العناصر المعدنية الموجودة في النباتات Element found in plants

العناصر الاساسية او الكبرى Essential Elements

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبيا وهي الكاربون C والهيدروجين Hوالاكسجين O_2 والنتروجين N والفسفور P والبوتاسيوم Kوالكالسيوم Ca والكبريت S والمغنسيوم Mgوالحديد Fe.

العناصرالضئيلة او الصغرى Trace Elements: وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات ضئيلة نسبيا وهي المنغنيز Mnوالزنك Znوالبورون Bوالنحاس Cuوالمولبدينيوم Mo . وفضلا عن ذلك فان هناك عناصر اخرى تعد اساس للنمو الطبيعي لبعض النباتات (وليس لمعظم النباتات)وهي الصوديوم Naالالمنيوم Alوالسيلكون Siوالكلور Clوالكاليوم Gaوالكوبلت Co.

طرائق الكشف عن العناصر:

للكشف عن بعض العناصر المعدنية النباتية يمكن تعريض النبات لدرجات الحرارة العالية (حوالي 600م˚)و ثم تحليل محتوى الرماد الذي يمدنا بالمعلومات الخاصة بالكميات النسبية للعناصر الموجودة او الممتصة بوساطة النبات .

ويمكن دراسة تاثير بعض العناصر باستخدام المزارع السائلة .

من ايجابيات المزارع المائية :

1- يمكن السيطرة على كمية ونوعية العناصر .
2- يمكن دراسة ومراقبة نمو الجذور.

3- يمكن دراسة العناصر الصغرى بعد اخذ بعض الاحتياطات.

سلبيات او(مساوئ)المزرعة المائية :

1- ضرورة وجود دعامة للنباتات
2- تحتاج النبانات الى تهوية مستمرة
3- يجب ان يكون المحلول المغذي في ظلام كامل
4- يجب تبديل المحلول المغذي وهي عملية ليست سهلة .

المزارع الرملية : وهي اوساط رملية حاوية على العناصر الضرورية لنمو النبات وفي هذا النوع من المزارع يزرع النبات في رمل sandنظيف مغسول عدة مرات بالماء المقطر وحامض الهيدروكلوريك او حامض الكبريتك ثم يغسل بالماء المقطر عدة مرات ويجفف قبل استعماله .

ايجابيات المزرعة الرملية

1- سهولة زراعة البذور مباشرة
2- التهوية في المزرعة الرملية جيدة
3- كلفتها قليلة

4- يمكن دراسة تجارب نقص العناصر والاجهاد المائي والملحي بصورة ناجحة
5- لا يحتاج النبات الى دعامة

سلبيات المزرعة الرملية :

1- صعوبة الحصول على رمل نقي خال من العناصر الغذائية
2- صعوبة دراسة نمو الجذور ومتابعة نموها
3- لا تصلح لدراسة العناصر الصغرى .

الشروط الواجب توفرها بالعنصر لكي يكون اساسي هي :

1- ان يدخل في تركيب اوتكوين احد اعضاء النبات المهمة .
2- يساهم في اتمام التفاعلات الحيوية المهمة .
3- لايمكن لعنصر اخر تعويضه .
4- بغياب العنصر يتوقف النمو ويصبح شاذا او تظهرعليه اعراض النقص .
5- وجوده يزيل التأثير السام لبعض المركبات السامة مثل الحديد الذي يدخل في تركيب انزيم الكاتليز لذي يزيل التأثير السام لبيروكسيد الهيدروجين

اولا : العناصر الكبرى (Macro Elements)

1-عنصر النتروجين Nitrogen (N)

الصيغة التي يمتصها النبات من عنصر النتروجين

1- امونيوم NH_4^+
2- نترات NO_3^-

وبعد ذلك تختزل داخل النبات وتتحول الى الشكل العضوي في بناء الخلية النباتية.

