الاضطرابات الفسيولوجية في النبا ت

Physiological Disturbances in Plant

إعداد

أ.د/ محمد عبدالرحمن الوكيل
أستاذ أمراض النبا ت جامعة المنصورة
Web: http://www.mwakil.net
E-mail: mawakil@mans.edu.eg

د/ وائل محمد الوكيل
جامعة جنزفيل ـ فلوريد ا
الولايات المتحدة الأمريكية
Web: http://waelelwakil.hpage.com
E-mail: wael elwakil@yahoo.com

مارس 2019

تقديم: تتسبب مجموعة من العوامل الطبيعية فى حدوث أضطرابات فسيولوجية فى النبات يكون من نتيجتها ظهور أعراض متباينة على النباتات تسمى مجازاً الأمراض الفسيولوجية ولكنها فى الحقيقة أمراض متسببة عن أسباب غير مرضية Non-parasitic plant diseases ونسوق منها الآتى:

الجفاف Drought

المقصود بالجفاف هنا هو حدوث إنقطاع أو قلة المطر أو المياه لفترة قد تمتد لأشهر أو لسنوات فى منطقة ما بحيث يكون لهذا الإنقطاع وقع حقيقى على النظام البيئى والزراعة فى تلك المنطقة، وبالرغم من أن الجفاف قد يتواصل لعدة سنوات فإنه حتى فى الفترات القصيرة يكون له تأثيراً مدمراً للإقتصاد المحلى لتلك المنطقة، وبإنتشار تلك الظاهرة البيئية على المستوى العالمى يظهر تأثيرها السلبى على الزراعة.

أمثلـــة:

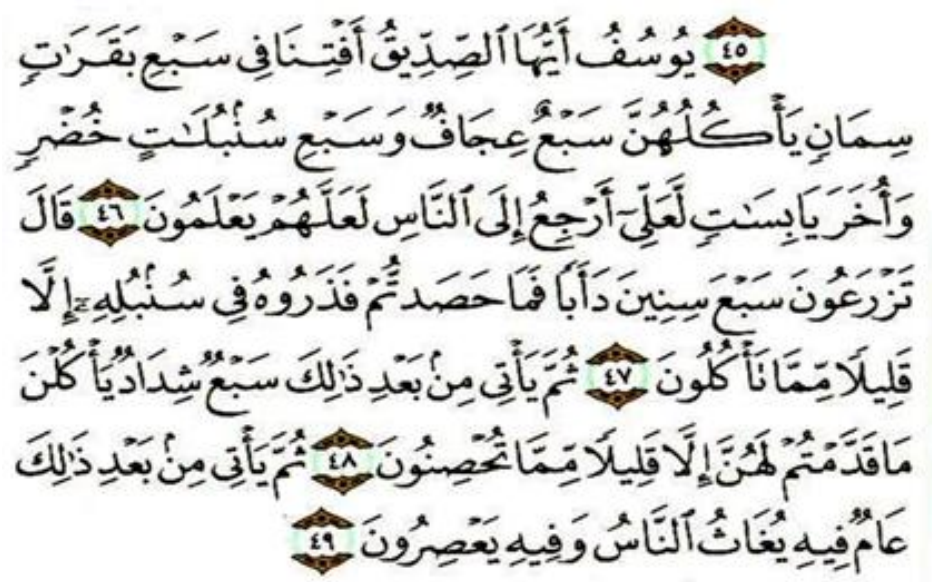
أعلنت تقارير صادرة عن منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة العديد من الحالات الناشئة عن الجفاف منها ما حدث فى أوكرانيا والتى أدى إلى أن تفقد من أراضيها الخصبة مساحات كبيرة بصفة مستمرة نتيجة الجفاف وإرتفاع درجة الحرارة وعدم إستقرار الطقس. وفى مصر فقد تعرضت منطقة حلايب وشلاتين فى الجنوب الشرقى من مصر لإنقطاع المطر لسنوات عديدة مما أثر على التوزيع الجغرافى للكائنات المختلفة التى إستقرت فى هذه المنطقة منذ زمن بعيد.

وتؤثر مدة الجفاف أيضاً على شكل المجتمع مثلما حدث من هجرات جماعية فى إفريقيا خلال القرن الماضى وفى أماكن أخرى مختلفة من العالم ولآلاف السنين.

وتتكرر ظاهرة الجفاف فى معظم أنحاء العالم وأول ظاهرة مسجلة فى التاريخ جائت فى القرآن الكريم فى سورة يوسف عليه السلام:

﴿٤٢﴾ وَقَالَ ٱلْمَلِكُ إِنِّيٓ أَرَىٰ سَبْعَ بَقَرَٰتٍ سِمَانٍ يَأْكُلُهُنَّ
سَبْعٌ عِجَافٌ وَسَبْعَ سُنۢبُلَٰتٍ خُضْرٍ وَأُخَرَ يَابِسَٰتٍ
يَٰٓأَيُّهَا ٱلْمَلَأُ أَفْتُونِي فِي رُءْيَٰيَ إِن كُنتُمْ لِلرُّءْيَا تَعْبُرُونَ ﴿٤٣﴾

وعندما طُلب من يوسف تفسير رؤيا الملك لقدرته على تفسير الرؤى كما ورد فى القرآن الكريم، جاء تفسيره الذى أوردته الآيات ٤٧ – ٤٩ من سورة يوسف.


﴿٤٥﴾ يُوسُفُ أَيُّهَا الصِّدِّيقُ أَفْتِنَا فِي سَبْعِ بَقَرَاتٍ
سِمَانٍ يَأْكُلُهُنَّ سَبْعٌ عِجَافٌ وَسَبْعِ سُنْبُلَاتٍ خُضْرٍ
وَأُخَرَ يَابِسَاتٍ لَّعَلِّي أَرْجِعُ إِلَى النَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَعْلَمُونَ ﴿٤٦﴾ قَالَ
تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدتُّمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا
قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِن بَعْدِ ذَٰلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ
مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تُحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِن بَعْدِ ذَٰلِكَ
عَامٌ فِيهِ يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْصِرُونَ ﴿٤٩﴾

وبذلك أنقذ يوسف مصر من الجفاف الذى استمر سبع سنوات بتخزين الغلال لسبع سنوات.

وفى العصر الحديث حمى الله مصر ببناء السد العالى فى الستينيات من القرن الماضى بالرغم من المعارضة الشديدة لبنائه على مدى سنوات حيث جنب البلاد الجفاف والغرق.

أسباب حدوث الجفاف:

بما أن سقوط المطر يرتبط بكمية بخار الماء العالقة فى الغلاف الجوى وقوة وشدة الرياح التى تدفع كتلة الهواء المحملة ببخار الماء أمامها، فإذا حدث خلل فى هذه العوامل الثلاثة (كمية بخار الماء – شدة الرياح – كتلة الهواء المحملة بالبخار) يحدث الجفاف.

وتعمل الأنشطة الإنشائية أيضاً بطريق مباشر على تعظيم تأثير العوامل المثيرة للجفاف أو التصحر.

كما يؤدى ارتفاع درجة حرارة الجو إلى زيادة سقوط المطر فى بعض المناطق نتيجة زيادة البخر وبالتالى حدوث الجفاف فى مناطق أخرى.

ويفكر العلماء فى علاج ارتفاع درجة الحرارة المستمر بتقنيات حديثة للتحكم فى شدة الإشعاع الشمسى بعمل مظلات شمسية إلا أن هذه تؤدى إلى زيادة حدوث الجفاف فى بعض المناطق.

النتائج الطبيعية للجفاف:

يؤثر الجفاف تأثيراً ظاهراً ومعنوياً على البيئة – الزراعة – الصحة – الحالة الاقتصادية والإجتماعية ومن أمثلة ذلك فقد يضطر المزارع إلى هجرة المكان إذا طالت مدة الجفاف نظراً لعدم وجود الغذاء، وتعتبر أكثر المجتمعات تأثراً بالجفاف هى التى تعتمد أنشتطها إعتماداً أساسياً على الصناعات الزراعية.

ويؤثر الجفاف أيضاً على جودة المياه المستخدمة نظراً لإنخفاض معدل إندفاع المياه فى المجارى المائية مما يؤدى إلى فرصة تراكم وتركيز الملوثات فى المياه.

أمثلة لنتائج الجفاف:

- يحدد الجفاف نوعية المحاصيل وإنتاجها وأنواع الحيوانات التى تعيش تحت ظروف الجفاف فى كل منطقة.
- زيادة الأتربة وإنتشارها وهذه إحدى علامات تآكل التربة.
- يؤدى الجفاف إلى حدوث العواصف الترابية خاصة عند زيادة معدله مؤدياً إلى حدوث التآكل والتصحر.
- ينشأ عن الجفاف حدوث مجاعات بسبب نقص المياه وتدمير البيئة الحيوانية (المستأنسة والبرية)، كما تتأثر المجتمعات بنقص الغذاء مؤدياً إلى إصابتهم بسوء التغذية والجفاف وإنتشار الأمراض. وحدوث هجرات جماعية تنتهى بتغيير أشكال المجتمعات وأنشطتها.
- وينخفض إنتاج الكهرباء نتيجة نقص المياه التى تستخدم فى عمليات التبريد بمحطات توليد الكهرباء وأيضاً انخفاض إندفاع المياه من السدود والتى تستخدم فى توليد الكهرباء. وحدوث نقص فى المياه المستخدمة فى الصناعة. وتهاجر الزواحف إلى المناطق الجافة وتزداد خطورة المعيشة فى تلك المناطق، كما يؤدى الجفاف إلى عدم الإستقرار الإجتماعى وحدوث حروب المياه والصراع على الموارد الطبيعية وانتشار الحرائق فى المناطق الجافة والغابات.

وللتخفيف من حدة الجفاف Drought mitigation strategies يمكن اللجوء إلى واحداً أو أكثر من الطرق الآتية:

١- زراعة السحب Cloud seeding: وهو تكنيك حديث لإسقاط المطر.

٢- إزالة ملوحة البحار والمحيطات Desalination للحصول على مياه للشرب والزراعة والصناعة.

٣- التتبع المستمر لمعدل سقوط المطر ومقارنة ذلك بمعدل الإستخدام للمياه وذلك من أجل إجراء عملية توازن بين المياه المتاحة والمستهلكة فى فترة زمنية ما.

٤- الحرص فى إستخدام المياه الزراعية وتحديد نوعية الدورات الزراعية التى تناسب المدخلات والمقننات المائية المتاحة.

٥- تجميع المياه الساقطة على أسطح المنازل واستخدامها توفيراً للمتاح من المياه.

٦- إعادة استخدام مياه الصرف الصحى والصناعى وتنقيتها لإستخدامها فى الزراعات والأغراض الصناعية Potable water.

٧- عمل شبكة رى جيدة لتوجيه المياه لمساراتها الصحيحة دون فقد.

٨- تقيد إستخدام المياه النقية فى غير الأغراض الرئيسية والتى منها رش الطرق – غسيل السيارات – إطفاء الحرائق - الحمامات – تعديل شكل الصنابير بحدوث الغلق الأوتوماتيكى لها – إستخدام الرشاشات Sprinklers والتنقيط فى الزراعة بدلاً من اسلوب الغمر..... إلخ.

تأثير الرياح Wind

مشهد يوضح فعل شدة الرياح فى اقتلاع الأشجار فى الشوارع

نشأتها: تنشأ الرياح نتيجة الاختلال فى درجات الحرارة وكثافة الهواء.

- وبالرغم من أن الأثر المباشر للرياح ينتج عنه تحطيم الأشجار والأزهار والأوراق وإقتلاعها..... إلخ إلا أنها تعمل بطريق غير مباشر على نقل المسببات المرضية من منطقة لأخرى تبعاً لشدة الرياح واتجاهها. كما تعمل على تجريح النباتات نتيجة الإحتكاكات بين أجزاء النباتات فتساعد بذلك على تهيئة مداخل سهلة للمسببات المرضية الجرحية وغيرها إلى الأنسجة الداخلية.

- ويشتد أثر الرياح على النباتات إذا كانت مصحوبة بالأمطار والتى تعمل على تحرير الجراثيم والخلايا البكتيرية من الأنسجة المصابة لتنقلها للمسافات التى تتناسب مع شدتها لتسقط على الأنسجة المبللة محدثة الإصابة إذا كانت هذه النباتات قابلة للإصابة بالمسبب المرضى.
- وقد يكون للرياح أثر عكسى فقد يحد من انتشار الأمراض عن طريق تجفيفها للأنسجة مما لا يسمح للفطريات أو البكتيريا الدخول للأنسجة نتيجة عدم وجود الرطوبة الكافية.

أمثلة للأمراض التى تنتشر عن طريق الرياح:

١- معظم الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية تنتقل إنتقالاً مباشراً عن طريق الرياح أو عن طريق غير مباشر بواسطة الحشرات الناقلة للأمراض التى تنتقل لمسافات بعيدة عن طريق الرياح الشديدة.

٢- تنقل بعض الجراثيم البازيدية والكونيديات لمسافات طويلة بعكس الجراثيم السابحة Zoosporangia فإنها لا تستطيع الانتقال لمسافات طويلة بواسطة الرياح، أما البعض الآخر مثل الجراثيم اليوريدية فلها القدرة على البقاء والإنتقال بواسطة الرياح لمسافات طويلة ثم تنبت بعدها دون أى أثر سلبى عليها.

الصقيع Frost

الصقيع هو ترسيبات صلبة من بخار الماء المشبع فى الهواء ويتكون عندما يبرد السطح الصلب إلى درجة أقل من الدرجة الحرارية التى يتكون عندها الندى فى الهواء.

وتتباين أحجام حبيبات الجليد المتكون إعتماداً على الوقت وكمية بخار الماء المتاحة فى تلك اللحظة ودرجة الحرارة وعندما يبرد السطح عن الهواء المحيط به يتكون الصقيع.

أضرار الصقيع:

١- تحطم النباتات والثمار العالقة بها وبالتالى يسبب أضراراً إقتصادية فى الإنتاج.

٢- تتحطم وتنشرخ أسطح الطرق مما يسمى Frost heaving (Cracks Roads).

تأثير الصقيع على النباتات:

تماثل أضرار الصقيع فى تأثيرها على النباتات الأضرار المعروفة عن انخفاض درجات الحرارة كما يتباين تأثر النباتات حسب نوع الأنسجة التى تتعرض للدرجات المنخفضة ودرجة تحملها لها.

فالنباتات الرهيفة مثل الطماطم تموت إذا ما تعرضت للصقيع بينما تتحمل بعض النباتات مثل الفجل والكرفس درجات الحرارة المنخفضة.

وقد يتحول لون النبات جزئياً أو بأكمله إلى اللون البنى (مثل الجوافة) أو تسقط أوراقه وأزهاره تاركة الساق والأفرع عارية (مثل التوت والأشجار المتساقطة).

أما النباتات المعمرة Perennials فتسكن فى فترة الصقيع وعقب إنتهاء موجة الصقيع تنمو مرة أخرى (كسر طور السكون) ويحدث ذلك عادة فى الربيع، كما فى حالة النباتات المستديمة من الصنوبريات مثل الصنوبر – الكازوارينا – الأروكاريا فإنها تقاوم الصقيع بالرغم من توقفها عن النمو.

ويلاحظ أنه ليس من الضرورى أن تتأثر الحياه النباتية بانخفاض درجة الحرارة لأقل من درجة تجمد محتويات الخلية فقد تبقى الأوراق سليمة حتى ولو انخفضت درجة

الحرارة إلى درجة تتراوح بين (-٤) - (-١٢) درجة مئوية فى غياب مراكز تكوين الثلج Site nucleating بينما فى حالة وجود مراكز تكوين الثلج فإن موجه واحدة من الصقيع قد تكون كافية لتحطم الخلايا.

ومن أمثلة مراكز تكوين الثلج Site nucleating هى البكتيرة *Pseudomonas syringae* التى تعمل كأنوية لتكوين كرات الثلج عندما تتواجد على أسطح النبات.

وسائل الحماية من حدوث الصقيع Protection methods:

١- الأحواض العاكسة Selective inverted sink: تم عمل هذا الإبتكار سنة ١٩٩٨ فى أرجواى عن طريق عمل مداخن عالية تعمل على سحب الهواء البارد من الأراضى ورفعه لأعلى فى طبقة التروبوسفير Troposphere (١-١٦ كم) من خلال المداخن وقد تم تنفيذ هذا الإبتكار بنجاح فى مزارع الموالح بأرجواى.

٢- إستخدام طائرات الهليكوبتر للقيام بنفس العمل السابق وذلك عن طريق جرف الهواء الدافئ من الطبقات العليا ودفعه إلى الإرتفاعات المنخفضة وقد نجح ذلك فى مزارع العنب فى نيوزيلندا.

٣- إستخدام تيارات هواء دافقة ناتجة من أجهزة طرد Blowers عملاقة تدفعه لمسافات طويلة فى المزارع عند التنبأ بحدوث الصقيع وقد نجح ذلك أيضاً فى مزارع الموالح بفلوريدا.

٤- تغطية النباتات الرهيفة مثل الطماطم بشرائط من البلاستيك الشفاف فى فترة الصقيع مع عدم استخدام القش فى التغطية نظراً لأن ذلك يزيد من فرصة نقل الأمراض وانتشارها.

٥- على نطاق ضيق يمكن حرق بعض الأخشاب فى إتجاه تيارات الهواء حول الحقل لرفع درجة الحرارة ومنع حدوث الصقيع.

٦- رش النباتات الرهيفة بالزيوت المعدنية مثل زيت الفولك للتقليل من أثر الصقيع.

الفيضان Flood

الفيضان هو زيادة هائلة فى معدل إندفاع وكمية المياه مسبباً غمر الأراضى بالمياه فيما يسمى بالطوفان.

أضرار الفيضان:

أ- التأثيرات الأولية Primary effects:

(١) الأضرار المادية Physical Damage:

يؤثر الفيضان تأثيراً مادياً حيث قد تتأثر الكبارى – السيارات – المبانى – أنظمة الصرف الصحى – الطرق – الترع والقنوات والمصارف، أى شكل من الأشكال الإنشائية الأخرى.

(٢) التأثيرات الحيوية Casualties:

- يتأثر الإنسان والحيوان بالفيضان إلى درجة الموت.
- تنتشر الأمراض الوبائية نتيجة حدوث الفيضانات.

ب- التأثيرات الثانوية Secondary effects:

١- تلوث مياه الشرب.

٢- انتشار الأمراض نتيجة للظروف الغير صحية الناشئة من الفيضان.

٣- حدوث فقد بعض أو كل المحصول.

٤- تختنق الأشجار الغير مقاومة للفيضان وتموت.

فوائد الفيضانات:

بالنسبة لأراضى المنخفضة القريبة من الأنهار يحدث بها ترسيبات من الطمى الغنى بالعناصر الغذائية كما كان يحدث فى مصر قبل إنشاء السد العالى.

تأثير الفيضان على المدى الطويل:

١- يتأثر إقتصاد الدولة نظراً لضرورة إعادة المنشأت المتأثرة وإعادة بناء الطرق ورصفها..... إلخ.

٢- يتأثر الغذاء المتاح ويرتفع سعره لفترة طويلة.

الضوء وعلاقته بانتشار الأمراض النباتية Effect of light

يعتبر تأثير الضوء محدود عند مقارنته بدرجات الحرارة والرطوبة وذلك فى تأثيره على تقدم الأمراض النباتية تحت الظروف الطبيعية إلا أن هناك بعض الأمراض تتأثر بدرجة كبيرة بطول فترة الضوء وكثافته. والمعروف أن قلة الضوء يعمل على ضعف النباتات وزيادة قابليتها للإصابة بالمسببات غير الإجبارية التطفل Non-obligate parasites.

وعلى سبيل المثال:

أ- تزيد حساسية نبات الخس للفطر *Botrytis* والطماطم للفطر *Fusarium* عندما تقل كثافة الضوء، وعلى العكس من ذلك نجد أن هذه النباتات تقل قابليتها للإصابة بهذه الفطريات عند زيادة فترة وكثافة الضوء.

ب- تساعد قلة الإضاءة على زيادة القابلية للعدوى بالأمراض الفيروسية وزيادة حساسية النباتات لها.

وعلى وجه العموم فإن الزراعة فى المناطق المظللة يساعد على انتشار الأمراض بدرجة أكبر وقلة مقاومة النباتات لها.

البرق Lightning :

صورة تم التقاطها لتأثير البرق على أحد أشجار البلوط

تتسبب العواصف الرعدية إلى ظهور الرعد thunder والبرق lighting يصاحبها المطر وعندما يصل البرق إلى سطح التربة والزراعات فإنه يحدث أضراراً جسيمة بالأشجار نتيجة الشحنة العالية من الطاقة الكهربائية التى يحملها البرق ويسعى لتفريغها. وتعتبر أشجار البلوط Oak من أكثر الأشجار تأثراً بالبرق.

