**المحاضرة الثانية عشر :**

**الحركة في اللحاء Phloem transport**

 يتم انتقال المواد المصنعة في الاجزاء الخضرية من اماكن تصنيعها source في النبات إلى اماكن استهلاكها sink.

**تركيب اللحاء**

يتكون اللحاء من:

1. الانابيب المنخلية sieve elements
2. الخلايا المرافقة companion cells وهي خلايا بالقرب من الانابيب المنخلية وترتبط معها بواسطة plasmadsmata.
3. اليافfiber وتعطي قوة للحاء
4. الخلايا البرنكيمية وهي الخلايا التي تخزن بها المواد التي تصنعها الورقة.

تركيب عصارة اللحاء composition of phloem sap

1. مكونات عضوية: الشكل الرئيسي لها كاربوهيدرات وتكون بشكل سكروز.
2. مكونات غير عضوية: H2PO4 , K , Ca , Mg , Cl , NO3 , H2CO3 , Na , NH4
3. الهرمونات الحيوية: IAA و GA و Cytokinin و ATP واحماض امينية a.a.

ميكانيكية الحركة في انسجة اللحاء:

وتكون على طريقتين

1. Passive
2. Active

Passive: وتحتاج إلى طاقة في عملية تحميل المركبات من اماكن تصنيعها (source) إلى اوعية اللحاء وليس إلى حركة المواد العضوية في اللحاء وكذلك تحتاج إلى طاقة في عملية التفريغ من أوعية اللحاء الى اماكن الاستهلاك (sink).

ويمكن توضيح هذه النظرية بالمخطط التالي:

تحميل اللحاء Ψw

*حركة الماء الى اللحاء*

Ψw  في اوعية اللحاء

حركة الماء في اللحاء الى الـ Sink

عند الـ Sink تحصل عملية تفريغ من الـ phloem إلى Sink

Ψw  *في الـ* Sink

*حركة الماء الى الـ* Sink

Ψw  يؤدي الى انتفاخ الخلية او الثمرة وتوسعها

Active: وضعت النظرية من قبل Spanner ( 1958) وتسمى بـ electro- osmosis theory وتنص:

يتحرك ايون K خلال الياف البروتين الممتدة ما بين plate - sieve حامل معه الماء والمواد الذائبة فيه إلى الـ sink وبعد عملية التفريغ في الـ sink يعود الـK عن طريق الخلايا المرافقة او من خلال الـ cell- wall وتضخ إلى sieve- tube على الجانب الاخر من الـ sieve- plate وهذا يؤدي إلى تدرج كبير في تركيز البوتاسيوم على جانبي الصفيحة المنخلية ونتيجة لهذا الفرق فان الـ K يتحرك عن طريق الـ Fiber ما بين الصفائح المنخلية حامل معه الماء والمواد الذائبة فيه.

**بعض النواحي الفسيولوجية في الجهد المائي للنبات**

 يعتبر الجهد المائي من العوامل الاساسية التي تحدد انتاج المحاصيل. فقدان الماء من النبات يؤدي الى تأثيرات كبيرة على نموه. لا تتأثر جميع العمليات الحيوية داخل النبات بنفس الدرجة عند نقص الجهد المائي اي ان قسم من العمليات الفسيولوجية داخل النبات ممكن ان تتحمل العطش وقسم اخر لا تتحمل.

هناك مجموعة من العمليات تجري داخل النبات

|  |
| --- |
|  Reduction in tissue Ψw (bar) to effect the process |
|  0 10 20 |
| Cell growth (-)  |
| Wall synthesis (-) |
| Protein synthesis (-)  |
| ABA (+) |
| Stomata opening (-) |
| CO2 assimilation (-)  |
| Sugar accumulation (+)  |

معامل النتح Transpiration coefficient

 ان كمية الماء (لتر ) اللازمة لإنتاج 1 كغم من المادة الجافة للنبات تختلف باختلاف النبات واختلاف ظروف النمو

|  |  |
| --- | --- |
| معامل النتح  | النبات |
| 227 | Sorghum |
| 349 | Maize |
| 443 | Sugar beet |
| 491 | Wheat |
| 527 | Barley |
| 575 | Potatoes |

تعتمد قيم معامل النتح على ظروف النمو كالظروف الجوية وكمية المياه والعناصر الغذائية المتوفرة للنبات خلال موسم النمو اذ تقل القيم كلما كانت كمية الماء والعناصر الغذائية في التربة كافية.

**العناصر الغذائية الصغرى**

1. **الحديد Fe:**

 يتراوح محتوى التربة 0.5-5%. ويمكن ان يستفيد النبات من الحديديك Fe+3 ويكون محتوى النبات من الحديد 100 جزء بالمليون من المادة الجافة، ويتحد الحديد حال امتصاصه مع الحوامض الامينية والمواد البروتينية.