وظائف النتروجين الفسلجية :

1- يدخل في تركيب الاحماض الامينية وبالتالي البروتينات
2- يدخل في تركيب الاحماض النووية DNA,RNA
3- يدخل في تركيب البورفيرينات Porphyrinsالتي تدخل في تشكيل جزيئات الكلورفيل والسايتوكرومات .
4- يدخل في تركيب المرافقات الانزيميةNAD,NADP
5- تحتوي الفيتامينات على النيتروجين ويدخل في تركيب الهرمونات النباتية .

اعرض نقص النتروجين :

1- انخفاض في معدل النمو وبالتالي تبقى النباتات صغيرة ويعود سبب ذلك الى انخفاض في عمليتي الانقسام الخلوي والاتساع الخلوي .
2- شحوب الاوراق Chlorosis ويكون ذلك في الاوراق السفلى ولا يلبث ان

نتشر الى باقي الاوراق .

3- اعاقة نمو الجذور وخصوصا التفرعات الجذرية .
4- نتيجة اضطراب الفعاليات الحيوية تزداد صبغة الانثوسيانين في اوراق النبات .
5- تزداد نسبة المجموع الجذري /الخضري وهذا يعني نمو الجذور نسبيا اكبر من نمو الاوراق والسيقان.

2-الفسفور Phosphorus (P)

الصيغة التي يمتصها النبات من عنصر الفسفور

وهو من العناصر الغذائية الضرورية الكبرى ويطلق عليه اسم مفتاح الحياة The key to life وذلك لدوره المباشر في معظم العمليات اذ لايمكن لهذه العمليات داخل الخلايا النباتية ان تتم بدونه .يوجد فسفور التربة بشكلين اساسين هما الفسفور المعدني والفسفور العضوي ،غير ان الفسفور المتاح للنبات يكون بثلاثة اشكال وهي:

po_4^{-3}

HPO_4^{-2}

$H_2PO_4^{-1}$

الايونان الاخيران من اهم ايونات الفسفور في محلول التربة وان النسبة بين هذين الايونين تعتمد على الرقم الهيدروجيني فعند الرقم الهيدروجني 5 ينعدم وجود HPO_4^{-2} بينما عند الرقم الهيدروجيني 7فان الايونين يكونان بكميات متساوية تقريبا .

وظائف الفسفور الفسلجية :

1- تحليل الكربوهيدرات والمواد الاخرى الناتجة من عملية البناء الضوئي لتحرير الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية
2- يشترك في تركيب العديد من المركبات مثل UridineTriphosphate (UTP) مهم في تكوين السكروزوالسكريات المتعدة

cytidine Triphosphate (CTP)مهم في تكوين الدهون الفوسفاتية

وAdenosine Triphosphate(ATP)مهم في بناء البروتينات والاحماض النووية

Guanosine Triphosphate(GTP)مهم في تكوين البروتينات والاحماض النووية الرايبوزية

3- يشارك في تكوين المرافقات الانزيمية NADوNADP
4- له اهمية في عملية تكوين و انقسام الخلايا
5- يدخل في تركيب الاحماض النووية DNA,RNA

اعراض نقص الفسفور:

تتشابه اعراض نقص هذا العنصر مع عنصر النتروجين حيث تظهر اعراض النقص على الاوراق القديمة

1- سقوط الاوراق مبكرا ويكون لونها وردي او احمر نتيجة لزيادة صبغة الانثوسيانين
2- تتكون مساحات ميتة على الاوراق واعناقها والثمار .
3- يتصف النبات بالنمو البطئ وتكون النباتات صغيرة وذات نمو جذري محدود .
4- تكون نوعية الثمار والبذور غير جيدة.

3-الكالسيوم Calcium (Ca)

وهو احد العناصر الغذائية الضرورية للنبات والذي يتركز بكميات كبيرة في قشرة الارض يوجد بشكل ايونات الفوسفات الاحادية الكالسيوم $Ca(H_2Po_4)_2$والفوسفات الثنائية Ca_2HPO_4 والفوسفات الثلاثية $Ca3(PO_4)_2$ ويمتص من قبل النبات بشكل Ca^{+2} .

