جامعة جنوب الوادي
قسم النبات والميكروبيولوجي
كلية العلوم

الدروس النظرية والعملية في مقرر

فسيولوجي نبات

طلاب الفرقة الثانية "ساعات معتمدة"

شعبة العلوم البيولوجية - كلية التربية

اعداد

د/ نورا حسن يوسف

الفصل الدراسي الاول

2025/2024

العلاقات المائية

أهمية الماء للنبات

- يُعدّ الماء مصدر حياة جميع النباتات بمختلف أنواعها؛ إذ إنّه يُشكّل ما نسبته 90% من كتلة النبات الكليّة
- له دوره أساسيّ في جميع العمليات الفسيولوجية في النبات؛ حيث تعتمد الخليّة النباتية على الماء فى عملية البناء الضوئي
- ينظّم الماء درجات الحرارة في النبات، إذ تبرد أوراق النبات من خلال عملية تبخّر الماء على سطحها.
- يمتاز الماء بقدرته على إذابة العديد من المواد والعناصر الغذائية المطلوبة لنمو النبات.
- يُعد الماء مسؤولاً عن العديد من التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلية النباتية، والتي تُعدّ جزءاً أساسياً في عملية النمو.
- يعد الماء ضروريا لزيادة معدل التنفس فى البذور للحصول على الطاقة اللازمة للانبات.
- يساعد الماء على نقل المحاليل الغذائية داخل الخلية.
- يساعد الماء على نمو الجراثيم وكذلك تفتح الثمار فى النبات.

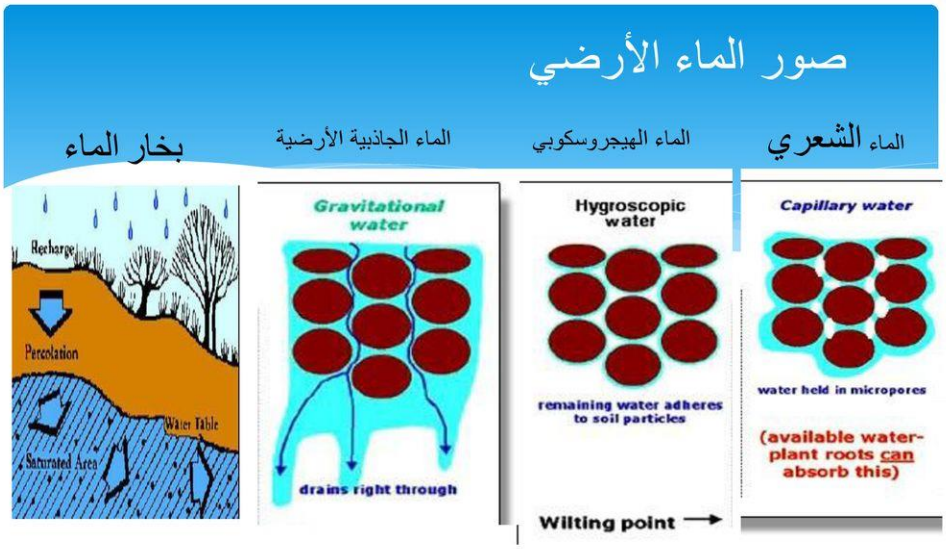
ماء التربة

عند سقوط الامطار او رى التربة فانه يحدث الاتى:

ينساب الجزء الاكبر من الماء اسفل التربة تحت تأثير الجاذبية الارضية حتى يصل الى مستوى المياه الجوفية ويسمى هذا الجزء **بماء الجاذبية الارضية** وهذا الجزء من الماء ليس له فائدة كبيرة للنبات بل انه قد يسبب بعض الضرر للجذور لان هذا الماء المتجمع بقد يحل محل الهواء بين حبيبات التربة.

جزء اخر من الماء تحتفظ به حبيبات التربة وترتبط به ارتباطا محكما فى طبقات رقيقة جدا (حيث يدمص على اسطح جزيئات التربة) ضد قوة الجاذبية الارضية ويسمى هذا الجزء من الماء **بالماء الهيجروسكوبى** او ماء الاسترطاب حيث يحفظ للتربة رطوبتها.

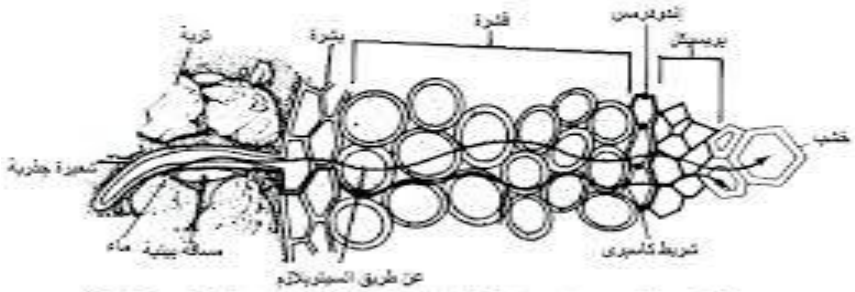
الجزء الاخير من الماء يملا الفراغات الهوائية الموجود بين حبيبات التربة ويسمى **بالماء الشعرى** او الماء المتاح. وهذا الجزء من الماء يلعب دورا هاما فى حياه النبات حيث انه يمتص بسهولة بواسطة الجذور ويصعد بالخاصية الشعرية وتعتمد كمية الماء الشعرى على تؤكيب التربة وحجم الدقائق المكونه لها.



امتصاص الماء

<u>ا- مسار تحرك الماء خلال الجذر</u>

يمتص الماء بواسطة الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة الأخرى القريبة من منطقة الشعيرات الجذرية ثم يتحرك الماء من هذه الخلايا الى خلايا أنسجة القشرة ثم الى الاندودرمس ثم الى البريسيكل وفى النهاية الى الخشب . يتحرك الماء الى خلايا الاندودرمس خلال التدرج الاسموزى الى البريسيكل ثم الى الخلايا الموصلة للخشب .ويتصل نسيج خشب الجذر مباشرة بنسيج الخشب فى الساق ولذلك يتحرك الماء من الجذر الى الساق.



شكل يوضح مسار حركة الماء من التربة إلى داخل أنسجة الجذر

لقد بين علماء النبات أن امتصاص الماء يحدث بطريقتين رئيسيتين هما

1) :الامتصاص النشط

يشير الامتصاص النشط إلى امتصاص الجذور للماء بمساعدة أدينوسين ثلاثي الفوسفات ، الناتج عن تنفس الجذر : نظرًا لأن الخلايا الجذرية تشارك بنشاط في العملية. وبذلك يستهلك هذا النوع من الامتصاص جزء من الطاقة المنطلقة من عملية التنفس.

وهناك نوعين من هذا الامتصاص:

أ-الامتصاص الاسموزي النشط

ويخضع لقوانين الخاصية الاسموزية ويحدث عندما يكون الضغط الاسموزى لمحلول التربة اقل من الضغط الاسموزى للعصير الخلوى ويتم امتصاص الماء من التربة بواسطة الشعيرات الجذرية ونتيجة لذلك يصبح الجهد الاسموزى لهذه الخلايا اقل من الجهد الاسموزى للخلايا المجاورة لها وطبقا للاسموزية فان الماء ينتقل من هذه الخلايا (اقل تركيز) الى الخلايا المجاورة (الاعلى تركيز). ونتيجة لدخول الماء الى هذه الخلايا يقل تركيز العصير الخلوى بها عن الخلايا المجاورة لها وعليه ينتقل الماء من هذه الخلايا الى الخلايا المجاورة (الاكثر تركيزا) وهكذا تتكرر هذه العملية حتى يصل الماء الى الاوعية الخشبية بالجذر والتى تتصل مباشرة بالاوعية الخشبية فى الساق ثم الورقة.

أ-الامتصاص الغيراسموزي النشط

لايخضع لقوانين الخاصية الاسموزية ويحدث عندما يكون الضغط الاسموزى لمحلول التربة اعلى من الضغط الاسموزى للعصير الخلوى. وعليه فان امتصاص الماء يكون ضد قانون الاسموزية (ضد تدرج التركيز) وهذا النوع من الامتصاص يتطلب استهلاك طاقة من الطاقة المنطلقة من عملية التنفس.

2) الامتصاص السلبي (الغير نشط)

يحدث هذا الامتصاص عندما يكون معدل النتح عالى حيث ان الفقد السريع للماء من الاوراق يعمل على شد الماء من خشب الاوراق ومن ثم خشب الساق وتمتد قوة الشد حتى الوصول الى الماء الموجود بخشب الجذر ونتيجة لذلك يدخل الماء من التربة الى الشعيرات الجذرية ليحفظ سريان عمود الماء الى اعلى ولذلك خلايا الجذر تكون غير نشطة اثناء هذه العملية.

العوامل المؤثرة علي امتصاص الماء

يمكن تقسيم العوامل المؤثرة علي امتصاص الماء الي :

أ - العوامل البيئية

1- :توفر الماء (تيسر الماء)

يوجد الماء فى ثلاث صور وهى ماء الجاذبية والماء الهيجروسكوبى والماء الشعرى وبالتالى كلما ازدادت كمية الماء الشعرى فان امتصاص الماء بواسطة الجذور يصبح اسرع كثيرا.

2- **.درجة الحرارة :**

يلاحظ أن النبات يمتص كمية قليلة من الماء عند درجات حرارة التربة المنخفضة و يرجع ذلك العوامل التالية• :قلة نمو الجذور و تفرعاتها• . انخفاض سرعة حركة الماء من التربة الي الجذر• .زيادة مقاومة الجذور حيث تقل نفاذية أغلفة خلايا الجذور و تزداد لزوجة البرتوبلازم •تزداد لزوجة الماء في درجات الحرارة المنخفضة حيث تصل الضعف عندما تقل درجة الحرارة من ٢٥ مئوية الي الصفر. ويقل امتصاص العناصر و الأيونات المختلفة عندما تقل درجة الحرارة فيقل دخول الماء بفرق الأسموزية .

3-التهوية :

تزداد سرعة امتصاص الماء في التربة جيدة الصرف حيث أن قلة تركيز الأكسجين و زيادة تركيز CO_2يؤدي الى زيادة مقاومة الجذور لدخول الماء للأسباب التالية• :-تزداد لزوجة البرتوبلازم و تقل نفاذية الغشاء الخلوي لزيادة تركيز• CO_2 . قلة التفرعات الجذرية و النمو الجذري• . تقل فاعلية الخلايا الجذرية فيقل الضغط الجذري

4- تركيز محلول التربة :

تمتص الجذور الماء نتيجة فرق الجهد بين التربة و الجذر . وعليها فزيادة تركيز محلول التربة تعني قلة الجهد الاسموزي و قلة الجهد المائي الكلي لمحلول التربة و بالتالي قلة حركة الماء باتجاه الجذر و صعوبة امتصاصه.

ب- العوامل النباتية:

1- **معدل النتح**

تتناسب كمية الماء الممتصة تناسبا طرديا مع كمية الماء المفقودة بالنتح وبالتالى يعتبر النتح من أهم العوامل التى تؤثر علي سرعة عملية الامتصاص

2 - **كفاءة المجموع الجذري**

اذا كان المجموع الجذرى ضعيف النمو تنخفض قوة امتصاص الماء وبتلتالى كلما ازداد المجموع الجذرى ازداد تبعا لذلك نسبة المساحة المعرضة لامتصاص الماء

ب- حركة الماء فى الساق

يتحرك الماء الى الأعلى مع بعض المواد الذائبة من أملاح ذائبة وتركيز منخفض من السكريات والممر الرئيسى للحاء هو الخشب وتختلف سرعة صعود الماء الى الأعلى باختلاف النبات ،فصل النمو ،والظروف البيئية المحيطة.

لذلك وضعت ظريات كثير لتفسير الالية التى يصعد بها العصارة فى الخشب منها:

1-الضغط الجذري

تسمي القوي التي تعمل علي امتصاص الماء من محلول التربة إلي أوعية الخشب في الجذر ثم تدفقه لأعلي في أوعية الساق بالضغط الجذري. تعتمد هذه القوي علي الفرق بين الجهد المائي لمحلول التربة وأوعية الخشب. ويطلق عليها الامتصاص الموجب أو القوة الموجبة لأنها ناتجه عن نشاط خلايا الجذر الحية.

يعرف الضغط الجذري بأنه الضغط المائي الناشئ عن امتصاص ودخول الماء والذائبات إلي أوعية الخشب في الجذر نتيجة لفرق الجهد المائي خارج وداخل خلايا الجذر. وتوجد ظواهر تعزي إلي الضغط الجذري هي:

ظاهرة الإدماءBleeding :

وهي خروج وتدفق قطرات الماء أو العصارة خارج الأوعية الناقلة بعد قطع أو تقليم الساق في الربيع قبل تكوين الأوراق الجديدة كما في أشجار العنب.

الاعتراضات على هذه النظرية

وتوجد أسباب يعزي إليها أن الضغط الجذري ليس هو القوة الأساسية في صعود الماء بل ذو أهمية ضئيلة وغير أساسي في دفع الماء لأعلي في النبات. مثلاً متوسط اعلى قيمة للضغط الجذري 2 ضغط جو وهى غير كافية لدفع الماء لأعلي في الارتفاعات العالية في معظم الأشجار وبعض النباتات ليس لها ضغط جذري كما في الصنوبر، عصير الخشب يكون تحت شد وجذب وإجهاد وليس تحت ضغط من أسفل. وعلي الرغم من ذلك فان قوة الضغط الجذري تكون هي أحد القوي المسببة لرفع الماء وانتقاله في النباتات الحولية .

(2)النظرية الحيوية Vital theory

تعتمد هذه النظرية علي أن صعود الماء وانتقاله لأعلي ما هي إلا عملية حيوية ترجع إلي الخلايا البارانشيمية للخشب وخلايا أشعة الخشب الحية تعمل علي ضخ الماء في أوعية الخشب المجاورة لها مما يؤدي إلي ارتفاعه إلي مسافة أعلي حيث أنها تبذل قدر من الطاقة تنتج من عملية التنفس بها إلا

أن هذه النظرية استبعدت وهدمت بالتجارب علي سيقان مقطوعة وغمرت في سائل به مادة سامة أدي إلي قتل الخلايا الحية وبعد قتل الخلايا الحية لوحظ ارتفاع السائل في الساق مما يدل علي أن موت الخلايا لم يؤثر علي صعود السائل لأعلي في الساق.

3- نظرية التشرب

من المعلوم ان الماء يرتفع في الجدران السميكة 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 االوعية الخشبية وليس على جدرانها.

4- الخاصية الشعرية

قد تساعد الخاصية الشعرية على رفع العصارة في النبات الا ان اتساع االوعية الخشبية لا يساعد على رفع العصارة الى ارتفاع كبير.

