

التغذية الحيوية

أكدت نتائج الدراسات العلمية الحديثة خطورة الاستمرار في ما يعرف باسم الزراعة المصنعة **Industrialized Agriculture** والتي يستخدم فيها الأسمدة الكيميائية، حيث تؤدي إلى آثار سلبية على البيئة وتشكل تهديداً خطيراً لصحة الإنسان علاوة على الأثر المباشر لتلك الكيماويات على الكائنات الدقيقة النافعة الموجودة في التربة الزراعية. لذلك بدأ الاتجاه إلى ترشيد استخدام تلك الأسمدة والمبيدات الكيميائية والاهتمام بتكنولوجيا الزراعة العضوية الحيوية **Bio-Organic Farming** وتعرف أيضاً باسم الزراعة الطبيعية **Natural Agriculture**، ويستخدم فيها الأسمدة العضوية والكائنات الحية الدقيقة المفيدة من أجل توفير غذاء صحي مع إنتاجية أكثر وجودة عالية وفي نفس الوقت المحافظة على بيئة نقية ونظيفة. وتتضمن هذه التكنولوجيا تعظيم استخدام الكائنات الحية الدقيقة المفيدة بغرض توظيفها في تحسين الصفات الطبيعية والكيماوية والبيولوجية للتربة، حيث تقوم بحفظ أوازن العناصر في الأراضي الزراعية وتحويل العناصر إلى الصورة الذائبة والميسرة الصالحة لتغذية النبات، كما تشارك في المقاومة البيولوجية لبعض الآفات والأمراض النباتية.

الآثار السلبية لاستخدام الاسمدة الكيميائية.

أشار بعض العلماء الآثار السلبية للاستخدام المفرط في استخدام الاسمدة الكيميائية التي بسببها أصبحت الحاجة ملحة للزراعة العضوية أو استخدام الاسمدة العضوية كبديل عن الاسمدة الكيميائية، ومن هذه الآثار:-

1. الإضافة بكميات كبيرة تؤدي إلى ظهور أعراض التسمم كما يحدث في حالة بعض مركبات النتروجين، إذ إن تراكم النتروجين بأشكال معينة يحدث خطورة على صحة الإنسان كما يحصل في حالة النترات، حيث إن 70 % من أيون النترات في سلة الإنسان الغذائية تأتي من الخضراوات، فضلاً عن التلوث بالعناصر الثقيلة الذي يمكن أن يحصل في التربة مما يؤثر سلباً على الكائنات الحية.

2. زيادة ملوحة التربة و الضغط الازموزي، وقد تحدث نقصاً لبعض العناصر بسبب امتزازها بفعل وجود عناصر أخرى بكميات وفيرة.

3. حدوث خلل في مراحل تطور النبات المختلفة، فقد يؤخر التحول إلى مرحلة الإزهار أو يزيد من إمكانية حدوث الإرتياع ومن ثم قلة الإزهار المبكر وقلة عدد الإزهار والثمار ومن ثم تأخر نضج المحصول، وقد تؤدي وفرتها إلى تكون نباتات طرية رقيقة الجدران تكون عرضة للإصابة بالأمراض والحشرات.

التأثير على خصائص التربة

قامت العديد من البحوث بدراسة آثار الأسمدة والمبيدات الكيماوية على خصائص التربة من حيث تأكل التربة، ومحتوى المادة العضوية بها والتنوع البيولوجي، والتي تعتبر المؤشرات الرئيسية لنوعية التربة. وعلى الرغم من أن استخدام الأسمدة والمبيدات الكيماوية يمكن بصفة

عامة أن يزيد من إنتاجية المحاصيل (crop yield)، إلا أنها تتسبب في تدهور التربة على المدى البعيد. أما من حيث التنوع البيولوجي فإن استخدام المبيدات والأسمدة الكيماوية يخلق بيئة غير متوازنة للأنواع الطبيعية وبالتالي يقلل من التنوع البيولوجي. وحيث أن المبيدات البيولوجية تعتمد على الحفاظ على صحة الكائنات النافعة - الآكلة للكائنات الممرضة (Pest Predators) - فإنها تؤدي إلى استقرار التوازنات البيئية وتزيد من العمليات البيولوجية إلى أقصاها. وتوفر دراسات عديدة أجريت في أوروبا وأمريكا الشمالية أدلة على زيادة التنوع البيولوجي في المزارع العضوية مقارنة بالمزارع التقليدية، وينطبق ذلك أيضاً على الطيور والحيوانات الضخمة حيث إن استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية الكيماوية يؤدي إلى تدهور بيئات التكاثر وحالة الغذاء. أما التربة العضوية فتحافظ على هيكلها وتوفر الغذاء والمأوى، كما يؤدي تقليل استخدام المبيدات الكيماوية إلى جذب أنواع جديدة (دائمة أو مهاجرة) إلى تلك المناطق العضوية من الحياة النباتية أو الحيوانية (كالطيور على سبيل المثال) وكائنات مفيدة للنظام العضوي مثل الأنواع الملقحة والأنواع الآكلة للكائنات الممرضة. أما من حيث هيكل التربة ومخاطر تآكلها، فإن ممارسات بناء التربة مثل دوران المحاصيل، وتبادل المحاصيل، وعلاقات التكافل والتعايش بين الكائنات، ومحاصيل التغطية، والأسمدة العضوية وأدنى حد من الحرث هي ممارسات أساسية في ممارسات الزراعة العضوية، وهي تشجع أيضاً وجود الحيوانات والنباتات المفيدة للتربة وتؤدي إلى تحسين تركيب التربة وهيكلها وتخلق أنظمة أكثر استقراراً. ونتيجة لذلك تزداد العناصر الغذائية (Nutrients) ودوران الطاقة وتحسن قدرات التربة على الاحتفاظ بالعناصر المغذية والمياه مما يعوض عدم استخدام الأسمدة المعدنية. تلعب أساليب الإدارة هذه أيضاً دوراً هاماً في منع تآكل التربة وتدهورها. كما يؤدي ذلك أيضاً إلى تقليل زمن تعرض التربة للعوامل الآكلة وزيادة التنوع البيولوجي وتقليل الفاقد من العناصر الغذائية مما يساعد على الحفاظ على إنتاجية التربة وتحسينها. أدت مشكلة تلوث المياه الجوفية بالأسمدة الكيماوية والمبيدات في كثير من المناطق الزراعية التوجه إلى الزراعة العضوية كنظام يعزز قوام التربة والاحتفاظ بالمغذيات ومن ثم قلة تلوث المياه الجوفية التي تعد من أكبر المشاكل في الدول المتقدمة والتي بدأت اعتماد أسلوب الزراعة العضوية كإحدى التدابير التي يتم من خلالها استعادة القدرات الطبيعية للنظم البيئية. كما أن الزراعة العضوية تخفض من الاحتباس الحراري لقدرتها على استيعاب الكربون في التربة.

تقانات الأسمدة الحيوية في الزراعة :Biofertilizers Technology in Agriculture

انتشر في العقدين الأخيرين استعمال نظام التسميد الحيوي في مناطق مختلفة من العالم ومن ضمنها منطقة الشرق الاوسط أذ إن هذا النظام يعتمد على إضافة بعض الأنواع من الأحياء المجهرية النافعة بهيئة لقاحات تضاف الى التربة او تعامل بها البذور بعد عزل هذه الأحياء وتصنيفها حسب الطرائق العلمية واستعمالها كاسمدة حيوية بكتيرية أو فطرية أو الاثنين معا والسماذ الحيوي عبارة عن مستحضرات طبيعية تحتوي على نوع واحد أو اكثر من الكائنات الحية الدقيقة النافعة غير المعدلة وراثيا والتي لا تحتوي على أي مبيدات أو مواد كيميائية ضارة وهو بالتالي مستحضر آمن من الناحية الصحية. كما إن لها دوراً فعالاً في تحسين خصوبة التربة وذلك بسبب قدرتها على تحرير العناصر الغذائية بصفة مستمرة مما يجعلها آمنة نوعاً ما اذا ماتوفرت الظروف المثالية لنموها لتغطية احتياجات النباتات المعاملة بها وبهذا تساهم في الحد من التلوث البيئي و تعد مصادر غذائية رخيصة الثمن نسبياً كبديل عن الاسمدة الكيميائية. ان أهمية استعمال الأسمدة الحيوية في توفير جزء من العناصر الغذائية المهمة للنبات مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم، فضلاً عن افراز بعض الهرمونات والأحماض التي تعمل كمنظمات لنمو النبات، كذلك افراز بعض المضادات الحيوية مما يساعد على مقاومة بعض الامراض المستوطنة في التربة و يعود بالنفع على النبات و انتاجه. إن المخصبات الحيوية ادخلت في التطبيقات الحقلية من مدة بسيطة وأعطت نتائج مقنعة، ومع هذا فأن التأثير في السوق الزراعية لايزال صغيراً بالقياس الى الأسمدة الكيميائية على الرغم من العمل على إنتاج وتطوير منتجات بكتيرية موثوق بها ويمكن إن تعمل كمكمل للاسمدة المعدنية الموجودة بالسوق .

