وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى – كلية الزراعة
قسم وقسم وقاية النبات
المرحلة الثانية

المادة : فسلجة نبات
درس المادة : د. محمود ثامرالجياشي
رقم المحاضرة الاولى
العام الدراسي 2021-2020

المحاضرة النظري

المحاضرة الاولى:مدخل لدراسة علم فسيولوجيا النبات

فسيولوجيا النبات: – Plant Physiology

هو العلم الذي يدرس كيفية قيام النبات بوظائفه الحيوية، ويشمل فهم عمليات النمو والأيض والتكاثر .يعود تاريخ هذا العلم الى تاريخ اكتشاف الخلية النباتية الذي يعود للباحث Robert Hookeعام 1665 ، وفي القرن التاسع عشر درست عملية امتصاص وانتقال المواد الأولية والماء في النبات، وفي عام 1894 بين Dixon و Joly نظرية الشد المتماسك ودور النتح في صعود الماء والمذابات الى قمة النبات، ووصف Hartig عام 1837 الأنسجة اللحائية من الناحية التشريحية والفسيولوجية، وشخص Wilhelm عام 1880 الخلايا المرافقة و دورها الفسيولوجي في النقل اللحائي، واكتشف العالم Kreb تفاعلات التنفس الهوائي داخل المايتوكوندريا عام 1947 ، اما عملية البناء الضوئي ودور الضوء والصبغات فقد ابتدأ البحث منذُ بدايات القرن الثامن عشر ولازال مستمراً لحد اليوم، لاحظ Priestly عام 1771 تحرر الأوكسجين من النباتات، و درس Engelmann عام 1888 دور اليخضور Chlorophyll في عملية البناء الضوئي، واكتشف Blackman عام 1905 تفاعلات الضوء والظلام، وغيرهم من الباحثين الذين اسهموا في كشف الكثير من الحقائق العلمية في مجال علم فسيولوجيا النبات لحد الأن.

العلاقات المائية للنباتاتPlant water Relations

تجري داخل البروتوبلازم التفاعلات الحيوية في وسط مائي بنسبة % 91 إلى أكثر من % 81 وهي نسبة الماء في البروتوبلازم، والمعروف أن الحياة لا يمكن أن توجد دون وجود الماء.

الماء وخصائصه :

1.يكون الجزء الاكبر من البروتوبلازم 80-90% وزنا

2.يشترك بشكل مباشر او غير مباشر في العمميات الحيوية كالتركيب الضوئي

3.مذيب للغازات مثل CO2 و O2

4.واسطة لنقل المواد المعدنية الذائبة والمواد العضوية الغذائية في انسجة النبات

5.يحافظ على الضغط الازموزي

خواص الماء

1. سائل في درجات الحرارة الأعتيادية الملائمة للحياة على العكس من المركبات ذات الأوزان الجزيئية المقاربة.

2.الحرارة الكامنة للتبخر(هي الطاقة اللازمة لتحويل وزن جزيئي غرامي من الماء السائل إلى الى وزن جزيئي غرامي من بخار الماء والتي تبلغ 44 كيلو جول عند25 **س عالية والتوصيل الحراري العالي** تساعد على تبديد الحرارة العالية والحفاظ على النبات .ودرجة الانصهار 6 (جول\وزن جزيئي غرامي) عالية وهي تحمي النبات من خطر الانجماد لحدود معينة.

3 – قوة التماسك والتلاصق عاليتان، مثلاً نجد أن قوة التماسك بين جزيئات الماء هي اكبر من تلاصقها– مع الهواء وهذا يسبب مقاومة الشد العالي للماء الذي يفسر صعود الماء في عناصر الخشب ومقاومتها للقطع، كذلك تلعب ظاهرة التلاصق دور في صعود الماء.

4 – يمتص الضوء بكميات طفيفة عند منطقة الضوء الأحمر ويشتت الأزرق، وهذا يساعد في ثبات– واستقرار الحرارة للنبات ولسطح الكرة الأرضية.

5– اللزوجة العالية(مقاومة السائل لاحتكاك التدفق) وهي تزداد وتنخفض بارتفاع وانخفاض درجة الحرارة بالتتابع.

6- الماء مذيب عام وهو قطبي وذو قابلية على معادلة الجذب الكهربائي بين الجزيئات الذائبة أو الأيونات- عن طريق إحاطة الأيون أو الجزيء بطبقة أو اكثر من جزيئات الماء تسمى غلاف التميؤ الذي يقلل فرصة ارتباط الأيونات لتشكل التركيب البلوري.

علاقة النبات بالماء Plant Water Relationship

1- الانتشار - Diffusion

وهو يمثل الحركة العشوائية غير المنتظمة للدقائق، ويحدث بوجود فرق في الطاقة الحرة(كمية الطاقة الممكنة لأداء شغل)بين نظامين .كمية الطاقة الحرة في الوزن الجزيئي الغرامي للمادة تعرف بمفهوم الجهد الكيميائي الذي يقاس بوحدات الطاقة مثل جول\مول .ويمكن تحويلها الى وحدات الضغط مثل باسكال، ويعتمد الجهد الكيميائي لمادة ما تحت ظروف ثابتة من ضغط وحرارة على الأوزان الجزيئية الغرامية من تلك المادة .وتنتقل المواد المذابة من منطقة الجهد الكيميائي العالي الى المنخفض، وهو صحيح بالنسبة للمذيب الماء مثلاً. العوامل المؤثرة في الانتشار تشمل مقاومة الاحتكاك و التركيز ومساحة المنطقة التي تمر عبرها المادة المنتشرة و الوزن الجزيئي و حجم الذرات المنتشرة ودرجة الحرارة والضغط و نوع وسط الانتشار وقابلية الدقائق المنتشرة للذوبان فيه

2- الأزموزية -Osmosis

هي عملية انتشار الماء عبر اغشية شبة منفذة Semi-permeable membranes أو الأغشية ذات النفاذية الاختيارية Differentially permeable membranes ، الغشاء شبه المنفذ هو الذي يسمح بمرور دقائق المذيب ولا يسمح بمرور دقائق المذاب مثل ورق السيلوفان، لا توجد اغشية تمنع دقائق المذاب من المرور كلها لكن يبقى هناك بعض الدقائق التي تعبر وهذا الحال ينطبق على الأغشية البلازمية الحية مع خصوصية هذه الأغشية في السيطرة على مرور المواد المذابة .عند فصل الماء المقطر عن محلول سكري او ملحي بغشاء شبه منفذ مثل السيلوفان فأن فرق الجهد الكيميائي للمذاب والمذيب سوف يلعب دوراً في التوازن الا ان المذاب لا يستطيع المرور عبر الغشاء سبه المنفذ أي انه

محتجز داخله وعليه يبقى الماء النقي من يملك حرية الحركة وينتقل الى منطقة المحلول لأن جهدة الكيميائي منخفض فيها على العكس من منطقة الماء المقطر وعند دخوله يعلق في

المحلول بسبب جهد الذائبات مما يسبب ضغط ازموزي داخل الغشاء يعمل على رفع مستوى الماء لحد معين يساوي الضغط الناشئ عن عمود الماء.

مفهوم الجهد المائي ومكوناته في الخلية

لتعريف الجهد المائي يجب ان نعرف اولاً الجهد الكيميائي الذي يمثل مقدار الطاقة الحرة في جزيء غرامي من المادة واذا كانت هذة المادة ماء فانه يعرف بالجهد المائي، وبما أن الطاقة الحرة للماء متغيرة حسب محتوى الماء من الذائبات بثبات العوامل الاخرى فإن الجهد المائي يمثل الفرق بين الجهد الكيميائي للماء في محلول ما والجهد الكيميائي للماء النقي عند درجة الحرارة والضغط نفسهما.لاحظ الارتباط بين مفهوم الطاقة الحرة والجهد الكيميائي والجهد المائي، فهم الجهد المائي يعتمد على اساس أن لكل مادة طاقة كامنة في جزيئاتها وتسمى بالطاقة الحرة وتكون أعلى ما يمكن عندما تكون المادة نقية، وهي تتأثر بالعوامل 1–الذائبات 2 –الضغط المسلط 3 درجة الحرارة 4 المواد الغروية

اما الجهد المائي للخلية النباتية فهو يمثل محصلة القوى المؤثرة في الجهد الكيميائي للماء في الخلية.hالخلية النباتية محاطة بجدار صلب نسبياً تام النفاذية يليه غشاء بلازمي اختياري النفاذية وهذا الأخير يحيط بالفجوة كذلك .وصف هذه القوى:

1- الجهد الأزموزي Osmotic potential s – وهو سالب القيمة دائماً، ناتج عن تأثير الذائبات مثل الأملاح والمواد العضوية مثل السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية التي تشكل ايونات وجزيئات بشكل محاليل تخفض الجهد المائي(تجعله أكثر سالبية.)
2- جهد الغرويات اوالجهد الهيكلي او جهد المادة Matric potential m – وهو سالب القيمة دائماً، وناتج عن الغرويات المحبة للماء التي تقيد الماء وبالتالي تنخفض طاقته.
3- جهد الضغط potential Pressure – أو الضغط الانتفاخي Turgor pressure p ، ينتج عن ضغط مكونات الخلية على الغشاء الخلوي ومن ثم الجدار الخلوي ضغط اذا استمر في الزيادة فانه يفجر الخلية ويظهر دور جهد الضغط في كبح هذه القوى والحفاظ على خلايا ممتلئة، وهو موجب القيمة عادةً ويكون سالب القيمة في اوعية الخشب اثناء عملية النتح.

الجهد المائي=الجهد الأزموزي+ جهد الغرويات+ جهد الضغط

$\Psi w=\Psi s+\Psi m+\Psi p$

في الكثير من الحالات تهمل قيمة**Ψm** لان قيمتها منخفضة جداً خصوصا في الخلايا المتقدمة بالعمر ذات الفجوات، كما يصعب التفريق بين المكونات الغروية والأزموزية، لذلك تصبح المعادلة:

$\Psi w=\Psi s+\Psi p$

في حين نجد في البذور ان المواد المخزونة(الغرويات)هي السائدة في الخلية، وان قيم **Ψs و Ψp** لا تؤثرتكثيراً في تحديد الجهد المائي وبالتالي فأن الجهد المائي يتحدد بقوة جذب الغرويات للماء او ما يسمى

بجهد الغرويات، وتصبح المعادلة:

$\Psi w=\Psi m$

إن حركة الماء من محلول التربة الى انسجة الجذر ثم الساق والأوراق تفسر على اساس الفرق في الجهد المائي، أن دخول الماء للخلية النباتية يسبب:

5زيادة الجهد الأزموزي(يصبح اقل سالبية- .) **ب- زيادة جهد الضغط**

2- زيادة الجهد المائي(يصبح اقل سالبية- .)

3-زيادة حجم الخلية بما تسمح به مرونة النسيج- .

عندما تكون الخلية في حالة إجهاد مائي أو بلزمة ابتدائية يكون حجم الخلية اقل ما يمكن لأن الضغط الانتفاخي يساوي صفر $\Psi p=0$

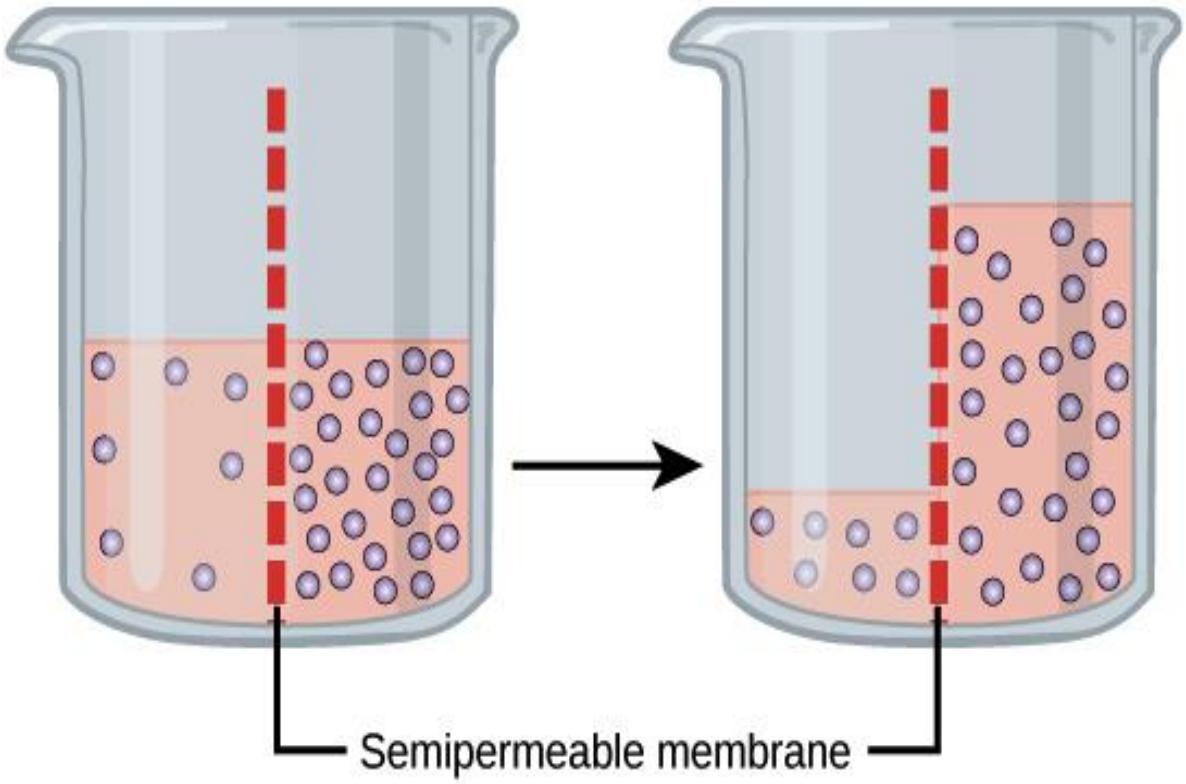
وعليه فإن الجهد المائي للخلية يساوي: $\Psi w=\Psi s$

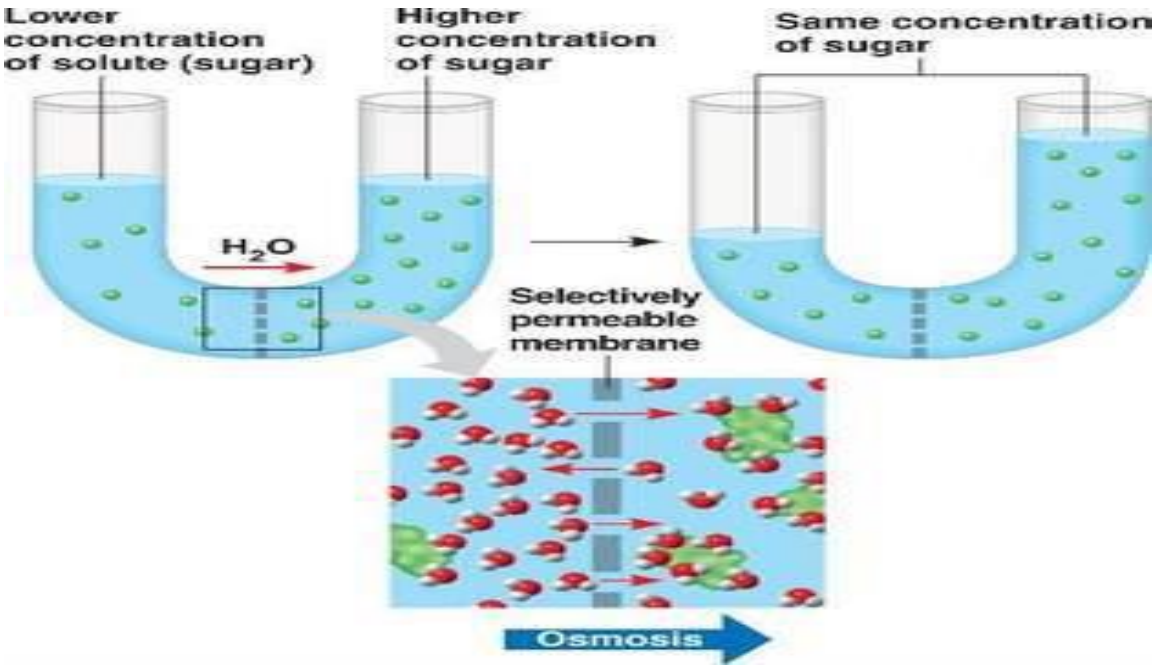
وعند وضع الخلية في ماء مقطر تحدث تغيرات تشمل:

زيادة الجهد المائي بسبب-

أ - زيادة الجهد الأزموزي(يصبح اقل سالبية .) ب زيادة جهد الضغط .

زيادة حجم الخلية ويستمر حتى يتساوى الجهد الأزموزي مع جهد الضغط)**Ψs =Ψp** وتوصف الخلية بأنها ممتلئة تماما.ً


Semipermeable membrane


Lower concentration of solute (sugar)
Higher concentration of sugar
Same concentration of sugar
H_2O
Selectively permeable membrane
Osmosis

التشربImbibition

هو صورة من صور الانتشار ويمثل حركة الماء أو المذيب عند وجود فرق في الجهد المائي بين المادة المشرِبة(الماء)والمادة المتشربة Imbibant دون وجود أغشية .ويحدث التشرب بفعل قوة الادمصاص Adsorption للمذيبات على اسطح الدقائق الغروية ويسبب التشرب ضغطا كبيراً عندة وضع المادة المتشربة في حيز محدود .لحدوث التشرب يجب توفر شرطان اساسيان:

1 – وجود تدرج في الجهد المائي بين المادة المشربة والمادة المتشربة– .

2– وجود الفة او تجاذب بين النظامين، مثلاً تتشرب قطعة الخشب بالماء ولا تتشرب قطعة المطاط ويمكن ان يتشرب المطاط مذيب عضوي مثل الايثر.

في قطعت الخشب الجافة أو البذور لاتوجد محاليل سكرية أو ملحية بل مواد ذات طبيعة غروية مثل السليلوز وحبيبات النشأ، وجهد الضغط غير مهم بسبب عدم عزل المواد المشربة عن المواد المتشربة بأغشية اختيارية النفاذية .تصبح معادلة الجهد المائي للبذور الجافة هي:

$\Psi w=\Psi m$

اين نجد ظاهرة التشرب في النبات؟

عملية تشرب البذور بالماء هي اهم و أول مراحل الإنبات وهي تعطي ضغط يسمى بالضغط التشربيImbibition pressure – وهو اعلى ضغط كامن يمكن أن ينشأ في المادة المتشربة عند وضعها في مذيب نقي(الماء مثلاً) وهذا ضروري لتمزيق قصرة البذرة اثناء الإنبات .يمكن ان تصل قوة الضغط التشربي إلى 81 ميكا باسكال .ترتفع درجة حرارة الماء عند التشرب .لماذا

2 –نقل الماء من الجذر الى الورقة، جزء كبير من العملية يكون عبر تشرب الجدر الخلوية نتيجة للفرق– في الجهد المائي بين انسجة الورقة والساق والجذر نتيجة تأثير عملية النتح.

قياس جهد الغرويات للبذور الجافة

توضع بذور جافة معلومة الوزن في تركيزات متصاعدة من محلول سكري أو ملحي وبعد مدة تستخرج وتجفف سطحياً ويعاد وزنها، فالبذور التي استجرجت من تركيز معين ولم تلاحظ زيادة في وزنها يكون ذلك التركيز مناظراً للجهد المائي للبذور وبالتالي جهد الغرويات.

العوامل المؤثرة في التشرب هي 1:درجة الحرارة تاثير طردي في معدل التشرب من دون التأثير في الكمية الكلية المتشربة– .

2–الجهد الأزموزي للمحلول تأثير عكسي أذ يقل التشرب بزيادة الجهد الأزموزي للمحلول

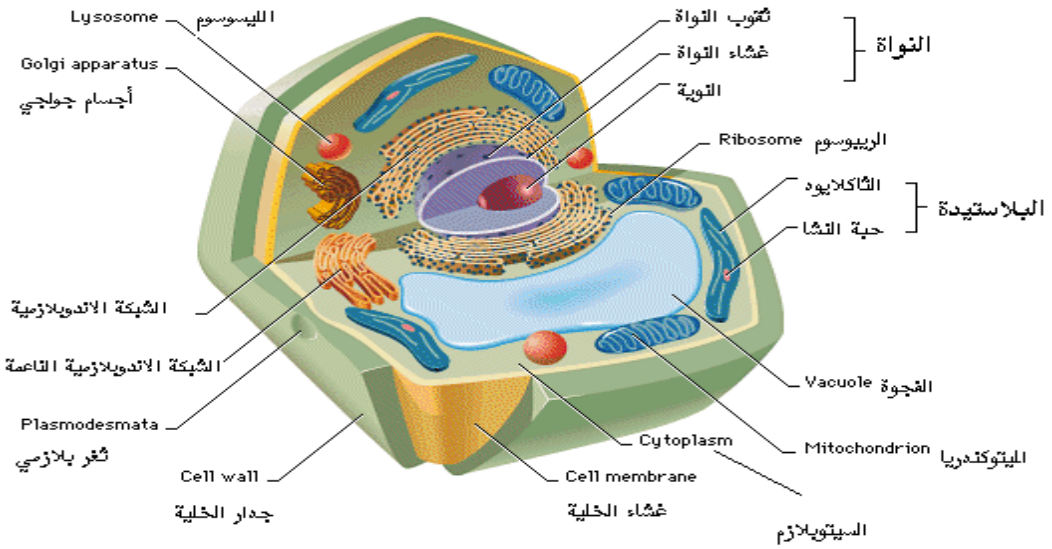
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى – كلية الزراعة
قسم وقسم وقاية النبات
المرحلة الثانية

المادة : فسلجة نبات
درس المادة : د. محمود ثامرالجياشي
رقم المحاضرة الثانية
العام الدراسي 2022-2023
التاريخ / 2022

فسلجة نظري

الخلية النباتية Plant cell

يتكون جسم الكائن الحي من وحدة أو اكثر من الوحدات الدقيقة التي تعرف بالخلايا Cells ويسمى الكائن الحي وحيد الخلية اذا تكون من خلية واحدة وعديد الخلايا اذا تكون من اكثر من خلية واحدة. واول من اكتشف التركيب الخلوي للنبات هو الانكليزي روبرت هوك عام 1665 .ولم يتطور التركيب التفصيلي للخلية الا بعد اختراع المجهر.ويمكن تعريف الخلية بانها وحدة البناء والوظيفة لجسم الكائن الحي .وهناك نوعان من الخلايا هما **الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells** والتي تمتاز بوجود النواة كما تمتاز بوجود الميتاكوندريا والبلاستيدات الخضراء والنوع الثاني يعرف **بالخلايا بدائية النواة Prokaryotic cells** والتي تكون أصغر من الأولى ولا تحتوي على نواة حقيقية



شكل 1 تركيب الخلية النباتية

تتركب الخلية النباتية من جزئين رئيسيين هما

أولا –الجدار الخلويThe cell wall

ويؤدي الوظائف التالية–:

وظائف الجدار الخلوى:

1– تمثل الجدر الخلوية حدودا بين الخلايا ذات الوظائف المختلفة.

2– يحيط بالبروتوبلاست ويحميه ويحدد شكل الخلية واتساعها.

3– يتكون من الجدر الخلوية معا هيكلا مترابطاً يحفظ الشكل العام للنبات وأعضائه.

4– قد تصل بعض الجدر الخلوية إلى أعلى درجات التخصص بحيث يصبح عليها وحدها القيام بوظيفة الخلية مثل الأوعية والقصيبات وهى الوحدات الناقلة للماء والألياف وهى التى تقوم بتدعيم جسم النبات وكلاهما عبارة عن جدر خلوية فقط.

5– تقوم جدر بعض الخلايا بدور هام فى عمليات مثل امتصاص الماء النتح وانتفاخ الثغور.

ويتركب الجدار الخلوي من:

1– الصفيحة الوسطىMiddle lamella

تقع بين الجدر الابتدائية للخلايا المتجاورة وتمثل المادة البينية التي تربط معأ الجدارين الابتدائيين المتجاورين ولهذا فان اذابتها بالمواد الكيميائية يؤدي الى تفكك خلايا الانسجة

تتركب الصفيحة الوسطى بصفة رئيسية من بكتات الكالسيوم والمغنيسيوم وتطهر في حالة غير متبلورة تحت المجهر الالكتلروني وواضحة نظرأ لاختلاف موادها عن بقية اجزار الجدار ولكن عندما تتلكنن فانه يصعب التميز بينها وبين اجراء الجدار الخلوي وتسمى عنددا الصفيحة المركبة Compound middle lamella وتشعمل الصفيحة الوسطى والجدار الابتدائي وجزء من الجدار الثانوي، وتوجد الصفائح المركبة في القصيبات والألياف

2 –الجدار الابتدائيPrimary wal L

عبارة عن طبقة واحدة تتركب أساسا من السليلوز وتختلط به مقادير متفاوتة من أشباه السليولوز والمواد البكتينية ويختلف سمكه من خلية إلى أخرى حسب ترسب مادة السليولوز . الكثير من أنواع الخلايا يكون لها جدار ابتدائى فقط .و يوصف بأنه مرن .وترجع المرونة التى يتميز بها الجدار الابتدائى إلى احتوائه على كمية كبيرة من السليلوز غير المتبلور والى المسامات الشعرية الدقيقة التى تكون ممتلئة بالمركبات البكتينية المحبة للماء .وهو الجدار الأساسي والأول الذي يتكون أثناء نمو الخلية ع إذا أخذ بعين الاعتبار أن الصفيحة الوسطى عبارة عن مواد بكتية وليست جدارا متميزأ

3 – الجدار الثانوي Secondary wall .

يلى الجدار الابتدائى فى ترتيب الظهور حيث يقوم البروتوبلاست بترسيبه على السطح الداخلى، للجدار الابتدائى فى بعض أنواع الخلايا، عندما تصل الخلية لحجمها الكامل ويتحدد شكلها . الخلايا التى يتكون لها جدار ثانوى تكون وظيفتها أساسا التقوية والتدعيم ومن ثم فإنها تكون عادة خالية من البروتوبلاست .ورغم هذا فإن بعض الخلايا مثل بارنكيما الخشب هي خلايا حية رغم احتوائها على جدار ثانوي.

النقرPits

أثناء تكون الجدر الخلوية لايتم ترسيب مواد الجدار بانتظام بل تترك مساحات محدودة منخفضة عن باقي سطح الجدار . بها عدة ثقوب دقيقة تمر خلالها في الخلايا الحية شرائط 'سايتوبلازمية تعرف بالروابط البلازمية Plasmodesmata تصل سايتوبلازم الخلايا المتجاورة . ومن أنواع النقر

1 - حقول النقر الابتدائيةPrimary pit fields

تظهر حقول النقر الابتدائية أثناء تكون الجدار الابتدائي فوق الصفيحة الوسطى اذ ان تكون الجدار لايتم بنفس السمك في جميع أجزائه بل تترك مساحات رقيقة تعرف بحقول النقر الابتدائية

ويطلق عليها البعض مبادئ النقر Primordial pits وتمر الروابط البلازمية من خلال حقول النقر الابتدائي وتوجد حقول النقر الابتدائية في الخلايا ذات الجدر الابتدائية مثل الخلايا البارنكيمية والانابيب المنخلية والخلايا المرافقة.

2 –النقر البسيطةSimple pits

أثناء تكون الجدار الثانوي فوق الجدار الابتدائي تترك مساحات صغيرة متناثرة بدون تغلظ تسمى النقر البسيطة التي تتكون عادتا في منطقة حقول النقر الابتدائية فتتكون نقرة أو أكثر فوق الحقل الواحد وغالبا ما يقابل كل نقرة في خلية نقرة اخرى في الخلية المجاورة وتسمى النقرتان المتجاورتان باسم زوج النقر Pit pair ويعرف الجدار الفاصل بين كل نقرتين متجاورتين بغشاء النقرة pit membrane وقد تكون نقرة مقابل مسافة بينية وتسمى النقرة في هذه الحالة بالنقرة العمياء . blind pit وتوجد النقر البسيطة في وخلايا البشرة المتغلظة والخلايا البارنكيمية المتغلظة والخلايا السكلرنكيمية وبعض الاوعية والقصيبات.