ونظراً لأن البرق ينتقل بسرعة بالغة فى المياه وحيث أن الأشجار دائماً تكون مبللة من الخارج بمياه الأمطار ومشبعة بالمياه فى داخلها فعندما يضربها البرق فإن الأفرع العلوية تستقبل البرق وتنقله لأسفل على طول الجذع ومنه للتربة. وفى حالة بعض الأشجار منها البلوط فإن تركيب القشرة الخارجية للجذع تختلف عن باقى الأشجار كونها تتركب من طبقات سميكة مرتبة مع مناطق منبعجة مما يجعلها جافة بصفة دائمة ولا تتبلل فعندما يضربها البرق فإن طاقة الكهرباء تنتقل من الأفرع العلوية متجهة إلى أنسجة الجذع الجافة فيتوقف مرورها لتبحث عن طريق مائى آخر فلا تجد سوى سوائل اللحاء الموجودة فى الطبقة الداخلية من القشرة الخارجية للجذع. وبسبب الطاقة الهائلة التى يحملها البرق والتى تمكنت من الوصول إلى اللحاء

فإن درجة حرارة السوائل الموجودة به ترتفع إلى درجة قد تصل إلى ٢٨٠٠ °م (ثمانية وعشرون ألف درجة مؤوية) فيتبخر هذا السائل وينتشر بسرعة وتنفجر أوعية اللحاء وتطير الأشجار فى الهواء لمسافات بعيدة.

ومن ناحية أخرى فإن طاقة البرق تصل إلى جذور النباتات عن طريق اللحاء. ولما كان جذع هذه الأشجار يمتد عرضياً لعدة أمتار ويتعمق لمسافة قد تصل إلى عشرون متراً تحت سطح الأرض لذلك فإن وجود أى كائنات حية فى دائرة هذه الأشجار قد يكون معرض للهلاك حيث يصلها تيار كهربائى عالى الجهد يتجاوز عشرة آلاف كيلوفولت ويصبح وجود أى شخص قريب من هذه الأشجار أو تحتها معرض للموت اللحظى لذلك ينصح دائماً بالإبتعاد عن هذه الأشجار وباقى الأشجار عامةً والإختباء فى مناطق معزلة غير موصلة للكهرباء أثناء حدوث البرق.

العناصر الغذائية والنباتات

Nutrients and Plants

- يحصل النبات على عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين بكميات كبيرة من البيئة المحيطة به سواء من الماء أو من CO_2 الجوى ويحصل على الطاقة من ضوء الشمس، ويحتاج النبات أيضاً إلى النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكبريت بكميات كبيرة وهذه المجموعة تسمى عناصر كبرى للنبات.

وبذلك فالعناصر الكبرى التى يحتاجها النبات هى:

الفسفور- البوتاسيوم – النيتروجين – الكبريت – الكالسيوم- الحديد – المنجنيز.

- قد يحتاج النبات إلى عناصر السليكون – الكلوريد – الصوديوم – النحاس – الزنك – الموليبدنم وبالتالى يمكن ضمهم إلى مجموعة العناصر الكبرى بالنسبة لبعض الأنواع النباتية وذلك إعتماداً على مدى شدة الإحتياج إليهم.
- يؤدى التسميد الزائد بالعناصر السابقة إلى مشاكل ما كان لها أن تحدث إذا ما استخدم بمعدلات احتياج النبات فقط كما تنتشر الطحالب وغيرها فى مياه الصرف الزراعى وتسمى ظاهرة زيادة تركيز العناصر الغذائية فى البيئة عن الحدود اللازمة للإنتاج باصطلاح Eutrophication كما تعمل الطحالب على استهلاك الأكسجين الذائب فى الماء والذى تحتاجه الأسماك فى التنفس فينخفض انتاجها وتموت أما التسميد العضوى الزائد الناتج من إستعمال مخلفات الصرف الصحى ومخلفات المزارع فإنه يؤدى إلى انعدام التوازن فى نمو النباتات، ويعتبر عنصرى النيتروجين والفسفور هما العنصرين المحددين للنمو وحدوث هذه الظاهرة Eutrophication عند تجربتها صناعياً.

أعراض نقص التغذية فى النباتات

Nutritional Deficiencies in plants

تقديـــم:

تحتاج النباتات عدة عناصر معدنية لكى تنمو نمواً طبيعياً وهذه العناصر هى النيتروجين – الفوسفور – البوتاسيوم – الماغنيسيوم – الكبريت – الكالسيوم ويحتاج إليهم النبات بكميات كبيرة نسبياً لذلك تسمى عناصر كبرى Major elements بينما البعض الآخر مثل الحديد – البورون – المنجنيز – الزنك – النحاس – الموليبدنم – السيليكون – النيكل - الكلور يحتاج إليهم النبات بكميات صغيرة جداً لذلك يطلق عليها إسم العناصر الصغرى Trace or minor elements.

وكلا النوعين من العناصر ضرورى لحياة النبات وعندما يتواجد أى من العناصر السابقة داخل النبات بنسبة أقل من التى يحتاجها النبات لنموه الطبيعى فإنه يمرض ويظهر عليه أعراض خارجية أو داخلية غير طبيعية.

وقد تظهر الأعراض على أحد أو كل أعضاء النبات بما فى ذلك الأوراق – السيقان – الجذور – الأزهار – الثمار – البذور. وتتوقف أعراض المرض الناشئة عن نقص هذه العناصر على الدور الذى يلعبه العنصر فى العمليات الحيوية للنبات وهذه الوظائف ربما يحدث لها تثبيط نتيجة نقص هذه العناصر أو تداخلها مع بعضها عندما تتواجد سوياً بنسب صغيرة ومحدودة.

قد تختلط أعراض هذه العناصر مع بعضها فى المظهر ولكن يوجد فيما بينها إختلافات أخرى محددة يمكن عن طريقها التعرف عليها. وبالطبع فإن نقص العناصر وظهور أعراض ذلك على النباتات يؤدى إلى نقص فى النمو والإنتاج. وعندما يحدث النقص فى هذه المعادن بدرجة كبيرة يظهر على النباتات أعراض مرضية مزمنة Chronic symptoms وربما تموت النباتات.

ملخص لوظائف العناصر الغذائية فى النبات والأعراض الناشئة عن نقصها

العنصر	دوره فى النبات	أعراض نقصه
النيتروجين (N)	يتواجد فى معظم مكونات الخلية.	• تنمو النباتات ضعيفة ذات لون أخضر فاتح. • يتحول لون الأوراق السفلية إلى الأصفر أو البنى الفاتح. • تظهر سيقان النباتات قصيرة ورفيعة.
الفسفور (P)	يتواجد فى DNA، RNA، الفوسفوليبيدات الخاصة بأغشية الخلايا – كما يتواجد فى ATP، ADP، وغيرهم.	• تنمو النباتات ضعيفة وتتلون الأوراق باللون الأخضر المزرق والمائل للبنفسجى. • قد تظهر الأوراق السفلية برونزية مع تبقعات بنفسجية أو بنية. • تظهر الأفرع قصيرة، رفيعة، وملتفة لأسفل
البوتاسيوم (K)	عامل محفز Catalyst فى العديد من التفاعلات داخل الخلية.	• تظهر أفرع النباتات رفيعة وفى الحالات الشديدة يظهر عليها الموت الرجعى Dieback. • تظهر أعراض الإصفرار على الأوراق المسنة ذات قمم بنية، وحواف محترقة مع ظهور العديد من التبقعات البنية قرب الحواف عادة. • يظهر على الأنسجة العصارية تقرحات موضعية.
الحديد (Fe)	• عامل محفز فى تخليق الكلوروفيل. • يدخل فى تركيب العديد من الإنزيمات.	• يحدث اصفرار شديد فى الأوراق الحديثة النمو وتظل العروق الرئيسية خضراء مميزة. • فى بعض الأحوال تتكون تبقعات بنية على الأوراق. • قد تجف الأوراق أو جزء منها وقد تسقط من الأفرع.
الماغنسيوم (Mg)	• يتواجد فى الكلوروفيل. • يدخل فى تركيب العديد من الإنزيمات.	• يحدث اصفرار فى الأوراق المسنة ثم الأوراق الحديثة ثم تتحول الأوراق إلى اللون المحمر. • أحياناً تظهر بها تبقعات ميتة. • قد تتجه قمم وحواف الأوراق لأعلى لتظهر فى شكل كأسى. • قد تسقط الأوراق من على الأفرع.
البورون (B)	دوره غير مدروس بدقة ولكن يؤثر على انتقال السكريات وتمثيل الكالسيوم فى تكوين جدر الخلايا.	• تتحول الأوراق الحديثة الناشئة من البراعم الطرفية إلى اللون الأخضر الفاتح ثم تموت فى النهاية. • تتشوه السيقان والأوراق. • تتقزم النباتات.

		• تتشرخ وتتشقق وتتحلل الثمار والجذور والسيقان الشحمية سطحياً أو تتعفن فى مركزها. • ويتسبب عن ذلك العديد من الأمراض منها عفن القلب فى بنجر السكر – القلب البنى فى اللفت – التلون البنى أو الساق الأجوف فى القرنبيط – تكسر السيقان فى الكرفس – البقع الفلينية وتحلل الثمار فى البسلة – الموت الرجعى والتورد فى التفاح – الثمار الصلبة فى الموالح.
الكالسيوم (Ca)	• ينظم نفاذية الأغشية الخلوية. • يكون أملاح مع البكتين. • يؤثر على أنشطة العديد من الإنزيمات.	• تتشوه الأوراق الصغيرة وتظهر قممها خطافية وحوافها ملتفة. • الأوراق ربما تكون غير منتظمة فى الشكل وخشنة الملمس وتحترق أو تتبقع باللون البنى. • فى النهاية تموت البراعم الطرفية. • يظهر المجموع الجذرى عارى. • يسبب أعراض عفن الأطراف الزهرية فى العديد من الثمار. • يزيد تحلل الثمار أثناء التخزين. • قد يسبب احتراق القمم فى رؤوس الخس عند درجات حرارة ٢٤-٣٥ °م
الكبريت (S)	يتواجد فى بعض الأحماض الأمينية والمرافقات الإنزيمية.	• تظهر الأوراق الحديثة خضراء شاحبة أو صفراء خفيفة دون ظهور أى تبقعات. • تشابه أعراض نقص النيتروجين.
الزنك (Zn)	يدخل فى تركيب الإنزيمات اللازمة لتمثيل الأكسينات وعمليات أكسدة السكريات.	• يظهر على الأوراق اصفرار بين العروق – ثم يحدث موت لهذه المناطق المصفرة ويظهر عليها تلون بنفسجى. • تقل أعداد الأوراق وتصغر فى الحجم. • تقصر العقل والسلاميات وتظهر الأفرع فى شكل متورد. • يقل انتاج الثمار. • تموت وتسقط الأوراق من عند القاعدة متجهه للقمة. • تظهر أعراض مميزة على بعض الأشجار مثل الورقة الصغيرة فى التفاح والفواكه ذات النواه الحجرية little leaf of apple and stone fruits، والعنب والقمة البيضاء فى الذرة.
المنجنيز (Mn)	يدخل فى تركيب عديد من الإنزيمات الخاصة بالتنفس والتمثيل الكلوروفيلى وتمثيل النيتروجين.	• تصفر الأوراق بينما تبقى العروق الصغيرة خضراء. • تظهر تبقعات ميتة منتشرة على الورقة. • فى حالة النقص الشديد فى هذا العنصر تتحول الأوراق للون البنى وتذبل.

المولبيدنم (Mo)	مكون أساسى فى تركيب إنزيم Nitrate reductase.	• يظهر على البطيخ ونباتات أخرى اصفرار وتقزم وفشل العقد للثمار
النحاس (Cu)	يدخل فى تركيب العديد من إنزيمات الأكسدة.	• تصفر القمم الخاصة بالأوراق الحديثة فى النجيليات. • قد تفشل الأوراق فى الإلتفاف وتذبل. • يقل تكوين السنابل وتتقزم وتتشوه ويقل الإنتاج تبعاً لذلك. • يظهر على الموالح وأشجار الحلويات موت رجعى للأفرع صيفاً واحتراق حواف الأوراق واصفرارها وتقزمها.....إلخ • كما تفشل الخضروات فى النمو.

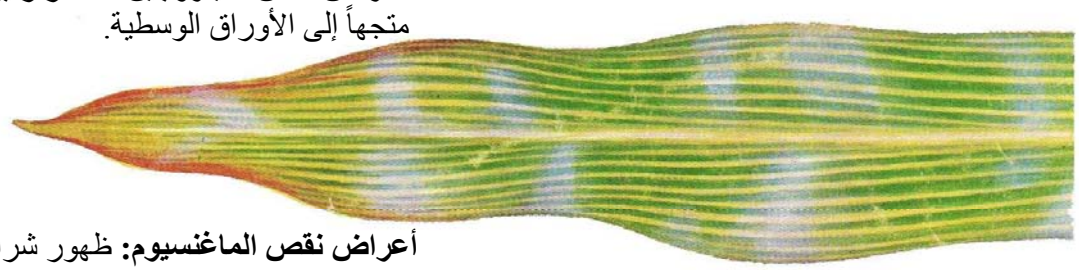
دراسة حالة Case study لنقص بعض العناصر الغذائية على أوراق نبات الذرة

ورقة نبات سليم حصل على كافة احتياجاته الغذائية حيث يظهر لونه أخضر داكن.

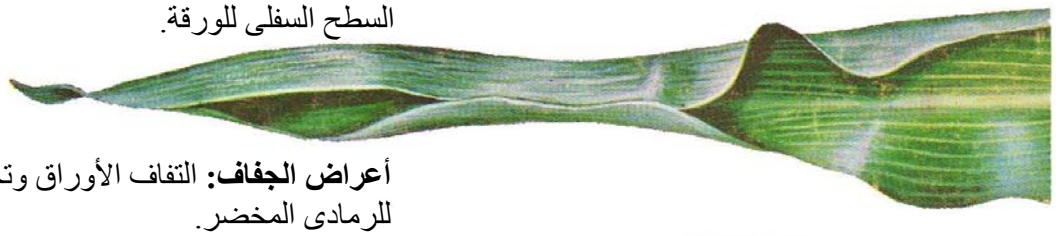
أعراض نقص الفسفور: قصر حجم الأوراق وتلونها باللون الأحمر البنفسجى خاصة على الأوراق الحديثة النمو.

أعراض نقص البوتاسيوم: احتراق أو جفاف حواف الأوراق السفلية.

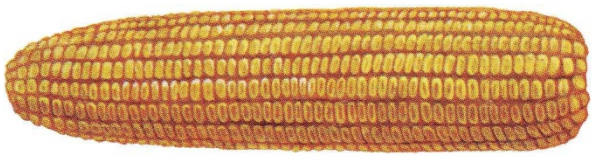
أعراض نقص النيتروجين: اصفرار يبدأ من القمة متجهاً إلى الأوراق الوسطية.



أعراض نقص الماغنسيوم: ظهور شرائط بيضاء على طول العروق وعادة ما يظهر لون بنفسجى على السطح السفلى للورقة.



أعراض الجفاف: التفاف الأوراق وتحول لونها للرمادى المخضر.

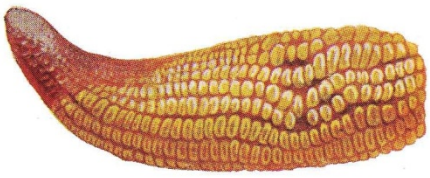


النمو الطبيعى لكيزان الذرة التى تحصل على تسميد جيد.

كوز كبير يتكون عندما يكون تعداد النباتات فى الحقل قليلة.

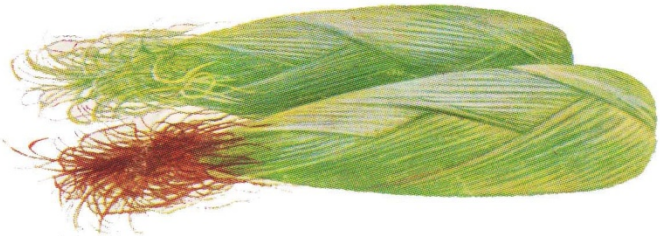
كيزان صغيرة تدل على ضعف التسميد وبذلك لابد من زيادة التسميد.

أعراض نقص البوتاسيوم: يتكون كوز غير كامل الإمتلاء خاصة عند القمة ويفقد الكوز جزء من الغلاف.

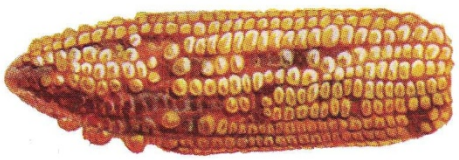


أعراض نقص الفسفور: حدوث نقص فى حجم الكوز مع ضعف فى الإخصاب وتسقط الحبوب. يلتف الكوز عادة ولا يكتمل نمو الحبوب.

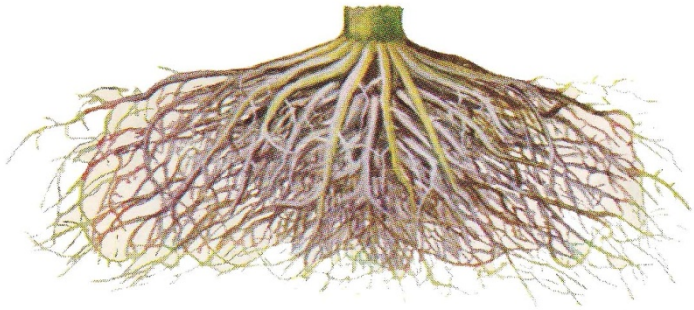
أعراض نقص النيتروجين: نظراً لأهمية النيتروجين خلال جميع أطوار نمو النبات فعند نقصه فى أحد المراحل يصغر حجم الكوز ويقل محتوى الحبوب من البروتين.



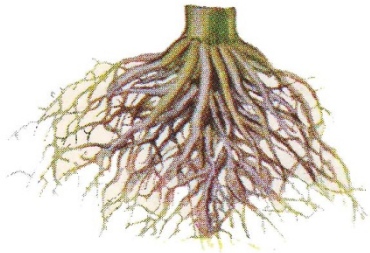
استمرار الشرابة الخضراء حتى بعد النضج دليل على زيادة التسميد النيتروجينى بالمقارنة بباقى العناصر الغذائية.



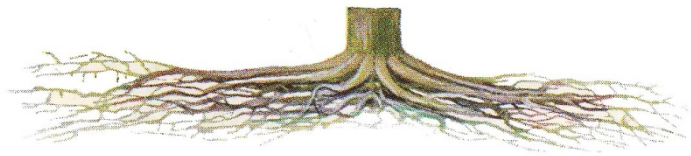
جفاف الجو لفترات طويلة يؤدى إلى ضعف نمو الشرابات وبالتالى عملية تلقيح غير كاملة مؤدية إلى غياب أعداد كبيرة من الحبوب فى الكوز.



نباتات ذرة سليمة تظهر جذورها قوية متعمقة ومنتشرة لمسافة واسعة.



أعراض نقص الفسفور على جذور الذرة حيث تظهر الأعراض فى الأسابيع الأولى من الإنبات مسببة تكون جذور ضعيفة ضحلة ومحدودة الانتشار.



أعراض الصرف السيئ والتربة المصمطة (الصلبة) يظهر على جذور الذرة مجموع جذرى ضحل لا يستطيع أن يحمل عود الذرة فيسهل كسره.

العلاقة بين النبات والمغذيات Effect of host-plant nutrition:

تؤثر التغذية على نمو النبات ومقدرته على مكافحة الأمراض والمغذيات هى:

١- النيتروجين Nitrogen (N):

يتواجد النيتروجين فى معظم محتويات الخلية، ويؤدى نقصه إلى نمو ضعيف للنباتات مع شحوب اللون الأخضر للأوراق – وتتحول الأوراق السفلية من النبات إلى اللون الأصفر أو البنى الفاتح – وتظهر السيقان قصيرة وإسطوانية.

أما عن سبب عدم ظهور اللون الأصفر على الأوراق العلوية هو أن النيتروجين يتجه إلى مناطق النشاط العليا فى النبات فتحرم منه الأوراق السفلى التى تبدأ فى الإصفرار نتيجة نقص وصولها إليها.

ومحصلة نقص النيتروجين هى ضعف وتأخر فى النمو وقصر عمر النبات ويصبح أكثر عرضة لمهاجمة المسببات المرضية التى تفضل دائماً النباتات الضعيفة.

ويؤدى التسميد النيتروجينى الزائد إلى زيادة النمو الخضرى الغض وطول فترة النمو الخضرى مع تأخر النضج وهذه الظروف تعمل على أن يصبح النبات أكثر قابلية للإصابة بالمسببات المرضية التى تهاجم هذه الأنسجة ولفترات طويلة.

أما إذا تخطت الزيادة حداً معيناً فقد تجف أوراق النباتات وتسقط ويظل المجموع الجذرى غير قادر على استكمال نموه فيتحلل بعد فترة وبتحلل الأنسجة الوعائية يقل امتصاص المياه والعناصر الغذائية ويصبح النبات أكثر عرضة للإصابة المرضية، وتعمل الزيادة أيضاً على تثبيط تكوين الأزهار والثمار وتشوهها إذا تكونت.

