الفصـــل الثانـى

عناصر التغذية الضرورية لنمو النبات

Essential Nutrient Elements For Plant Growth

obeikandl.com

obeikandl.com

عناصر التغذية الضرورية لنمو النبات

Essential Nutrient Elements For Plant Growth

العناصر الموجودة فى الطبيعة والمعروفة لنا الآن تبلغ أكثر من ١٠٠ عنصر، يوجد منها ٦٠ عنصراً فى أنسجة النباتات المختلفة. ومن حسن الحظ أنه ليس لكل هذه العناصر الستين نفس الأهمية ونفس الدور فى حياة النباتات وإلا لتطلب توفيرها جهداً وتكلفة كبيرة، فالدراسات الدقيقة فى هذا المجال أثبتت أن هناك عناصر أساسية فى دورة حياة النبات ووظائفه الحيوية لا يستطيع الاستغناء عنها، وأخرى ثانوية يمتصها فقط لكونها ذائبة في المحلول الأرضى فى حيز انتشار الجذور (لبعضها دور غير ملموس حتى الآن)

والعناصر الأساسية فى تغذية النبات والتى تعرف بـ Essential Nutrient Elements عددها ١٦ عنصراً تتميز بما يلى :

١ – لا يستطيع النبات أن يكمل دورة حياته فى غياب هذه العناصر.

٢ – العنصر له دور متخصص ومميز ولا يستطيع أي عنصر آخر أن يحل محله ويؤدى دوره.

٣ – هذه العناصر أساسية فى التغذية يمتصها النبات عن طريق الجذر أو عن طريق الأوراق ولا تنشأ من العمليات التحويلية داخل النبات.

٤ – عدم وجود العنصر الأساسى أو نقصه فى بيئة التغذية ينشأ عنه ظهور أعراض مرضية محددة تدل عليه وتوجب العلاج بإضافته.

وهذه العناصر الأساسية تم تقسيمها إلى مجموعتين على أساس كمى :

(أ) العناصر المغذية الكبرى Macro - nutrients

وهى العناصر التى يحتاج اليها النبات بكميات كبيرة وتشمل : الكربون (C)، الأكسيجين (O)، الأيدروجين (H)، النيتروجين (N)، الفوسفور (P)، البوتاسيوم (K)، الكبريت (S)، الكالسيوم (Ca)، المغنسيوم (Mg).

(ب) العناصر المغذية الصغرى Micro - nutrients

وهى العناصر التى يحتاجها النبات بكميات صغيرة Traces، لذلك فإنها تسمى فى بعض الأحيان بـ Trace elements وتشمل : الحديد (Fe)، الزنك (Zn)، المنجنيز (Mn)، النحاس (Cu)، اليورون (B)، الموليبدنم (Mo)، الكلور (Cl).

وإذا كانت هذه هى العناصر الأساسية فى تغذية النبات والتى تلعب أدواراً محددة فى عمليات البناء والهدم فى مختلف العمليات الحيوية إلى جانب أن العديد منها يتدخل فى تكوين الأنزيمات ومرافقاتها التى تتحكم فى معدل حدوث التفاعلات الكيماوية، بالاضافة إلى تكوين المركبات الحاملة للطاقة وتخزين الغذاء – فإن هناك أنواع معينة من النباتات تحتاج إلى عناصر أخرى لم يظهر دورها بعد ولربما تكون لجذور هذه النباتات الرغبة فى امتصاصها وتجميعها داخل أنسجة النبات حتى وان لم تكن لها علاقة أساسية فى عمليات النمو، ومن هذه العناصر السليكون – الألومنيوم (Al) – الكوبالت (Co) –الفانديوم (V) – السلينيوم (Se).

وسوف نتناول هنا فى هذا الفصل شرحًا مبسطًا، لعناصر التغذية الأساسية (١٦ عنصراً) ويشمل :

(أ) وظائف العناصر الغذائية الأساسية داخل النبات.

(ب) الصورة التى يمتص عليها العنصر.

(ج) أعراض نقص العناصر وزيادتها على ثلاثة من أهم محاصيل الخضر فى الزراعات اللاأرضية.