وظائف الكالسيوم الفسلجية :

1- احد المكونات الاساسية في تركيب الجدار الخلوي .
2- عنصر ضروري لعمليتي الانقسام الخلوي والاتساع الخلوي .
3- يدخل في تركيب الاغشية الخلوية .
4- منشطالبعض الانزيمات .
5- يساهم في تكوين بروتينات النبات.
6- يمنع عملية انفصال اجزاء النبات .
7- يساهم في نمو حبوب اللقاح .

اعراض نقص الكالسيوم :

1-عنصر غير متحرك لذلك اعراض نقصه تظهر على الاوراق السفلى .

2-ظهور تشوهات في اجزاء النبات مثل قصر الجذور وتلونها باللون البني كما تظهر الاوراق بشكل غير طبيعي .

3- ظهور اصفرار على طول حافات الاوراق الفتية .
4- تتأثر عمليات الاتساع الخلوي

4-المغنيسيوم Magnesium(Mg)

الصيغة التي يمتصها النبات من عنصر المغنيسيوم : وهو احد العناصر الكبرى والضرورية في خصوبة التربه وتغذية النبات ومصادر المغنيسيوم في التربة هي المعادن الاولية مثل بيوتايت Biotite وسيربنتاين Serpentineوالمعادن الثانوية مثل معدن الطين وبعض الترب تحوي مغنيسيوم بشكل كربونات مغنيسيوم ودولومايت Dolomite($CaCO_3.MgCO_3$) وقد يضاف بشكل اسمدةكيمياوية

ويمتص من قبل النبات بصيغة Mg^{+2}

وظائف المغنسيوم الفسلجية :

1- كل جزئ كلورفيل يحوي ذرة واحدة من المغنيسيوم وهو يوجد في مجموعة البورفيرين porphyrin
2- له دور في ايض الكربوهيدرات
3- عنصر ضروري في تكوين السكريات داخل النبات .
4- له دور مهم في التفاعلات الخاصة ببناء الاحماض النووية .

اعراض نقص المغنيسيوم:
عنصر متحرك وبالتالي اعراض نقصه تظهر على الاوراق المسنه ثم تنتقل الى الاجزاء الحديثة من النبات.

1- شحوب الكلوروفيل بين العروق.
2- زيادة صبغة الانثوسيانين في انسجة النبات .
3- ظهور بقع ميتة عند النقص الشديد.
4- يتغير التركيب الدقيق للبلاستيدة الخضراء .

5-البوتاسيوم Potassium(K)

عنصر مهم في تغذية النبات ولا تقل اهميته عن NوPوهو من العناصر المتحركة جدا ويتركز في الاماكن النشيطة مثل الانسجة الانشائية واهمية البوتاسيوم تتوضح في علاقة بتكوين البروتين وتجهيز منظمات النمو مثل السايتوكاينينات فضلا عن علاقة بمعدل النمو ، وهو يمتص بكميات كبيرة عن طريق الامتصاص النشيط .
يوجد في التربة بثلاثة صور هي :

1- **الصورة الذائبة** :حيث يوجد كأيون في محلول التربة وهذه الصورة هي الاكثر جاهزية للنبات .
2- **الصورة المتبادلة** :حيث يوجد البوتاسيوم متبادل في مواقع التبادل في حبيبات التربة وخاصة حبيبات الطين التي تحمل الشحنة السالبة وهذه الصورة تعوض النقص الذي يحصل في الصورة الذائبه نتيجة للامتصاص من قيل النبات .
3- **الصورة المثبتة** :وهي تمثل ايونات البوتاسيوم غير الجاهزه للنبات والمثبتة في الوحدات البنائية لمعادن الطين .

الصيغة التي يمتصها النبات من هذا العنصرهي K^+

وظائف البوتاسيوم الفسلجية -

1- له دور في فتح وغلق الثغور .
2- يؤثر في العديد من العمليات الفسيولوجية مثل البناء الضوئي والتنفس وتكوين المادة الخضراء.
3- يسرع انتقال المواد التمثيلية كما يثبت تثبيت ثاني اوكسيد الكربون .
4- يساهم في عمليات الفسفرة الضوئية والنقل الكتروني
5- يشجع انقسام الخلايا
6- له دور في تكوين البروتينات

اعراض نقص البوتاسيوم :

لا تظهر اعراض نقص البوتاسيوم بصورة مباشرة على شكل اعراض ظاهرة ولكن تظهر من خلال بعض الملاحظات والمشاهدات.