3 – النقر المضفوفة Bordered pits

تتميز النقر المضفوفة بحدوث تغلض جزئي في منطقة النقرة وبأن الجدار الثانوي المتكون ينفصل عن الجدار الابتدائي ناميا فوق النقرة بشكل قبة تحيط بغشاء النقرة تاركا فتحة مركزية صغيرة تختلف في شكلها وتعرف بفتحة النقر Pit aperture ويعرف الفلراغ الموجود بين غشاء النقرة والجدار الثانوي بتجويف النقرة Pit cavity وفي المخ روطيات يحصل علاوة على ماسبق تغلظ غير منفذ للماء في شكل عدسة محدبة الوجهين في منتصف غشاء النقرة يسمى بالسرة torus وقطر السرة اكبر قليلا من قطر فتحة النقرة

.

ثانيا –البروتوبلاستprotoplast

أما البروتوبلاست فهو كتلة من مادة حية تعرف بالبروتوبلازم وتركيبها الكيميائي معقد غاية التقيد ويمكن اعتبارها خليطا من البروتينات والمواد الدهنية والماء وتدخل في تركيبها عناصر الكربون والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين والكبريت والفسفور.والبروتوبلازم مادة غروية مقدة لها قوام مثل زلال البيض وتحتوي عدد كبير معن الحبيبات التي يمكن اعتبارها مواد غذائية او من نتائج التحول الغذائي كما يظم البروتوبلاست مكونات غير بروتوبلازمية تتمثل بالفجوات العصارية ومواد غير حية مثل النشأ والدهون والبروتين والبلورات

المحتويات الحية للبروتوبلازم

1-الاغشية البلازميةPlasma membranes

يغلف السايتوبلازم من الخرج بغشاء بلازمي خارجي يعرف ب Ectoplast كما يغلف من الداخل بغشاء بلازمي داخلي يعرف ب Tonoplast ويعتقد ان الغشاء البلازمي يتكون من بروتينات واشباه الدهون كما توجد اغشية بلازمية تغلف غالبية عضيات الخلية وتتميز جميعها بالنفاذية الانتخابية بمعنى انها تتميز بقدرتها على نفاذ ايونات المواد الذائبة بنسب متفاوته

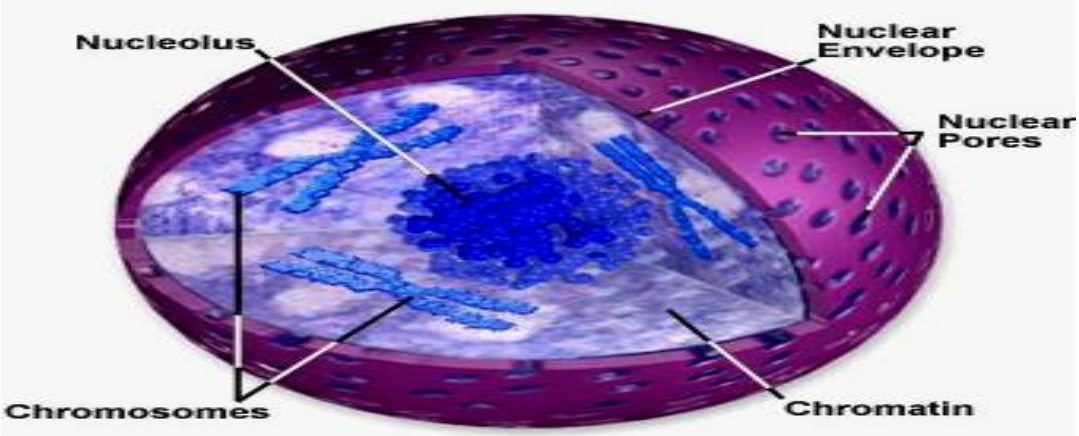
2.السايتوبلازم Cytoplasm

يملا السايتوبلازم جميع الفراغ الداخلي للخلايا المولدة ولكنه في الخلايا البالغة يكون طبقة رقيقة تبطن الجدار الخلوي من الداخل وتغلف فجوة مركزية ممتلئة بالعصير الخلوي.من خصائص السايتوبلازم الحي انه يتحرك في دوران مستمر داخل الخلية من نسبة كبيرة من الماء ويتركب ايضا من مواد كربوهيدا رتية وبروتينيثة واحماض أمينية ودهون ومواد معدنية ويتاثر بالمواد الكيميائية السامة اذ تقتله املاح النحاس والزرنيخ واهم العناصر المعدنية الذائبة هي الكالسيوم والحديد والمغنسيوم والبوتاسيوم والزنك

3- النواة Nucleus

تحتوي الخلية الحية على جسم كروي أو عديسي الشكل يعرف بالنواة وتكون منغمسة في السايتوبلازم وتتركب من الغشاء النووي والعصير النووي والكروموسومات كما تحتوي على نوية واحدة أو أكثر وتعد الكروموسومات بمثابة المكون الرئيسي للنواة كما تعد النواة بمثابة مستودع تحفظ فيه الكروموسومات وتأخذ شكل شبكة من خيوط دقيقة وتتركب كيميائيا من بروتينات وبروتينات نووية والتي تتكون من الحامض النووي الذي يعرف ب DNA كما يوجد قليل من حامض نووي آخر يعرف ب RNA وتحمل الكروموسومات الجينات التي تتحكم في سائر ما تقوم به الخلية من عمليات حيوية وتظهر الكروموسومات بوضوح أثناء الانقسام الخلوي ويكون عدد الكروموسومات ثابتا ومميزاً لكل نوع من أنواع النبات. أما النوية فتكون عادتا كروية الشكل وتتكون بشكل كبير من البروتينات النووية الحاوية على الحامض النووي RNA وترجع أهميتها الى انها تقوم بدور هام في التحكم بتمثيل المواد البروتينية في الخلية وتحوي بعض أنواع الخلايا على أعداد مختلفة من النويات. يفصل النواة عن السايتوبلازم المحيط بها غشاء نووي يتركب من بروتينات ومواد دهنية ويتحكم هذا الغشاء في مرور المواد بين السايتوبلازم والنواة. وتعتبر النواة بسبب وجود الجينات المركز الذي توجه منه العمليات الحيوية

التي يتم تنفيذها في السايتوبلازم وتوجد صلة وثيقة بين النواة والسايتوبلازم اذ لايمكن لآحدهما ان يعيش بدون الآخر وتعد النواة أهم أجزاء الخلية لآنها تتحكم في الوظائف الحيوية للخلية لذلك فهي موجودة دائما في خلايا القمم النامية ذات النشاط المستمر.



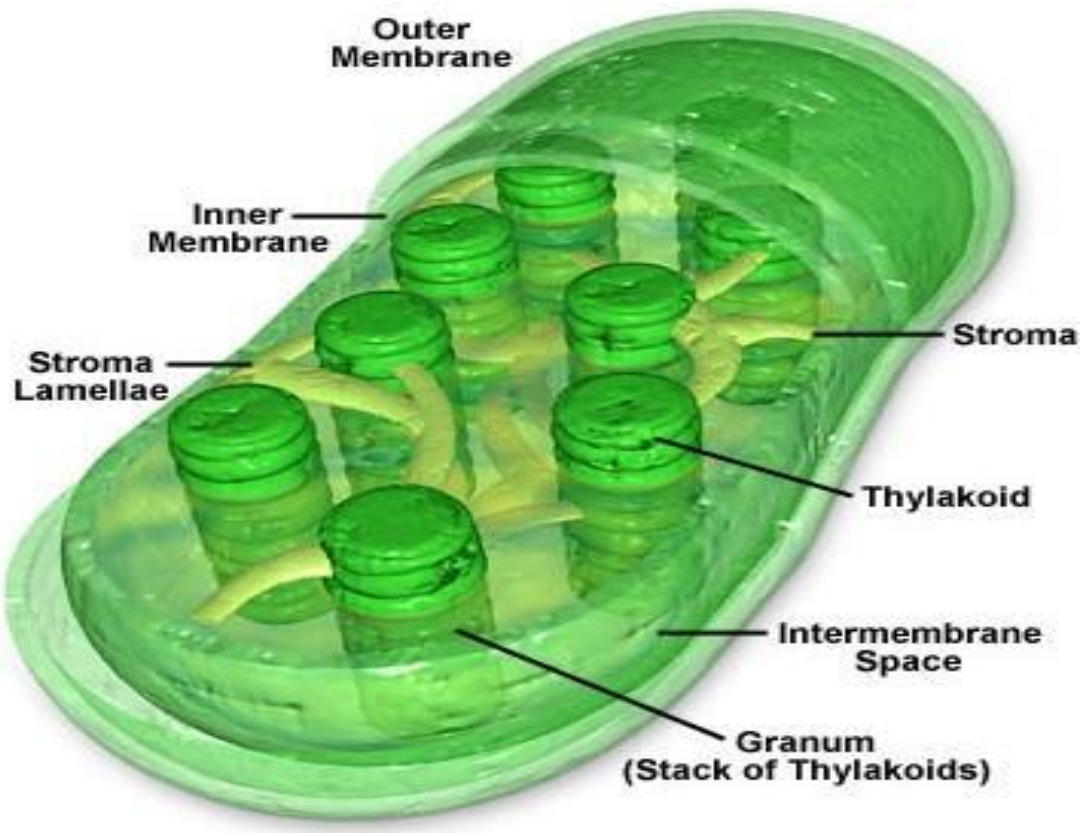
(شكل 2 تركيب النواة)

4- البلاستيدات Plastids

هي أجسام بروتوبلازمية توجد منغمسة في السايتوبلازم وهي في النباتات الراقية صغيرة الحجم منتظمة الشكل تؤدي وظائف هامة وهناك ثلاثة أنواع من البلاستيدات

أ -البلاستيدات الخضر Chloroplast

توجد عادة في الخلايا الحية المعرضة للضوء بالأو ا رق والسيقان وهي مستودع الصبغة الخضراء المعروفة بالكلوروفيل والتي يعتمد عليها النبات للقيام بوظيفة البناء الضوئي والبلاستيدات الخضر تكون عادة أكبر حجما وأكثر تعقيدا في الشكل في النباتات الأولية كالطحالب منها في النباتات الراقية ففي طحلب الكلاميدوموناس وهو طحلب أخضر وحيد الخلية توجد بلاستيدة واحدة كبيرة تشغل معظم فراغ الخلية وتتخذ شكل كأس مجوف تستقر النواة في تجويفه. أما في النباتات الراقية فالبلاستيدات صغيرة الحجم



شكل 3 تركيب البلاستيدات الخضراء

كثيرة العدد بسيطة الشكل تشبه عدسات محدبة الوجهين. تتمثل الصبغات التي تحتويها البلاستيدات الخضر بصبغات الكلوروفيل وهي على أنواع أهمها (كلوروفيل أ وكلوروفيل ب) وكذلك صبغة االزانثوقيل وصبغة الكاروتين . وقد أمكن باستخدام المجهر الألكتروني الكشف عن التراكيب الدقيقة للبلاستيدات الخضر فوجد ان كل بلاستيدة في النباتات الوعائية تتركب من غشاء مزدوج يحوي بداخله حبيبات دقيقة تعرف بالحشوة Stroma ويتركز الكلوروفيل داخل جسيمات تعرف بالكرنا Grana وهي اسطوانية الشكل ومرتبة في طبقات تعرف بالصفائح أو الاقراص وكل قرص منها مزدوج ومغلق من الطرفين.

2-البلاستيدات الملونة Chromoplast

وهي أجسام ذات أشكال مختلفة وتختلف ألوانه بين الأصفر والأحمر والبرتقالي ويعزى اللون أساسا الى صبغتي الزنثوفيل والكاروتين وتوجد البلاستيدات الملونة في جذور بعض النباتات كالجزر وبتلات بعض الأزهار.

3-البلاستيدات عديمة اللونLeucoplasts

توجد في الاجزاء النباتية البعيدة عن الضوء كالأعضاء الأرضية ونخاع الساق فهي موجودة مثلا في الدرنات اذ تقوم بتحويل المواد السكرية الذائبة الى حبيبات نشوية غير قابلة للذوبان وصالحة للاخت ا زن.ويبدأ تكون حبيبات النشأ الاخت ا زني داخل البلاستيدات عديمة اللون ثم تكبر هذه الحبيبات بالتدريج حتى تمتلئ بها البلاستيدات تماما ويتسع جدار البلاستيدة ليتلائم مع الزيادة في الحبيبات. البلاستيدات عديمة اللون صغيرة الحجم توجد منه بلاستيدات نشوية وبلاستيدات زيتية.

5-الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

تتركب الشبكة الاندوبلازمية من أغشية مزدوجة يوجد بينها فراغ مما يجعلها تبدو شفافة تحت المجهر الالكتروني . وتكون هذه الاغشية كثيرة التشعب وتصل هذه الشبكة مابين الغشاء النووي وغيره من الاغشية المحيطة بالسايتوبلازم وهي تقوم بدور هام في بناء المواد البروتينية كما يساعد التجويف الذي يتخلل أغشيتها في نقل البروتينات المجهزة بين أجزاء الخلية خاصة من السايتوبلازم الى النواة والأغشية وقد تكون الشبكة الاندوبلازمية ذات سطح أملس أو قد تحتوي على حبيبات دقيقة تعرف بالرايبوسومات.

6-الرايبوسومات Ribosomes

الرايبوسومات هي حبيبات دقيقة للغاية لايمكن رؤيتها الا بالمجهر الألكتروني وتوجد متصلة بالشبكة الاندوبلازمية ومبعثرة في السايتوبلازم وداخل بعض أعضاء الخلية لاسيما البلاستيدات والميتاكوندريا ولكنها لاتوجد في النواة . وتعد ال ا ريبوسومات الم ا ركز الرئيسية لبناء البروتينات بالخلية___

الميتاكوندريا Mitochondria

توجد في جميع الخلايا النباتية والحيوانية بوجه عام وتكون على هيئة عصا قصيرة أو خيوط دقيقة يت ا رود طولها مابين 2 0.5 ميكرون وهي محاطة بغشاء بلازمي مزدوج ويكون الغشاء الخارجي أملس- أما الداخلي يحوي على زوائد تعمل على زيادة مساحة السطح الداخلي للميتاكوندريا وتعد الميتاكوندريا من المراكز الهامة التي تتم فيها عملية التنفس.

8-أجسام كولجيGolgi apparatus

سميت نسبة الى مكتشفها وكان سابقا يعتقد وجودها في الخلية الحيوانية فقط الا انه باستخدام المجهر الالكتروني تمكن من مشاهدتها في الخلية النباتية ويعتقد ان وظيفتها ترتبط باف ا ر ا زت الخلية اذ ترتبط بتكوين الهرمونات والانزيمات في الخلية الحيوانية وتقوم بتكوين جزيئات المواد المعقدة في بعض الخلايا النباتية مثل تكوين بكتات الكالسيوم التي تفرزها خلايا قلنسوة الجذر.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى – كلية الزراعة
قسم وقسم وقاية النبات
المرحلة الثانية

المادة : فسلجة نبات
درس المادة : د. محمود ثامرالجياشي
رقم المحاضرة الثالثة
العام الدراسي 2022-2023
التاريخ / 2022

فسلجة نظري

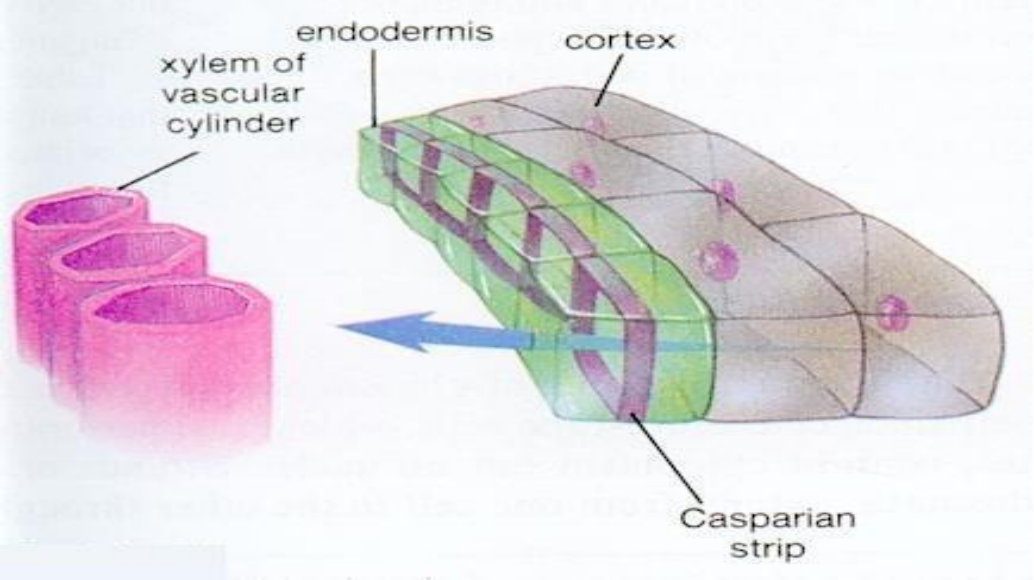
امتصاص الماء Water absorption

خلال دورة حياة النبات تمتص كمية كبيرة من الماء باستمرار من التربة وتنتقل خلال النبات الا ان معظم الماء الممتص يفقد من النبات خلال عملية النتح وهناك كمية محدودة من الماء تستخدم في العمليات الفسلجية تبقى داخل النبات. يقصد بعملية الامتصاص دخول الماء وما به من ذائبات من محلول التربة الى النبات. في النباتات الواطئة مثل الطحالب لاتوجد أعضاء متخصصة لامتصاص الماء بل ان عملية الامتصاص تحدث من خلال بعض أو كل الأجزاء النباتية التي هي على اتصال بالماء. وفي الحزازيات توجد بعض التراكيب التي تعرف باسم أشباه الجذور تقوم بامتصاص الماء والأملاح.أما في النباتات الراقية توجد أعضاء متخصصة تسمى الجذور تقوم بامتصاص الماء من التربة.ولبعض النباتات الراقية جذور هوائية ولكن مساهمتها في امتصاص الماء قليلة مقارنة بالجذور النامية في التربة. أما النباتات المائية فيحدث فيها الامتصاص خلال الساق والأوراق والجذور وتوجد في النباتات المتسلقة جذور عرضية على السيقان تعمل على امتصاص الماء بالاضافة الى التثبيت.يمتص الماء من خلايا الجذور في منطقة معينة تعرف بمنطقة الامتصاص التي تمتاز بأنها رقيقة الجدران خالية من المواد الشمعية والفلينية التي تعيق نفاذ الماء. تمتد جدران خلايا الجذر في التربة مكونة الشعيرات اللجذرية التي تزيد من سطح الامتصاص . ان منطقة الشعيرات الجذرية هي المنطقة الجذرية التي يحدث خلالها امتصاص الماء وتمتاز بأنها من أكثر مناطق الجذر نفاذية لو عملنا مقطعا عرضيا في منطقة الامتصاص في جذر حديث لنرى الأنسجة المختلفة التي يمر بها الماء عند انتقاله من محلول التربة فسوف نجد أولا طبقة البشرة التي هي عبارة عن اسطوانة سمكها خلية واحدة تغلف الجذر وتخرج منها معظم خلايا الشعيرات الجذرية) النباتات المائية أو النباتات التي تزرع في محاليل مائية لاتتكون على جذورها شعيرات جذرية(. الشعيرات الجذرية هي عبارة عن تراكيب رقيقة وحيدة الخلية توجد بها فجوة عصارية كبيرة مملؤة بمحلول له جهد مائي معين وطولها

8 مليمتر وتبقى حية لبضعة أيام ثم تموت وتتكون بدلها شعيرات جذرية بأستمرار نتيجة – يتراوح من 8–1 لنمو الجذر. جدران الشعيرات الجذرية تكون مغطاة بطبقة مخاطية تزيد من درجة التصاقها بحبيبات التربة. تلي طبقة البشرة طبقة القشرة التي هي خالية من اي مادة تمنع نفاذ الماء وتتكون من عدة صفوف من الخلايا واخر طبقات القشرة تسمى الاندوديرم أو القشرة الداخلية Endodermis وهي مكونة من صف واجد من الخلايا المتلاصقة تماما وتكون طبقة تفصل بين القشرة ولاسطوانة الوعائية. خلايا طبقة الاندوديرم مغلفة من الاعلى والاسفل والجوانب ولهذا يدخل الماء عن طريق الجدران الداخلية

والخارجية الخالية من شريط كاسبر Casparian strip)والذي هو شريط مكون من مواد كايتينية وفلينية تمنع نفاذ الماء(من القشرة الداخلية الى ان يصل الى الخشب. عناصر الخشب Xylem elements تتضمن خلايا حية واخرى ميتة وتعد الأوعية والقصيبات أكثر عناصر الخشب فعالية في نقل الماء وتتميز خلاياهما باستطالتها وسمك جدرانها اذ تترسب على الجدار

الثانوي مادة اللكنين ونظرا لان كل من القصيبات والأوعية تعد خلايا ميتة لذلك سوف لايلعب البروتوبلاست الموجود في الخلايا دورا يذكر في عملية امتصاص الماء. الأوعية يكون موقعها داخل النبات على شكل انبوب وعائي ، حيث تكون متصلة عن طريق نهاياتها المثقبة أما القصيبات فأنها تتراكم بعضها على بعض وحيث ان نهاياتها مسدودة فان الماء سوف ينتقل خلال النقر Pits فقط من قصبة الى أخرى وبذلك فان حركة الماء في القصيبات تكون بطيئة لانها غير مباشرة. من عناصر الخشب الأخرى هي بارنكيما الخشب التي هي عبارة عن خلايا حية وظيفتها خزن الغذاء ، اذ تقوم بخزن النشأ في نهاية موسم النمو ثم يستعمل أثناء نشاط الكامبيوم خلال موسم النمو القادم كما يعتقد بأن خلايا بارنكيما الخشب لها دور فعال في نقل الماء. ومن عناصر الخشب الألياف ووظيفتها الاسناد وقد تلعب دورا في مرور الماء عن طريق الثقوب الموجودة فيها



The **Casparian strips** banding each endodermal cell

ميكانيكية امتصاص الماء

1- الامتصاص السلبيPassive absorption

عندما يتبخر الماء من خلايا النسيج الوسطي للورقة بفعل عملية النتح تقل قيمة جهدها المائي(يصبح أكثر بالسالب)هذه الخلايا تسحب الماء مما جاورها من خلايا وهكذا الى ان يصل السحب الى الأوعية الخشبية والورقة . وعلى ذلك يتعرض الماء في هذه الأوعية الى قوة سحب من الأعلى ولما كان الماء في الأوعية يكون عمود متصل من الورقة الى الجذر فان قوة السحب هذه سوف تنتقل الى أسفل خلال عمود الماء كله ، وعندما تصل قوة السحب الى الماء في القنوات الخشبية للجذور يبدأ الماء بالانتقال الى هذه القنوات من الخلايا الحية (بارنكيما الخشب الملاصقة لها)فتقل قيمة جهدها المائي وبذلك ينتقل اليها الماء من الخلايا المجاورة حتى يصل السحب الى منطقة الشعيرات الجذرية التي بدورها تسحب الماء من محلول التربة .سميت هذه الآلية بالامتصاص السلبي لان امتصاص الماء يحدث نتيجة لفعاليات في الساق (عملية النتح) والجذر يقوم فقط بدور السطح الماص ومما يؤيد ذلك ان الساق يستطيع ان يمتص الماء خلال

جذور ميته ولربما تكون عملية الامتصاص أسرع.معظم الماء الممتص من قبل النبات يحدث عن طريق هذه الآلية.

2- الامتصاص الايجابي (النشطActive absorption)

يسمى أحيانا الامتصاص المباشر وفي هذا النوع من الامتصاص يحدث انتقال الماء بوسيلة فيزياوية هي الازموزية ، اذ يعتقد بأن الماء يتحرك من التربة الى داخل الجذر نتيجة لوجود فرق في الجهد المائي وهذا يعني ان الماء يتحرك خلال الجذر وقشرته خلال قنوات الخشب بسبب زيادة تركيز الأملاح من خلايا الجذر الخارجية الى خلايا الجذر الداخلية.

ان امتصاص الأملاح وتجمعها بواسطة الجذر يحتاج الى طاقة تنفسية ولقد اقترح الباحثان Broyer and Crafts نظرية مفادها ان هناك نقص في كمية الأوكسجين وزيادة في كمية ثاني أوكسيد الكاربون كلما تقدمنا من القشرة الداخلية الى الاسطوانة الوعائية وبذلك فان الفعاليات الحيوية سوف تكون منخفضة في الخلايا الداخلية في منطقة الأوعية الخشبية . وحيث ان الطاقة ضرورية لغرض تراكم الأملاح ضد منحدرات تركيزها ، فان خلايا الاسطوانة الوعائية تفضل فقد الأملاح على عكس خلايا القشرة .ونظرا لأن النتشار الى الخلف غير ممكن بسبب وجود شريط كاسبر لذلك سوف يحدث فقد للأملاح باتجاه واحد الى فراغ الأوعية الخشبية وعلى ذلك فان الماء سوف يتبع هذا الطريق في اتجاه واحد منتشرا من المنطقة ذات الجهد الازموزي المرتفع الى المنطقة ذات الجهد الازموزي المنخفض (عصارة القنوات الخشبية في الاسطوانة الوعائية.) أحيانا يقال بأن هناك امتصاص ايجابي أو نشط أو فعال للماء لايعتمد على آلية ازموزية بل يعود بطريقة ما الى عملية التنفس ، حيث وجد ان عملية امتصاص الماء تتأثر بتوفر الأوكسجين وكذلك درجة الحرارة المنخفضة والسموم التنفسية ولكن من الظاهر ان درجة الحرارة الواطئة وقلة الاوكسجين والسموم التنفسية تزيد من مقاومة السايتوبلازم لحركة الماء ولذلك فان الملاحظات التي أظهرت تأثر عملية الامتصاص بهذه المعاملات لاتثبت بأن التنفس له دور مباشر في العملية ويعتقد بان الامتصاص الايجابي أو النشط أو الفعال للماء بوسائل غير ازموزية لايلعب دورا كبيرا في عملية امتصاص الماء

العوامل التي تؤثر في امتصاص الجذر للماء

1.درجة الحرارة-:

ان درجة حرارة التربة لها تأثير كبير على معدل امتصاص الماء .اذ لوحظ منذ مدة طويلة ان النبات يمتص كمية قليلة من الماء عند درجات حرارة التربة المنخفضة وفسرت هذه الظاهرة فيما بعد على ان تأثير درجة الحرارة يعود الى تأثيرها على لزوجة الماء حيث تزداد اللزوجة.كما ان درجة الحر ارة المنخفضة تقلل من نفاذية البروتوبلازم بدرجة كبيرة اضافة الى ذلك فان درجة الحرارة تؤثر على نمو الجذر ولذلك فان التأثير المتداخل لهذه العوامل يسبب نقص في امتصاص الماء عند درجات الحرارة المنخفضة.كما ان تأثير درجة الحرارة في امتصاص الماء يفسر لنا أحد أسباب تساقط الأوراق في النباتات متساقطة الأوراق (عدم تكافؤ الامتصاص مع النتح يلجأ النبات الى اسقاط الأوراق.)

2.تركيز محلول التربة-:

تقل قدرة المجموع الجذري على امتصاص الماء كلما زاد تركيز محلول التربة الا ان النباتات تستطيع ان تتكيف ضمن حدود معينة الى زيادة تركيز محلول التربة وذلك عن طريق زيادة التركيز الازموزي لعصير الفجوه.

3.تهوية التربة-:

بصورة عامة عملية امتصاص الماء بوسطة الجذور من قبل معظم النباتات تحدث بصورة سريعة في الترب جيدة التهوية بالمقارنة مع الترب الرديئة التهوية.ففي مثل هذه الترب يقل تركيز الاوكسجين مما يؤدي الى الى التقليل من سرعة تنفس الجذوروهذا بدوره يؤثر على نمو الجذور والفعاليات المختلفة فيها .وعلى الرغم من ان الكثير من النباتات تستطيع ان تعيش لفترة قصيرة في ترب مشبعة بالماء الا ان هناك اختلافات بين النباتات من حيث تحملها للنقص في تهوية التربة وهناك بعض النباتات مثل الرز تمثل لنا حالة متطرفة ،اذ انها تعيش بالماء بصورة طبيعية .أما النباتات المائية فهي تعيش بصورة طبيعية في ترب مشبعة بالماء وتمتص الماء بصورة منتظمة من هذه الترب، اذ تمتاز بأن لها مسافات بينية متطورة التي تكون مستمرة من الاوراق خلال الساق والى الجذر .وقد أظهرت الدراسات ان الأوكسجين ينتقل الى الجذور عن طريق هذه المسافات البينية.