أمثلـــة:

أ- زيادة التسميد النيتروجينى:

تؤدى زيادة التسميد النيتروجينى لزيادة قابلية الكمثرى للإصابة بمرض اللفحة النارية المتسببة عن الإصابة بالبكتيريا *Erwinia amylovora*.

ويؤدى زيادته أيضاً إلى انتشار مرض الصدأ والبياض الدقيقى فى القمح وأمراض التبقع المتسببة عن الفطر *Cercospora* فى النجيليات وكذلك مرض التبقع البنى فى الأرز والتبقع الرمادى فى الذرة.

ب- نقص التسميد النيتروجينى:

يؤدى حدوث النقص فى التسميد النيتروجينى إلى زيادة قابلية نباتات الطماطم للإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومى. واللفحة المبكرة فى العديد من نباتات العائلة الباذنجانية بالإضافة إلى انتشار البكتيرة *Ralostonia solanacearum* المسببة للذبول والعفن البنى فى البطاطس وكذلك انتشار الفطر *Pythium* المسبب لعفن الجذور.

وانتشار الفطر *Sclerotium rolfsii* المسبب للفحة فى بنجر السكر.

صور النيتروجين وعلاقتها بالأمراض:

تؤثر صور النيتروجين المتاحة سواء فى صورة نترات أو أمونيا على الحالة الصحية للنبات وحدوث الأمراض فمثلاً:

أعفان الجذور التى تسببها الفطريات *Fusarium* spp.، *Sclerotium rolfsii* تزيد عند زيادة التسميد النيتروجينى فى صورة أمونيا Ammonium fertilizers.

وعلى العكس يعمل التسميد بالنترات Nitrate nitrogen على زيادة الإصابة بمسببات مرضية أخرى منها جرب البطاطس المتسبب عن البكتيريا *Streptomyces scabies*.

ويلاحظ أن صور الأمونيا المختلفة تتأثر بدرجة pH التربة:

فالأمراض التى تشتد عند التسميد بنترات الأمونيوم عادة ما تكون أكثر تأثيراً عند pH الحامضى، بينما الأمراض التى يشجعها التسميد النتراتى تكون أكثر شدة وتأثيراً عند pH المتعادل والقلوى، حيث أن ايونات الامونيا NH_4^+ تمتص بواسطة الجذور خلال تبادلها مع ايون الهيدروجين H^+ المتحرر من الجذور إلى البيئة المحيطة وبذلك ينخفض pH التربة.

ونظراً للدور الكبير الذى يلعبه النتروجين فى حياة النبات فقد درس هذا العنصر بالتفصيل ومدى علاقته بالأمراض النباتية وتطورها كما أجرى العديد من الدراسات على علاقته بالأملاح الأخرى المحتوية على عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم.

٢- الفوسفور Phosphorus (P):

يتواجد الفسفور فى RNA, DNA وفى Phospholipids (membranes) وفى ATP, ADP.

أعراض نقصه على النبات:

حدوث ضعف فى نمو النباتات – ويتحول لون الأوراق إلى اللون الأخضر المزرق Bluish green مشوباً باللون البنفسجى الباهت.

وقد يتحول لون الأوراق السفلية إلى اللون البرونزى مع ظهور تبقعات بنفسجية أو بنية. وتصبح الأفرع قصيرة ورفيعة عمودية (منتصبة).

ويعمل الفسفور على خفض معدل الإصابة بمرض اللفحة الحادة فى البادرات Take all فى الشعير ومرض جرب البطاطس الذى تسببه البكتيرة *Streptomyces scabies* ولكنه يعمل على زيادة نسبة الإصابة بفيروس CMV فى السبانخ وأمراض التبقع السركوسبورى فى القمح والمتسبب عن الفطر *Septoria*.

يعمل الفسفور على تحسين حالة التوازن بين العناصر الغذائية فى النبات عن طريق الإسراع Accelerate من النضج مما يساعد على الهروب من المسببات المرضية التى عادة ما تفضل مهاجمة الأنسجة الغضة.

أما فى حالة الزيادة فى التسميد الفسفورى:

فإنه يؤدى إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر الأخرى والتى أهمها الحديد والزنك.

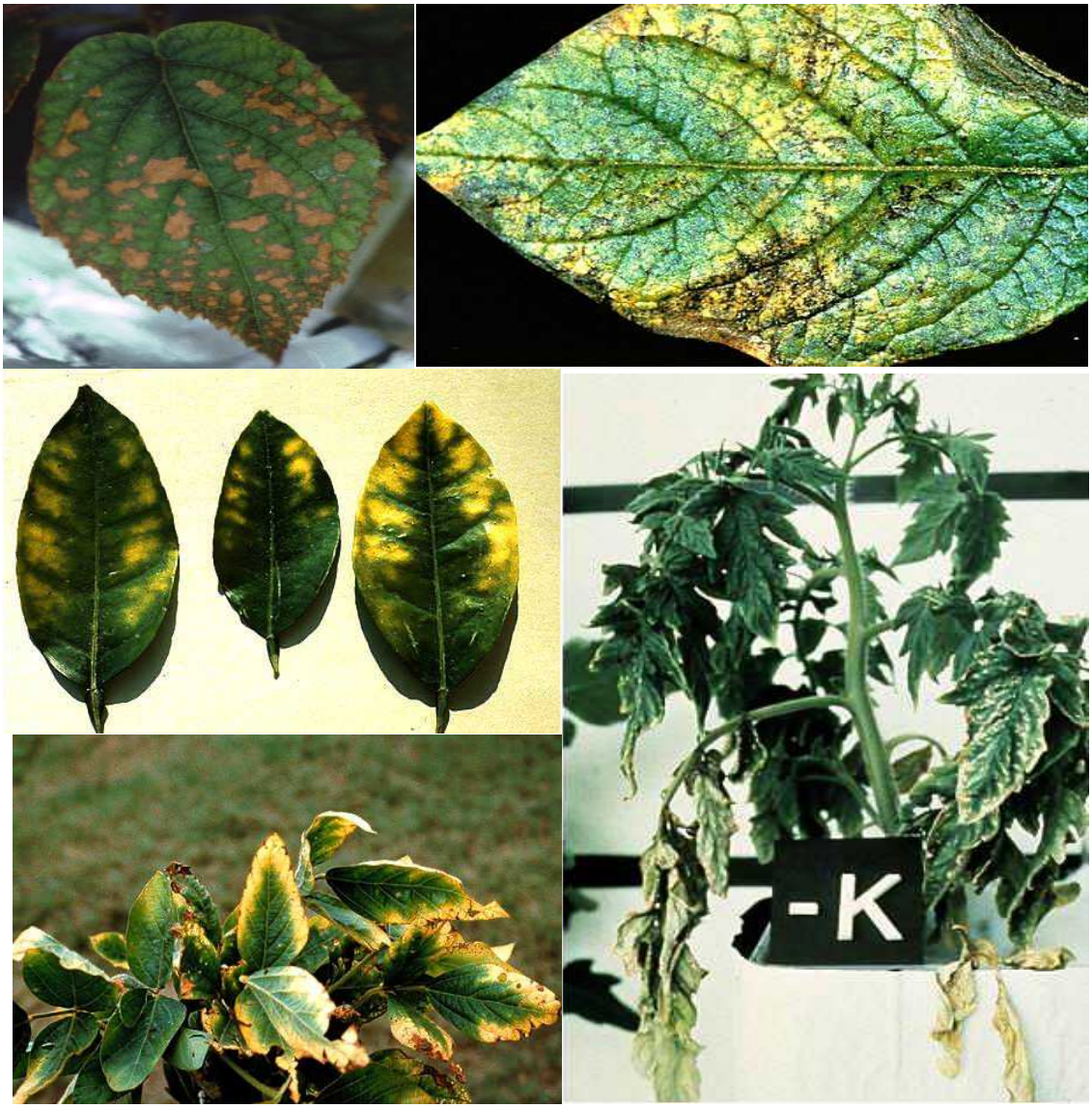
٣- البوتاسيوم Potassium (K):

عامل محفز فى التفاعلات الحيوية Catalyst.

أعراض نقصه:

تظهر أفرع النباتات رفيعة وفى حالة النقص الشديد فى هذا العنصر يحدث للأشجار موت رجعى تدريجى Dieback فى الأفرع.

قد يظهر على الأوراق المسنة أعراض إصفرار مع تلون قممها باللون البنى وإحتراق الحواف Scorch of margins بالإضافة إلى ظهور العديد من التبقعات قرب الحواف كما يظهر على الأوراق اللحمية Fleshy tissues تقرحات خاصة عند أطرافها.



دور البوتاسيوم فى مقاومة الأمراض:

يعمل البوتاسيوم على خفض شدة الإصابة بالعديد من الأمراض وأهمها صدأ الساق فى القمح – اللفحة المبكرة فى الطماطم – عفن الساق والتبقع الرمادى فى الذرة ويفيد التسميد البوتاسى أيضاً فى خفض نسبة الإصابة بالصقيع، كما أنه يؤخر من الشيخوخة Senescence المبكرة فى بعض المحاصيل وبذلك يساعد على هروب النباتات من الإصابة بالأمراض.

أما عن زيادة التسميد البوتاسى عن حد معين فذلك يؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بمرض لفحة الأرز Rice blast والتبقع الرمادى فى الذرة – التعقد الجذرى النيماتودى المتسبب عن النيماتودا *M. incognita*.

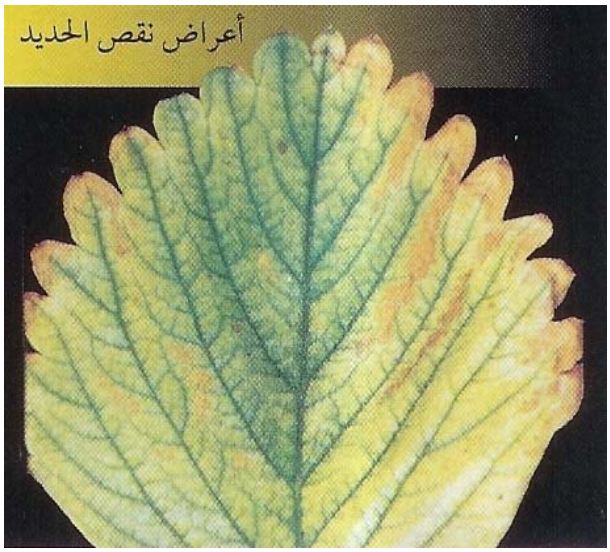
ويعتقد أن للبوتاسيوم دور مباشر فى التأثير على العديد من المسببات المرضية وإستقرارها وتطورها فى العائل.

تؤدى الزيادة فى تركيز البوتاسيوم فى التربة إلى ظهور أعراض نقص الماغنسيوم والكالسيوم والمنجنيز والحديد والزنك نظراً لتداخله فى إعاقة امتصاص تلك العناصر.

٤- الحديد Iron (Fe):

يعمل الحديد كعامل محفز فى تخليق الكلورفيل إلا أنه لا يدخل فى تركيبه، ويدخل الحديد فى تركيب إنزيمات الأكسدة فى النبات كما أنه حامل للأكسجين فى عملية التنفس.

وحيث أن الحديد غير قابل للتحرك داخل النبات لذلك فإن نقصه لا يؤدى إلى وصوله للأجزاء الطرفية من النبات وبالتالى فأول علامات ظهور نقصه تظهر على القمم النامية وما تحمله من أوراق حديثة التكوين حيث يصفر لونها وقد تبدو عاجية اللون ثم لا تلبث أن تتبقع ببقع بنية وتحترق فى أخر الأمر بينما تظل الأوراق السفلية خضراء كما تظل عروق الأوراق المتأثرة خضراء اللون.



وتعتبر الأوراق هى أكثر أجزاء النبات إحتواء على الحديد يليها السوق ثم البذور وأقلها الجذور.

ومن الثابت أنه فى حالة زيادة الفسفور فى التربة فإن ذلك يعمل على تحول الحديد إلى صورة غير ذائبة لا يستطيع النبات إمتصاصها، ويعمل كل من النحاس والمنجنيز على خفض معدل إمتصاص الحديد.

كما تعمل بعض العناصر داخل النبات منها المنجنيز والفسفور على تحويل معظم الحديد إلى صورة غير نشطة لا يستفيد منها النبات.

وعادة ما يميل الحديد فى التربة القلوية إلى الالتصاق بعناصر أخرى وهذه المشكلة الخاصة بالإمتصاص تظهر بوضوح فى الأراضى المرتفعة فى نسبة الكالسيوم ولذلك يطلق عليها إسم Lime-induced chlorosis لذلك نجد أن الأشجار التى تزرع فى هذه النوعية من التربة لا تكون قادرة على تخليق الكلورفيل الضرورى لتصنيع الطاقة وذلك بسبب عدم مقدرتها على إمتصاص الحديد فهذه التربة لا تصلح إلا للأنواع النباتية المقاومة للـ pH العالى الخاص بالتربة الجيرية Calcareous soil.

وعن أعراض الإصفرار الناشئ عن نقص الحديد فإنه يمكن علاجها عن طريق تغيير الظروف البيئية المحيطة بتصحيح التوازن الغذائى أو بالعلاج الكيماوى بالحديد على الأشجار المتأثرة مباشرة Iron therapeutically.

ويمكن علاج نقص الحديد فى الأشجار برش المجموع الخضرى بالأسمدة الورقية المحتوية على الحديد أو إضافة سلفات الحديد أو أى حديد مخلبى Chelate حول الأشجار حيث أن هذه الصور من الحديد تذوب فى التربة ويمكن للجذور إمتصاصها.

والحديد المخلبى Iron chelates عبارة عن مركبات عضوية ترتبط بجزيئات الحديد لمنع جزيئاته من الإرتباط بالكيماويات الأخرى فى التربة مثل الفسفور.

والمركبات المخلبية Chelates تمتص بالأوراق والجذور ولذلك ترش على الأوراق عندما تكون فى أوج نموها لتتمكن من إمتصاص أكبر قدر من الحديد ولكن يجب تجنب الرش أثناء فترة تكوين البراعم أو التزهير.

ولما كان من الصعب تعديل pH التربة حول جذور بعض الأشجار التى تعانى من مشكلة عدم القدرة على إمتصاص الحديد فإن حقن الأشجار مباشرة فى الجذع بالحديد فى صورة أملاح حديد أو مخلبيات تعطى نتائج جيدة، وهذه العملية تعمل على علاج الأشجار المتأثرة فى فترة تتراوح بين ٢-٤ أسابيع إلا أنه إذا لم

تستمر عملية العلاج بصفة دورية فإن الأوراق ستستهلك الحديد وتظهر أعراض نقص الحديد مرة أخرى فى غضون ٢-٣ سنوات ويلاحظ أيضاً ضرورة إجراء عملية الحقن بحرص حتى لا يتأثر لحاء الأشجار.

وتؤدى الزيادة فى التسميد بالحديد إلى ظهور أعراض تلون الأوراق باللون البرونزى بالإضافة إلى ظهور تبقعات بنية صغيرة على النصل.

٥- الماغنسيوم (Mg) Magnesium:

يدخل الماغنسيوم فى تركيب الكلوروفيل والعديد من الإنزيمات النباتية، ويعمل هذا العنصر فى المساعدة على إمتصاص الفسفور فى النبات ويعتبر هو الحامل للفسفور وعلى الأخص فى تكوين البذور الزيتية التى تحتوى على مركب الليسيثين Lecithin الذى يحتوى على حمض الفسفوريك ويلاحظ أن الماغنسيوم يكون ٢,٧% من جزئ الكلوروفيل.

أعراض نقص الماغنسيوم:

يظهر على الأوراق المسنة ثم الحديثة بعد ذلك أعراض بقع Mottled وإصفرار Chlorosis ثم إحمرار.

وفى بعض الأحيان تظهر الأوراق كأسية الشكل أى على شكل الكوب Cupped وقد تسقط الأوراق بعد ذلك.

وعلى العكس من ذلك فإن زيادته تؤدى إلى زيادة شدة الإصابة ببعض الأمراض منها مرض لفحة أوراق الذرة المتسببة عن الفطر *Cochliobolus heterostrofus*.

وتتحمل النباتات تركيزات عالية من الماغنسيوم إلا أنه قد يظهر نتيجة هذه الزيادة أعراض مرضية ناشئة عن تداخله فى وظيفة كل من الكالسيوم والبوتاسيوم وتكون نتيجتها حدوث ضعف عام فى نمو النبات.

ويعمل الماغنسيوم على زيادة لفحة الأوراق فى الذرة المتسببة عن الإصابة بالفطر *Cochilobolus heterostrofus*.

٦. البورون (Boron (B:

أهميته:-

يساعد البورون على إنبات حبوب اللقاح ونمو أنابيب الإنبات كما أنه هام فى تكوين البذور والثمار.

ويحتاج النبات للبورون أثناء التزهير وتكوين الثمار بدرجة أعلى من إحتياجه له أثناء النمو الخضرى.

العوامل المؤثرة على إمتصاصه

تؤدى الأمطار الشديدة إلى غسل البورون المتاح حول جذور النباتات كما أن الرى بالغمر يؤدى إلى نفس أضرار الأمطار الشديدة فى غسل التربة من هذا العنصر.

وتؤدى الظروف البيئية الجافة أثناء عقد البذور إلى ضعف نشاط المجموع الجذرى وبالتالى يتأثر امتصاص البورون والذى يحتاجه النبات فى تلك الفترة بدرجة كبيرة.

النتائج المترتبة على نقص البورون

قلة حيوية حبوب اللقاح، وسقوط البراعم والأزهار وبالتالى نقص إنتاج البذور والثمار، كما تقل جودة الثمار والبذور والنقل Nuts وتعتبر البقوليات من أشد النباتات حساسية لنقص البورون بعكس النجيليات.

ويؤدى النقص الحاد فى البورون إلى ظهور أعراض نقصه على الأوراق الصغيرة بمعدل ٣-٤ مرات قدر نسبة ظهوره على الأوراق المسنة وذلك فى ذوات الفلقتين خاصة البرسيم وفول الصويا وهذا يدل على قدرة البورون المحدودة فى الحركة داخل هذه النوعية من النباتات. ونظراً للإختلافات الجوهرية فى تركيب التربة وأنواعها يصبح من الضرورى تقدير كمية البورون التى تحتاجها الثمار والبذور والنقل عن طريق تحليل التربة والأنسجة النباتية لتقدير البورون بها ومعرفة النقص فى كميته من عدمه لإتخاذ إجراءات تصحيح هذه النسبة.

ثبت من التجارب أن رش المجموع الخضرى بمركبات البورون الذائبة فى الماء قد عالج نقصه تماماً دون الحاجة إلى معاملات التربة وفى حالات أخرى إحتاجت النباتات إلى معاملة التربة جنباً إلى جنب مع الرش للمجموع الخضرى.

وبالرغم من أن البورون سريع الإمتصاص عن طريق الأوراق والبراعم الزهرية فإن الرش قد لا يكون كافياً لتعويض النقص الحادث فى تركيزه بالتربة. وتتباين النباتات فى مقدرتها على تحريك البورون خلال نسيج اللحاء بها فمنها ما يتحرك البورون فيها بحرية كافية ومنها ما لا يستطيع البورون التحرك فى لحائها وفى الحالة الأولى يكون الرش بالبورون كافى لحاجة النبات وفى الحالة الثانية يحتاج النبات إلى إمدادها بالبورون بطرق أخرى.

- تعتبر أهم الوظائف الحيوية للبورون فى النبات هو دوره فى رعاية حبوب اللقاح ونموها ثم العمل على عقد البذور وتكوين الثمار وانتاج الحبوب والنقل Nuts.
- ومن المهم أيضاً معرفة تركيز البورون المتاح للنبات والظروف البيئية الحادثة والمؤثرة عليه سلباً قبل أو خلال الفترة الحرجة من نمو النبات وهى فترة عقد البذور.

العلاقة بين البورون والعناصر الأخرى

يرتبط البورون ارتباطاً وثيقاً بالوظائف الدخلية للنبات ومنها على سبيل المثال قيامه بتأخير ظهور أعراض نقص الكالسيوم على النباتات بالرغم من عدم قيامه بوظيفة الكالسيوم.

وعليه فإن الوظائف الرئيسية للبورون فى النبات هى:

١- المحافظة على الكالسيوم فى صورة ذائبة.

٢- تنظيم التوازن بين عنصرى الكالسيوم والبوتاسيوم فى النبات.

٣- تنظيم إمتصاص النيتروجين.

٤- وللبورون أيضاً علاقة بعملية انتقال السكريات داخل النبات.

مشاكل البورون وامتصاصه:

يتأثر إمتصاص البورون نتيجة وجود نسبة عالية من الجير فى التربة والتى تعمل على الحد من إمتصاصه. ويتأثر البورون بالجفاف فيقل إمتصاصه.

