تغذية النبات

المحاضرة الأولى

مقدمة عامة ومراجعة الخلية النباتية.

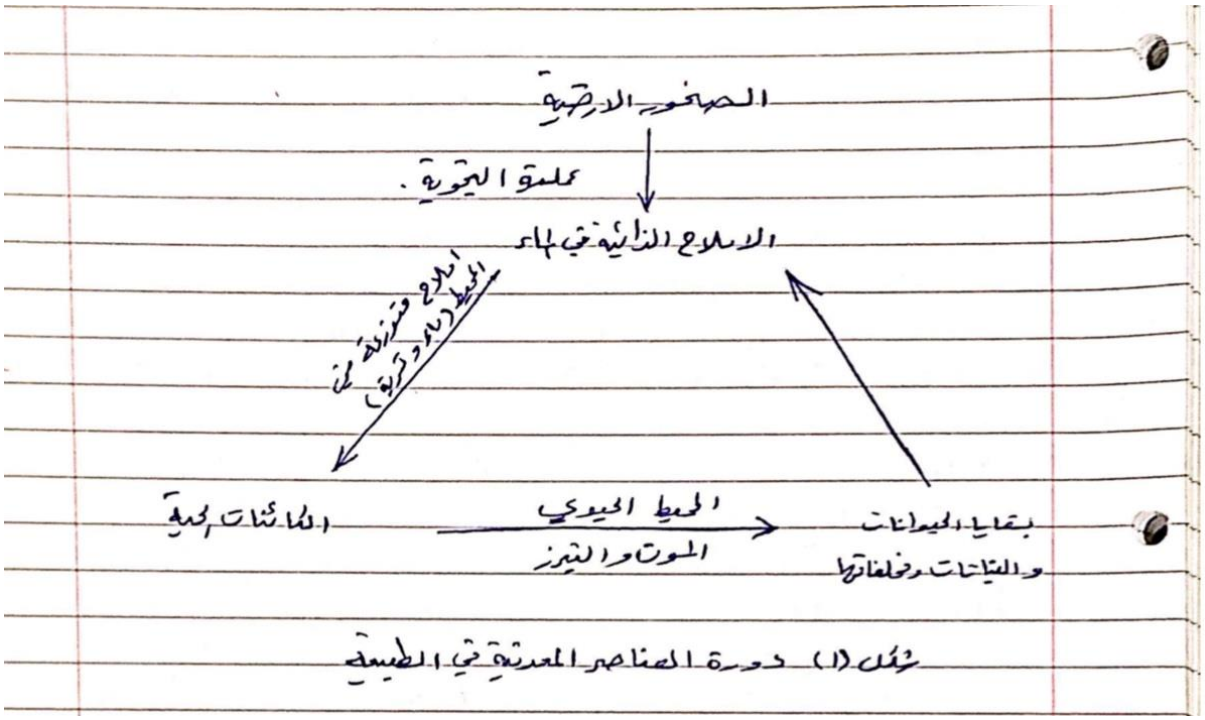
المحاضرة الثانية

أهمية تغذية النبات وتطبيقاتها في المجال الزراعي

تمكن الباحثين في دراساتهم المستمرة من تحديد اهمية الضوء والهواء والتربة في تغذية النبات ونموه، حيث ان النباتات الخضراء تستخدم للضوء وبوجود الاملاح العضوية التي تحصل عليها من التربة وتحول ثاني اكسيد الكربون CO_2 الجوي الى مركبات عضوية ذات طاقة عالية واهمية كبيرة (البروتينات، الأحماض الامينية، والكربوهيدرات وغيرها) واغلب النباتات تحصل على العناصر المعدنية الضرورية لها عن طريق الجذور بواسطة الامتصاص والبعض الاخر يحصل عليها بالامتصاص عن طريق الأوراق، النباتات المائية تقوم الاجزاء العائمة التي تطفو على الماء اضافة الى الاجزاء الغاطسة بامتصاص العناصر المختلفة وبذلك تقل اهمية الجذور في عملية الامتصاص اما النباتات الواطئة التي تعيش على سيقان بعض النباتات (الأشجار) فأنها تمتص ما تحتاجه من العناصر الغذائية المعدنية بواسطة اوراقها وذلك عندما تسقط الامطار وتغسل الايونات من اجزاء النبات المضيف وتسقط على اوراقها ويضر النباتات الاخرى مثل النباتات الطفيلية تحصل على العناصر المعدنية بإرسال