صعود العصارة النباتية-:

هنالك عدة نظريات طرحت لتفسير صعود الماء أو العصارة في النبات

1.النظرية الحيويةVital theory -:

اعتقد الباحثون الأوائل ان صعود الماء يقع تحت تأثير الأنشطة الحيوية Vital activities في الساق.هذا الاعتقاد مبني على أساس وجود خلايا حية في الخشب وأهمها بارنكيما الخشب . الا ان التجارب التي اجراها الباحثون ادت الى استبعاد النظرية الحيوية لانتقال الماء، اذ وجد على

سبيل المثال ان السيقان التي قتلت خلاياها بواسطة امتصاص السموم ما زالت قادرة على نقل الماء.

2.نظرية الضغط الجذريRoot pressure theory

ينشأ عن استمرار وصول الماء الممتص الى أوعية الخشب ضغط بالعصير الذي يندفع خلال الأوعية بقوة يعبر عنها باسم الضغط الجذري وتكون مشاهدته بوضوح اذا فصل المجموع الخضري للنبات قرب سطح التربةالتي ينمو فيها اذ سرعان ما يتجمع العصير وينساب من مقطع الساق وتعرف هذه الظاهرة باسم الادماء. Breeding يقدر الضغط الجذري بتوصيل الساق المقطوعة بانبوبة مانومترية وتختلف قيمته باختلاف انواع النبات الا انها من النادر ان تتجاوز 2 بار وتقل عن ذلك كثيرا في انواع من النباتات كما انها تختلف في النبات الواحد باختلاف فصول السنة، حيث تبلغ اعلى قيمة لها مع بداية فصل الربيع قبل اكتمال تكوين الاوراقثم تتناقص قيمته تدريجيا عندما تزداد عملية النتح.

وبدون شك فان الضغط الجذري قد يكون في بعض انواع النبات وتحت ظروف معينة من العوامل التي تساعد على صعود العصارة في النبات الا ان هناك اسباب عدية تحول دون اعتباره الالية الاساسية لصعود الماء وهذه الاسباب من بينها

أ –هناك مجموعة من النباتات من بينها المخروطيات لم تشاهد فيها ظاهرة الضغط الجذري على الاطلاق

ب – قلما يكون مقدار الضغط الجذري كافيا لصعود الماء الى قمة النباتات، فالضغط الجوي الواحد يكفي لرفع عمود الماء نحو 11 أمتار الى اعلى اذا لم تكن هنالك مقاومة. ظاهرة الإدماع –: (Gutation)خروج الماء على شكل قطرات من الأوراق خلال العديسات الموجودة على حواف الأوراق نتيجة الضغط الجذري الذي يزيد على المقاومة التي يلاقيها الماء في حركته داخل النبات وقد يكون هناك ضغط جذري دون حصول إدماع مثل سيقان العنب في بداية الربيع عند قطع ساق العنب بمقص التقليم نلاحظ انسياب ماء من منطقة القطع هذا يعني إن الماء واقع تحت تأثير ضغط الجذور (ضغط موجب) يزيد عن الضغط الجوي.

3.نظرية التشرب والخاصية الشعرية–:

من المعلوم ان الماء يرتفع في الجدران السميكة المحتوية على اللكنين للاوعية الخشبية بخاصية التشرب.غير ان كمية الماء التي ترتفع بهذه القوة ضئيلة جدا ولا تكفي حاجة النبات للماء.وقد ثبت ايضا ان الماء الصاعد يتحرك اساسا في تجاويف الاوعية الخشبية وليس على جدرانها.كذلك قد تساعد الخاصية الشعرية على رفع العصارة في النبات الا ان اتساع الاوعية الخشبية لا يساعد على رفع العصارة الى ارتفاع كبير.

4.نظرية **التماسك والشد Theory Tension-Cohesion**

تفسر هذه النظرية الطريقة التي ترتفع بها العصارة في النبات مهما بلغ ارتفاعه وذلك عندما تكون القوة التي تعمل على صعود العصارة ناشئة من الورقة وملخص هذه النظرية كما وضعها الباحثان Dixon and Jolly انه نظرا لقوة التماسك بين جزيأت الماء فان أعمدة العصارة التي تملأ تجاويف الأوعية الخشبية ترتفع كوحدة متماسكة الى قمة النبات بقوة سحب عظيمة ناتجة عن النتح .اضافة الى قوة التماسك تعمل قوة أخرى هي قوة التلاصق بين جزيئات الماء وجدران الاوعية الخشبية على ابقاء عمود الماء معلقا. وكما ذكرنا سابقا بأنه عند فقد خلايا النسيج الوسطي في الورقة لبعض مائها اثناء عملية النتح يحدث شد او سحب في عمود العصارة المتصل بالاوعية الخشبية ليعمل على رفعه الى أعلى فاذا كانت قوة تماسك جزيات الماء كبيرة فان اي فقد من الماء من طرف عمود العصارة في الأوعية لخشبية للورقة يتبعه سحب بقية عمود العصارة الى أعلى كوحدة متصلة تبتدأ بالتربة وعلى ذلك يمكن تصور الماء في النبات كخيط متصل من جدران الخلايا في النسيج الوسطي للورقة الى

الشعيرة الجذرية وقد يستمر اتصال هذا الخيط بماء التربة.فاذا جذب هذا الخيط من نهايته في الثغر (بفعل عملية النتح)فانه يسحب من التربة ويرفع الى الاوراق وهكذا يصل الماء الى قمة النباتات الشاهقة بفعل قوة الشد أو السحب الناتجة من عملية النتح__.

النتح : هو عملية فقد الماء على هيئة بخار

فؤاد النتح للنبات

1- يعمل كجهاز تكيف للنبات حيث يبرد الانسجة في الاوراق وذلك يمنع الاضرار الناتجة من درجات الحرارة العالية
2- يعمل على تقليل النمو مما يعطي الفرصة لنمو أعظاء التكاثر وهي الازهار
3- زيادة النتح تعمل على زيادة امتصاص الماءمن التربة والمواد اللازمه للنمو
4- يعمل النتح على رفع العصارة الى اعلا ويحدث معظم النتح في الاوراق ويمكن اعتبار ان النتح يحدث بمرحلتين
   أ- تبخر الماء من خلال نسيج الورقة وتجمع ذلك البخار في المسافات البينية
   ب-نفاذ البخار من هذة المسافات الى الوسط الخارجي

س/ من اين ينفذ او يخرج هذا البخار "

أنواع النتح

1.النتح الثغريStomatal transpiration

معظم الماء المفقود في عملية النتح يمر عبر ثقوب دقيقة موجودة في بشرة الاوراق تدعى الثغور stomates بالرغم من ان فتحات الثغور لاتؤلف الا نسبة قليلة من المساحة السطحية للاوراق ويعود السبب في ذلك الى المقاومة القليلة التي تبديها الثغور لحركة بخار الماء قياسا الى مناطق البشرة الاخرىوتتحكم الثغور بكمية الماء الخارجة ، فعندما تذبل الاوراق تقل فتحات الثغور أو تغلق كليا فيقل أو يتوقف تبخر الماء عن هذا الطريق.

2.النتح الأدمي Cuticular transpiration هو تبخر الماء بصورة مباشرة خلال بشرة الورقة شاقا طريقه عبر الطبقة الشمعية الكيوتينية المغلفة لسطح البشرة الخارجي.وتختلف نسبة الماء المفقود عن هذا الطريق باختلاف سمك ونفاذية الادمة او الكيوتكل حيث تقل النسبة بزيادة سمك الكيوتكل وزيادة مقاومته.الكيوتكل اكثر سمكا في النباتات الصحراوية ونباتات المناطق الجافة ويقل سمكه في نباتات المناطق المعتدلة والرطبة. وتقدر نسبة الماء المفقود عن هذا الطريق في الاوراق كاملة النضج بحوالي % 11 وتزداد هذه النسبة في الليل عندما يقل أو يتوقف النتح خلال الثغور.

3.النتح العديسيLenticular transpiration

قد يخرج بخار الماء من مناطق اخرى غير الثغور والادمة كالشقوق والفتحات الصغيرة في الانسجة الفلينية التي تغلف سيقان الاشجار.نسبة الماء المفقود بهذه الطريقة قليلة عادتا لان الانسجة الفلينية لاتمثل الا جزء صغير من المساحة السطحية للنبات . يزداد النتح العديسي في فصل الخريف عند سقوط الاوراق لان الاوراق الساقطة تترك طبقة من الخلايا الحشوية معرضة للظروف البيئية السائدة قبل ان تغطيها الطبقة الفلينية بعد فترة من سقوط الاوراق

الثغور

هي فتحات في الاوراق غالبأ يتم خلالها الاتصال بين الوسط الخارجي والنبات حيث يتم من خلالها تبادل الغازات مثل co2 و o2 وبخار الماء

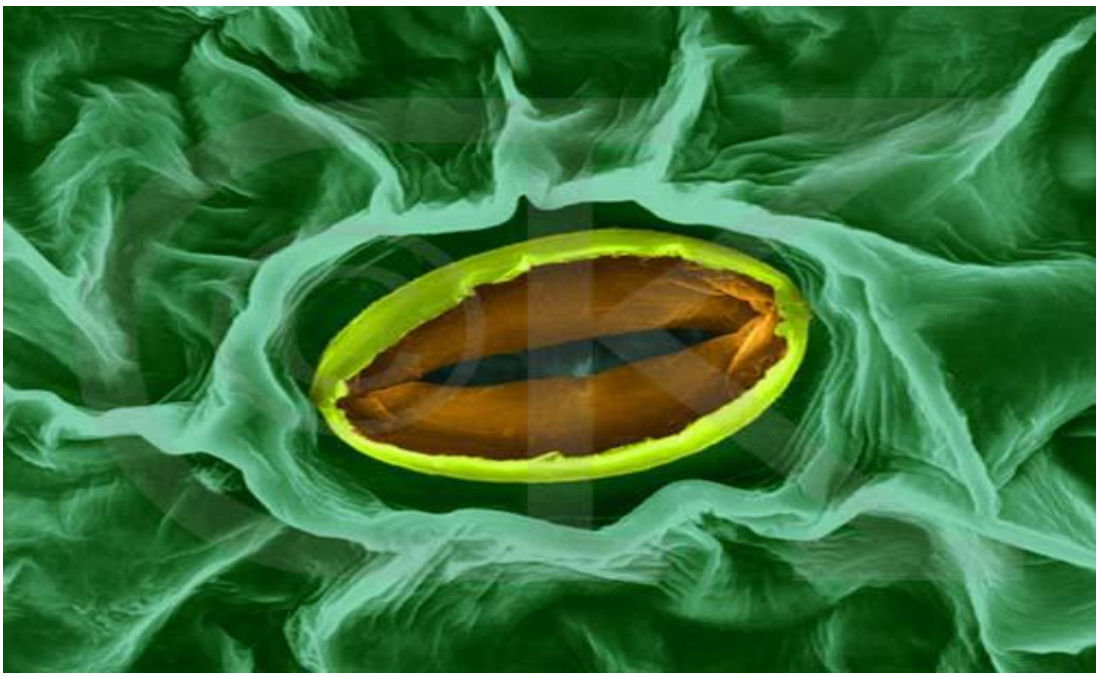
توزيع الثغور

توجد الثغور على جميع الاجزاء الهوائية للنبات خاصة الاوراق (لاتوجد في الجذور او الاجزاء المغمورة بالماء) ويختلف عددها حسب نوع النبات ووضع الورقة واتجاهها بالنسبة للضوء في

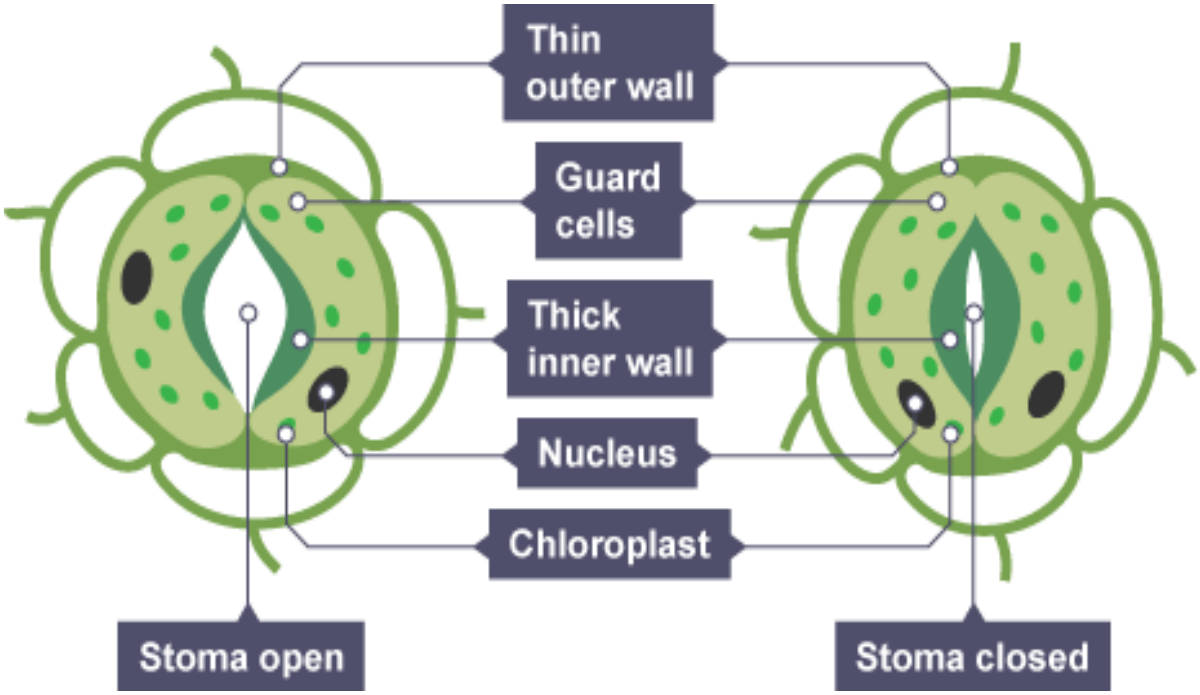
الاوراق التي يتعرض سطحها العلوي للضوء وتوجد الثغور بوفرة على السطح السفلي بينما الاوراق التي يتعرض سطحها للشمس يتساوى عدد الثغور على السطحين

تركيب الثغر

يتركب الثغر من خليتان حارستان وهي تختلف عن خلاياء البشرة بانها تحتوي على بلاستيدات خضراء وان جدارها ذات تغليظ غير منتظم 2 فتحة الثغر 3 غرفة تحت ثغرية



Pea Leaf Stoma



ميكانيكية فتح وغلق الثغور

يتاثر فتح وغلق الثغور بالضوء حيث

1- في الضوء (يفتح الثغر)

أ- تبني الخلايا الحارسة المواد السكرية اثناء قيامها بالبناء الضوئي

ب-يؤدي زيادة تركيز السكرالى زيادة قوة الامتصاص الاسموزي بها وهذا يؤدي الى انتشار الماء اسموزياً من الخلايا المجاورة الى الخلايا الحارسة المنتفخة بالماء

ت-يؤدي انتفاخ او امتلاء الخلايا الحارسة بالماء الى الضغط على الجدر الرقيقة البعيدة عن فتحة الثغر فتتمدد الى الخارجوبذلك ينفتح الثغر

2- في الظلام (يغلق الثغر)

أ- يتناقص تركيز المواد السكرية في الخلايا الحارسة نتيجة تحول جزاء منها الى انشاء واستهلاك الجزاء الاخر في التنفس

ب-يؤدي تعرض تركيز السكر الى تناقص قوة الامتصاص الاسموزي وهذا يؤدي الى انتشار الماء اسموزياً من الخلايا الحارسة الى الخلايا المجاورة فتنكمش

ت–يؤدي انكماش الخلايا الى ارتخاء الجدر الرقيقة ومن ثم تتقارب الجدر السميكة الملاصقة لفتحة الثغر وبذلك ينغلق الثغر تماما

تستجيب الثغور لتغيرات الجهد الاسموزي للخلايا الحارسة حيث تسبب هذه التغيرات تحرك الماء الى داخل الخلايا الحارسة او الى خارجها يستحث الضوء النقل النشط لايون البوتاسيوم (k) من خلال البشرة الى الخلايا الحارسة بفعل الحوامل الايونية المطمورة في الغشاء البلازمي للخلاياء الحارسة ويصحب تراكم الكاتيونات k داخل خلايا الحارسة ضخ للبروتونات (+H) الى خارج الخلايا الحارسة بينما تتراكم انيونات الكلوريد (−Cl) او انبونات الملات(Malate) بداخل الخلايا الحارسة كاستجابة لاختلاف الاتزان الكهربائي الناجم عن تراكم كاتيون البوتاسيوم بذلك يصبح الجهد المائي للعصير الخلوي لخلايا الحارسة سالبأ جداً نتيجة تراكم ايونات (+k وcl) ينشاء من ذلك منحدر للجهد المائي بسبب تحرك الماء من خلاياالبشرة الى الخلايا الحارسة فتمتلاء وتتميز الخلايا الحارسة بسمك جدرانها المواجهة لفتحة الثغر مقارنة بالجدر البعيدة لذا فان الضغط الناشمن امتلاء الخلايا الحارسة يسبب تمدد جدرانها السميكة والرقيقة بدرجات متفاوتة وبتالي فتح الثغور

العوامل المؤثرة في سرعة النتح : يمكن تقسيم هذه العوامل الى

اولا: العوامل الخارجية العوامل البيئية

أ– درجة الحرارة تزداد سرعة النتح بارتفاع درجة الحرارة حيث يعمل الماء المنتج على تلطبف المحيط بالنبات

ت– الرياح تعمل الرياح على زيادة سرعة النتح لانها تحما الماء المنتج بعيداً وبالتالي تواصل الاوراق النتح

ث–الضوء يزدد النتح بزيادة الضوء

ج– الرطوبة الجوية يزدد النتح كلما قلت الرطوبة

ح– المحتوء المائي للتربة كما قلت نسبة الماء في التربة الى معدل يؤدي الى ذبول النبات اصبح الماء عامل محدد بسرعة النتح ففي حالة عدم توفر الماء الكافي للنتح فان النتح يقل

ثانيأ : العوامل الداخلية وهي عوامل تخص النبات

أ– مساحة الورقة تكون سرعة النتح عادة اكبر في النبات ذات الاوراق العريضة

ب–شكل الورقة الاوراق الابرية يقل عن الاوراق العريضة

ت–سمك طبقة الكيوتكل على سطح الورقةكلما زادة قل النتح

ث–المحتوى المائي للورقة كلما زادة نسبة الماء زادة سرعة النتح والعكس صحيح

ج– الثغور تعتبر الثغور اهم العوامل الداخلية كلما زادة عدد الثغور وزاد اتساعها زادة عملية النتح

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المثنى – كلية الزراعة

قسم وقسم وقاية النبات

المرحلة الثانية

المادة : فسلجة نبات

درس المادة : د. محمود ثامرالجياشي

رقم المحاضرة الرابعة

العام الدراسي 2021-2020

المحاضرة النظري

الإدماع

أن النباتات النامية في تربة دافئة ورطبة وفي جو رطب تتميز بظهور قطرات ماء على حافة أو راقها وعملية فقدان الماء بهذه الطريقة تسمى الإدما . ويحدث الإدماع عندما تزداد سرعة الامتصاص على النتح الذي يؤدي الى زيادة الماء في أوعية الخشب ويزداد مع زيادة الامتصاص مولدا ضغط يعمل على دفع الماء من الأوعية الخشبية الى ابعد منطقة في عروق الورقة مؤديا الى خروج الماء من فتحات صغيرة في نهاية الورقة تسمى بالهيداثودات hydathodes ويخرج مع الماء بعض محتويات الخلايا من الذائبات مثل السكريات والعناصر الغذائية الضرورية والفيتامينات والأحماض العضوية

الاخراج Elimination

هو اخراج بعض محتويات الخلية الى الخارج وبثلاث طرق هي:

1- **الطرد Recreation** وهو إمكانية الجذور أن تعيد المواد التي امتصتها من التربة إلى الخارج مرة أخرى . فيحدث امتصاص مادة معينة عندما يكون تركيزها عالي في التربة وقليل داخل الخلية . وعند اخراج المادة من الخلية الى خارجها يسمى بالطرد فمثلا عندما تريد الخلية امتصاص ايونات موجبة مثلا ايونات البوتاسيوم k^+ فانها تطرد ايونات الهيدروجين الى خارج الخلية لكي يزيد تركيز الايونات موجبة خارج الخلية فيؤدي ذلك الى دخول ايونات البوتاسيوم الموجبة الى داخل الخلية

2- الطرح Excretion

وهي عملية نضب قطرات من محلول مخفف من النبات شديد الامتلاء الى جو مشبع بالرطوبة . مثل عملية الادماع guttation كما ان بعض النباتات المتحملة والتي تسمى بال Halophytes لها القابلية على طرد الأملاح عن طريق غدد ملحية ، حتى لو كان تركيز الملح في خلاياها ضعف تركيز المحلول في المحيط الخارجي لها

3- الافراز Secretion

تفرز الغدة الرحيقية nectarines محاليل سكرية في الازهار لغرض جذب الحشرات لحدوث عملية التلقيح كما تفرز بعض النباتات الاكلة للحشرات محاليل من انزيمات هاضمة

انتقال الغذاء :

يوجد نظام ناقل مقتدر في نقل المواد الغذائية يفي باحتياجات الخلايا المستهلكة للغذاء . وهو موجود على شكل خلايا متخصصة تدعى بعناصر الأنابيب المنخلية وهي مجموعة من الخلايا يطلق عليها نسيج اللحاء phloem ويتشابة هذا النسيج مع نسيج الخشب حيث كليهما يمثل شبكة من القنوات التي تمتد الى جميع اجزاء النبات والذي يقوم نسيج اللحاء بنقل الغذاء المصنع (السكر) من الاوراق التي تعتبر مصادر تصنيع الغذاء source الى اماكن الاستهلاك sink مثل الجذور والاوراق الحديثة غير مكتملة النمو والسيقان والثمار والازهار والبذور

تشريح انسجة اللحاء

انواع خلايا نسيج اللحاء ووظائفها

يتكون نسيج اللحاء في نباتات مغطاة البذور من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وسكلرنكيمية بينما في عارية البذور مثل الصنوبريات من خلال غربالية وخلايا البومية والياف وخلايا برنكيمية

الانابيب الغربالية Sievetubes

تتكون من وحدات من الانابيب الغربالية وكل وحدة منها لها جدران ابتدائية رقيقة سليلوزية وتحتوي في البداية على سايتوبلازم كثيف ونواة ومحتويات اخرى بروتينية لزجة وعند النضج تختفي النواة ويكون السايتوبلازم بشكل طبقة رقيقة تبطن الجدار من الداخل مع وجود فجوة عصارية كبيرة ثم يتحلل جدار الفجوة لاحقا مسببا اختلاط محتويات الفجوة العصيرية مع السايتوبلازم ترتبط وحدات الانابيب المنخلية مع بعضها من نهايتها بجدران مثقبة قد تكون افقية او مائلة وتسمى بالصفائح المثقبة sieveplates وتوجد ثقوب جانبية على الانابيب المنخلية على شكل نقر وظيفتها ربط الخلايا البرمكيمية الى الانابيب المنخلية المجاورة لها عن طريق خيوط بلازمية cytoplasmic strands وهي قنوات تستخدم لنقل الغذاء من الخلايا البرنكيمية الى الانابيب المنخلية المجاورة لها وتعتبر الانابيب المنخلية حية بعكس اوعية الخشب وتحاط الصفائح المثقبة بطبقة رقيقة من مادة الكالوس callose وهي مادة كاربوهيدراتية تتكون من وحدات الكلوكوز توجد في الانابيب المنخلية الاجسام البروتينية اللزجة وظيفتها هي غلق ثقوب الصفائح عند حدوث اختلاف في الجهد المائي لخلايا الانابيب المنخلية والتي تمنع الانسياب السريع للمواد الغذائية المجهزة من قبل الاوراق لأنه اذ لم تغلق هذه الثقوب فان الغذاء سوف

ينتقل الى الجذر بسرعة كبيرة دون استفادة بقية اجزاء النبات منة وتشترك هذه الاجسام البروتينية اللزجة مع الكالس في غلق ثقوب الصفائح للأنابيب المنخلية ان اثناء فترة الشتاء

& الخلاياء الغربالية sieve cells

هي خلايا اسطوانية طويلة لاتوجد صفائح مثقبة فيها كما في الانابيب الغربالية بل توجد مساحات مثقبة ثقوبها ضيقة ولاتوجد لها خلايا مرافقة كما في الانابيب المنخلية ولكن تجاورها خلايا البومية تشابة الخلايا المرافقة وتوجد الخلايا الغربالية في نباتات عاريات البذور

& الخلايا المرافقة companion cells

وهي خلايا برنكيمية متخصصة ترافق الانابيب المنخلية من خلال التصاقها بها وتحتوي الخلايا المرافقة على سايتوبلازم كثيف ونواة وترتبط كل خلية مرافقة جانبياً بالانبوب المنخلي عن طريق خيوط بلازمية تمر عبر النقر توجد علاقة وثيقة بين الانابيب المنخلية والخلية اذ تموت الانبوبة المنخلية في حالة موت الخلية المرافقة لها وتتكون الخلية المرافقة عندما تنقسم الخلية الانشائية الى خليتين غير متساويتين تكون انبوبة منخلية والصغيرة تكون خلية مرافقة

& خلايا سكليرنكيمية

وهي خلايا ليفية وظيفتها دعم واسناد نسيج اللحاء

& خلايا برنكيمية

وظيفتها الرئيسية خزن الغذاء توجد كميات كبيرة من النشاء المخزون وينتقل الغذاء المخزون الى الخلايا البرنكيمية الاخرى اوالى الانابيب المنخلية المجاورة لها جانبيا بحركة السمبلاستكية symplastic movement وهي حركة غير قطبية non-polar exchange

المواد التي ينقلها اللحاء

تسعة اعشار المواد التي ينقلها اللعاء هي عبارة عن مواد كاربوهيدراتية انتقالا عبر نسيج اللحاء هو السكروز بالاضافة الى ذلك كميات قليلة من السكر الرافينوز والفيرباسكوز هي مركبات سكرية تتكون من جزيئات السكروز مرتبطة مع مع وحدات من الكالاكتوز

انتقال الغذاء

ينتقل الغذاء عبر اللحاء بطريقة الحركة المزدوجة Bidirectional movement اي في اتجاهين متعاكسين فينتقل الغذاء المصنع من الاوراق الى الاسفل لمنطقة الجذور والى الاعلى الى القمم الخضرية النامية والازهار والثمار ةالبذور

العوامل المؤثرة على الانتقال

1- درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة تاثير غير مباشر على انتقال الغذاء عن طريق تاثيرها على عملية البناء الضوئي والتنفس او يشكل مباشر على عملية انتقال الغذاء فلقد وجد ان امثل درجة حرارة لانتقال الغذاء تتروح بين 20-30م.

