- استعمال طرق وأساليب زراعية مختلفة: كالزراعة على مروز وفوق مستوى الماء في المرز وليس في أعلاه. **لماذا ؟**
- إجراء بعض المعاملات للتربة مثل إضافة بعض المصلحات (كالجبس والكلس) وخاصة في الترب الصودية.

**تتراكم النترات في الترب الملحية عن طريقين :**

- تحويل النتروجين من المادة العضوية إلى نترات بعمليتين النشدرة (Ammonification) والنترجة (Nitrification) ثم يتم اتحاد النترات الناتجة مع الكالسيوم الموجود في كربونات الكالسيوم لتكوين نترات الكالسيوم التي تستهلك من قبل النباتات النامية في التربة بنفس السرعة التي تتكون بها .

- تراكم النترات يأتي من تثبيت النتروجين الجوي الناتج من فعاليات بعض البكتيريا المثبتة للنيتروجين التي تسمى ببكتيريا الأوزون حيث النيتروجين الداخل في تكوين أجسام بكتريا النيتروجين يتحول الى نترات في التربة عند موت تلك البكتيريا .

## المحاضرة الثالثة عشر

## العناصر الغذائية المهمة في التربة وعلاقتها بنمو النبات

تحصل النباتات على جميع العناصر الغذائية ما عدا الكربون من التربة، وهناك ستة عشر عنصراً ضرورياً لنمو النباتات إلا أن أربعة منها فقط وهي الهيدروجين والأوكسجين والنتروجين والكلور تتمكن من الحركة خلال الجو بحيث يمكن توزيعها على مساحات كبيرة لاستفادة النبات والأحياء الدقيقة منها، وفي التربة لا تزيد المسافة التي تقطعها هذه العناصر في معظم الأحوال عن بضعة مايكرونات، أما حركتها مع محلول التربة فإنها تتحرك لمسافات أطول قليلاً. وبسبب كون معظم العناصر الغذائية غير قابلة للحركة في التربة، فإن على جذور النباتات أن تتغلغل وتمتد في التربة حتى يحصل النبات على العناصر الغذائية، ويتم تحرر العناصر الغذائية من الجزء الصلب إلى محلول التربة عن طريق:

- ذوبان معادن التربة.
- ذوبان بعض المواد العضوية في التربة.
- ذوبان بعض الأملاح القليلة الذوبان.
- تبادل الايونات الموجبة بين معقد التبادل ومحلول التربة.

**العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات:**

تقسم العناصر الغذائية إلى قسمين:

١) العناصر الرئيسية: تتمثل بـ (النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكربون والهيدروجين والأوكسجين والكبريت).

٢) العناصر الثانوية: يحتاجها النبات بكميات ضئيلة وتسمى بالعناصر الصغرى مثل (الحديد والمنغنيز والنحاس والزنك والبورون والمولبيدنم) وأيضا عنصر الكلور.

وتتواجد هذه العناصر بنسب مختلفة في التربة، ويقوم النبات بامتصاص هذه العناصر بأشكال وصور أيونية مختلفة وكما مبينة في الجدول أدناه

| العناصر الكبرى (الرئيسية) | | | العناصر الصغرى | | |
|---|---|---|---|---|---|
| العناصر | الرمز الكيميائي | الشكل الأيوني الذي يمتص فيه الايون | العناصر | الرمز الكيميائي | الشكل الأيوني الذي يمتص فيه الايون |
| النتروجين | N | $NH_4^+ - NO_3^-$ | الحديد | Fe | $Fe^{+2}$ , $Fe^{+3}$ |
| الفسفور | P | $H_2PO_4^- - HPO_4^{-2}$ | المنغنيز | Mn | $Mn^{+2}$ , $Mn^{+3}$ |
| البوتاسيوم | K | $K^+$ | البورون | B | $BO_3^{-3}$ , $B(OH)_3$ |
| الكالسيوم | Ca | $Ca^{+2}$ | المولبيدنم | Mo | $MoO_4^{-2}$ |
| المغنيسيوم | Mg | $Mg^{+2}$ | النحاس | Cu | $Cu^+$ , $Cu^{+2}$ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| الكبريت | S | $SO_4^{-2}$ , $SO_3^{-2}$ , $SO_2$ | الزنك | Zn | $Zn^{+2}$ , $Zn(OH)_2$ |
| الكلور | Cl | $Cl^-$ | | | |

**تركيز العناصر في النبات:**

يختلف تركيز العناصر الغذائية في النبات بدرجة كبيرة جداً فنلاحظ أن معدل تركيز الموليبدنم لا يزيد عن (٠,١ جزء بالمليون) بينما معدل تركيز الهيدروجين قد يزيد على (٦٠٠٠٠ جزء بالمليون)، أما بقية العناصر فان تركيزها تتراوح بين هاتين القيمتين (لاحظ الجدول ٨-٣) ص٢٢٢ . ونؤكد هنا أن تراكيز ونسب العناصر تختلف بين أصناف النباتات المختلفة، إضافة إلى اختلافها في نباتات نفس الصنف عند نموها تحت ظروف بيئية مختلفة.