ممصات خاصة تخترق انسجة النبات حتى تصل الى الأوعية الناقلة للنبات المضيف وتمتص ما تحتاجه منها.

ان الاملاح المعدنية توجد بصورة عامة في الصخور الأرضية والنتيجة لعمليات التجوية (Weathering) تتكسر البلورات المعقدة بتأثرها بالعمليات الفيزيائية او التفاعلات الكيميائية وتصبح مركبات ذائبة هذه المركبات الذائبة تتأين بعد ذوبانها بالماء الى ايونات موجبة مثل البوتاسيوم(K^+) الكالسيوم (Ca^+) وايونات سالبة مثل الكلور(Cl^-) والكبريتات (So_4^{-2}) وغيرها وهذه الايونات تنتقل بدورها مع الامطار والانهار والسيول وقسمها تمتص عن طريق بعض الكائنات الحية وبعضها يدخل في تكوين بعض المركبات العضوية وعند موت هذه الكائنات تتحلل هذه المركبات وتتحرر الايونات مرة ثانية وان للعناصر دور في الطبيعة وعملية التحلل تتم اما بالتفسخ بفعل بعض الفطريات والاحياء المجهرية او بفعل الظروف الجوية (شكل 1).



شكل (1) دورة العناصر المعدنية في الطبيعة

محتوى النباتات من المعادن:

النسيج النباتي يتكون من (الماء – المركبات العضوية – المعادن) وبنسب متفاوتة. الا ان الأنسجة الخضراء تكون فيها نسبة الماء 70% , المركبات العضوية 27% المعادن 3% وبعد عملية التجفيف تبقى المادة الجافة (المادة العضوية – المعادن) وعند حرق المادة الجافة تتحطم المواد العضوية ويبقى الرماد (**ash**) الذي يمثل الاملاح غير العضوية (المعادن) واثناء عملية الحرق تتحول المعادن سواء كانت داخلة في تركيب بعض المركبات العضوية مثل (الفسفور , الكالسيوم, المغنيسيوم و الاحماض الأمينية, بكتات الكالسيوم, الكلوروفيل) على التوالي او على هيئة بلورات لأملاح غير ذائبه او على هيئه ايونات ذائبه الى اكاسيد تلك المعادن. هذه الاكاسيد قابله للذوبان في حامض قوي مثل حامض HCl المركز وينتج عنه

ا.م.د. طه شهاب احمد
م.د. صابرين محمد لطيف

محلول وهذا المحلول عند تخفيفه يمكن تحليل مكوناته المعدنية المختلفة بعده طرق حسب نوع العنصر.