2- الضوء

لقد وجد من خلال الدراسات ان سرعة انتقال الغذاء الى الجذور في الظلام اسرع مما في الضوء اذ لوحظ ان تعريض نبات فزل الصويا بعمر 30 يوم الى الضوء لمدة ثلاث ساعات ونبات اخر لنفس النوع والعمر ترك لمدة ثلاث ساعات في الظلام قد ادى الضوء الى نقل 4.4% من المواد العضوية في النبات المعرض للضوء في حين كانت نسبة انتقال الغذاء في النبات المعرض للظلام 16.5% وفي تجربة اخرى مماثلة لوحظ ان ان نسبة السكروز المنتقلة خلال فترة 14 ساعة اضاءة عبر اللحاء الى الجذار هي 1% بينما النبات المعرض الى 14 ساعة ظلال ظلام كانت نسبة السكروز المنتقلة الى الجذور 40%

3- اختلاف التركيز

أن انتقال الغذاء سوف يعتمد على الفرق في التركيز العالي الى الواطيء

4- نقص العنصر

لقد وجدت الدراسات ان عنصر البورون لة دور كبيرفي عملية انتقال السكروز اذ ازداد سرعة انتقال السكروز عبر نسيج اللحاء عند اضافة عنصر البورون

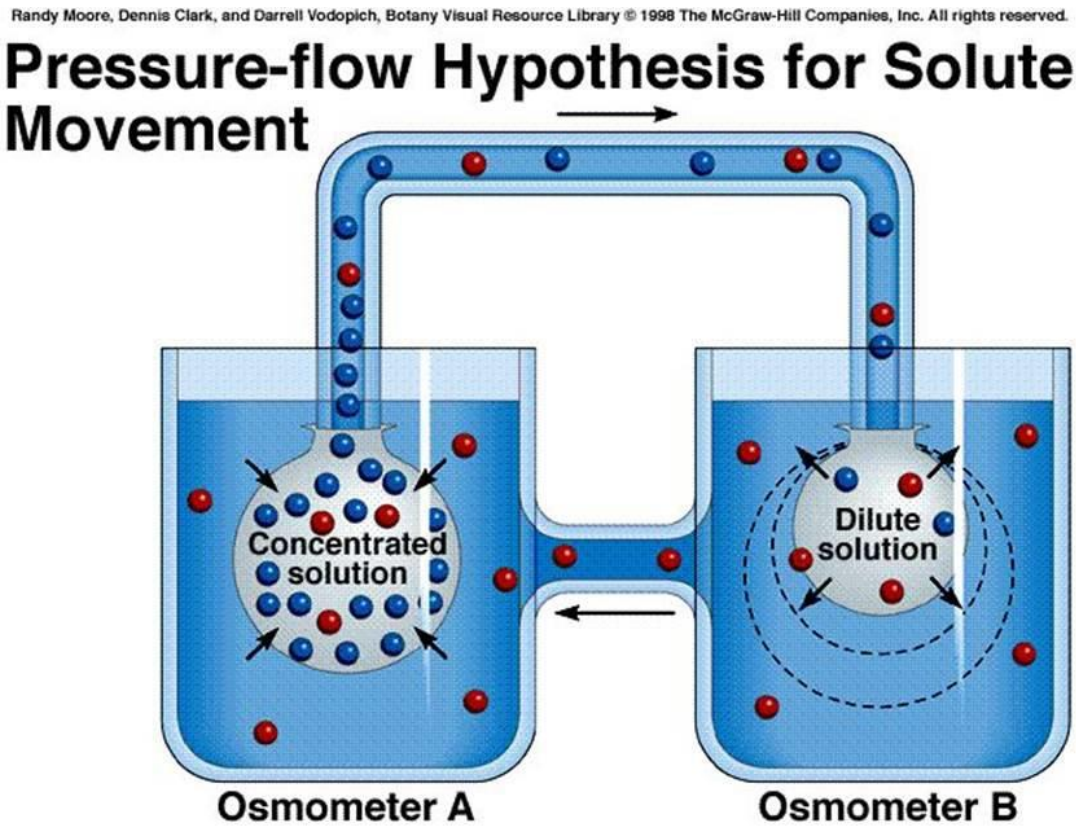
5- الهرمونات

نتيجة لوجود الهرمونات في القمم النامية فانها سوف تشجع انتقال المغذيات الى اماكن النمو وذلك لحاجتها لها ومن اهم الهرمونات النباتية التي تشجيع انتقال المغذيات هي الكايتينوحامض اندول الخليك IAA وحامض الجبرليكGA

ميكانكية انتقال الغذاء عبر اللحاء

1- نظرية التدفق الكبير Bulk flow theory

وهي النظرية التي وضعها الباحث الالماني مونش munch من خلال تجربة المبينة في الرسم التالي



حيث ان المواد المذابة سوف تنتقلمن المنطقة أ التي اضيف لها السكروز الى النطقة ب بالعملية الازموزية ان الضغط المتولد في المنطقة أ نتيجة لاضافة السكروز سوف يؤدي الى دفع الماء خارج المنطقة ب ثم يخرج الماء من المنطقة ب عائداً الى المنطقة أ ان سرعة التدفق من المنطقة أ الى ب سوف تؤدي الى نقل الذائبات معها (السكروز)

2- نظرية التيارات السايتوبلازمية Cytoplasmic streaming

ان عملية انتقال الغذاء يكون عبر الخيوط البلازمية التي تربط الخلية مع الخلية المجاورة لها عن طريق حركة السايتوبلازم داخل الخلية بشكل دائري كما موضع في الشكل التالي

3- نظرية الانتشار الفعال Activated diffusion theory

تفترض هذة النظرية ان الخلايا المرافقة الانابيب المنخلية او الصفائح المنخلية تعمل كمضخات نعمل على دفع ونقل الغذاء عبر الانابيب المنخلية من خلال وجود مادة البروتين التقلصي contractile proteins والتي تغلف الاشرطة الناقلة للغذاء داخل الانابيب المنخلية .

4- نظرية الانتشار الطبقي Interface diffusion theory

ان الامواد التي تقلل من الشد السطحي بين سائلين لايمتزجان او بين سائل وغاز سوف يكون لها القابلية العالية على الانتشار بين السطحين مثلا عند انتشار طبقة رقيقة من النفط على سطح الماء سوف يكون طبقة غازية بين الماء والهواء فيكون بهذه الحالة سرعة انتشار النفط عالية اكثر من 50000 مرة ضعف سرعة انتشاره في الماء او في الهواء وعلى ضوء ذلك يعتقد العلماء الى ان هذه النظرية ان سايتوبلازم خلايا عناصر اللحاء توفر طبقات مشابهة لما ذكر في المثال السابق على انتشار سريع للعصير الخلوي وانتقالة بين الخلايا عن طريق الروابط او الخيوط البلازمية

البناء الضوئيPhotosynthesis :

تصور الباحثون قبل القرن الثامن عشر أن النبات يحصل على كل شي من احتياجاتة من الغذاء من التربة حتى سنة 1727م اقترح الباحث Hales بأن جزء من غذاء النبات يأتي من الجو المحيط وان الضوء يشارك في عملية تصنيعة وكان في ذلك الوقت مكونات الهواء غير معروفة,وفي عام 1804. استنتج الباحث ان هذا هناك نوعين من التبادل الغازي داخل النباتات

احدهما يحدث بوجود الضوء والثاني في كما وان الأنسجة الخضراء وحدها هي التي تقوم بامتصاصco_2 وتحرر o_2 في الضوء وان الماء يساهم في عملية البناء الضوئي

أما الباحث Robert mayer عام 1842 ان الشمس هي مصدر الطاقة لكل من النباتات والحيونات وان النباتات تقوم بامتصاص الطاقة وتحويلها الى طاقة كيمائية في عملية البناء الضوئي أما الباحث sachs عام 1864 وجد ان ناتج البناء الضوئي هو عبارة عن مادة عضوية من خلال ملاحظتة نمو حبيبات النشا في البلاستيدات الخضراء المعرضة للضوء

في عام 1905 تمكن العالم الفسيلوجي Blackman من توضيح ميكانكية البناء الضوئي وبين هنالك نوعين من التفاعلات الكميائية النوع الاول يحدث بوجود الضوء والنوع الثاني لايحتاج للضوء في تفاعلاته

مصدر الطاقة Source of energy

أن معظم الطاقة الضرورية للحياة تنشا بشكل كهرومغناطيسي من الشمس, . ومقدار الطاقةالشمسية التي تنفذ الى جو الارض في كل سنة تقدر بحوالي $56 * 10^{21}$ جول بشكل حرارة ولكن نصف هذه الكمية من الطاقة تنعكس الى اعالي الجو بوسطة الغيوم والغازات والنصف الاخر الذي يصل الى الارض حوالي 40 % منه ينعكس بواسطة سطوح المحيطات والصحاري والباقي من هذا الاشعاع يمتص بوسطة النباتات النامية في اليابسة والبحار لغرض استخدمه في البناء الضوئي وذلك فان مجموعة الطاقة الفعالة المستعملة بصورة حقيقية بعملية البناء الضوئي هي $15 *10^{23}$ جول ان الطاقة الهائلة المنبعثة من الشمس تتكون نتيجة للتحولات الذرية لذرات الهيدروجين مكونه ذرات من الهليوم كما في المعادلو التالية

$$H \longrightarrow He + 2e + Energy$$

& الاشعاع الكهرومغناطيسي Electro-magnetic radiation

ان الاشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الشمس يصل الى الارض على شكل موجات ولكل موجة منها لها طول موجي معين ويقاس بوحدة النانوميتر (nm) وتستخدم هذه الوحدات لقياس الطول الموجى للضوء المرئي (وكل واحد نانوميتريساوي 10^{-9}متر لقد بين العالم الفيزيائي اسحاق نيوتن ان الضوء المرئي مكون من عدة الوان يتراوح بين اللون البنفسجي 380 نانوميتر الى الطول الاحمر 750 نانوميتر وضع العالم انشتاين نظريتة على الضوء عام 1905م وافترض بان الطاقة الضوئية تنبعث على هيئة جسيمات صغيرة تسمى الفوتونات وهي وحدات منفصلة من الكوانتم الضوء اي ان الطاقة الناتجة من كوانتم ضوئي واحد تدعى بالفوتون ويتناسب طول الموجة عكسياً مع طاقة الفوتون اي ان الفوتون للاشعاع الضوئي ذي الطول الموجي القصير يكون يمتلك طاقة كبيرة في حين الفوتون للاشعاع الضوئي ذي الطول الموجي

الطويل يمتلك طاقة اقل في عملية البناء الضوئي تمتلك الانسجة النباتية الخضراء صبغات لها القابلية على امتصاص الطاقة الموجودة في الفوتونات والتي تكون ضمن طول موجي محدد

صبغات الكلورفيل Chlorophyll pigments

ان اهم الصبغات الخضراء الموجودة في النبات التي تشترك في عملية البناء الضوئي هي الكلورفيل وهي غير قابلة للذوبان في الماء ولكنها تذوب في المذيبات اخرى

& انواع صبغات الكلورفيل

1- كلورفيل A

هو المكون الرئيسي للبلاستيدة الخضراء حيث يقوم بامتصاص الضوء أعلى ما يمكن في منطقة الضوء الازرق والاحمر وتقع ذروة الامتصاص لهذه الصبغة عند طول موجه 663 نانومتر موجود في النباتات الخضراء

2- كلورفيل B

يختلف عن تركيب كلورفيل A بانه يحتوي على مجموعة H.C.O بينما كلورفيل A يحتوي على مجموعة المثيل وقمة الامتصاص لهذة الصبغة عند الطول الموجي 645 نانوميتر ويوجد في الطحالب الخضراء والنباتات الراقية مع الكلورفيل A

3- كلورفيل C.D

موجود كلورفيل A.C في الطحالب البنية أما الكلورفيل A.D فيوجد في الطحالب الحمراء

ب- الكاروتينويدات Carotenoids

وهي موجودة في النباتات والطحالب البنية أما الكلورفيل A.D فيوجد في الطحالب الحمراء والخضراء والبكتريا القادرة على البناء الضوئي والفطريات وتشمل

الكاروتين Carotene

وهي صبغة يكون لونها برتقالي كما وهي مشتقة من الصبغة الحمراء اللايكوبين الموجودة في ثمار الطماطة وهي عبارة عن جزيئتين متماثلتين من فيتامين A مرتبطة مع بعظها باصرة مزدوجة وتحتوي جزيئتها الكاروتين على H.C فقط

الزانثوفيلات Xanthophylls

توجد بتراكيب مختلفة واعداد كبيرة ولونها اصفر

البلاستيدات plastids

هي أجسام بروتوبلازمية تعتبر من مكونات الخلية الحية لها القدرة علم النمو والانقسام

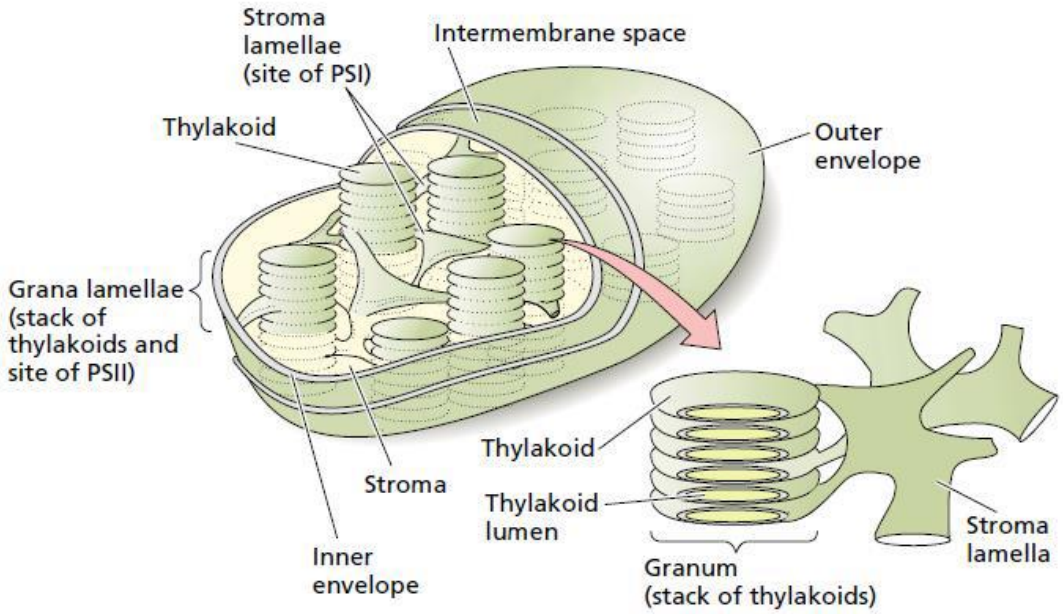
أنواع البلاستيدات

1- البلاستيدات الملونة chromoplasts

وهي بلاستيدات ذات ألوان مختلفة عدا اللون الأخضرمثل الأصفر والبرتقالي والأحمر ويتوقف اللون على نوع الصبغة الكاروتينية الموجودة فيها كما البلاستيدات الموجودة في الازهار كاطماطة وبعض انواع الجذور

- **البلاستيدة عديمة اللون** leucoplasts هي بلاستيدات لاتحتوي على صبغات ولها اشكال متعددة وتقوم بخزن الغذاء على شكل نشا فتسمى ببلاستيدات النشاء او على شكل دهون وتسمى بلاستيدات الدهون وتوجد البلاستيدات عديمة اللون في الاجزاء غير المعرضة للضوء كما في الدرنات والكرومات واندوسبرم

البلاستيدات الخضراء chlorophlasts : عددها في الخلية الواحدة حوالي 50-100 بلاستيدة طولها 4-10 مايكرون شكلها يشبة العدسة وهي بلاستيدات ذات لون اخضر وذلك لاحتوائها على صبغة الكلورفيل واهمها صبغة كلورفيل A و b والكاروتين والزنثوفيل وتتكون من كتلة بروتوبلازمية كثيفة تعرف بحشوة stroma ومغلفة بغلاف مزدوج يتركب من طبقتين بروتينيتين وبينهما طبقة دهنية ويسمى بغلاف البلاستيدة وتحتوي الحشوة على اقراص محببة وهي عبارة عن مجموعة من اغشية الثيلاكويد مرتبة بعضها فوق بعض وتسمى بالكرنا وتحتوي بداخلها على صبغات البناء الضوئي وعددها يتراوح بين 40-60 في البلاستيدة الخضراء الواحدة في النباتات الراقية وترتبط الكرنا مع بعضها بممرات او قنوات تسمى صفائح ما بين الكرنا ويوجد في الحشوة الانزيمات المتعلقة بتثبيت ثاني اوكسيد الكاربون كما موضح في الرسم



تحويل الطاقة:

يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية من خلال امتصاص الطاقة الضوئية من قبل الصبغة فيؤدي ذلك الى اثارة الالكترونات الموجودة في الصبغة فتتحول من الحالة المستقرة ground state الى الحالة المثارة وذلك لان امتصاص الالكترونات الموجودة في جزيئة الصبغة سوف يتاثر نتيجة لحصولة على طاقة ضوئية عالية يؤدي الى انتقالة من مدارة الى مدار ابعد وعندما يريد العودة الى حالتة المستقرة اي الى مدارة الاصلي فانة يفقد هذة الطاقة بشكل اشعاع وتسمى هذة العملية بالفلورة fluorescence ثم يتم استلام هذة الطاقة وتحويلها الى طاقة كيميائية

البناء الضوئي

يتم البناء الضوئي في بكتريا الكبريت الخضراء من خلال تثبيت co2 باستخدام كبرتيد الهيدروجين H2S كما في المعادلة التالية

$$2H2S + CO2 \rightarrow 2S + (CH20) + H2O: 20$$

$$2H20 + CO2 \rightarrow O2 + (CH2O) + H2O$$

أما في النباتات ال ا رقية والطحالب :

يمكن من خلال المعادلتين وضع معادلة عامة للبناء الضوئي:

$$2H2A + CO2 \rightarrow 2A + (CH2O) + H20 .$$

هنا نوعين من التفاعلات تحدث في عملية البناء الضوئي:

أولا :تفاعلات الضوء:

وتتم هذه التفاعلات بوجود الضوء ومن هذه التفاعلات هي:

التحلل الضوئي لجزيئة الماء photolysis ويسمى تفاعل Hill كما في المعادلة التالية

$$H2O \longrightarrow {}^{1/2} O2 + 2e + 2H$$

ب- اختزال المرافق الانزيمي (NADP+) Nicotine amide Adenine di nucide phosphate الى NADPH كما في المعاملة

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

ج تكون جزيئة (ATP) (adenosine tri phosphate) من (ADP) di adenosine phosphate وفوسفات عضوية (pi) كما في المعادلة التالية

$$ADP + H2po4 \longrightarrow ATP$$

هذا التفاعل اول من لاحظه باحث يسمى Amon حيث وجد ان جزيئة ال ATP يتم بنائها في البلاستيدة الخضراء المعزولة تحت الضوء وسميت هذة الحالة بالفسفرة الضوئية Photo phosphorylation

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المثنى – كلية الزراعة

قسم وقسم وقاية النبات

المرحلة الثانية

المادة : فسلجة نبات

درس المادة : د. محمود ثامرالجياشي

رقم المحاضرة االخامسة

العام الدراسي 2021-2020

المحاضرة النظري

الكيمياء الضوئية للكلورفيل photochemistry of chlorophyll

يتاثر الكلورفيل ويثار اذا ما تعرض للضوء الابيض حيث يشغل الضوء الابيض منطقة صغيرة جدا يتراوح اطوال الموجية من 430-760 mu وهذة المنطقة من الاطوال الموجية تشمل الضوء الازرق (430-470) الازق المخضر (470-500) الاخضر (500-530) الاصفر (560-600) البرتقالي (600-640) الاحم الفاتح (640-675) الاحمر القاتم (675-760mu)

بينما الاطوال الموجية الاكبر من ذلك او الاصغر اشعة كهرو مغناطيسية لايستفيد منها النبات عند امتصاص الكلورفيل للاشعة الزرقاء ذات الطول الموجي 430 mu وكذلك الاشعة الحمراء

ذات الطول الموجى 760 mu فان جزئيات الكلورفيل يحدث لها اثارة نتيجة لامتصاص هذا الطاقة الضوئية

مراحل عملية التركيب الضوئي stage of photosynthesis

ان اصتلاح التركيب الضوئي غالبا ما يستعمل للاشارة الى بناء الكاربوهيدات بواسطة النباتات من مواد لاعضوية in organic بسيطة (co2, والماء) بمساعدة الطاقة الضوئية التي تمتصها البلاستيدات الخضراء وبمعناه الواسع يشير ايضا الى بيناء البروتين والشحوم كنتيجة لتكوين المواد الكاربوهيداتية

ان نتائج البحوث التي استعملت فيها نظائر الاوكسجين في تركيب جزيئة الماء اثبتت بصورة قاطعة بان مصدر الاوكسجين الخارج من عملية التركيب الضوئي هو الماء فقط وليس من co2

واستناد الى ذلك فان المعادلة الكيميائية المعدلة التي تمثل العملية هي

$$CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{الكلورفيل}]{\text{الطاقة الضوئية}} C_5H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

وقد برهنت التجارب الحديثة بان حامض الكلسرين الفوسفاتي هو اول النتواتج الكيميائية لعملية التركيب الضوئي والتي تتم بمرحلتين

1- المرحلة الضوئية
2- مرحلة الظلام

الطاقة الضوئية الممتصة من قبل الجزيئات في الخلية النباتية

ان الطاقة الضوئية الممتصة من قبل الجزيئات في الخلية النباتية يحدث لها بعض التغيرات منها

1- الطاقة تتحول الى حرارة
2- يحدث تغير حركةالجزيئات الكيميائية مثل انشطار الماء يؤدي الى انتقال الطاقة الى جزيئات اخرى خلال انتقال الالكترونات
3- التركيب الضوئي هو المسؤول عن نقل الطاقة من الكلورفيل الى جزيئات اخرى

الفسفرة الضوئية Photophosphorylation

هي عملية تكوين ال ATP من الطاقة الضوئية حيث تتكون نوعين من التفاعلات

1- التفاعلات الضوئية الكيميائية Photochemical

هي التفاعلات التي تعتمد على الضوء وهي تتم بسرعة فائقة ب الف بالمليون بالثانية ولذلك من الصعب قياس هذا النوع من التفاعلات ولاتزال الدراسات تخمينية

2- تفاعلات الظلام والتفاعلات الكيمياوية الانزيمية Enzymatic reaction

وهي التفاعلات التي لاتعمد على الضوء ولكن يمكن ان تحدث بالضوء والظلام مقارنة بتفاعلات الضوء تقدر سرعتها ب واحد بالالف بالثانية لذا فان المعلومات المتوافرة عليها اكثر من تفاعلات الضوء

وحدات التركيب الضوئي

الدراسات والصور المبكرة اوضحت ان جزيئات الكلوروفيل هي احد الوحدات الاساسية في عملية التركيب الضوئي وهذة الوحدات تعمل بشكل مجاميع مترابطة تحوي مجموعة على 400-250 جزيئة كلوروفيل A وهذة المجموعة من الجزيئات التي يتم انتقالها الى مركز التفاعلات الكميائية عن طريق الالكترونات او حوامل الالكترونية

العالمان Arnoles و Emerson لاحظ ان عملية التركيب الضوئي تحتاج الى 2500 جزيئة كلوروفيل لاحظ ان في عملية التركيب الضوئي تحتاج الى 2500 جزيئة من كلوروفيل A لتحرير O2 لكل Quantum متحررة لعملية التركيب الضوئي وكذلك تحتاج الى 8 Quantum او فوتون لتثبيت جزيئة واحدة من CO2 اي ان العملية تحتاج الى حوالي 300 جزيئة كلوروفيل A لكل Quantum واحد

2500 chlorophyll A(التحرر) molecular/O2

8Quantum/CO2 fixed تثبيت

300Chlorophyll Amolecular

دورة الكاربون التي تمثل التركيب الضوئي

في كل سنة في الكرة الارضية بشكل عام يتحد حوالي 150 بليون طن من الكاربون في عملية التركيب الضوئي 25 بليون طن من الهيدروجين لكي يعطي 400 بليون طن O2 90% من هذه العمليات تحدث على الاسطح المائية و10% على اليابسة وهذه الدورة تسمى دورة الكاربون والتي لانهاية لها.

ذات الكاربون والهيدروجينوالاكسجين تاتي اما من المحيط الخارجي والمحيط المائي وهذين العمليتين تتبع مواد عضوية تتحلل الى مواد غي عضوية ويطلق عليها هذة الدورة دورة الكاربون

أنواع الفسفرة الضوئية:

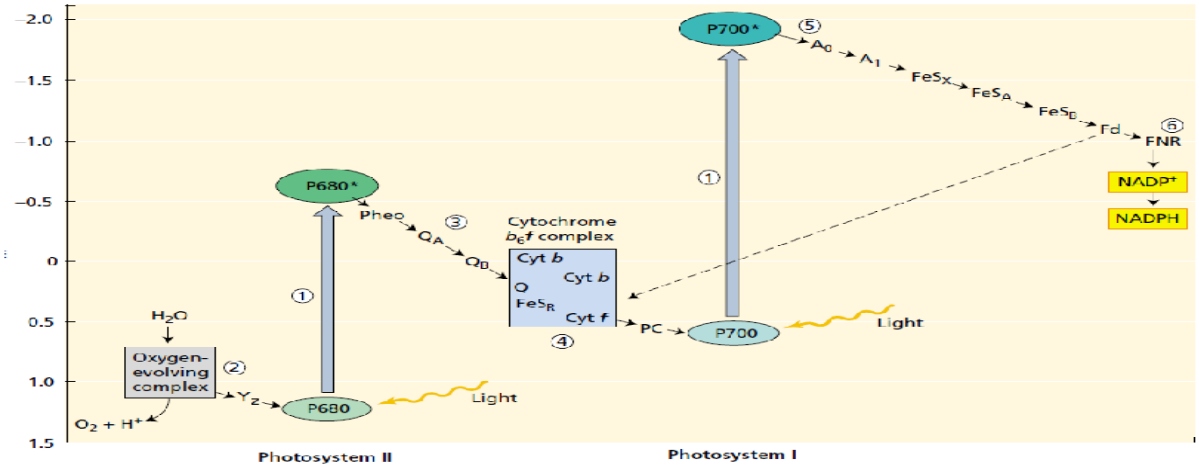
1- الفسفرة الضوئية غير دائرية:

وهي عملية بناء الطاقة بوجود الضوء من خلال بناء جزيئة ATP من ADP وPi بوجود الضوء وان الالكترون المثار في هذه العملية ينتقل إلمر كب آخر يسمى مكتسب للالكترون والطاقة التي يتم تحررها من
الالكترون المثارلكي يعود إلى حالتة المستقرة يتم تحويلها إلى طاقة كيميائية ولايعود هذا الإلكترون إلى المركب

المانح للالكترون مرة أخرى وانما يتم تعويض المركب المانح للالكترون من الالكترونات الناتجة من التحل المائي في تفاعل HILL
وان نواتج الفسفرة الضوئية غير الدائرية هي ATP , NADPH , O2

2- الفسفرة الضوئية الدائرية

تحصل في النظام الضوئي psl حيث ينتقل الالكترون المثار من p700 الى Fe-S protein ومنة الى Fd وبعدها ينتقل الى Cyt b ومنة الى pQ ومنة الى Fe-S protein ومنة الى Cyt F ثم الى PC ثم يعود مرة اخرى الى P700 بعدها حرر الطاقة التي اكتسابها نتيجة الاثارة والتي تم اكتسابها وتحويلها الى طاقة كيميائية . اي ان الفسفرة الضوئية الدائرية تحدث في النظام الضوئي الاول ولاتحتاج الى النظام الثاني نواتج الفسفرة هي مركب ATP فقط الذي يتم بناءة في Coupling factor CF



اهم الخطوات التي يختزل فيها CO2 الى سكر من خلال دورة كالفن

يستقبل السكر (RNBP الرايبيولوز ثنائى الفوسفات) غاز CO2 وينتج جزئيات من (PGAحمض الفوسفوجلسريك · (إختزال PGA بواسطة جزئيات الطاقة الناتجة من تفاعل الضوء إلى السكر 3 (P-G جلسرلدهيد ٣-فوسفات · .(يتحول السكر P.G3. الألدهيدى إلى نظيره الكيتونى (DHAP داى هيدروكس اسيتون فوسفات (وهذا التفاعل عكسى · .يتحد جزئيات من السكر الثلاثية أحدهما الدهيدى والآخر كيتونى
(P.3.G&DHAP)لتكون جزىء سكر الفراكتوز والذى يمكنه التحول إلى نظيره لجلوكوز · .بإتحاد جزىء جلوكوز آخر واكتوز يتكون السكر الثنائى سكروز ومن الجلوكوز يتكون النشا .كما يمكن إنتاج عدة مركبات وسيطة والتى يتكون منها فى النهاية RuBPوالذى يعمل كمستقبل للغاز CO2.والرسم التوضيحى التالى يبين خطوات اختزال CO2إلى مستوى الكربوهيدرات من خلال دورة كالفن.