ومن ناحية أخرى فإن الأرضى الرملية تفتقر فى هذا العنصر بها.

تأثير نقص البورون على تركيب النبات:

إضمحلال النسيج المرستيمى بما فى ذلك الكامبيوم وتحطم جدر الخلايا البارنشيمية وحدوث ضعف فى تكوين الجهاز الوعائى خاصة نسيج الخشب، أما عند زيادة تركيز هذا العنصر سواء فى التربة أو فى الأسمدة الورقية فإن ذلك يؤدى إلى اصفرار القمم النامية للأوراق وموت موضعى للأنسجة واحتراق الأوراق ثم سقوطها.

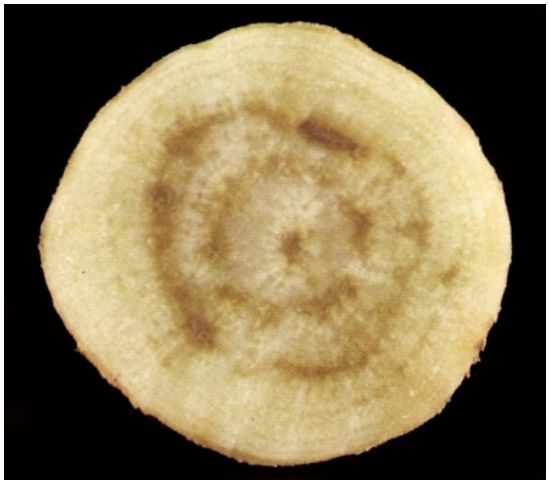
أعراض نقص البورون

أ- أعراض عامة

ضعف النمو وموت القمم النامية للسوق والجذور.

ب- أمثلة لأعراض نقص البورون على بعض نباتات الخضر:

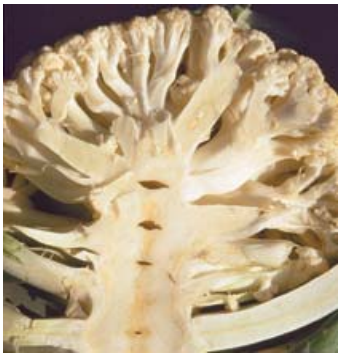
١- تعفن القلب فى بنجر السكر Heart rot of beet يظهر ذلك العرض فى منتصف عمر النبات أو بعده بقليل حيث يظهر على الأوراق الصغير الداخلية أعراض تلون ثم تتحول إلى اللون الأسود وتموت. يعقب ذلك ظهور عفن جاف على الجذر نفسه بدأ من القمة ويترتب على ذلك عجز شديد فى المحصول وانخفاض نسبة السكر فى الجذور.



٢- القلب البنى فى اللفت Brown Heart of Turnip

تظهر بقع أو مساحات بنية اللون داخل الجذور وذلك عند شقها دون ظهور أعراضاً خارجية على الجذر.

٣- القرص البنى فى القرنبيط Browning of cauliflower



تظهر بقع متناثرة على القرص الزهرى للقرنبيط تتحول إلى اللون البنى وتصبح صلبة وقد تتعفن فى الجو الرطب. ويظهر على الأوراق أعراض إصفرار خاصة على قمم الأوراق المسنة. كما يظهر المجموع الجذرى للنباتات المتأثرة ضعيفاً. ويحدث تشقق وفجوات طويلة داخل الساق. وللقرنبيط المصاب مذاقاً مراً.

٤- تشقق الساق فى الكرفسCracked stem of celery

يظهر على الأوراق بقع بنية خاصة عند الحواف. ويحدث تشققات عرضية على العرق الوسطى تنتشر للخارج وتأخذ اللون البنى. كما تتلون الجذور باللون البنى ثم تموت.

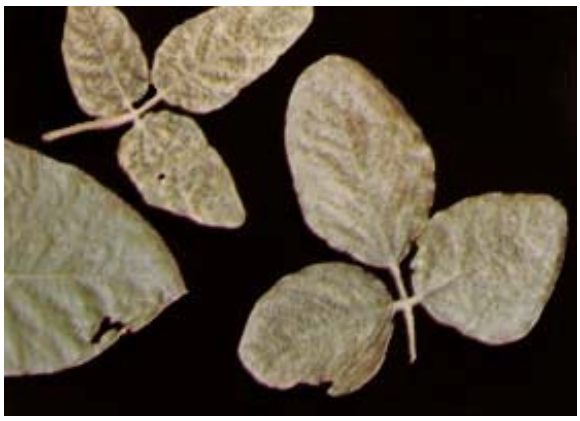
علاج نقص البورون

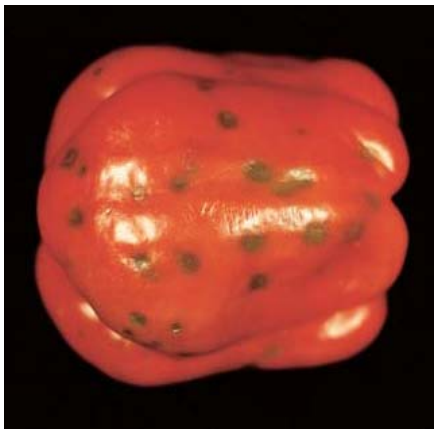
١- رش النباتات بمحلول مائى من البوراكس بمعدل ٣كيلوجرام/١٠٠ جالون ماء.

٢- دعم التربة بالبورون من مركباته المختلفة.

تأثير التسميد الزائد بالبورون:

- تصفر قمم الأوراق وتموت بعض أجزاء منها.
- تحترق الأوراق ثم تسقط من النبات.





٧- **الكالسيوم Calcium (Ca):**

يحتاج النبات إلى عنصر الكالسيوم وذلك ضمن مجموعة العناصر الرئيسية التى يحتاجها بكميات كبيرة لأهميته الكبرى فى تكوين الجدار الخلوى للخلايا النباتية.

لذلك يعتبر التسميد المتوازن الذى يحتوى على القدر المطلوب من الكالسيوم للنبات أساسى لحماية النبات من هجوم المسببات المرضية وإعاقة اختراقها للأنسجة، ويحمى الكالسيوم النبات من العديد من الفطريات التى أهمها *Rhizoctonia – Sclerotium – Botrytis* بالإضافى إلى النيماتودا *Ditylenclus* بينما تعمل زيادته على انتشار الفطر *Phytophthora parasitica* والبكتريا *Streptomyces scabies*.

ينشأ عن نقص عنصر الكالسيوم فى التربة ظهور عدة أعراض مرضية منها عفن الطرف الزهرى فى الطماطم والبطيخ – تبقعات ثمار الفلفل.

بينما تعمل الزيادة فى تواجده بالتربة عن احتياج النبات إلى حدوث أعراض نقص الماغنسيوم والبوتاسيوم على النباتات.

٨- **الكبريت Sulfur (S):**

أهميته: للكبريت أهمية بالغة فى حياة النبات فهو:

- هام فى دورة نمو النبات
- عامل محدد لكمية النيتروجين فى النبات.

تأثيره فى النبات

- عامل مؤثر فى إنتاج الكلوروفيل.
- عامل مؤثر فى تمثيل البروتين.
- عامل مؤثر فى بعض عمليات الأكسدة والإختزال.
- عامل مؤثر فى وظائف النباتات الحيوية.

- عامل مؤثر فى محتوى الخلية من الأحماض الأمينية الميثونين Methionin، السيستين Cysteine خاصة فى الأرز مما يؤثر على جودة الحبوب.
- يؤخر نقصه من نمو النباتات ونضجها.
- يتأثر الإنتاج سلباً عند حدوث النقص فى امداد النبات أثناء النمو الخضرى.
- يؤدى نقصه إلى اصفرار النباتات وخاصة الأوراق الصغيرة مع موت قممها.
- لا يظهر على الأوراق السفلية أعراض الاصفرار.
- يتأثر طول النبات سلباً بنقص الكبريت.
- يقل التزهير والعناقيد الزهرية على النبات.

الأعراض المرئية على النباتات نتيجة نقص الكبريت

١- حدوث إصفرار أو إخضرار مصفر بالنبات بأكمله.

٢- إصفرار الأوراق الصغيرة أو تحولها للأخضر الفاتح مع ظهور قمم ميتة أو متقرحة عليها مما يدل على عدم مقدرة هذا العنصر على عودة تحركه داخل النبات.

٣- يظهر على الذرة إصفرار للأوراق الصغيرة مع بقاء العروق خضراء اللون.

٤- لا يظهر على الأوراق السفلية آثار موت الأطراف.

٥- يقل الأنتاج بقلة تواجد الكبريت خلال النمو الخضرى.

الآثار المترتبة على حدوث الأعراض المرضية

١- انخفاض أطوال النباتات وتقزمها.

٢- انخفاض تعداد الأفرع الجانبية Tillers فى النجيليات خاصة الأرز كما يقل تعداد السنبلات فى السنبلة الواحدة.

٣- تأخر النضج لمدة ١-٢ أسبوع.

٤- حدوث اصفرار للشتلات فى المشتل وتأخر نموها فى الأرز.

٥- موت اعداد كبيرة من شتلات الأرز بعد الشتل.

٦- تصبح النباتات أقل تحملا للظروف البيئية والتى أهمها البرودة.

٧- نظراً لحدوث تداخل فى أعراض نقص الكبريت مع أعراض نقص بعض العناصر الأخرى والتى أهمها الماغنسيوم والنيتروجين فيصبح تحليل أنسجة النبات هو الفيصل فى الحكم على الأسباب الحقيقية لحدوث الإصفرار الذى يظهر بين عروق النباتات.

أسباب نقص الكبريت فى التربة

١- نظراً لأن الكبريت من العناصر السمادية المتحركة وكونه سريع الذوبان فإنه يتسرب من الطبقة السطحية (٥-١٠سم) إلى أعماق أكبر وتصبح الجذور الشعرية للمحاصيل النجيلية والخضروات والأزهار غير قادرة على امتصاصه لعدم تعمق جذورها وبالتالى يظهر عليها أعراض نقصه.

٢- تعمل الزراعة الكثيفة على استهلاكه من التربة بسرعة.

٣- التسميد بأسمدة مركبة خالية من الكبريت منها اليوريا بدلا من سماد سلفات الأمونيوم.

٤- نتيجة حرق المخلفات العضوية يفقد معظم محتواها من الكبريت.

٥- يتباين تركيز الكبريت فى المياه الجوفية والتى غالباً ما تكون فى صورة سلفات.

أنواع التربة التى يحدث بها نقص الكبريت

١- التربة البركانية والمحتوية على غرويات من النوع Allophane فبالرغم من هذه النوعية من التربة شديدة الخصوبة الا أن عنصر الكبريت ينقصها.

٢- التربة الفقيرة فى المواد العضوية.

٣- التربة المعرضة للتغيرات الطبيعية والمحتوية على نسبة عالية من أكاسيد الحديد.

٤- التربة الرملية والتى تُفقد العناصر منها بسرعة.

ميكانيكية حدوث النقص فى الكبريت

١- حيث أن الكبريت مكون أساسى فى الأحماض الأمينية Cysteine- Methionine- Cystine ويدخل فى إنتاج الكلوروفيل لذلك فان النباتات تحتاجه فى تمثيل البروتين وفى العمليات الحيوية بها.

٢- يدخل الكبريت فى تركيب المرافقات الإنزيمية Co-enzymes التى يحتاجها النبات فى انتاج البروتين.

٣- يدخل الكبريت فى تركيب الهرمونات النباتية والتى أهمها Biotin - Thiamine وكلاهما يدخل فى تمثيل الكربوهيدرات فى النبات.

٤- يدخل الكبريت فى بعض عمليات الأكسدة والأختزال.

٥- تحركه فى النبات أبطأ من النيتروجين لذلك فإن النقص يظهر بداية على الأوراق الصغيرة.

٦- يتأثر محتوى الأرز غذائياً فى الأراضى الفقيرة فى الكبريت وتقل جودته وذلك لنقص محتواه من الأحماض الأمينية Methionine- Cysteine.

التحكم فى نقص الكبريت

١- تقدر نسبته فى الهواء الجوى لتحديد مدى الحاجة اليه خاصة فى المناطق الصناعية الملوثة بهذا العنصر.

٢- فى المشتل يضاف الكبريت باستخدام أسمدة كبريتية (سلفات أمونيوم) أو سوبر فوسفات.

٣- تعويض النقص فى الكبريت المفقود باستخدام أسمدة تحتوى على سلفات الأمونيوم والسوبر فوسفات وذلك أثناء عمليات الرى وبالتناوب فيما بينهما.

٤- يفضل استخدام القش فى التسميد بدلا من حرقه لأن الحرق يفقد ٤٠-٦٠% من الكبريت الموجود بالقش.

٥- تحسين ظروف التربة لتتمكن النباتات من امتصاصه.

مصادر الكبريت

١- سلفات الأمونيوم.

٢- سلفات الماغنسيوم.

٣- سوبرفوسفات.

٤- جبس زراعى.

٥- اليوريا المغلفة S-coated urea.

زيادة الكبريت وسميته:

تؤدى الزيادة فى تركيز الكبريت فى النبات أو التربة إلى صغر حجم الأوراق وتقذمها ثم اصفرارها واحتراق حوافها – وتبكر الزيادة فى الكبريت من حدوث الشيخوخة فى النباتات.

٩- الزنك Zinc (Zn):

نظراً لأهمية الزنك فى نمو محاصيل الخضر والفاكهة والمحاصيل الحقلية فقد تم معالجة هذا الموضوع بنوع من الإستفاضة.

ماهية الزنك

عنصر الزنك Zinc (Zn) معدن أبيض يميل للزرقة يتفاعل مع الأحماض معطياً أملاحاً مختلفة وهو عنصر أساسى فى نمو النبات. ويصنف من ناحية التغذية على أنه من العناصر الصغرى التى يحتاجها النبات.

وظيفة الزنك فى النبات:

يدخل الزنك في تركيب الإنزيمات المخُلقة للأكسينات النباتية كما أن له دوراً هاماً فى عملية أكسدة السكريات في النباتات ودور رئيسي في تكوين الكلوروفيل وفى عملية البناء الضوئي.

تأثير نقص الزنك على التركيب الخلوى:

يؤدي نقص الزنك إلي قلة في عدد البلاستيدات الخضراء في الخلية مع صغر حجمها وتجمعها كما يقل السيتوبلازم وتتشوه النواة وتتحول خلايا برانشيمة الخشب الي المظهر الخشبى وتزداد نسبة أكسالات الكالسيوم بها.

مشاكل أعراض نقص الزنك:

غالباً ما تظهر مشاكل نقص الزنك في الأراضي المستصلحة حديثاً سواء كانت رملية أو طينية خفيفة، ويظهر ذلك أيضاً في نطاق من الحموضة والقلوية. ويلاحظ أنه في الأراضى القديمة تكون نسبة أملاح الزنك على السطح ضعف نسبتها في الطبقة التالية لذلك فإذا كانت نسبة الزنك منخفضة في الطبقة السطحية فإنها تكون شديدة الإنخفاض فى الطبقة تحت السطحية وعليه فستظهر أعراض نقص الزنك على المحصول.

المحاصيل التى تظهر عليها أعراض نقص الزنك:

تتأثر بعض المحاصيل بنقص الزنك بشكل واضح كما تستجيب عند التسميد به استجابة عالية ومنها الذرة ـ الذرة السكرية ـ البقوليات ـ الطماطم ـ القطن ـ السورجم ـ البصل ـ الفلفل ـ الشعير ـ الكوسة ـ البطاطس ـ الموالح ـ الكمثري ـ التفاح ـ أشجار الحلويات (مشمش ـ خوخ ـ نكتارين ـ كريز ـ برقوق) ـ العنب ـ البرسيم ـ الأفوكادو ـ محاصيل العلف ـ فول الصويا ـ بنجر السكر.

الأعراض العامة لنقص الزنك:

تظهر أعراض نقص الزنك واضحة ومميزة علي بعض النباتات كما تتداخل مع أعراض أخري في بعض الحالات ويعتبر الذرة من أهم المحاصيل التي يظهر عليها الأعراض النموذجية لنقص الزنك حيث تظهر الأعراض في صورة خطوط مصفرة علي شكل أشرطة عريضة من الأنسجة البيضاء أو الصفراء بين العرق الوسطي للورقة وحافتها الخارجية وهذه الأعراض تتركز أساساً في النصف السفلي من الورقة ويمكن مشاهدتها أيضاً عند خروج الأوراق الصغيرة من الدوارة. أما في نباتات ذوات الفلقتين فتظهر أعراض نقصه في صورة اصفرار للمناطق الواقعة بين العروق حيث ينتهي بموت هذه الأنسجة وجفافها. وفى حالة النقص الشديد فى الزنك تقل عدد الأوراق ويصغر حجمها كما تقصر السلاميات وتتقارب العقد فيظهر على أفرع الأشجار عرض مرض التورد Rosettes ويقل إنتاج الثمار تبعاً لذلك وتتساقط الأوراق تدريجياً بدءًا من القاعدة وتجاه القمة. كما يظهر عرض مرض الورقة الصغيرة في التفاح والمشمش والخوخ والنكتارين والعنب وكذلك عرض مرض القمة البيضاء في الذرة. أما في البصل فتظهر عليه أعراض التخطيط المصفر في صوره شرائط ثم يحدث إلتواء للأوراق والقمم النامية.

كمية الزنك المناسبة التى يجب إضافتها للتربة:

يمكن العلاج الحاسم لنقص الزنك بإضافة ٤ ـ ٨ كيلو جرام زنك للفدان ويتوقف ذلك علي مستوي نقصه في التربة علي أن تستمر هذه المعاملة لعدة سنوات مع ملاحظة أنه ليس من الضروري تنفيذ برنامج للتسميد بالزنك في حالة عدم وجود مشاكل في التربة.

صور الزنك يمكن استخدامها فى التسميد كل حسب ظروف المحصول ونوعه:

١ ـ زنك أمونيوم نترات Zinc Ammonium Nitrate

وهو سائل يتركب من خليط من الزنك ونترات الأمونيوم ويحتوي علي ١٥% زنك و ٢٠% نيتروجين.

٢ ـ نترات الزنك Zinc Nitrate

وهو مركب سريع الذوبان في الماء ويضاف الي الأسمده الأخري كمصدر للزنك.

٣ ـ أكسيد الزنك Zinc Oxide

يضاف إلي بعض الأسمده كمصدر للزنك وأكسيد الزنك النقي يحتوى علي ٨٠% زنك وبالرغم من أنه لا يذوب في الماء إلا أن النبات يستطيع امتصاصه خاصة عندما يكون في صورة مسحوق كما أن هذا المسحوق يمكن رشه مباشرة علي المجموع الخضري.

٤ ـ أكسي سلفات الزنك Zinc oxysulfate

ويحتوي علي أكسيد الزنك محمضاً تحميضاً جزئياً بحامض الكبريتيك ويتوفر هذا المركب في صورة مسحوق أو حبيبات.

٥ ـ كبريتات الزنك Zinc Sulfate

تستخدم الصور المائية منه كسماد حيث يحتوي علي جزيء أو ستة أو سبعة جزيئات ماء

$ZnSo_4. H_2O$, $ZnSo_4. 6H_2O$ and $ZnSo4. 7H_2O$

وتعتبر الصورة الأولى منه هى المفضلة حيث يرتبط بها جزئ ماء واحد لذلك فهى أكثر ثباتاً ويفضل استخدامها فى المناطق الحاره مع ملاحظة إن نسبة الزنك فى كل منهم بالتتابع هى ٣٦%، ٢٤%، ٢٢%.

علاج نقص الزنك عن طريق الرش:

يعتبر رش المجموع الخضرى أسرع وأسهل الطرق لتصحيح نقص الزنك فى النباتات وعادة ما تستخدم سلفات الزنك أو اكسيد الزنك على أن يؤخذ فى الإعتبار استخدام التركيز المناسب حتى لا يتسبب الرش فى احتراق أوراق النباتات مع ملاحظة أن هذه المعاملة تنتهى بانتهاء المحصول حيث تعالج المحصول المنزرع فقط وبالتالى تظل مشكلة نقص الزنك فى التربة قائمة ويصبح الأسلوب الأمثل هو معامله التربة حلاً للمشكلة، ولفترة زمنية طويلة. يفضل رش المجموع الخضرى فى طور السكون بواسطة سلفات الزنك أو الرش فى الصيف بأكسيد الزنك أو سلفات الزنك القاعدية وكلتا الطريقتين تعطيان نتائج جيدة فى الخوخ ـ اللوز ـ البرقوق ـ الكمثرى والتفاح.

ويمكن أيضاً الرش فى نهاية فصل الشتاء بواسطة سلفات الزنك فى اللوز ـ المشمش ـ الخوخ ـ التفاح والكريز.