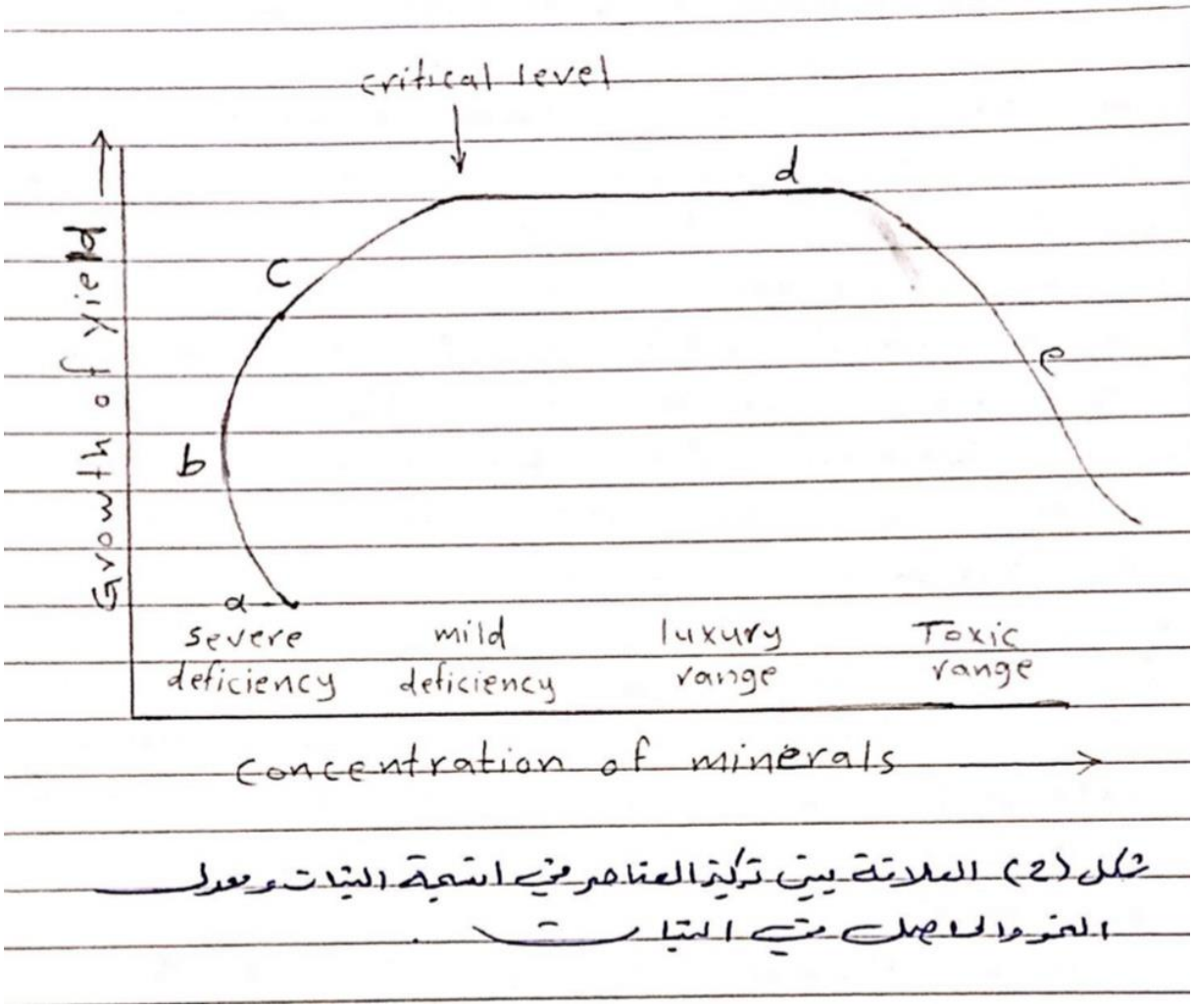
المحاضرة الثالثة

علاقة امتصاص العناصر المعدنية بالنمو:

في مرحله النمو السريع سواء للنبات بشكل عام او على نطاق الخلية الواحدة تصاحبها زياده في معدل امتصاص العناصر المعدنية وعندما ينخفض معدل النمو يرافقه انخفاض في الامتصاص والعلاقة بين محتوى النبات من الاملاح والنمو والحاصل يمكن تمثيلها بالخط البياني (الشكل 2) حيث يلاحظ انه عندما يكون تركيز العناصر المعدنية في النبات قليل فان معدل النمو يكون منخفض ايضا(Severe deficiency) كلما زاد معدل النمو ينخفض محتوى النبات من الايونات بدرجه بسيطة بسبب التخفيف وذلك بسبب تراكم المادة الجافه في النبات والمعدل اكثر من امتصاص الايونات وهذه تسمى (mild deficiency) يلي هذه المرحلة فتره يزداد فيها معدل النمو دون حصول تغير في تركيز الاملاح في النبات وكلما ازدادت جاهزية العنصر او العناصر للنبات ينتج عنه زياده في معدل النمو ومحتوى النبات من المعادن لحين الوصول الى مرحله التركيز الحرج (Critical level) فزيادة جاهزية العناصر المعدنية للنبات في المرحلة الحرجة وما بعدها لا تؤثر على معدل النمو في حين ان تركيز العناصر داخل انسجه النبات يرتفع (Luxury range) لذلك تعتبر المرحلة الحرجة