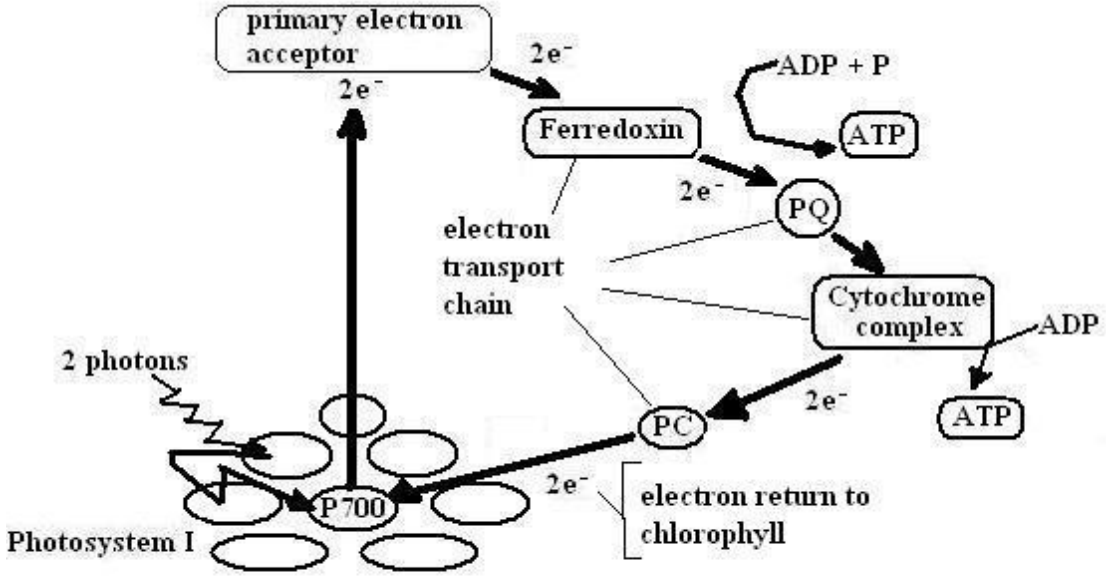


Fig 5. Cyclic photophosphorylation whereATP is produced,but no water is split or NADPH produced

تفاعلات اختزال ثاني اوكسيد الكاربون الى مستوى الكاربوهيدرات

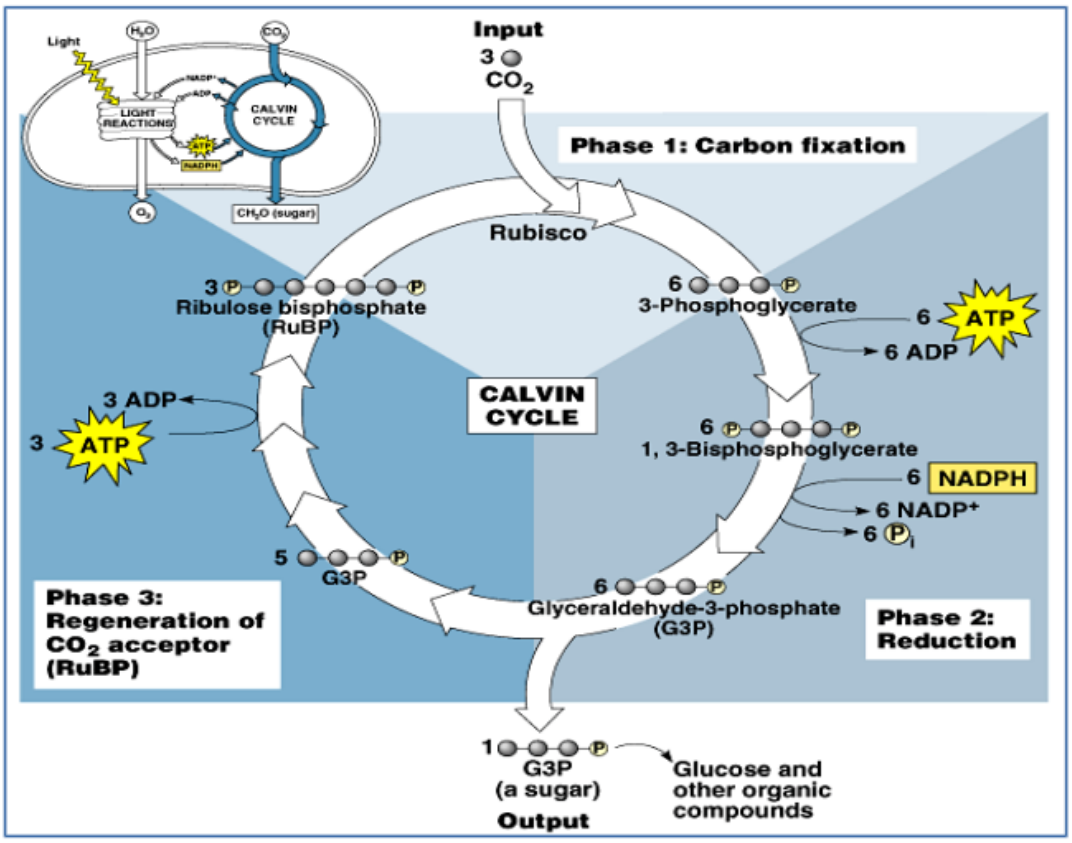
1- مسلك ثلاثي الكاربون C3 -Pthway
2- مسلك رباعي الكاربون
3- مسلك الحامض العضوي في النباتات العصارية CAM

المسلك الثلاثي الكاربون (دورة كالفن Calvin cycle)

خلال هذة الدورة يدخل غاز co2 عن طريق الثغور حيث يتحد مع مركب خماسي الكاربون هو ثنائي فوسفات الرابيليوز(Ribulose-1,5-bisphosphate (RUBP ينشط هذا التفاعل انزيم Carboxyase RuBP او الرابسكو ويتكون لدينا مركب غير ثابت وسرعان ما ينقسم الى جزيئيتين من مركب ثلاثي الكاربون وحامض الفوسفريك

الخطوة الثانية الهامة هي تفاعلات اختزال CO2 هي اختزال حامض الفسفوكليسريك PGA الى مركب سكري ثلاثي الكاربون وهو PHosphoglyceraldehyde (PGAL)

الخطوة الثالثة هي اعادة تكوين السكر الخماسي الذي هو الريبلوز ثنائي الفوسفات RUBP وتتضمن هذه العملية استخدام خمسة جزيئات من السكر الثلاثي المفسفرة للحصول على ثلاث جزيئات من السكر الخماسي وذلك لاعادة دورة كالفن مرة ثانية وثالثة واستمرار عجلة البناء الضوئي هذا المسلك يحدث في النباتات التي تستوطن البيئات الباردة حيث تكون مصادر المياة وفيرة .



المسلك الثلاثي الكاربون(دورة كالفن)

المسلك الرباعي الكاربون

هو المسلك الثاني لتفاعلات اختزال CO2 حيث يحدث على مرحلتين اذ يدخل CO2عن طريق الثغور فيذوب ويتاين مكونا حامض الكاربونيك كما موضح في المعادلة الاتية

$$CO2+H2O \Longleftrightarrow H2CO3 \Longleftrightarrow H^{+} + HCO3^{-}$$

ايون البكارونات

ايون البيكربونات الناتج يتحد مع مركب ثلاثي الكاربون يسمى PEP

$$HCO3+PEP \Longleftrightarrow OAA$$

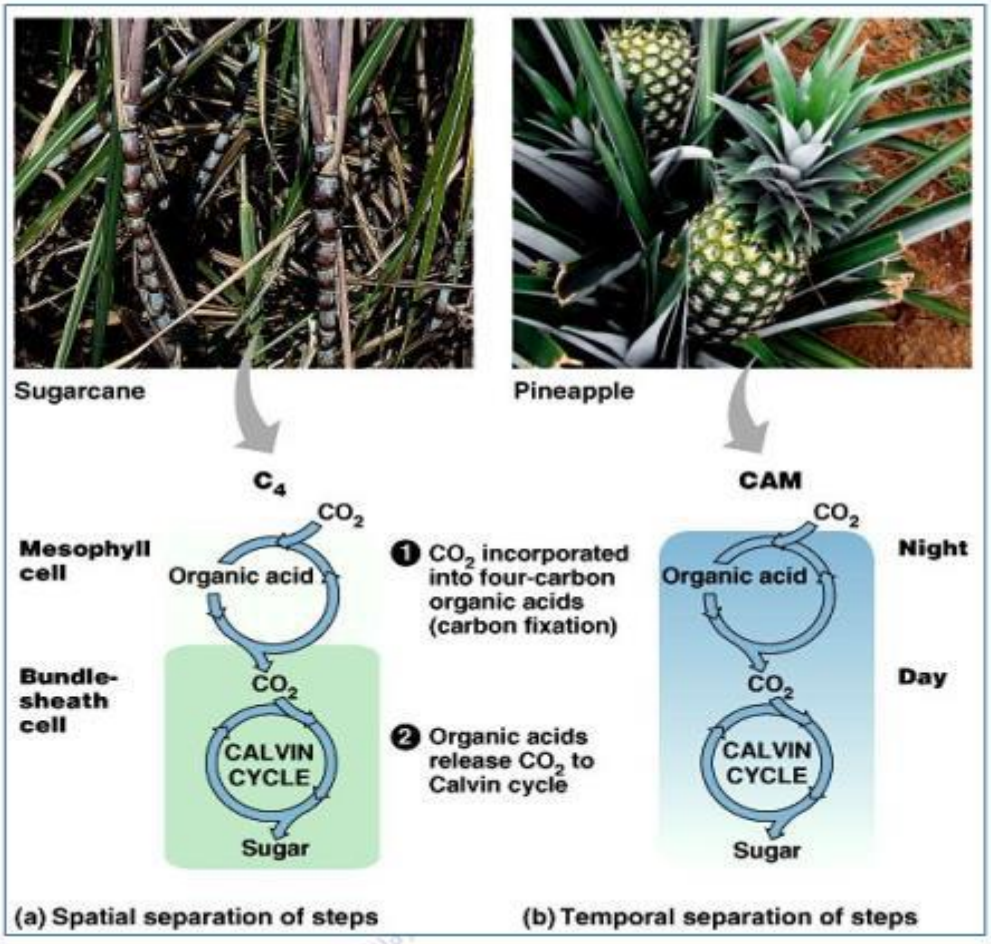
(Phospheniol pyruvic acid)

ملاحظة هذه التفاعلات تحدث في الجزء العلوي من الورقة بعد ذلك يتحرك هذا الحامض الرباعي من الجزء العلوي من الورقة الى منطقة غلف او غمد الحزمة الوعائية عندما يصل الحامض الى منطقة غمد الحزمة يتحد مع المرفق الانزيمي

المختزلNADPH+H وتكون لدينا حامض رباعي هو حامض المالتيك هذا الحامض الرباعي

تحدث لة عملية ازالةCO2

CO2 الناتج من هذه العملية سوف يتحد مع السكر الخماسي رايبوز ثنائي فوسفيت (لعادة دورة كالفن كما سبق في النبتات ثلاثية الكاربون حيث يلاحظ ان انزيم الريبسكو يكون غير موجود في الجزء العلوي من الورقة ولذلك حدثت عملية تحوير في التفاعلات البايو كيميائية حيث تمنع من حدوث ظاهرة التنفس الضوئي التي تحدث في النباتات ثلاثية الكاربون بسبب استخدام الربسكو الاوكسجين كمادة تفاعل بدل من ثاني اوكسيد الكاربون الذي يؤدي عادة الى تكون الكاربوهيدات التي هي الغاية وراء عملية البناء الضوئي



مقارنة بين نباتات رباعية الكاربون وCAM

ايض الحامض العضوي في النباتات العصارية CAM

هو المسلك الثالث لاختزال CO_2 الى مستوى الكاربوهيدرات وانة يحدث في النبتات العصارية هذة النبتات تستوطن الصحراء لها من التحورات بحيث تتمكن من صنع غذائها وذلك عن طريق فتح الثغور ليلا فقط حيث يدخل CO_2 ليلا الى الثغور المفتوحةثم يتحد CO_2 مع مركب ثلاثي الكاربون هو حامض الاكزواليك OAA هذا الحامض سرعان ما يتم اختزالة الى حامض الماليك الذي هو ايضا حامض رباعي وهذ الحامض يتراكم بكميات كثيرة في الفجوات التي تمتلكها هذة النبتات

اما في النهار فتغلق الثغور وذلك لتجنب الجفاف وخلال ساعات النهار تحدث عملية ازالة CO_2 من الحامض الرباعي الكاربون CO_2 الناتج يتحد مع السكر الخماسي الذي هو الرايبلوز ثنائي الفوسفات وذلك لاعادة دورة كالفن .

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى – كلية الزراعة
قسم وقسم وقاية النبات
المرحلة الثانية

المادة : فسلجة نبات
درس المادة : د. محمود ثامرالجياشي
رقم المحاضرة السادسة
العام الدراسي 2022

التنفس Respiration :

هو تحرير الطاقة اللازمة للنمو والتكاثر من خلال تحول المركبات المعقدة مثل الكاربوهيدرات الى جزيئات صغيرة ان عملية الايض Metabolism في الخلية تنقسم الى نوعين الاول هو عملية الهدم والثاني عملية البناء ان عملية التنفس هي عملية هدم Catabolism للمركبات المعقده وتحويلها الى جزيئات صغيرة وهي تفاعلات محرره للطاقة Exergonic reaction اما عملية البناء الضوئي فهي عملية بناء Anabolism وهي تفاعلات تحتاج الى طاقة

هنالك نوعين من التنفس الذي يحدث في الكائنات الحية هما

1- التنفس الهوائي Aerobic Respiration ويحدث في الكائنات الراقية مثل الانسان والنباتات والحيونات ويتم هذا النوع من التنفس بوجود الاوكسجين والذي تنهدم بة المركبات المعقدة يصوره كلية مثل الكاربوهيدرات الى جزيئات من ثاني اوكسيد الكاربون والماء ويكون مصحوبا هذا الهدم بتحرر طاقة عالية كما في المعادلة

$$C_6H_{12}O_6+6O_2 \longrightarrow 6CO_2+6H_2O \quad Energy=686k$$

2- التنفس اللاهوائي Anaerobic Respiration ويحدث في الكائنات البدائية مثل بعض انواع البكتريا والخميرة ويتم هذا النوع بغياب الاوكسجين والذي تنهدم بة المركبات المعقدة بصورة جزئية مثل الكاربوهيدرات الى جزيئات مثل ثنائي اوكسيد الكاربون ويكون مصحوب بتحرر طاقة قليلة كما موضح بالمعادلة

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2+2C_2H_5OH \quad Energy=56k$$

ويطلق ايضا على عملية التنفس اللاهوائي بالتخمر الكحولي Fermentation ان الانسجة النباتية يمكنها ان ان تتنفس تنفس لاهوائي بغياب الاوكسجين ولكن ليس على مدء طويلة وذلك بسبب ان الطاقة المتحرره تكون غير كافية لحدوث الفعاليات الحيوية بالانسجة مثل الانقسام

الخلوي والتخليق اللاهوائي وانتقال الاملاح اولا والسبب الاخر هو تراكم المواد السمية الناتجة من التنفس اللاهوائي في الخلايا مثل الكحول والاستيلديهايد

مراحل التنفس الهوائي Aerobic respiration stages

اولا: مراحل التحلل الكلايكولي Glycolysis

هي التفاعلات التي تحدث في سايتوبلازم الخلية اذ تتوفر انزيمات هذه المرحله التي تحول جزيئة سكر الكلوكوز الى جزيئيتين من حامض البايروفيك وتحدث بغياب الاوكسجين وتنقسم الى اربعة تفاعلات

أ. فسفرة جزيء الكلوكوز الى فركتوز ثنائي الفوسفيت وذلك يتم باستهلاك جزيئتين من ATP
ب. يتفكك جزيئي الفركتوز ثنائي الفوسفيت الى جزيئتين من مركب ثلاثي الكاربون المفسفر
ت. يتأكسد المركب الثلاثي المفسفر PGAld الى PGA ويتكون جزيئين من ATP في هذه الخطوة
ث. يتحول PGA يساسلة من التفاعلات الى حامض البايروفيك (حامض ثلاثي الكاربون) ويكون ويكون مصحوب بتكوين جزيئين من ATP

ثانياً المرحلة الانتقالية Transition stage

تتضمن سلسلة من التفاعلات الهوائية لحامض البايروفيك التي تؤدي الى انتاج مركب COA Acetyl ويكون مصحوباً بتوليد 3 جزيئات من ATP كما هو موضح في المعادلة التالية

$$\text{Pyrovic acid} + \text{COA-SH} + \text{NAD} \longrightarrow \text{Acetyl-Scoa} + \text{NADH} + \text{H} + \text{CO}_2$$

ثالثا: دورة كربس

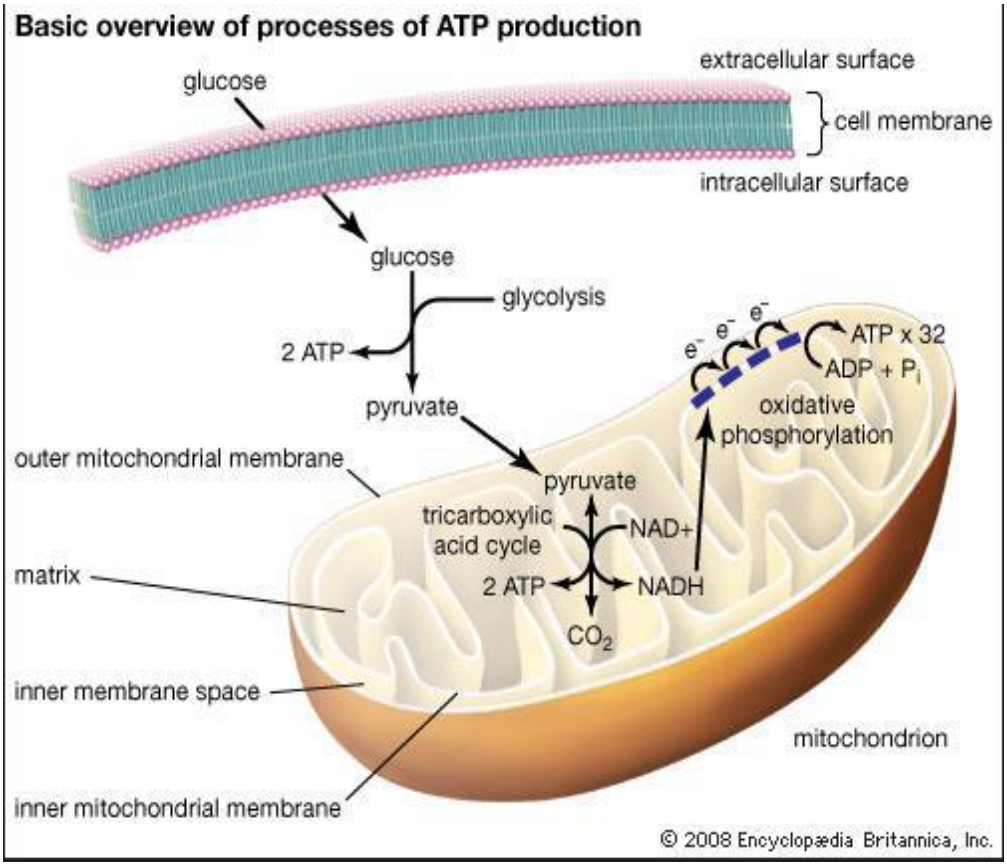
وهي تفاعلات هامه تحدث بشكل دائري تبدأ بأكسدة الاستيل المرافق الانزيمي أ(AcetylCOA) الى ثاني اوكسيد الكاربون والماء مع انتاج عدة جزيئات من ATP وهي تتضمن اربعة تفاعلات

تاكسدية اختزالية لذلك تتكون 12 جزيئة من ATP وسميت هذة السلسلة من التفاعلات بدورة كريبس تيمنا بالعالم الكيميائي Hans krebs الذي اكتشفها.

رابعاً مرحلة نقل الالكترونات

ويتم نقل 10 الكترونات بوسطة نواقل الكترونية و10 بروتونات (ايونات هيدروجين)تستخدم في اكسدة الاوكسجين لتكوين خمس جزيئات من الماء كما موضح

$$10H+10e+2.5O2 \longrightarrow 5H2O$$



شكل يوضح المايتوكندريا بيت الطاقة

الدور الذي تلعبة دورة كربس في عمليات البناء في الخلية

1- تساهم في انتاج الطاقة اللازمة لعمليات البناء المختلفة

2- المساهمة في بناء الاحماض الامينية فمثلا يتكون حامض الجلوتاميك من الفاكيتوجلوتاريك

3- يدخل Acetyl CO-A في التحولات الغذائية للدهون

4- حامض الفيوماريك يدخل في التحولات الغذائية للنتروجين

5- Succinyl- CoA يدخل في التحولات الغذائية للدهون

وظائف التنفس:

1- انتاج ATP

2- يكون العديد من المركبات التي تدخل في بناء انسجة النبات.

في المرحلة الاولى يتحول سكر الجلكوز الى احماض البارفيك.ولا يتم امتصاص الاكسيجين ونطلاق ثنائي اوكسيد الكاربون

في المرحلة الثانية ينطلق ثنائي اوكسيد الكاربون نتيجة لتفككالاحماض البارفيك

جميع CO_2 المنطلق المتحرر ياتي من دورة كربس

في المرحلة الاخيرة (نقل الالكترونات) فتنتج الطاقة Energy حيث 3/2 هذة الطاقة يفقد على شكل حرارة Heat و 3/1 فقط من هذة الطاقة يمسك على شكل ATP

قبل دخول السكريات في المرحلة الاولى (التحلل السكري) لابد ان تكون السكريات العديدة والثنائية (النشا) – السكروز

العوامل المؤثرة على عملية التنفس

1- درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة تاثيراً ملحوضاً في عملية التنفس فتانباتات تستجيب لارتفاع درجة الحرارة في عملية التنفس مثلها كمثل اي عملية حيوية اخرى فيزداد معدل التنفس بزيادة درجة الحرارة الى حد ما كذلك فان انخفاض درجة الحرارة قد تسبب انخفاض في عملية التنفس وذلك بحسب نوع النبات والبئة التي يعيش بها

2- تركز O_2

يعتقد ان زيادة تركيز الاوكسجين وكذلك فان نقص الاوكسجين يسبب انخفاض معدل التنفس وعلى العموم فان التنفس الهوائي يلزم لة وجود الاوكسجين اي في حالة غياب الاوكسجين فان التنفس يكو لاهوائي

3- تركيز CO_2

يعتقد ان زيادة تركيز CO_2 الناتج النهائي في عملية التنفس قد يثبط عملية التنفس الا ان هذه التراكيز التي تثبط التنفس عالية ايضأ كما ذكر سابقأ فان تركيز CO_2 في الانسجة النباتية قد يسبب اغلاق الثغور ومن ثم التأثر تبادل الغازات وبتالي تثبيط التنفس

4- المادة المستهلكة في التنفس: زيادة تركيز السكريات الاحادية الذائبة يؤدي الى زيادة في سرعة التنفس وقد لوحظ انة عند حفظ الانسجة النشوية كاالبطاطس في الثلاجة يؤدي ذلك الى ارتفاع نسبة السكريات الذائبة بها بالتالي يؤدي ذلك الى زيادة معدل النمو بمجرد خروجها من الثلاجة الى جو الغرفة

5- المحتوى المائي للخلية يؤدي النقص في المحتوى المائي لبعض الانسجة النباتية الى زيادة معدل التنفس وعندما تقترب الانسجة من حالة الذبول يتحلل مابها من نشا الى سكريات ذائبة مما يؤدي الى ارتفاع في سرعة التنفس

6- الاملاح يزاد معدل التنفس اذا تعرض النسيج النباتي لايونات الاملاح والزيادة في هذة الحالة تسمى بالتنفس الملحي

7- الجروح والتاثيرات الميكانيكية والمرض الجروح **التي تحصل تسبب زيادة سرعة التنفس**

جدول مقارنة بين التنفس والتركيب الضوئي

الموضوع	التمثيل الضوئي	التنفس
الفسفرة	الفسفرة الضوئية تستعمل الطاقة الضوئية	الفسفرة التاكسدية تستعمل الطاقة الكيميائية
اختزال النيكلتيد	يتكون NADPH بالطاقة الضوئية ويستعمل لاختزال CO2	يتكون NADH باكسدة لاختزال CO2
CO2	مادة تفاعل	ناتج
الماء	مادة تفاعل	ناتج
O2	ناتج	مادة تفاعل
المركبات العضوية	ناتج	مادة تفاعل
	عملية بناء	عملية هدم

التنفس الهوائيAerobic respiration	التنفس اللاهوائيAnaerobic respiration
مكان الحدوث يبدأ في السايتوبلازم ثم المايتوكندريا	مكان الحدوث يبدا في السايتوبلازم خارج المايتوكندريا
كمية الطاقة الناتجة 36ATP	كمية الطاقة الناتجة 2ATP
المواد الناتجة سكر +اوكسجين	المواد الداخلة هي السكر بوجود الانزيمات
عملية تقوم بها الخلايا بتحليل السكر واطلاق الطاقة	يحدث عندما لاتستطيع الخلية القيام بعملية التنفس الخلوي
المواد الناتجة هي طاقة +CO2+ماء	المواد الناتجة CO2+ كحول اثيلي+طاقة
تحرير الطاقة عن طريق الاكسدة	عن طريق الاختزال

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى – كلية الزراعة
قسم وقايـــــــــــة النبات
المرحلـــــــــــــة الثانية

المادة : فسلجة نبـــــــــــات
مدرس المادة : د. محمود الجياشي
رقم المحاضرة السابعـــــــــة
العام الدراســـي 2020-2021
التاريـــخ 12 /12/ 2021

فسلـــــــــجة نظري

النمو والتكشف في النبات Groth and Development

يعتبر النمو من اهم المميزات البارزة في الكائنات الحية ومن اهم صفات النشاط الفسيولوجي ومن الظواهر الطبيعية فيها وهو الزيادة في حجم الكائن الحي وتكوين اعضاء جديدة للنبات والتغير في شكلة اثناء دورة حياته

ان العالم سوف يواجه في السنين القليلة القادمة زيادة هالة في عدد السكان وهذا يتطلب ادخال العلوم والتكنلوجيا الحديثة في تنمية وزراعة النبات والتحكم في نموها وقد نجح الكثير الى حد ما في هذا المجال الا انة يتطلب المزيد من الجهد والتقصي لتحسين نمو وانتاج النبات لسد الحاجة المتزايدة في متطلبات العدد السكاني المرتقب فيما اذ استمرت الموارد الغذائية على هذا النمط لذا فقد اهتم فريق من فسيولوجيا النبات بدراسة النمو في النبات والعوامل الداخلية والخارجية التي تتحكم فيه واطلق على هذا الحقل من الدراسات ومجموعة الاعمال الاخرى المتناسقة والمتعلقة بالنمو باسم physiology of plant growth

ولقد قام العلماء بالتفريق بين بين النمو growth والتكثف او التطور Development ولو ان البعض يجد صعوبة وتداخل في ايجاد المفهوم المميز لظاهرة النمو

فتالتكشف هو التغير في شكل الكائن الحي او صورة او تنوعه او تعقيد تركيبة

والنمو هو تقدير كمي لما يريده النبات او الكائن الحي او مجموعة من الكائنات الحية من مواد بروتينة او كاربوهيدارت او دهون او زيادة في وحداته طويلة كانت او عريضة خلال فترة زمنية محدودة وبما ان النمو اكثر العمليات الفسيلوجية تعقيدا لذلك لا يخضع الى تعريف دقيق لأنه بحد ذاته عملية معقدة فمنه من عرف النمو بانه التضاعف في كمية السايتوبلازم اي تضاعف ذاتي للمادة الحية في الخلية والبعض الاخر اطلق على النمو (بانه الزيادة الدائمة في حجم الخلايا) والتعريف الثالث هو الزيادة في الوزن الجاف لكائن الحي

مكان النمو
يأتى النمو من مقدرة الخلايا والأعضاء على امتصاص او الحصول على المواد البسيطة

من ماء واملاح وثاني أكسيد الكربون من البيئة المحبطة بها واستخدامها في تكوين مركبات مختلفة ومعقدة والتي تشكل بها مكونات تلك الخلايا فيؤدى تراكمها الى النمو المستمر كذلك تؤدى ذلك التراكم من تلك المركبات الى إضافة مادة الحياة للخلايا الجديدة المتكونة من الانقسام وتكوين الخلايا الجديدة مع الأخذ في الاعتبار انها ليست كل خلابا أعضاء النبات تستمر فى النمو والانقسام ولكن تتحول الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة إلى خلايا بالغة وتحاط بخلايا ذات جدر سميكة نسبيا وعديد من الخلايا الميكانيكية والأوعية الناقلة الغير حية

وتبقى الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة فى مناطق النمو المرستيمية وفى الأنسجة الجنينية مع ملاحظة انها سوف يظل للخلايا البالغة القدرة على استعادة قدرتها للانقسام والاستطالة اى العودة للحالة المرستيمية وذلك تحت ظروف معينة. يحدث النمو من انقسام واستطالة فى عديد من المناطق المرستيمية المختلفة وهى تشمل ثلاث انواع من المرستيمات هى المرستيمات القمية مثل التى توجد بقمم السيقان والأفرع وقمم الجذور وهى المتسببة فى نموها الطولى والمرستيمات البينية وهى المسببة للزيادة فى القطر او السمك الزيادة فى حجم الورقة وسمكها وتعرف أحيانا بالكمبيوم البينى كما انها موجود بين العقد والسلاميات ولو ان البعض يعتبر المرستيم بين العقد والسلاميات جزء من المرستيم القمى اما النموات الخضرية الجانبية والأزهار كما فى البراعم الابطية التى توجد فى آباط والثمار فتنتج من المرستيمات الجانبية الأوراق والتى يتحول بعضها الى براعم زهرية فى عملية الأزهار كما يوجد نوع آخر من المرستيمات تعرف بالكمبيوم الفلينى Phellogen هو المسئول عن تكوين القلف وقد تختفى تلك المرستيميات بأن تتحول الى الى أنسجة غير مرستيمية اى خلايا بالغة او تضل على حالتها المرستيمية الى الأبد كما يحدث فى المرستميات

البينية المعروفة بالكامبيوم ويتوقف نشاط المرستيم فى وقت معين على الظروف البيئية والداخلية فمثلا يحدث خمول للمرستيميات القمية فى اشهر الشتاء ونتيجة وجود مثبطات للنمو ويتم النمو فى المرستيمات على ثلاث مراحل تعرف بمراحل النمو.

