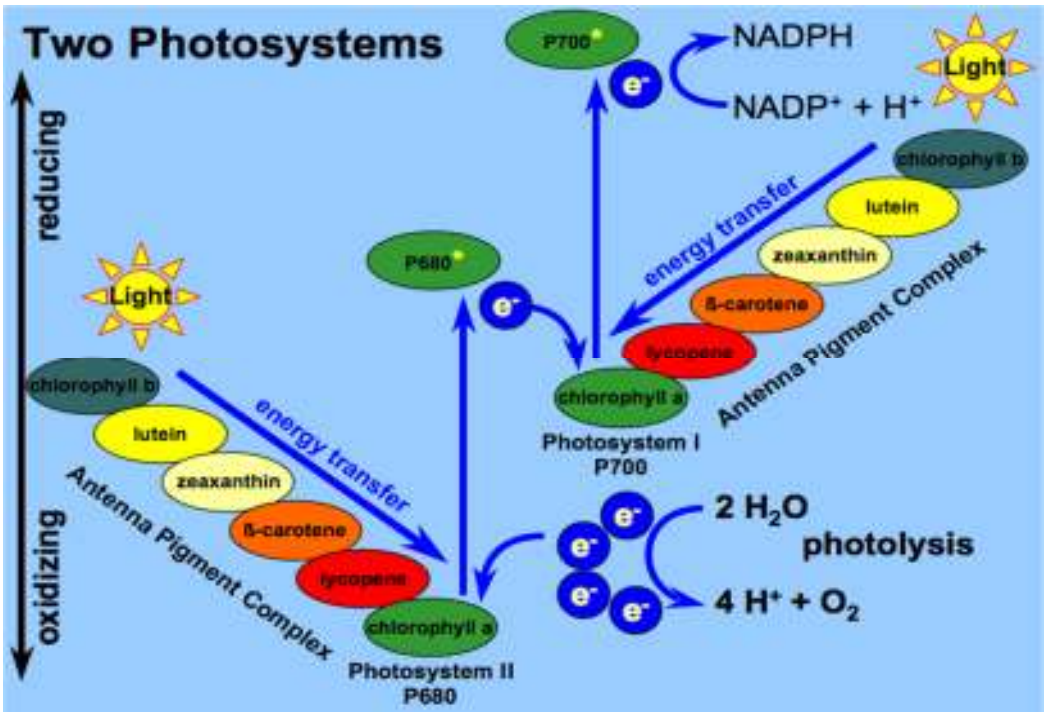


على مستوى الجزيئي

على مستوى الذري



الفسفرة الضوئية :

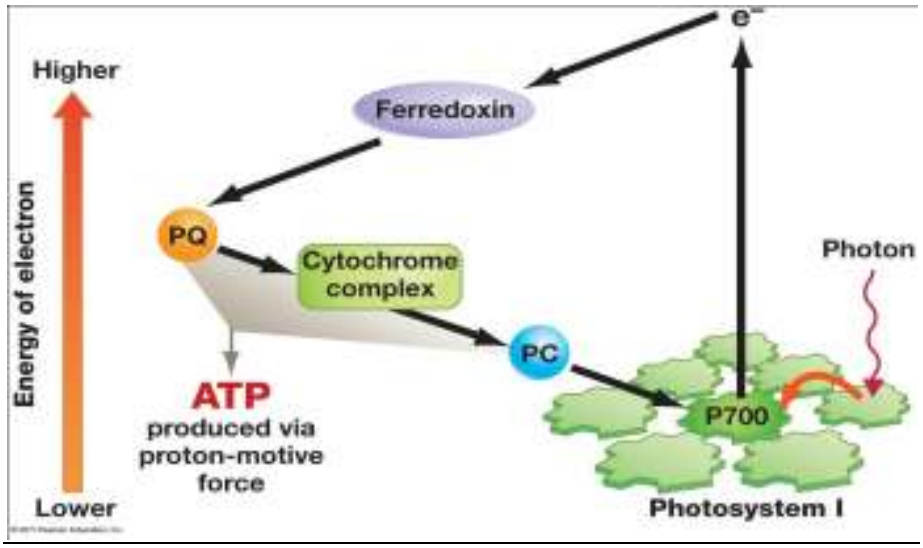


الفسفرة الضوئية اللادورية :