مهمه جدا من الناحية الاقتصادية حيث ان بعد هذه المرحلة اضافه اي اسمده لا تعطي اي مردود اقتصادي لأنها لا تزيد من الانتاج اما زياده تركيز بعض العناصر المعدنية بدرجه كبيره تسبب انخفاض في معدل النمو بسبب السمية وهذا المدى من التركيز يسمى (Toxicity range).

ان محتوى النبات من العناصر المعدنية لا يتأثر بجاهزية هذه العناصر في التربة فقط وانما يتأثر بعوامل اخرى مثل نوع النسيج النباتي وعمر النبات ووجود العاصمة المعدنية الاخرى الجاهزة للنبات وهكذا.



شكل (2) العلاقة بين تركيز العناصر في انسجة النبات ومعدل النمو او الحاصل في النبات

ا.م.د. طه شهاب احمد
م.د. صابرين محمد لطيف

المحاضرة الرابعة

العناصر المعدنية الضرورية في النبات:

هناك العديد من الاسس التي تقسم بها العناصر المعدنية في النبات فمثلا يمكن تقسيمه على اساس الكميه التي يحتاجها النبات فمنها ما يحتاجه النبات بكميه كبيره نسبياً مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت وهذه تسمى العناصر الكبرى (Macro elements) في حين ان الحديد والنحاس والمنغنيز والزنج والبورون والصوديوم والكلور يحتاجها النبات بكميه قليله وهذه تسمى مجموعه العناصر الصغرى (Micro elements) وان هذا التقسيم ليس مطلق ففي بعض الاحيان يصل تركيز الحديد والمنغنيز الى مستويات مقاربه للكبريت والمغنيسيوم وايضا فان النباتات تختلف في مدى احتياجاتها من هذه العناصر. ويمكن تقسيم العناصر الضرورية على اساس اوجه التشابه في صفه او أكثر من حيث فعالياتها الحيوية ووجودها في الطبيعة وجاهزيتها للنبات واعراض نقصها او سميتها الى:

أولا: العناصر الكبرى

1. المجموعة الاولى وتشمل: النيتروجين **N** والفسفور **P** والكبريت **S**.
2. المجموعة الثانية وتشمل: البوتاسيوم **K** والكالسيوم **Ca** والمغنيسيوم **Mg**.

ثانيا: العناصر الصغرى

1. المجموعة الاولى وتشمل: الحديد **Fe** فقط.

2. المجموعة الثانية وتشمل: النحاس **Cu** والزنك **Zn** والمنغنيز **Mn**.

3. المجموعة الثالثة وتشمل: البورون **B** والمولبيدنم **Mo**.

4. المجموعة الرابعة وتشمل: الصوديوم **Na** والكلور **Cl**.

المحاضرة الخامسة

أولا: العناصر الكبرى Macrolements

النيتروجين N : Nitrogen

ان للنتروجين دور كبير في حياه النبات حيث ان له دور في زيادة النموات الخضرية للنبات وله دور في العديد من الوظائف الفسلجية للنبات حيث يدخل في تكوين البروتين والاحماض النووية مثل **DNA** والـ**RNA** والكلوروفيل والانزيمات والفيتامينات والهرمونات النباتية والأغشية الخلوية ومركبات الطاقة **(ATP , NADP)** وغيرها.