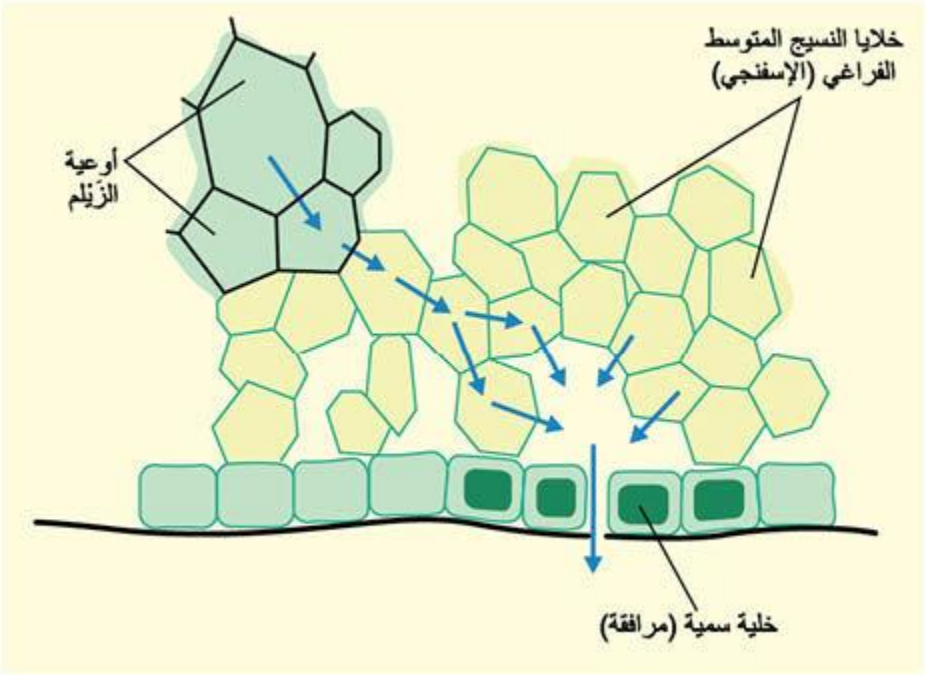
5-نظرية التماسك و التلاصق

لوان الضغط الجذرى يساعد فى رفع الماء من الجذر الى الأوراق لكنة لا يعتبر القوة الأساسية المحركة للماء فالقوة المحركة للماء هى النتح والدليل على ذلك تلازم عمليتا الامتصاص والنتح وهذه القوة تتكون فى الأجزاء الخضرية وينتقل تأثيرها الى الجذور ويساعد فى ذلك قوة تماسك جزيئات الماء Cohensionوقوة التصاقها بالخشب Adhesion ويمكن تفسير آلية الامتصاص السلبى كالتالى :- يتبخر الماء من الأوراق لان الجهد المائى للهواء المحيط بالورقة يكون قليلا (اكثر سلبيا)، وعندما يتبخر الماء من خلايا الأوراق ويقل جهدها المائى فتتحرك نتيجة ذلك جزيئات الماء من الخلايا المجاورة حيث أن الماء يحاول موازنة جهده وينتقل التأثير من خلية الى أخرى حتى يصل إلى العروق الورقية فيقل الماء فى هذه العروق نتيجة حركتها الى الخلايا وعندما يقل فى العروق يتخلخل الضغط فيحدث الشد على جزيئاته وهذا الشد مشابه للشد الذى يحصل خيط من الجزيئات عند سحب أحد اطرافة ونتيجة للشد الحاصل على جزيئات الماء فى عروق الورقة يتحرك اليها الماء من العروق الأكبر حتى يصل التأثير الى خشب الساق ثم خشب الجذر وحتى الخلايا الحية من الجذر ثم الى سطح الجذر وعلى سطح الجذر تتماسك جزيئات الماء مع الجزيئات الموجودة فى محلول التربة وعلى هذا فان الجهد المائى يقل تدريجيا من التربة وحتى خلايا الورقة عندما يكون النتح مستمرا وهنا يتبادر لي الذهن سؤالا فى أنة إذا كانت جزيئات الماء تسحب من أعلى بشكل مسلسلة فهل يتحمل عمود الماء هذا الشد دون انفصال جزيئات الماء عن بعضها ؟حيث ان انكسار عمود الماء يعنى موت النبات.

كل الأدلة السابقة تشير الي أن القوة المحركة للماء في النبات هي النتح و هنا لا نريد أن نقلل من أهمية الجذر في امتصاص الماء فالجذر يوفر للنبات سطح امتصاص واسع كما أن الشعيرات الجذرية التي تضاف كل يوم تشكل أهمية بالغة في التفتيش عن أماكن جديدة من التربة يكثر فيها الماء و الأيونات.

ج-حركة الماء فى الأوراق

تمثل الأوراق المرحلة النهائية لحركة الماء فى النبات .يتصل نصل كل ورقة بالساق فى عقدة الساق وفى العقدة يبرز النسيج الناقل الذى يغذى الورقة بالماء ويتوزع النسيج الناقل فى كل ورقة باختلاف النبات .ففى أوراق معظم النباتات ذات الفلقة الواحدة تكون العروق موازية للعرق الرئيسى وتتفرع من هذه العروق فروع صغيرة ليصل الماء الى كل منطقة فى الورقة وفى نباتات ذات الفلقتين يختلف توزيع العروق فى أوراقها فبعضها ذات عروق راحية حيث تتصل العروق الثانوية فى الورقة بالعرق الرئيسى عند قاعدة الورقة .وفى البعض الآخر تكون العروق ريشية حيث يمتد العرق الوسطى الى حافة الورقة وتتصل بها الأفرع من الجانبين.



فقدان االماء

على الرغم من أن النباتات تحتاج إلى الماء بكميات كبيرة لتحافظ على حياتها وسير العمليات الحيوية ، إلا أن الدراسات دلت على أن كمية الماء المفقودة كبيرة وبشكل عام لكي تحافظ النباتات على محتواها المائي يلزمها أن تمتص كميات من الماء أكثر مما تفقد وتحتفظ بالفرق لبناء الانسجة الجديدة وقد لا تحدث هذه الحالة في كثير من الاحيان ، بل أن معدل فقدان الماء قد يفوق في بعض الحالات معدل امتصاصه ويحدث نوع من الذبول في النبات.

طرق فقدان الماء من النبات : يحدث فقدان الماء من النباتات بطرق مختلفة منها ما يلي

1- الافرازSecretion :

فقدان الماء السائل بشكل محاليل من الغدد الافرازية وخاصة الغدد الرحيقية

2- الادماء Bleeding :

فقدان الماء بصورة سائلة (عصارة) من الجروح التي تحدث في النبات . وبشكل عام كمية الماء التي تفقد بموجب هاتين العمليتين قليلة ولا تعتبر ذات أهمية

3- الادماع: Guttation

فقدان الماء بصورة سائلة وعلى شكل قطرات من الثغور المائية التي تتواجد عند قمم عروق الاوراق وتحدث عادة تحت الظروف الدافئة الرطبة حيث يكون معدل امتصاص الماء أكبر من فقدانه بالنتح ، ومن العوامل التي تحفز على الادماع هي (الامتصاص العالي للماء - الضغط الجذري العالي- انخفاض أو انعدام النتح).

4- النتح Transpiration :

فقدان الماء من النبات بشكل بخار من خلال الادمة أو العديسات أو الثغور .

النتح الادمي : Cuticular Transpiration هي عملية انتشار بخار الماء خلال طبقة الادمة والتي تمثل بطبقة شمعية من الكيوتين أو الكيوتكل تغطي سطح الورقة وتعيق فقدان الماء بشدة وبدونها من المستحيل أن يبقى الماء في النبات . مدى النتح االادمي يختلف باختلاف اصناف وانواع

وعمر النبات أو الورقة فهو كبير في الاوراق الحديثة التكوين وبشرة السيقان الغضة الفتية لعدم اكتمال تكوين طبقة الادمة أو كونها رقيقة في حين يقل في الاوراق الكبيرة أو البالغة . كما وإن طبقة الكيوتين تكون أسمك في الاوراق المعرضة لضوء الشمس المباشر ونباتات البيئة الجافة بالمقارنة مع أوراق نباتات الظل والبيئة الرطبة .

النتح العديسي :**Lenticular Transpiration** هي عملية فقدان بخار الماء عن طريق عديسات السيقان والافرع والتي تمثل فتحات دقيقة في الانسجة الفلينية التي تغطي أسطح السيقان والافرع . وعلى الرغم من إن هذا النوع من النتح ضئيل الاهمية مقارنة مع أنواع النتح الاخرى إلا أنه يزداد أهمية في حالة سقوط أوراق بعض النباتات عند حلول فصل الشتاء لفقدان النبات قدرته على النتح الثغري .

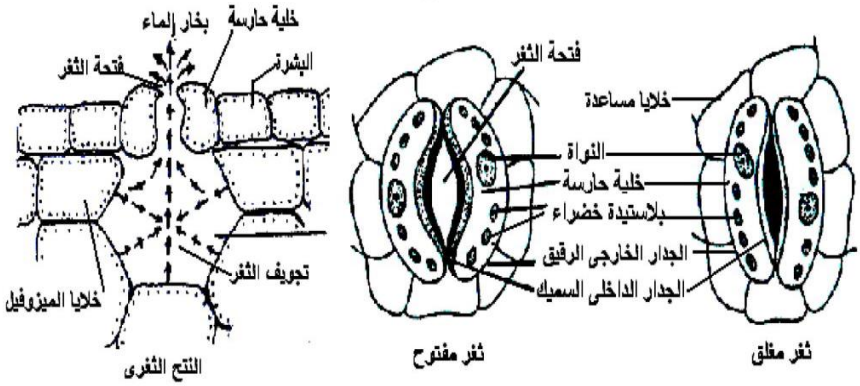
النتح الثغري : **Stomatal Transpiration** هو تبخر الماء من النباتات عن طريق الثغور الموجودة على الاوراق ويعد من أهم أنواع النتح إذ تصل كمية الماء المفقودة بهذه الطريقة إلى 59 ٪أو أكثر من مجموع ما يفقده النبات من الماء.

وتعتبركمية الماء المفقودة بواسطة النتح الادمي والعديسي غير ذي قيمة مقارنة مع الكمية المفقودة بالنتح الثغري إلا أنه تحت ظروف الجفاف الشديد والتي تسبب غلق الثغور يمكن اعتبار الماء المفقود خلال الادمة والعديسات ذات قيمة.

دور النتح فى نمو وتطور النبات : إن دور النتح في نمو وتطور النبات غير واضح لجميع النباتات فقد لوحظ بان بعض الانواع النباتية تستطيع النمو في بيئة ذات رطوبة نسبية 111 ٪حيث يكون النتح فيها قليلا أو معدوما في حين نباتات أخرى تنمو بنجاح في بيئة يحدث فيها النتح ومع ذلك يوصي بعض العلماء بوجود فوائد للنتح منها :

- يساعد على امتصاص الماء بما فيه من ذائبات من التربة .
- يلعب دور في تبريد الاوراق النباتية وبالتالي النبات ككل
- المحافظة على انتفاخ الخلايا.
- يعتقد بأنه يلعب دور في نمو وتطور النبات.

يوضح الثغر المغلق و المفتوح و عملية النتح الثغرى



<u>ميكانيكية فتح و غلق الثغور(الحركة الثغرية)</u>

يحمل سطح بشرة الورقة عدد كبير من الثغور تحاط كل منها بخليتين من خلايا البشرة متخصصتين تعرفان بالخلايا الحارسة يتحكمان فى فتح وغلق الثغور.و الحركة الثغرية تعتمد بصفة عامة علي الاستجابة المباشرة للزيادة أو النقص للجهد الاسموزي للخلايا الحارسة و التغير في الجهد المائي الناتج من التغيرات الأسموزية بسبب تحرك الماء من أو الي الخلايا الحارسة . فعند امتلاء الخلايا الحارسة فان الثغر ينفتح .ولذلك يسبب ضغط الامتلاء بالزيادة أو بالنقص الى انتفاخ الخلايا الحارسة الموجودة على حافتي الثغر أو الى ارتخائها فينتج عن ذلك حركة فتح وغلق الثغر

و يرجع زيادة الضغط الاسموزى للخلايا الحارسة نظرا لاحتوائها علي البلاستيدات الخضراء الي زيادة السكريات الناتجة من عمليات التمثيل الكربوهيدراتى وقد لوحظ أنه بمجرد غلق الثغور يتراكم في النشا الخلايا الحارسة وفي نفس الوقت ينخفض ضغطها الاسموزي حتى يوازي الضغط الاسموزي لخلايا البشرة .غير أن فتح الثغور أسرع من أن يرجع الي عملية التمثيل الضوئي وهي عملية تتطلب وقتا حتى ينتج السكر، لذلك أن يكون هناك سببا أخر مباشرا لإحداث التغير اللازم فى الضغط الاسموزي للخلايا الحارسة. فهناك رأي أن زيادة الضغط الاسموزى ناتج من تحلل النشا تحليلا مائيا الي سكريات تزيد من الضغط الاسموزى للخلايا الحارسة و هذا التفاعل عكسي نتيجة عمل أنزيم starch phosphorylase، فعند ارتفاع الرقم الهيدروجيني pHالي حوالي ٧ تحدث عملية

الفسفرة phsphorolysisأو التحلل الفسفوري بمساعدة الأنزيم لتكوين جلوكوز –١- فوسفات ، وعند انخفاض الرقم الي حوالي ٥ فان النشا يتكون من جلوكوز –١-فوسفات بواسطة نفس الأنزيم و ينفرد حمض الفوسفوريك . فعند حلول الظلام ليلا يتراكم ثاني أكسيد الكربون الناتج من عملية التنفس و الذي يتحول الي حمض كربونيك فيؤدي الي رفع الحموضة و انخفاض رقم الpH هذا الوسط الحامضى يلائم أن يعمل الأنزيم في اتجاه (سكر--- نشا) فينخفض الضغط الاسموزي في الخلايا الحارسة فتسحب المياه من الخلايا فتنكمش و تضيق فتحة الثغر و تغلق الثغور. أما في الضوء فعلي العكس حيث أن عملية التمثيل الضوئي تستهلك ثاني أكسيد الكربون الناتج من التنفس وبذلك تقل الحموضة و يرتفع رقم الpH في العصير الخلوي للخلايا الحارسة وهذا الوسط القريب للتعادل يلائم عمل الأنزيم في اتجاه (نشا--- سكر) فيؤدي الي رفع الضغط الاسموزى للخلايا الحارسة و بالتالي تمتص الماء من الخلايا المجاورة فتنفتح الخلايا الحارسة و ينفتح الثغر.

