التغذية المعدنية للنبات

أمكن معرفة العناصر اللازمة لتغذية النبات وذلك عن طريق استخدام المزارع الرملية والمائيــة. ووجــد أن العناصر التي ثبت أن النبات يعاني نقصاً في النمو عند غياب واحد أو أكثر منها هي:

الكربون ــ الأيدروجين ــ الأكسوجين ــ النيتروجين ــ الفوسفور ــ البوتاسيوم ــ الكبريت ــ الكالسيوم ــ المغنسيوم ــ الحديد. ويسمي بالعناصر الكبرى. هذا بالإضافة إلي بعض العناصر الأخرى الأساســية لحيــاة النبات ولكنه يحتاجها بكميات بسيطة جداً ومنها: البورون ــ المنجنيز ــ الزنك ــ النحاس ــ الموليبــدنم ــ الكلور ويطلق عليها العناصر الصغرى.

شروط العنصر الأساسي:

يكون العنصر أساسياً في تغذية النبات في الحالات التالية:

- **لا يستطيع النبات إكمال دورة حياته كاملة في غياب هذا العنصر.**
- **لا يمكن تعويض غياب هذا العنصر بعنصر آخر.**
- **لابد وأن يكون له دور مباشر في التحولات الغذائية ويكون تأثره مباشر علي النبات.**
- **لابد وأن يكون الإحتياج لهذا العنصر واسع الإنتشار وعلي مستوي عدد كبير من النباتات والأنواع.**

أهمية العناصر المعدنية للنبات:

- **تلعب دوراً مهماً في الحفاظ علي الضغط الإسموزي للخلايا.**
- **تدخل في تركيب مكونات الخلايا.**
- **تلعب دوراً في تنظيم درجة PH في الخلية وذلك بتفاعلها مع الأحماض الموجودة بالخلية.**
- **تلعب دوراً في إحداث التضاد وحماية الخلية من السمية.**
- **تنشيط الإنزيمات مثل العناصر الصفري.**
- **تعمل كمصادر للطاقة.**

الدور الذي تقوم به العناصر المعدنية في حياة النبات وأعراض نقصها

أولاً: العناصر الكبرى

١ ـ 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.

٢ ـ الفوسفور

- يشترك 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.

٣ ـ 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 وتحتــرق حوافهــا والأوراق المسنة مجعدة ومكرمشة.**
- **يتوفر بالأراضي المصرية ولكن الأراضي الرملية فقيرة في محتواها من البوتاسيوم.**

٤ ـ 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.**

٥ ـ 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.**

٦. المغنسيوم

- **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 RNA & DNA .**
- **وجوده ضروري لتنشيط إنزيمات كالفن وخاصة RUBP- PEP-casboxylase 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.**

٧. الحديد

- **يعتبر الحديد عنصراً أساسي ولكن بتركيزات منخفضة.**
- **مهم جداً لتكوين الكلوروفيل ولو أنه لا يدخل في تركيبه.**
- **يدخل في تركيب إنزيمات الأكسدة (الأوكسيديزات والبيروكسيديزات) والسيتوكروم.**
- **من أهم أعراض نقص هذا العنصر: إصفرار الأوراق الحديثة بينما الأوراق المسنة تبدو طبيعية وهذا يدل علي أن الحديد من العناصر الساكنة غير المتحركة في النبات.**

- **تكثر أعراض نقص الحديد في الراضي القلوية فيوجد في صورة غير صالحة للإمتصـــاص ويعمـــل وجود النحاس والمغنسيوم علي خفض معدل إمتصاص الحديد وذلك لحدوث ظاهرة التضاد.**

ثانياً: العناصر الصغرى

١ ـ البورون

- **§ له دور مهم في تكوين الهرمونات وأيض الدهون وهو عنصر ساكن.**
- **§ يعمل كمنظم لمعدل الإمتصاص وفقد الماء وإمتصاص النتروجين.**
- **§ له دور مهم في تكوين العقد الجذرية في النباتات البقولية.**
- **§ له دور مهم في تكوين العقد الجذرية في النباتات البقولية.**
- **§ نقصه يؤدي إلي تشوه الأطراف النامية وموت قواعد الأوراق. وتشقق الســـيقان وتصـــبح الأوراق قصيرة وسميكة وسهلة التكسير وتتلف الثمار ويظهر عن نقصه أيضاً ظاهرة تعفن القلب في بنجـــر السكر والقلب البني في اللفت وتشقق ساق الكرفس.**

٢ ـ النحاس

- **§ يدخل في تركيب كثير من إنزيمات الأكسدة والإختزال.**
- **§ هذا العنصر سام للنبات ولكن ظاهرة التضاد وخاصة في التركيزات المنخفضة تخفف كثيراً من حدة السمية لهذا العنصر.**
- **§ كثيراً ما استخدم كمبيد فطري وكذلك للتخلص من الطحالب في المياه الراكدة.**
- **§ نقصه يؤدي إلي إصفرار الأوراق في النجيليات وذبولها وعـــدم ظهـــور الأعـــراض علـــي الأوراق السفلي.**

٣ ـ الزنك

- **§ عامل مساعد في تفاعلات إنزيمات الأكسدة والإختزال.**
- **§ عامل مساعد في تفاعلات الأوكسينات.**
- **§ يلعب دوراً هاماً في تكوين الأحماض النووية والبروتينات.**

- **تظهر أعراض نقصه في أشجار الفاكهة حيث تتشوه الأوراق وتصبح صغيرة ورفيعة والساق قصيرة وتسقط الأزهار قبل تفتحها.**