أعراض نقص الزنك فى أشجار التفاح و الكمثرى:

أشهر عرض يميز نقص الزنك فى هذه الفاكهة هو التورد الورقى Rosetting of leaves حيث تتقارب العقد على الساق كما تتكون أوراق صغيره ضيقة مبرقشة تتجمع عند قمة الفرع لذلك يطلق عليها اسم مرض الورقة الصغيرة Little leaf disease. أما عرض التورد فيمكن التعرف عليه فى أول مراحل النمو وقد تموت الأفرع المصابة فى الموسم الثانى للإصابة. أما الأفرع الجانبية فتظهر ضعيفة النمو. ويعتبر عرض الأوراق الصغيرة فى الأفرع الطرفية هو أفضل وسيلة للتعرف على حدوث النقص فى مستوى الزنك فى النبات وقد وجد أنه إذا قل تركيز الزنك عن ٢٥ جزء/مليون فى النبات ظهرت أعراض نقص الزنك حيث تبدأ بشحوب لون الأوراق أو حتى اصفرارها وذلك عند تعرضها لضوء الشمس بالرغم من أن الأوراق قد تكون خضراء إذا نظر إليها فى الظل. ويظهر أيضاً على الأوراق الطرفية اصفرار بين العروق وهذه الأعراض تتركز عاده فى الأشجار المنزرعه فى التربة الرملية المحتوية على قدر محدود من الزنك وأيضاً فى التربه ذات المستوى العالى من الفوسفور والكالسيوم.

أعراض نقص الزنك فى الفاكهة ذات النواة الحجرية:

(المشمش ــ النكتارين ــ الخوخ ــ البرقوق ــ الكريز)

يعتبر الزنك من أشهر العناصر الصغرى ذات التاثير الملحوظ على هذه الفاكهة ففى حالة نقصه يتأخر التزهير والتوريق وتتساقط الأوراق بدءاً من القاعدة ومتجهه لأعلى كما تظهر الأوراق الطرفية مموجة الحواف وتنتشر المناطق المصفرة بين العروق الورقية فتظهر مبرقشة ونشاهد أعراض نقص الزنك على هذه الفواكه فى كل مناطق زراعتها مع وضوحها بصورة أكبر فى الأراضى الرملية. ويلاحظ تأخر التزهير والتوريق والذى يتباين من أيام إلى أسابيع وفى الحالات الشديدة إلى شهر فيؤدى ذلك إلى تأثيره السلبى على الإنتاجية. ويؤدى تأخر تكشف البراعم الخضرية إلى تكون أوراق صغيرة مصفرة وعقل قصيرة وتجمعات ورقية على طول الفرع معطية عرض مرض الورقة الصغيرة Little leaf disease.

وفى بعض الأشجار خاصة الخوخ يظهر على الأوراق الصغيرة كرمشة أو تصبح ذات حواف مموجة وقد لاتظهر هذه الأعراض فى أنواع أخرى. ويلاحظ أن الأوراق المتكونة فى نهاية الربيع لايظهر عليها أعراض النقص كالتى تكونت فى بداية الربيع لذلك يصبح من الضرورى تقييم مستوى النقص فى هذا العنصر مع بداية الربيع. وفى الأشجار المثمرة فبالإضافة إلى تأثير نقص الزنك على معدل نموها والذى يؤدى إلى انتاجها ثماراً صغيرة فإن لون الثمار يصبح باهتاً وقد تتشوه الثمار. ومن الجدير بالذكر أن نقص الزنك فى أشجار الفاكهة ذات النواة الحجرية يمكن تصحيحه بالرش المتكرر للمجموع الخضرى وأثناء طور السكون. ومن الملاحظ أن إضافة الزنك إلى التربة بالرغم من أن المتوقع أن تكون نتائجه أفضل كما فى باقى المحاصيل إلا أنه قد تحدث حالات شاذه من عدم الإستجابة ويكون الحل هو اللجوء إلى رش المجموع الخضرى.

أعراض نقص الزنك فى القطن:

يؤثر نقصه إلى ضعف نمو القطن حيث تتقزم النباتات فى مرحلة مبكرة من النمو وتظهر بمظهر شعيرى وقد تصبح الأوراق سميكة هشة سريعة الإنكسار وتلتوى حواف الأوراق لأعلى مكونة شكلا كأسياً مع ظهور تبرقش بها. ويتأخر نضج اللوز تبعاً لذلك.

أعراض نقص الزنك فى الذرة:

تظهر أعراض نقص الزنك على البادرات بعد أسبوعين من الزراعة وتتمثل فى تخطيط باهت لها يتطور إلى شكل أشرطة عريضة منزوعة اللون على جانبى العرق الوسطى وأحياناً يظهر احمرار أو لون بنى على حواف الأوراق والساق وعادة ما يتغلب النبات على هذه الأعراض إذا كانت نسبة نقص الزنك محدوده. أما فى حالة النقص الشديد فتكون الأعراض واضحةً. ويلاحظ أنه نتيجة زيادة الفوسفور فى التربة أو ارتفاع درجة الـ pH ، وفى الأراضى الرطبة الباردة أو فى التربة الضعيفة فى المادة العضوية تظهر أعراض نقص الزنك واضحة.

أعراض نقص الزنك فى الشعير:

يظهر عرض نقص الزنك على الشعير المنزرع فى الأراضى الرملية والجيرية حيث تشاهد النباتات الصغيرة قرمزية اللون وتموت الأوراق المسنة ويصبح لون التبن الناتج رمادياً فاتحاً ويلاحظ أن الرش بأحد صوره المذكورة سابقاً يعمل على تصحيح نسبة وجوده فى النبات.

أعراض نقص الزنك فى فول الصويا:

يتأثر محصول فول الصويا بشدة عند نقص الزنك حيث تتقزم السيقان ويظهر علي الأوراق تبرقشات بين العروق يتبع ذلك تحول الورقه بأكملها إلى اللون الأصفر أو الأخضر الباهت وقد تتحول الأوراق السفلية إلى اللون البنى أو الرمادى ثم تسقط مبكراً وتتشوه القرون ويتأخر نضجها وبالتالى يقل المحصول. ينتشر عرض نقص الزنك على نباتات فول الصويا المنزرعة فى تربة قلوية وجيرية وفى الأراضى المجرفة وأيضاً عند زيادة التسميد بالفوسفور كما يظهر فى الأراضى الفقيرة فى المادة العضوية. وقد وجد أن إضافة الجير والفوسفور يقللان من امتصاص الزنك فتظهر أعراض نقصه. ويمكن تصحيح نقص الزنك بالمعالجة بإضافة أو رش مركباته مثل سلفات الزنك أو أكسيد الزنك. كما يجب عند إضافتها للتربة أن توزع على صورة أشرطة بجوار البذور بمسافة خمسة سنتيمترات أو أسفل البذور بنفس المقدار كما تكفى المعاملة مرة واحدة لسد احتياجات النبات لمده ٢ ـ ٤ سنوات ويمكن أيضاً معاملة البذور قبل الزراعة بهذه المركبات ويلاحظ أن فول الصويا من

المحاصيل شديدة الحساسية لسمية الزنك لذلك يجب الحذر عند إضافته للتربة وأن يتم تحديد الإحتياجات بدقة ـ ويمكن تقليل السمية بتصحيح الـ pH فى التربة لتتراوح بين 6.5 - 6.2 pH.

أعراض نقص الزنك على السورجم:

تظهر أعراض نقص الزنك فى السورجم على الأوراق حديثة النمو فيشحب لونها ليتحول إلى الأخضر المصفر. ويتجه هذا الشحوب من قاعدة الورقة إلى قمتها كما قد يظهر خط محمر محدد على حواف الورقة. وتظهر هذه الأعراض على النباتات المنزرعة فى تربة قلوية أو حمضية على حد سواء. ومن الملاحظ أن كلاً من الزنك والحديد يلعب دوراً رئيسياً فى إنتاج السورجم فى بعض مناطق زراعته كما يؤدى نقصهما إلى تعرض النباتات إلى هجوم بعض المسببات المرضية سواء فى التربة أو على الأوراق.

أثر التسميد الزائد بالزنك على السورجم:

وبالرغم أن من السمية الناشئة عن زيادة تركيزه نادرة الحدوث فإن الأعراض تتمثل فى تحول الأوراق إلى اللون الأصفر الشاحب مع حدوث تخطيط بسيط وظهور مناطق طولية بنية اللون فى الأنسجة الواقعة بين التعريق الثانوى للورقة.

أعراض نقص الزنك على بنجر السكر:

تبدأ ظهور الأعراض على بنجر السكر على صورة اصفرار مخضر على الأوراق العريضة القريبة من مركز النبات وبزيادة الإصفرار تظهر نقر صغيرة على السطح العلوى لنصل الأوراق فى المناطق بين العروق.

تتسع هذه النقر فى صور غير منتظمة لتلتحم ثم تموت وتجف تدريجياً تاركة العروق محددة بوضوح ومنتفخة وخضراء اللون وفى النهاية يذبل النصل ويلتف لأعلى وتبقى أعناق الأوراق متجهة لأعلى.

يحتاج بنجر السكر إلى الزنك من مصدر خارجى عقب الإنبات مباشرة فعند خلو التربة من الزنك تظهر الأعراض مباشرة على البادرات وحتى قبل نمو الأوراق الفلقية أو قبل ظهور الورقة الأولى ويبدو أن كمية الزنك المخزنة فى البذرة لا تكفى إلا لمرحلة الإنبات فقط لذلك فإنه من الضرورى إمداد النبات بالزنك من مصدر خارجى. ومن المعروف أن بنجر السكر من النباتات النازعة لعنصر الزنك بدرجة عالية لذلك يلاحظ أن الأعراض لا تظهر على هذا النبات فى التربة التى تظهر فيها أعراض نقصه على كل من الذرة والفاصوليا لضعف هذه النباتات فى قدرتها على امتصاصه مقارنة بالبنجر.

أما عن أعراض زيادة الزنك فى التربة فإنه يؤدى إلى ظهور أعراض نقص الحديد فى بعض النباتات حيث تصفر النباتات بشدة ثم تموت.

١٠- المنجنيز Manganese (Mn):

يدخل المنجنيز فى تركيب العديد من إنزيمات التنفس والتمثيل الضوئى وتمثيل النيتروجين داخل النبات.

ومن الثابت وجود علاقة وثيقة بين هذا العنصر والحديد لذلك فإن نقصه يعمل على حدوث اصفرار للأوراق بينما تظل العروق الصغيرة خضراء اللون مكونة شبكة مربعة الشكل وقد تنتشر بقع ميتة على الأوراق ثم تذبل لشدة الإصابة.

يحدث نقص المنجنيز فى الآراضى المتعادلة والقلوية بينما لا يحدث فى الأراضى الحامضية لسهولة ذوبانه وامتصاصه.

وقد لوحظ أيضاً أن البلاستيدات الخضراء تتأثر بشدة بنقص هذا العنصر وينخفض تبعاً لذلك معدل النمو فى النبات ويضعف ويقل التزهير وبالتالى المحصول أو قد لا ينتج محصول بالمرة.

ويعالج نقص المنجنيز فى الأراضى القلوية والمتعادلة بإضافة كبريتات المنجنيز بمعدل قد يتراوح من ١٠- ٥٠ كيلوجرام/فدان حسب حالة التربة والتحليل الكيماوى لها وقد يستخدم رشاً على النباتات بمعدل ١-٢ كيلوجرام/ ١٠٠ جالون ماء فى بداية مرحلة النمو الخضرى.

ويعمل المنجنيز على خفض نسبة الإصابة بمرض جرب البطاطس ومرض اللفة المتأخرة فى البطاطس والطماطم وعفن الساق فى القرع العسلى والذى يسببه الفطر *Sclerotiorum sp.*

وبزيادة تركيز المنجنيز عن احتياج النبات تظهر أعراض سمية على الأوراق المسنة فى صورة تبقعات بنية محاطة بهالات صفراء.

١١- الموليبدينم Molybdenum (Mo):

من العناصر الصغرى التى يحتاجها النبات وهو من العناصر الهامة فى العديد من العمليات الحيوية للنبات حيث يلعب الأدوار الآتية:

يساهم فى تحويل NO^{3-} إلى أحماض أمينية داخل النبات فهو مكون أساسى فى انزيم Nitrate Reductase enzyme.
كما أنه يلعب دوراً هاماً فى تمثيل الكبريت داخل النبات.

بالإضافة إلى تنشيطه البكتريا التكافلية المثبتة للنيتروجين فى جذور البقوليات كما أنه أساسى فى تحويل الفوسفور الغير عضوى إلى فوسفور عضوى داخل النبات. وأساسى فى تكوين حبوب اللقاح.

العوامل المؤثرة على امتصاص الموليبدنم فى التربة

١- يسهل غسل الموليبدنم من التربة لتواجده فى صورة أنيونات Anions.

٢- يعتبر العنصر الوحيد من العناصر الصغرى الذى يمتصه النبات بدرجة كبيرة عند زيادة درجة pH فعند زيادة الـ pH عن 6.5 pH وإمداد التربة به تحدث سمية النباتات والحيوانات التى تتغذى عليها.

٣- عندما يقل pH فى التربة عن ٦ يقل الموليبدنم الممتص وذلك لإتحاده مع كل من الحديد والألمونيوم مكوناً أكاسيد حديد وألمونيوم.

٤- يساعد تواجد الكبريت فى التربة على سرعة امتصاص الموليبدنم.

٥- ثبت أيضاً أن الفوسفور يساعد على امتصاص الموليبدنم.

حركة الموليبدنم

أ- الحركة فى التربة:

يتاح الموليبدنم للنبات فى صورة أنيونات Anions لذلك يسهل غسله من التربة.

ب- الحركة داخل النبات:

سريع الحركة فى كل من الخشب واللحاء.

جـ- احتياج النبات للموليبدنم:

يحتاجه بكميات قليلة للغاية ولكنها مؤثرة حيث تحتوى أنسجة النبات على نسبة تتراوح بين ١/٢ - ١ جزء/مليون موليبدنم من وزنها الجاف. وبالرغم من أهمية الموليبدنم لكل النباتات إلا أن هناك بعض النباتات تحتاجه بدرجة كبيرة أكثر من غيرها وهى :البرسيم الحجازى- الكرنب- القرنبيط- البرسيم المصرى- الذرة- الخس- البسلة- فول الصويا.

أعراض نقص الموليبدنم على النباتات

عادة ما يحدث خلط بين أعراض نقص الموليبدنم وأعراض نقص النيتروجين وذلك لأن الموليبدنم يدخل فى تركيب انزيم Nitrate reductase الذى يعمل على تحويل النترات إلى أمونيا والتى تدخل فى N-pool بعد ذلك لذلك فنقصه يظهر أعراض نقص النيتروجين ولكن بطريق غير مباشر.

وفى المحاصيل الحساسة لنقص الموليبدنم مثل الذرة والبرسيم والكرنب يؤدى النقص الحاد فيه إلى تكون أوراق صغيرة تشبه الملعقة Spoon formed leaves ذات حواف غير منتظمة.

وفى الصليبيات يؤدى نقصه إلى تكوين عرض يطلق عليه اسم Whiplash- Black Lash أو Whip-tail حيث تنهار سيقان النباتات ولا تتكون به أى أوراق وينحنى.

تجنب حدوث أعراض نقص المولبيدنم Prevention

ترش التربة بمحلول مائى من مولبيدات الصوديوم أو الأمونيوم Sodium or ammonium molybdate تركيزها ٠.٣٩٥%.

تصحيح النقص فى المولبيدنم Correction:

عادة ما تكون كمية المولبيدنم الموجودة فى التربة كافية لحاجة النبات ونموه. إلا أنه فى بعض الأحيان يحدث أن تكون نسبتها أقل من حاجة النبات وذلك نتيجة انخفاض درجة pH وفى هذه الحالة تحتاج النباتات إلى إضافة الجير Lime للتربة لرفع pH وبذلك يتحول المولبيدنم المدمص إلى مولبيدنم متاح للنبات فى صورة ذائبة.

سمية المولبيدنم Toxicity of Molbdenum:

يتحمل العديد من النباتات تركيزات عالية من هذا العنصر داخل أنسجتها و حيث أن تأثيره السام على النبات غير واضح إلا أنه قد وجد أن المستويات العالية منه فى التربة تؤدى إلى تحول لون الأوراق للأصفر الذهبى كما تتحول بادرات القرنبيط إلى اللون البنفسجى.

علاقة المولبيدنم بالمسببات المرضية:

يعمل المولبيدنم على خفض نسبة الإصابة باللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم وأيضاً لفحة الأسكوكيتا Ascochyta blight فى الفاصوليا والبسلة.

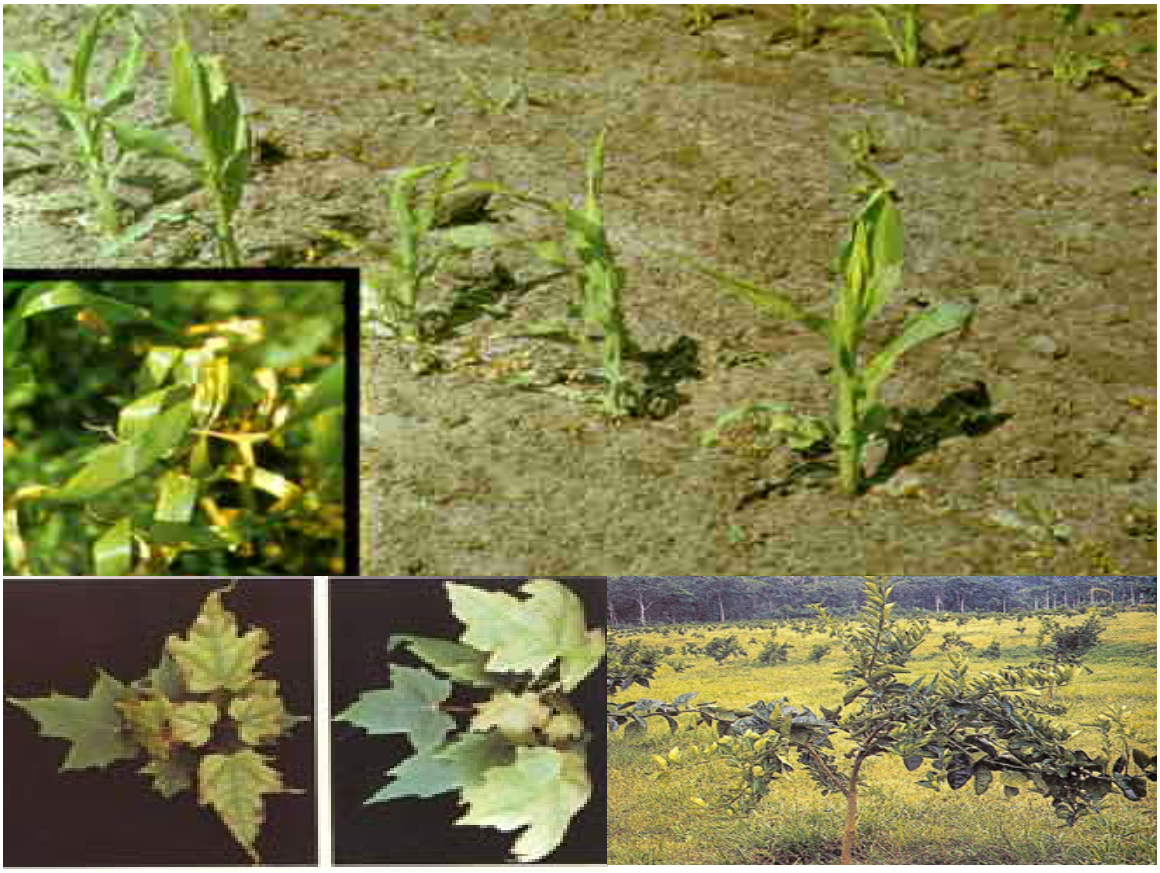
١٢- النحاس Copper (Cu):

يدخل النحاس فى تركيب إنزيمات الأكسدة والاختزال مثل Tyrosinase- Ascorbic acid oxidase وبالرغم من أنه لا يدخل فى تركيب الكلوروفيل لكنه أساسى فى عملية تكوينه وأن نقصه يتبعه نقص فى كمية الكلوروفيل المتكون.

تواجده فى النبات

يتواجد النحاس في جميع أجزاء النبات ولكنه يكون أكثر تركيزاً فى أجنة البذور وتتراوح نسبة تواجده فى النباتات بين ٣- ٣٠ جزء/مليون.

أعراض نقص النحاس على النباتات



تختلط أعراض نقص النحاس مع أعراض نقص النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت وكذلك الأعراض الناشئة عن آثار الصقيع والحشرات وباقى الأمراض المعدية وآثار الرش بمبيدات الحشائش.

الآثار الإقتصادية الناشئة عن نقص النحاس فى التربة

١- يؤدى نقصه فى التربة إلى انخفاض انتاجية المحصول بنسبة قد تزيد عن ٢٠% خاصة فى محاصيل الحبوب بالرغم من عدم ظهور أى أعراض محسوسة لنقصه على النباتات.