المحاضرة الثالثة العوامل المؤثرة على عملية النترجة :

التجهيز بالأمونيوم و توفر الاحياء المتخصصة في العملية وتهوية التربة والحرارة و 27-32م والرطوبة و ph (5.5-10) وتوفر المغذيات وفصول السنة.

مسارات النترا المتكونة بعملية النترجة في التربة او المضافة كأسمدة:

تمتص من قبل النباتات النامية وتمتص او تستهلك من قبل الاحياء تتعرض للفقد عن طريق الغسل عند الريات الثقيلة وتفقد بعملية عكس النترجة عند الظروف اللاهوائية.

فقد النتروجين من التربة:

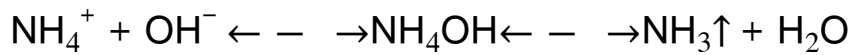
تمتص النباتات النتروجين من التربة على صور ايون الامونيوم وايون النترا وهما الصورتان التي توفرهما الاسمدة النيتروجينية المضافة للنبات بصورة مباشرة او غير مباشرة . ان من اهم طرق فقد النتروجين:-

اولا : تطاير الامونيوم

هو تحول الامونيوم المضاف بالاسمدة او الحوامض الامينية بالاسمدة العضوية او جذر الامايد NH_2 في سماد اليوريا الى غاز الامونيا والذي يفقد الى الجو ومن اهم العوامل التي تؤثر على تطاير الامونيا هي

أ- درجة تفاعل التربة وجد انه بزيادة درجة التفاعل خصوصا بعد التعادل (7)

تزداد كمية الامونيوم المتطايرة ويمكن توضيح ذلك بالمعادلة

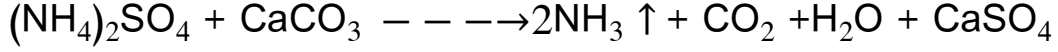


ب- نسبة كاربونات الكالسيوم في التربة بزيادة $CaCO_3$ يزداد الفقد بالنتروجين

على صورة امونيا اذ يتفاعل السماد النتروجيني مع $CaCO_3$ مكونا كاربونات

الامونيوم وهذا المركب قلق سرعان ما يتحلل مؤديا الى تطاير الامونيا وفق

المعادلة الاتية



ت- السعة التبادلية للأيونات الموجبة CEC اذ ان ارتفاعها للتربة يعني جذب كمية كبيرة من أيونات الامونيوم الى اسطح الغرويات للتربة وبذلك تقل كمية الامونيا المتطايرة كلما زادت CEC للتربة. كذلك وجود المادة العضوية المتحللة في التربة يقلل من تطاير الامونيا وكذلك كلما زادت نسبة الطين في التربة يقل تطاير الامونيا لوجود الشحنات السالبة على اسطح غرويات المادة العضوية والطين والتي تجذب ايون الامونيوم وتجعله غير حر وتقلل من فقده بالتطاير.

ث- درجة الحرارة للتربة او الجو يؤدي الى زيادة معدل الفقد للنتروجين على صورة غاز الامونيا حيث وجد ان زيادة درجة الحرارة من 30-45 م ادى الى زيادة فقد الامونيا بالتطاير بنسبة 18%.

ج- تأثير الاملاح ان وجود الاملاح الذائبة في التربة يزيد من معدل فقد الامونيا بالتطاير.

ح- كمية السماد النتروجيني المضاف وطريقة الاضافة اذ ان فقد الامونيا بالتطاير يتناسب طرديا مع كمية السماد المضاف ويكون التطاير للامونيا في اعلاه اذا اضيف السماد النتروجيني نثرا على سطح التربة الرطبة ويقل التطاير اذا اضيف السماد بعمق معين في التربة.

ثانيا: تثبيت الامونيوم

يتعرض ايون الامونيوم المضاف الى التربة كأسمدة او الناتج من المعدنة للنتروجين العضوي في التربة الى التثبيت بين طبقات معادن الطين مما يعرقل حركته ويصعب على النبات الحصول عليه وخاصة في طبقات معادن الطين 2:1 ويمكن ترتيب

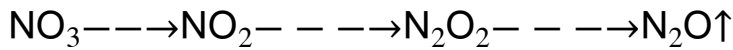
معادن الطين من الاكثر قدرة على التثبيت الى الاقل
Montmorillinite<illite<Vermiculite

ثالثا: غسل النترات

ان ايون النترات المضافة بالأسمدة او الناتج من اكسدة الامونيوم بعملية النترجة ايون سالب الشحنة لذا فانه لا يمتز ولا يثبت بواسطة غرويات الطين وذلك لتنافره مع الشحنات السالبة الموجودة على اسطح غرويات الطين للتربة. ولكون املاح النترات ذائبة في الماء فيسهل ذوبانيته وحركته مع الماء وقد يصل المياه الجوفية وتعتمد كمية ايون النترات التي تفقد بالغسل مع مياه الري على العوامل التالية: كمية مياه الري وعدد الريات ، محتوى التربة من الاكاسيد والغرويات الموجبة الشحنة والموجودة عادة في الترب الحامضية والتي تمسك الايون وتقلل من عملية غسله ، نسجة التربة تزداد كمية الفقد بالغسل بالنترات بانخفاض محتوى التربة من الطين.

رابعا: فقد النتروجين بعملية عكس النترجة

وهي عملية تقوم بها انواع من احياء التربة الدقيقة تحت الظروف اللاهوائية باختزال النترات والنترت الى صور لأكاسيد النتروجين الغازية N_2O ، NO ، N_2O_2 وتستعمل هذه الكائنات NO_3 و NO_2 مصدرا للأوكسجين ومحولة اياها الى اوكسيد النيتروز او غاز النتروجين



ومن العوامل التي تساعد على فقد النتروجين بعملية عكس النترجة

1. محتوى التربة من الرطوبة كلما زادت الرطوبة طرد الاوكسجين زادت العملية
2. المادة العضوية زيادتها تزيد من النشاط الميكروبي بظروف لاهوائية
3. درجة الحرارة زيادتها تزيد من النشاط الميكروبي بظروف لاهوائية

4. المجمع الجذري للنباتات زيادة كثافة المجموع الجذري بحجم معين من التربة يزيد من عملية عكس النتجة وذلك لاستهلاك الجذور للأوكسجين وخلق ظروف لاهوائية تزيد من سرعة عكس النتجة.

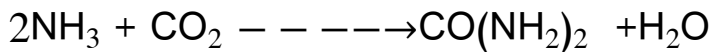
دور النتروجين في تغذية النبات

يمتص النبات النتروجين من محلول التربة اما بصورة امونيوم او بصورة نترات يجب ان تختزل الى امونيا داخل النبات قبل دخوله في عملية تكوين الاحماض الامينية ، ان تكوين الاحماض الامينية ترتبط مع بعضها البعض لتكوين جزيئة البروتين لذا فان النتروجين الممتص من قبل النبات يتحول الى بروتين داخل انسجة النبات ، كما يدخل النتروجين في تركيب جزيئة الكلوروفيل لذلك يزيد من خضرة النبات ويشجع النمو الخضري وبالتالي زيادة الحاصل كما يدخل النتروجين في تكوين الاحماض النووية (DNA و RNA) ويدخل في مركبات الطاقة ATP وغيرها.

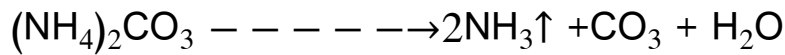
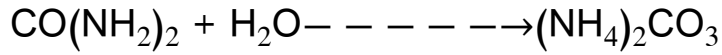
اما اعراض نقص النتروجين فهي صغر اوراق النباتات واصفرارها ويبدأ الاصفرار بالأوراق السفلى (القديمة) لان النتروجين متحرك داخل انسجة النبات وبتقدم النقص وعدم علاجه يتحول لون الاوراق التحتية الى اللون البني المحترق كما ان نقص النتروجين يؤدي الى بقاء نمو النبات (تقزم النبات) وانخفاض الحاصل.