يتطلب سار الإلكترونات ن الماء الى الفردكسين عبر حوا ل شاركة للنظا ين الضوئيين و يكون ن نواتج هذه العملية تخليق الطاقة و يعني هذا ان الطاقة الإلكترون الزائدة التي إكتسبها ن ا تصاصه ن كمية الإضاءة يجري الإنتفاع ه في تخليق رو ط فوسفاتية عالية الطاقة و ان الإلكترونات القا ة ن تحلل الماء يتم نقلها في سار ذو اتجاه واحد يؤدي الى الفردكسين حيث ينتفع ها في إختزال $NADP^+$ و معنى ادق أن سار الإلكترونات ليس دوريا

$$2ADP + 2P + 2NADP + 4H2O \longrightarrow 2ATP + O_2 + 2NADPH_2 + 2H_2O$$

الفسفرة الضوئية الدورية :



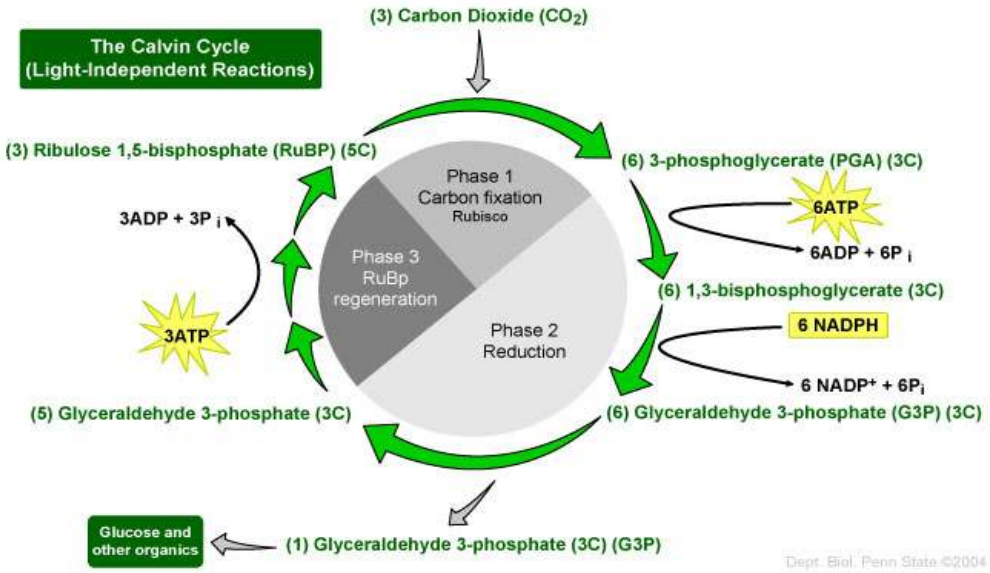
عمليات ورة كالفن

ورة كالفن هي إحدى الدورات الحيوية المهمة في عملية تثبيت الطاقة خاصة في النباتات ذوات الفلقتين (Dicot plants) وفيها يتم تثبيت الكر ون الموجود في ثاني أكسيد الكر ون لتكوين أول ركب كر وهيدراتي ثلاث يمكن فصله يسمى 3-فوسفوغليسيرات