٢- يؤدى نقصه إلى تأخر النضج بمدة تتراوح بين أسبوع وأسبوعين حيث يزيد النمو الخضرى عن الحد الطبيعى ويصبح النبات معرضاً للإصابات المرضية التي تصيب المجموع الخضرى.

٣- يؤدى نقصه أيضاً إلى تأثر النباتات بالصقيع بدرجة كبيرة.

٤- تعمل مبيدات الحشائش على عجز النباتات عن امتصاص النحاس وبذلك تظهر أعراض نقص النحاس متزامنة مع الرش بمبيدات الحشائش.

٥- تظهر أعراض نقص النحاس فى مناطق متفرقة فى حقول النجيليات وتكون أكثر شيوعاً على القمح الناضج والتى يظهر عليها الدكانة فى لون السنبلة والتى تعرف باسم Melanism أو يظهر عليها مناطق بنية تميل للون البنفسجى.

٦- فى بعض أصناف القمح تظهر أعراض نقص النحاس مشابهة لعرض لفحة البادرات الحادة Take-All الذى يسببه الفطر *Gaeumannomyces graminis* والذى يتم الخلط بينه عادة وبين عرض نقص النحاس .

٧- فى كثير من الحالات فإن التسميد النحاسى يعمل على الإسراع فى النضج فى القمح والشعير بمدة اسبوع -أسبوعين.

علاج نقص النحاس:

معاملة التربة والمجموع الخضرى بالأسمدة النحاسية، ويكفى معاملة التربة مرة واحدة لإمداد النبات باحتياجاته من النحاس ولعدة مواسم زراعية. أما المعاملة بالرش فتتحدد فى المحصول القائم فقط لذلك يصبح من الضرورى تكرار الرش مع كل موسم زراعى.

المركبات الملائمة للاستخدام للعلاج والملاحظات المرتبطة بها

١- أفضلها وأرخصها هى كبريتات النحاس Copper sulphate لسهولة ذوبانها فى الماء ويفضل المعاملة فى الشتاء عن الربيع حتى تتمكن ذرات النحاس من التوغل فى التربة.

٢- المركبات النحاسية تكون أكثر فاعلية وأسرع فى التأثير فى طور التفريع فى النجيليات ويلزم النباتات الرش ٢-٣ مرات أثناء دورة نموه إذا كان نقص النحاس شديداً بدأ من بداية التفريع كما تحتاج النباتات أثناء طور امتلاء الحبوب إلى المعاملة مرة أخرى.

٣- لا يفضل الرش أثناء التزهير أو بعده مباشرة لأن ذلك سيؤدى إلى الإسراع فى النضج وينعكس ذلك سلباً على الإنتاجية.

٤- ويلاحظ أن الجفاف يحد من قدرة النباتات على امتصاص النحاس وبالتالى لا تظهر إستجابة للمعاملة به تحت هذه الظروف.

٥- يجب الوضع فى الإعتبار ان تكون التربة بها قدر كافى من النحاس يفى بحاجة النبات اليه باستمرار مع ملاحظة ان النحاس من العناصر التى لا تتحرك ولا تغسل وربما تبقى فى الطبقة السطحية بها.

كبريتات النحاس

١- يطلق عليها فى مصر اسم التوتيا الزرقاء وتحتوى على ٢٥% نحاس.

يتم إضافتها للتربة بمعدل ٥-٣٠ كيلوجرام/فدان وهذه الكمية تصلح لإمداد النباتات المنزرعة فى تلك التربة بحاجتها من النحاس لمدة تتراوح بين ١٠-١٥ سنة.

٢- عند استخدام كبريتات النحاس رشاً فإن محلول مائى تركيزه ٢% منها يصلح للمعاملة وفى أحيان أخرى يضاف إلى المحلول هيدروكسيد الكالسيوم الذى يعمل منظم Buffer وهذه التركيبة تعرف أيضاً باسم مزيج بوردو.

٣- يجب الإحتياط عند التعامل مع كبريتات النحاس لصفاتها الكاوية حيث تتفاعل مع المعادن لذلك يفضل استخدام أوانى بلاستيكية أو رشاشات مصنعة من البلاستيك الممزوج بالصلب الغير قابل للصدأ Stainless steel. أما كبريتات النحاس المسحوقية فهى مهيجة للعين والرئتين والجلد ولا يفضل استخدامها.

أما عن تأثير زيادة تركيز النحاس سواء فى التربة أو برش النباتات:

تؤدى الزيادة فى تركيز النحاس إلى تحطم جذور النبات حيث تتراوح الأعراض بين تمزق طبقة البشرة وحدوث نقص حاد فى الشعيرات الجذرية إلى تشوه فى تركيب الجذور ثم يقل التفريع فى المجموع الخضرى.

ويصبح النحاس فى صورة أكثر قابلية للإمتصاص عند انخفاض pH التربة ونظراً لانجذاب أيونات النحاس إلى المادة العضوية فى التربة فإنه لا يغسل منها ويظل عالقاً بها ويتركز على سطح التربة.

١٢- النيكل (Ni) Nickel:

يمثل النيكل أحد العناصر التى يحتاجها النبات بنسب محدودة للغاية حيث أن زيادة تركيزه يعمل على تثبيط نمو النباتات وتعتبر سلفات النيكل $NiSO_4$ أشهر الأملاح المستخدمة لإمداد النباتات بهذا العنصر ويزيد امتصاص هذا العصر فى الوسط الحامضى أقل من pH 5.6.

دور النيكل فى حياة النبات:

١. يعمل النيكل على تنظيم عمليات التمثيل الغذائى للعناصر المعدنية داخل النبات.

٢. يقوم بتنظيم النشاط الإنزيمى داخل الخلية لتتمكن من القيام بدورها الحيوى.

٣. تعتبر أملاح النيكل من أهم المبيدات الجهازية الحديثة المستخدمة لمقاومة بعض الأمراض الفطرية التى أهمها صدأ النجيليات حيث تحمى الأنسجة من مهاجمة هذا الفطر بجانب قدرتها العالية على التخلص منها وقتلها.

٤. تعتبر التركيزات الموصى بها ذات فائدة كبيرة فى زيادة محصول بعض المحاصيل، إلا أن استخدام تركيزات عالية من النيكل فى معاملة النباتات يؤدى إلى اصفرارها وموت الأنسجة النباتية وتشوه النباتات سواء فى الشكل الظاهرى أو التشريحى – وقد وجد أيضاً أن زيادة تركيزه فى مياه الرى عن ٣٠ *نانوجرام/لتر* يؤدى إلى ضعف الإنتاج خاصة المزارع المائية مع خفضه لحيوية البذور وانباتها بنسبة قد تتعدى ٥٠% مقارنة بالبذور التى لاتروى بمياه تحتوى على هذا العنصر كما يظهر على البادرات المعاملة مظاهر الضعف العام نتيجة لهذه السمية.

٥. وحيث أنه قد بات مؤكداً أهمية هذا العنصر للعديد من النباتات وأن غيابه يؤثر تأثيراً سلبياً على الإنتاج وصحة النباتات وحمايتها من الأمراض والملوثات البيئية التى منها زيادة ملوحة التربة فقد أصبح حتمياً ضمه إلى مجموعة العناصر الأساسية التى تحتاجها النباتات وذلك فى احدث التقسيمات الخاصة بالعناصر الغذائية.

٦. لم يلقى عنصر النيكل اهتماماً من الباحثين للعديد من السنوات اعتقاداً بعدم أهميته للنبات إلا أن الأبحاث الحديثة المدعمة بوسائل التحليلات الدقيقة أثبتت أن النيكل يتواجد كجزء من المكونات النباتية وبنسب متفاوتة فقد وجد بنسبة ٤٠ – ٨٠ *نانوجرام/جرام وزن جاف* فى نباتات الشعير وقد تأكد دوره الهام لهذا المحصول حيث وجد أن نقصه عن المعدلات السابقة يؤدى إلى فشل الشعير فى عملية تخزين النشا والجلوتين فى الحبوب وعدم نضجها وذلك عقب تكوين الجنين بها وبالتالى تتكون سنابل فارغة فى ظل كون النبات غير قادر على استكمال دورة حياته (النمو الخضرى – التزهير – تكوين البذور) لغياب عنصر النيكل ولهذا السبب أصبح تصنيف هذا العنصر ضمن العناصر الرئيسية لمحصول الشعير، كما وجد أنه يمكن تصحيح النقص فيه فوراً عند اضافته للتربة التى يزرع فيها هذا المحصول، ويتم امتصاص النيكل فى صورة أيونية كما يمكن تحضيره فى صورة مخلبية على حوامل عضوية.

٧. وبالرغم من أهمية النيكل للعديد من النباتات كما أنه يشجعها على الإنبات إلا أن زيادته عن حد معين تؤدى إلى حدوث سمية لبعض النباتات.

أهمية النيكل للنباتات

١- له أهمية أساسية فى نشاط انزيم اليوريز Urease المتخصص فى تكسير اليوريا وتحرير النيتروجين منها لتصبح فى صورة صالحة للنبات.

٢- يساعد النيكل على امتصاص عنصر الحديد.

٣- تحتاج البذور للنيكل فى عملية الإنبات.

٤- لا تظهر أعراض على النباتات اثناء فترة نموه الخضرى فى حالة نقص عنصر النيكل ولكن فى مرحلة عقد البذور تنتج بذور غير حية حيث يفقد النبات قدرته على انتاج البذور الحية.

١٣- الكلور Chlorine:

أهميته

يدخل الكلور فى تنظيم حركة المياه والمواد الذائبة داخل الخلايا النباتية وبذلك يحافظ على التوازن الاسموزى من أجل حصول النبات على العناصر المعدنية التى يحتاجها فى عمليات التمثيل الضوئى وخاصة التمثيل الغذائى للكربوهيدرات.

أعراض نقص الكلور

١- حدوث ذبول للنباتات.

٢- تكون جذور قصيرة وسميكة.

٣- اصفرار لون النباتات وتحولها للون البرونزى.

٤- احتراق حواف الأوراق.

٥- تختلط أعراض نقصه مع أعراض نقص البوتاسيوم.

إمتصاص الكلور

يمتصه النبات عندما يتواجد فى الصورة الأيونية والتى يسهل غسلها بالمياه.

وعند زيادة تركيزه فى التربة تظهر أعراض سميته على النباتات فى صورة احتراق قمم الأوراق وحوافها – اصفرار الأوراق وتشققها – انخفاض معدل النمو فى النبات.

١٤- الكوبلت Cobalt (Co):

يتواجد الكوبلت فى التربة والنبات بكميات قليلة كما يتواجد أيضاً فى الأغذية. وهو معدن صلب فى صورته النقية له لون رمادى – أسود لامع ويوجد منه صورتين Cobalt III, Cobalt II ومن كلاهما تتكون أملاح كوبلت معدنية وغير معدنية.

يصاحب الكوبلت العديد من المعادن الأخرى أهمها النحاس – النيكل – المنجنيز – الزرنيخ – كما يتواجد بنسب صغيرة فى الزيوت والصخور وفى المياه السطحية والجوفية وفى النباتات وأجسام الحيوانات.

وتعتبر التربة والأتربة ومياه البحار والبراكين والغابات المحترقة والإنفجارات هى المصادر الرئيسية له.

ويتحرر الكوبلت فى الجو عند حرق الفحم والزيت وفى أثناء العمليات الصناعية التى تستخدم المعادن ومركباتها.

ويوجد من الكوبلت نظائر مشعة منها Cobalt 60 وهذه تستخدم فى العلاج الإشعاعى للمرضى وفى الأبحاث العلمية.

يظل الكوبلت الطبيعى معلقاً فى الهواء لعدة أيام بينما تصل المدة إلى عدة سنوات فى المياه والتربة.

يتواجد الكوبلت فى التربة بمتوسط يتذبذب حول ٨ جزء/المليون وفى الأراضى القريبة من المدن يرتفع إلى ١٧ جزء/المليون ويبدأ تأثيره السام على النباتات عندما يقترب التركيز من ٤٠ جزء/المليون.

تتنوع النباتات فى درجة حساسيتها للكوبلت وتلعب كيمياء الأرض فى إظهار شدة السمية له حيث تزيد السمية عند انخفاض الـ pH وتظل السمية تزداد بزيادة حموضة التربة.

وعموماً فإن تركيز الكوبلت فى الخضروات لا تزيد عادة عن واحد جزء فى المليون ولم تسجل نتائج أعلى من ذلك فى الثمار والبذور.

إلا أنه عند تواجد هذه المزروعات مجاورة لمناطق ملوثه به فقد تزيد هذه النسبة لأكثر من ذلك حيث سجلت نسبة ١٠ جزء/مليون فى جذور البنجر، ٤ جزء/مليون فى أوراق نفس النباتات.

وعموماً فإن هذه النسبة تظل أقل من النسبة السامة للنباتات والتى تتراوح بين ٢٥ – ١٠٠ جزء/مليون.

ويلاحظ أنه لا توجد وسيلة لخفض التلوث بهذا العنصر فى التربة سوى تخفيف التركيز بإضافة تربة نظيفة أو أسمدة ورقية أو Beat moss.

أهميته للنبات

يحتاجه النبات فى عمليات تثبيت النيتروجين فى البقوليات وفى تكوين العقد الجذرية فى النباتات غير البقولية أيضاً ويعتبر الكوبلت أكثر أهمية من الأمونيا ذاتها فى عملية تثبيت النيتروجين.

أما أعراض نقص الكوبلت على النباتات فقد يحدث خلط بينها وبين أعراض نقص النيتروجين.

١٥- الصوديوم Sodium:

يلعب الصوديوم دوراً هاماً فى التوازن الأيونى داخل النبات وحركة المياه داخل الخلايا.

وتحدد الملوحة من نشاط ونمو النبات حيث تتداخل فى العمليات الحيوية به وتعطلها ولما كان الجهاز الوظيفى فى النبات يتعايش دائماً فى الظروف البيئية القاسية قدر استطاعته وفى هذه الحاله نجد أن الصوديوم يدخل إلى الخلايا عن طريق الفتحات الموجودة بغشاء الخلية بالقدر الذى تحتاجه الخلية عن طريق خاصية النفاذية الإختيارية لها فإن زيادته عن حاجة النبات يؤدى إلى أن يقوم الغشاء الخلوى بلفظ أيونات الصوديوم الممتصة والزائدة عن حاجته باستخدام الأيونات المضادة Antiproton Na^+/H^+ الموجودة به بعد أن ينشطها بإنزيم ATP ase ومن ثم فإن الخروج عن هذا النطاق من تركيز الصوديوم يفسد هذه الخاصية الوراثية بالنبات ويدخل الصوديوم قهراً إلى الخلايا مؤدياً إلى عرقلة العمليات الحيوية وتدهور الحالة الصحية للنبات ثم موته بعد ذلك نتيجة التركيز العالى من الصوديوم فى البيئة.

وعلى ذلك نجد أن الصوديوم يؤثر على كل من الضغط الإسموزى فى النبات وعلى امتصاص أيونات العناصر الأخرى وعلى تخليق البروتين والـ DNA وعلى عمليات التمثيل الكلوروفيلى ونشاط الإنزيمات وتوازن الهرمونات بالنبات بينما تعمل الزيادة فى تركيزه على ظهور أعراض نقص العناصر الأخرى خاصة عنصرى الكالسيوم والماغنسيوم.

١٦- السيلينيوم Selenium:

يعتبر السيلينيوم من المغذيات الرئيسية فى الحيوان والنباتات الزهرية وبالرغم من عدم وضوح دوره بدقة فى النباتات الوعائية إلا أن قابلية بعض النباتات لتجميعه من التربة ثم تحويله إلى مركبات بيولوجية نشطة كان له وقع إيجابى على الإهتمام بدراسته لإنعكاس ذلك على تغذية الإنسان وصحته وعلى البيئة نفسها.

فالنباتات التى تعمل على تجميع السيلينيوم بها تعتبر نموذج جديد ومثالى يستخدم فى تفهم ميتابوليزم السيلينيوم داخل الخلايا الحية من أجل التوصل إلى انتاج محاصيل غذائية بها معدل نشط من مركبات السيلينيوم المضادة للسرطان إضافة إلى إمكانية استخدامه كعلاج طبى لما يحتويه من تركيزات عالية تفيد فى علاج بعض أنواع من الأورام.

والسيلينيوم هو أحد العناصر المعدنية التى يحتاجها جسم الإنسان لنتظيم العمليات الحيوية ومنها تنظيم عمل هرمون الغدة الدرقية بجانب دوره فى رفع مقدرة الجهاز المناعى للإنسان على مقاومة الأمراض كونه أحد مضادات الأكسدة القوية حيث يوقف تدمير الخلايا المستمر نتيجة تعرضها للشوارد الحرة الناتجة عن التحولات الغذائية فى جسم الإنسان والملوثات البيئية التى يتعرض لها.

وتتوقف كمية السيلينيوم فى أنسجة النبات على مدى تركيزه فى التربة وعموماً تعتبر الحبوب من أكثر المنتجات الزراعية إحتواء على هذا العنصر .

ويحتاج النبات للسيلينيوم بنسب محدودة إلا أن الدراسة فى هذا المجال مازالت فى بدايتها وتحتاج إلى المزيد من الوقت لجمع أكبر قدر من المعلومات عن دور السيلينيوم فى دورة حياة النبات والآثار الجانبية لنقص تركيزه أو زيادته عن حد معين، وفى هذا الإتجاه فقد ثبت أن السيلينيوم يدخل فى نظام عمل إنزيم Glutathione peroxidase enzyme والذى يقوم بحماية التركيب الداخلى للخلايا ضد عملية الأكسدة كما أنه يتواجد فى الأنسجة وبكثرة مرتبطاً بالأحماض الأمينية فى صورة Selenomethionine and Selenocysteine حيث تحل ذرة سيلينيوم محل ذرة الكبريت فى هذه الأحماض الأمينية.

ومن حيث أن السيلينيوم مضاد أكسدة قوى فهو يحافظ على الأغشية الخلوية والإنزيمات ومحتويات الخلايا من أكسدتها بواسطة الشوارد الحرة وفوق الأكاسيد المتكونة والتى هى مركبات غير مستقرة ذات قدرة تدميرية عالية فإذا لم يتم احتوائها والتخلص منها فإنها تدمر الخلايا وما تحويه من بروتينات ودهون بالإضافة إلى تدميرها الدهون الغير مشبعة التى تمثل المكون الرئيسى لكل الأغشية الخلوية فى الإنسان والحيوان وبالتالى تفقد الخلايا وظيفتها.

ومن هنا يتضح أهمية مضادات الأكسدة ومنها السيلينيوم فى وقف عمليات الأكسدة قبل حدوثها أو التعامل مع فوق الأكاسيد بمجرد تكونها وأهمية التطرق لها باستفاضة فى محاولة لرفع نسبة االسيلينيوم فى النباتات.

ولما كان هذا الدور الذى يلعبه السيلينيوم كأحد مضادات الأكسدة القوية فى جسم الإنسان قد بات معروفاً وقد سبق الباحثين فى علم المناعة فى النبات غيرهم فى الوصول إلى هذه النتائج وحيث أن الدراسات الأولية على الخضروات ومنها الطماطم

والخيار وغيرهم قد أثبتت أهمية هذا العنصر فى رفع انتاجية وجودة ثمار الخضروات سابقة الذكر فإن الباب أصبح مفتوحاً أمام الباحثين للتطرق إلى مزيد من الدراسات لتفهم أوسع لدور السيلينيوم فى دورة حياة النباتات.

تواجد السيلينيوم فى الطبيعة:

يتواجد السيلينيوم فى عدة صور غير عضوية منها Selenite – Selenate – Selenide وفى التربة يتواجد غالباً فى صورة ذائبة هى Selenate ويسهل غسلها من التربة الطينية بسهولة.

ويلعب السيلينيوم دوراً مشابهاً لدور الكبريت فى النبات كما يوجد فى بعض النباتات الجاذبة لعنصر السيلينيوم ويتركز فيها.

وتعتبر التركيزات العالية من السيلينيوم سامة للإنسان ونظراً لسهولة ذوبان السيلينيوم ووصوله إلى الممرات المائية التى تستخدم مياهها فى الرى فعند جفاف هذه الأراضى يتركز السيلينيوم بها إلى الحد الذى يصبح ضاراً للطيور التى تشرب هذه المياه مؤدياً إلى ظهور عيوب خلقية فى نسلها الناتج.

١٧- السليكون Silicon:

أهميته

١. أحد مكونات الجدر الخلوية في النباتات.
٢. يعمل علي تقوية جدر الخلايا لتمنع الحشرات الثاقبة والماصة من اختراقها وبذلك تحمى النبات من هذه الإصابات الحشرية.
٣. يعمل السليكون على زيادة قدرة البناتات على تحمل درجات الحرارة والجفاف.
٤. يعمل السليكون على منع اختراق الفطريات لبشرة النباتات حيث يتركز فى موقع اختراق الفطر ويمنعه من الدخول وبالتالى خفض نسبة الإصابة بالأمراض.
٥. يحسن من صلابة الأوراق.
٦. يمنع التأثير السام الناشئ عن زيادة التسميد بالحديد والمنجنيز.
٧. وجد أن رش النباتات بالسليكون يعمل على حمايتها من الإصابة بالمن.
٨. لم يثبت حتى الأن أهمية السليكون لكل أنواع النباتات والبحوث العلمية جارية فى هذا الإتجاه.