اعراض النقص:

يعتبر عنصر النيتروجين من العناصر المتحركة لذلك تظهر اعراض نقصه على الاوراق القديمة ومن اهم اعراض النقص هي اصفرار الاوراق الناضجة (القديمة) والتبكير في سقوطها والاصفرار يكون شامل للأوراق وليس على شكل تبقعات وعلى جميع النبات.

وان سبب الاصفرار يعود الى تكسر وفقد الكلوروفيل وفي بعض الاحيان تنشا صبغات اخرى غير الحروف مثل الانثوسيانين التي تظهر على اعناق الاوراق التي تعاني من نقص النيتروجين

ومن الملاحظ ان حجم الخلية اصبح صغيرا وقابليتها على الانقسام ضعيفة في بعض النباتات عند تعرضها الى نقص عنصر النيتروجين واحيانا تنشا اعراض نقص النيتروجين حتى عند وجوده بصوره نترات وسبب هذا النقص واعراضه قد يعود الى ان النباتات لا يمكنها ان تستفيد من النترات الممتصة الا بعد تحويلها الى امونيا وهذه العملية تحتاج الى عنصر المولبيدنم تعرض النبات الى نقص المولبيدنم سوف تتراكم النترات في النسيج النباتي وصولا الى مستوى سمي وهذا ينتج عنه اعراض نقص للنيتروجين وايضا وجد ان عنصر الكوبلت **Co** عنصر مهم لتثبيت النيتروجين في النباتات البقولية ونقص الكوبلت يسبب نقص في تجهيز النيتروجين لهذه النباتات لذلك يصبح من الضروري اضافه الأسمدة النيتروجينية لهذه النباتات.

ان زيادة التسميد النيتروجيني تسبب استهلاك جميع الكربوهيدرات المنتجة بعمليه التمثيل الضوئي وبالتالي تكون الكربوهيدرات الداخلة في تركيب جدران الخلية قليله ونسبه الماء مرتفعة والنسبة المئوية للمادة الجافه منخفضه وذلك يكون النبات طري.

معالجة النقص:

يمكن علاج اعراض نقص عنصر النيتروجين اما بإضافة الأسمدة النيتروجينية للتربة بشكل مباشر او رشها على النباتات **(Foliar application)** ويمكن استعمال اليوريا (46% نيتروجين) او كبريتات الامونيوم (21% نيتروجين) او نترات الامونيوم (33% نيتروجين).

المحاضرة السادسة

الفسفور Phosphorus P

يتصل الفسفور في تركيب بعض المركبات العضوية المهمة في الفعاليات الحيوية للنبات فهو يدخل في تركيب الاحماض النووية والامينية والفوسفولبيدات والمرافقات الأنزيمية مثل **NAD** والـ**NADP** المهمة في عمليات الأكسدة والاختزال في التمثيل الضوئي والتنفس وتمثيل الكربوهيدرات والاحماض الدهنية وايضا يخزن في البذور بشكل الفاتين **(Phytin)** الذي له دور مهم اثناء عمليه الانبات **(Germination)**.

اعراض النقص:

يعتبر عنصر الفسفور من العناصر المتحركة في النبات لذلك فان اعراض النقص تظهر على الاوراق القديمة بسبب انتقاله من الاوراق القديمة الى الاوراق الحديثة عند التعرض للنقص.

ومن اعراض نقص الفسفور ظهور اللون البنفسجي على العروق وعلى السطح السفلي للورقة وكذلك على حامل الورقة ويكون نمو الجذور ضعيفا وعدد الثمار قليل والنبات متقزم.

ويكون التركيز الفسفور في البذور اعلى من تركيزه في المجموع الخضري. وان امتصاص هذا العنصر يكون امتصاص نشط لذلك يلاحظ بان تركيزه في الجذور ومحلول النسخ الصاعد يكون أكثر بكثير من تركيزه في التربة (محلول التربة).

معالجه النقص:

يمكن اضافة الأسمدة الفوسفاتية مثل سوبر فوسفات الاحادي الذي يحقق بحدود (14-25%) P_2O_5 او سوبر فوسفات ثلاثي الذي يحقق (42-46%)P_2O_5 الذي يمتاز بسهوله ذوبانه وسهوله مزجه مع الأسمدة الاخرى.