(د) الأسمدة والكيماويات المستخدمة للحصول على العنصر وكيفية العلاج السريع لأعراض النقص.

١ – النيتروجين Nitrogen (N)

وظائفه داخل النبات :

يمثل القدر الأكبر للمكونات العضوية الأساسية فى النبات والتى تشمل الأحماض الأمينية Amino acids، والبروتينات proteins (ويحتوى بروتوبلازم

جميع الخلايا الحية على البروتينات) ومرافقات الإنزيمات Coenzymes والأحماض النووية Nucleic acids والكلوروفيل Chlorophyll.

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص النيتروجين على صورتى النترات NO_3 والأمونيوم NH_4. وصورة النيتروجين التى يمتصها النبات تلعب دوراً مهماً في التحكم فى كلٍّ من النمو الخضرى والثمرى للنبات فالأمونيوم NH_4 الممتص يدخل مباشرة فى تخليق الأحماض الأمينية والمركبات الأخرى التى تحتوى على النيتروجين فيؤدى ذلك إلى زيادة سريعة وملحوظة فى النمو. بينما النترات الممتصة NO_3 تأخذ وقتا أطول حتى يظهر تأثيرها حيث يتم اختزالها داخل النبات أولا إلى أمونيوم NH_4 قبل دخولها فى عمليات التمثيل والبناء المختلفة، ولذلك لا تظهر الاستجابة السريعة لإضافة النترات. وتتم عملية اختزال النترات فى جذور النباتات وكذلك فى الأجزاء الهوائية وإن اختلف معدل الاختزال فى كل منهما باختلاف النبات وكذلك باختلاف تركيز النترات فى وسط النمو.

والمعادلة التالية توضح خطوات اختزال النترات داخل النبات :

$$NO_3 \longrightarrow NO_2 \longrightarrow HNO_2 \longrightarrow NH_4$$

نترات نيتريت هيبونيتريت أمونيوم

ومن ثم فإنه عند ظهور أعراض نقص للنيتروجين والاحتياج السريع لمعالجة هذا النقص، فإنه يفضل إضافة أملاح الأمونيوم بدلاً من إضافة أملاح النترات.

كيف يمكن ملاحظة أعراض نقص العناصر على أوراق النبات :

يختلف موضع ظهور أعراض نقص العناصر على أوراق النبات باختلاف قابلية العنصر للحركة والانتقال داخل النبات، فالعناصر المتحركة أو سهلة التحرك تظهر أعراض نقصها على الأوراق كبيرة العمر بينما العناصر غير المتحركة أو صعبة التحرك تظهر أعراض نقصها على الأوراق حديثة العمر. والعناصر المتحركة هى النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم، المغنسيوم من العناصر الكبرى والزنك من العناصر الصغرى. بينما العناصر غير المتحركة تشمل الكالسيوم والكبريت من

العناصر الكبرى وباقى العناصر الصغرى (لاحظ أن كل العناصر الصغرى غير متحركة فيما عدا الزنك).

أعراض نقص النيتروجين بشكل عام :

يؤدى نقص النيتروجين إلى ظهور الأعراض التالية :

١ – بطء ونقص واضح فى النمو.

٢ – النباتات لونها أصفر بصفة عامة وهو ما يعرف بظاهرة الاصفرار لنقص الكلوروفيل وخاصة على الأوراق المسنة، بينما الأوراق الحديثة تظل خضراء لفترة أطول.

٣ – إحتراق قمة وحواف الأوراق وقد تتحول إلى اللون البنفسجى ويبدأ ذلك أيضاً فى الأوراق المسنة.

وهناك ثلاث من العائلات النباتية لمحاصيل الخضر والتى تزرع نباتاتها بكثرة فى المزارع اللاأرضية وهى :

العائلة الباذنجانية Solanaceae وتضم الطماطم – الباذنجان – الفلفل – البطاطا.

عائلة القرعيات Cucurbitaceae وتضم الخيار – الكوسا – البطيخ – الشمام.