- يساهم السليكون فى مكافحة أمراض النبات سواء بإضافته للتربة أو رشاً على النباتات وقد وجد أنه يحمى الأرز من الأمراض منها التبقع البنى فى الأرز المتسبب عنه الفطر *Cochliobolus miyaboanus* ولفحة الأرز المتسبب عن الإصابة بالفطر *M. grisea* ولفحة القمح المتسببة عن الفطر *R. solani* وبذلك فإن إضافة السليكون للتربة يعمل على الاستغناء عن استخدام المبيدات الفطرية فى مقاومة الأمراض السابقة.
- يساهم السليكون أيضاً فى مقاومة مرض البياض الدقيقي فى الخيار المتسبب عن الفطر *Sphaerotheca fuligne* وعفن الجذور المتسبب عن الإصابة بالفطر *Pythium ultimum* وفى القمح يقاوم البياض الدقيقي المتسبب عن

الإصابة بالفطر *Bulmeria graminis* f.sp *tritici* وتعمل المعاملة بالسليكون على حدوث تفاعل بينه وبين خلايا بشرة النبات يكون نتيجتها منع الفطر السابق من مهاجمة الخلايا واصابتها عن طريق انتاج تورمات على شكل نتوءات papilla وتكوين أجزاء صلبة Callose أو افراز فينولات تتجمع على طول الجدار الخلوي لتؤثر سلباً على مقدرة الفطر فى مهاجمة الأنسجة.

نقص الأكسجين Inadequate oxygen:

يؤدى نقص الأكسجين المتاح للنباتات إلى ظهور أعراض مختلفة على النباتات أهمها مرض القلب الأسود

أسباب حدوث المرض

١- يحدث فى الأراضى سيئة الصرف

٢- عندما تتناغم الرطوبة المرتفعة فى التربة مع ارتفاع درجة الحرارة أو حرارة الهواء المحيط.

فيحدث انهيار للأنسجة النباتية نتيجة:

- نقص كمية الأكسجين اللازمة للجذور.
- زيادة كمية الأكسجين التى يحتاجها النبات

والنتيجة حدوث نقص حاد فى الأكسجين المتاح للجذور يؤدى إلى موتها.

يحدث ذلك العرض أيضاً فى قلب الثمار الشحمية والخضروات عند فترة التنفس السريع فى درجات الحرارة المرتفعة. وفى الأكوام المخزنة من هذه الدرنات فى ظروف سيئة التهوية.

عرض الـ Black heart of potato

- ينشأ عن حدوث ارتفاع واضح فى درجة الحرارة فيعمل ذلك على زيادة نشاط عملية التنفس والنشاط الإنزيمى بالدرنات، فتموت الخلايا فى قلب الدرنات نتيجة عدم كفاية كمية الأكسجين اللازمة لتنفس هذه الخلايا، وتبدأ بعد ذلك التفاعلات الإنزيمية قبل وخلال وبعد موت الخلايا، كما تؤدى هذه التفاعلات إلى أكسدة محتويات الخلايا الطبيعية لتحولها إلى صبغة الميلانين السوداء الداكنة وتنتشر هذه الصبغة فى أرجاء الدرنة المحيطة فتظهر باللون الأسود.

ملاحظات هامة:

١- كافة أنواع التربة فى حاجة دائمة لعنصر النيتروجين.

٢- تحتاج النباتات ذات الجذور الليفية مثل النجيليات وذات الجذور السطحية مثل الخضروات إلى عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم بكمية اكبر من غيرها.

٣- تحتاج التربة الرملية إلى اضافة العناصر الصغرى بصفة دائمة على عكس التربة الطينية التى قد لا تحتاج إلى عناصر صغرى.

٤- النباتات التى تفضل التربة الحامضية مثل البلوط تحتاج للحديد بنسبة كبيرة.

٥- يتحرر النيتروجين من الأسمدة سريعة الذوبان فى الماء ومنها سلفات الأمونيوم بسرعة فى أيام قليلة.

٦- الشعيرات الجذرية والأشجار المسنة ذات الجذور العميقة يكتفى بتسميدها مرة واحدة فى السنة بعكس البناتات العشبية التى تحتاج للتسميد بصفة منتظمة خلال نموها.

٧- يعمل النبات على تحريك النيتروجين فى التربة لمسافات لا تتعدى عدة سنتيميترات.

٨- يعمل المطر شتاءاً على دفع الأسمدة النيتروجينية لمسافات أعمق فى التربة.

نظراً لأن كل من الفوسفور والبوتاسيوم يصعب تحركهم فى التربة لذلك يوصى عند تسميد الأشجار المسنة بهم عمل ثقب عميق فى التربة ويوضع فيه ملء ملعقة من السماد لا أكثر، أو حقن محلول السماد فى عدة مواضع دائرية حول الشجرة ذات أعماق حوالى ٣٥-٤٠سم وبين كل موقع والأخر ٢م.

إندماج التربة Soil compacting

كأحد أسباب حدوث الإضرابات الفسيلوجية فى النبات

منشأ التربة:

تنشأ التربة من تفتت غطاء سطح الأرض المكون من الصخور وتتكون حبيبات مختلفة الحجم تتأثر بفعل الكيماويات والمؤثرات البيئية المختلفة مكونة أشكالاً مختلفة لها.

وتختلف التربة المتكونة عن الصخور الناشئة منها حيث أن نشأتها تحدث نتيجة حدوث تفاعل بين اليابسة وأغلفة الجو المختلفة.

تركيب التربة:

تتكون التربة من خليط من كل من المعادن والمكونات العضوية الصلبة والغازات والماء، أما تركيبها الفراغى فهو عبارة عن حزم من الثقوب الممتلئة بالهواء.

وتنقسم التربة إلى ثلاثة أنظمة رئيسية كل نظام له صفاته التى ينفرد بها. وتعرف التربة باسم شائع وهو الأرض أى المادة الجافة التى يأخذ منها كوكبنا هذا الأسم "الأرض" أو كوكب الأرض.

العوامل البيولوجية المؤثرة على تركيب التربة

Biological factors affecting soil structure

تؤثر النباتات- الحيوانات- الفطريات- البكتريا- الطحالب على تكوين التربة فنجد أن الحيوانات والكائنات الدقيقة تعمل على خلط التربة وتكوين أنفاقاً بها تسمح للرطوبة والغازات بالتغلغل إلى الطبقات السفلى منها بينما تعمل النباتات ذات الجذور الليفية والتى تنتشر على سطح التربة على إضافة المادة العضوية للتربة عند تحللها. وتعمل الكائنات الدقيقة والتى أهمها الفطريات والبكتيريا على عملية إنتقال الكيماويات بين الجذور والتربة بالإضافة إلى عملها كمخزن للعناصر الغذائية. إضافة إلى ذلك فإن الأنشطة الأدمية الجائرة تؤثر على تركيب التربة منها التخلص من الغطاء الأخضر الذى يحافظ عليها من عمليات النحر إلا أنه يمكن للإنسان أن يعيد ما أفسده عن طريق إعادة الغطاء الأخضر للتربة مرة أخرى.

أهمية الغطاء الأخضر بالنسبة للتربة:-

١- منع التصحر والنحر الناشئ عن الأمطار والفيضانات.

٢- تظليل التربة والمحافظة عليها باردة وبالتالى يقل البخر وفقدان الرطوبة وبالتالى المحافظة على عدم جفاف التربة، وينتج عن الغطاء الأخضر مركبات كيماوية تعمل على تكسير أو بناء حبيبات التربة، ويعتمد نوع وكثافة الغطاء الأخضر على الطقس – نوع الأرض والتضاريس بها والعوامل البيولوجية المؤثرة، كما تعمل كثافة التربة وعمقها وكيماويتها، درجة الـ pH، ودرجة الحرارة ومستوى الرطوبة على تحديد نوع النباتات النامية فيها.

٣- أما عن النباتات الميتة والأوراق المتساقطة وسيقان النباتات الساقطة على سطح التربة فإن الكائنات الدقيقة تتغذى عليها وتخلطها بالطبقات العلوية من التربة فتحسن من قوامها وقيمتها الغذائية للنباتات.

إنحلال التربة Soil degradation

تعمل كل من الأنشطة الإنشائية والتغيرات الطبيعية المتكررة على تحلل التربة خاصة مع إنخفاض الـ pH أو حدوث تلوث بها أو نحر أو ارتفاع فى نسبة الملوحة..... إلخ.

وبالرغم من فائدة عملية تحميض التربة القلوية Acidification فى تحلل الأرض إلا أن إتجاه pH التربة إلى الحموضة يعمل على خفض إنتاجية المحاصيل بها ويزيد من تعرضها للتلوث والنحر.

بالبحث عن أصل التربة نجد أن أصلها حامضى وناشئة من أحجار ذات تركيب حامضى لذلك فهى قليلة فى نسبة الكاتيونات القاعدية (الكالسيوم-الماغنسيوم-البوتاسيوم-الصوديوم) وعلى ذلك فإن عملية الـ Acidification تحدث عندما تنخفض وتزول هذه العناصر من التربة عن طريق الأمطار الشديدة أو بعد حصاد المحاصيل.

وتسرع الأسمدة النيتروجينية المنتجة للأحماض Acid forming nitrogenous fertilizers من عملية الـ acidification كما يسرعها المطر الحامضى الناشئ عن الملوثات الحامضية الناشئة عن المصانع والأبخرة المنبعثة منها مثل أكاسيد النيتروجين وغيرها ومن ناحية أخرى فإن التربة يمكنها أن تتحمل التلوث المحدود بها حيث تقوم بتمثيله واستخدامه الا أن زيادة الملوثات يعمل على تدمير الكائنات الدقيقة Biota خاصة التابعة للنباتات والحيوانات وتحد من وظائف التربة وفائدتها للنباتات.

أما عندما يصل التلوث الصناعى إلى التربة المهملة أو التى لم تزرع من قبل فإنه يصبح من الصعب استغلال هذه التربة بأمان فى انتاج محاصيل صالحة للغذاء ويصبح علاج هذه التربة وإعادتها صالحة للزراعة فى حاجة إلى أسس جيولوجية وفيزيائية وكيمائية وبيولوجية وذلك لتقليل وتخفيف وعزل ملوثات التربة لإسترجاع وظائف التربة وقوتها إلى الصورة المطلوبة.

ومن الخطأ أن يتصور الإنسان أن التصحر ينشأ بسبب الجفاف فالحقيقة أن التصحر هو عملية بيئية ناشئة عن عمليات التحلل البيئى فى المناطق الجافة وشبه الجافة Arid and semi arid regions كما أنه يحدث أيضاً عن طريق العمليات البيئية الناشئة عن تكرار الأنشطة الإنسانية فى هذه المناطق.

أما الجفاف فهو شائع فى المناطق الجافة وشبه الجافة ويمكن معالجته عن طريق الإدارة الجيدة للأرض وحمايتها من الجفاف للحفاظ على المحتوى الغذائى بالتربة ومستوى المادة العضوية بها.

ويمكن التحكم فى البخر من الأراضى عن طريق خفض معدلات فلاحتها وزيادة الغطاء النباتى بها من أجل المحافظة على إنتاجيتها فى الفترة التى تتواجد فيه الرطوبة.

وعن إساءة استخدام الأراضى خلال فترة الجفاف فإن ذلك يعمل على زيادة تحلل الأرض.

وبزيادة تعداد الإنسان والحيوان يزداد التصحر ونحر التربة التى تشارك فى حدوثه الرياح - والمياه، كما أن زيادة ملوحة التربة وتجمع الأملاح تشارك فى تحلل التربة والنباتات الخضراء وبالتالى تتأثر المحاصيل وينخفض الغطاء الأخضر بها.

وتلعب ملوحة المياه المستخدمة فى الرى فى تحلل التربة وتأثر المحاصيل كما يحدث انخفاض الغطاء الأخضر بها.

الغازات السامة للنباتات Phytotoxic gases

تدخل الملوثات الغازية إلى النبات عن طريق الثغور المنتشرة على الأوراق محدثة أضراراً قد تصل إلى موت الأنسجة بأكملها، وتتباين درجة تأثير الملوثات الغازية باختلاف العائل فتأثيرها على النباتات العشبية يختلف عن تأثيرها على الأشجار المعمرة.

أهم الملوثات الغازية وعلاقتها بأمراض النبات

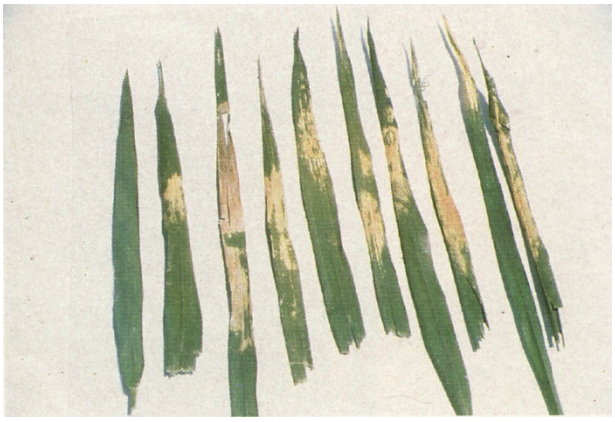
أ- ثانى أكسيد الكبريت (SO_2) Sulfur Dioxide:

المصدر الرئيسى لغاز ثانى أكسيد الكبريت هو مصانع تكرير البترول ومن ناتج حرق الفحم ويظهر تأثيره الضار على النباتات المحيطة بتلك الأنشطة الصناعية.

يؤثر هذا الغاز تأثيراً سلبياً على القمم النامية للأشجار كما أنه يحدث تقرحات واصفرار فى النباتات ذات الأوراق العريضة سواء كانت مستديمة الخضرة أو متساقطة الأوراق.

يؤدى التعرض المستمر لهذا الغاز إلى تكون نموات عنقودية إبرية الشكل متفرقة على قمم الأشجار.

تظهر الأعراض المزمنة على الأشجار حيث تتكون الأوراق صغيرة الحجم –



كما يحدث تلون مبكر للأوراق عند دخول فصل الخريف مع حدوث تبرعم زائد sprouting يتبعه موت رجعى تدريجى Dieback متفرق على الأفرع والأغصان.

وعادة ما يحدث خلط بين هذه الأعراض وأعراض باقى الملوثات الهوائية وأعراض أمراض الجذور المعدية وغير المعدية.

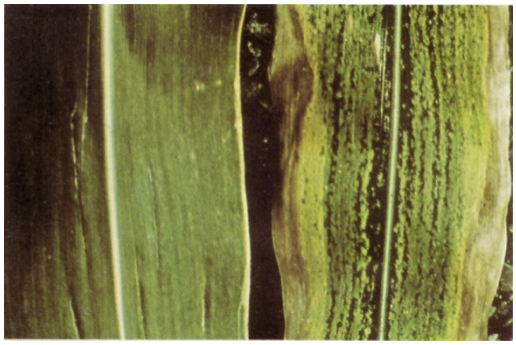
لذلك يعتمد التشخيص الدقيق له وللموثات عموماً على تقدير نسبتها فى الهواء المحيط بالمنطقة مع ملاحظة أنه لا يمكن الإعتماد على تقدير الكبريت فى أنسجة النبات لإستخدامه كدلالة على مدى تلوث البيئة المحيطة به.

العلاج:

الوسيلة الوحيدة للتحكم فى الأعراض الناشئة عن زيادة تركيز الكبريت فى الهواء المحيط هو خفض انبعاث أكاسيد الكبريت من مصادرها والإلتزام بتطبيق قوانين البيئة الخاصة بالحد من التلوث ومنع زيادة تركيزه بها.

ومن ناحية أخرى لوحظ أن التسميد المتوازن للأشجار المستديمة الخضرة يقلل من أضرار الملوثات وتحمل هذه الأشجار لها وذلك فى محاولة للتحكم فى خفض تأثير هذه الملوثات على الأشجار.

ب- الفلوريد Fluorides



يتواجد الفلورين Fluorine بتركيزات محدودة فى معظم أنواع الأرضى فى صورة مرتبطة وغير حرة لذلك فليس له تأثيراً ضاراً على النباتات فى هذه الصورة.

وتستخدم معظم الصخور المحتوية على الفلوريد فى العديد من الصناعات منها الأسمنت – الطوب – البلاط – الأوعية الفخارية – الألومنيوم والأسمدة الفوسفاتية – وعند تسخين هذه الصخور للتخلص من الشوائب ينطلق منها غاز فلوريد الهيدروجين Hydrogen Fluoride (HF) ويسبب أضراراً للأشجار والنباتات المحيطة حيث تظهر الأضرار على قمم النباتات المخروطية التى منها الصنوبر – الأروكاريا – الكازوارينا – التويا – السرو وذلك فى صورة موت قمم هذه الأشجار أما فى حالة الأشجار ذات الأوراق العريضة فتموت حواف الأوراق بها، ويعتبر العرض المميز لأضرار هذا الغاز هو ظهور تقرحات حمراء بنية على الأوراق.

أما فى المخروطيات فتظهر الأضرار فى صورة اصفرار على للأوراق الأبرية حيث يتحول لونها إلى اللون القمحى ثم الأحمر المائل للون البنى وفى حالة الأشجار ذات الأوراق العريضة فتبدأ الأعراض فى الظهور على صورة شحوب فى لون الأوراق ينتهى بتحولها إلى اللون البنى المحمر والذى يمكن تمييزه بسهولة عن الأنسجة السليمة.

وتتأثر الأوراق الحديثة النمو بدرجة أكبر بهذا الغاز خاصة مع بداية فصل الربيع ثم تتحول الأعراض بعد ذلك إلى أعراض مزمنة خلال موسم النمو.

ج- الإثيلين Ethylene :

من المعروف أن الإثيلين من منظمات النمو التى تحتاجها النباتات إلا أن زيادة تركيزه عن حد معين يسبب أضراراً للنبات.

ويعتبر المصدر الرئيسى لانبعاث غاز الاثيلين هو الغاز الطبيعى وأيضاً أثناء تصنيع البولى إثيلين وحرق العديد من المواد العضوية مثل المخلفات الزراعية والقمامة.

وتتشابه الأضرار الناشئة عن زيادة تركيز الإثيلين فى الهواء مع الأضرار الناشئة عن مبيدات الحشائش حيث يضعف النمو وتتساقط البراعم وتصفر الأوراق وتموت الأنسجة الحية وتتشوه الأزهار.

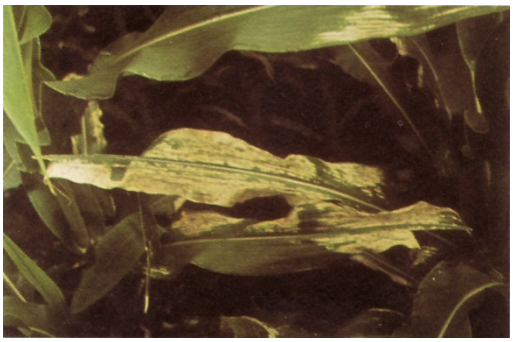
د- الأمونيا Ammonia :

تتواجد الأمونيا فى الهواء ولكن بنسب محدودة لا يمكن الإحساس بها ويعتبر عادم المركبات والمصانع والمطابخ واسطبلات الخيول والماشية ودورات المياه ... إلخ هى مصادر هذا الغاز تحت الظروف العادية. إلا أن نسبة الأمونيا قد تزيد إلى حد الخطورة الفائقة عند تسربها من مصانع انتاجها أو عدم الحرص فى نقلها أو انقلاب السيارات المحملة بها أو أثناء حقن التربة الفقيرة فى المواد الغذائية أو أثناء عمل أسمدة عضوية ... إلخ.

وتظهر الأضرار الناشئة عن زيادة هذا الغاز فى البيئة المحيطة على المخروطيات فى صورة اصفرار محمر للأوراق الإبرية وتتحول بعد ذلك إلى اللون الأسود. أما فى الأشجار ذات الأوراق العريضة فتموت المساحات الخضراء الواقعة

بين العروق فى الورقة مشابهة فى ذلك أعراض تأثير زيادة تركيز ثانى أكسيد الكبريت فى الجو بالإضافة إلى حدوث اصفرار لحواف الأوراق.

هـ- الكلورين وكلوريد الهيدروجين Chlorine and Hydrogen Chloride :



تعتبر مصانع انتاج هيبوكلوريت الصوديوم والكالسيوم Sodium hypochlorite ومصانع تكرير البترول ومصانع الزجاج والمنسوجات من أهم مصادر تلويث الهواء بهذا الغاز.