التغذية المعدنية

لقد ادرك المزارعون الاوائل ان النباتات النامية فى الوحل (الماء المختلط بالطين water Muddy) أفضل من النباتات النامية على ماء المطر الرائق . وبفضل العالم de sausure سنة ١٩٠٤ عرف العالم حاجة النبات للعناصر الغذائية الموجودة فى التربة . وبأستخدام المزارع المائية (محاليل مائية تنمو فيها النباتات لتتغذى على ما فيها من عناصر) تم التعرف على اهمية العناصر الغذائية للنبات .قسمت العناصر الغذائية الى مجاميع على اساس تأثير العنصر على نمو النبات وتركيبها ودوره فى تكوين المحصول النهائى الى :

عناصر ضرورية : وهى التى توجد فى النبات بكمية كبيرة وكمية وجودها فى التربة كافية لسد حاجة النبات منها وفى حالة عدم كفايتها لابد من اضافتها للتربة (التسميد) لتعويض النقص وحتى لا تعانى النباتات من الحرمان عند عدم اخذ كفايتها منها ، ولو اخذ النبات منها كمية اكبر من حاجتها اليها فأنها تسبب لها التسمم .وقد قسمت العناصر الضرورية الى مجموعتين هما :

العناصر الكبرى : وهى عشرة عناصر هى النيتروجين N, الفسفورP, البوتاسيوم K , الكالسيوم , Caالماغنسيوم Mg , الكبريتS , الحديد Fe بالاضافة الى الكربون C و الاوكسجين O2 والهيدروجين H الذى يحصل عليهم النبات من امتصاص غاز ثانى اكسيد الكربون CO2اثناء عملية التمثيل الضوئى والماء المستخدم فى نفس العملية .

العناصر الصغرى :وهى عناصر ضرورية ولكن لا يحتاجها النبات بكميات كبيرة وهى جميعها تعمل كعناصر منظمة للنمو حيث انها تعمل كمساعدات انزيمية Cofactor ولا تدخل فى تركيب المركبات الاساسية للنبات (كربوهيدرات ، بروتينات , دهون) كما فى حالة سابقتها اى العناصر الكبرى ، والعناصر الصغرى خمس عناصر هى المنجنيز، البورون ، الزنك ، النحاس ، الموليبدنيوم . ويعتبر البعض أن الحديد عنصرا من العناصر الكبرى والبعض الأخر لا يعتقد هذا ويبدو ان الامر يتعلق بالنبات ففى حالة احتياج النبات لهذا العنصر بكميات كبيرة يعتبر عنصرا من العناصر الكبرى , وفى حالة احتياجها بكميات قليلة يعتبر عنصرا من العناصر الصغرى . وهناك معيار اخر يمكن ان يحدد لنا مدى احتياج النبات وكونها من العناصر الكبرى ام الصغرى وهى نفس المعيار التى نحكم بها على كون المحلول المغذى محلول جيد يفى باحتياجات النبات .وهذا المعيار هو نسبة تركيز العنصر فى صورته الايونية والتى تتفاوت مع نسبة الايونات فى المحلول الأرضى للأراضى الخصبة التى تمد النبات بأحتياجاتها فلا يعانى من نقص اى من العناصر الضرورية .

العناصر الغير ضرورية : وهى العناصر التى لا تؤثر فى نمو النبات ولا تدخل فى تركيبه ولا تؤثر فى المحصول النبات النهائى ولكنها ضرورية للانسان ويظل لها دور فى النبات وهو حفظ التوازن الأيونى داخل النبات، والعناصر الغير ضرورية هى الكلورين , الصوديوم ، اليود ، السيلكون ، الالومونيوم.

التعرف على الأحتياجات الغذائية للنبات(طرق التعرف على العناصر الغذائية الضرورية)

اولا : تحليل الرماد :

يمكن التعرف على احتياج النبات من العناصر الغذائية بالكشف على ما يحتويه النبات النامى فى ظروف ملائمة وفى تربة جيدة للوقوف على كمية العناصر فى ذلك النبات .

ويوضع النبات المراد معرفة العناصر المعدنيه المكونة له تحت ظروف من درجات الحرارة العالية (حوالى 600 م) فيتحول بذلك الى رماد.

وتجرى التحاليل على الرماد المتبقى من النبات لكن تلك الطريقة غير مجدية حيث لا يوجد فى الرماد سوى العناصر المعدنية لخروج بعضها فى صورة غازية مثل الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين حيث تتطاير على هيئة ثانى أكسيد الكربون Co2 وبخار ماء H2O و أكسجين O2 وأمونياNH3 . كما ان الحرارة العالية قد تسبب تسامى او تبخر لبعض العناصر وتبقى العناصر المعدنية فى صورة مؤكسدة وليست صورة نقية .لذلك فبيانات تلك الطريقة غير موثوق بها بالأضافة لأخطاء التحليل الكمى الآ انها تمدنا بنسب العناصر بعضها الى بعض.

ثانيا : المزارع المائية

استخدمت تلك المزارع فى الدراسات الجادة لمعرفة مدى احتياج النبات الى العناصر الغذائية الكبرى والصغرى لانه وجد من الصعب دراستها بالتربة لصعوبة التحكم فى المغذيات لذلك أستخدم الماء كوسط للزراعة وباستخدام أوعية زجاجية من نوع البوروسليكات او البولى اثيلين المتعادل ثم أستخدمت المحاليل الغذائية لتنمية الجذور فيها مع التهوية او اذابة الأوكسيجين فيما يعرف Hydroponics Culture وبالرغم من انها بدأت للدراسة فقط الا انها تطورت لتصبح وسيلة من وسائل الزراعة الغير تقليدية خاصة لانتاج النباتات البستانية مثل الخضروات ونباتات الزينة وبعض نباتات الفاكهة وذلك داخل الصوب الزراعة فى المناطق القاحلة او فى الحدائق المنزلية او فوق اسطح المنازل.

وتأتى الخطوة التالية وهى تحضير المحاليل المغذية التى تحتوى على العناصر الغذائية الضرورية بكميات كافية تلائم النبات النامى وبنسب معلومة وفى حالة اتزان (تساوى عدد الكاتيونات مع عدد

الانيونات) وبالطبع لا يوجد محلول مغذى يصلح لجميع النباتات لاختلاف الاحتياجات الغذائية من نبات الى آخر ولاختلاف حاجة النبات من مرحلة الى آخرى ولكون النبات النامى كائن حى فأن له اختيارية فى الامتصاص وهو ما يجعل بعض النباتات تلائمها بيئة دون غيرها.

يجب تغيير المحلول الغذائى من آن الى آخر للاسباب التالية:

- بقاء المجموع الجذرى في المحلول الغذائى لفترة طويلة يغير من تركيز العناصر به ويخل توازنها
- امتصاص الماء منها يزيد الضغط الاسموزى للمحلول المتبقى
- تغير pH المحلول نتيجة تنفس الجذور وخروج ثانى اكسيد الكربون الذى يتحول الى حمض الكربونيك والذى يعمل على تعديل الرقم الهيدروجينى وهو ما يدعونا الى تغيير المحلول من آن الى آخر
- غسيل احواض الزراعة حتى لا تنمو فيها الفطريات

عيوب استخدام المزارع المائية:

- الحاجة الى وجود دعامات
- ضرورة التهوية
- يجب حجب المزرعة عن الضوء لتلافى نمو الطحالب والتى تنافس النبات على امتصاص العناصر الغذائية.

ثالثا المزارع الرملية:

استخدم العلماء بيئة صلبة من الرمل او الكوارتزالمجروش النقى ومغسول جيدا او المواد المصنعة الخاملة كوسط صلب لجذور النباتات مثل الفيرمكيولايت . ويضاف اليه المحلول المغذى على فترات. وهذه البيئة تمثل وسط طبيعى لنمو الجذور ولا تحتاج الى دعامات .

عيوب استخدام المزارع الرملية:

لا تصلح المزارع الرملية لدراسة بعض العناصر المغذية للنبات خاصة العناصر الصغرى. حيث ان الرمل او المواد المصنعة ليست نقية تماما.

وجود واتاحية العناصر المختلفة

1-الفسفور

يوجد الفسفور فى التربة فى صورتين هما:

أ-الصورة العضوية والصورة الغير عضوية

لا يستطيع النبات امتصاص الفسفور فى الصورة العضوية لانه يكون مع العديد من العناصر مواد معقدة وغير ذائبة ولكن قد تتحلل هذه المركبات بفعل الكائنات الحية ويتحرر منها الفسفور بشكله الغير عضوى والذى يمكن للنبات امتصاصه.

غالبية الفوسفور الموجود فى التربة يكون موجود فى الصورة الغير عضوية ويكون موجود على شكل ايونات الفوسفات الاحادية ($H_2PO_4^-$) والثنائية (HPO_4^{2-}) والثلاثية (PO_4^{3-}) وتعتمد كمية هذه الايونات على تركيز الاس الهيدروجينى للتربة pH حيث ان:

اذا كان الاس الهيدروجينى للتربة منخفضة (تربة حمضية) يؤدى الى زيادة وجود ايونات الفوسفات الاحادية ($H_2PO_4^-$)

اذا كان الاس الهيدروجينى للتربة متعادلة يؤدى الى زيادة وجود ايونات الفوسفات الثنائية (HPO_4^{2-})

اذا كان الاس الهيدروجينى للتربة مرتفعة (تربة قلوية) يؤدى الى زيادة وجود ايونات الفوسفات الثلاثية (PO_4^{3-}) .

وبالتالى يكثر فى التربة الشكلين الاحادى والثنائى التكافؤ لايونات الفوسفات موجودة فى محلول التربة.

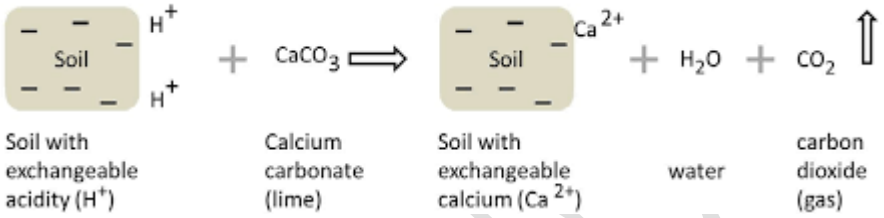
2- الكالسيوم

يوجد الكالسيوم فى التربة فى تكوينات مع عناصر اخرى. ويعتبر الكالسيوم هو الايون الموجب القابل للتبال فى التربة الخصبة ومع ذلك فان الجزء الاكبر من الكالسيوم فى التربة يوجد بصورة غير قابلة للتبادل حيث يكون مرتبط كيميائيا بالاملاح المعدنية الاولية مثل خام سليكات الالومنيوم والكالسيوم ولكن يصبح متاحا من خلال عوامل التعرية.

كما ان هناك بعض املاح الكالسيوم غير قابلة للذوبان مثل كربونات الكالسيوم (الكالسيت) وكربونات الكالسيوم وتلك الاملاح متاحة للنبات وذلك بالاعتماد على قابليتها للذوبان ودرجة قلوية التربة.

التجيير

هى اضاف الجير (كربونات الكالسيوم او اكسيد الكالسيوم) الى التربة الحمضية حيث تحل ايونات الكالسيوم محل ايونات الهيدروجين وفى نفس الوقت ترتبط ايونات الهيدروجين المتحررة لتكون الماء. وبالرغم من الاثار النافعة لعملي التجيير الا ان المبالغة فى تجيير التربة ربما تؤدى الى ارتفاع فى مقدار الرقم الهيدروجينى للتربة مما يقلل من اتاحية بع العناصر الاخرى.



3- البوتاسيوم

يوجد البوتاسيوم فى ثلاث اشكال هى :

- الشكل الغير قابل للتبادل او المثبت
- الشكل القابل للتبادل
- الشكل القابل للذوبان

ويوجد توازن بين الاشكال الثلاثة المذكورة وعمليات الاتزان هذه تؤدى الى تغيير نسبة تركيز اى من هذه العناصر المكونة للاتزان الى تغير نحو الاستقرار.

4-الماغنيسيوم

يوجد الماغنيسيوم فى الصور الثلاث فى التربة (المثبتة-القابلة للتبادل والقابلة للذوبان) وكما هو الحال بالنسبة للكالسيوم فالماغنيسيوم ايون موجب قابل للتبادل الا انه يوجد بكمية اقل بكثير من الكالسيوم.

والماغنيسيوم المثبت فى الاملاح المعدنية مثل الماجنيسايت (كربونات الماغنيسيوم MgCO3) والدولوميت (كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم MgCO3,CaCO3) وجميعها متاحة للنبات.

5-الكبريت

يوجد الكبريت فى التربة فى جزئها العضوى كما يوجد ايضا فى الجزء المعدنى من التربة . وياخذ النبات ما يحتاجه من الكبريت فى صورة كبريتات ويزداد ادمصاصها فى التربة الحمضية ويحل ايون الكبريت محل ايونات الهيدروكسيل فى التربة وبالتالى يكون الكبريت متاح للنبات فى الصورة القابلة للتبادل . كما ان الكبريت العضوى يمكن ان يصبح متاحا للنبات من خلال نشاطات بعض الاحياء الدقيقة .

6-الحديد

يتحكم الرقم الهيدروجينى فى مدى اتاحة الحديد للنبات ففى التربة الحمية تتوفر كميات معقولة من الحديد القابل للذوبان فى محلول التربة والمتاحة للنبات. اما فى التربة المتعادله او القلوية فان الحديد يكون غير قابل للذوبان بشكل كبير.

7-المنجنيز

يوجد المنجنيز فى التربة على هيئة ثلاث صور هى : الصورة ثنائي التكافؤ –الصورة ثلاثية التكافؤ – الصورة رباعية التكافؤ

والايونات ثنائية التكافؤ والقابلة للتبادل تكون متاحة للنبات .

اما الايونات ثلاثية التكافؤ و رباعية التكافؤ تكون اكاسيد غير قابلة للذوبان وبالتالى التربة الحمضية ضعيفة التهوية هى المفضلة بالنسبة لاتاحة المنجنيز للنبات.

8-**النحاس**

يوجد النحاس بكميات قليلة خاصة فى الصخور الابتدائية للتربة . ويمكن لايون النحاس ثنائى التكافؤ ان يمتز على سطح حبيبات التربة وبالتالى يكون قابل للتبادل.

9- الزنك

يوجد الزنك فى بعض خامات سليكات الكالسيوم والماغنيسيوم والحديد وعوامل التعرية تطلق الزنك من هذه الخامات فى صورة ايونات ثنائية التكافؤ ويمكن ان تمتز على اسطح التربة بشكل قابل للتبادل. ويتحكم الرقم الهيدروجينى فى اتاحة الزنك للنبات فيكثر الزنك فى التربة الحمضية وبالتالى زيادة الاستفاد منه.

10-البورون

يوجد البورون فى صورة قابلة للتبادل (حمض البوريك) او قى صورة قابلة للذوبان (بورات كالسيوم) واحيانا فى صورة غير قابلة للتبادل (بورات المنجنيز) فى التربة.

ويتحكم ايضا الرقم الهيدروجينى فى اتاحة البورون للنبات والاستفادة منه فيكثر البورون فى التربة الحمضية وبالتالى زيادة الاستفاد منه كما هو الحال بالنسبة للزنك.

11-المولبيدنيوم

يوجد المولبيدنيوم فى التربة فى ثلاث صور:

- ايونات المولبيبدات الذائبة فى محلول التربة
- قابل للتبادل على اسطح دقائق التربة
- أحد مكونات خامات التربة (مثبتة)

و المولبيدنيوم بعكس بعض العناصر الاخرى حيث يصبح اكثر اتاحة للنبات عند زيادة الاس الهيدروجينى للتربة.