- وفيها يتم استغلال الطاقة سا قة التخزين في التفاعلات الضوئية في عملات الطاقة ن جزيئات (ATP و NADPH)
- دأ ذلك اتحاد ثاني أكسيد الكر ون (CO_2) ع ريبوليز ثنائي وسفات وإنتاج ركب وسطي يتفكك تلقائيا إلى جزيئتي حمض فوسفوغليسيرك ويتوسط هذه الخطوة أنزيم ريبيولوز ثنيائي الفوسفات كار وكسيلاز.
- يمكن استخدام (PGAL) لتخليق الجزيئات العضوية ثل الجلوكوز (Glucose) ويتحول (NADPH) إلى $NADP^+$
- كما يتحول (ATP) إلى ADP

تفاعل الظلام :

هذا التفاعل الكيميائي لا يتطلب وجود الضوء ويعرف تفاعل الظلام وقد أتضح أن تفكك الماء هو الجزء ن عملية البناء الضوئي الذي يتطلب وجود الضوء أ ا اختزال ثاني أكسيد الكر ون وتحويله إلى ادة كر وايد ا رتية فيكون الجزء ن عملية البناء الذي لا يتطلب وجود الضوء



العوامل التي تؤثر في التمثيل الضوئي:

العوامل الداخلية:

- ✓ تركيب الورقة : ويشمل سمك القشيرة والبشرة، وجود الأوبار على سطحها، تركيب النسيج المتوسط، وضع الجسيمات في الخلايا ,حجم المسام وتوزعها.
- ✓ نواتج التمثيل الضوئي : عندما يزداد تركيز نواتج التمثيل الضوئي في الخلايا الخضراء يقل معدل العملية وخاصة إذا كان انتقال تلك النواتج بطيئا.
- ✓ حالة المادة الحية البروتوبلازم والانزيمات وخاصة جفاف البروتوبلاسم واضطراب عمل الانزيمات.

العوامل الخارجية:

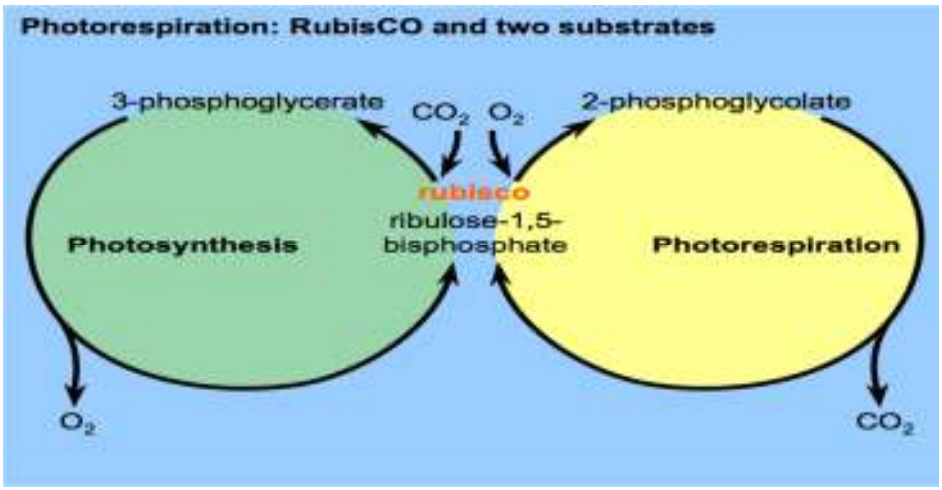
تشمل العوامل الخارجية : الحرارة، الضوء وشدته، تركيز ثنائي أكسيد الكربون، الماء، العناصر المعدنية. وكل عامل يؤثر بعملية التمثيل الضوئي ويتأثر بالعوامل الأخرى.

التنفس الضوئي La photorespiration:

يحدث التنفس فى عضويات صغيرة تعرف بالميتاكوندريا هى مثابة بيت الطاقة حيث تحتوى على انزيمات التنفس وهى أجسام محاطة بوحدتين غشائيتين يضمان داخلهما الحشوة و أنزيمات دورة كربس وتركيبات عديدة من نواتج التفاعلات الأنزيمية والسيتوكرومات ويلاحظ كثافة الميتوكوندريا في الخلايا النشطة مثل

الخلايا الميرستيمية حيث تسود بها الميتوكوندريا . ونظرا لاحتواء الميتوكوندريا علي DNA فان لها القدرة علي الانقسام دون الأعتماد علي النواة .