انواع النمو

النمو المتناثر Diffuse Growth وهو ما يشاهد في تكوين الثغور والسلاميات في السوق حيث يكون غير منتظم نتيجة لحدوثه في بعض المواضع وقد يحدث هذا النوع في اوراق بعض النباتات خاصة العشبية نتيجة لوجود المرستيم البيني

النمو الشاذ Anomalous يحدث في بعض النباتات الوعائية بما في ذلك السرخسيات وعاريات البذورومغطاة البذور وفي ذوات الفلقتين ويحدث النمو الشاذ في هذه النباتات اما نتيجة تكون الكامبيوم الوعائي في مواقع غير طبيعية بحيث ينشا من ذلك توزيع الانسجة الوعائية بطريقة شاذة او بعض نباتات ذوات الفلقة التي ينعدم فيها النمو الثانوي الا ان بعضها يظهر نمو ثانوي خاص يمثل نموا ثانوي

النمو المنتظم لا يحدث دائما بل يحدث من قطع بعض الاجزاء النباتية او نتيجة للسطوح النباتية المجروحه

النمو الترابطي Correlative Growth هو ما يطلق علية تأثير احد اعضاء النبات على نمو عضو او اعضاء اخرى في نفس النبات مثل التحكم في التمايز Differentiation بعض الانسجة كأخشب والكامبيوم وتمايز الجذور والبراعم وظاهرت السيادة القمية والانتحاءات وظاهرة سقوط الاعضاء

التمايز او النمو التمايزي Differentition or Differential growth وهي التغيرات التي تطرا على شكل او هيئة الخلية او الكائن الحي ككل او تحدث تغيرات او عمليات حيوية في الخلية او النسيج او الكائن الحي متميز الى خلايا وانسجة واعضاء وتعد العوامل الوراثية وخاصة DNA

الموجود بوفرة في النواة

Growth Stages:مراحل النمو

تنقسم مراحل النمو الى : مرحلة الانقسام الخلوى ومرحلة الاستطالة والزيادة فى الحجم والمرحلة الأخيرة
هى مرحلة التميز

1- انقسام الخلية Cell Division

تنمو النباتات وتزداد رأسيا تبعا لعملية الانقسام الحادثة فى القمم الطرفية المرستيمية للنباتات عن طريق الانقسام الميتوزى وكذلك فى الخلايا الإنشائية فى الكمبيوم بسيقان النباتات ثنائية الفلقة وفى الخلايا الإنشائية فى الأوراق الحديثة تنقسم الخلايا فى القمم النامية وتحدث الاستطالة على بعد عدة ملليمترات اسفل منطقة بمنطقة الاستطالة اما الأعضاء Dome القمة النامية وتعرف المنطقة اسفل منطقة الانقسام او منطقة القمة المحددة النمو مثل الأوراق والثمار يكون الانقسام والاستطالة كعمليتى منفصلتين زمنيا تبدا بالانقسام وتنتهي الزيادة العددية لتبدأ مرحلة الاستطالة وتكون الأوعية الناقلة ونضج الخلايا وتخصصها وتكون الخلايا صغيرة نسبية وذات نواة كروية مركزية بالنسبة للسيتوبلازم وبدون فجوات عصارية والجدر رقيقة

٢ -مرحلة الزيادة فى حجم الخلية Enlargement

ثم تأتى العملية التالية للانقسام والزيادة العددية بعملية الاستطالة الخلوية حيث يزداد حجم الخلية زيادة غير رجعية نتيجة الضغط الاسموزى وضغط الامتلاء المرتفع وقلة الضغط الجدارى ثم زيادة محتواها العصيرى ومكوناتها العضوية وتكوين الفجوات العصارية بها متحولة بذلك من الحالة المرستيمية الى الحالة البارنشيمية البالغة تزداد الخلايا فى الحجم قد تصل الزيادة فى الحجم من ٣٠-150مرة من حجم الخلايا الإنشائى حيث تزداد قدرتهاعلى امتصاص الخلايا للماء وانتقال المواد الغذائية والايضية التى تتكون فى الأوراق الى مناطق النمو حيث الخلايا المرستيمية التى انتهت من الانقسام

مرحلة التميز الخلوى Cell Differentiation

تبدأ تلك المرحلة بتغيرات تشريحية وفسيولوجية والخلايا البرانشيمية هى اقل الأنواع تميزا حيث لا تختلف كثيرا عن الخلايا الإنشائية سوى زيادة الحجم ودرجة نمو فجواتها ولا تتكون فيها الجدر الثانوية عادة بل تظل ذات جدر رقيقة وتنتشر تلك الخلايا فى القشرة والنخاع والأشعة النخاعية ، اما الخلايا التى تتحول الى عناصر وعائية كالأنابيب الغربالية والأوعية الخشبية والألياف فتتعرض الى تغيرات اذ تزداد فى الحجم كثيرا وتترسب على جدرها جدرا ثانوية تتخذ أشكالا مختلفة منها الحلقى والحلزونى والمنقر ويترسب خلال ذلك مادة اللجنين بين المواد الجدارية الثانوية وفى الأنابيب الغربالية تختفى الانوية ويستمر السيتوبلازم فى أداء وظائفه فى حين تظل النواة فى الخلية المرافقة

تكوين الجدار الخلوي

كما هو معروف فأن الخلية النباتية تتكون من جدار وبروتوبلازم ويتكون البروتوبلازم من سيتوبلازم ونواة وقد نطلق على المكونات البروتوبلازمية اسم البروتوبلاست . يحاط السيتوبلازم بغشاء بلازمى معقد التركيب وتوجد داخل الخلية الشبكة الاندوبلازمية التى تتكون من نفس مادة الغشاء الخلوى او بالاحرى هى امتداد لها وهى موجودة خلال سائل شبة غروى ويحتوى على عديد من العضويات مثل الميتاكوندريا والريبوزومات والبلاستيدات والجسيمات الدقيقة لجهاز جولوجى . والطبيعة الغروية للبروتوبلازم هى أساس المظاهر المادية للحياة ، كما يوجد بالخلية الفجوات العصارية الممتلئة بسائل مائى بة مواد كيميائية ذائبة مثل السكريات والأملاح والاصبغات والفضلات الناتجة من عمليات التمثيل الغذائى للخلية والبلورات خلال

تمدد الخلايا تزداد جدر الخلايا وتتمدد لاستيعاب زيادة حجم الخلية وزيادة محتوياتها ويتم بإضافة مكونات الجدار ولا تسبب تلك الإضافة زيادة فى السمك ولكن تستخدم فى تمدد الجدر وذلك بإضافة ألياف قد تحتفظ ، ١٠ ننوميتر وبطول ٦٠ ننوميتر) بعض الخلايا مثل خلايا النخاع والخلايا الحية فى اللحاء ومعظم خلايا القشرة بالتركيب الأصلي السليولوزى البكتينى الى ما لا نهاية فى حين تتلجنن بعض الخلايا الأخرى مثل جدر معظم أنسجة الخشب وبالمثل تترسب السوبرين على جدر خلايا الفلين ، فى حين ان البروتوبلازم يختفى بسرعة من الخلايا التى تتلجنن جدرها. وظيفة الجدار الخلوى هو التدعيم الميكانيكى للخلية من ثم النبات فهو مع الضغط المائى يعطى للخلية
شكلها ويحافظ على تراكيبها وللجدار دور هام فى امتصاص الماء والذائبات من خارج الى داخل الخلية فضلا على دوره فى مقاومة اختراق الكائنات الممرضة Secretions بالإضافة الى دوره فى الإفراز للخلية ، المسسؤل عن إفراز وتكوين الجدار الخلوى هو البروتوبلاست ثم هو المسئول أيضا فى تدعيم الجدار فيما بعد عند تكوين الجدر الثانوية وتكوين المواد اللاصقة والتى تربط الخلايا بعضها ببعض او ما يعرف بالصفيحة الوسطى ثم ان البروتوبلاست أيضا هو المسئول عن الترسيب الزائد حتى موت الخلية وتحويلها الى وعاء ناقل للماء والعناصر الغذائية الممتصة من التربة والمعروفة بعناصر الخشب. والمركب الرئيسي للجدار هو السليولوز والهيميسليولوز والمواد البكتينية واللجنين والسوبرين

نشاط الكمبيوم وتكشف الأنسجة:

أولى علامات نمو الأشجار فى الربيع هو انتفاخ البراعم وانبثاق استطالة السيقان ويبدأ الكمبيوم فى النمو ببطء وعادة ما يبدأ الانقسام والنمو فى المناطق القريبة من قمم السوق ثم ما يلبث من ان ينتقل النشاط الى المنطق السفلى من الساق وهو ما يتمشى مع انتقال الأوكسين من أعلى الى اسفل بمعنى ان تدافع على النشاط هو تأثير الأوكسين على انقسام واستطالة خلايا الكامبيوم البين حزمى فعندما يبدأ الأزهار يتعطل نشاط الكامبيوم ويستمر نشاط الكمبيوم فى الانحدار بتقدم الأزهار الى ان تبدأ خلايا الكمبيوم كلها وكأنها تكشفت الى أنسجة لحاء وخشب . ويبدأ نقص النشاط الكمبيومى اول ما يبدا فى جزء الساق الأقرب الى النورة ويبدو ان الارتباط بين نشاط الكمبيوم والأزهار ذو الية هرمونية نظرا لقلة الأوكسين عندما تتحول المرستيمات الخضرية الى مرستيمات زهرية ، أذن هى علاقة يحكمها الأوكسين

تكشف القمة النامية:

أول من درس تطور القمم النامية هو العالم shemidt عام 1924 حيث أشار اول خلية تكون القمة النامية والناتجة من انقسام الزايجوت تنقسم لينتج عنها طبقتين من الخلايا هي التي تكون القمم النامية في النباتات الراقية ووضعت نظرية تشرح ذلك عرفت بنظرية الجسم والغطاء فيها افترض ان النبات يتكون فى قمتها المرستيمية من طبقتين متميزتين هما

الطبقة السطحية او الغطاء

تنشا في منطقة القمة المرستيمية مجموعة من الخلايا البادنة تكون طبقة الغطاء وتتكون من صفوف مرتبة ومنتظمة من الخلايا المرستيمية والتي تتراوح عددها بين 2-5 صفوف في النباتات ذات الفلقتين و 2-3 صفوف في النباتات ذات احادية الفلقة ويكون انقسام الخلايا فيها

موازياً للسطح اي عرضياً وتحيط احاطة كاملة احاطة السور بالمعصم بالطبقة الداخلية او طبقة الجسم ذات الخلايا الاكبر حجما من خلايا Tunica

الطبقة الداخلية او الجسم

تلك الطبقة هي التي تختص بنمو النبات في الحجم وطبقاتها غير مميزة والانقسام فيها يكون في الاتجاهين طوليا وعرضياً وظيفة الجسم ذات خلايا اكبر حجما من خلايا Tunica تعرف تلك الخلايا بالخلايا المركزية الامية تنقسم بمعدل اقل لنعطي منطقة مرستيمية تسمى المنطقة المحيطة تلك الطبقة التي يتكون منها خلايا نسيج القشرة والنخاع فيما بعد تليها منطقة ذات صفوف تعرف بمنطة المرستيم اللبي او العرقي

ينشأ النمو الطولى كما ذكر من انقسام واستطالة البراعم الطرفية فى السوق والأفرع وكذلك نتيجة النمو للمرستيم البينى فى منطقة القعد وبين السلاميات والذى يعتبر جزء من المرستيم القمى ، اما النمو القطرى فينشأ من نمو المرستيمات الجانبية او من الكمبيوم الحزمى والذى يؤدى باستمرار الى تكوين الجديد من الخشب واللحاء والذى يؤدى فى النهاية الى زيادة قطر المحور. كما يؤدى الكمبيوم الفلينى الي تكوين نسيج أحادى الطبقات وهو الفلين وهي خلايا غير حية تتميز بوجود صفحات سوبرينية في جدر الخلايا فهى غير منفذة للماء تماما اما خلايا الفللوجين والتى توجد اسفل الفلين فهى خلايا حية متراصة بش من التفكك وتسمى مجموعة الفلين والفللوجين بالبريديرم او القلف

تكشف الورقة والبرعم:

تنقسم القمة النامية ويعرض طرفاها فى حالة النباتات متقابلة الاوراق او يعرضطرف واحد فى حالة النباتات متقابلة الاوراق ويتفلطح الجزء العريضليكون نتوء ورقى فى النباتات المتبادلة او نتوءان فى النباتات متقابلة الاوراق ثم يكبر هذا النتوء ليكون مبادى خروج الاوراق تخصص وظيفى مع الانقسام حيث ينشأ عن تلك العمليتان أى الانقسام والتخصص اجزاء الورقة من نصل وعنق وآذنات وبراعم ابطية بعد ذلك وينشأ النصل من انقسام خلايا الصفين من الخلايا المرستيمية للنتوءات التحت بشرية كل على احد جانبى اصل العرق الوسطى وبتتابع الانقسام تتكون الخلايا الإسفنجية والدعامية للورقة من الطبقة الثانية ثم العروق الوسطية والجانبية من الطبقة الثالثة ولا تضهر المسافات البينية حتى تصل الورقة الى ربع او ثلث حجمها النهائي يقف انقسام البشرة اولا يليها فى الترتيب النسيج الوسكى الاسفنجى ثم الدعامى وقد تستمر انسجة العروق الجانبية فى التكوين لفترة طويلة بعد ثبات الانقسام. ولفهم اكبر لتكون أعضاء النبات كالورقة التى نحن بصددها افترضت نظرية أخرى بعد نظرية الغطاء وهى لا تختلف عن نظرية الغطاء Three Layer theory والجسم عرفت بنظرية الطبقات الثلاثة سوى انها تفترضان طبقة الغطاء تتكون من طبقتين Tunica and Corpus theory والجسم اما الجسم فيكون الطبقة الثالثة وهى تمثل الجزء الأكبر من جسم الساق حيث يتكون منها الأوعية الناقلة من خشب ولحاء وكذلك أنسجة النخاع وكذلك تمثل الطبقة الثالثة الجزء الأكبر من خلايا الجذور الدرنية وغير الدرنية مثل الاسبرجس والداليا والبطاطس والبطاطا وقصب السكر. اما الأوراق فتنشأ نتيجة النمو السطحى فتتكون فى أغلبها من الطبقة الاولى والثانية اما الطبقة الثالثة تكون اقل أهمية فى تركيب الورقة وكذلك الأعضاء المشابه للورقة مثل الأعضاء الزهرية والثمرية والبذور فلون الأزهار بالبتلات مسئول عنة الطبقة الأولى وكذلك لون الثمار اما لحم الثمار فمسئول عنة غالبا الطبقة الثانية اما البذور فتتكون من طبقة اثنين . وقد تم التعرف على ما سبق من علاقة الطبقات بنمو انسجة الأعضاء من دراسة توريث الصفات فوجد ان الطبقة الثانية هى

التى تورث خواصها للنسل فهى المسئولة عن انتاج حبوب اللقاح والبويضات الزيجوت ومن ثم الجنين وكذلك نسيج النيوسيلة وذلك إذا ما تضاعفت تلك الطبقة بالكولشيسين واصبحت رباعية التضاعف فان صفات الخلايا الرباعية التضاعف تنتقل الى تلك الأعضاء سالفة الذكر وقد تم التأكد من ذلك من خلال الدراسات السيتولوجية للهجن الخضرية ، وإذا نظرنا تكوين الورقة نجد ان الطبقة الاولى تكون كل من سطحي الورقة السفلى والعلوى ويتكون كل منهما من صف او صفين من الخلايا تليها الطبقة الثانية وهى التى تحصر بينها الطبقة الثالثة فى الورقة والتى تشكل عند نضج الورقة الأنسجة الوعائية وبعض الأنسجة القليلة الأخرى ، اى ان طبقات الورقة إذا قمنا بعمل قطاع طولى بها تكون) ١,٢,٣,٢,١ (تظهر البراعم الابطية على اساس انها أفرع جانبية جنينية تنمو فى آباط الأوراق وتظهر أول على شكل بروزات مرستيمية فى إبط الأوراق الجنينية ويغلف كل برعم أوراق حرشفية تسقط عند استئناف الساق فى النمو الطرفى.

السيادة القمية:

يحدث ان تنمو بعض النباتات العشبية وبعض النباتات الخشبية عند قمة المحور الرئيسى للساق او الأفرع الرئيسية ورغم وجود برعم جانبى فى إبط كل ورقة فأن الفروع الجانبية لا تنمو ما دام البرعم الطرفى محتفظا بقوته ومستمر فى النمو ، فأذا ما أضير او تم إزالته فالنمو يبدأ فى الحال من البراعم الجانبية معطية الاوراق او الأفرع او الأزهار . وهذا التأثير المثبط للبرعم الطرفى على نمو البراعم الابطية هو ما يسمى بالسيادة القمية ، ويقل تأثير السيادة القمية هذة كلما زادت المسافة بين البرعم الجانبى وقمة الساق او البرعم الطرفى ويبدو ان ذلك التأثير راجع الى تأثير الأوكسين الذى يتكون فى ذلك البرعم الطرفى والأوراق الحديثة النمو المحيطة به والذى ينتقل منها الى البراعم الجانبية ليرفع محتواها الاوكسينى فيصل الى التركيز المثبط للنمو مما يجعلها تستقبل كميات قليلة من نواتج الايض والتمثيل الغذائى مقارنتا بالبراعم النشطة . وهناك رأى آخر وهو ان الهرمونات الساقية المعروفة بالكولوكالين تنجذب الى المناطق التى يبلغ تخليق الأوكسين فيها اقصاة اى الى الأجزاء الطرفية ويقل تركيزها بالطبع فى المناطق السفلى والتى بدورها تكون غير كافية لبدء البراعم الجانبية فى النمو ، وقد يرجع البعض السيادة القمية الى زيادة الأوكسين بالبراعم وفى نفس الوقت قلة السيتوكينين فعند اضافة السيتوكينينات خارجيا أمكن إلغاء السيادة الكمية ويبدو ان العلاقة التضادية بين الأوكسين والسيتوكينين هى المسئولة عن السيادة القمية

الاستقطاب:

كثير من ارتباطات النمو تكون قطبية بمعنى ان طرفى المحور النامي يتخذان طريقين مختلفين تماما فى نوع العضو المتكشف او فى مسالك التطور ، فالجذور تنمو عادة فى الجزء القاعدى مورفولوجيا بينما تنمو النموات الخضرية الساقية فى الجزء القمى مورفولوجيا على المحور النامى . وقد وجد ان كثير من ظواهر الاستقطاب ترجع الى الانتقال القطبى للهرمونات خاصة الاوكسين ويبدو ان الاستقطاب فى الانتقال مرتبط بطراز أساسي فى تنظيم البروتوبلازم ولا يمكن تغيره بسهولة

دور الهرمونات فى النمو الخضرى

تلعب الهرمونات دورا هاما فى النمو الخضرى للنبات من خلال تأثيرها على عمليتى الانقسام والاستطالة السابقة الذكر ، فنجد ان ألا وكسينات تؤدى الى زيادة النمو لان كمية الأوكسين الموجودة فى القمة الطرفية والسوق لاى نبات ذات علاقة موجبة بمعدل النمو الطبيعى لة فعلى سبيل المثال السلامية الاولى القريبة من القمة النامية تكون أطول من مثيلاتها الأبعد من القمة وتقل فى الطول كلما ابتعدنا عن القمة ولقد ثبت ان الأوكسين ليس هو الوحيد المسئول عن نمو الساق واستطالتها لكن يشاركه الجبريلينات وهرمونات أخرى ، كما أشارت الدراسات ان الاستطالة الخلوية لا تحدث الا فى وجود تركيزات منخفضة من الأوكسين فالتركيز المرتفع يعمل على تثبيط

النمو كما وجد ان الأوكسين اللازم لنمو ونشاط الأعضاء الهوائية للنبات لا يصلح لنمو وتنشيط المجموع الجذرى كما ان التركيزات المثلى من الأوكسين اللازمة لنمو المجموع الخضرى تكون مرتفعة عن التركيزات المثلى لنمو المجموع الجذرى لنفس النبات. ظهور سلالات من النباتات القصيرة السيقان ذات سلاميات متقزمة يرجع الى وجود نظام إنزيمي معقد داخل أنسجة تلك السوق النباتية تحتوى على بعضالأنزيمات المؤكسدة للاوكسينات خاصة أنزيم اندول حمضالخليك اوكسيديز المتخصصفى هدم اندول حمضالخليك وتحويلة الى ثانى أكسيد الكربون والأكسيجين واندول الالدهيد الغير فعال بيولوجيا . بالإضافة الى أنزيم لحامل للحديد، وقد يرجع التقزم او بطئ النمو الخضرى لنقصاو تثبيط عمل ألاPeroxidase الى تثبيطه مثل IAA وكسينات نتيجة توفر نواتج الايضالغذائية التى تؤدى عند اتحادها

توفر IAA توفر سكر الارابينوز الذى يتحد مع كذلك IAA - Aspartate الحمضالامينى الاسبارتيك فيتكون اندول حمضالخليك الببتيدى

وكذلك فالأصناف Indol ethyl acetate توفر الاسترات فيتكون مركب اندول ايثيل استرات والسلالات النباتية طويلة الساق تحتوى على أنظمة أنزيمية تتحكم فى استطالتها حيث تمنع نشاط الأنزيمات المؤكسدة والمحللة لهرمونات النمو مثل ألا وكسين ، كما تحتوى على تركيزات عالية نسبيا من المركبات العضوية الفينولية مثل حمضالكافيك وحمضالكلوروجينيك والتى تعمل على إيقاف النشاط الأنزيمي المؤكسد المشار إليه والتى تتركز فى المجموع الخضرى ذو السيقان الطويلة. وهناك تأثير أخر للاوكسينات على صلابة جدر الخلايا حيث يعمل الاوكسين على إزالة بكتات الكالسيوم والأيونات المعدنية المسئولة عن الصلابة كما يؤثر على بعضالمركبات العضوية ويؤدى الى تحللها مثل البكتين والهيموسليولوز والتى توجد كمادة لاصقة بين الخلايا ، وقد ترجع استطالة الخلايا بفعل الاوكسين أيضا حيث دورة فى زيادة نفاذية الأغشية خاصة طبقة الفسفوليبيدات مما يؤدى الى زيادة انتشار المواد العضوية وأيونات الأيدروجين والمعادن الأخرى ما يرفع الضغط الاسموزي للخلايا وبالتالى زيادة امتصاصالماء والغذاء من الخلايا المجاورة وفى النهاية رفع ضغط الامتلاء مما يؤدى الى استطالة الخلايا وزيادة حجمها وزيادة نموها الغير

عكسى كما وجد ان زيادة سمك السوق للنباتات ذات الفلقتين ترجع أساسا الى النمو العرضى نتيجة نشاط الكامبيوم الوعائى والمسمى بالنمو الثانوى والمسؤول عنة وجود الأوكسين فى خلاياه، ومهمة هذا النمو هو تكوين الخشب الثانوى للداخل واللحاء للخارج وعند قطع القمم الطرفية وهى مصدر الأوكسين بالنبات يفشل الكامبيوم الحلقى فى تكوين النمو الثانوى وبإضافة الأوكسين الى ساق هذا النبات منزوع القمم الطرفية يستأنف النمو العرضى وتزداد السوق فى السمك. أما عن دور الجبرلين فنجد ان لهة دور فى نمو الجذير لاسفل والريشة لاعلا عند إنبات الذرة حيث يعمل على زيادة الأنزيمات المحللة للمواد الغذائية فى اندوسبرم البذرة ويؤدى زيادة تركيزه فى السويقة الجنينية العليا الى سرعة انقسامها وحملها الريشة والقيام بالإنبات الأرضي

والعكس صحيح بالنسبة للإنبات الهوائى فنجد التركيز العالي للجبرلين فى السويقة الجنينية السفلى أعلي منه فى العليا مما يعمل على سرعة انقسامها فتأخذ السويقة الجنينية العليا والفلقات والريشة
والصعود بها الى أعلى سطح التربة والقيام بالإنبات الهوائى بينما نجد فى النباتات الحولية ان معدل نمو السلاميات العلوية يكون مرتفعا او اكثر طولا من مثيلاتها القاعدية نتيجة ارتفاع محتواها من الجبرلين ، وبذك نرى ان دورة يكون من خلال دفعه لزيادة حجم الخلايا واستطالة المجموع الخضرى. أما عن دور الاثيلين فى تنظيم نمو الأوراق فنج انه إذا زاد مستواه فأنه يعيق النمو ويثبطه فعلاقة الاثيلين بالنمو الخضرى علاقة عكسية فزيادة تركيزه يؤدى الى التقزم ويلاحظ ان التأثير المثبط على النمو الخضرى خاصة نمو الساق يكون كبيرا فى الظلام عنه فى الضوء.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المثنى – كلية الزراعة

قسم وقسم وقاية النبات

المرحلة الثانية

المادة : فسلجة نبات

درس المادة : د. محمود ثامرالجياشي

رقم المحاضرة التاسعة

العام الدراسي 2020-2021

فسلجة نظري

العناصر الغذائية وتغذية النبات Nutrition Plant and Minerals

تحتاج النباتات الى العناصر الغذائية لبناء انسجتها المختلفة وهو ما يعرف بالتغذية المعدنية وعموما تنقسم الكائنات الحية من حيث التغذية الى قسمين رئيسيين

1- **ذاتية التغذية :Autotrophic** و هى الكائنات التى تعتمد على نفسها فى تكوين وتصنيع احتياجاتها الغذائية وهذه الكائنات تحتاج الى الموادغير العضوية لتحويلها الى مركبات عضوية وتتميز هذه الكائنات باحتوائها على مادة الكلوروفيل

2- **غير ذاتية التغذية :Heterotrophic** وهى الكائنات الحية التى تتطلب أمدادها بالمواد العضوية وغير العضوية االلازمةلها لتغذيتها وهذه لاتستطيع تكوين احتياجاتها من الغذاء ولا تعتمد على نفسها . فى حياة النبات وتلعب العناصر الغذائية دور ، اذ تدخل فى مكونات المركبات العضوية واهمها الكربوهيدرات ، والبروتينات ، الدهن ، والنيكلوبرتينات ، والانزيمات ، وغيرها كما تؤدى هذه العناصر الى تحقيق التوازن الايوني فى الانسجة النباتية .كما ان وجود هذه العناصر فى العصير الخلوى للخلية النباتية يؤثر على الضغط الازموزي للخلية ،ورقم الحموضة للعصير الخلوى ،والاجزاء الاخرى من الخلية ،وتؤثر على تفاعلات الاكسدة ولاختزال ،إذ تقوم بمنع أو إستقبال قدر من الطاقة ،وتؤثر على إذابة وصالحية وحركة بعض المركبات بالنبات ،كما تساعد على إزالة الايونات ،أو المركبات الزائدة بأنسجة النبات ،بتحويلها الى مواد غير ذائبة . وتتضمن التغذية المعدنية للنباتات عناصر غذائية ضرورية لحياة النبا ت Essentialوهى تنقسم بدورها الى قسمين هما:

اولا: عناصر غذائية كبرى Macronutrients يحتاجها النبات بكمية كبير تركيزها فى النبات 1000 >جزء فى المليون وهي1 :

1- مصدرها الهواء الجوى وهي N H, O, C فى البقوليات

2- N, P, K, Ca, Mg, S مصدرها التربة

ثانيأ :- عناصر غذائية صغرى Micronutrients يحتاجها النبات بكمية صغيرة ويكون تركيزها فى النبات 500 >جزء فى المليون وتؤخذ جميعها من Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl وهي الترب

عناصر غذائية غير ضرورية لحياة النبات essential–Non وهذه العناصر وجودها يحسن من اداء العمليات الفسيولوجية ويرفع من قيمة المنتج النهائى اى يدخل فى عمليات تحسين الجودة وغيابها لايؤثر على النبات و لايعيق اكمال النبات دورة حياته ويستطيع بدونها أكمال دورة حياته .