ويوجد ثلاث اكاسيد للمولبيبدنيوم فى التربة وهى : ثانى اكسيد المولبيدنيوم (MoO_2)- ثالث اكسيد المولبيدنيوم (MoO_3)- خامس اكسيد المولبيدنيوم(Mo_2O_5)

ولا تعتبر تلك الاشكال متاحة للنبات الا ان ثالث اكسيد المولبيدنيوم يمكن اتاحته للنبات عبر تفاعله مع ايونات التربة الموجبة.

وظائف العناصر المعدنية واعراض نقصها

النيتروجين

- يدخل النيتروجين فى تركيب جزئى البروتين حيث يدخل اولا فى صورة مجموعة امين بتركيب الحمض الامينى وعلية فهو يدخل فى تركيب كل المركبات التى تتكون منها الاحماض الامينية مثل الانزيمات الذى يشكل البروتين الجزء الاساسى فى بنائها

- يدخل النيتروجين فى بناء الاغشية الخلوية حيث تحتوى على جزء بروتينى
- يدخل فى بناء الاحماض النووية لوجود القواعد النيتروجينية فى تركيبها مثل قواعد البريميدين والبيورين
- يدخل فى بناء المرافقات الانزيمية لانة يدخل فى بناء الفيتامينات وهى الشق النشط فى المرافق الانزيمى
- كما يدخل النيتروجين فى البورفيرينات والتى تكون مركبان غاية فى الأهمية للنبات الأول هو جزئى الكلوروفيل الهام لعملية التمثيل الضوئى والثانى فى تكوين السيتوكرومات اللازمة لأتمام عمليات التأكسد الطرفى فى التنفس والتى تقوم بدور مضخة لامتصاص للانيونات من التربة اثناء الامتصاص النشط للاملاح .
- يدخل النيتروجين فى بناء المركبات الحاملة للطاقة والمانحة لها مثلATP

اعراض نقص النيتروجين

- اصفرار الاوراق الاكبر سنا
- تساقط الاوراق
- صغر حجم الخلايا ونقص عددها
- تكون صبغات اخرى خلاف الكلوروفيل

الفسفور

- يوجد كمكون أساسى للأحماض النووية والتى تحتوى على شق قاعدى هو القواعد النيتروجينية وسكر خماسى وحمض الفوسفوريك
- يدخل الفوسفور فى تكوين الفوسفوليبيدات والمرافقات الأنزيمية مثل NAD NADP,
- يدخل فى بناء المركبات الغنية بالطاقة مثلATP

اعراض نقص الفسفور

- تساقط الاوراق الغير ناضجة
- تكون صبغة الانثوسيانين الارجوانية الحمراء
- تكون مساحات نخرية ميتة على الاوراق والاعناق او الثمار
- تقزم النباتات
- تحول الاوراق الى اللون الاخضر المزرق

البوتاسيوم

لا يدخل البوتاسيوم فى تركيب اى مركب من مركبات الخلية النباتية او من المركبات العضوية بالنبات الا انه له دور هام جدا فى فسيولوجية النبات منها :

- للبوتاسيوم دور فى فتح وغلق الثغور وبالتالى فهو المتحكم فى التوازن المائى داخل النبات.
- منشط اساسى للأنزيمات المصاحبة لتمثيل الروابط الببتيدية فعند نقصة يضعف تكوين البروتين مما يؤدى الى تتراكم الكربوهيدرات والذى كان يجب ان يستهلك فى بناء البروتين " حيث ان البروتين يتكون من هيكل كربونى اتى من الكربوهيدرات فى صورة الأحماض الكيتونية التى يتم تركيب مجموعات الأمين عليها "
- يعمل كمنشط لعديد من الأنزيمات التى تصاحب تمثيل الكربوهيدرات ونجد ان السيادة القمية تختفى عند نقص البوتاسيوم
- يعتبر البوتاسيوم وزير المواصلات داخل النبات فهو المنظم لحركة الذائبات بدأ بالماء الحر الى الكربوهيدرات من الأوراق والى الثمار والأزهار والدرنات لذلك نقصة يؤدى حتما الى نقص المحصول وتساقط الأزهار والثمار لنقص المدد الكربوهيدراتى والهرمونى الذى يساعد البوتاسيوم على نقلها.

اعراض نقص البوتاسيوم

- تلون الاوراق باللون الاصفر المبرقش يعقبه تكون مساحات نخرية على قمة وحافة الورقة.
- تكون نباتات قزمية ذات سلاميات قصيرة
- تحلل خلايا النخاع وتكشف الخلايا البارنشيمية فى الطماطم.

الكالسيوم

- يدخل فى تركيب الصفيحة الوسطية والتى تتركب كيميائيا من بكتات الكالسيوم وهو هام لتكوين الاغشية الخلوية
- الكالسيوم يشترك فى تنظيم الكروماتين على المغزل أثناء الأنقسام الميتوزى وينشا الأنقسام الشاذ نتيجة نقص الكالسيوم
- كما وجد أن له دورا فى تنشيط لبعض الانزيمات مثل Ariginen kinase , Adenozine triphosphatase

اعراض نقص الكالسيوم

- موت المناطق المرستيمية فى الساق وقمة الجذر.
- يصبح الجذر قصير وغليظ.
- اصفرار حواف الاوراق الاحدث عمرا
- تشوه الاوراق الاحدث عمرا مع وجود قمة خطافية
- تصلب الجدر الخلوية وتقصف النبات.

الكبريت

- يدخل فى تركيب البروتين فى صورة الأحماض الأمينية الحاملة للكبريت مثل السستئين و السستين والمثيونين
- كما يقوم الكبريت بالربط بين البروتينات عن طريق رابطة ثنائية الكبرتيد ، كما يدخل الكبريت فى بعض الفيتامينات مثل البيوتين والثيامين والمرافق الانزيمى أ
- كما أن الكبريت يمثل المركز النشط لكثير من الأنزيمات .
- وله دور فى التمثيل الضوئى وأيض النيتروجين

اعراض نقص الكبريت

- اصفرار الاوراق يعقبه تكون صبغة الانثوسيانين فى بعض الانواع
- نقص ملحوظ فى صفائح الستروما وتكدس الجرانا
- تراكم النشا والسكروز والنيتروجين الذائب.

الماغنسيوم

- احد اهم مكونات جزئ الكلوروفيل
- يدخل فى تنشيط العديد من الأنزيمات أثناء الأيض الكربوهيدراتى وهو منشط للأنزيمات التى تصاحب تمثيل الأحماض النووية ويعتقد ان دورة التنظيمى يكون من خلال ارتباطه بكل من ATPوالأنزيم ليكون معقد مخلبى (الأنزيم ، المغنسيوم ، البيروفوسفات)
- كما يقوم بدور العامل المساعد فى تفاعلات تثبيت ثانى أكسيد الكربون
- قد يكون هو عامل الربط لدقائق الريبوزومات عند تكوينها للبروتينات أثناء عملية الترجمة.

اعراض نقص الماغنيسيوم

- انتشار الشحوب البين تعريقى للاوراق ويظهر الاصفرار على الاوراق السفلى
- عند النقص الشديد يظهر مساحات نخرية
- صغر الخلايا وزيادة عددها

الحديد

- يدخل الحديد فى تركيب السيتوكرومات . تلك المركبات التى تساهم فى انسياب الالكترونات فى الميتوكوندريا أثناء التنفس الطرفى أو أثناء انتقال الألكترون من النظام الصبغى الأول وهى يرجع الألكترون مرة أخرى خلال الأكسدة الضوئية الدائرية cyclic photophosphorylation
- ويصاحب الحديد انزيمات تمثيل الكلوروفيل الذى يعتمد فتمثيلة على المغنسيوم او الحديد
- يوجد الحديد فى كل مكونات الفلافوبروتين

اعراض نقص الحديد

- شحوب الاوراق الاحدث عمرا
- ظهور اصفرار بين التعريقات فى الاوراق
- تثبيط تكون البلاستيدات الخضراء

المنجنيز

- هو عنصر من العناصر الصغرى يقوم بدور العامل المساعد للأنزيمات فى عمليات التنفس وأيض النيتروجين فهو على سبيل المساعد co factor-لأنزيم dehydrogenase malic بدورة كربس ، وكذلك oxalasuccinc decarboxylase
- يلعب دورا فى اختزال النترات حيث يعمل كمعادن أنزيمى لأنزيم reductase nitriteوأنزيم reductase hydroxylamine
- له دور فى هدم اوأكسدة الأوكسين الطبيعى حيث يعمل كمعاون انزيمى لأنزيم oxidase acid acetic- 3-indale
- يدخل فى أنتقال الألكترون من الماء الى الكلوروفيل فى تفاعلات الضوء للتمثيل الضوئى

اعراض نقص المنجنيز

- ظهور بقع مصفرة وتكون مساحات نخرية بين العروق
- تتأثر البلاستيدات الخضراء بهذا النقص

الزنك

- يلعب الزنك دورا أساسيا فى تمثيل التربتوفان وهو منشأ الاوكسين وبالتالى فى تمثيل الأوكسين الطبيعى فى النبات
- كما يساعدعلى تفاعل السيرين مع الاندول لتكوين التربتوفان

- له دور كمنشط للعديد من الأنزيمات مثل anhydrase carbonic الذى يحلل حمض الكربونيك الى ثانى أكسيد الكربون والماء
- له دور مع أنزيمات الأكسدة والأختزال . وفى الأنزيمات الناقلة الفوسفات مثل kinase hexose

اعراض نقص الزنك

- شحوب الاوراق الاكبر عمرا يعقبه ظهور بقع نخرية بيضاء كما فى نبات القطن
- قصر وتقزم النبات
- قلة انتاج البذور ونمو الثمار.

البورون

- يلعب دور فى أنتقال الكربوهيدرات داخل النبات .
- يلعب دورا فى تمثيل DNA
- له دور فى تكشف وانماء الخلايا والايض النيتروجينى والاخصاب

اعراض نقص البورون

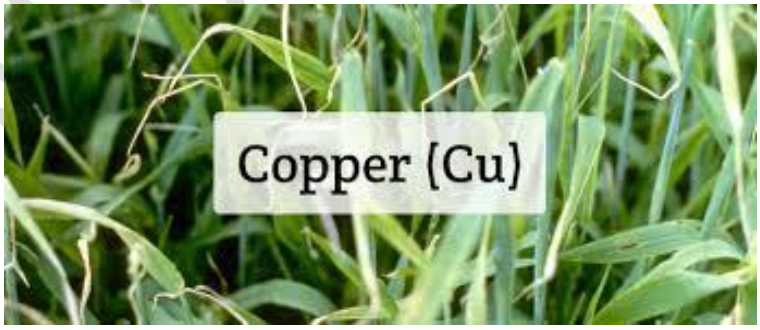
- موت القمم النامية والجذور وتساقط الأزهار
- تظهر الاوراق بملمس سميك نحاسى
- التواء وتقصف الاوراق

النحاس

- يعمل النحاس كمكون لأنزيماتoxidase acid ascorbic, phenolases
- كما انه يعمل كحامل للاكترون فى عمليات التمثيل الضوئى
- كما تحتوى البلاستيدات الخضراء على بروتينات بها نحاس تسمى plastocyanin
- اما الدور الأساسى فهو عمليات الأكسدة والأختزال التى تقوم بها مجموعة انزيمات phenolases والتى تحرر الفينولات كمادة مقاومة ومهاجمة للكائنات الممرضة وعند الأصابة الحشرية فهى بمثابة الجهاز المناعى لحماية النبات

اعراض نقص النحاس

- ظهور مساحات ميتة او نخرية فى قمم الاوراق الحديثة والذى يمتد الى حواف الاوراق ويعطيها مظهر الذبول.
- ظهور الطفح الجلدى ومرض الاصلاح
- ويتميز الطفح الجلدى بالتصمغ ويكون مصحوبا بظهور بقع بنية اللون على الاوراق والثمار ثم موت هذه الاوراق
- مرض الاصلاح يحدث فى النجيليات ويظهر على النباتات المنزرعة فى الاراضى المستصلحة ويتميز هذا المرض باصفرار قمم الاوراق وعجز النباتات عن انتاج البذور



المولبيدنيوم

- يلعب دورا هاما فى تثبيت غاز النيتروجين
- كما يلعب دورا هاما فى أختزال النترات لتكوين الامونيا واللازم لتكوين الأحماض الأمينية أثناء تمثيل البروتين.

اعراض نقص المولبيدنيوم

- اصفرار بين تعريقى مبرقش للاوراق السفلى يعقبه مساحات نخرية على حواف الاوراق والتفاف الاوراق.
- عند النقص الشديد تتحول المساحات المبرقشة الى مساحات ميتة وتسبب ذبول الاوراق و لا تتكون ازهار وقد تسقط قبل ان تتحول الى ثمار.
- ظهور مرض طرف السوط Whibtail فى القرنبيط ويتميز بظهور بقع مصفرة غير منتظمة الشكل والتوزيع وتشوه الأوراق الحديثة ، وموت البرعم الطرفي ، ولا ينمو نصل الورقة بمعدله الطبيعي ، وقد لا ينمو كلية ، ويبقى العرق الوسطى فقط والذى يعطى مظهر الذيل او السوط.

امتصاص وانتقال الاملاح المعدنية

كما سبق الاشارة اليها توجد العناصر الغذائية فى التربة اما فى صورة مركبات معدنية او عضوية ذائبة فى محلول التربة على صورة ايونات موجبة الشحنة الكهربائية تعرف بالكاتيونات او فى صورة ايونات سالبة تعرف بالانيونات.

يتم امتصاص العناصر المعدنية بطريقتين هما:

1. **الامتصاص الغير نشط (السلبى) للاملاح المعدنية (لا يعتمد على الطاقة الايضية)**
2. **الامتصاص النشط للاملاح المعدنية (يعتمد على الطاقة الايضية)**

الامتصاص الغير نشط (السلبى) للاملاح المعدنية

وفيه يحدث انتقال الايونات خلال الغشاء البلازمى نتيجة لفرق فى تركيز الايونات خارج وداخل الخليه النباتية وبدون بذل طاقة. وهناك عدة طرق لهذا النوع من الامتصاص منها:

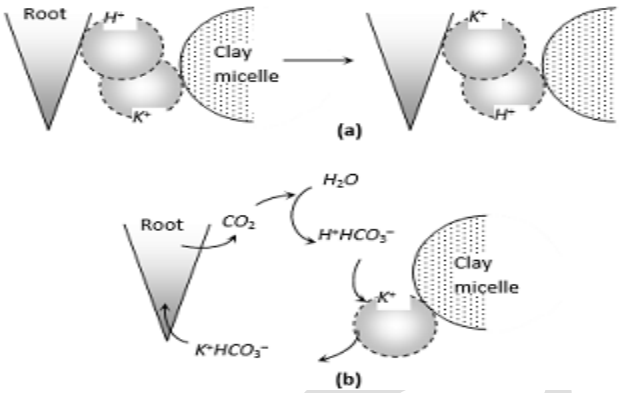
- **الفراغ او الحيز الخارجى الحر**

يحدث الامتصاص عن طريق الاتصال المباشر بين حبيبات التربة او محلولها والمجموع الجذري وكثيراً ما لوحظ أنه عن نقل أنسجة النبات من وسط يحتوي على تركيز منخفض من الأملاح إلى وسط يحتوي على تركيز ملحي مرتفع فإنه يحدث الامتصاص uptake سريع للأيونات اى تنتقل الايونات من الوسط الاكثر تركيزا الى الوسط الاقل تركيزا داخل النبات ويسمى هذا الجزء الذى يسمح بالانتشارالحر بالحيز او الفراغ الخارجى . وهذا يعنى ان الايونات لها حرية الانتشارمن والى النسيج. والامتصاص الأول السريع لا يتأثر بدرجة الحرارة ولا بمثبطات التمثيل الغذائي أي أن الطاقة الأيضية لا تتدخل في هذه الخطوة ولو أعيد النسيج بعد ذلك إلى وسط ذو تركيز منخفض من الأملاح فإن بعض الأيونات الممتصة سوف تخرج إلى الوسط الخارجي وبعبارة أخرى فإن جزء من الخلية أو النسيج المغمور في المحلول الملحي سوف يكون معرضاً لخروج الأيونات منها بطريقة حرة حتى يتم حدوث توازن بين الأيونات بصورة ما داخل وخارج الخلية أو النسيج والمحلول الخارجي وهذا الجزء من النسيج المسموح له بالخروج الحر للأيونات يرمز له باصطلاح الحيز الخارجي.