وظائف الحديد في النبات:

* يلعب دور مشابه للـ Mg في بناء مادة الكلوروفيل وان الحديد لا يدخل في مكونات الكلوروفيل الا انه يدخل في عملية تكوينه حيث يكون مكوناً للإنزيمات الداخلة في عملية تكوين الكلوروفيل.
* يدخل في تركيب مادة cytochromes المهمة في نقل الالكترونات وعملية التنفس.
* يدخل في تركيب انزيمات catalase و peroxidase وهي انزيمات تنفسية.
* يدخل في تركيب ferredoxin وهو بروتين يشارك في عمليات الاكسدة والاختزال ونقل الالكترونات والتركيب الضوئي واختزال NO2 واختزال S وتمثيل النتروجين N.

اعراض نقص الحديد

 نقصه يشبه نقص الـ Mg والحديد عنصر غير متحرك اذ تبدأ اعراض النقص في الاوراق الحديثة ويظهر اصفرار ما بين العروق كما هو الحال في Mg وعند النقص الشديد له تظهر الورقة بلون ابيض خالٍ من الكلوروفيل.

1. **الزنك Zn**

 محتوى التربة منه 300 – 10 ppm جزء بالمليون يمتصه النبات بهيئة Zn+2 ويتحرك في الجزء الخضري على شكل ايونات حره او مركبات معقدة قليلة الاوزان الجزيئية. يكون محتوى الزنك في النبات بحدود 100 ppm من الوزن الجاف وهو عنصر غير متحرك.

وظائف الزنك

عنصر الزنك يشبه في وظائفه عنصر الـ Mg

* ينشط انزيم carbonic anhydrase الذي يؤدي التفاعل التالي في الخلية

H2O + CO2 H+ + HCO3-

وهذا الانزيم يعتبر كمنظم للرقم الهيدروجيني في الخلية. بالإضافة الى مساعدة النباتات على امتصاص بعض العناصر التي تتبادل مع H و HCO3.

* يدخل في تكوين العديد من الانزيمات
* يدخل في تكوين RNA وبالتالي فأن تأثير الزنك يكون اساسياً على البروتينات وتكوينها.
* يدخل في تكوين منظم النمو الاوكسين وهو المسؤول عن استطالة خلايا الساق.

اعراض نقص الزنك

 اصفرار العروق الوسطية للورقة وقد يصل لون الورقة الى الابيض كما تتكون اوراق صغيرة صلبة تتجمع بشكل وردة على فرع واحد في نهاية القسم العلوي من النبات ويسمى هذا بمرض التورد rosettes وتبدأ الاوراق الحديثة بالتساقط الواحدة بعد الاخرى.

1. **عنصر النحاس Ca+2**

 محتوى التربة منه 100 – 2 ppm اعتماداً على محتوى التربة من الطين والغرين. يمتصه النبات بصورة Ca+2 ويتفاعل مع الحوامض الامينية والبروتينات. محتواه في الانسجة لنباتية 20 – 2 ppm جزء بالمليون وهو عنصر غير متحرك في النبات.

اهميته داخل النبات

 يلعب النحاس دوراً في عملية التركيب الضوئي ويمكن ان يكون له دور في تكوين الكلوروفيل كما يشارك النحاس في انزيمات cytochrome oxidais المسؤول عن نقل الالكترون وعمليات التنفس.

اعراض نقص النحاس

 الاوراق الحديثة بيضاء اللون ورقيقة وتأخذ شكل لولبي ويتناقص تكوين العقد الوسطية وينقص تكوين العناقيد الزهرية في الحبوب. في الفواكه شحوب الاغصان الحديثة والنموات الجديدة ويسمى هذا المرض بالسمر summer dieback. يجب ملاحظة ان هذا العنصر وعلى الرغم من انه غير متحرك في النبات الا ان وجوده بمستويات عالية يمكن ان يتحرك الى الاجزاء الحديثة.

1. **عنصر البورون B+3**

 ثلاثي التكافؤ محتوى التربة منه 100 – 2 ppm اعتماداً على مصدره يمتصه النبات بهيئة ايونات بورات والتي تسود عند pH = 9.2 وكذلك ايونات H2BO3- والذي يزداد جاهزيته بزيادة PH التربة ويسود عند PH اكبر من 9.2 وكذلك يمتص بهيئة BO3-3 وهو اكثرها قبولاً. عندما يمتص النبات البورون فانه يتفاعل مع المواد العضوية مكوناً جزيئات معقدة فيها الاكاسيد متعددة ومختلفة كذلك هو قليل او عديم الانتقال داخل النبات. يكون محتواه بالنبات 25 – 10 ppm اعتماداً على النبات.