اهم الاسمدة النيتروجينية:

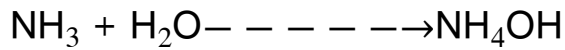
اليوريا : مركب السماد النتروجيني العضوي الوحيد الذي ينتج بالطرق لصناعية وتركيبه $\text{Co}(\text{NH}_2)$ وتصنع من تفاعل الامونيا وثاني اوكسيد الكربون ونسبة النتروجين فيه ٤٦% وثاني اوكسيد الكربون يأتي من حرق غاز الميثان وبوجود ضغط عالي وعوامل مساعدة مختزلة



سماد سريع الذوبان بالماء ويكون بشكل حبيبات بيضاء بلورية اللون متميئة
تفاعله الابتدائي قاعدي والنهائي حامضي بعد عملية النترجة . يتحلل هذا
السماد عند اضافته الى التربة بوجود الرطوبة وانزيم Urease والذي يفرز من
قبل العديد من الاحياء المجهرية في التربة



مصير الامونيا اما يفقد بالتطاير اذا وضع السماد على سطح التربة الرطبة او
تذوب الامونيا في الماء وتكون هيدروكسيد الامونيوم



المحاضرة الخامسة العوامل التي تؤثر في حفظ فسفور التربة

1. كمية ونوعية الطين تؤدي ازدياد نسبة الطين في نسجة التربة الى زيادة مساحة سطوح الطين التي تؤدي الى زيادة درجة الاتصال والارتباط بين فسفور محلول التربة ومعادن الطين وهذا يؤدي الى زيادة درجة احتفاظ التربة بالفسفور .

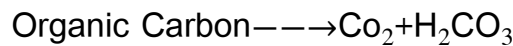
2. زمن التفاعل بين الفسفور والتربة ان تعرض الفسفور المضاف الى التربة لفترة زمنية طويلة يؤدي الى زيادة درجة احتفاظ التربة بالفسفور وبذلك تزداد الكمية المحتفظ بها من الفسفور. ويمكن من الناحية التطبيقية الاستفادة من هذه النقطة وهي انه لا ينصح بان يضاف الفسفور الى التربة بدفعة واحدة قبل ان تكون الجذور قادرة على امتصاص ما يحتاج اليه النبات النامي من هذا العنصر. وكذلك يمكن ان تساعد هذه النقطة في اختيار طريقة اضافة السماد ، ان اضافة السماد الفوسفاتي بطريقة النثر يعرض الفسفور للاتصال بمساحة سطحية كبيرة لحبيبات التربة وهذا يؤدي الى زيادة الاحتفاظ والتثبيت للفسفور لذا ينصح بإضافة الفسفور قرب النبات بتقليل سطوح الاتصال بين التربة والفسفور التي بدورها تقلل من درجة احتفاظ التربة بالفسفور خاصة في الترب التي هي ذات سعة احتفاظ او تثبيت عالية.

3. درجة تفاعل التربة افضل درجة هي (5.5-7).

4. كلما زادت درجة الحرارة زادت عملية التثبيت لأنه تفاعل كيميائي .

5. المادة العضوية ان زيادة محتوى التربة من المادة العضوية عن طريق اضافتها اليها يؤدي الى زيادة جاهزية عنصر الفسفور في التربة وذلك عن طريق احدى العمليتين الاتيتين: أ. تقليل تعرض الفسفور للعوامل التي تساعد على حفظه وترسيبه ب. ازالة الفسفور المحتفظ به. وتحصل هاتان العمليتان بالاتي:

- تحلل المادة العضوية بوساطة الكائنات الحية الدقيقة يؤدي الى تحرر غاز ثاني اوكسيد الكربون ويتفاعل مع الماء مكون حامض الكربونيك حسب المعادلة



يعمل حامض الكربونيك على اذابة عدد من المركبات الفوسفاتية غير الذائبة وبذلك يزداد تركيز الفسفور الذائب في محلول التربة

- ان مادة الدبال الناتجة عن تحلل المادة العضوية تزيد من جاهزية الفسفور للنبات عن طريق

❖ تفاعل الدبال مع الفسفور مكونا معقدات الدبال والفوسفات التي تكون اكثر جاهزية للنبات من المركبات الاخرى غير الجاهزة او غير الذائبة وخاصة في الترب الكلسية.

❖ يعمل الدبال على تغليف الفسفور مما يعرقل من عملية تعرض الفسفور لايونات الحديد والالمنيوم في الترب الحامضية والكالسيوم في الترب القاعدية وبذلك يقلل من عملية احتفاظ الترب للفسفور او ترسيبه من محلول التربة.

❖ احلال انيون الدبال محل ايونات الفسفور المثبتة او المحتفظ بها على سطوح حبيبات الطين او كاربونات الكالسيوم وبذلك يتحرر الفسفور الى محلول التربة ويزداد بذلك تركيز الفسفور الذائب .

❖ احاطة ايونات الحديد والالمنيوم الذائبة في محلول التربة الحامضية خاصة بايونات الهيومين (مادة دبالية) الناتجة من تحلل المادة العضوية وتحولها بذلك اي تحويل ايونات الحديد والالمنيوم الذائبة الى ايونات غير ذائبة وبذلك تقلل من درجة تفاعلها مع الفسفور الذائب وتحويله الى صور غير ذائبة.

6. حالة فسفور التربة اذا كانت التربة المشبعة بالفسفور المحتفظ به او المثبت نتيجة الاضافات المستمرة للفسفور فأنها بذلك تستنفذ كل العوامل التي تساعد على الاحتفاظ و التثبيت والفسفور الذي يضاف الى التربة بعد حالة التشبع هذه يكون بحالة متيسرة وجاهزة للنبات. وهذه النقطة مفيدة ويجب ملاحظتها في الزراعة التطبيقية لتحديد كمية السماد الفوسفاتي اللازم اضافتها في الترب المشبعة والترب غير المشبعة بالفسفور المثبت او المحتفظ به عند وضع الخطط التسميدية للحقل.

جاهزية الفسفور للنبات هناك عدة عوامل تؤثر في جاهزية الفسفور للنبات منها

1. الفسفور في محلول التربة والمقدرة التنظيمية للتربة ان حركة العناصر الغذائية داخل التربة والى جذور النبات تعتمد بدرجة كبيرة على تركيزها داخل محلول التربة وان المحافظة على العنصر الغذائي داخل محلول التربة بتركيز عال يؤدي الى زيادة جاهزيته للنبات. اي زيادة الكمية الممتصة من قبل النبات. وذلك لكون التركيز العالي للعنصر الغذائي للفسفور مثلا في محلول التربة يؤدي الى زيادة معدل انتشار عنصر الفسفور نحو جذور النبات. ان جاهزية عنصر الفسفور لا تعتمد فقط على تركيزه بل أيضا على مقدرة التربة على المحافظة على تركيز الفسفور في محلول التربة ، ان مقاومة التربة لتغيير تركيز الفسفور في المحلول في حالة اضافة الفسفور الى التربة او استنزافه من التربة تسمى بالمقدرة التنظيمية للتربة لعنصر الفسفور هذا التنظيم يكون عن طريق وجود توازن بين فسفور محلول التربة والفسفور الممدص او المحتفظ به.

2. توزيع الفسفور في مقد التربة يتجمع الفسفور في الطبقة السطحية للتربة بسبب ان تحرك الفسفور داخل التربة واطئ جدا. وهذا يؤثر سلبا في جاهزية الفسفور وكميته في التربة وذلك عن طريق

أ. ضعف نمو الجذور تحت الطبقة السطحية للتربة يقلل من عملية امتصاص العناصر الغذائية والماء و يؤثر على نمو النبات.

ب. التربة السطحية معرضة لعملية جفاف سريع مما يؤدي الى انخفاض جاهزية الفسفور.

ت. التربة السطحية معرضة لعملية انجراف نتيجة التعرية المائية وهذا يؤدي الى فقدان الفسفور من التربة ولمعالجة هذه الامور يجب مراعاة ما يأتي

1. اضافة الفسفور بكمية اكبر من احتياج النبات .

2. اضافة الفسفور مباشرة تحت سطح التربة.

3. اضافة مركبات الفسفور التي لا تتفاعل بقوة مع التربة وبذلك يسهل من حركتها الى اعماق التربة.

4. المحافظة على التربة وصيانتها من التعرية سواء المائية والريحية.

3. الجذور وتعمقها داخل التربة تلعب جذور النبات دورا كبيرا بتهيئة وزيادة جاهزية العناصر

الغذائية للنبات ومنها عنصر الفسفور. وهذا يكون اما عن طريق تحريها لعنصر الفسفور وكما كان نمو الجذور كثيف ومتعمق كانت كمية الفسفور الممتصة اعلى للنبات او الطريق الاخر العمليات الحيوية للجذور تزيد من طلب النبات لعنصر الفسفور. يمكن تسهيل عملية امتصاص الفسفور عن طريق زيادة التمدد الجذري بوساطة الكائنات الحية الصغرى Mycorrhizae اذ تلوث التربة والنبات بهذه الفطريات المايكورايزا يساعد على زيادة معدل امتصاص الفسفور حتى في الترب الفقيرة بهذا العنصر والترب ذات القابلية العالية على تثبيت الفسفور.

الوظائف الحيوية للفسفور

يشارك الفسفور في تحليل الكربوهيدرات والمواد الاخرى الناتجة من عملية التركيب الضوئي لتحرير الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية للنبات يساعد الفسفور في عملية تكوين وانقسام الخلايا ويعمل في نقل الصفات الوراثية عن طريق DNA و RNA ويدخل في تكوين ATP .