: ويعتبر العنصر ضروريا إذا توفرت فية الشروط التالية

1- يؤدى نقص او غياب هذا العنصر الى فشل النبات فى اكمال دورة حياته
2- يزول هذا التأثير وتختفى أعراض النقص اذا ما امد النبات بهذا العنصر فى الوقت المناسب
3- لا يقوم اى عنصر آخر محلة فى حالة غيابة
4 - يدخل هذا العنصر بصورة مباشرة فى تركيب النبات ولو بصورة ضئيلة .

4– ان يحدث هذا العنصر تأثيره المباشر على النبات نفسه من حيث ايضه وتغذيته.

وظائف العناصر الغذائية الضرورية في النبات كل عنصر غذائي ضروري له وظيفة او وظائف معينة في النبات اال انه يمكن ذكر الوظائف العامة للعناصر الغذائية في النقاط التالية :

1– .بناء بروتوبلازم الخلية الذي يتكون من البروتين والدهون والكربوهيد ارت وغيرها

2– .تكوين معظم الانزيمات اللازمة للعمليات الحيوية والنمو

3– .بناء الانسجة النباتية التي تدعم وتحمي الخلاي

4– .العناصر الغذائية تؤثر علي خواص عديدة في الخلايا النباتية مثل االسموزية ونفاذية االغشية الخلوية

5– قابلية العناصر لاستفادة بواسطة النبات من حيث الاستفادة من العنصر – فانه يوجد فى صورتين

1– .ميسرة او قابلة الاستفادة Available وهي الصورة التي يمكن للنبات ان يمتص فيها العنصر بسهولة وتشمل صورة العنصر في المحلول وفي صورته المتبادلة بالاضافة الي صورة العنصر المثبتة

2– .غير الميسرة او غير قابلة الاستفادة Unavailableوهي الصورة التي لا يستطيع النبات فيها الاستفادة من العنصر الموجود

العوامل التى تؤثر على تيسر العناصر الغذائية

1.- درجة الخرارة

2- الـpH

3- رطوبة التربة

4- الهواء الارضي

5- المواد العضوية

6- نوع النبات

بعد هذا الاستعراض الموجز لموضوع غاية فى الاهمية وهو العناصر الغذائية وتسميد المحاصيل المرتبطة بكمية المحصول الناتج وحالة خصوبة الارض وقدرتها على استدامة الزراعة والانتاج مما يدفعنا الى عدد من الاسئلة التى تتعلق بالموضوع ومنها ϖ : **هل جميع النباتات تحتاج هذه العناصر الغذائية بقدر متساو ؟ وهل كل العناصر على قدر متساو من الاهمية لجميع النباتات ؟** وهل العناصر الغذائية توجد فى صورة ميسرة يستطيع النبات امتصاصها ؟

إمتصاص النبات للعناصر الغذائية

تشمل عملية إمتصاص أيونات العناصر الغذائية بواسطة النبات وانتقالها داخله، مراحل متعددة أهمها ملامسة الايون لسطح الجذر ثم إنتقاله من السطح الخارجي للجذر إلى داخله إمتصاصه، ثم إنتقال العنصر الغذائي من الجذر إلى المجموع الخضري. وعموما- توجد طريقتين المتصاص أيونات العناصر)إنتقال االيونات من السطح الخارجي للجذر إلى داخل الجذر(هما: 1 - إمتصاص سلبيPassive - : أو غير أيضي- 2 absorption Nonmetabolic امتصاص إيجابي Active أو Metabolic absorption.أيض

١ - الامتصاص السلبي يعتبر االمتصاص السلبي (الغير أيضي)، عملية طبيعية مثل إمتصاص الماء بواسطة قطعة من اسفنج ، وتتحرك الايونات مع الماء دون الحاجة إلى عمليات

أيض .وفي هذه الحالة لا يتدخل الغشاء االبلازمي في نقل الايونات، بل تنتقل خلالة طبيعيا، أي يكون الغشاء البلازمي متخذا موقفا سلبيا في عملية النقل أو الامتصاص، ولذلك فيطلق على عملية الامتصاص هذه "بالامتصاص السلبي.

٢ – الامتصاص النشط أو الايجابي أو الحيوي لقد وجد أن االامتصاص السلبي لا يمكن أن يكون مسؤال عن (التراكم)التجمع العالي للملح داخل أنسجة النبات، إذ وجد أن أيونات عديدة تستمر في الدخول إلى النسيج النباتي، بمعدل بسيط نسبيا وذلك لفترة طويلة، وذلك بعد فترة إنتهاء فترة الانتشار الحر، مثل هذه الايونات تدخل سايتوبلازم الخلايا، وتتراكم في الفجوة، ولاتستطيع الانتقال منها إلى المحلول الخارجي ثانية .إن هذا التراكم المستمر والبطئ لايونات

ضد منحدر التركيز، يحتاج إلى طاقة أيضية energy Metabolic ، إذ وجد أنه عندما يثبط النشاط الايضي للنسيج ينخفض أيضا معدل الامتصاص. ويطلق على هذه الطريقة الامتصاص الايوني بالامتصاص النشط أو الحيوي أو الايجابي، لان الخلايا يجب أن تبذل شغال لنقل الايون من المحلول الخارجي إلى الفجوة. وتوجد أدلة عديدة، على أن الطاقة اللازمة لذلك مصدرها التنفس)اي تستخدم (. ATP ووجد في هذا المجال أيضا أن معدل التنفس، ومعدل إمتصاص الايونات ينخفضان بنقص الاوكسجين في المحلول، كما وجد أن هناك إرتباطا موجبا بين معدل التنفس، ومعدل إمتصاص العنصر، أي أنه كلما زاد معدل التنفس كلما زاد معدل تراكم أيونات العناصر المعدنية بالنسيج النباتي .ولقد أمكن إثبات أن إمتصاص الايونات يعتمد على التنفس، عن طريق تثبيط التنفس بواسطة بعض المواد السامة مثل السيانيد، وهذا أدى بدوره إلى تثبيط إمتصاصالايونات.

جـ- انتقال العناصر المعدنية من الجذر إلى المجموع الخضري

لكي تنتقل العناصر الغذائية المعدنية من الجذر إلى المجموع الخضري، فإن أيونات العناصر الممتصة بواسطة الجذر من المحلول الارضي يجب أن تعبر القشرة Cortex ، ثم تدخل خاليا الخشب في الجذر .وأن آلية انتقال الاملاح في الخشب، تشبه تقريبا آلية انتقال النشط في الخلاياالفردية لتجميع الايونات في داخل فجواتها ، والدليل على ذلك أنه تحت ظروف معينة، يكون تركيز العناصر المعدنية داخل الخشب، أكبر بعدة مرات عن مثيله في المحلول الارضي، كما أن تراكم العناصر المعدنية في الخشب يثبط أيضا عند نقص معدل التنفس، أو عن طريق حرمان الجذور من الاوكسجين .من ذلك يتضح أن امتصاص العناصر الغذائية وانتقالها بواسطة جذور النباتات، يتم عن طريق كل من الامتصاص السلبي والامتصاص النشط، ويتم الامتصاص السلبي عن طريق ما يسمى بالنظام الميت system Apoplastic، والذي يمثل المناطق في الجذر التي تشغل بواسطة الفراغات الحرة Free spaces (األلجزاء الغير حية) ، وهذه تشمل على المسافات البينية، والفجوات المملوءة بالماء لعناصر الخشب الميتة، والجدر الخلوية .وفي هذا النظام يحدث الانتشار الحر للماء ولايونات المذابة فيه حتى تصل إلى طبقة الاندودرمس. ويتم الامتصاص الحي أو النشط عن طريق ما يسمى بالنظام الحي system Symplastic والذي يمثل الحجم أو الجز ء من الجذر الذي يشغل بواسطة بروتوبلاست االخلايا الحية، وتشمل األلجزاء السايتوبلازمية الفجوات، ونظرا إلى أن هذه الاجزاء السايتوبلازمية والفجوات تكون مرتبطة ببعضها بواسطة الخيوط االسايتوبلازمية Plasmodermsmat والتي تعبر من خلية إلى اخرى

يكون العنصر أساسياً في تغذية النبات في الحالات التالية

1- لا يستطيع النبات إكمال دورة حياته كاملة في غياب هذا العنصر .

3- لا يمكن تعويض غياب هذا العنصر بعنصر آخر
3 -لابد وأن يكون له دور مباشر في التحولات الغذائية ويكون تأثره مباشر علي النبات.

4- لابد وأن يكون الإحتياج لهذا العنصر واسع الإنتشار وعلي مستوي عدد كبير من النباتات والأنواع
5- اهمية العناصر المعدنية للنبات :
6- تلعب دوراً مهماً في الحفاظ علي الضغط الإسموزي للخلايا
7- تدخل في تركيب مكونات الخلايا .
8- تلعب دوراً في تنظيم درجة PH في الخلية وذلك بتفاعلها مع الأحماض الموجودة بالخلية .
9- تلعب دوراً في إحداث التضاد وحماية الخلية من السمية .
10- تنشيط الإنزيمات مثل العناصر الصفري تعمل كمصادر للطاقة.

أولا: العناصر الكبرى

النتروجين ·

يدخل في تكوين الأحماض الأمينية والبروتينات والبروتوبلازم · . يدخل في تركيب الكلوروفيل والقلويدات والإنزيمات والأحماض النووية · .يمتص في صورة نشادر أو أمونيا ويضاف للمحاصيل ما عدا البقوليات · .من أهم أعراض نقصه إصفراراً الأوراق ونقص النمو وصغر حجم السوق والجذور · .الأوراق السفلي أكثر إصفراراً من العليا في حالة نقص العنصر كما يقل معدل التنفس والبناء الضوئي

الفسفور

شترك في تركيب المركبات الغنية بالطاقة · .يدخل الفوسفور في تركيب مشتقات الدهون والبروتينات النووية ويعمل كمرافق إنزيمي لبعض الإنزيمات · .يتواجد بنسبة عالية فى البذور والثمار · .من العناصر المتحركة داخل النبات مثل النتروجين ولذلك يوجد بكثرة في الأنسجة المرستيمية · .يعمل الفوسفور علي الإسراع في عملية الإزهار بينما النتروجين يؤخر الإزهار · . من أعراض نقصه: صغر حجم النبات والأوراق والتي تأخذ لوناً قاتماً وقد يظهر اللون القرمزي

علي الأعناق والعروق وقد تظهر بقع قرمزية أو بنية علي نصل الورقة وهذا اللون يرجع لتراكم صبغة الأنثوسيانين · .غالباً يوجد في صورة غير صالحة وغير ذائبة في الأراضي المصرية حيث الوسط القلوي أما في الأراضي الحمضية فيمكن الإستفادة بالفوسفور الموجود بها.

البوتاسيوم

من العناصر المتحركة ويوجد بنسبة عالية في الأطراف النامية لكل من الجذر والساق والأوراق . ·له دور هام في بناء السكريات والنشا ورفع الضغط الإسموزي للخلايا · .منظم لعملية فتح وغلق الثغور · .من أهم أعراض نقصه: إحتراق حواف الأوراق وتشتد هذه الأعراض علي الأوراق السفلية. ويظهر النبات ضعيفاً وقصيراً وأوراق أشجار الفاكهة تتلون باللون الإرجواني وتحترق حوافها والأوراق المسنة مجعدة ومكرمشة · .يتوفر بالأراضي المصرية ولكن الأراضي الرملية فقيرة في محتواها من البوتاسيوم.

الكبريت

يدخل في تكوين البروتينات والأحماض الأمينية سستين وميثيونين وجلوتامين والمرافقات الإنزيمية)أستيل كو أ · .(يدخل في تكوين السيتوكروم وفيتامين الثيامين والبيوتين · .يدخل في تكوين المواد الطيارة مثل زيت الخردل والثيوكبريتات في البصل والثوم · .له علاقة ببناء الكلوروفيل وتنشيط إنزيم إختزال النترات · .أعراض نقص الكبريت مثل النتروجين إلا أنها تظهر علي الأوراق الحديثة.

الكالسيوم

يدخل في تركيب الصفيحة الوسطي للخلية مع المواد البكتينية · .ضروري لعمليات الإنقسام الغير مباشر · .يعادل التأثير السام لحمض الأوكساليك ويترسب في صورة بللورات من أوكسالات الكالسيوم · .له دور هام في عمليات تحويل النشا إلي سكريات والعكس · .من العناصر الغير متحركة (ساكن) في النبات ولذلك تبدو أعراض نقصه علي الأوراق العليا والقمة النامية. يتحكم في النفاذية الإختيارية للغشاء الخلوي · .منظم لعملية التنفس وتكوين الميتوكوندريا

ومنشط لإنزيمات الفوسفاتيز والكينيز · .إحتراق حواف الأوراق وتصبح الأوراق غير منتظمة وتموت القمم النامية للسوق وتموت البذور أو تكون ضعيفة التكوين وتموت الأوراق مبتدئة بالأوراق العليا متجهة للقاعدة · .نقص هذا العنصر يؤدي إلي ظهور أعراض التسمم بالمغنسيوم لزيادة إمتصاص النبات للعنصر الأخير.

المغنيسيوم يدخل في تكوين الكلوروفيل · .له دور هام في عملية البناء الضوئي وبناء الكربوهيدرات وبدونه لا تحدث عملية البناء الضوئي · .ينشط الإنزيمات المصاحبة لتمثيل الأحماض النووية · . DNA & RNA وجودة ضروري لتنشيط انزيمات كالفن وخاص ة . casboxylase–PEP– RUBP & Carboxylase وكذلك ينشط إنزيمات البروتين · . نقص هذا العنصر يؤدي إلي إصفرار النصل بينما تظل العروق خضراء · .نادراً ما تظهر أعراض نقص هذا العنصر في الأراضي المصرية ولكنها تظهر في حالة الأراضي الجيرية التي تحتوي علي نسبة عالية من الكالسيوم أو الأراضي الحامضية أو المسمدة بالنترات.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى – كلية الزراعة
قسم وقـــــــــــاية النبات
المرحلـــــــــــة الثانيـــة

المادة : فسلجة نبات
مدرس المادة : د. محمود ثامر الجياشي
رقم المحاضرة العاشرة
العام الدراسي 2020-2021

فسلجة نبات نظري

نمو الجذور

تعتبر الجذور اعضاء خضرية هامة تمد النبات بالماء والعناصر الغذائية اللازمة لنموه وتكشفه ولأتحمل براعما او اوراق ويعتمد النمو القوي للنبات على كل من المجموع الجذري والمجموع الخضري بدرجة تكاد تكون متساوية ، وان نمو المجموع الجذري والمجموع الخضري يعتمد كل منها على الاخر اعتمادا تاما ولأستطيع احدهما ان يستمر في نموه بنجاح اذا فشل الاخر وذلك تحت الظروف الطبيعية . وعلى الرغم من الاهمية الكبيرة للجذور في نمو النبات الا انها لا تنال الاهمية الجديرة بها من حيث الدراسة ويرجع ذلك اساسا الى انها تنمو تحت التربة أي بعيدة عن الانظار

وظائف الجذر

تقوم الجذور بوظائف متعددة اهمها

1- امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة وتتم عملية الامتصاص هذه خلال قمة الجذر و الشعيرات الجذرية كما ان الجذور المسنة تمتص ايضا جزاء منها كما تقوم الجذور المسنة بنقل الماء والذائبات الى الساق ومنه الى باقي اجزاء النبات
2- تثبيت النبات بالتربة وتعتبر هذه من العمليات الهامه اذ ان نجاح نمو نباتات محاصيل الحقل يعتمد على نموها قائمة وتوجد اختلافات كبيرة بين النباتات المختلفة في قدرتها على مقاومة الرياح متوقفاً ذلك على اختلافات بينها في وجود وامتداد مجموعها الجذري
3- تمثل الجذور كعضو هام لتخزين المواد الغذائية وخصوصا في محاصيل الحقل ذات الفلقتين مثل بنجر السكر والبرسيم وغيرها من النباتات ذات الجذور المتشحمة ، وعلى العكس من ذلك فان جذور محاصيل الحقل النجيلية مثل القمح والذرة وغيرها ذات قدرة تخزينية منخفضة
4- تقوم الجذور بتكوين منظمات النمو مثل السايتوكينينات والتي تنتقل الى المجموع الخضري للنبات وتؤثر على جميع عمليات النمو وتكثفه بالإضافة الى ان منظمات النمو هذه تقوم بتنشيط المرستيم الجذري كما وجد ايضا ان حامض الابسيك (ABA) يتكون ايضا في المجموع الجذري على الرغم من ان الاوراق هي المكان الرئيسي لتكوينه في النبات ولقد وجد ان النقص الذي يحدث في نمو المجموع الخضري عند تعرض جذور

النباتات الى ظروف غير ملائمة مثل الغمر المستمر بالماء او نقص الماء او درجات الحرارة المنخفضة قد يرجع الى نقص تخليق السيتوكينينات والجبيرلينات في الجذور وانتقالها الى المجموع الخضري

تشريح ونمو الجذور

تجتاز الجذور تغيرات تشريحية عديدة اثناء نموها والتي تؤثر كثيرا على نفاذيتها للماء والذائبات اثناء نموها ونضجها وعند فحص قطاع طولي للجزاء الطرفي من الجذر حديث تتضح اربعة مناطق خلوية ذات مظاهر مختلفة وهذة المناطق مرتبة من اسفل قمة الجذر الى اعلى هي : منطقة القلنسوة Root cap المنطقة المرستيمية Meristematic region ومنطقة استطالة الخلايا Region of elongation ومنطقة التميز والنضج Region of maturation and differention

وتوجد القلنسوة عند اقصى نهاية الجذر وهي عبارة عن نسيج مخروطي الشكل يتكون من العديد من الخلايا البالغة تغطي المنطقة المرستيمية الواقعة خلفها مباشرة وبدا خلالها بصورة جزئية وتحميها من الاحتكاك بحبيبات التربة كما انها تساعد الجذر النامي على اختراق التربة وان خلايا القلنسوة الخارجية تغطي من الخارج بمادة غروية لزجة تسهل للجذر طريقة بين حبيبات التربة الخشنة وتتأكل الخلايا الخارجية من نسيج القلنسوة نتيجة احتكاك حبيبات التربة ولهذا يتجدد هذا النسيج باستمرار عن طريق تحول بعض خلايا المرستيم القمي الى خلايا بالغة تنظم الى نسيج القلنسوة .

وحيث ان نسيج القلنسوة لايرتبط مباشرةالنظام الوعائي فلا يكن له دور في عملية الامتصاص ويعتقد ان القلنسوة هي المنطقة من الجذر التي يحدث فيها استجابة للجاذبية الارضية

تقوم المنطقة المرستيمية والتي تقع خلف القلنسوة مباشرة بإنتاج خلايا جديدة بصورة مستمرة ويدخل بعضها في تكوين القلنسوة والبعض الاخر يدخل في تكوين منطقة الاستطالة ويبلغ طول هذه المنطقة في بعض الحالات 1ملم) وتعتبر هذه المنطقة هي منطقة التكوين الخلوي في الجذر

ان بعض الخلايا والتي سبق ان تكونت في المنطقة المرستيمية تدخل في تكوين منطقة الاستطالة والتي توجد اعلى المنطقة المرستيمية وفي هذه المنطقة تستطيل الخلايا حديثة التكوين في المطقة المرستيمية بسرعة ويبلغ طول هذه المنطقة عادة ما بين 2-5 ملم ويعزى الى هذه المنطقة معظم النمو الطولي للجذر

الخلايا التي يتم استطالتها في منطقة الاستطالة تتميز الى انسجة ناضجة في منطقة التميز والتكشف اذ يتجول بعض الخلايا الى بشرة وقشرة وعمود وعائي وهذه تكون معا الانسجة الناضجة للجذر

تتكون الشعيرات الجذرية بالقرب من الحدود السفلى للمنطقة النضج وذلك عن طريق نمو اجزاء من الخلايا البشرة الى الخارج ويكون معدل نمو الشعيرات الحذرية سريع عادة وفترة

حياتها قصير نسبيا اذ لا تتعدى بضع ايام عادة وتنمو بشكل كثيف ، الشعيرات الجذرية عباره عن خلية انبوبية رفقة للجذر وحساسة حيث تذبل وتموت خلال بضع دقائق من تعرضها للهواء الجاف وهي سهلة التمزق .

المجموع الجذري في نباتات محاصيل الحقل

يطلق على الجذر ومكوناته لنبات ما في مرحله ما من مراجل نموه بالمجموع الجذري Root system وسوف نوضح فيما يلي وصفا للمجموع الجذري في كل من نباتات محاصيل الحقل ذات الفلقتين ونباتات الفلقة الواحدة

أ- المجموع الجذري للنباتات ذات الفلقتين

ان المجموع الجذري في نباتات ذات الفلقتين يكون وتدي ، ويطلق علية بالمجموع الجذري الوتدي ويتكون بوجه عام من جذر اولي (ابتدائي) primary root موجب للجاذبية الارضية ويتكون الجذر الاولي نتيجة استمرار نمو الجذير ويتفرع الجذر الاولي (الابتدائي) مكوننا جذور اصغر تسمى الجذور الثانوية وهذه الجذور الثانوية تتفرع بدورها الى اصغر تسمى الجذور الثلاثية وهكذا وكثير ما يطلق على الجذور التي تنشا من الجذر الاولي بالجذور الجانبية

وفي النباتات البقولية يستديم الجذر الاولي حيث يكون الجذر الاساسي للنبات ويسمى في هذه الحالة بالجذر الوتدي وان تدقة الجذور الجانبية تتوقف على منشئها وعلى سبيل المثال تكون الافرع الجذرية الثالثة ادق في بعض النباتات ذات الفلقتين وتكون متضخمة كما هو الحال في بنجر السكر

ب- المجموع الجذري في نباتات ذات الفلقة الواحدة

ان جذور نباتات ذات الفلقة الواحدة النجيلية رهيفة ويطلق على مجموع هذه الجذور مجتمعة بالمجموع الجذري الليفي ويتكون المجموع الجذري الليفي قي النباتات النجيلية من الجذور الجنينية والجذور العرضية

1- الجذور الجنينية Spminal roots

تتكشف الجذور الجنينية مع الجذير من جنين البذرة ولذلك يطلق عليها جذور البذرة وان الجذور الجنينية في القمح تشمل الجذور من 1-7 جذور جنينية

عموما تختلف النباتات الجنينية المختلفة في عدد الجذور الجنينية التي تكونها ويبدو ان الاختلاف في عدد الجذور الجنينية يرتبط بالمواءمة للنمو في ظروف بيئة معينة وهذه الجذور الجنينية تقل اهميتها بعد تكوين الجذور العرضية ويعتقد البعض انها تظل قائمة بوظيفتها لغترة طويلة وتساهم مساهمه كبيرة في امتصاص الماء والعناصر الغذائية

2- الجذور العريضة Adventitious roots

ويطلق على الجذور العريضة ايضا بالجذور التاجية او Nodal roots او Coronal roots وتتكثف هذه الجذور من العقد القاعدية للساق في النباتات النجيلية اسفل سطح الارض مباشرة ويوجد من النباتات النجيلية حوالي 3-6 عقدة متقاربة جدا على الساق اسفل سطح التربة مباشرة حيث لا تنمو سلاميات الساق في هذه المنطقة وهده العقد تكون ، التاج Crown وتتكون الجذور العرضية على هذا العقد في محبطات مكونه نموا سواريا ، لذلك يطلق عليها بالجذور لتاجية

امتداد وتعمق الجذور في التربة

ان المرستيميات الجذرية قادرة على الاستمرار في النمو الغير محدود والذي يؤدي الى امتداد الجذور لفترات غير محدودة وقد يستمر النمو طول موسم النمووقد يصل امتداد الجذور الى 2متر او اكثر نهاية موسم النمو المجموع الجذري لنباتات بنجر السكر والذرة الشامية والقمح والبرسيم يلاحظ انها جميعا عدا (البرسيم) تتعمق بالتربة لعمق 1متر على الاقل وقد وجد في بعض النباتات النجيلية التي تنمو في المناطق الجافة تستطيل الجذور بمعدل قدره 15سم/اسبوع ولقد وجد انه بعد 49 يوما من الزراعة قد ظهرت اختلافات كبيرة من الطول الكلي للجذر بين الانواع المختلفة اذ تراوح الطول الكلي للجذور بين الانواع المختلفة من 73.8 سم الى 12.2 سم وهده القيم التي تمثل اختلاف طول المجموع الجذري بين الانواع المختلفة تعكس الاختلاف بين الانواع المختلفة في تحمليها للجفاف وان معدل النمو يزداد في بداية نمو النبات ثم ينخفض بعد ذلك وقد يرجع نقص نمو الجذور في نهاية حياة النبات الى شيخوخة الاجزاء الخضرية وزيادة معدل انتقال ناتجات التمثيل الضوئي الى الثمار ونقص معدل انتقالها الى الجذور وهذ يؤدي الى نقص معدا نموها

العوامل المؤثرة على نمو وانتشار الجذور

ان طبيعة نمو الجذور تعتبر صفة وراثية ولكنها تتأثر تأثير كبيرا بالظروف البيئية وخصوصا الظروف الارضية المحيطة بالجذور واهمها رطوبة التربة ودرجة حرارة التربة ومحتوى التربة من العناصر الغذائية وتهوية التربة ورقم حموضة التربة والمواد السامة في بيئة الجذور وقوام التربة والعوامل البيولوجية

كما يتأثر نمو الجذور بالتنافس بين النباتات وحش او تقليم او قص المجموع الخضري

1- التركيب الوراثي Cenotyps

توجد اختلافات كبيرة في المجموع الجذري بين التراكيب المختلفة لمحصول ما وهذه الاختلافات تعطي فرصة التربية والانتخاب لصفات الجذور وان معظم صفات الجذور صفات كمية أي يتحكم فيها عدد من الجينات وعلى الرغم من ان طبيعة نمو المجموع الجذري لبادرات العديد من الانواع النباتية يتحدد بالصفات الوراثية الاانة يتاثر بعد ذلك بتفاعل العوامل الوراثية مع العوامل البيئية النامي فيها المجموع الجذري وان ناثير العوامل الوراثية في التحكم في حجم وانتشار المجموع الجذري يظهر عند زراعة عدد من الانواع النباتية في نفس التربة نفس الظروف البيئية

2- الهواء الارضي Soil atmosphere

تعتبر تهوية التربة عاملا محددا لنمو الجذور والقيام بوظيفتها في الاراضي الغير مشبعة بالماء او ارتفاع مستوى الماء الارضي وان عملية تنفس الجذور والكائنات الحية الدقيقة بالتربة تستخدم كميات كبيرة من الاوكسجين وتنتجه كميات كبيرة من غاز ثاني اوكسيد الكربون وخصوصا اثناء الصيف ولذلك فان الهواء الارضي المحيط بالجذر يختلف لحد ما عن الهواء الجوي المحيط بالجموع الخضري وام محتوى الهواء الارضي بوجه عام ثاني اوكسيد الكاربون اعلى منة في الهواء الجوي والعكس من ذلك في حالة الاوكسجين اذ ات تركيز الكربون من الهواء الارضي يبلغ بضع مئات من المرات من تركيزه الموجود في الهواء الجوي العادي وينقص الاوكسجين تبعا لذلك الى ما لا يزيد عن 10-12 مقابل 20% الموجود في الهواء الجوي العادي

