

التغذية المعدنية للنبات Mineral Nutrition

تعد التغذية المعدنية للنبات أحد الأسس الهامة في دراسة الفيزيولوجية النباتية ، فالحالة الصحية للنباتات تتوقف إلى حد كبير على تغذية ملائمة ، إذ أن التغذية السيئة تسبب اضطرابات استقلابية في النمو والتكاثر ، وتنعكس على إنتاج النباتات ، فنقص هذا العنصر أو ذلك سيؤدي حتما إلى تغيرات مورفولوجية ظاهرة نتيجة لتغيرات فيزيولوجية سابقة داخل أنسجة النبات ، و يدخل في تركيب النباتات تقريبا كل العناصر المعروفة ، ومع ذلك فالكثير منها لا ينتمي إلى العناصر الضرورية ، إذ يعد العنصر ضروريا إذا كان :

١- غيابه يؤثر في دورة الحياة الطبيعية للنبات.

٢- قلة العنصر تسبب تغيرات خاصة في النشاط الحيوي عند النباتات ، التي تزول عند إضافة ذلك العنصر.

٣- يساهم بشكل مباشر في عمليات تحول الطاقة والمواد.

فبالإضافة إلى عناصر الكربون والأكسجين والهيدروجين التي يحصل عليها من الماء والهواء ، يحتاج النبات لكي ينمو طبيعياً إلى عدد من العناصر الأخرى وهي :

١- **العناصر الكبرى Macroelements** : وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً (أكثر من ١٠ جزء بالمليون) حيث قدر محتواها في المادة الجافة للنبات ما بين 0.1 الى 6% وتشمل: النتروجين (N) ، البوتاسيوم (K) ، الفوسفور (P) ، الكالسيوم (Ca) ، المغنيزيوم (Mg) ، الكبريت (S) .

٢- **العناصر الصغرى Microelements** : وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة نسبياً (أقل من ١٠ جزء بالمليون) ولا تدخل في تركيب المركبات الأساسية للنبات بل تعمل كمساعدات أنزيمية وتشمل: الحديد (Fe) ، المنغنيز (Mn) ، النحاس (Cu) ، الزنك (Zn) ، المولبيديوم (Mo) ، الكوبالت (Co) ، البورون (B) ، الكلور (Cl) .

وتمتص النباتات العناصر المعدنية (الكبرى والصغرى) على صورة أملاح ذائبة في ماء التربة بواسطة الأوبار الماصة التي تشكل الأجزاء الرئيسية في المجموع الجذري .

الوظائف الفيزيولوجية للعناصر:

١- وظيفة تركيبية أو بنيوية مثل: (Ca-N-Mg-P-S)(Fe-Zn-Cu)

٢- دور وظيفي مثل: Ca-Mg-Mn-Bo-Fe

٣- دور تنظيمي ينحصر في ضبط الضغط الاسموزي في الخلايا مثل: k-Ca-Mg-Bo-Mn

إن دراسة نقص العناصر يساعد في تحديد حاجة النبات للعناصر الغذائية نسبياً حيث:

- ١- تختلف أعراض نقص عنصر ما على النبات بحسب النوع و طور النمو
- ٢- في حال وجود نقص أكثر من عنصر معدني يصعب تحديد الأعراض على النبات بسبب تداخل المظاهر
- ٣- هناك تأثيرات متبادلة للعناصر المعدنية
- ٤- تتشابه أعراض نقص بعض العناصر المعدنية مع أعراض العطش و أضرار الرش بالمبيدات الحشرية و المرضية

العناصر المعدنية ودورها الحيوي:

١- الآزوت:

- ١- يدخل في تركيب جزيء البروتين ضمن مجموعة الأمين في الحمض الأميني
- ٢- يدخل في تركيب الأنزيمات و المرافقات الأنزيمية و الأحماض النووية و الكلوروفيل
- ٣- يدخل في بناء الأغشية الخلوية
- ٤- يدخل في بناء المركبات الحاملة للطاقة و المانحة لها مثل ATP
- ٥- يدخل في تركيب السيتوكروم اللازم لإتمام عمليات التأكسد الطربي في عملية التنفس و التي تقوم بدور مضخة لامتنصاص الأيونات من التربة أثناء الامتنصاص النشط للأملاح

٢- الفوسفور:

- ١- يدخل في تكوين الفوسفوليبيدات و المرافقات الأنزيمية
- ٢- يدخل في بناء المركبات الغنية بالطاقة مثل ATP

٣- يدخل في تركيب الأحماض النووية

٤- يدخل في بناء الأغشية الخلوية

٣- البوتاسيوم:

١- لا يدخل في تركيب الخلية النباتية

٢- يلعب دورا هاما في فتح و اغلاق الثغور التنفسية من خلال التحكم في التوازن المائي داخل النبات

٣- تنشيط الأنزيمات المصاحبة لعملية تمثيل الروابط الببتيدية

٤- تنشيط الأنزيمات التي تصاحب تمثيل الكربوهيدرات و تنظيم حركة الذائبات

٥- يلعب دور رئيسي في السيادة القمية

٤- الكالسيوم:

١- يدخل في تركيب الصفيحة الوسطية على هيئة بكتات الكالسيوم

٢- يشترك في تنظيم الكروماتين على المغزل أثناء الانقسام الميتوزي

٣- تنشيط بعض الأنزيمات مثل :الأرجنين كيناز- ادونوزين تريفسفات

٥- الكبريت:

١- يدخل في تركيب بعض الأحماض الأمينية مثل السيستين-المثيونين

٢- يقوم بالربط بين جزيئات البروتين عن طريق رابطة ثنائية الكبريتيد

٣- يدخل في تركيب بعض الفيتامينات (البيوتين و الثيامين) و المرافق الأنزيمي COA

٤- يدخل في تركيب مجموعة السلفهيدريل (المركز النشط في الكثير من الأنزيمات)

٥- يلعب دورا في عملية التمثيل الضوئي و استقلاب الآزوت

٦- المغنيزيوم:

١- يدخل في تركيب جزيء الكلوروفيل

- ٢- تنشيط العديد من الأنزيمات المسؤولة عن استقلاب المواد الكربوهيدراتية
- ٣- تنشيط الأنزيمات التي تصاحب تمثيل الأحماض النووية من خلال ارتباطه بالأنزيم و ATP ليكون معقد محلي
- ٤- يقوم بدور العامل المساعد في تفاعلات تثبيت CO₂ لعدة انزيمات
- ٥- يعتقد أنه عامل الربط لدقائق الريبوزوم عند تكوينها للبروتينات أثناء عملية الترجمة

٧- الحديد:

- ١- يدخل بتركيب السيتوكروم الذي يساهم بعملية الانسياب الالكتروني في الميتوكوندريا أثناء التنفس الطرقي أو خلال الأكسدة الضوئية الدائرية
- ٢- لا يدخل في تركيب الكلوروفيل لكنه يصاحب أنزيمات تمثيل الكلوروفيل
- ٣- يدخل في كل مكونات الفلافوبروتين

٨- المنغنيز:

- ١- يقوم بدور العامل المساعد للأنزيمات في عمليات التنفس (دورة كريبس)
- ٢- يقوم بدور العامل المساعد في أنزيمات أكسدة الاكسين الطبيعي
- ٣- يقوم بدور العامل المساعد في اختزال النترات
- ٤- يساهم في عملية الانسياب الالكتروني من جزيء الماء إلى جزيء الكلوروفيل في تفاعلات الضوء أثناء عملية التمثيل الضوئي

٩- البورون:

يكون مع المركبات الكربوهيدراتية معقدات بوراتية تسهل الانتقال عبر الأغشية الخلوية

١٠- الزنك:

- ١- يلعب دور اساسي في تمثيل الاكسين الطبيعي في النبات
- ٢- تنشيط أنزيمات تحلل حمض الكربون الضعيف

٣- تنشيط أنزيمات الأكسدة و الاختزال

٤- تنشيط الأنزيمات الناقلة للفوسفات

١١- النحاس:

١- يقوم بدور العامل المساعد في أنزيمات الأكسدة و الاختزال التي تحرر الفينولات (مادة مقاومة و مهاجمة للكائنات الممرضة)

٢- يعمل كحامل للالكترونات في عملية التمثيل الضوئي

٣- يدخل في تركيب البروتينات الموجودة في البلاستيدات الخضراء

١٢- الموليبيديوم:

١- يلعب دور هام في تثبيت غاز الآزوت

٢- يلعب دورا هاما في اختزال NO_3^- داخل الخلية لتكوين NH_4^+ اللازم لتكوين الأحماض الأمينية أثناء تمثيل البروتين

الأعراض العامة لنقص العناصر الغذائية على النباتات :

أعراض النقص التي تظهر على النبات بكامله

١- نقص الآزوت (عنصر نقال) : تقزم النبات و اصفرار الأوراق من الأسفل إلى الأعلى و فيما بعد تصبح الأوراق السفلية بنية اللون و تتساقط و يرجع اصفرار الأوراق إلى هدم الكلوروفيل و ظهور لون صبغة الأنثوسيانين.

٢- نقص الفوسفور (عنصر نقال) : تقزم النبات نتيجة ضعف امتصاص الآزوت ، و تلون الأوراق السفلية بالأخضر المزرق ، نتيجة تراكم المواد الكربوهيدراتية في العروق.

أعراض النقص التي تظهر على الأوراق السفلية

١- نقص البوتاسيوم: اصفرار الأوراق السفلية ثم احتراق الورقة.

٢- نقص المغنيزيوم: اصفرار الأوراق السفلية مع التقاف حواف الورقة على بعضها.

٣- نقص الزنك: اصفرار الأوراق السفلية مع بقع بنية ميتة بين عروق الورقة.

٤- نقص الموليبيديوم: تبقعات صفراء على الأوراق تصل لدرجة التحلل.

أعراض النقص التي تظهر على الأوراق العلوية

١- نقص المنغنيز: اصفرار الأوراق العلوية مع ظهور بقع متحللة بوضع منتظم على شطري الورقة.

٢- نقص النحاس: احتراق حواف الأوراق العلوية و انحناء النصل.

٣- نقص الكبريت: ظهور بقع صفراء مع تلون عروق الورقة بالأخضر الفاتح.

٤- نقص الحديد: اصفرار الأوراق العلوية مع بقاء العروق خضراء.

أعراض النقص التي تظهر على الأوراق العلوية مع موت البرعم الطري

١- نقص الكالسيوم: تشوه الأوراق العلوية (تأخذ شكل الخطاف مع تفصيص النصل).

٢- نقص البورون : تشوه الأوراق العلوية.

طرق الكشف عن العناصر المعدنية الضرورية :

يمكن أحياناً تمييز نقص العنصر بمجرد الرؤية ، غير أنه في كثير من الأحيان وخاصة عندما تتشابه الأعراض يصبح الاكتفاء بالتشخيص العيني أمر غير كاف ، خاصة عندما يتطلب الأمر علاجاً لنقص بعض العناصر لذا كان هناك عدة طرق للكشف عن هذه العناصر منها طريقة الترميد وطريقة العصارة النباتية:

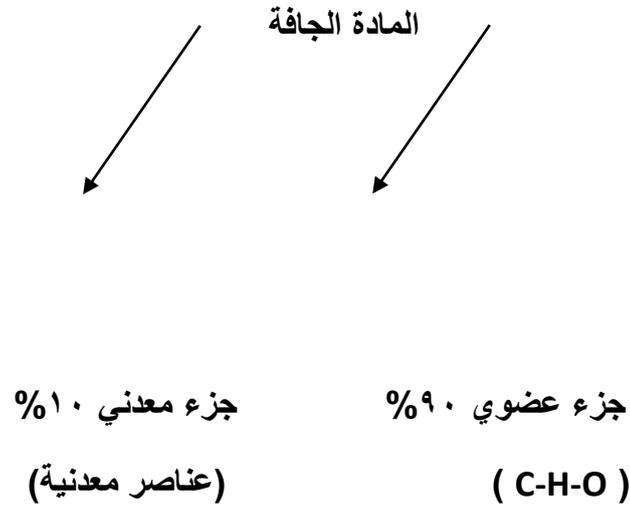
- طريقة الترميد:

نأخذ ٥٠-١٠٠ غ من انسجة حية نباتية و نضعها في فرن درجة حرارته ١٠٠ - ١٠٥ م° ، فإن الماء والذي تتراوح نسبته من ١٠ - ٩٥% يتبخر من النسيج النباتي وتبقى المادة الجافة و القسم الأكبر منها هي مواد عضوية (مائيات فحم ، دهون ، بروتينات ، حموض عضوية ، أنزيمات ...) وتصل نسبتها حوالي (٩٠%) ، ومواد لا عضوية (١٠%) وتشمل العناصر المعدنية ، فإذا ما أحرقت المادة الجافة عند درجة حرارة حوالي ٦٠٠ م° ، لمدة ٥ ساعات عندها يحترق ما فيها من مواد عضوية وتخرج نواتج التحلل على هيئة غازات ، أما البقايا المتخلفة التي تعرف بالرماد فتحتوي على العناصر التي امتصها النبات من وسط نموه على شكل أملاح أو

أيوناتها ، باستثناء الأزوت الذي يتحول إلى غاز .

وتختلف نسبة الرماد في النبات باختلاف الأعضاء والأنسجة النباتية ، حيث أن النسج التي تتصف بنشاط وظيفي ممتاز ، تكون نسبة رمادها عالية .

ففي الثمار الغضة والأنسجة الخشبية تكون نسبة الرماد فيها أقل من ١% من وزنها الجاف ، وفي البذور والحبوب تصل النسبة إلى ٣ أو ٤% ، أما في الأوراق فتحتوي من ١٠ - ١٥% .



ولتقدير نسبة الماء والمادة الجافة والرماد في الأنسجة النباتية نتبع مايلي :

$$النسبة \text{ المئوية للماء في العينة النباتية } (\%) = \frac{\text{وزن الماء في العينة}}{\text{الوزن الرطب}} \times 100$$

وزن الماء في العينة = الوزن الرطب للعينة - الوزن الجاف

النسبة المئوية للمادة الجافة في العينة النباتية من خلال العلاقة التالية :

$$النسبة \text{ المئوية للمادة الجافة في العينة النباتية } (\%) = \frac{\text{الوزن الجاف في العينة}}{\text{الوزن الرطب}} \times 100$$

النسبة المئوية للرماد في العينة من خلال العلاقة التالية :

$$100 \times \frac{\text{وزن الرماد في العينة}}{\text{الوزن الجاف}} = (\%) \text{ النسبة المئوية للرماد في العينة النباتية الجافة}$$

ويمكن حسابها أيضاً من الوزن الرطب للعينة وفق العلاقة :

$$100 \times \frac{\text{وزن الرماد في العينة}}{\text{الوزن الرطب}} = (\%) \text{ النسبة المئوية للرماد في العينة النباتية الرطبة}$$

الكشف عن بعض العناصر المعدنية الموجودة في الرماد النباتي :

أن الصورة التي توجد عليها العناصر في الرماد ليست هي التي توجد عليها في النبات ، فهي تكون عادة في الرماد

على هيئة أكاسيد وللكشف عن هذه العناصر المعدنية نقوم بما يلي:

نذوب ١ غ من الرماد في ٢٥ مل من حمض الخل تركيز ٣% ونرشح المزيج ونحتفظ بالراشح .