يتصاعد هذا الغاز أيضاً من حمامات السباحة حيث يضاف إليها الكلور بنسب عالية لمنع انتشار الأمراض بين السباحين كما يتصاعد كلوريد الهيدروجين أثناء حرق مخلفات البلاستيك من النوع المعروف باسم البولى فينيل كلوريد Polyvinyle chloride (PVC) وتحدث الأضرار على الأشجار فى صورة اصفرار أو تبقعات صغيرة وعديدة على الأوراق تعرف باسم التنقيط Stipples كما يحدث موت موضعى للأنسجة واحمرارها.

تتفاعل هذه الغازات مع الضباب محدثة ضباب حامضى يتسبب عنه حدوث تبقعات ميتة منتشرة على نصل الأوراق.

التلوث Pollution

التلوث عبارة عن دخول ملوثات إلى البيئة المحيطة مؤدياً إلى عدم إستقرار النظام البيئى والمشتمل على كافة الكائنات الحية فى نظام تكون منذ المئات والآلاف من السنين فى بعض المناطق.

ويأخذ التلوث صوراً مختلفة منها صور كيميائية – طاقة- ضوضاء- حرارة- .....إلخ.

تأثير التلوث الجوى على النباتات Effect of air pollution

يسبب التلوث الجوى العديد من الأعراض على النباتات خاصة التى تتعرض لنسب عالية منه مع ملاحظة أن الملوثات تؤثر على كل من المسبب المرضى والعائل فى حالة إصابته. ولكن غير معروف بدقة دور معظم الملوثات فى إحداث زيادة أو نقص فى أعراض المرض مقارنة بحدوثه فى غياب الملوثات.

معروف أيضاً أن بعض الملوثات مثل الأوزون Ozone يؤثر على كلاً من المسبب المرضى والمرض ذاته.

أمثلة:-

تتأثر الجراثيم اليوريدية لصدأ الشوفان والقمح ويقل تعدادها بتعرضها لغاز الأوزون، بينما فى حالة مرض البياض الدقيقى فى الشعير فإنه يحدث إنخفاض فى شدة الإصابة عند تعرض النباتات المصابة للأزون مبكراً ولكنها تزيد إذا حدث التعرض متأخراً لهذا الغاز.

وفى حالة الطفيليات غير الإجبارية (الإختيارية) يزيد التعرض للأوزون من نسبة أوراق القمح المصابة بالفطر *Drechslera graminae* والمعروف سابقاً بإسم *Helminthosporium gramineum* .

كما أن إصابة أوراق البطاطس بالفطر *Botrytis* لا تحدث إلا عند تعرض الأوراق للأوزون.

أما فى حالة أجناس البكتيرة *Xanthomonas* التى تصيب البرسيم الحجازى فإنها لا تؤثر فيه إلا فى حالة تعرضها لغاز الأوزون.

وتعمل الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet على دفع كثير من الفطريات لإنتاج أكبر عدد من الجراثيم وبالتالى يزيد التلوث والإصابات المرضية بهذه الفطريات ولذلك فإنه عند إنشاء الصوب البلاستيكية يوصى دائماً بإستخدام بلاستيك من الأنواع التى تمتص الأشعة فوق البنسفجية وتسمى UV-vinyl film الذى يمنع دخول الأشعة فوق البنفسجية إلى داخل الصوب وبالتالى لا يتم تحفيز إنتاج المزيد من الجراثيم.

موجز لتأثير الملوثات الهوائية على النباتات

الملوث	المصدر	النباتات المتأثرة	الأعراض المرضية	ملاحظات
الأوزون (O_3)	• عادم السيارات وآلات الإحتراق المختلفة التى ينشأ عنها غاز NO_2 الذى يتحد مع O_2 فى ضوء الشمس منتجاً الأوزون $NO_2 + O_2 \rightarrow O_3$ • الطبقة الوسطى من طبقات الغلاف الجوى المسماه ستراتوسفير Stratosphere. • من البرق Lightning. • من الغابات.	أوراق العديد من النباتات وخاصة البقوليات – النجيليات – البرسيم- الموالح – الذرة.	• تخطيط ملون على الأوراق قصير فى الطول – اصفرار للأوراق يبدأ على السطح العلوى لها. • التبقعات تظهر صغيرة الحجم شاحبة اللون تميل للون القمحى أو البنى أو الأسود. • تتساقط الأوراق قبل النضج وتتقزم خاصة فى الموالح – الأعناب – المتسلقات.	يدخل هذا الغاز من خلال الثغور ويعتبر أقوى الملوثات الغازية تأثيراً على النباتات والمكون الأساسى للدخان.
بيروكسى أسيل نيتريت Peroxyacyl nitrates (PAN)	• عادم السيارات وآلات الاحتراق المختلفة حيث تتفاعل أبخرة الجازولين (البنزين) الغير كاملة الاحتراق مع NO لتعطى هذا الغاز بنزين غير كامل الاحتراق + NO → PAN	العديد من النباتات ومنها السبانخ – الطماطم – الخس – الداليا .... إلخ.	ينشأ عنه مرض الورقة الفضية silver leaf على النباتات حيث تظهر بقع شاحبة اللون تميل للبرونزى أو الأبيض على السطح السفلى للأوراق التى تنتشر على كل مساحة الورقة فتظهر أعراض مشابهة لأعراض زيادة الأوزون	تظهر الأعراض بشدة قرب المدن الكبيرة التى ينتشر منه الدخان.
ثانى أكسيد الكبريت (SO_2)	• المناطق الصناعية. • عادم السيارات.	• العديد من النباتات خاصة البرسيم – البسلة – القطن –	• التركيزات المنخفضة ينشأ عنها اصفرار على كل النبات.	يتحد مع الرطوبة مكوناً قطرات حمضية سامة (مطر حامضى)

	• آلات الاحتراق	البقوليات. • سام عند تركيز 0.3- 0.5ppm	• التركيزات العالية تسبب زوال اللون الأخضر بين العروق فى الأوراق	
ثانى أكسيد النيتروجين (NO_2)	ناتج عن اتحاد الأكسجين والنيتروجين فى الهواء نتيجة الاحتراق فى الأفران وآلات الاحتراق المختلفة.	• العديد من النباتات وأهمها البقوليات والطماطم. • سام عند تركيز 2-3 ppm	• يسبب زوال اللون وتحول اللون للبرونزى يشابه فى ذلك أعراض نقص ثانى أكسيد الكبريت SO_2. • التركيزات المنخفضة منه تسبب ضعف فى النمو.	
فلوريد الهيدروجين (HF)	مصانع تكرير البترول والمعادن المختلفة.	• العديد من النباتات منها الذرة – الخوخ – التيوليب. • الأوراق الحديثة الغضة أكثر تأثراً. • سام عند تركيز 0.1- 0.2ppm	• تتحول حواف أوراق ذوات الفلقتين والقمم وأوراق ذوات الفلقة الواحدة إلى اللون القمحى – أو البنى الداكن ثم تموت وربما تتساقط الأوراق. • قد تتحمل بعض النباتات تركيزات تصل إلى 200ppm.	قد يتطاير هذا الغاز أويُغسَل أثناء المطر أو الرى بالرش ويزول أثره الضار على النباتات بالتدريج.
الكلور (cl_2) وكلوريد الهيدروجين (HCl)	• الأفران. • مصانع الزجاج. • مصانع الأسمدة. • مصانع البلاستيك.	• العديد من النباتات المنزرعة بقرب هذه المصانع. • سام عند تركيز 0.1ppm	• زوال لون الأوراق مع موت لمناطق عديدة بين العروق. • تظهر حواف الأوراق محترقة عادة وقد تسقط الأوراق قبل اكتمال نموها • تتشابه الأعراض مع أعراض نقص الكبريت.	

الإثيلين (CH_2 CH_2)	• عادم السيارات. • احتراق الغازات. • احتراق زيوت الوقود والفحم.	• العديد من النباتات. • سام عند تركيز 0.05ppm	• تظل النباتات متقزمة وتتشوه الأوراق قبل النضج. • يقل انتاج النباتات من الأزهار والثمار.	الإثيلين عبارة عن هرمون نباتى وله العديد من الوظائف فى النبات.
الأتربة والغبار	الغبار الناتج من الطرق والأسمنت والرخام وحرق الفحم .... إلخ	كل أنواع النباتات	• تكون طبقة من الأتربة على النباتات يؤدى إلى عدم قدرتها على التمثيل الضوئى والتنفس وتنمو ضعيفة وتصفر وقد تموت. • بعض الأتربة سامة وتسبب احتراق الأوراق والأنسجة مباشرة أو بعد ذوبانها فى الندى أو مياه الأمطار.	

تأثير مبيدات الحشائش Effect of herbicides

بالرغم من أن إستخدام مبيدات الحشائش يسود فى معظم أنظمة الزراعة إلا أنها فى كثير من الأحوال ما تكون سبباً فى زيادة الإصابة ببعض الأمراض.

أمثلة:- الفطريات *Rhizoctonia solani* فى بنجر السكر والقطن، الفيوزاريم .*Fusarium* sp فى الطماطم والقطن كذلك فطر *Sclerotium* فى سيقان العديد من المحاصيل. وكل هذه الفطريات تزيد من شدة الإصابة عند إستخدام مبيدات الحشائش.

وعلى العكس من ذلك فهناك بعض المسببات المرضية يقل تأثيرها فى وجود مبيدات الحشائش مثل الفطر *Phytophthora* المسبب لمرض Collar rot فى العديد من المحاصيل.

ويعتقد أن مبيدات الحشائش تعمل بطريق مباشر أو غير مباشر على معدل إنتشار الأمراض النباتية فيمكن أن تنشط أو تثبط نوع الكائن المرضى أو تزيد من القابلية أو تنقص القابلية للإصابة به.

أما التأثير الغير مباشر فيشتمل على زيادة أو نقص نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة بجانب التخلص من العائل المرضى أو تغيير الظروف البيئية الملاصقة للعائل.

التخريب Vandalism

التخريب هو سلوك شخصى الهدف منه هو تدمير أو تخريب ممتلكات عامة أو خاصة عن قصد أو بدافع الحقد.

وفى مجالنا هنا هو اتلاف أو تدمير كل شئ جميل أو جديد بالإحترام والتقدير ويعد ذلك من أنواع التدمير والإجرام وهذا المصطلح لا يقدر قيمته ومعناه إلا المجتمعات المتحضرة التى تقدر الفن والتاريخ وعلوم الآثار وجمال الطبيعة.

وقد نشأ ذلك أثناء الحروب العالمية بتدمير حضارات الشعوب وأثناء حرب العراق بتدمير المتاحف والتراث العربى الذى نشأ منذ قديم الأزل.

التدمير وأمراض النبات

يأخذ عدة صور مثل:

- رش الملح على النجيل.
- رش منتجات البترول حول جذوع الأشجار.
- استخدام الصرف الصحى والصناعى فى رى المحاصيل والخضروات.
- تجريف التربة الزراعية.
- نقل التربة السمراء إلى الأراضى الجديدة بما قد تحمله من مسببات مرضية وحشائش.
- استقطاع مساحات من الأراضى السمراء الغنية فى المواد الغذائية لعمل منشآت صناعية أو مبانى سكنية.
- تلويث مياه الرى بالمخلفات الصناعية
- قطع الأشجار بدون تصريح وفى أيام العطلات وفى الخفاء.
- التقليم الجائر للأشجار فى المدن والتى تمثل رئة لتنقية الهواء بالمناطق المكتظة بالسكان.
- إغراق محاصيل الغير.

كيمياء تغذية النبات ونموه

Chemistry in Plant Nutrition and Growth

العوامل المؤثرة على نمو النبات Factors affecting plant growth:

يوجد عديد من العوامل التى تؤثر على نمو النبات والعديد منها يندرج تحت العوامل البيئية بينما يتحكم الإنسان فى البعض الآخر. وهذه العوامل تشتمل على:

١. كمية المياه المتاحة للنبات وتوزيعها.
٢. الطاقة الشمسية من حيث نوعها – كثافتها – فترة تعرض النباتات لها.
٣. درجة حرارة الهواء المحيط بالنباتات.
٤. درجة حرارة التربة والتى تلعب دوراً رئيسياً فى تحلل المواد العضوية وتدوير المواد الغذائية بالتربة.
٥. تركيب الغازات المحيطة بالأرض (الغلاف الجوى) من حيث مدى ارتفاع تركيز Co_2 فهناك بعض النباتات تسمى C_3 plants ويرتفع انتاجها عندما يزيد تركيز Co_2 فى الجو بيينما البعض الآخر ويطلق عليه C_4 plants لا تستفيد من ارتفاع تركيز Co_2.
٦. التركيب الغازى فى التربة.
٧. التنافس الناشئ عن تواجد الحشائش – الأشجار – والنباتات المتخلفة عن المحصول المنزرع.
٨. تواجد أو عدم تواجد الآفات.
٩. التركيب الوراثى للنباتات وأصنافها.
١٠. درجة خصوبة التربة وهذا يحتاج إلى وقفة علمية، وهى مدى مقدرة التربة على إمداد العناصر الرئيسية لنمو النبات بدون إحداث سمية له نتيجة استخدام تركيزات منها قد لا تكون مناسبة لنموه فالتربة المنتجة هى تربة ولودة للمحاصيل والنبات والأشجار النامية بها ولكن يجب معرفة أن التربة الحقلية قد لا تكون ولودة أو منتجة لعدم مناسبة تركيزات العناصر الغذائية بها لنمو النباتات والمحاصيل والأشجار.

ومن هنا فإن الإهتمام بتغذية النباتات فيما يتعلق بالعمليات التى تؤثر على امتلاك واكتساب العناصر الغذائية بواسطة النبات بالإضافة إلى الحالة الصحية وبإمداده بالعناصر الغذائية ودور هذه العناصر فى دورة حياة النبات أصبح ضرورة لا يمكن تجاهلها.

العناصر الأساسية لنمو النبات

Essential elements in plant nutrition

مازال التعريف التى اقترحه أرنون وستوت عام ١٩٣٩ Arnon & Stout 1939 مستخدم فى تعريف العناصر الأساسية فى تغذية النبات وهى تتلخص فى ثلاث نقاط:

١. أن النبات لا يستطيع إكمال دورة حياته فى غياب هذا العنصر المعدنى (دورة الحياة التى تتمثل فى النمو الخضرى – التزهير – انتاج البذور).
٢. أنه لا يمكن لعنصر آخر القيام بوظيفة ذلك العنصر فى التمثيل الغذائى للنبات أو يصبح جزء من التركيب الأساسى للنبات (مثال: النيتروجين مكون أساسى للبروتين والكلوروفيل)

وهناك ١٧ عنصراً رئيسياً يحتاجهم النبات والجدول يوضح أسمائهم – مصادرهم - تركيزهم فى النبات دون الإلتفات عما إذا كانوا من العناصر الغذائية الكبرى أو الصغرى.

Source المصدر	Class التصنيف	Element العنصر	Form Absorbed by plant الصورة الممتصة	Avg. Concentration in plant متوسط التركيز فى النبات
Non-Mineral مغذيات غير معدنية	Macronutrients (> 1000 ppm) مغذيات كبرى	Carbon (C)	CO_2	44.0 %
		Hydrogen (H)	H_2O	6.0 %
		Oxygen (O)	H_2O, CO_2, O_2	44.0 %
Mineral-from soil عناصر يحصل عليها النبات من التربة عادةً		Nitrogen (N)	NO_3^-, NH_4^+	1.5 %
		Phosphorus (P)	$H2PO_4^-$, HPO_4^{-2}	0.2 %
		Potassium (K)	K^+	1.0 %
		Sulfur (S)	SO_4^{-2}	0.1 %
		Calcium (Ca)	Ca^{+2}	0.5 %
		Magnesium (Mg)	Mg^{+2}	0.2 %
	Micronutrients (< 1000 ppm) مغذيات صغرى	Iron (Fe)	Fe^{+3}, Fe^{+2}	100 ppm
		Manganese (Mn)	Mn^{+2}	50 ppm
		Boron (B)	H_3BO_3	20 ppm
		Zink (Zn)	Zn^{+2}	20 ppm
		Copper (Cu)	Cu^{+2}	6 ppm
		Molybdenum (Mo)	MoO_4^{-2}	0.1 ppm
		Chlorine (Cl)	Cl^-	0.2 %
		Nickel (Ni)	Ni^+	0.5 ppm

أما عن المغذيات المفيدة والتى يطلق عليها Benefitical nutrients:

فهى المغذيات التى لا يحتاجها النبات فى إكمال دورة حياته ولكن ربما لها فوائد أخرى مثل المقاومة للأمراض أو رفع الإنتاجية وتحسينها.

ومن هذه العناصر السيليكون – الكوبلت – الصوديوم – العديد من المركبات الأخرى مثل الأحماض الأمينية ومضادات الأكسدة والأوكسينات .... إلخ

المغذيات الرئيسية Primary Nutrients:

النيتروجين (N)، الفوسفور (P)، والبوتاسيوم (K) وهذه العناصر الثلاثة هى عوامل محددة لنمو النباتات وعادةً ما يحدث فيها النقص بصورة كبيرة.

المغذيات الثانوية Secondary Nutrients:

وهى عناصر تالية فى الأهمية للعناصر الرئيسية ومنها الكبريت (S)، الكالسيوم (Ca)، الماغنسيوم (Mg).

صور المغذيات المتاحة للنبات Plant available nutrients:

لا يعنى وجود المغذيات فى التربة أنها بأكملها فى صورة يقبل النبات إمتصاصها بصورة مباشرة من خلال الجذور ولابد فى البداية أن تكون هذه المغذيات ذائبة فى محلول التربة ففى معظم الأحوال نجد أن الصور الغير عضوية من المغذيات تمتص بواسطة جذور النباتات بينما الصورة العضوية لا تمتص مباشرةً.

وتركيز المغذيات فى التربة دائماً تزيد عن الذى يمتصه النبات منها حيث أن جزء فقط يكون فى الصورة المتاحة للنبات كى يمتصها.

ملخص عن مشاكل النمو وتغذية النبات وحلولها

Plant Nutrition and Growth Problems and Solutions

١. من الثابت أن النبات لا يستطيع استكمال دورة حياته فى غياب العناصر المعدنية Meniral elements، لذلك يجب تعويض هذا النقص فى هذه العناصر باستمرار.
٢. أهمية العنصر تتمثل فى دخوله مباشرةً فى العمليات الحيوية للنبات أو مكوناتها حتى يمكن تسميته عنصر أساسى.
٣. ربما لا يستطيع النبات استخدام المغذيات بصورة مباشرة وعادة ما تكون أسمدة عضوية من هذا النوع.
٤. عدم تمكن النبات من الحصول على احتياجاته من هذه العناصر ربما يرجع إلى وجود أمراض نباتية – حرارة غير ملائمة لنموه – تنافس النباتات الأخرى – نقص الماء المتاح ....إلخ.
٥. قد لا يمكن الحصول على منتج زراعى فى غياب العناصر الثلاثة NPK والتى تسمى بالمغذيات الرئيسية والتى عادةً ما تحد من نمو النبات إذا لم تتواجد بالقدر الكافى له.
٦. هناك ٣ عناصر تسمى بالعناصر المفيدة للنبات وهى الكوبلت – الصوديوم – السيليكون. ولكن لا تأثير لها على استكمال دورة حياة النبات.

٧. العناصر الكبرى Macronutrients عادة ما يحتاجها النبات بكميات أعلى من ألف جزء/المليون من الوزن الجاف له، ويلاحظ أن النبات يحتاج إلى العناصر الكبرى أكثر من إحتياجه للعناصر الصغرى وأن الأولى تحدد نمو النبات بينما لا يحدث ذلك فى العناصر الصغرى بنفس الدرجة.

٨. تعمل العوامل البيئية على التحكم فى نمو النبات وهى المياه المتاحة – الطاقة الشمسية – درجة حرارة الجو – تركيب الجو المحيط – تركيب هواء التربة – التنافس بين الكائنات – الآفات – التركيب الوراثى للنبات وأصنافه – خصوبة التربة.

التقسيم الحديث للعناصر الرئيسية فى النبات

Essential Elements For plant growth

بعد الدراسات المستفيضة على العناصر الغذائية فقد وجد أن التقسيم الذى اقترحه أرنون وستوت عام ١٩٣٩ والذى سبق الإشارة إليه أن هناك عناصر غذائية لا يمكن تجاهلها وعدم ضمها إلى العناصر المعدنية الرئيسية لذلك كان من الضرورى الإهتمام بهذه التعديلات حيث أصبح التقسيم كالآتى وهو الأرجح والسائد فى الوقت الحالى:

أ- عناصر رئيسية Essential Elements

النيتروجين – الفسفور – البوتاسيوم – الكالسيوم – الماغنسيوم – الكبريت – البورون – الكلورين – الحديد – المنجنيز – الزنك – النحاس – المولبيدنم – النيكل.

ب- عناصر مفيدة Benefitical Elements

وهى السيليكون – الصوديوم – الكوبلت – السيلينيوم.

ج- عناصر رئيسية غير معدنية Essential Nonmineral Elements

وهى عناصر تمتص على صورة غازية أو مائية وهى الهيدروجين – الأكسجين – الكربون.