التبادل الايونى

الايونات المدمصة على سطح الجذور او الاغشية البلازمية للجذر ربما تتبادل مع الايونات التى لها نفس التكافؤ فى محاليل التربة.

وعلى سبيل المثال يمكن لكاتيون البوتاسيوم الموجب +K فى مجلول التربة ان يتبادل مع ايون الهيدروجين الموجب +H.المدمص على سطح غشاء الخلية. وبالمثل يمكن للانيونات السالبة ان تتبادل مع ايون الهيدوكسيل السالب -OH



اتزان دونان

هذه النظرية توضح تراكم الايونات داخل الخلايا بدون بذل طاقة وذلك نتيجة لوجود الايونات المثبتة او الغير منتشرة فى الخلية.

فمثلا نفترض أن الأيونات السالبة قد تثبتت في الخلية فى حين ان الغشاء منفذ للانيونات والكاتيونات الموجودة خارج الخلية ولذلك فقد يكون توزيع الأيونات على جانبي الغشاء غير متساوي ونتيجة لذلك يكون تركيز الأيونات السالبة داخل الخلية أكثر من تركيزها خارجها ، ولأجل أن يتم التوازن الكهربائي يجب أن تمر أيونات موجبة إضافية عبر الغشاء الخلوي لمعادلة الأيونات السالبة المثبتة داخل الخلية ، وبذلك تتجمع الأيونات الموجبة داخل الخلية أكثر من خارجها.

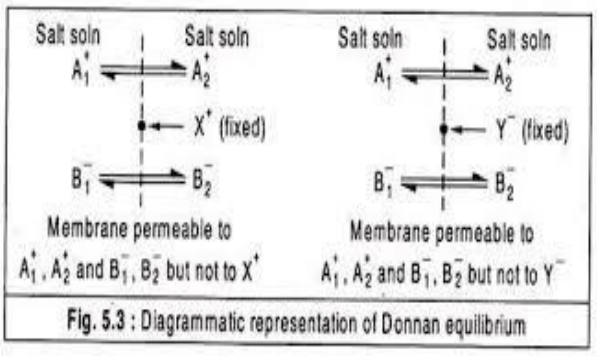
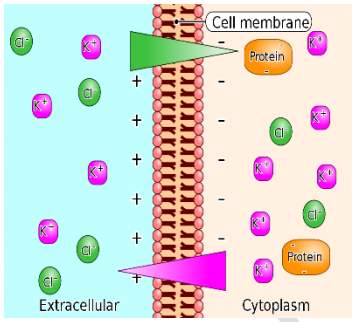


Fig. 5.3 : Diagrammatic representation of Donnan equilibrium



التدفق الكتلًى

يتسبب الماء الخارج من الثغور في سحب تيار من الماء يبدأ من الثغر وينتهي إلى الجذر ثم محلول التربة وهذا التيار يتسبب في زيادة امتصاص الأيونات إما بصوره غير مباشرة عن طريق تحريك الأيونات بعد خروجها من أوعية الخشب مما يتسبب في زيادة نشاط الامتصاص الأيوني أو بصوره مباشرة بانسياب تيار الماء حاملا الأيونات من المحلول الأرضي خلال الجذور إلى الأفرع ولذلك فان التدفق الكتلًى للايونات خلال نسيج الجذور يكون بفعل السحب النتحىً.

ثانيا:الامتصاص النشط للاملاح المعدنية

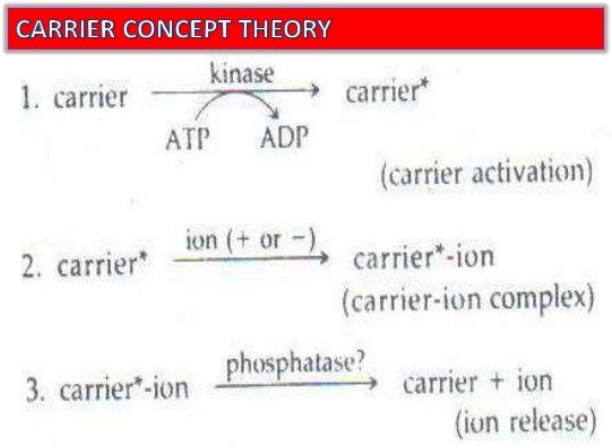
لوحظ أن امتصاص الأيونات يحدث بدون تدخل الطاقة إلى حد معين ثم يستمر بعد ذلك بصوره لا يمكن لنظريات الامتصاص السلبي تفسيرها وهذا الامتصاص التالي يحدث فيه تراكم للأيونات ضد تدرج التركيز ويتم تثبيطه عندما يكون النشاط الأيضي للنبات مثبطا بالحرارة المنخفضة أو تركيز الأكسجين المنخفض أو المثبطات الأيضية ....إلخ . وهنا يمكن افتراض أن التراكم الأيوني في النبات يحتاج إلى طاقة أيضية وانتقال الأيونات بالأستعانة بالطاقة التمثيلية ويرمز لها باصطلاح الامتصاص النشط Active absorption

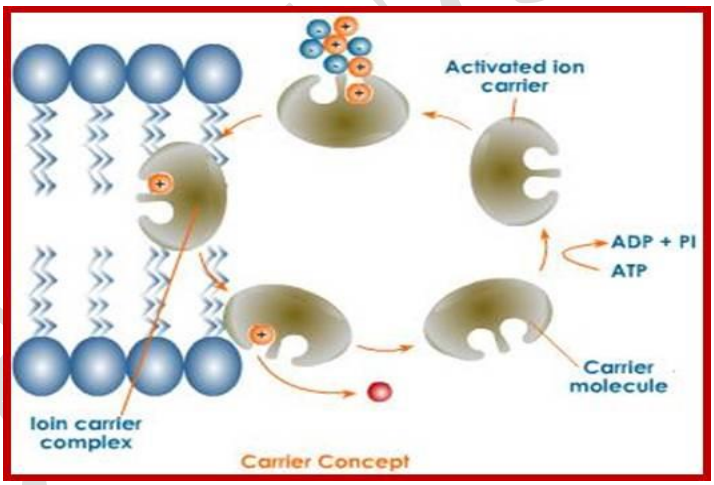
وهناك نظريات تفسر الية امتصاص وانتقال الايونات ومنها:

1- فكرة الحامل او الناقل

اعتقد البعض أن هناك ممرات خلال المنطقة بين الحيز الخارجي والداخلي للخلية لا تكون منفذه للأيونات الحرة تحتوي على حوامل هذه الحوامل لها قابلية الارتباط بأيونات معينة في الحيز الخارجي ثم تتخلص منها في الحيز الداخلي وأكثر ملامح نظرية الحوامل أهمية هو افتراض وجود

معقد الحامل والأيون وهو مركب يمكنه التحرك خلال الغشاء الغير منفذ السابق ذكره ويتحرك هذا المعقد من الخارج الى الداخل ليحررالأيون داخل الفجوة العصارية ولا تستطيع الايونات الحركة مره أخرى للخارج وعلى ذلك يحدث تراكما للايونات بالداخل بينما يعود الحامل فارغا .





وهناك ثلاث خصائص تؤيد بشده صدق مفهوم الحوامل.

- **تبادل النظير**

وجد أن الأيونات الممتصة امتصاصا نشيطا تكون غير قابلة للتبادل مع الأيونات من نفس النوع في الحيز الخارجي أو الوسط الخارجي وقد لوحظ ذلك بأستخدام النظائر المشعة مما يدل على أن الغشاء ذو مناعة مرتفعة للأتنشار الحر للأيونات وحيث أن الأيونات تمتص فإن حركتها خلال الغشاء يجب أن تمر بواسطة وسيط هو الحوامل.

- **تأثير التشبع**

لوحظ انه عند زيادة تركيز الاملاح فى المحلول الخارجى لا تزيد من معدل امتصاص العناصر المعدنية لان المواقع النشطة على الحامل اصبحت متشبعة بالايونات كما فى التفاعلات الانزيمية.

- **التـخصص**

تمتص الجذور الأيونات اختياريا بمعنى أن معدل امتصاص الأيونات يختلف كما يختلف معدل تراكمها في أنسجة الجذور مما يؤيد وجود الحوامل المتخصصة Carriers Specificityاى ترتبط بايونات معينة دون غيرها.

2- مضخة السيتوكروم (نظرية لوندجارد)

لاحظ Lundagardh واخرين أن غمر النسيج في محلول ملحي يتسبب في زيادة معدل التنفس وهو ما يسمى بالتنفس الملحي وان امتصاص الاملاح يعتمد على التنفس وهي ما قاد 1950 Lundagardhإلى نظرية تصيغ العلاقة السابقة ومحتواها هو ان الامتصاص يحدث من خلال السيتوكروم اوكسيديز هذا بالاضافة الى ان السيتوكروم قد يكون حاملا للأيونات وقد تأكد من ذلك عندما وجد ان الامتصاص يثبط بتثبيط التنفس بمثبطات السيتوكروم اوكسيديز فالحديد بالسيتوكروم يغير تكافؤه من ثنائى الى ثلاثى والعكس فأذا كان ثلاثى الحديد +++ يأخذ الكترون او انيون سالب ليصبح حديد ++ والعكس وان مصدر الهيدروجين هو الأحماض العضوية الموجودة بجدار الاندوبلاست تحت تأثير أنزيم Dehydrogenase وعلية فان:

1- :امتصاص الأنيونات يعتبر مستقلا عن امتصاص الكاتيونات وكلاهما يحدث عن طريق ميكانيكيات مختلفة

2-يوجد تدرج في تركيز الأكسجين من السطح الخارجي الى السطح الداخلي للغشاء منها عند السطح الداخلـي

3- .الانتقال الفعلي للانيونات يحدث من خلال نظام السيتوكروم .وحيث أن هناك علاقة كمية بين امتصاص الأيونات والتنفس الملحي وهذه العلاقة لا تظهر عند امتصاص الكاتيونات فقد أفترض أن أيونات فقط تنقل انتقالا نشيطا .

وطبقا لنظرية لوند جار يتفاعل أنزيم الديهدروجينيز على السطح الداخلى بإنتاج بروتون H+ والكترون e يتحرك الإلكترون إلى الخارج عن طريق سلسلة السيتوكرومات بينما يتحرك البروتون إلى الداخل . وعلى السطح الخارجي للغشاء يتم أكسدة الحديد الذي كان قد أختزل بالسيتوكروم فيفقد الكترون ويتكون أنيون يتحد الإلكترون المتحرر مع بروتون والأكسجين مكونا جزئ ماء وعلى السطح الداخلي يصبح الحديد المؤكسد بالسيتوكروم مختزلا بإضافة الإلكترون الناتج من تفاعل الديهيدروجينيز ويتحرر البروتون إلى الداخل أثر هذا التفاعل . أما للكاتيونات فإنها تمتص امتصاصا سلبيا لموازنة فرق الجهد الناتج عن تراكم الأنيونات على السطح الداخلي

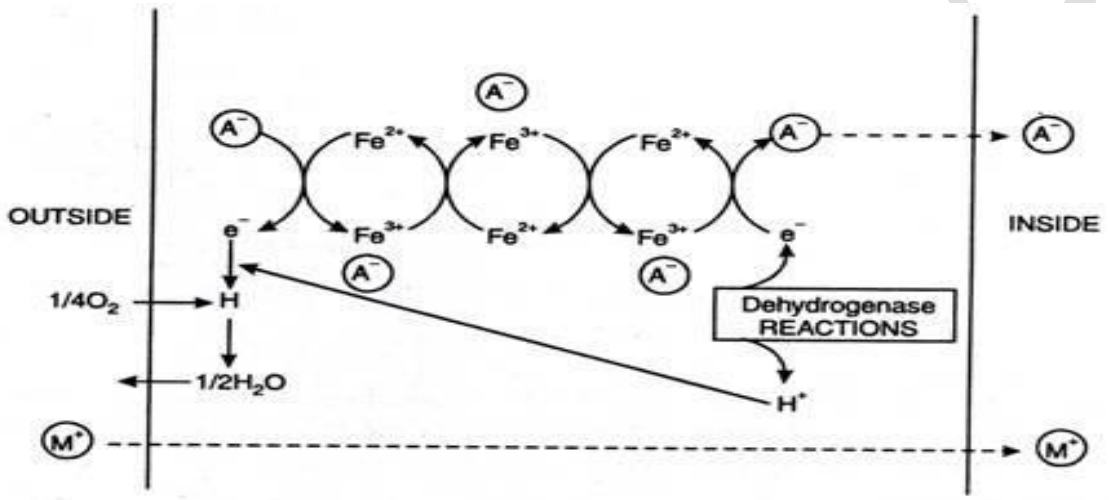


Fig. 7.3 Diagrammatic representation of the Lundegardh's cytochrome pump theory.

3- نظرية Clark – Bennet(اللسيثين Lecithin)

أقترح Clark – Bennet 1956 ميكانيكية للامتصاص النشيط للأملاح يستخدم فيها ATP وفيها اقتراح بأن الفوسفوليبيدات قد تكون هامة لانتقال الأيونات خلال الأغشية التي تعتبر غير منفذه ، وفي هذا الانتقال يتم تخليق فوسفوليبيد وهو اللسيثين Lecithin يتحلل مائيا فيما يشبه الدورة فيلقط الأيونات من السطح الخارجي ثم يدخلها عن طريق التحلل المائى إلى الحيز الداخلي وتخليق أحد مكونات هذه الدورة الفوسفاتيدية cycle Phosphatideعلى الأقل يحتاج إلىATP

حيث : تلتقط الايونات من السطح الخارجى بواسطة اللسيثين ثم يحدث تحلل مائى لليسيثين يعمل على تحرر الايونات الى السطح الداخلى ثم يعاد تخليق اللسيثين مرة اخرى.