ومن الجدير بالذكر ان الأسمدة الفسفورية تضاف الى التربة قبل الزراعة بسبب بطء تحرك الفسفور في التربة ويضاف ايضا دفعه واحده قبل الزراعة وتخلط جيدا في التربة وتوزع بشكل متجانس كي تتمكن الجذور من امتصاصها والاستفادة منها.

المحاضرة السابعة

عنصر الكبريت Sulphur : S

يدخل الكبريت في تركيب العديد من المركبات العضوية مثل الاحماض الأمينية كالسستين(**Cystine**) والستاين (**Cysteine**) والميثيوتين (**Methionine**) ويدخل ايضا في تركيب بعض الفيتامينات مثل الثايمين (**Thiamine**) والبايوتين (**Biotine**) وفي تركيب المرافق الانزيمي (**Co enzyme A**) ويدخل الكبريت ايضا في تركيب بعض المواد التي تعطي نكهة خاصه كما في نباتات العائلة الصليبية مثل اللهانة والكلم والقرنبيط وكذلك نباتات العائلة الزنبقية مثل البصل والثوم.

وكذلك يدخل في تكوين مركبات مهمه والتي تلعب دور مهم في عمليه سحب غاز CO_2 في دورة كربس لذلك فان في حاله غياب عنصر الكبريت سوف يتعذر على النبات هدم الكربوهيدرات والحصول منها على الطاقة.

ويدخل الكبريت ايضا في تكوين الفريدوكسين **(Ferredoxin)** المهم في عمليه الاختزال في التمثيل الضوئي.

اعراض نقص عنصر الكبريت

عنصر الكبريت هو من العناصر البطيئة الحركة في النباتات لذلك تظهر اعراض نقصه على الاوراق الحديثة التكوين وبصوره عامه فان اعراض نقصه مشابهه الى اعراض نقص عنصر النيتروجين حيث ان الاوراق تكون كلها مصفرة وحتى العرق الوسطي وتظل الاوراق طريه ولا تجف ولا تسقط هذا في حال نقص عنصر الكبريت اما في حال نقص النتروجين تجد بان الاوراق تجف وتسقط.

ان الكبريت لا يدخل في تكوين جزيئه الكلوروفيل الا انه يحتاجه النبات اثناء تكوين وتصنيع الكلوروفيل لذلك تكون اعراض نقص الكبريت هي الاصفرار بسبب فشل تكوين الكلوروفيل.

ومن المهم معرفه ان نقص الكبريت نادر الحدوث بسبب توفره في التربة والماء والجو وبصوره تمكن الاستفادة منه.

معالجة النقص

يمكن استخدام الأسمدة المركبة مثل الكبريتات الامونيوم او كبريتات الكالسيوم وكذلك فان السماد السوبر فوسفات يحتوي تقريبا على (1% من الجبس)$\mathbf{CaSo_4.2H_2O}$ وانا اضافه الجبس يعالج النقص، وان إضافة معدن الكبريت تفاعله حامضي حيث تكاسده في التربة وبالتالي فهذا مفيد في الترب القاعدية والكلسية، حيث يفيد في خفض قيمة **pH** حيث ان الجسم يحتوي تقريبا على 19% كبريت.

ان سبب تحول قيمة الـ**pH** قيمة منخفضه هو بسبب تحول الكبريت الى حامض الكبريتيد وهذا ناتج عن فصل بعض بكتيريا الكبريت وهذا يفيد في زيادة جاهزية بعض هذه الترب من العناصر الغذائية وخاصه الفسفور والعناصر الصغرى باستثناء عنصر مولبيدنم الذي تقل جاهزيته عند انخفاض قيمه الـ **pH**.

المحاضرة الثامنة

البوتاسيوم K

يعتبر عنصر البوتاسيوم العنصر الوحيد الذي تحتاجه النباتات كافة (النباتات الراقية) بالرغم من عدم دخوله في اي مركب عضوي سوى الاحماض التي يتحد معها مكوناً تجمعها مكوناً املاح عضويه.