اعراض نقص الفسفور

تظهر اعراض نقص الفسفور على الاوراق القديمة التي تكون في اكثر الاحيان ذات لون اخضر داكن ، بعض النباتات الحولية تتصف سيقانها بلون محمر ناتج عن تكون مادة

الانثوسيانين ، اللون البني يشوب اوراق اشجار الفاكهة وتسقط قبل اكتمال نضجها ، تتصف النباتات بصورة عامة بنمو بطيء وتكون صغيرة وذات نمو جذري محدد وسيقان رفيعة.

اهم الاسمدة الفوسفاتية:

سماد السوبر فوسفات الاعتيادية، سماد السوبر فوسفات الثلاثي، فوسفات الامونيوم، فوسفات احادي الامونيوم، فوسفات ثنائي الامونيوم ،حامض الفسفوريك. يفضل اضافة الاسمدة الفوسفاتية بطريقة الخطوط قرب النباتات بدلا من نثرها على سطح التربة وذلك لكون طريقة النثر تعرض حبيبات السماد الى مساحة اكبر من سطوح حبيبات التربة وكاربونات الكالسيوم مما يعطي فرصة اكبر لحفظ وتثبيت كمية كبيرة من الفسفور المضاف وبذلك تقل كمية الفسفور الذائب في محلول التربة لسد احتياجات النبات، في حين يقل بطريقة الخطوط والسطوح التلامس بين السماد وحبيبات التربة. لا يفضل استعمال الاسمدة الناعمة على شكل مسحوق في الترب الحامضية والمتعادلة بل ينصح باستعمال الاسمدة على شكل حبيبي في حالة احتوائها على نفس الكمية من الفسفور الجاهز والقابل للذوبان بالماء.

المحاضرة السادسة

البوتاسيوم

يعد البوتاسيوم من العناصر الرئيسة التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة تفوق المغذيات الأخرى باستثناء النتروجين في بعض النباتات مثل التبغ يفوق البوتاسيوم النتروجين، تتجلى أهمية البوتاسيوم من خلال وظائفه الفسيولوجية العديدة ومشاركته الفعالة في عملية البناء الضوئي وتكوين البروتينات والكربوهيدرات وامتصاص الماء والمغذيات ، ويعد منشطاً لأكثر من 85 نوعاً في النبات وقد يفوق عدد الإنزيمات التي ينشطها البوتاسيوم هذا العدد.

يشكل البوتاسيوم 0.3_2.5% من المكونات المعدنية للقشرة الأرضية، فهو يتواجد في المعادن الأولية مثل الفلدسبار والمسكوفيت وغيرها وهذه المعادن عند تعرضها للتجوية ينشأ منها المعادن الثانوية الغنية بالبوتاسيوم .

صور البوتاسيوم في التربة :

يوجد البوتاسيوم بثلاثة أشكال في التربة والتي تصنف على أساس جاهزيتها للنبات وترتبط هذه الأجزاء مع بعضها بعلاقة توازن مباشر وكما يأتي :

1. بوتاسيوم صعب الجاهزية ويشكل 90-98% من بوتاسيوم التربة الكلي ويشمل البوتاسيوم الموجود في التركيب البلوري للمعادن الأولية و الثانوية ويكون تحرر البوتاسيوم بطيئاً بكميات قليلة جداً مقارنة بحاجة النبات منه .
2. بوتاسيوم بطيء الجاهزية ويشكل 2-10% من البوتاسيوم الكلي الموجود في التربة وهو البوتاسيوم المثبت في معادن البايوتايت وغيرها وهو في حالة توازن مع الشكل الجاهز لذلك يعد مخزناً ومجهزاً لمحلول التربة بالبوتاسيوم الجاهز
3. البوتاسيوم الجاهز نسبته 0.1-2% من البوتاسيوم الكلي وهو الجاهز للامتصاص من قبل النبات ويشمل البوتاسيوم الذائب في محلول التربة والمتبادل على أسطح غرويات التربة المعدنية والعضوية.

تثبيت البوتاسيوم والعوامل المؤثرة عليه :

تثبيت البوتاسيوم هي عملية تحول البوتاسيوم الجاهز (الذائب والمتبادل) إلى صورة البوتاسيوم بطيء الجاهزية من خلال تثبيت البوتاسيوم في الفجوات السداسية في طبقة السليكا للمعادن 1:2 وذلك لتقارب نصف قطر ايون البوتاسيوم مع نصف قطر الفجوة وبذلك يرتبط العنصر بقوة تمنعه من الانطلاق بسهولة إلى محلول التربة . ونظراً لأهمية عملية التثبيت في الزراعة التطبيقية من حيث تحول السماد البوتاسي المضاف إلى صورة غير جاهزة للامتصاص من قبل النبات

واهمية ذلك في وضع الخطط التسميدية مما يستوجب معرفة العوامل المؤثرة في تثبيت البوتاسيوم واهمها

1. **نوعية معادن الطين** معادن الطين من 2:1 تمتاز بقدرتها العالية في تثبيت البوتاسيوم مقارنة مع المعادن 1:1 ، ان قدرة التثبيت لمعادن 2:1 تختلف في اختلاف خصائص هذه المعادن لذلك قدرة معدن الايلايت على التثبيت اكبر من معدن الفيرموكولايت وهذه اكبر من معادن المونتمورولايت .

2. **درجة الحرارة** تزداد قدرة المعدن على التثبيت بارتفاع درجات الحرارة ، كما ان الانجماد والذوبان يؤدي الى زيادة تحرر البوتاسيوم وانطلاقه الى محلول التربة.

3. **رطوبة التربة** يؤدي جفاف التربة الى زيادة التثبيت بسبب زيادة تجمع البوتاسيوم على سطح معادن الطين وتقلص البعد البؤري اذ تحصل حالة اندفاع للبوتاسيوم ليثبت داخل الطبقات ، ان عملية تعاقب الري والتجفيف من الحالات السائدة في الحقول الزراعية وتؤدي الى تحرر وانطلاق البوتاسيوم المثبت.

4. **درجة تفاعل التربة وكاربونات الكالسيوم** كمية البوتاسيوم المثبت تزداد بزيادة درجة تفاعل التربة كما وجد ان اضافة الكلس وكاربونات الكالسيوم الى الترب الحامضية يؤدي الى زيادة قدرة التربة على تثبيت البوتاسيوم، وفي دراسة لعلاقة الكلس بتثبيت البوتاسيوم في الترب العراقية وذلك لكون الكلس من المكونات الرئيسة في الترب العراقية وان الكلس يتواجد في التربة بشكل اغلفة ومواد رابطة للمفصولات (الطين الغرين والرمل) وبشكل بلورات مفردة ، واضاف بانه لا توجد علاقة منتظمة بين النسبة المئوية للكلس في المفصولات والتغير بكمية البوتاسيوم المثبت بسبب ازالة الكلس وهذا يدل على ان تأثير الكلس على تثبيت البوتاسيوم هو تأثير ميكانيكي وذلك من خلال تكوينه اغلفة حول المفصولات وربطه للمفصولات المختلفة. ان ازالة الكلس من مفصولات التربة سببت زيادة في قابلية التربة على تثبيت البوتاسيوم وان تثبيت البوتاسيوم في التربة لا يتأثر بكمية الكلس وانما بحالة او طبيعة وجود الكلس وان تكوينه اغلفة حول المفصولات او كونه مادة رابطة تربط المفصولات يؤثر على طبيعة تثبيت البوتاسيوم من خلال تقليل السطوح المعرضة للبوتاسيوم.

5. **تأثير ايون الامونيوم** نظرا لتقارب نصف قطر ايون البوتاسيوم مع نصف قطر ايون الامونيوم وان انصاف اقطارهما متقاربان من نصف قطر الفجوة السداسية لطبقة السليكا لذا فان مواقع التثبيت للبوتاسيوم والامونيوم متشابهة ، اضافة الامونيوم اولا واحتلاله مواقع تثبيت محددة تدفع البوتاسيوم المضاف الى احتلال المواقع المتبقية وعند اضافة البوتاسيوم اولا فانه يعمل على تقليل

الامونيوم المثبت ، وان اضافة تركيز ثابت من كلا الايونين معا يساعد على تثبيت كمية اكبر من البوتاسيوم مقارنة مع الامونيوم.

البوتاسيوم ونمو النبات

لا يدخل البوتاسيوم في تكوين اعضاء وانسجة النبات او مركباته ، ان دوره في النبات هو عمل تنظيمي او تحفيزي واهم وظائف البوتاسيوم تنظيم الجهد الازموزي للنبات لوجوده بصورة ايونية في العصارة الخلوية والنباتات المجهزة بالبوتاسيوم تزداد قدرتها على الاحتفاظ بالماء بسبب انخفاض معدل النتح يعود الى سيطرة البوتاسيوم على فتح وغلق الثغور ، كما يقلل من الجهد الازموزي لعصير الخشب مما يشجع امتصاص الماء . يلعب البوتاسيوم دورا هاما في تحفيز معدل عملية البناء الضوئي وانتقال نواتجها . يقوم البوتاسيوم بتنشيط اكثر من 85 انزيما داخل النبات. هناك علاقة بين تواجد البوتاسيوم في النبات وعملية تكوين البروتين وله دور مهم في تثبيت النتروجين الجوي في العقد الجذرية للنباتات البقولية.