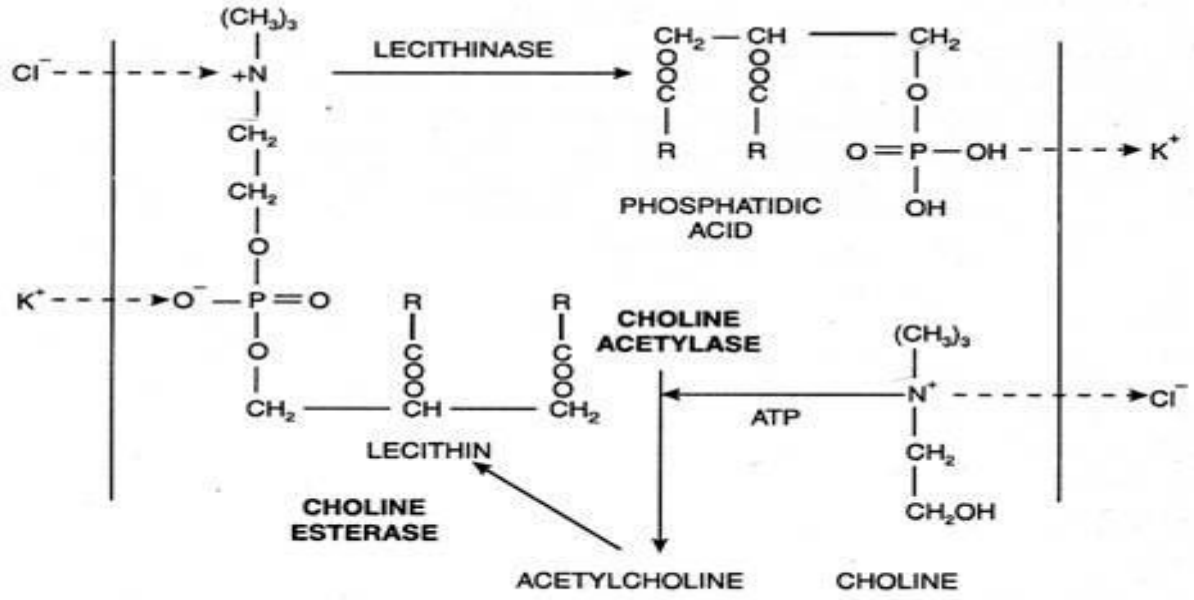


Fig. 7.4. Diagrammatic representation of the Bennet-Clark's Protein-Lecithin theory.

العوامل المؤثرة على امتصاص الأملاح:-

يتم الامتصاص تحت ظروف متوافقة ومناسبة للنشاط الحيوي والتحولات الفيزيائية الحادثة . ولو تغيرت الظروف البيئية فإن الامتصاص يتأثر . وأهم العوامل هي

1- :-**درجة الحرارة:Temperature**

ارتفاع الحرارة بصفة عامة يسرع الامتصاص السلبي بزيادة الطاقة الكامنة للجزئيات وفي الامتصاص النشط يزيد النشاط إلى درجة مثلى ثم يتناقص امتصاص الاملاح أي أن لها درجة صغرى ومثلى وعظمى .

2- تركيز أيون الهيدروجينHydrogen ion Concentration

زيادة أو نقص التركيز الأيدروجين لمحلول التربة عن المدى الفسيولوجي يمر بالنشاط الحيوي العام بما فيها الامتصاص. وفي داخل هذا المدى فإن ارتفاع أو انخفاض رقم PH لا يؤثر إلا في حالة نقص العناصر في التربة بينما يكون تأثيره قليل في وجود وفره منها . وتحت هذه التحفظات فإن الظروف الحامضية تساعد على توفير الفوسفات الأحادي الصالح للامتصاص . كذلك يتحسن اتاحة البورون للامتصاص في الظروف الحامضية . بينما تكون زيادة القلوية مناسبة لامتصاص الكاتيونات.

3-الضوء

يساعد على فتح الثغور وعلى التمثيل الضوئي . الثغور المفتوحة تزيد تدفق الكتلة الماء في تيار النتح فيشجع الامتصاص. والطاقة المستمرة من التمثيل الضوئى تشجع الانتقال النشط للاملاح كما أن الأكسجين الناتج يحسن الظروف المناسبة للامتصاص.

4- تركيز الاكسجينOxygen tension

الانتقال النشط يثبط في غياب الأكسجين وذلك لاعتماد الامتصاص النشط على الطاقة الناتجة من عملية التنفس

5-النمو .Growth

عموماً فإن الأنسجة الحديثة أو المرستيمية يزيد فيها الامتصاص، ويتطور النسيج وتغليظه يقلل الامتصاص والمناطق المسوبرة على الجذور غير صالحة للامتصاص وزيادة النشاط الأيضي يزيد استهلاك العناصر وبالتالي الامتصاص كما أن النمو الخضري المتزايد يكون مصحوبا بزيادة تحركات الماء فيزيد الامتصاص.

منظمات النمو النباتية

لوحظ أن معظم الإستجابات الفسيولوجية فى النباتات ترجع إلى مركبات ذات نشاط أوكسينى ومن هذه الإستجابات: أستطالة خلايا السيقان والأوراق والجذور ، تكشف الخلايا والأعضاء فى تكوين الأزهار ونمو الجنين ، تساقط الأوراق ، الإنتحاءات ، تكوين الثمار اللابذرية ، السيادة القمية . والهرمونات والأوكسينات مواد عضوية كيمائية تتواجد بصورة طبيعية فى الأنسجة النباتية ومنها ما هو منشط ومنها ما هو مثبط. كما أمكن أيضاً أستحداث مركبات كيمائية لها نشاط مشابه للهرمونات الطبيعية. ونظراً لكثرة عدد هذه المواد أمكن وضع بعض التعريفات العلمية والتى تحدد نشاط تلك المواد ومن هذه التعريفات:-

١ - منظمات النبات Plant regulators هى مركبات عضوية غير المغذيات والتى بكميات صغيرة تشجع promote أو تثبيط inhibit أو تعدل modify العلميات الفسيولوجية فى النبات.

٢ - الهرمونات النباتية Phytohormones هى مواد تنتجها النباتات والتى بكميات صغيرة تنظم العمليات الفسيولوجية النباتية وهى تتحرك خلال النبات من أماكن تخليقها إلى أماكن عملها.

الأكسينات Auxins

الأكسينات هى أول نوع من الهرمونات تم إكتشافة. وكلمة أوكسين auxin يونانية معناها ينمو. ثم أطلق هذا اللفظ على هرمون النمو الذى ينتج فى قمة غمد الشوفان. ولقد ثبت أن الأوكسينات توجد فى جميع النباتات الراقية وليس فى بادرات النجيليات فقط.

ومن الثابت حالياً أن الأوكسينات توجد فى جميع النباتات الراقية. ويعتبر الطرف القمى المرستيمى المصدر الرئيسى لإنتاج الأوكسين، كما تعتبر الأجنة نوعاً أخر من المرستيمات التى تنتج كميات كبيرة من الأوكسين ولقد أوضح العالم Nitsch أن الأجنة تعتبر الموقع الرئيسى لإنتاج الأوكسين فى ثمار التفاح. كما أوضح العالم Hemberg أن أجنة البذور تعتبر مصدراً هاماً لإنتاج الهرمونات النباتية.

ويطلق لفظ أوكسين على مجموعة من المركبات تتشابه كثيراً فى تأثيرها الفسيولوجى رغم تباينها فى تركيبها الكيميائى ومن بين هذه المواد الأحماض الأتية ومشتقاتها:

Indole acetic acid , Benzoic acid , Naphtyl acetic acid and phenoxy acetic acid.

ومن التأثيرات الفسيولوجية للاوكسينات :

- الانتحاء الضوئى

- الانتحاء الارضى
- استطالة الخلايا
- التساقط
- تكوين ثمار لا بذرية
- تكوين الكالوس
- السيادة القمية

ومن خصائصها:

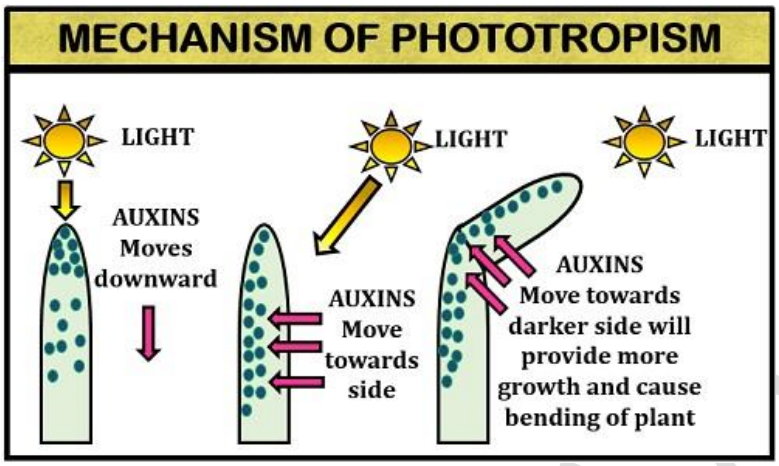
- تتخلق تلك المواد فى القمة النامية
- تتحرك من القمة الى القاعدة (حركة قطبية)
- لها تاثيرات مختلفة على كل من الجذر والساق حيث ان التركيز الذى يعمل على زيادة نمو خلايا الساق يعطى تاثير عكسى على نمو خلايا الجذور حيث ان الجذور اكثر حساسية للاوكسينات عن السيقان.

الانتحاء الضوئي

الانتحاء الضوئي هو استجابة النبات بالنمو في اتجاه الضوء أو بعيدًا عنه. ويكون الانتحاء الضوئي إيجابياً إذا ما اتجه عضو آخذ بالنمو نحو مصدر الضوء كما هي الحال في أغلب السيقان، ويكون سلبياً إذا ما ابتعد عضو آخذ بالنمو عن مصدر ضوئي كما هي الحال في أغلب الجذور والأعضاء تحت التراب.

ينتج الانتحاء الضوئي نتيجة التعرض للاضاءة غير المتساوية على جانبي الساق ، وعادة تنحني السيقان باتجاه الضوء الاقوى ، ويرجع ذلك الى معدلات النمو غير المتساوية في الاجزاء المضاءة عن الاجزاء المظلمة في السيقان والاعضاء.

وقد اشارت التجارب الى ان الاوكسينات لها دور في عملية الانتحاء الضوئي ، فقد وجد انه عند تعريض الشوفان الى مصدر اضاءة من جانب واحد ، وُجد ان النبات ينحني بإتجاه الضوء نتيجة لنمو الجانب المظلم على حساب الجانب المضاء. وذلك نتيجة لزيادة الاوكسيات فى الجانب المظلم عن الجانب المضئ فتستطيل الخلايا فى الجانب المظلم بمعدل اكبر من الجانب المضئ ويؤدى ذلك الى انحناء النبات ناحية الضوء.



الانتحاء الأرضي

إذا وضع نبات أصيص فى وضع أفقي بضعة أيام فأن السوق تبدأ فى الانتحاء الى أعلى بعيدا عن الجاذبية الأرضية أما قمم الجذور الابتدائية تتغير وضعها فى الاتجاه المضاد أي الى مركز الأرض يسمى اتجاه الجذور الى مركز الأرض بالانتحاء الموجب Positive Geotropism وإذا كان عكس ذلك سمى الانتحاء الأرضي السلبي Negative Geotropism .

وتشبه الجاذبية الأرضية الضوء فى تأثيره على توزيع الأوكسين فتحدث الانتحاء الى أعلى بتأثير الجاذبية الأرضية إنما ينتج من زيادة تركيزات الهرمون على الجانب السفلى من البادرة .وهنا تركيز الهؤمون الذى يسبب زيادة النمو واستطالة الخلايا فى الساق هى نفسها التى تسبب تثبيط النمو فى الجذر حيث ان الجذور اكثر حساسية من السيقان للاستجابة للاوكسينات.

الجبريلينGilbberelln

تم اكتشاف الجبريلنيات فى مرحلة تالية لإكتشاف الأوكسينات وتم اكتشافها بواسطة العلمـاء اليابانيون حيث وجدوا أن الفطر Gibberella fujikuroi وهو الطور الجنس للفطـر Fusarium moniliformeيسبب المرض Foolish seedling لبادرات الأرز، ووجد أن سبب هذا المـرض هو إفراز ماده الجبريلين .وتعتبر الجبريلنيات من المواد المنشطة للنمو ويوجد العديد من مركبات الجبريلين ولقد عرف منها حتى الآن ٦٠ نوعا، وتختلف هذه الأنواع فيما بينها من حيث عدد ذرات الكربـون (١٩ ـ ٢٠) وكذلك وجود أو عدم وجود مجاميع OH وتعتبر المادة من الجبريلينات إذا إحتوت على الهيكـل الكربونى. Gibbane

انتقال الجبريلين

العالم) Comb Mc أول من درس إنتقال GA3 فى النباتات المعاملة بالجبريلين حيث إستخدم الكربون المشع فى الجبريلين لهذا الغرض ووجد أن الجبريلين ينتقـل فـى اللحاء بنفس ميكانيكية إنتقال الماء وباقى المواد الناتجة من التحولات الغذائية. ولقد وجـد كـل مـن) 1965 (Chin & Lockartإن إنتقال GA3 مرتبط بإنتقال الكربوهيدرات فى النبات .وحديثاً وجد العلماء بإستخدام الكربون المشع فى الجبريلين أن الجبريلين ينتقل فى كل أوعيـة النبات سواء اللحاء أو الخشب أى مع العصارة الناضجة أو مع الماء والأملاح .وفى تجربة الإنتقال القطبى كما يحدث فى الأوكسين بإستخدام الآجار وغمد الشوفان لـوحظ أن الجبريلين لا ينتقل بطريقة قطبية polar-Non كما يحدث فى الأوكسين.

بعض التأثيرات الفسيولوجية للجبريلين

1 ـ تنشيط إستطالة ونمو النباتات:

2ـ تشترك مع الاوكسينات فى انتاج ثمار لا بذرية

3 ـ كسر طور السكون

4ـ تأثير GA على الإزهار والإثمار

5-التغلب على الطرز المظهرية للتقزم الوراثى

السيتوكينينات Cytokinins

لاحظ العلماء قديماً أن مستخلص الخميرة بما يحتويه من مواد نشطة تعمـل علـى تنشـيط انقسام الخلايا وأتضح أن هذه المواد النشطة هى الأدنين وهى من البيورينات.

أكتشف Skoog أن الأدنين يظهر تشجيعاً لإنقسام خلايا نخاع الدخان .

أكتشف فيما بعد مصادر غنية للبيورينات وهى DNA والتى وجد إنها تحتوى على منشط قوى جداً لإنقسام خلايا نخاع الدخان .

DNAالطازج لم يكن له نشاط فى هذا الشأن إلا أنDNA المعتق أو المخزن أو المعقم فى الأوتوكلاف ينتج مواد نشطة فى إستحثاث إنقسام الخلايا .