وعنصر البوتاسيوم هو من اهم العناصر التي تلعب دور مهم في تنظيم الجهد الاوزموزي لخلايا النبات وايضا يتحكم في فتح وغلق الثغور وبالتالي عمليه النتح، ومن المعروف ان النباتات تفقد من الماء بعمليه النتح من الثغور في الاوراق بحدود 90% من مقدار الماء الممتص بواسطة الجذور.

يفيد البوتاسيوم بتنشيط انزيمات تصنيع البروتين وبالرغم من ان البوتاسيوم يفيد في تنشيط الانزيمات فقط الا ان النباتات تحتاجه بكميات كبيره وان قابليه البوتاسيوم للارتباط بالأنزيمات(البروتينات) ضعيفة لذلك يحتاجه النبات بكميات كبيره بهدف تكوين معقد البوتاسيوم بروتين **Potassium-protein Complex** ليتمكن الانزيم من القيام بمهامه بصوره صحيحه وملائمه.

وقد لوحظ ان نقص البوتاسيوم يسبب زيادة في معدل سرعه التنفس وعند النقص الشديد يقل تصنيع الكربوهيدرات وبذلك يسبب انخفاض واضح في معدل سرعه التنفس.

وان توفر البوتاسيوم المناسب يسبب زيادة في عمليه التمثيل الضوئي وهذا قد تكون بسبب ان البوتاسيوم يزيد من المساحة السطحية للأوراق مما يزيد من الكربوهيدرات المصنعة.

اعراض النقص

عنصر البوتاسيوم من العناصر المتحركة في النبات وان اعراض النقص تظهر على الاوراق القديمة بسبب تحركه ويسبب نقصه ضعف المجموع الجذري وبالتالي ضعف عام للنبات وانخفاض واضح في عدد الازهار والثمار صغيرة وايضا احتراق حواف الاوراق او جفافها وظهور بقع صفراء بين العروق وقرب حافه الورقة والتفاف الحافه نحو الاعلى بشكل كأسي.

المحاضرة التاسعة

ثانيا: العناصر الصغرى Microelements

الحديد Fe Iron

يعد الحديد منشط لأنزيمات الأكسدة والاختزال حيث ان له دور فعال في الانسياب الالكتروني وذلك عن طريق قابليته على اكتساب وفقد الالكترونات و يفيد في الأكسدة الحيوية ويدخل في تركيب عدد من الانزيمات وايضا يساعد في بناء وتكوين الكلوروفيل وايضا يدخل في تكوين الفريدوكسين **(Ferredoxin)** والساتيوكرومات المهمة في عمليات التمثيل الضوئي والتنفس وله دور مهم في عملية تكوين البروتين وايضا له دور في رفع قدرة احياء التربة

المجهرية في تثبيت النيتروجين وايضا يساهم في عمليه تكوين الحامض النووي **RNA** ويدخل الحديد ايضا في تركيب بعض الصبغات.

اعراض النقص

ان الحديد من العناصر بطيئة الحركة لذلك تظهر اعراض النقص على الاوراق الحديثة ويلاحظ اصفرار نصف الورقة مع احتفاظ العروق الوسطية بلونها الاخضر وفي حاله اشتداد الاعراض يلاحظ ان الاوراق الحديثة مصفرة بشكل كامل وحتى تظهر باللون الابيض وقد يحدث نخر موضعي يماس قمة وحواف الاوراق او موزع بشكل غير منتظم بين العروق او على العروق نفسها وتكون قمة الورقة مشوهه ومدبه وسبب الاصفرار هو فقد الكلوروفيل وتحلل البلاستيدات الخضراء وتشوهها.

ومن الملاحظ ان اشجار الفاكهة أكثر عرضة لنقص الحديد من الخضروات والمحاصيل والحمضيات حساسة جدا للنقص.