**مفهوم جاهزية العناصر الغذائية:** تعتمد جاهزية العنصر للنبات على كل من:

- الصيغة الكيميائية للعنصر.
- موقع العنصر بالنسبة للجذور التي تقوم بعملية الامتصاص.

ويكون العنصر جاهزاً من الناحية الكيميائية عند وجوده إما بصورة ذائبة أو متبادلة، أما من حيث الموقع فيكون العنصر جاهزاً عندما يكون على اتصال مباشر مع جذور النبات، ولأجل أن يتم امتصاص أي عنصر فلا بد أن يتصف بصفتي الجاهزية (الذائب والمتبادل)، يمكن لبعض العناصر غير الجاهزة أن تتحول بشكل أو بآخر إلى الصورة الجاهزة، وهذه صفة مهمة في تحديد خصوبة التربة وقابليتها على تجهيز النبات بالعناصر الجاهزة.

الترب الخصبة قادرة على إمداد النبات بالعناصر الغذائية كما يجب أن تكون قادرة على إطلاق العناصر الغذائية غير الجاهزة من الأجزاء العضوية والمعدنية وتحويلها إلى صورها الجاهزة كي تتمكن من تجهيز النبات بتلك العناصر بالكميات المطلوبة لفترات طويلة، أما الترب غير الخصبة فمن الضروري إضافة بعض أو كل العناصر الغذائية لها على فترات عن طريق التسميد لأجل أن تكون قادرة على تجهيز العناصر للنبات بالكميات الملائمة خلال فترة نموه.

يتم انتقال العناصر الغذائية من التربة إلى الجذور أما عن طريق

١) تبادل الايونات بالتماس بين سطوح الغرويات والجذور.

٢) انتقال الايونات من محلول التربة الجذر.

إن انتقال الايونات من المحيط الخارجي إلى داخل الأنسجة الجذرية يتم إما عن طريق الانتشار أو بواسطة التبادل الأيوني، ويتصف هذا الانتقال بما يلي:

- لا يعتمد على الفعاليات الحيوية للأنسجة، أي انه لا يحتاج إلى طاقة.
- لا يكون انتقائياً.
- يتصف بكونه عكسياً (Reversible).

**أهمية العناصر الغذائية لنمو النبات:** إن لكل عنصر غذائي واجبات محددة داخل النبات ولا يمكن لأي عنصر أن يعوض بصورة كاملة عن أي عنصر آخر، ورغم أن لكل عنصر عمل معين في النبات فمن الضروري أن تعمل هذه العناصر بصورة مجتمعة للحصول على أحسن نمو للنبات، كما تؤثر العناصر الغذائية على النباتات بواحدة أو أكثر من الطرق التالية:

١) الدخول في تركيب خلايا وأنسجة النبات.
٢) القيام بدور العامل المساعد في بعض العمليات الحيوية.
٣) التأثير على عمليات الأكسدة والاختزال.
٤) المساعدة على تنظيم درجة تفاعل النبات.
٥) التأثير على الضغط الازموزي في للنبات.
٦) التأثير على امتصاص العناصر الضرورية من قبل النبات.
٧) تهيئة بيئة أكثر ملائمة لنمو الجذور.

**الكربون والهيدروجين والأوكسجين:** تدخل هذه العناصر في تكوين الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وهذه المركبات تكون معظم جسم النبات، إذ أن الهيدروجين والأوكسجين يكونان الماء الذي تزيد نسبته على ٨٠٪ من الوزن الرطب لمعظم النباتات، أما بالنسبة للوزن الجاف للنبات فان أكثر من ٩٠٪ منه يتكون من الكربون والهيدروجين والأوكسجين.

**النيتروجين:**

يعتبر النتروجين من العناصر الضرورية فهو يؤثر بدرجة وبسرعة تفوق درجة وسرعة تأثير أي عنصر من العناصر الأخرى المضافة في السماد، وتؤدي زيادة النتروجين في محلول التربة إلى زيادة النمو الخضري للنبات وتكون الأوراق داكنة الخضرة، وهو يوجد في الأجزاء الفتية من النبات بنسبة اكبر من الجزاء القديمة.

**فوائده للنبات:**

١) يدخل في بناء الخلايا النباتية.
٢) يدخل في تركيب الأحماض الامينية والبروتينات.
٣) يدخل في تركيب الإنزيمات والهرمونات.
٤) يساعد في امتصاص الفسفور والبوتاسيوم.
٥) يدخل في بناء الكلوروفيل، لذلك له أهمية في عملية التركيب الضوئي.

**أعراض نقص النيتروجين:**

١) ضعف النمو وتقزم النبات.
٢) تكون السيقان والأوراق ضعيفة.
٣) يحث تساقط للأوراق القديمة .
٤) يحدث اصفرار للأوراق الحديثة.
٥) إعاقة في نمو الجذور.
٦) السيقان والأوراق تصبح رفيعة.

ومع أهمية النيتروجين بالنسبة لنمو النبات فان زيادته عن حد معين يؤدي إلى زيادة النمو الخضري بشكل لا يكون مرغوباً فيه في العديد من المحاصيل الاقتصادية بسبب اضطجاع النبات، وتأخر النضج وانخفاض إنتاج الثمار والبذور.