وظائفه في النبات

* يسيطر على ويسهل انتقال السكريات في النبات.
* البورون ذو اهمية كبيرة في تكوين الاحماض النووية حيث لوحظ هنالك نقص في محتوى جذور نبات الطمامه من RNA عند عدم كفاية البورون.
* له دور في تكوين البكتين واللكنين حيث ان 50% منه يوجد في جدار الخلية مثل ايون Ca.
* يحفز تكوين فيتامين C.
* يلعب دور مهم في انقسام الخلايا وانتاج حبوب اللقاح كما هو الحال في ايون Ca.
* ينشط بعض الانزيمات.

اعراض نقص البورون

 نمو غير طبيعي للجزء الخضري وتكون الاوراق الجديدة مشوهة وفي اكثر الاحيان تكون سميكة ذات لون اخضر مزرق غامق. كذلك تتأخر عملية تكوين الازهار والثمار لان البورون يلعب دور مهم في نمو انابيب اللقاح وبالتالي يؤثر على تكوين حبوب اللقاح وسلامتها. كما ان نمو الجذور يكون ضعيف ونهاياتها مثخنة وقليلة لتفرع وهو هنا مشابه للـ Ca. في نبات البنجر السكري يحصل مرض عفن التاج crowh rot وعفن القلب hear rot حيث تتلف الاوراق ويتغير لونها الى الاقحواني او الاسود. وكذلك انتاج نبات البنجر يبدأ بالتعفن ثم يصاب كل النبات بالتعفن.

1. **المولبيديوم Mo**

 محتوى التربة منه 3.5 – 0.6 ppm يمتصه النبات بهيئة MoO4 وهو عنصر غير متحرك في النبات محتواه في الانسجة النباتية يتراوح ما بين 0.8 – 0.3 ppm بالنسبة للبقوليات و 0.1 ppm بالنسبة للمحاصيل الاخرى.

وظائف المولبيديوم

* يعتبر مفتاح الايض الحيوي metabolism لعنصر النتروجين كذلك يشارك هذا العنصر في تحفيز الانزيم المسؤول عن اختزال النترات الى امونيوم داخل النبات nitrat redactase وكذلك يحفز انزيم nitrogenas المسؤول عن تثبيت النتروجين الجوي في العقد الجذرية وقد لوحظ انه لا يوجد عنصر اخر يحل محل المولبيديوم في هذه المهمة.
* يدخل في عمليات تكوين حامض الاسكوربيك.
* له دور في تحويل الفسفور المعدني الممتص الى فسفور عضوي يستفاد منه النبات.

اعراض النقص

 تتشابه اعراض نقص المولبيديوم مع اعراض نقص النتروجين وخاصة في البقوليات. اذ يظهر اصفرار على النبات. كما يظهر على النبات مرض الذيل السوطي whiptail على نباتات اللهانة والقرنابيط وفيه يحتمل ان لا يتكون النصل للورقة او يتأكل وبالتالي يتكون فقط العرق الوسطي على شكل يشبه السوط.

1. **المنغنيز Mn**

 محتوى التربة منه بحدود 0.3 – 0.02% يمتصه النبات بهيئة Mn+2 محتواه داخل النبات كحد طبيعي 20 ppm. دور المنغنيز هو منشط للإنزيمات المتعلقة بعمليات التنفس وايض النتروجين. لذلك فهو يلعب دور في اكسدة الاوكسجين الطبيعي بالنبات.

اعراض النقص

 يتميز نقص المنغنيز بظهور تبقع او مناطق منخورة على الورق مع بقاء الورقة خضراء مع تقزم للنبات. وتظهر الاعراض على الاوراق الحديثة ويسمى هذا المرض بالتبقع الرمادي. وتتشابه اعراض نقصه مع اعراض نقص Mg. ويلاحظ على نبات الجزر ظاهرة وجود شعيرات ثخينة على الجزر مع صغر حجمه مما يقلل من الاستفادة منه ويكون معرض لعدم التسويق.

1. **الكلور Cl**

 يكون محتوى النبات من الكلور ما بين 20 – 2 ملغم/غم مادة جافة ويمتص النبات الكلور بهيئة ايونية Cl- وهو عنصر غير متحرك في النبات.

وظائف الكلور

 يتواجد في البلاستيدات الخضراء بتركيز 300 ملي مول والوظيفة الرئيسية للكلور هي تكون O2 (تحلل جزيئة الماء) في المرحلة الثانية من عملية التركيب الضوئي حيث تتحول الطاقة الضوئية الى كيمياوية. كما يشارك في تنشيط انزيم cytochrome oxidase.

اعراض النقص

 لون اصفر على الاوراق الحديثة يعقبها لون برونزي ثم ذبول عام على النبات.