اعراض نقص البوتاسيوم

يؤدي نقص البوتاسيوم الى قصر الساق وضعف المجموع الجذري وقلة عدد الازهار وانخفاض الانتاجية ورداءة نوعية الثمار اضافة الى انخفاض محتوى النبات من الكربوهيدرات ويساهم في ظهور التجمعات والذبول داخل بعض الثمار خاصة الطماطم والبطاطا. عنصر البوتاسيوم من العناصر المتحركة داخل النبات لذلك فان اعراض نقصه بالأوراق القديمة وذلك بحدوث اصفرار بقمة الاوراق وحافاتهما كما تظهر بقع منخورة في قمة ونصل الورقة يطلق عليه بالتتخر.

اهم اسمدة البوتاسيوم :

١. كلوريد البوتاسيوم : وهو سماد بلوري ذائب في الماء ويحتوي على حوالي ٥٠-٥٢ %

بوتاسيوم .

٢. كبريتات البوتاسيوم : ملح ذائب في الماء متبلور ابيض اللون يحتوي على ٤٢ بوتاسيوم و

١٨ %كبريت واقل من ٢,٥ كلور .

٣. كبريتات البوتاسيوم- المغنيسيوم : هذا السماد يصنع ويسوق تحت اسماء تجارية مختلفة انه

يحتوي ١٨%S و ٢٢ Mg % و ١١ K % .

المحاضرة الثامنة

المغنسيوم

يعد من العناصر الضرورية لنمو النبات وتحتوي القشرة الارضية هذا العنصر 1.93% وتختلف نسبة المغنسيوم في التربة باختلاف نوعية الترب ومادة الاصل والظروف الجوية.

مصادر المغنسيوم في التربة

- المعادن الاولية مثل معدن البيوتين والاولوفين
- المعادن الثانوية مثل معدن طين الكلورايت ، الفورميكولايت و المونتمورلونايت
- المغنسيوم المضاف الى التربة كاسمدة

مصير المغنسيوم الذائب في محلول التربة

- يفقد من التربة بعمليات الغسل في المناطق الغزيرة الامطار
- تمتصه النباتات والكائنات الحية الاخرى
- يمتز او يمدص على سطح غرويات الطين والمواد العضوية
- يترسب من محلول التربة على شكل مركبات قليلة الذوبان او معادن الثانوية

اشكال او صور المغنسيوم في التربة

ان مغنسيوم التربة يوجد على ثلاثة اشكال بصورة متوازنة

- ❖ المغنسيوم الذائب في محلول التربة
- ❖ المغنسيوم المتبادل على سطوح معادن الطين والمادة العضوية
- ❖ المغنسيوم المثبت

ان كلا من المغنسيوم الذائب والمتبادل تكون جاهزة ومتيسرة للامتصاص للنبات . والجزء الاكبر من مغنسيوم التربة يوجد بشكل غير متبادل (مثبت) في المعادن الاولية والثانوية والمتبادل يكون من المغنسيوم الكلي والذائب يكون الاقل في التربة.

العوامل التي تؤثر في محتوى التربة من المغنسيوم

1. نوعية التربة محتوى التربة ذات النسجة الخشنة (الرملية) في المناطق الرطبة اقل من محتوى التربة الطينية (الناعمة). المغنسيوم الجاهز اي الذائب والمتبادل في الترب يزداد بزيادة نسبة الطين او الطين مضافا اليه الغرين

2. المادة العضوية التربة ذات المحتوى العالي من المادة العضوية في التربة تكون اعلى في محتوى المغنسيوم من الترب قليلة المادة العضوية وذلك بسبب تجمع المادة العضوية على سطح التربة يزداد من حفظ التربة للمغنسيوم في الطبقة السطحية مما يزداد من كمية المغنسيوم الجاهز للنبات.

3. **درجة تفاعل التربة** ان الترب الحامضية في المناطق الرطبة ذات الامطار الغزيرة تكون اقل في احتوائها من المغنسيوم من الترب في المناطق الجافة قليلة الامطار وكذلك محتوى الترب الرملية اقل مغنسيوم من الترب الطينية.

4. **تركيز الايونات الاخرى في محلول التربة** فزيادة تركيز البوتاسيوم والكالسيوم في محلول التربة يقلل من عملية امتصاص المغنسيوم لحصول عملية التضاد او التزاحم Antagonism على مواقع الامتصاص.

دور واهمية المغنسيوم للنبات

أ. يعد المغنسيوم جزء مهم من مادة الكلوروفيل كل جزيئة كلوروفيل تحتوي جزيئة مغنسيوم ويشكل المغنسيوم ما يقارب 2.7% من وزن جزيئة الكلوروفيل لذلك المغنسيوم له دور كبير في عملية التركيب الضوئي في النبات.

ب. ضروري في تكوين السكريات داخل النبات.

ت. يعد ناقل لعنصر الفسفور داخل النبات وينشط الانزيمات المشتركة في تفاعلات الفسفور وينشط انزيم ATP .

ث. يحفز تكوين الدهون النباتية ويدخل في تركيب البذور

ج. يؤدي دور كبير في انتقال وتوزيع النشأ

ح. نقص المغنسيوم يوقف تكون البروتينات النباتية ، ان وجود مستويات ملائمة منه يزيد نمو وزيادة الانتاج

اهم اعراض نقص المغنسيوم

يمتص من قبل النبات على شكل ايون المغنسيوم وهو سهل الانتقال داخل النبات وينتقل من الاجزاء القديمة الناضجة الى الاجزاء الحديثة النامية. لذلك تظهر اعراضه على الاوراق القديمة في النباتات ذوات الفلقتين تكون صلبة ومتيبسة سريعة الانكسار عند نقص المغنسيوم وعند النقص الشديد يظهر موت موضعي للأنسجة وتظهر بين العروق على الورقة اللون الاصفر وفي النباتات ذوات الفلقة الواحدة تظهر بقع صغيرة ذات لون اخضر داكن وعند النقص الشديد يعم اللون الاصفر للأوراق السفلية وبشكل خطوط .

اسمدة المغنسيوم الدولومايت واوكسيد المغنسيوم وكبريتات المغنسيوم وغيرها وتعد اسمدة المغنسيوم الحاوية على الكبريتات اسرع من اسمدة المغنسيوم الحاوية على الكربونات في الترب الحامضية ينصح بإضافة الدولومايت $\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$ وفي الترب المتعادلة كبريتات المغنسيوم ينصح باستعمال سماد فوسفات الامونيوم المغنسيوم لنباتات البستنة وخاصة صغيرة الحجم.

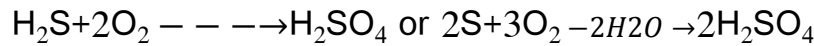
المحاضرة التاسعة

الكبريت

احد العناصر الغذائية الضرورية لنمو وتطور النبات وتقدر محتوى قشرة الارض منه حوالي 0.06% ويوجد على شكل عضوي وغير عضوي (معدني) يعد الكبريت المقيد عضويا هو المخزن الرئيس للكبريت في التربة خاصة في المناطق الرطبة لذلك فكمية الكبريت تتناسب طرديا مع كمية المادة العضوية في التربة على شكل كبريتات الكالسيوم او البوتاسيوم او المغنسيوم في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة. الكبريت المعدني يوجد ثلاث صور هو الكبريت في محلول التربة والكبريت الممتز والكبريت في الجزء الصلب وهذه الاشكال في حالة توازن.

مصادر الكبريت في التربة

معادن الصخور المتحجرة في باطن الارض تحتوي على الكبريتيد الذي يتأكسد ويتحول الى كبريتات، الكبريت الجوي في معامل حرق الكبريت والفحم والتي تحتوي على الكبريت الذي يتطاير على شكل غاز ثاني اوكسيد الكبريت ويرجع الى التربة بوساطة الامطار، الكبريت الموجود في المادة العضوية، الاسمدة الكيميائية الحاوية على الكبريت والكبريتات في مياه الري. يتأكسد الكبريت العضوي وكبريتيد الهيدروجين واسمدة الكبريت وعنصر الكبريت المضافة الى التربة بوساطة عدة انواع من البكتريا التابعة لجنس Thiobacillus وهي بكتريا هوائية



واكسدة الكبريت لها علاقة بدرجة تفاعل التربة فأكسدة الكبريت تولد الحموضة وتخفص القاعدية لذلك فأضافه الكبريت يقلل من قاعدية التربة ويزيد الحموضة في التربة.