تمكن (Miller 1956) من عزل مركب بيورينى من DNA وتوصلوا إلى تركيبة الكيميائى ووجدوه Furfuryl- 6 purine aminoوالذى أطلق عليه أسم.Kinetin

ولقد حاول علماء فسيولوجيا النبات إطلاق أسماء أخرى بدلاً من Kinin مثل cytokinin , cytonin , phytokininوأخيراً تم الإتفاق على تسمية واحدة يتم تداولها لهذه المواد وهذا الإسم هو cytokininويطلق على مجموعة المركبات التى تنشط إنقسام الخلايا بالإضافة إلى تأثيرها المنظم Regulatoryلبعض الوظائف فى نفس الوقت مثل .Kinetin

وكان العالم skoog أول من أكتشف Kinetin وذلك بإستخلاص DNA من الحيوانات المنوية للرنجة ثم وضعها فى الأوتوكلاف وبذلك ينفرد Kinetin من. DNA كما أمكن تخليق Kinetin فى المعمل عن طريق خلط adenine مع alcohol Furfuryl وتركها فى الأوتوكلاف لفترة.

وبذلك أمكن التأكد من إنتاجKinetin طبيعياً فى النباتات وأيضاً أمكن تخليقه صناعياً خارج الخلية

وعن إكتشاف cytokinin فى أنسجة النباتات الراقية، فلقد أمكن إستخلاص مادة Zeatin من حبوب الذرة غير الناضجة، ومادةBenzyl adenine (BA) من ثمار البرقوق فى بدء مراحل نموها . ويلاحظ أن مجموعة البيورين وخاصة الأدينين هى المجموعة الفعالة فى مركباتcytokinins ، إلا أنه أمكن الحصول على بعض المركبات التى لها نفس نشاط cytokinins ولكن لا تحتوى على مجموعة adenine مثل

: N,N- Diphenyl urea, Benzimidazok and Azakinetin

وعموماً يمكن تخليق السيتوكينين فى الأنسجة المرستيمية أو الأنسجة التى لها القدرة على استعادة النشاط فى النمو فى النباتات الراقية. ولقد أمكن التأكد أن السيتوكينين يتم تخليقه جزئياً (أى بعض السيتوكينين وليس كله) فى قمم الجذور وينتقل لأعلى النبات عن طريق أوعية الخشب. ولوحظ ذلك فى نباتات عباد الشمس، العنب والدخان. أما معظم السيتوكينين فيتم تخليقه فى المجوع الخضرى للنبات ثم ينتقل إلى أجزاء النبات الأخرى بما فيها الجذر. كما يمكن للسيتوكينينات الإرتباط بنواتج عمليات التحول الغذائى داخل النبات وتكوين Zeatin glycosides

توزيع السيتوكينين فى النبات

- عموما تنتج السيتوكينينات فى المناطق المرستيمية ذات النمو المستمر.
- فى مرحله البادرة وفترة النمو الخضرى يتم تخليق السيتوكينين فى الجذور ثم ينتقل إلى الأجزاء العلوية فى النبات من خلال أوعيه الخشب.
- توجد السيتوكينينات بوفرة فى الجذور ـ الأوراق حديثه التكوين والعمر ـ الثمار النامية.

بعض التأثيرات الفسيولوجية للسيتوكينينات

- تأثير السيتوكينين على نمو الأوراق وتاخر الشيخوخة
- تكوين الكالوس
- السيادة القمية
- كسر الكمون فى البذور
- انقسامات الخلية

الإثيلين Ethylen

ـ لم ينظر أحد إلى هذا المركب العضوى البسيط على أنه هرمون إلا حديثاً. ولقد وجد أن الإثيلين يخلق فى جميع الأنسجة النباتية ويؤثر فسيولوجيا وبتركيزات ضئيلة جداً .ـ وأثبتت الأبحاث أن الإثيلين له دور منظم لكثير من العمليات الفسيولوجية فى جميع مراحل نمو النبات منذ إنبات البذرة إلى أن يدخل النبات فى دور الشيخوخة ويموت .ـ فمثلاً،

- وجد أن الإثيلين يؤثر على إنبات البذور ونمو البادرات ويؤثر على السكون فى بعض البذور والبراعم
- أيضاً له القدرة على تشجيع تكوين ونمو الجذور والشعيرات الجذرية إلا أنه يثبط إستطالة الجذور.
- وللإثيلين دور كذلك فى تساقط الأوراق
- يتداخل الإثيلين مع الأوكسين وإنتقالة وبالتالى يؤثر ذلك على الإنتحاء الأرضى والضوئى والسيادة القمية.
- يشجع الإزهار فى بعض النباتات ويثبطه فى بعضها الآخر
- يسرع من دخول النبات فى طور الشيخوخة

- يزيد معدل التنفس ونفاذيه الأغشية الخلوية
- يـتحكم فى النضج الطبيعى لكثير من الثمار
- يثبط من إنقسام الخلايا ويزيد من تمدد الخلايا جانبياً

حمض الابسيسيك Abscisic acid

من المعروف أن أهم مثبطات النمو الرئيسية والتى تم إكتشافها هو هرمـون حمـض الأبسسـيك ABA))والذى تم عزلة وتعريفة فى عام 1965 بواسـطة العلمـاء Ohkuma and Cornforth وقد سبقهم العلماء (Kefford and Bennet 1953) ، فى إكتشاف مثبط نباتى يـؤثر فـى نمـوالنباتات وتم تعريفة فى صيغة على أنه Inhibitor ، والذى تم تعريفة فيمـا بعـد أنـه . ABA وهذا الهرمون منتشر فى النباتات ويظهر تأثيره عند وجودة بتركيزات منخفضة جداً.

بعض التأثيرات الفسيولوجية لحمض الابسيسيك:

- لقد عرف أن لحمض ABA دور هام ورئيس فى تنظيم قفل الثغور وبالتالى فإنه يوفر ميكانيكيه الحماية ضد الإجهاد المائى.
- كمون البراعم (تشجيع)
- تنشيط تساقط لاوراق

المراجع

- 1 :اساسيات كيموحيوية وفسيولوجيا النبات، د. محب طه صقر _ كلية الزراعة _جامعة المنصورة https://t.me/agricultural_eng

2- Kozlowski,T. T.1964. Water metabolism in plants.New York;Harper and Row.

3- Kramer,P.J. 1937. The relation between rate of transpiration and rate of absorption of water in plants. Am.J. Botany 24:10.

- 4ياسين. بسام طه.2001 .اساسيات فسيولوجيا النبات. كلية العلوم – جامعة قطر .

5- دلفن. م روبرت. فسيولوجية النبات . ترجمة . عبد الحميد بن حميدة ، محمد الجيالني و حازم االلوسي. مكتبة النرجس-

تقدير قوة الامتصاص الاسموزى

مقدمة عن الاسموزية

- هي انتقال الماء (المذيب النقي) من المحلول الأقل تركيز الى المحلول الأعلى تركيز خلال غشاء شبه منفذ
- ويستمر دخول الماء او المذيب حتى يتولد ضغطا بالمحلول الأعلى تركيز يمنع دخول المزيد من الماء اليه ويسمى هذا بالضغط الأسموزي .
- والضغط الأسموزي هو القوة التي تعمل على سحب الماء من المحلول المخفف الى المحلول المركز خلال غشاء شبه منفذ او يمكن تعريفه بأنه اقصي ضغط يتولد على محلول ما لمنع دخول المزيد من الماء اليه من الوسط الخارجي بعد الاتزان خلال غشاء شبه منفذ .

الخلية النباتية تعتبر جهازا اسموزيا

- حيث تحتوى على فجوة عصارية كبيرة مملوءة بعصير خلوي (محلول) ذو تركيز أسموزي معين ، كما تعمل طبقة السيتوبلازم وما يحيط بها من اغشية بلازمية كغشاء شبه منفذ .

هناك ثلاث حلات تحدث للخلايا النباتية حسب تركيز المحلول الخارجي الموجودة به وهى :

عند وضع الخلية في محلول عالي التركيز (Hypertonic solution).

يتحرك الماء من داخل الخلية الى خارجها مما يتسبب في انكماش المحتويات البروتوبلازمية للخلية فيما يعرف بالبلزمة.

عند وضع الخلية في محلول منخفض التركيز (Hypotonic solution).

يدخل الماء من خارج الخلية الى داخلها مما يسبب امتلاء الخلايا .. واذا ما كانت الخلايا سبق واصيبت بالبلزمة لفترة زمنية قصيرة تعود المحتويات البروتوبلازمية الى طبيعتها نتيجة لدخول الماء فيما يعرف بالشفاء من البلزمة .

عند وضع الخلية في محلول مساوى التركيز لعصيرها الخلوي (Isotonic solution).

لا يحدث امتلاء او انكماش للخلية النباتية نظرا لعدم انتقال الماء داخل او خارج الخلية .

1. اثبات الخاصية الاسموزية بطريقة تقوس (إنحناء) اعناق الخروع الغضة

الأدوات :

اعناق أوراق الخروع الغضة – عدد 6 اطباق بتري – ماء مقطر – محلول كلوريد الصوديوم 1 جزيئي – ماصة 10 مل – شفرة موس حاد .

خطوات العمل :

- جهز عدد 6 اطباق بتري وضع بها احجام متساوية (من 30 – 40 مل بحيث تكفي لغمر شرائح اعناق الخروع المستخدمة) من محلول كلوريد الصوديوم مختلفة التركيزات ولتكن (صفر، 0.2 ، 0.4 ، 0.6 ، 0.8 ، 1 جزيئي).
- خذ اعناق الخروع الغضة الطرية (طولها من 3-4 سم) وشقها طوليا الى جزأين او اربع أجزاء ، نلاحظ بعد القطع مباشرة ان الاعناق تتقوس ناحية البشرة تقوس بسيط وذلك نتيجة لزوال قوي الشد الذي كان واقعا بين خلايا البشرة والنخاع .
- ضح حوالى 2-3 من اعناق الخروع المشقوقة طوليا (بشرط ان تكون متماثلة في الطول والسمك) في كل تركيز من التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم والمجهزة مسبقا .
- لاحظ التغيير في انحناء اعناق الخروع بعد مرور ساعه او اكثر .
- عين تركيز المحلول الخارجي من كلوريد الصوديوم الذي لا يحدث أي تغيير في انحناء اعناق الخروع ، ومنه يمكن حساب قوة الامتصاص الأسموزي لخلايا اعناق الخروع .

المشاهدة

.....
.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2- تقدير قوة الأمتصاص الاسموزية بطريقة الوزن باستخدام درنات البطاطس

الادوات :

درنات البطاطس – عدد6اطباق بترى- ورق ترشيح –ماصة10مل-ماء مقطر-محلول كلوريد الصوديوم1جزيئى

خطوات العمل

1-جهز6أطباق بترى ،وضع حجوم متساوية (بحيث تكون كافية لغمر اقراص البطاطس) ومختلفة فى التركيزات من محلول كلوريد الصوديوم ولتكن هى كالتالى 0،0.2،0.4.0.6،0.8،1

2-حضر قطع أسطوانية من درنات البطاطس ، ثم جففها باستخدام ورق الترشيح

3-زن حوالى من 8- 10 جرام من أقراص درنات البطاطس المجففة سابقا وليكن(و1)،ثم أغمرها كاملا فى التركيز الاول من محلول كلوريد الصوديوم بعد تسجيل الوقت (وقت بداية التجربة)

4-كرر ذلك مع بقية التركيزات الأخرى

5-انتظر حوالى ساعة أو أكثر من بدء غمر أقراص البطاطس فى التركيزات المختلفة من كلوريدالصوديوم ثم خذ الاقراص وجففها بواسطة ورق الترشيح ثم أعد وزنها مرة أخرى وليكن (و2)

المشاهدة

.....
.....
.....
.....

.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

التعرف على بعض المركبات العضوية داخل الخلية النباتية

من المركبات العضوية الموجودة فى الخلية النباتية

- الكربوهيدرات
- البروتينات
- أصباغ
- دهون وزيوت

أولا :الكربوهيدرات

1- السكريات الاحادية:هى أبسط أنواع الكربوهيدرات ولايمكن تجزئته الى ماهو أبسط منه بالطرق الكيميائية أو البيولوجية مثل الجلوكوز والفركتوز
2- السكريات التنوعة:تتكون من2:10 وحدة من السكريات الاحادية مثل السكروزوقد يكون السكر متنوع (ثنائى – ثلاثي – رباعي-خماسي)
3- السكريات المعقدة:تتكون من أكثر من وحدة من السكر الاحادى ترتبط بروابط جليكوسيدية مثل النشا

اولا: الكشف عن السكريات الاحادية

الادوات:

محلول سكر – محلول فهلنج أ،ب –أنابيب اختبار – حمام مائى

خطوات العمل:

1- جهز أنبوبة اختبار وضع فى كل منها 5مل من محلول السكر
2- ثم اضف الى الانبوبة 5مل محلول فهلنج أ،ب بنسبة 2:5 على التوالى وأتركهما فحمام مائى عند درجة الغليان لمدة ربع ساعة ولاحظ مايحدث من تغير فى لون محلول فهلنج المضاف.

المشاهدة

.....
.....
.....

.....
.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ثانيا: الكشف عن السكريات الثنائية

الادوات:

محلول سكروز – محلول فهلنج أ،ب – انزيم السكريز- أنابيب اختبار – حمام مائى

خطوات العمل

1-جهز انبوبتى اختباروضع فى كل منهما5مل من محلول السكروز

2-أضف الى احدى الانبوبتين2مل من انزيم السكريز ،واترك الانبوبة الثانية بدون اضافة

3-ضع الانبوبتين فى حمام مائى عند درجة حرارة من37 – 40 درجة مئوية ،ثم اضف إلى كل واحدة منهما5مل من محلول فهلنج 2:5 على التوالى واتركهما فى حمام مائى عند درجة

الغليان لمدة ربع ساعة او نسخن على لهب مباشر ،ولاحظ مايحدث من تغير فى لون محلول فهلنج المضاف فى كلتا الانبوبتين

المشاهدة

.....
.....
.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ثالثا: الكشف عن السكريات المعقدة

الادوات:
محلول نشا – انزيم الدياستيز – محلول يود – انابيب اختبار – طبق صينى ذو تجاويف – حمام مائى – محلول فهلنج أ،ب

خطوات العمل :
1-جهز ثلاث انابيب اختبار ،وضع فى كل منهما 5 مل من محلول النشا ،ثم اضف إلى الانبوبة الاولى والثانية منهم 2 مل من انزيم الدياستيز ،واترك الانبوبة الثالثة بدون إضافة الانزيم ،ثم ضع الانابيب الثلاثة فى حمام مائى عند درجة حرارة 37 – 40 درجة مئوية
2-جهز طبق صينى ذو تجاويف وضع به قطرات من اليود فى عدة تجاويف منه
3-اكشف بعد 5 دقائقعن وجود النشا فى الانبوبة الاولى،وذلك بإضافة بعض نقط من محتويات الانبوبة ،على احد تجاويف المحتوية على محلول اليود
4-أهمل الانبوبة الاولى ،وأضف إلى الانبوبة الثانية والثالثة 5مل من محلول فهلنج أ،ب بنسبة 2:5 على التوالى وضعهما فى حمام مائى يغلى لمدة 15 دقيقة ،ولاحظ مايحدث

المشاهدة

.....
.....
.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

التعرف على البروتينات

اولا :اختبار البروتين الاصفر

الادوات:

زلال البيض – حمض نيتريك مركز – هيدروكسيد الصوديوم – انابيب اختبار –حمام مائى

خطوات العمل :

1-جهز انبوبة اختبار ،وضع فيها 5 مل من زلال البيض ،ثم اضف إلى الانبوبة قطرات من حمض النيتريك المركز ولاحظ تكون راسب ابيض ثم قم بتسخين الانبوبة فى حمام مائى .