1- الاصفرار المبرقش يعقبه تكون مناطق ميتة عند قمة وحافة الورقة
2- عنصر متحرك اعراض نقصة تظهر على الاوراق السفلى
3- انحناء قمة الورقة الى الاسفل
4- تقزم النبات وتكون السلاميات قصيرة
5- ضعف في النمو الخضري .

6-الكبريت Sulfur(S)

يعد من العناصر الغذائية المهمة الكبرى وهو من العناصر غير المتحركة ويمتص الكبريت من قبل النبات على صورة ايون الكبريتات SO_4^{-2}

وظائف الكبريت االفسيولوجية

1- يدخل في تكوين بروتينات (Fe-SProtiens)المشتركة في التفاعلات الضوئية للبناء الضوئي .
2- يساهم في النشاط الايضي للفيتامينات التي تحتوي على الكبريت مثل بيوتين Biotin والثايمين Thiamineوالمرافق الانزيمي coA-enzym A
3- يدخل في تركيب الحوامض الامينية الحاملة لل(S) مثل Cystineو Cysteine وMethionine

اعراض نقص الكبريت :

1- اعراض نقصه تشبه اعراض نقص النيتروجين
2- تظهر اعراض نقصه اولا على الاوراق الفتية لكونه عنصر بطئ الحركة
3- شحوب كلوروفيلي

4- انتاج صبغة الانثوسيانين
5- هناك تغيرات في التركيب الدقيق للبلاستيدة الخضراء

ثانيا : العناصر الصغرى Micro Elements

1-الحديد Iron(Fe)

وهو من العناصر الضرورية للنبات ويؤدي ادوارامهمة في حياة النبات

الصيغة التي يمتصها النبات من عنصر الحديد

Fe^{+2} الحديدوز و Fe^{+3}الحديدك

وظائف الحديد الفسيولوجية :

1- يدخل في تركيب السايتوكرومات النباتية المسؤولة عن نقل الالكترونات
2- يدخل في تركيب البلاستيدات الخضر.
3- يدخل في تركيب الفيريدوكسين ferredoxin
4- يوجد في مختلف الفلافوبروتينات
5- له دور في تنشيط بعض الانزيمات مثل Nitrogenaseو Nitrate reductase
6- ينشط انزيمات بناء الكلوروفيل

اعراض نقص الحديد

عنصر الحديد غير متحرك وبالتالي تظهر اعراض النقص في الاجزاء الغضة

1- تتمثل اعراض النقص بظهور اصفرار ما بين العروق الدقيقة
2- يسبب تغيرات في التركيب الدقيق للبلاستيدة من خلال تثبيط بناء البروتين

2- المنغنيز(Mn) Manganese

المنغنيز اما يكون ثنائي التكافؤ او ثلاثي او رباعي التكافؤ وان الايون الثنائي التكافؤ (الصورة المختزلة)فهو يوجد ذائبا في محلول التربة وهو الصورة الممتصة من قبل النبات Mn^{+2}.

وظائف المنغنيز الفسيولوجية :

1- منشط لانزيمات التنفس وايض النتروجين .
2- يشترك في انشطار الماء ضوئيا .
3- مهم في اختزال النترات
4- يلعب دورا في عملية البناء الضوئي .

اعراض نفص المنغنيز :

1- ظهور بقع صفراء وميتة في المساحات مابين عروق الورقة.
2- ان نقص المنغنيز له تاثير ملحوظ في البلاستيدة الخضراء.

3- النحاس Copper(Cu)

عنصر غير متحرك ان الجزء الاعظم من النحاس للصخور الاولية يوجد بهية جالكوبيريت Chalcopyrite($CuFeS_2$) وان كمية قليلة من النحاس الذائب توجد في محلول التربة .

وظائف النحاس الفسيولوجية :

1- يدخل في تركيب عدد من الانزيمات Ascorbic acid oxidase
2- يدخل في تركيب البلاستوسيانين
3- يشترك في عملية تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون بعملية البناء الضوئي .