دور واهمية الكبريت في التربة

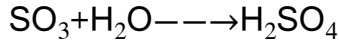
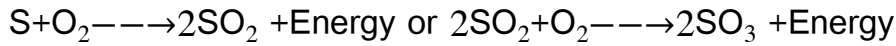
يمتص الكبريت من محلول التربة من قبل النبات على صورة ايون الكبريتات SO_4 واهمية الكبريت للنبات 1. يزيد من نسبة الزيوت في عدد من المحاصيل مثل فول الصويا 2. يدخل في تركيب البروتوبلازم وانزيم Nitrogenase ويساعد في تثبيت النتروجين في النباتات البقولية 3. مجموعة -SH تزيد من مقاومة النبات للبرودة 4. يشارك في تكوين الانزيمات البروتينية والبروتينات في النبات اذ انه يختزل داخل النبات لتكوين الاحماض الامينية كما يعد احد اجزاء الانزيمات المساعدة والفيتامينات.

اعراض نقص الكبريت على النبات عنصر متحرك داخل النبات اذ ينتقل من الاجزاء الناضجة الى الاجزاء النامية والحديثة التكوين لذا تظهر اعراض نقصه على الاجزاء القديمة. واعراض نقصه مشابهة لأعراض نقص النتروجين والفرق ان انتقال الكبريت اقل سرعة من انتقال

النتروجين لذلك تظهر اعراض نقص النتروجين قبل ظهور اعراض نقص الكبريت. نقص الكبريت يؤدي خفض معدل نمو النبات وتتأثر الاجزاء العليا من النبات اكثر من تأثر الجذور وتكون النباتات صلبة وقابلة للكسر وسيقان النبات ضعيفة ويتغير لون الاوراق من الاخضر الفاتح الى الاصفر الفاتح وبعدها تظهر الاوراق بلون اصفر فاتح .

الاسمدة الكبريتية

يستعمل الكبريت مباشرة في الزراعة بعد استخراجها من باطن الارض وهو مادة صفراء عديم الرائحة ويمكن استعماله كمسحوق اصفر او سائل عند اضافة عنصر الكبريت كسماد يجب ان يضاف الى التربة قبل ستة اشهر على الاقل من الزراعة وذلك لإعطاء الزمن الكافي لأكسدة الكبريت وعند تأكسده يقلل من درجة تفاعل التربة وزيادة الحامضية وتزداد اكسدة الكبريت في التربة جيدة التهوية وذات حرارة متوسطة. ولا يستفاد من الكبريت من قبل النبات وهو على شكل غاز وانما يستفاد منه بعد اكسدته وتحوله الى SO_4 والبكتريا المؤكسدة للكبريت هي Thiobacillus وتحصل الاكسدة حسب المعادلات الاتية



H_2SO_4 عند تأينه في التربة يطلق SO_4 التي يمتصها النبات. وكذلك كبريتات الامونيوم والجبس وكبريتات الامونيوم وهو ملح يعرف alum ويستعمل لتصحيح درجة تفاعل التربة وسد نقص الحديد الجاهز من خلال خفض تفاعل التربة

المحاضرة العاشرة

الحديد

ويكون ما يقرب 4.2% من وزن قشرة الارض واكثر الباحثين يؤكدون على ان الحديد يكون ما يقرب 5% من وزن قشرة الارض. من اهم معادن الحديد الهيماتايت والجيوثايت وكبريتات الحديد وكاربونات الحديد وسليكاتة، ان الحديد الذائب في محلول التربة الناتج من عمليات التجوية للمعادن الاولية والثانوية قليل جدا بالمقارنة مع الحديد الكلي فالحديد الذائب في محلول التربة قد لا يتجاوز 6-41 ملغم حديد لكل كغم تربة ويكون الذائب بالإشكال التالية $Fe(OH)_2^+$ و Fe^{+2} و Fe^{+3} وقليلًا Fe^{+3} .

اهم العوامل التي تساهم في انخفاض جاهزية الحديد في التربة وظهور اعراض نقصه على

النبات

1. مادة الاصل: انخفاض احتواء مادة الاصل للتربة من الحديد يؤدي الى انخفاض الحديد الجاهز.

2. كاربونات الكالسيوم الحرة $CaCO_3$ ان ارتفاع محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم الحرة يؤدي الى ارتفاع درجة تفاعل التربة وهذا يؤدي الى ترسيب الحديد على شكل هيدروكسيد الحديد وتحوله من صورة جاهزة الى صورة غير جاهزة كما ان كاربونات الكالسيوم تزيد من تهوية التربة والتهوية تؤدي الى اكسدة الحديد من الحديدوز الى الحديدك المترسب. وجود مستويات عالية من الفسفور في التربة تؤدي الى ترسيب الحديد في محلول التربة على شكل فوسفات الحديد ويصبح الحديد غير جاهز الامتصاص من قبل النبات.

3. درجة تفاعل التربة كلما ارتفعت درجة تفاعل التربة قل نشاط الحديد في محلول التربة.

4. المستويات العالية من العناصر الصغرى مثل النحاس الزنك حيث تؤدي الى انخفاض كمية الحديد الجاهز.

اقل مستوى للحديد الذائب في محلول التربة عند درجة تفاعل 6.5-8 ولهذا فالترب الحامضية تحتوي على مستويات من الحديد الذائب اعلى من الترب القاعدية.

دور واهمية (الوظائف الحيوية) الحديد للنبات

يدخل في تركيب السايتركرومات النباتية المسؤولة عن نقل الاليكترونات وتركيب الفيرودوكسين يشارك في عملية الاكسدة والاختزال في عملية التنفس والتركيب الضوئي، يدخل في تركيب الكلوروبلاست الذي يحتوي على 80% من الحديد الكلي في النبات ، يشارك في تكوين البروتينات النباتية، يشارك في تنشيط العديد من الانزيمات مثل Nitrogenase وغيرها.

احتياج النبات من الحديد

تحتاج المحاصيل 0.5 ملغم حديد لكل كغم تربة (ppm) جاهز في محلول التربة، وصنف العلماء النباتات من حيث احتياجها للحديد الى نباتات كفؤة الامتصاص ونباتات غير كفؤة الامتصاص فالكفؤة تستجيب لنقص الحديد بإفراز ايون الحديد من جذورها وبالتالي خفض درجة تفاعل التربة لمنطقة الرايزوسفير وهذا يؤدي الى جاهزية الحديد او تطلق النباتات مركبات مختزلة من جذورها تختزل الحديد الى الحديدوز الاكثر جاهزية.

اعراض نقص الحديد

الحديد بطيء او غير متحرك داخل اجزاء النبات لذلك تظهر اعراض نقصه اولا على الاجزاء الحديثة التكوين حيث تصفر المناطق بين العروق للورقة لأكثر النباتات. وكثيرا ما تكون الاوراق حديثة التكوين ذات لون ابيض في اوراق محاصيل الحبوب تظهر اعراض النقص على شكل اشربة متبادلة من اللون الاصفر والاخضر على امتداد طول الورقة. وتكون اشجار الحمضيات الاكثر حساسية لنقص الحديد حيث تكون الاوراق الحديثة في هذه الاشجار صفراء وفي النقص الحاد يصبح لونها ابيض وجذور النباتات تكون منكشمة وذات نسبة عالية من الفلين ولونها بني غامق.

اسمدة الحديد

ومنها كبريتات الحديدوز وهو اكثر اسمدة الحديد انتشارا واستعمالا في تغذية النبات ودرجة ذوبانه في الماء اعلى من بقية الاسمدة الاخرى وكذلك اوكزالات الحديدوز نصفها ذات صفات مخلبية وهي قليلة الذوبان بالماء ويستعمل في الرش على الجزء الخضري ومنها ايضا كبريتات الحديدوز واخيرا اسمدة الحديد المخلبية.

الصفات المهمة للأسمدة المخلبية

اولا عند اضافتها بالرش على الجزء الخضري للنبات (سهولة امتصاص النبات لها، سهولة انتقالها داخل اجزاء النبات، سهولة التحلل داخل النبات، لا تحدث اي ضرر ميكانيكي او حرق للنبات ويجب اضافتها بالتراكيز الملائمة).

ثانيا الصفات الخاصة بالمواد المخلبية التي تضاف الى التربة (لا يستبدل العنصر المخلبي داخل التربة بكتيونات اخرى متعددة التكافؤ، عالية الثبات ضد التحلل المائي ودرجة التفاعل للتربة الخاصة بها، مقاومة التحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، يجب ان تكون قابلة للذوبان

ولا تتسبب بالأيونات او المواد الغروية، كذلك لا تضر بالنبات عند اضافتها بالتراكيز المضافة عند تصحيح النقص.