١- الكشف عن الفوسفور :

خذ ١ مل من الرشاحة وضع ١٠ نقاط من كاشف موليبيدات الأمونيوم بتركيز ٢,٥% خض الانبوب ثم اضع قطعة من صفيحة تنك بمساحة ٤ مم او ضع بضع نقط من محلول كلور القصديري و رج الانبوب فيظهر لنا راسب ازرق يدل على وجود الفوسفور وتزداد شدة اللون بازدياد تركيز الفوسفور.

٢- الكشف عن الكلور :

أضف ١ مل من الرشاحة في انبوب اختبار اضع اليها نقطتين من محلول آزوتات الفضة خض النبوب ثم اضع اليها ٤ نقاط من محلول حمض الخل ٢٥% يتكون راسب أبيض واذا لم ينحل هذا الراسب بعد تكونه دل على وجود الكلور.

٣- الكشف عن الكالسيوم :

خذ كمية من الرشاحة ١ مل وأضف إليها ٥ قطرات من محلول أوكزلات الأمونيوم المشبع إن تكون راسب أبيض من أوكزلات الكالسيوم دليل على وجود الكالسيوم.

٤- الكشف عن البوتاسيوم :

خذ ١ مل من الرشاحة وأضف ٦ قطرات من محلول نترات الكوبالت و الصوديوم راج الانبوب ثم اضع ٢ مل من الكحول بتركيز ٩٥% ان حصول راسب اصفر دليل على وجود البوتاسيوم.

٥- الكشف عن الحديد :

خذ ١ مل من الرشاحة في انبوب اختبار ، وأضف إليها ٥ قطرات من محلول ثيوسيانات الامونيوم تركيزه ٢٠% راج الأنبوب ثم اضع ٢ مل من حمض كلور الماء (٣ نظامي) ، ان حصول لون زهري فاتح دليل على وجود الحديد.

٦- الكشف عن المغنيزيوم :

خذ ١ مل من الرشاحة وأضف إليها ٢-٦ قطرات من ماءات الصوديوم تركيزه ٥% خض الانبوب واضف اليه نقطتين من محلول اصفر التان بتركيز ٠.١٥% المذاب في كحول بتركيز ٧٥% ، ظهور لون برتقالي يدل على وجود المغنيزيوم.

٧- الكشف عن المنغنيز :

خذ ١ مل من الرشاحة وضعها في أنبوب اختبار أضف إليها ١ مل من ماءات البوتاسيوم تركيزه ١% ، ثم راج الأنبوب جيداً ، ثم أضف نقطة من كاشف البنزيدين (ويستحسن الاستغناء عنه ، يعد في عداد المسرطنات الجلدية) ، إن ظهور لون أزرق ضارب للخضرة دليل على وجود المنغنيز.

٨- الكشف عن الكبريتات :

خذ ١ مل من الرشاحة في أنبوب اختبار ، وأضف إليها نقطتين من كلوريد الباريوم ٧% ثم ٤ قطرات من حمض الخل تركيزه ٢٥% إن تكون راسب أبيض دليل على وجود الكبريتات.

٩- الكشف عن النترات :

أ-ضع ١ملمن الرشاحة في أنبوب اختبار وأضف إليه ١ملمن كاشف ثاني فينيل أمين ، رج الأنبوب جيداً إن ظهور لون أزرق دليل على وجود النترات.

ب- اعمل من ٤ - ٥ مقاطع في ساق نبات أو في عنق ورقة ، وضعها في زجاجة ساعة ، ثم أضف إليها عدة قطرات من كاشف ثاني فينيل أمين إن تلون المقاطع بلون أزرق غامق دليل على احتوائها نسبياً عالية من النترات.