٤. المولبدينم

- **يلعب دوراً هاماً في تحول النترات إلي أمونيا داخل الخلية تمهيداً لعملية بناء الأحماض الأمينية والبروتينات.**
- **مهم في تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة بكتيريا الرايزوبيوم.**
- **من أعراض نقصه إحتراق الأوراق (والتي تتشابه مع أعراض نقص كل من النحاس والزنك) فتظهر بقع بنية علي الأوراق وتموت حوافها وسقوط الأزهار.**

٥. المنجنيز

- **عامل مساعد في تفاعل الضوء في عملية البناء الضوئي.**
- **يدخل في تركيب الإنزيمات ويعمل كمرافق إنزيمي لإتمام عمليات الأكسدة والإختزال.**
- **يساعد في عملية إنقسام البلاستيدات الخضراء.**
- **أهم أعراض نقصه إصفرار الأوراق مع بقاء العروق خضراء وعد إزهار النباتات.**

٦. الكلور:

- **عامل مساعد في عملية التحلل الضوئي للماء في تفاعل الضوء في عملية البناء الضوئي.**
- **أعراض نقصه تشبه إلي حد كبير أعراض نقص المنجنيز.**

هذا بالإضافة إلي بعض العناصر الأخرى التي قد يحتاجها نبات معين فلقد وجد بعض العلماء أن:

- **عنصر الصوديوم يكون أساسياً لنمو بعض الطحالب البحرية وخاصة الطحالب الخضراء المزرقة وفي النباتات الراقية يحل الصوديوم محل البوتاسيوم.**
- **عنصر السليكون يكون مهماً لنمو نباتات الأرز والبنجر والشعير وعباد الشمس.**
- **الألمونيوم يحسن نمو بعض النباتات إلا أنه معروف بسميتة أكثر من نفعه.**

- **الجاليوم من المشكوك فيه أن أى نبات يحتاج إلى جاليوم إلا أن بعض العلماء أوضح أحتياج نبات عدس الماء لهذا العنصر.**
- **الكوبلت وهو مكون لفيتامين B_{12} ويحتاجه القليل من الطحالب الخضراء المزرقة إلا أنه يعتبر سام للنباتات.**

دراسة نقص العناصر اللازمة للنبات

يمكن الإستدلال على نقص عنصر معين عن طريق الدراسات التالية:

أولاً: دراسة أعراض نقص عنصر معين على مظهر النبات بالحقل

نتيجة لنقص عنصر معين يبدو النبات غير طبيعياً (مرض فسيولوجى) وتظهر علية أعراض مرضية مثل الإصفرار وتجعد الأوراق وإحتراق حوافها وتساقط الأزهار وقصر الساق. وقد سبق ذكر أعراض نقص كل عنصر عند تناوله سابقاً.

ثانياً: التحليل الكيماوى للتربة

تحتوى التربة على نوعين من الأملاح هما:

- **نوع صالح وهو متيسر للنبات الحصول علية وفى صورة ذائبة ويشمل جميع الأملاح الذائبة ويحصل علية بسهولة.**
- **نوع غير صالح ويشمل الأملاح الغير ذائبة أو صعبة التحلل وهذه النوعية عند تحللها البطيء يمكنها التحول إلى الصورة الذائبة.**

وتحليل التربة يعطى صورة عن نقص عنصر معين فى التربة ويتضح من التحلل أن العنصر قد يكون غائباً أو موجوداً ولكن فى صورة غير صالحة (غير ذائب) لإفادة النبات بصورة مباشرة.

ثالثاُ: الإختبارات البيولوجية على التربة

ويجرى هذا الإختبار لإكتشاف مدى قدرة هذه التربة على نمو بعض النباتات فيتم مثلاً إنماء بعض الأحيـــاء الدقيقة مثل الأزوتوباكتر أو نمو بادرات بعض النباتات. ويدل نمو هذه البادرات على مدى كفاءة هذه التربة على إمداد النبات بحاجته من المواد الغذائية الأساسية اللازمة لحياته.

رابعاً: الإختبارات الكيماوية على الأنسجة النباتية

بتحليل أنسجة النبات يمكن تحديد العنصر الناقص فى التربة.

الـــمزارع الغـــذائية

تزرع النباتات بدون إستخدام التربة الطبيعية كبيئة للنبات فقد تزرع أما فى المحاليل الغذائية مباشرة أو فى رمل نقى ونظيف وتروى بالمحاليل الغذائية. فإذا اتبعت الطريقة الأولى سميت مزارع مائية أمـــا إذا اتبعـــت الطريقة الثانية سميت مزارع رملية.

ـ المزارع المائية

- **تستعمل أوانى زجاجية نظيفة وتغسل بحمض الكروميك ثم بالماء العادى ثم بالماء المقطر عدة مـــرات لإزالة جميع الأيونات الملوثة للزجاج.**
- **الأملاح المستخدمة فى المحلول الغذائى يجب أن تكون نقية جداً.**
- **تغطى الأوانى الزجاجية بورق أسود من الخارج لتحجب الضوء عن جذور النباتات.**
- **تغطى الأوانى بغطاء مثقب من الفلين بعد تغطيتة بطبقة ن الشمع لتعمل على حمل وتدعيم النبات.**
- **لكى تتمكن الجذور من النمو وإمتصاص المواد الغذائية من الماء فلابد لها من التنفس وهذا لا يتـــوفر إلا بالتهوية الجيدة والمستمرة وذلك بدفع الهواء على صورة فقاعات فى المزرعة.**
- **لابد من تغيير الحلول كل فترة وذلك أن المحلول يتغير وذلك لإمتصاص العناصـــر بدرجـــة أكبـــر مـــن الأخرى فيختل التوازن الأيونى بالمحلول والذى قد يصبح ساماً بعد فترة.**