ملاحظات مهمة حول عنصر الحديد

في الترب المغمورة بالماء يحصل اختزال للحديد ويتحول الحديد الى الحديدوز مما يؤدي الى زيادة جاهزية الحديد لأنه اكثر ذوبانا، الاسمدة المخلبية والمركبات العضوية التي تحوي الحديد يتحرر الحديد ببطيء وبذلك يقل ما يفقد من الحديد بالترسيب او الاكسدة.

اضافة املاح الحديد المعدنية الى الترب القاعدية لا يعالج نقص الحديد بسبب تحوله السريع الى اكاسيد غير ذائبة (مترسبة) في محلول التربة اضافة بعض الاسمدة التي لا تحتوي على الحديد قد تؤدي في بعض الاحيان الى تقليل من نقص الحديد في التربة، مثل اضافة الاسمدة النيتروجينية الحاوية على الامونيوم تولد الحموضة وبذلك تتخفض درجة تفاعل التربة ويزيد من ذوبانية الحديد الموجود اصلا في التربة وكذلك الحال بالنسبة للأسمدة العضوية.

المحاضرة الحادية عشر النحاس

يعد من العناصر الغذائية الصغرى الضرورية لنمو النبات يحتاجه النبات بكميات قليلة ، يوجد في الصفائح البلورية للمعادن الاولية والثانوية ، من اهم المعادن التي تحتوي على النحاس الكبريتيدات البسيطة CuS و CuS والاكاسيد والكبريتات المعقدة والسليكات والكاربونات كما يوجد في المعادن الثانوية والمادة العضوية في التربة.

اشكال وصور النحاس في التربة

الذائب في محلول التربة وهو قليل جدا والمتبادل والممتز على سطوح غرويات التربة والمادة العضوية ويكون الجاهز في حالة توازن مع الذائب ومن ثم المثبت في صفائح المعادن الثانوية والبلورية .

العوامل المساعدة في انخفاض جاهزيته وظهور اعراض نقصه

1. درجة تفاعل التربة اذ يحل الكالسيوم محل النحاس بارتفاع درجة تفاعل التربة.
2. وجود مستويات عالية من الفسفور والنروجين والزنك تؤدي الى حصول تداخل مع عنصر النحاس فتقل بذلك جاهزيته وامتصاصه .
3. التربة الغنية بالمادة العضوية تؤدي المادة العضوية الى التقليل من جاهزية النحاس الى درجة قد تؤدي الى ظهور اعراض نقصه على النبات وسبب ذلك يعود الى ربط النحاس بقوة من قبل المادة العضوية وبذلك يكون تحرره صعبا جدا فتقل جاهزيته.

الوظائف الحيوية للنحاس

يدخل في تركيب الكلوربلاست فيؤثر في عملية البناء الضوئي ويدخل في تركيب عدد من الانزيمات ويحفز تكوين RNA و DNA والبروتينات ، يشترك في العمليات الحيوية للكاربوهيدرات اذ تقل مستويات السكر المختزلة بنقص النحاس ويشترك في عمليات النقل الاليكتروني في عملية البناء الضوئي كما يؤثر بشكل مباشر في تكوين العقد الجذرية لتثبيت النتروجين ونقصه يؤدي الى نقص تكوينها.

اعراض نقص النحاس على النبات

النحاس بطيء الحركة في النبات لذلك تظهر اعراض نقصه على النموات الحديثة ، ففي محاصيل الحبوب يظهر النقص في قمة الورقة وتتلون قمم النبات باللون الابيض وتكون الاوراق رفيعة وشكلها لولبي ، في اشجار الفاكهة يؤدي نقص النحاس الى موت النموات الحديثة للبراعم والاغصان.

اسمدة النحاس الاسمدة المخلبية مثل CuEDTA واكاسيد النحاس وهو الاكثر استعمالا وكبريتات النحاس ويسمى الحجر الازرق وفوسفات الالمنيوم الحاوية على النحاس.

البورون

يعد من العناصر الغذائية الصغرى ويوجد في معظم الترب بكميات قليلة تتراوح بين 7-80 جزء بالمليون تمتصه النباتات بشكل BO_3^{-3} ويوجد في التربة بشكل حامض البوريك . من اهم المعادن التي تحتوي على البورون هي البورات المائية ومنه البوراكس والبورات اللامائية ومنها $Kotoite Mg_3(BO_3)_2$.

العوامل التي تساعد على انخفاض جاهزيته وظهور اعراض نقصه على النبات

تقل جاهزية البورون في ترب المناطق ذات المعدلات المتوسطة والغزيرة بالأمطار والترب ذات درجة التفاعل المتعادلة او القاعدية كما تعاني الترب ذات المحتوى العالي من الطين من نقص البورون بسبب زيادة معدل امتزازه وتتعدم حركة البورون في الترب الجافة.

الوظائف الحيوية للبورون في النبات

يسهل حركة السكريات في النبات ويحفز تكون المركبات الفينولية ويعد ضروري في تكوين خلايا النبات ومهم في تكوين الاحماض النووية ، يؤدي نقص البورون الى تجمع النترات في النبات وقلة تكوين البروتينات وينظم النشاط الانزيمي في النبات كما وينظم تكون ونشاط الهرمونات النباتية .

تقسم النباتات حسب احتياجها الى البورون الى نباتات ذات احتياج عالي للبورون ومنه اللفت والقرنابيط واللهاة ومنها حساسة لنقص البورون مثل البنجر السكري والشوندر والكرفس كما انه هناك نباتات حساسة لزيادة البورون مثل محاصيل الحبوب وفول الصويا.

اعراض نقص البورون على النبات

البورون عنصر غير متحرك نسبيا وتظهر نقصه على النموات الحديثة لذلك تظهر اعراض النقص نمو غير طبيعي او معاق على النموات الحديثة الاوراق سميكة ومشوهة ومنكمشة ويكون لون الاوراق اخضر غامق مزرق تموت النموات الطرفية مع انعدام تكون الازهار ويحصل تشوه للنموات الحديثة والثمار.

اهم اسمدة البورون

بورات الكالسيوم وبورات المغنسيوم وبورات الصوديوم وحامض البوريك ، مشكلة البورون ان الحد بين الجاهزية والسمية ضيق جدا اذ انه يختلف عن جميع المغذيات الصغرى في هذه الصفة.

المحاضرة الثانية عشر المنغنيز

يعد من المغذيات الصغرى الضرورية لنمو النبات يمتصه النبات بشكل ايوني Mn^{+2} يوجد في التربة بمعدلات تتراوح بين 200-300 جزء بالمليون ، يوجد بمختلف الصخور الاولية ويتحرر منها بواسطة التجوية ومن المعادن التي تحتوي على المنغنيز الاكاسيد البسيطة ومنها Pyrolusite MnO_2 وغيرها.

يوجد المنغنيز بثلاث صور من حالات التكافؤ في محلول التربة هي ايونات ثنائية التكافؤ Mn^{+2} وتكون ذائبة في محلول التربة وممتزة على سطوح الطين والمادة العضوية ويزداد تركيز Mn^{+2} في التربة الحامضية ذات درجة التفاعل المنخفضة ، المنغنيز الثلاثي التكافؤ ويكون على صورة اوكسيد Mn_2O_3 ويزداد تركيزه في التربة ذات درجة التفاعل القريبة من التعادل والمنغنيز رباعي التكافؤ ويكون على صورة اوكسيد خامل MnO_2 ويزداد تركيزه بالتربة ذات درجة التفاعل اكثر من 6 .

العوامل التي تؤدي الى انخفاض جاهزيته وظهور اعراض نقصه على النبات

تزداد جاهزيته بالترب الحامضية بسبب ذوبان مركباته الموجودة في التربة ، وتقل جاهزيته في الترب القاعدية والخفيفة الحموضة ، وتقل جاهزيته في الترب ذات الصرف الرديء كما تقل جاهزية المنغنيز في الترب العضوية بسبب تكون مركبات معقدة من المنغنيز والمادة العضوية كما ان ذات المستويات العالية من الحديد والنحاس والزنك بسبب تشابه السلوك الكيميائي للمنغنيز مع سلوك الحديد والنحاس والزنك وبهذا يحدث تنافس بينهما على مواقع الامتصاص وتسمى Antagonism (اي التضاد والتنافس) ويكون المنغنيز اقل جاهزية في الظروف الجافة بسبب عدم تحلل املاح المنغنيز مائيا وفي درجات الحرارة المنخفضة تقل جاهزيته ايضا.

اهم الوظائف الحيوية للمنغنيز في النبات

يشارك في نظام الانتقال الاليكتروني في عملية البناء الضوئي فنقصه يؤدي الى تلف تركيب الكلوروبلاست ويساعد في زيادة نشاط الانزيمات ، يؤثر في تركيز منظمات النمو Auxin , IAA (Indol acetic acid) .