2-قم بتبريد الانبوبة واضف 2 مل من هيدروكسيد الصوديوم ولاحظ مايحدث

المشاهدة

.....
.....
.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....

ثانيا :اختبار البيوريت

الادوات:

زلال البيض – كبريتات نحاس – هيدروكسيد الصوديوم – انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-جهز انبوبة اختبار ،وضع فيها 5 مل من زلال البيض ،ثم اضف إلى الانبوبة ا مل من كبريتات النحاس (10%) ثم اضف 1 مل من هيدروكسيد الصوديوم ولاحظ مايحدث.

المشاهدة

.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3- الكشف عن الاصباغ

الادوات:

اوراق نباتات – حمام مائى – كحول ايثلى مركز – انابيب اختبار

خطوات العمل :

1-جهز انبوبة اختبار ،وضع فيها اوراق نباتية ،ثم اضف إلى الانبوبة 5 مل من الكحول الايثيلى المركز .

2- ضع الانبوبة فى حمام مائى عند 60 درجة مئوية ولاحظ مايحدث.

المشاهدة

.....

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4- الكشف عن الزيوت والدهون

الادوات:

ورق ترشيح – زيت نباتى او زبدة – ماء مقطر

خطوات العمل :

1-جهز اوراق الترشيح ،وقم بوضع قطرات من الزيت او الزبدة وكذلك قطرات من الماء على سطحها .

2- اترك ورقة الترشيح معرضة للهواء ولاحظ مايحدث.

المشاهدة

.....

.....

.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

د/نورا حسن يوسف

تقدير تركيز الكالسيوم والماغنيسيوم فى مستخلص نباتى باستخدام طريقة الفرسين

الادوات:

دورق مخروطى – سحاحة – ماصة – مستخلص نباتى – دليل الميروكسيد – دليل ايروكروم بلاك تى E.B.T – فرسين (0.01N) – كبريتيد صوديوم – ماء مقطر

خطوات العمل :

1- ضع 5 مل من المستخلص النباتى فى دورق مخروطى ثم اضف 1 مل من كبريتيد صوديوم واضف 20 مل من الماء المقطر .
2- املأ السحاحة بالفرسين
3- ضع قطرات من دليل ايروكروم بلاك تى E.B.T فى الدورق (احمر وردى).
4-قم بمعايرة المخلوط فى الدورق بالفرسين من السحاحة حتى الوصول للون الازرق
5- احسب الحجم الماخوذ من الفرسين وليكن V1
6- خذ دورق خروطى نظيف وضع به 5 مل من المستخلص النبتى ثم اضف 20 مل من الماء المقطر و2 مل من هيدروكسيد البوتاسيوم(10%)
7- قم باضافة كمية صغير جدا من دليل الميروكسيد (احمر وردى)
8- قم بمعايرة المخلوط بالفرسين من السحاحة حتى الوصول للون بنفسجى
9- احسب كمية الفرسين المستهلكة ولتكن V2

الحسابات

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

د/ نورا حسن يوسف

تقدير تركيز الكلوريدات فى مستخلص نباتى

الادوات:

دورق مخروطى – سحاحة – ماصة – مستخلص نباتى – دليل كرومات البوتاسيوم – نترات الفضة (0.01N)– ماء مقطر

خطوات العمل :

1-ضع 5 مل من المستخلص النباتى فى دورق مخروطى ثم اضف 20 مل من الماء المقطر .

2-املأ السحاحة بنترات الفضة

3- ضع قطرات من دليل كرومات البوتاسيوم فى الدورق (اصفر).

4-قم بمعايرة المخلوط فى الدورق بنترات الفضة من السحاحة حتى الوصول للون برتقالى

5-احسب الحجم الماخوذ من نترات الفضة ثم احسب تركيز الكلوريدات فى المستخلص.

الحسابات

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

.....

العوامل المؤثرة على النفاذية فى الخلية النباتية

اولا :تأثير الاس الهيدروجينى

الادوات:

جذور البنجر – انابيب اختبار – ماصة – محاليل ذو تركيزات مختلفة من الاس الهيدروجينى(2و4و6و8) –ماء مقطر

خطوات العمل :

1- قم بتقطيع جذور البنجر الى قطع متساوية تقريبا باستخدام سكين
2- قم بوضع قطعة فى كل انبوبة اختبار
3- اضف 5مل من المحاليل مختلفة الرقم الهيدروجينى فى كل انبوبة مع وضع ماء مقطر فى احدى الانابيب
4- اترك الانابيب لمدة نصف ساعة ولاحظ مايحدث

المشاهدة

.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

ثانيا:تأثير درجة الحرارة

الادوات:

جذور البنجر – انابيب اختبار – ماصة ـــماء مقطر- حمام مائى

خطوات العمل :

1-قم بتقطيع جذور البنجر الى قطع متساوية تقريبا باستخدام سكين

2-قم بوضع قطعة فى كل انبوبة اختبار

3-اضف 5مل من الماء المقطر فى كل انبوبة

4-اترك الانابيب لمدة نصف ساعة احدهما فى درجة حرارة صفرو الاخرى فى درجة حرارة الغرفة والثالثة فى حمام مائى 40 والرابعة فى حمام مائى 60 والخامسة فى حمام مائى 80 والاخيرة فى حمام مائى 100 درجة ولاحظ مايحدث فى كل انبوبة

المشاهدة

.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

ثالثا :تأثير الكحول الايثيلى

الادوات:

جذور البنجر – انابيب اختبار – ماصة – كحول ايثيلى ذو تركيزات مختلفة

خطوات العمل :

1-قم بتقطيع جذور البنجر الى قطع متساوية تقريبا باستخدام سكين

2-قم بوضع قطعة فى كل انبوبة اختبار

3-اضف 5مل من الكحول الايثيلى فى كل انبوبة تركيز مختلف .

4-اترك الانابيب لمدة نصف ساعة ولاحظ مايحدث

المشاهدة

.....
.....
.....

التعليق

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

النتح والعوامل المؤثرة عليه

- قياس معدل النتح باستخدام جهاز البوتومتر

البوتومتر

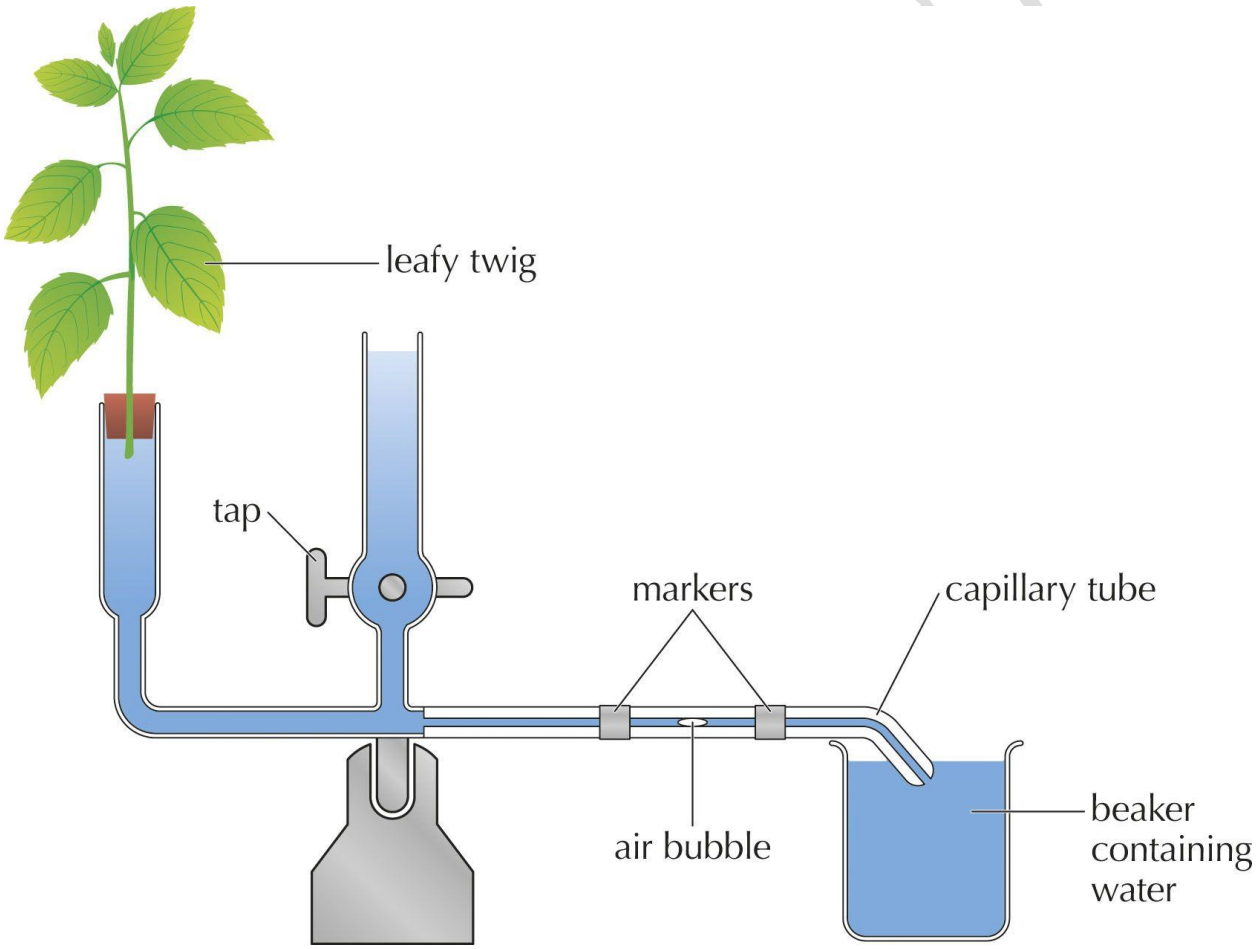
- فكرة عمله

يعتمد علي فكرة ان معدل الامتصاص(معدل ما يكتسبه النبات من ماء) يساوي تقريبا معدل النتح (معدل ما يفقده من ماء)

- مكانيكية العمل

يثبت النبات المراد قياس معدل النتح له في جزء المخصص له داخل الجهاز ويتم تقدير مساحة سطح الاوراق لهذا النبات

وهناك الطريقة الوزنية لقياس معدل النتح



الطريقة الوزنية لتقدير معدل النتح

يتم ملأ الجهاز بالماء وتثبيت الفرع في مكانه الملائم ثم يوزن الجهاز قبل بدء التجربة ويوزن بعد نهاية التجربة وتحسب كمية الماء المفقود وهو ناتج الفرق بين الوزنين

و1=وزن الجهاز قبل بدء التجربة

و2=وزن الجهاز بعد نهاية التجربة

وزن الماء المفقود= **و1- و2**

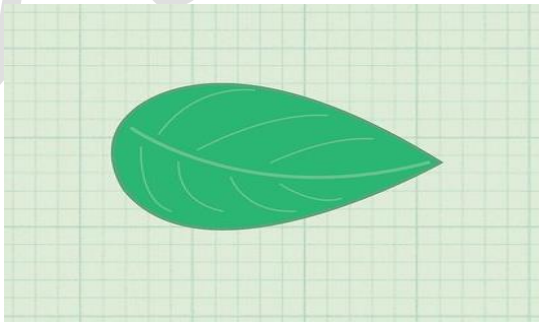
معدل النتح = النقص في الوزن **و1- و2** (جم)

مساحة الاوراق(سم)×الزمن(بالساعات) جم/سم^2/ساعة

طرق تعين مساحة الاوراق

1-طريقة الرسم البياني

توضع الورقة علي ورقة رسم بياني ثم ترسم ابعادها بالرصاص وتحسب عدد المربعات المؤخوذة حيث كل مربع يمثل 1سم^2 من خلال عدد المربعات تحسب مساحة الورقة بالتقريب



1- الطريقة الوزنية

يرسم مربع معلوم الابعاد الطول والعرض علي ورقة ترشيح اي معلوم المساحة ولتكن مساحته (م1) ثم يقص وتوزن ولتكن وزنه (و1) علي نفس نوع ورقة الترشيح ترسم الورقة المراد ايجاد مساحتها ولتكن وزنتها (و2)ولتكن مساحتها (م2) ولايجاد مساحتها يكون هذا التناسب

و1 ← م1

و2 ← م2

$$م2 = \frac{و2 \times م1}{و1}$$

من خلال معلومية و$_2$، م$_1$ ،و$_1$ يمكن حساب م$_2$

مساحة الاوراق =عدد الاوراق×مساحة الورقة الواحدة

اذا كانت الثغور علي سطحين تضرب مساحة الاوراق ×2

العوامل المؤثرة على معدل النتح

تاثير الرياح

الادوات:

افرع نباتية – دورق مخروطى – ماء مقطر – سدادة

خطوات العمل :

1-املا عدد اثنين من الدوارق المخروطية بالماء المقطر حوالى 250مل

2- ثبت فرع نباتى فى كل دورق

3-زن الدورق 1 وليكن الوزن و1 ووزن الدورق 2 وليكن الوزن و2 .

4-قم بتعريض الدورق 1 للرياح لمدة 48 ساعة بينما اترك الدورق 2 كما هو .

5-بعد مرور 48 ساعة قم بوزن كلا الدورقين مرة اخرى وليكن وزن الدورق 1 يصبح و3 بينما الدورق 2 يصبح و4 ثم احسب الفرق بين الوزنين ولا حظ الفرق

المشاهدة

.....
.....
.....

التعليق

.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

تاثير الاملاح (كلوريد الصوديوم)

الادوات:

افرع نباتية – دورق مخروطى – ماء مقطر – سدادة – محلول كلوريد الصوديوم

خطوات العمل :

1-املا عدد اثنين من الدوارق المخروطية احدهما بالماء المقطروالاخر بمحلول كلوريد الصوديوم حوالى 250مل لكل منهما

2- ثبت فرع نباتى فى كل دورق

3-زن الدورق1 (الذى يحتوى على الماء المقطر) وليكن الوزن و1 ووزن الدورق 2 (الذى يحتوى على محلول كلوريد الصوديوم) وليكن الوزن و2 .

4-اترك الدورقين لمدة 48 ساعة.

5-بعد مرور 48 ساعة قم بوزن كلا الدورقين مرة اخرى وليكن وزن الدورق 1 يصبح و3 بينما الدورق 2 يصبح و4 ثم احسب الفرق بين الوزنتين ولا حظ الفرق

المشاهدة

.....
.....
.....

التعليق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

د/ نورا حسن يوسف