آليتي البناء الضوئي والتنفس مترابطتان ومتممتان لبعضهما

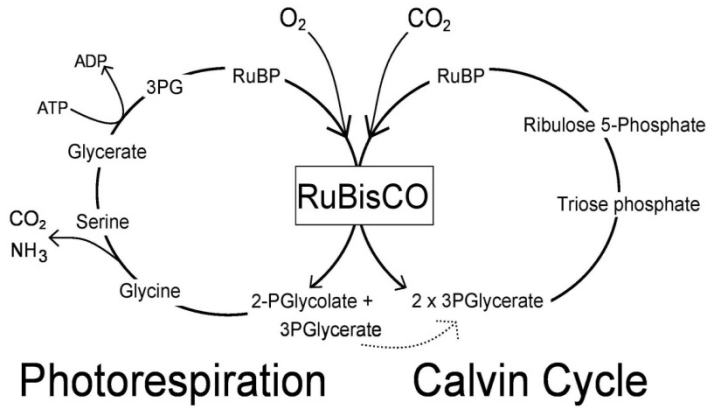


معادلة البناء الضوئي

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

معادلة التنفس الخلوي

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 6O_2 + 6H_2O + \text{طاقة}\ (38\ ATP)$$



نواتج حلقة كربس , $ATP, NADH, FADH_2$ وفي حلقة كالفن يتم إستخدام ATP,NADH

العوامل المؤثرة على معدل التنفس:

- ✓ **لاكسجين:** يختلف دي الضرر باختلاف نوع النبات أو النسيج وعمره ومدة التعرض لهذة الظروف البيئية ويرجع حدوث هذه الأضرار الي العديد من العوامل ومنها نقص الطاقة
- ✓ **الحرارة :** تعتبر تأثيرات الحرارة علي معدل التنفس راجعه للعديد من العوامل المتداخلة وعموما يمكن القول ان زيادة الحرارة يزيد من سرعة عملية التنفس درجة لحوظة
- ✓ **تركيز ثاني اكسيد الكربون:** زيادة تركيز CO_2 بالخلايا يقل أو يبطل عمل الانزيمات الخاصة بنزع جزيئات CO_2 من المركبات الكربوهيدراتية وغيرها decarboxylases
- ✓ **العناصر الغذائية:** أغلب الانزيمات المتحكمه فى هذه التفاعلات يلزم لها مساعدات انزيمية من بعض العناصر المعدنية مثل Mn ، Mg، Cl، Fe وغيرها . فالمغنسيوم يلزم لتفاعلات الفسفرة وتفاعل نزع CO2 بينما البوتاسيوم يعمل كمساعد انزيمي في تفاعل انتاج حمض البيروفيك في حين ان الحديد يقوم بنفس العمل في تفاعل تحول حمض الستريك الي الايزوستريك في التنفس الهوائي ل ويقوم المنجنيز كعامل مساعد للانزيم المتحكم في انتاج حمض الاوكسال سكسينيك
- ✓ **الضوء :** عتبر الضوء من العوامل المؤثرة تأثيرا بالرا أو غير بالر علي التنفس فالضوء يزيد من حرارة الانسجة مما يؤدي الي زيادة عملية التنفس كما وان ارتفاع الكثافة الضوئية يشجع عملية البناء الضوئي وبالتالي تزداد تركيزات السكريات الناتجة واللازمة كمادة تفاعل لعلملية التنفس
- ✓ **رجة تبلل الانسجة:** كلما ارتفعت درجة رطوبة الأنسجة كلما ارتفع معدل التنفس عادة يرجع ذلك اساسا لزيادة احتياج الانزيمات الي محتويات مائية مرتفعة

أ. شوقي سعيدة