اعراض نقصه في النبات

قليل الحركة داخل النبات لذلك تظهر اعراض نقصه في الاوراق الحديثة النمو وتشابه اعراض نقصه مع اعراض نقص المغنسيوم ويظهر الاصفرار بين العروق الوسطى للأوراق

مع ظهور بقع صفراء صغيرة على الاوراق واعراض نقصه العامة هي بقع بنية اللون في الاجزاء القديمة من النبات.

اهم اسمدة المنغنيز كبريتات المنغنيز واوكسيد المنغنيز كذلك الاسمدة المخلبية تستعمل رشا على الجزء الخضري للنبات او الى التربة MnEDTA يحتوي على 12% منغنيز في الترب الكلسية يفضل استعمال اسمدة المنغنيز المخلبية رشا على النباتات وذلك لسرعة تأكسده اذا اضيف الى التربة وتحوله الى مركبات غير ذائبة في محلول التربة .

المحاضرة الخامسة عشر المادة العضوية

وتمثل الجزء العضوي المتم للطور الصلب للتربة وتلعب هذه المادة دورا مهما في التربة ، ان مصادر المادة العضوية في التربة هي :

1. بقايا النبات مثل الجذور السيقان والاوراق المتساقطة وتعد هذه مصدر رئيس للمادة العضوية في التربة عند تحليلها وتكون نسبة الماء في بقايا النبات الطرية بين 60-90% من الوزن الجاف للنبات حسب نوع النبات وعمره . وفي الدراسات النظرية يؤخذ معدل نسبة الماء في النبات 75% من الوزن الجاف للنبات والمادة الصلبة الجافة تمثل 25% من وزن النبات .

2. الاسمدة الخضراء ومنها النباتات البقولية بأنواعها وغير البقولية تستعمل كسماد اخضر اذ تزرع هذه النباتات وعند مرحلة مبكرة من نموها تقلب في التربة لزيادة المادة العضوية فيها والى امداد النبات كجزء من العناصر الغذائية الضرورية لنموه.

فوائد السماد الاخضر

أ. تستعمل الاسمدة الخضراء بمثابة غطاء نباتي يحافظ على سطح التربة من التعرية والانجراف.

ب. اضافة مواد عضوية للتربة تصبح مواد غروية بعد تحليلها في التربة.

ت. تحسن صفات التربة الفيزيائية والكيميائية.

ث. تزيد من نشاط الاحياء المجهرية في التربة .

من المحاصيل المناسبة للسماد الاخضر البقوليات لسرعة تحليلها في التربة واحتوائها على نسبة عالية من النتروجين ولتثبيتها النتروجين الجوي ، كذلك الشعير و الشوفان وذلك بقلبها في التربة عند مراحل نموها الاولى.

في التسميد الاخضر ينصح باستعمال التربة ذات التهوية والمحتوى الرطوبي الجيد كذلك لا ينصح باستعمال التسميد الاخضر في المناطق القليلة الامطار وخاصة عندما يراد زراعة محصول اقتصادي مهم بعد زراعة الاسمدة الخضر وقلبها في التربة وذلك لاستهلاك رطوبة التربة من لدن الاسمدة الخضر . كذلك ينصح بمرور فترة زمنية معينة بعد قلب السماد الاخضر في التربة قبل زراعة المحصول الاقتصادي وذلك من اجل توفير وقت كافي لتحليل الاسمدة الخضر والحصول على الفائدة من زراعتها.

3. الاسمدة العضوية المضافة الى التربة وتشمل مخلفات حيوانات الحقل ومخلفات

المجازر والمصانع وفضلات المدينة وفي ما يلي الاسمدة الشائعة:

○ السماد الحيواني او سماد الاصطبل ويتكون من افرازات الحيوانات الصلبة والسائلة.

○ بقايا النباتات المخمرة مثل الحشائش الخضراء واوراق الاشجار والخضروات والبرسيم.

○ مواد القمامة تتكون من قمامة المدن وتضم التراب وبقايا الاخشاب وفضلات الموائد وبقايا النبات والحيوان.

○ سماد المجاري تجمع فضلات المجاري في احواض كبيرة وترسب وتعامل ضد المسببات المرضية ويستعمل الجزء الصلب المترسب وكذلك السائل كأسمدة.

○ مسحوق العظام ومخلفات المجازر والدباغة.

4. الكائنات الحية بما فيها الحيوانات الدقيقة والكبيرة وتعد مصدرا للمواد العضوية في التربة والتي تحلل وتعتبر مصدر لبعض العناصر الغذائية والنباتية.

تقسم المواد العضوية حسب سرعة تحللها الى

أ. المواد السريعة التحلل وتشمل السكريات والنشأ والبروتين والبروتينات الاخرى

ب. المواد البطيئة التحلل وتشمل الهيميسليلوز والسليلوز واللكتين والمواد الدهنية والصمغية والتأين.

الدبال Humus هو ناتج تحلل المواد العضوية في التربة اذ تتحلل اولا المواد العضوية سهلة التحلل مثل السكريات والنشأ والبروتينات وبعدها المواد الصعبة التحلل مثل الهيموسليلوز والسليلوز واخيرا اللكتين.

اهم مواصفات الدبال Humus

1. مادة غروية غير بلورية
2. السعة التبادلية له اكبر من السعة التبادلية لمعادن الطين وتقدر السعة التبادلية للدبال ما بين 150-300 مملكافئ لكل 100 غم تربة اما السعة التبادلية الكاتيونية لمعادن الطين فهي ما بين 8-150 مملكافئ لكل 100 غم تربة.
3. يدمص الدبال كميات من الماء تقارب 80-90% من وزنه على حين يمتص الطين ما بين 15-20% من وزنه.
4. مطاطية الدبال ودرجة التحامه وليونته قليلة.
5. وحدات صفائح الدبال تشابه الى حد ما وحدات الطين في توزيعها وتنظيمها ويحتوي على سطوحه شحنات سالبة.

اهمية المواد العضوية في التربة

1. تقلل المواد العضوية من التعرية المائية وجرف الماء للتربة .
2. تحافظ على التربة من التعرية الهوائية بواسطة الرياح.

3. بقايا النبات تقلل من درجة حرارة التربة خلال فصل الصيف وتبقي التربة دافئة خلال الشتاء .
4. تقليل الماء الذي يفقد بالتبخر من التربة.
5. تزيد المادة العضوية من تهوية التربة بزيادة المسامات الهوائية خاصة في التربة الطينية وذلك عند تحليلها تعمل على تجميع حبيبات التربة بصورة متراضية.
6. تزيد المادة العضوية من قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء .
7. تزيد المادة العضوية من الماء الجاهز في التربة الرملية والترب المزيجية.
8. تعمل المادة العضوية على تحسين صرف المياه للأتربة ذات النسجة الناعمة اي ذات المحتوى العالي من الطين.
9. تزيد المادة العضوية من انتاجية الترب الرملية.
10. تعد المادة العضوية مصدرا للعناصر الغذائية وخاصة النتروجين الفسفور....الخ.
11. المادة العضوية في تحليلها تكون الاحماض العضوية وثاني اوكسيد الكربون التي تؤثر في اذابة المعادن وتجعل عناصرها اكثر جاهزية للنبات .
12. تزيد من جاهزية الفسفور للنبات في الترب الحامضية.
13. المادة العضوية مصدرا للطاقة وتجهز الكائنات الحية الدقيقة وخاصة المثبتة للنتروجين حيث تجهزها بالكربون .
14. تقلل من فقد العناصر الغذائية بعملية الغسل الناتجة من الامطار او الري.
15. كذلك تؤثر المادة العضوية بصورة مباشرة على النبات مثل امتصاص المركبات والاحماض الامينية والمواد المنشطة والهرمونات والفيتامينات .

العوامل المؤثرة في محتوى التربة من المادة العضوية

1. ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية.
2. نسجة التربة محتوى الترب الرملية منخفض من المادة العضوية.
3. تهوية التربة الجيدة تزيد من سرعة تحليل المادة العضوية فتقل بذلك المادة العضوية.
4. التعرية المائية او الريحية تقلل من نسبة المادة العضوية في التربة.
5. رطوبة التربة كلما زادت المادة العضوية بزيادة رطوبة التربة وغزارة الامطار وزيادة الغطاء النباتي .
6. الزراعة المستمرة تؤدي الى استنزاف المادة العضوية في التربة.

طرق اضافة الاسمدة العضوية

تقسم من حيث طرق اضافتها الى:

- أ. الاسمدة العضوية الصلبة تضاف الى سطح التربة اليا او يدويا ويجب ان تمزج مع التربة جيدا لان تركها على السطح سيؤدي الى فقد ما تحتويه من النتروجين يتطاير بشكل امونيا خلال 3-4 يوم بعد النثر لذلك يجب تغطيتها.
- ب. الاسمدة العضوية السائلة يمكن ان تضاف الى التربة بأجهزة الري عن طريق حقنها مباشرة الى التربة او رشها على السطح ومن ثم حراثة الارض بعد الرش.