معالجه النقص

بشكل عام يفضل عدم اضافة املاح العناصر الصغرى الى الترب ذات الـ **pH** المرتفع (القاعدية) بسبب تعرضها الى الترسيب بشكل مركبات معقده وغير صالحه للامتصاص من قبل جذور النباتات.

لذلك يضاف بصوره مركبات مخلبية للحديد مثل:

Fe-EDTA : Ethylene diaminetetra acetic acid

Fe-APCA : Amino polycarboxylic acid

Fe-HEEDTA : Hydroxy ethylene diamine tetra acetic acid.

ومن الملاحظ ان زيادة عنصر الحديد يؤدي الى ظهور اعراض نقص المنغنيز ويمكن اضافة محلول كبريتات الحديدوز (20% حديد) رشا او يضاف الى التربة اذ لم تكن هناك اية خطورة من ترسيبهم وايضا يمكن حقن محاليل الحديد في الجذر او الافرع سواء بمحاليل املاح الحديد او مركبات مخلبية.

المحاضرة العاشرة

عنصر الزنك الخارصين Zn Zinc

يفيد عنصر الزنك في تنشيط عدد من الانزيمات ويكون متخصصا لبعضها يعمل على حماية البروتينات من فقدان طبيعتها، والزنك متخصص لإنزيمات الساتيوكرومات ولا يستطيع عنصر اخر تعويض ذلك، ويفيد الزنك ايضاً في تكوين الحامض الاميني التربتوفان الذي يتكون منه الهرمون النباتي المهم في الاستطالة للخلايا ويفيد ايضا في عمليه الفسفرة وتكوين الكلوكوز وان نقصه يسبب تراكم الدهون والفسفولبيدات ويلاحظ تكون لون ناتج عن تراكم بلورات اوكزالات الكالسيوم و المركبات في النسيج المتوسط للورقة.

ويفيد عنصر الزنك في المساعدة على بناء جزيئات الكلوروفيل وتكوين البروتين وفي زيادة المحتوى من فيتامين **C** وتكوين حبوب اللقاح.

اعراض النقص

أحد العناصر غير المتحركة في النبات ويلاحظ عند نقصه ظهور بقع صفراء بين العروق ويكون هناك تدرج في الاصفرار كلما اقتربنا من العروق التي عادة خضراء ويظهر بشكل اشرطة بيضاء طويلة على النصف السفلي من الورقة مثل الذرة الصفراء وتحدث ظاهره الاوراق الصغيرة في الخوخ والتفاح والطماطم وظاهره تبقع الاوراق في الحمضيات وموت الافرع من القمة النامية الى القاعدة وفي اشجار الفاكهة تنشا الاوراق الصغيرة المتجددة في منطقه القمة النامية والتي تسمى بظاهره التورد ناتج عن قصر السلاميات.

- ظاهره الاوراق الصغيرة **little leaf**
- ظاهره تبقع الأوراق **Mottle leaf**
- ظاهره التورد **Rosettes**

ونقص الزنك له تأثير سلبي على تكوين البذور في البزاليا والفاصوليا ونمو ثمار الحمضيات.

معالجة النقص

اضافة الأسمدة المادية على املاح الزنك رشا او اضافه الأسمدة للتربة حيث يمكن اضافه كبريتات الزنك التي تحتوي على 35% زنك.

المحاضرة الحادية عشر

تحضير العينات للتحليل

بهدف تقدير العناصر الغذائية المختلفة في الانسجة النباتية فلا بد من اجراء بعض العمليات المختلفة وكالاتي:

- جمع النماذج النباتية.
- تنظيف النماذج.
- تجفيف النماذج.
- طحن النماذج.
- اجراء عمليات الهضم بنوعيه: الجاف والطري.

المحاضرة الثانية عشر

- تقدير العناصر المختلفة:

1- عنصر النيتروجين.

2- عنصر الفسفور.

3- عنصر البوتاسيوم.

4- مشاهدة جهاز الامتصاص الذري (Atomic absorption).