ويؤدي سوء التهوية حول جذور النبات الى :-

أ- نقص امتصاص الماء والعناصر الغذائية اذ يعتبر الاوكسجين ضروريا لعملية الامتصاص النشط للماء والعناصر الغذائية ولقد وجد ان امتصاص الماء الارضي بواسطة جذور نباتات الشعير قد زادة بزيادة تركيز الأوكسجين في بيئة الجذور ويرجع ذلك زيادة معدل الامتصاص النشط وتنشيط تكوين جذور جديدة وعلى العكس من ذلك فان بعض المحاصيل مثل الرز يمكنها امتصاص كميات مناسبة من الاوكسجين عن طريق الاوراق ونقله الى الجذور عن طريق الانسجة الابرنشيمية والتي تتكون من خلايا تكثر بها المسافات البينية

ب- تؤدي سوء التهوية في منطقة نمو الجذور الى نقص نمو الجذر نتيجة لنقص الاوكسجين اللازم لتنفسها ونتيجة ايضا الى نقص امتصاص الماء والعناصر الغذائية

ت- تؤدي التهوية الرديئة الى تجمع ناتجات التنفس اللاهوائي السامة حول الجذر ومن هذه المواد الايثانول والالد يهيدات وبعض الاحماض العضوية مثل حامض للاكتيك والسيتريك

ث- يؤدي سوء التهوية (نقص للأوكسجين) الى نقص نشاط الكائنات الحية الدقيقة والتي تؤثر بدورها على سير العناصر الغذائية للجذور

3- تأثير حموضة التربة (PH)

ان PH التربة خارج المجال من 5-8 ذو تأثيرا مباشرا على الحد من نمو الجذور بينما يكون تأثير ال PH في هذا المجال (كما هو موجود تحت معظم ظروف الاراضي المنزرعة

بمحاصيل الحقل) عادة غير مباشر ان رقم PH المنخفض يؤدي الى زيادة الالمنيوم والحديد والمنغنيز الذائبة بدرجة تكون سامة وتحد من جذور النباتات ولذلك فان السمية المتسببة عن الالمنيوم تعتبر من اهم مشاكل الارض الحامضية ولقد نجح مربوا النباتات في انتخاب سلالات مقارمه للألمنيوم في بعض المحاصيل ومنها القمح والذرة الرفيعة الحبوب وغيرها وهذه السلالات تتميز بقدرتها على زيادة PH في منطقة الجذر ،

4- درجة الحرارة

ان درجة الحرارة المثلى لنمو الجذور اقل عادة من مثيلتها لنمو المجموع الخضري كما تختلف درجة الحرارة المثلى لنمو الجذور اختلافا كبيرا باختلاف الانواع النباتية وطور النمو وتكيز الاوكسجين وتتراوح بوجه عام بين 2-25م ولقد وجد ان نمو الجذور يتحدد او يتوقف بواسطة درجة الحرارة المنخفضة واحيانا تصبح درجة حرارة الطبقة السطحية من التربة عالية لدرجة يقف عندها نمو الجذور

5- خصوبة التربة Soil fertility

تحتاج جذور النباتات الى كمية مناسبة من العناصر الغذائية لنموها وتكشفها ، كما هو الحال في اعضاء النبات الاخرى ونظرا الى انها هي الاقرب الى مصدر العناصر المعدنية والماء عن المجموع الخضري فان الجذور يكون لها الاولوية للحصول على الماء والعناصر المعدنية على الرغم من ان فرصتها تكون الاخيرة في الحصول على ناتجات التمثيل الضوئي من المجموع الخضري ولهذا السبب يكون تأثير نقص الماء والعناصر المعدنية على الجذور اقل من تأثيرها على المجموع الخضري ، عموما يؤدي التسميد الى تشجيع نمو الجذور ولقد وجد ان جذور الذرة الشامية يزداد نموها وتفرعها في المناطق من التربة التي تحتوي على مادة عضوية وسماد ، وخصوصا اذا احتوى السماد على نتروجين وفسفور ولقد وجد ان الذرة الشامية المسمدة تعمقت جذورها لعمق قدره 1.7 بالمقارنة بمثيلتها التي لم تسمد والتي تعمقت جذورها لعمق قدره 1,4 م

6- الماء

يعتبر الماء ضروريا لنمو الجذور بدليل ان الجذور لا يمكنها ان تنمو في الطبقات الجافة من التربة وعلى أي حال يؤدي الاجهاد المائي الى نقص كبير في وزن الجذور في الذرة الرفيعة وطول الجذور في فزل الصويا ويمكن للجذور تجميع الذائبات في قمتها النامية والذي يؤدي الى زيادة ضغط امتلاء خلاياها وهذ يمكنها من النمو لوقت محدد تحت ظروف نقص الرطوبة الارضية .

ان نقص رطوبة التربة يعمل ايضا على بعض التغير في نظام تكوين الجذور ، حيث ان نسبة صغيرة من الجذور الكلية تتكون في الطبقة تتكون في الطبقة السطحية من التربة (صفر -15) بينما تتكون نسبة كبيرة من الجذور في الطبقات العميقة يكون العكس صحيحا في حالة النباتات التي لم تتعرض الى اجهاد الرطوبي والتي تروى بانتظام

7- التنافس بين النباتات Root competition

ان حجم المجموع الجذري لنبات ما يقل كثيرا عندما تكون هنالك تنافس بينة وبين مجموع جذري لنبات اخر وعلى سبيل المثال قد وجد ان جذور القمح والشعير كانت اكبر بمقدار 100 مرة تقريبا عندما زرعت بمعزل عن بعضها البعض بدون منافسة عما لو زرعت في سطور تبعد عن بعضها بمقدار 15سم كما وجد ايضا ان زيادة كثافة نباتات القمح تؤدي الى نقص طول الكلي للجذور المتكونة في القمح ولقد وجد نوردن عام 1964 ان زيادة كثافة نباتات الذرة الشامية من 12 الف نبات الى 62 الف نبات /هكتار قد ادى الى نقص مقداره 73% من الوزن الكلي لجذور نبات.

8- تأثير المجموع الخضري على الجذور Effect of shoots on roots

نظرا الى ان المجموع الجذري يعتمد على المجموع الخضري في امداده بناتجات التمثيل الضوئي فان التظليل او نقص مساحة السطح الورقي او الحش او الرعي او التقليم او قص المجموع الخضري يؤدي الى نقص نمو ووزن المجموع الجذري ولقد وجد ان الرعي الجائر وكذلك الحش على فترات متقاربة جدا لنباتات العلف الاخضر تؤدي الى نقص الوزن الجاف للجذور بمقدار 10%

وان تأثير المجموع الخضري على المجموع الجذري يتوقف على النوع والصنف ، كما ترتبط بمساحة السطح الورقي القائم بالتمثيل الضوئي والمتبقي بعد الحش او الرعي

9- الدورة الزراعية Crop rotation

الدورة الزراعية هي نظام تعاقب المحاصيل في منطقة من الارض ووجد ان تعاقب المحاصيل في دورة زراعية يؤدي الى زيادة نمو الجذور النباتات اذ ان الدورة الزراعية تعمل على تقليل انتشار الحشائش والآفات وتحسن محتوى التربة من النتروجين عن طريق زراعة المحاصيل البقولية .

ولقد وجد ان هنالك محاصيل اخرى لا تجود بعد محاصيل اخرى سابقه لها في الدورة الزراعية اذ وجد ان بعض النباتات تنتج جذورها مواد سامة عند تحليلها في التربة بعد حصاد المحصول وهه المواد السامة الناتجة تسبب تثبيط نمو جذور النباتات التالية لها في الدورة الزراعية

10- القوى الميكانيكية والطبيعية للتربة

يواجه نمو الجذور في التربة مقاومات ميكانيكية مختلفة منها مقاومة حبيبات التربة وتماسك حبيبات التربة ونقص نفاذية التربة نتيجة نقص تجمع حبيبات التربة ونقص الفجوات الهوائية بالتربة وكبس التربة ويؤدي هذا كله الى نقص نمو الجذور وامتصاص الماء والعناصر الغذائية نتيجة نقص الاوكسجين ،

ولقد وجد ان الارض الطينية الثقيلة تؤدي الى نقص نمو الجذور وان كبس طبقات التربة وتحولها الى طبقات صلبة تعيق انتشار الجذور وينتج ذلك عن مرور الالات الزراعية اثناء عمليات الخدمة

11- **فطريات الجذور Mycorrhizae**

ان جذور معظم الاشجار والنباتات العشبية يرتبط بها وينمو عليها انواع متخصصه من الفطريات يطلق عليها فطريات الجذور ويوجد طرازين من هذه الفطريات هما الطراز الخارجي والطراز الداخلي والطراز الاخير هو الذي ينمو على جذور النباتات محاصيل الحقل وفية يكون الفطر شبكة مفككه من من الهايفات بين خلايا البشرة والقشرة للجذر وتمتد حتى تشمل سطح الجذر وكذا سطح حبيبات التربة المجاورة للجذر

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المثنى – كلية الزراعـــــــة
قسم الوقاية
المرحلة الثانية

المادة : فسلجه نظري
مدرس المادة : د. محمود ثامرا لجياشي
رقم المـــــــحا ضرة 12
العـــــام الدراسي 2021-2020

فسلجه نظري

الازهـــار والاثمـــــار

ان تحول النبات من النمو الخضري الى النمو الثمري يمثل تغيرا كبيرا في دورة حياته وفي النباتات الحولية ومعظم نباتات محاصيل الحقل المنزرعة يبدا النمو الثمري استبدا تكوين الازهار وينتهي بإنتاج البذور او الثمار وفي مثل هذه النباتات يعتبر استبدا تكوين الازهار نهاية تكوين اوراقا جديدة وفي بعض النباتات تبدا النمو الثمري قبل نهاية النمو الخضري أي ان النبات ينمو خضريا وثمريا في نفس الوقت كما هو الحال في القطن

ان تكوين وانتاج البذور يعتبر الهدف الرئيسي غالبا في انتاج معظم محاصيل الحقل وان تكوين الازهار والبذور والثمار يمر بعديد من المراحل والعمليات والتغيرات المورفولوجية والفسيولوجية والتشريحية وغيرها ولكن على الرغم من ذلك يمكن تميز مرحلتين رئيسيتين فقط بالعين المجردة وهما تكوين الازهار وتكوين البذور او الثمار

العوامل التي توثر على التزهير في النبات

1- **قوة الاضاءة** : وجد ان النبات اذا نما في بيئة تتوفر فيها جميع الظروف المناسبة للنمو وكانت الاضاءة غير كافية فان النبات يتأخر في التزهير او قد لا يزهر بتاتا وقد عزى ذلك الى ان النبات يحتاج الى اضاءة كافية تمكنه من القيام بعملية التمثيل الضوئي لا نتاج المواد الكربوهيدراتية التي هي اساس تكوين المواد العضوية المختلفة التي يذخرها النبات بداخله وذلك لاستعمالها في النواحي المختلفة وخاصة خلال فترة التزهير وطول فترة الاضاءة اليومية التي يتعرض لها النبات تلعب دورا كبيرا في تحديد موعد الازهار

2- نسبة المواد الكربوهيدراتية الى العناصر الغذائية في النبات

وجد ان العناصر الغذائية تلعب دورا كبيرا في دفع بعض النباتات الى التزهير ، كما تؤثر على عدد البراعم والازهار المتكونة ومعدل تتابع تكوينها على النبات زيادة التسميد الإوزتي يشجع النبات على النمو الخضري على حساب التزهير الا ان الكميات المطلقة لمواد معينة ليست هي التي تحدد موعد التزهير ولكن تحدده العلاقة النسبية بين تلك المواد اذ لوحظ ان زيادة كمية المواد الكربوهيدراتية عن الازوت والعناصر الغذائية الاخرى تؤدي الى التزهير ثم الاثمار في حين ان العكس يؤدي الى استمرار النمو الخضري وتأخير او منع التزهير وان العلاقة بين كمية كل من المواد الكربوهيدرات والمواد الازوتية داخل النبات قد تتحكم في تحديد موعد

التزهير في النباتات او عدم التزهير بالمرة وقد اشارت عديد من الابحاث الى ان زيادة تركيز السكريات الكلية في المجموع الخضري للنبات وانتقال بعضها من الاوراق الى البراعم الزهرية يلعب دورا هاما في دفع التزهير في عديد من النباتات بل وقد اعتبر البعض السكريات من ضمن منبهات التزهير في النبات

من المعروف ان عنصر البوتاسيوم له دور مشجع على هجرت السكروز من الاوراق الى اعضاء التكاثر مما يؤثر على التزهير واثمار هذه النباتات وقد اوضحت الكثير من النباتات ارتباط الحالة الغذائية للنبات ارتباطا شديدا مع مستوى بعض الهرمونات النباتية المؤثرة في دفع التزهير مثل التداخل الواضح بين مستوى التغذية بالنتروجين ومستوى السيتوكاينين ودفع التزهير كذلك دفع بدء تكوين سنابل القمح مع زيادة الامداد بالفسفور كان مرتبطة بزيادة مستوى السيتوكينينات

3- **الماء** يلعب الماء دورا في تحديد موعد التزهير وبالتالي الاثمار في النباتات فقد وجد انالجو الجاف يلائم التزهير والاثمار بينما ارتفاع درجة الرطوبة في الجو يؤخر عملية التزهير او قد يعوقها تماما ان التربة التي تحتوي على كمية مناسبة من الرطوبة تفوق التربة الجافة من ناحية تزهير واثمار النباتات النامية فيها كما ان نقص الماء يؤثر في نمو المجموع الجذري للنبات مما يؤثر على التزهير والاثمار
4- **الارتباع** vernalization اطلق تعريف الارتباع على الطريقة التي استحدثها العالم Lysenko والتي يمكن بواسطتها تقصير فترة النمو الخضري ودفع النباتات للتزهير المبكر وأساس هذه الطريقة هي تعريض البذور عند بدء انباتها مباشرة لعوامل خارجية محددة تعمل على اسراع عمليات فسيولوجية معينة تؤدي الى الانتقال الى مرحلة التزهير في فترة قصيرة نسبيا واول الدراسات التي اجريت على الارتباع تلك الدراسة التي امكن اثناءها زراعة محاصيل شتوية في فصل الربيع وكان العامل الاساسي الذي ادى الى تلك النتيجة هو خفض درجة الحرارة اثناء الانبات لفترة كافية لا حداث الارتباع في القمح الشتوي استنبتت الحبوب ببطء وذلك بإضافة كمية محدودة من الماء تصل حوالي 50 % من الكمية اللازمة لا نبات المعتاد وقد حفظت الحبوب على درجة حرارة تتراوح بين (0-5) لعدة اسابيع لوحظ ان تلك الدرجة من الرطوبة بينما تسمح باستمرار العمليات الحيوية التي تجري اثناء فترة النشاط لا انها تؤخر عملية النمو ولأتخفى فوائد تأخير نمو البذور المعاملة وذلك حتى يمكن نقلها ثم زراعتها بدون احداث اضرار بها حيث ان استطالة كل من الجذير والريشة يعرضهما للتلف اثناء النقل والزراعة

تشير نظرية مراحل النمو في النباتات التي يؤديها ,Lysenke وغيره من العلماء الى انه لكي يتم النبات دورة حياته كاملة لابد ان يمر في طورين متتالين ويختلف هذان الطوران عن بعضهما كل الاختلاف من حيث الظروف الملائمة لكل منها ويطلق على الطور الاول الطور الحراري والطور الثاني الطور الضوئي ولا ينتقل النبات من الطور الاول الى الثاني الا بعد ان يستكمل الطور الاول يمر النبات خلال الطور الاول دون ان يتأثر شكله الظاهري بينما تحدث تغيرات داخلية لا يمكن ملاحظتها يمشط في النباتات الشتوية فاذا زادة درجات الحرارة عن تلك الدرجة فان الطور الحراري لا يبدا وبذلك يمكث النبات عقيمة أي لا يكون أزهاره وقد

امكن التوصل الى معاملة البذور معاملة خاصة تجعلها تنتهي من هذا الطور قبل انباتها وبذلك تنتقل الى طورها الثاني عند انباتها مباشرتا وقد اطلق على تلك المعاملة التي من شئنها تقليل النمو الخضري وبالتالي انتقاله الى الطور الضوئي بعملية الارتباع ومعناها اللفظي التهيؤ للربيع

العوامل التي تساعد على عملية الارتباع

1- درجة الحرارة وطول فترة التعرض لها

في بذور النباتات الشتوية كالقمح مثلا يتحتم ان تكون درجة الحرارة منخفضة لكي بنتهى النبات سريعا من هذا الطور اما في بذور النباتات الصيفية كالقطن والذرة فيلزم لها درجات حرارة مرتفعة وعموما وجد ان لكل محصول درجة حرارة مثلى يستكمل النبات عندها هذا الطور في اسرع فترة وتطول المدة كلما بعدة درجة الحرارة عن المثلى فمثلا وجد ان عندما عرضت حبوب القمح لدرجة تتراوح من (0-2م) اكتمل هذا الطور في 40 يوما بينما تطلب الانتهاء من هذا الطور مدة 120 بوما عند تعرض البذور لدرجة حرارة 17م

2- نسبة الرطوبة في البذور

يجب ان تحتوي البذور التي ستعامل على رطوبة تتراوح نسبتها بين 30-50% من وزنها الجاف حتى يتسنى لا جنتها ان تبدا نشاطها وتسرع في تفاعلاتها الحيوية وتعتبر البذور في هذه الحالة نباتات نامية ولو انها لا تختلف ظاهريا عن البذور الكامنة

3- **تركيز الاوكسجين** في الجو المحيط بالبذور ان وجود تركيز كاف من الاوكسجين حول البذور اثناء المعاملة عامل اساسي لنجاح عملية الارتباع كما وجد ان زيادة تركيز الاوكسجين يسرع اتمام العملية

4- العضو النباتي المعامل

وجد ان معاملة الارتباع للبادرات او بعض الإجراءات الخضرية للنبات المحتوية على مناطق مرستيمية تكون اقوى في التأثير عن معاملة البذور مثل معاملة الاجزاء الخضري لنبات الخرشوف

ازلت اثر الارتباع

يمكن ازالة تأثير ارتباع البذور عن طريق تعرض البذور الى ظروف معاكسة مثل التجفيف او الى درجات حرارة المرتفعة (30-35م) لبضعة ايام

التطبيقات العملية لعملية الارتباع

أ- يمكن من خلالها اختصار فترة النمو الخضري وبذلك يسرع النبات في الانتقال لطور الازهار والثمار فمثلا معاملة حبوب اصناف من القمح تقصر فترة النمو الخضري للنبات والاسراع بانتقاله لطور التزهير والاثمار قبل ان يحل موسم الجفاف

ب- بالرغم ان فترة الصيف في المناطق الشمالية لا وربا واسيا تكون قصيرة الا انه قد امكن زراعة بعض المحاصيل كالقطن والذرة (بعد معاملة بذورها) في بعض المناطق التي كان يستحال زراعتها لقصر الفترة التي تكون عندها درجة الحرارة مرتفعة لدرجة تلائم هذه المحاصيل

ت- البادرات المعاملة تكون اسرع نموا واكثر انتظاما في نموها وبالتالي تنضج جميعا في موعد متقارب وهذ الامر له فائدة كثيرة عند الحصاد

ث- يمكن معاملة بذور المحاصيل لاستخدامها في عملية الترقيع وهذ ضمان لعدم تأخر نضج نباتات الترقيع عن نبات الحقل كله

ج- يمكن بواسطة الارتباع لبعض الاجزاء الخضرية لنبات الخرشوف دفعها لا زهار المبكر وبالتالي البكير في تكوين الرؤوس مما يشجع الندرة وبالتالي زيادة اسعارها

5- التاقت الضوئي photoperiodism

لكي يتم النبات دورة حياته يمر خلال طورين : الطور الاول وهو الطور الحراري الذي يحتاج لسرعة استكماله الى درجة حرارة منخفضة في النباتات الشتوية بينما الطور الثاني الذي يليه مباشره والذي ينتهي بالتزهير ثم الاثمار يعرف بالطور الضوئي ويتاثر بطول الفترة الضوئية التي يتعرض لها النبات وتعرف استجابة النبات للطول النسبي للنهار ولليل بالتواقت الضوئي

تقسم النباتات من حيث استجابتها لطول فترة الإضاءة اليومية الى الاقسام الاتية

1- نباتات النهار القصير short-day plants ويطلق عليها ايضا نباتات الليل الطويل وتزهر هذه النباتات عند تعرضها لفترة اضاءه يومية تقل عن فترة حرجة معينة فاذا زادة الفترة الضوئية عنها يستمر النبات في النمو الخضري مثل هذه النباتات بعض انواع القطن والفول

2- نباتات النهار الطويل long –day plant وتعرف بنباتات الليل القصير تزهر هذه النباتات عند تعرضها لفترة اضاءة يومية تزيد عن فترة حرجة معينة اذا قلت الفترة الضوئية يستمر النبات بالنمو الخضري مثل الخس والبرسيم

3- نباتات محايدة ضوئيا day-neutral plants عديمة التأثير بطول فترة الاضاءة اليومية تزهر هذه النباتات في حدود كبيرة من طول فترة الاضاءة اليومية مثل عباد الشمس

اهمية فترة الظلام :

قد اكد الباحثين ان مجوعة نباتات النهار القصير يمكن تسميتها ايضا بنباتات الليل الطويل وذلك لان تعبر تعبيرا صحيحا عن استجابة النبات للتاقت الضوئي حيث وجد ان هذه النباتات لا تزهر الا اذا تعرضت لفترة مستمرة من الظلام تزيد عن فترة حرجة معينة ففي حالة نبات الشبيط وجد انه لا يعطي ازهارا الا اذ تعرض لفترة مستمرة من الظلام تزيد عم 8.30 ساعة

اهمية فترة الإضاءة

بالرغم من ان طول فترة الاضاءة ليس له اثر على بدء التزهير وذلك عند الفترة المناسبة الا انها على عدد البراعم الزهرية المتكونة من ذلك يتضح ان النباتات النهار القصير بينما تحدد

طول فترة الظلام بدء البراعم الزهرية ويحدد طول فترة الاضاءة عدد البرعم الزهرية التي تنشء

ان الاستجابة المثالية لفول الصويا تحدث عند دورة ضوئية تتكون من 16 ساعة ظلام و 11ساعة اضاءة وان زيادة او نقص فترة الاضاءة عن 11 ساعة تسبب تكوين عدد اصغر من البراعم الزهرية من ذلك يتبين ان فترة الاضاءة تؤثر على عدد البراعم الزهرية

فترة الدفع الضوئي photo-induction period

ليس من الضروري تعريض النبات لفترة الضوئية خلال مرحلة النمو الخضري جميعها بل يكفي ان يعرض خلال المدة الاولى من النمو فقط (وتختلف هذه المدة في النباتات المختلفة وقد تتراوح في بعضها من 10-20 يوما) لكي يحصل النبات على الثاثير الضوئي المطلوب واذ نقل النبات المعامل بعد ذلك الى ظروف ضوئية عكسية فانه يستمر في نموه ، وتعرف المدة اللازمة للتعرض النبات اثناءها لفترة الاضاءة اليومية المناسبة بفترة الدفع الضوئي

ويطلق على دورة الليل والنهار (في كل 24ساعة) المناسبة لدفع تزهير النبات ما اسم دفعة inductive cycle في حين يطلق اسم دورة غير دافعة non-inductive cycle على تلك الدورة وقد وجد ان تعرض النبات الدورة دافعة واحدة خلال حياتها تكون كافية لفع هذه النباتات للتزهير أي ان فترة الدفع الضوئي المثل هذه النباتات تكون عبارة عن يوم واحد

موضع وانتقال تأثير التاقيت الضوئي في النبات

ان بدء التزهير سببه تغيرات تحدث في الاوراق وينتقل تأثيرها الى الاطراف النامية حيث يؤدي الى حدوث تغيرات فيها كذلك وتؤدي التغيرات الاخيرة الى تكوين براعم زهرية بدلا من البراعم الخضرية كما وجد انه في هذه الحالة يجب ان تصل الاوراق الى حالة من النضج يمكنها من التعرف على التغيرات البيئية المحيطة بها خاصة التاقت الضوئي وكذلك المرستيميات في مناطق النمو يجب ان تكون قادرة على تلقي هذا التأثير من الاوراق وقد وجد مركب كيماوي له طبيعة هرمونية واقترح العالم اسم فلوريجين لهرمون التزهير

دور الفيتو كروم في استبدا تكوين الازهار

ان نشاط طول الأشعة الضوئية والاستجابة لها في قطع فترة الظلام يكون نتيجة لامتصاص احد الصبغات الطبيعية والتي تسمى ب الفيتوكروم وهي صبغة بروتينية تتركب كيماويا من جزاء بروتيني وجزاء غير بروتيني وتوجد هذه الصبغة على صورتين هما ف ح pr وهو الذي يمتص الضوء الاحمر ويتحول الى الشكل الاخر ف ت ح pfr النشط فسيولوجيا والذي يمتص الاشعة تحت الحمراء ويتحول ثانية الى ف ح ويحدث ايضا تحول ف ت ح الى ف ح في الظلام ويتوقف معدل تحول على درجة الحرارة وان صورة الفيتو كروم ف ت ح pfr تثبط الازهار في نباتات النهار القصير بينما تشجعه في نباتات النهار الطويل وهنا تجد الإشارة الى ان الفيتو كروم مادة منبهه لا زهار ولكنه يحث وتنشيط المواد المنبهة للأزهار

تأثير منظمات النمو على الازهار

توثر منظمات النمو على ازهار النباتات ويتوقف ذلك على نوع منظم النمو وتركيبة وميعاد اضافته بالنسبة لطور نمو النبات ونوع النبات

ولقد وجد ان انول حامض الخليك IAA يثبط الازهار في نباتات النهار القصير وان التركيزات العالية منه تثبط ازهار نباتات النهار الطويل

وعلى العكس من ذلك فقد وجد ان الاوكسينات تشجع الازهار في بعض الانواع النباتية الاخرى اذ يستعمل 2.4.D رشا على بعض اشجار الفاكهة لحث ازهارها

ان التأثير المثبط للوكسين على الازهار يعتمد لحد كبير على وقت الاضافة اذ وجد ان الاوكسين يعمل على تشجيع الازهار اذ استعمل بعد وقت كاف من تكوين وانتقال كميات كافية من هرمون الازهار داخل النبات

وعلى عكس الاوكسينات فان الجبر لينات تعمل على تشجيع الازهار بوحه عام ولقد وجد انه يمكن احلال المعاملة بالجبرلين محل تعرض بعض النباتات محل كل او جزاء من عدد دورات التأثير الضوئي ودرجات الحرارة المنخفضة

استبدا تكوين الازهار

بعد تكوين المادة المنبهة للأزهار (هرمون الازهار) فأنها تنتقل الى البراعم (مناطق النمو المرستيمية بالقمم النامية وعندئذ يتحول استبدا وتكوين الاوراق (النمو الخضري) فجأة الى استبدا استبدا تكوين اصول الازهار متبوع بتكوين الاجزاء الاخرى للزهرة ان هذ التحول المرفلوجي للمرستيم من الحالة الخضرية الى الاخرى الزهرية يمثل تغيرا كبيرا في العمليات الفسيولوجية الدائرة للنبات والذي ينعكس على انتقال المواد الممثلة

نمو وتكشف الاصول الزهرية

يلي مرحلة استبدا تكوين اصول الازهار مرحلة نمو وتكشف هذه الاصول الزهرية الى ازهار ناضجة ونورات تحت الظروف الضوئية والحرارية المناسبة والمتهيئة للأزهار وهنا تجد الاشارة ليس من الضروري ان تتم هذه المرحلة تحت نفس الظروف الضوئية والحرارية التي تحدث فيها مرحلتي الحث وتعتبر اقل حساسية لطول الفترة الضوئية