اعرض نقص النحاس:

1- من ابرز الاعراض هي وجود طفح شض ومرض الاستصلاح فمرض الطفح الجلدي الذي يظهر على اشجار الفاكهة يتميز بالتصمغ gummosis(نضوج الصمغ)ويكون مصحوبا بظهور مناطق ميتة وتبقع بني على الاوراق والثمار .اما مرض الاستصلاح في النجيليات فهو يظهر على تلك النباتات بخاصة في الاراضي الدوبالية الحديثة الاستصلاح وهذا المرض يتميز باصفرار قمم الاوراق وعجز تلك النباتات عن انتاج البذور
2- موت في قمم الاوراق الحديثة والذي يمتد الى حواف الاوراق وبالتالي يسبب الذبول وتحت النقص الشديد فقد تفقد الاوراق ويبدو النبات كلة ذابل .

4-الزنك(Z) Zinc:

يوجد في المعادن الحديدية المغنيسية (Ferromagnesium) والماغنيتيت magnetite و البايوتيت biotite والهورنبلندhornblend والتعرية الجوية لهذه المعادن تحرر الزنك في صورة ثنائية التكافؤ Zn^{+2} وهذه الصورة تدمص على التربة وعلى المادة العضوية في بصورة متبادلة .

وظائف الزنك الفسيولوجية :

1- يسهم في البناء الحيوي لIAA
2- ينشط الكثير من الانزيمات.

اعراض نقص الزنك

1- اصفرار المساحات مابين عروق الاوراق الاكبر عمرا ويبدا هذا الاصفرار بالظهور من القمة الى الحواف .
2- صغر الاوراق وقصر السلاميات التي ينتج عنها تقزم النمو تعد من مميزات نقص الزنك الشديد
3- ظهور اوراق مشوهه حيث تكون هذه الاوراق بصفة عامة صغيرة الحجم ويحتمل ان تتجمع على افرع قصيره تعرف بظاهرة التورد .

5 - البورون (Boron(B:

يوجد البورون في التربة على ثلاث صور :متبادلة وذائبه وغير متبادلة وهي على التسلسل حامض البوريك H_3BO_3 وبورات الكالسيوم او بورات المنغنيز .

وظائف البورون الفسيولوجية :

1- يساهم في انتقال الكربوهيدرات في داخل النبات .
2- يساهم في النشاط الايضي وخاصة في القمم النامية للسيقان والجذور.

اعراض نقص البورون :

1- موت قمة المجموع الخضري وذلك لحاجتها لبناء DNA.
2- الاوراق تكون ذات قوام سميك ونحاسي اللون واحيانا تلتوي وتصبح قابلة للكسر
3- عدم تكون الازهار وتتوقف الجذور عن النمو .

6-المولبيدينوم(Mo)Molybdenum

يوجد في التربة ثلاث صور:ذائبا في محلول التربة ايونات المولبيدات (MoO_4^{-2})$HMoO_4^-$ ()التربة ومدمص على دقائق بهية غير متبادلة بوصفه مكونا لمعادن التربة والمادة العضوية .

وظائف المولبيدينوم الفسيولوجية :

1-يلعب دورا في تثبيت غاز النتروجين وفي تمثيل النترات .
2-يلعب دورا في ايض الفسفور .

اعراض نقص المولبيدينوم:

1- تبرقش المناطق المصفرة مابين عروق الاوراق السفلى يعقبه موت الحواف والتفاف الاوراق .
2- يسبب مرض الذنب السوطي على القرنابيط .

ملاحظة :ان عنصر H وo ياخذ من الجو عن طريق الثغور
عنصر السليكون :بعض النباتات تحتاجه مثل والدخن والشعير وزهرة الشمس .
عنصر الكلور :عنصر ضروري لنمو الحنطة السوداء والطماطة
عنصر البروم :يحل محل Cl في نبات البنجر السكري
عنصر الكوبلت :مهم للطحالب الخضر المزرقة ولكن ساما للنباتات الراقية .