عائلة اللسينيات Asteraceae وتضم الخس – الخرشوف.

لذلك فسوف نتناول أعراض النقص والسمية التى يمكن أن تظهر على نباتات كل عائلة منها وسنأخذ محصولاً من كل عائلة حيث تمثل الطماطم العائلة الباذنجانية، والخيار لعائلة القرعيات، والخس لعائلة الليسينيات.

أعراض نقص النيتروجين على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ١)

١ – نمو السيقان ضعيف والنبات شكله مغزلى.

٢ – فى البداية تتلون الأوراق السفلى بلون أخضر مصفر.

شكل (٢ – ١) : أعراض نقص عنصر النيتروجين على نباتات الطماطم (إلى اليسار) ونباتات صحيحة (إلى اليمين)

شكل (٢ – ٢) : أعراض نقص عنصر النيتروجين على نباتات وثمار الخيار (إلى اليسار) وثمار صحيحه (إلى اليمين)

شكل (٢ – ٣) : أعراض نقص عنصر النيتروجين على نباتات الخس(إلى اليمين) ونباتات صحيحة (إلى اليسار)

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

٣ – فى حالات النقص الشديد يتحول لون النبات كله إلى أخضر مصفر أو أخضر شاحب.

٤ – الوريقات صغيرة الحجم والعروق الرئيسية تبدو بنفسجية اللون خاصة فى السطح السفلى.

٥ – الثمار صغيرة الحجم

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٢)

١ – النمو بطئ ويتحول لون المجموع الخضرى إلى أخضر مصفر.

٢ – يكون الاصفرار أكثر وضوحاً على الأوراق المسنة.

٣ – فى بعض الأحيان يظل الميزوفيل المحيط بالعرق الوسطى أخضر اللون لمدة من الوقت.

٤ – تبدو الأزهار أكبر حجماً بالمقارنة بباقى أجزاء النبات.

٥ – فى حالة النقص الشديد يتحول لون النبات كله إلى لون أصفر أو مبيض.

٦ – تموت الأوراق المسنة وتتوقف الأوراق الحديثة عن النمو.

٧ – الثمار شكلها غير طبيعى مع وجود لون أصفر باهت على نهاية قمة الثمرة.

(جـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٣)

١ – النمو محدود ولون الأوراق أخضر مصفر وإن كان شكلها طبيعى.

٢ – فى النقص الشديد يتحول لون الأوراق المسنة إلى اللون الباهت وغالباً ما تموت بالإضافة إلى عدم تكون الرؤوس فى الأوراق الصغيرة.

٣ – النباتات التى تعانى نقص النيتروجين لها مجموع جذرى كثيف.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى النيتروجين :

الأسمدة النيتروجينية شائعة الاستخدام فى الزراعات المحمية والتى تصلح أيضاً لتحضير المحاليل المغذية للزراعات اللاأرضية بدرجات متفاوتة يوضحها جدول رقم (٢ – ١) .

جدول (٢ – ١) : الأسمدة التجارية المحتوية على النيتروجين والتى تصلح لتحضير المحاليل المغذية

السماد	الرمز الكيميائى	النسبة المئوية للنيتروجين (N)	درجة الذوبان جم/ لتر
نترات النشادر	NH_4NO_3	٣٣ – ٣٥	١١٨٠
نترات النشادر الجيرى	$NH_4NO_3 \cdot CaCO_4$	٣١	---
سلفات النشادر	$(NH_4)_2 SO_4$	٢١	٧٠٠
اليوريا	$CO(NH_2)_2$	٤٦	كله
نترات الكالسيوم	$Ca(NO_3)_2$	١٥,٥	٨٠٠
نترات الجير المصرى	$Ca(NO_3)_2$	١٥,٥	---
نترات البوتاسيوم	KNO_3	١٣	١٤٠
حامض النيتريك	HNO_3	١٥,٦	كله

وتتميز هذه الأسمدة بأن درجة ذوبانها فى الماء جيدة (فيما عدا نترات الجير المصرى ونترات النشادر الجيرى).

العلاج السريع لنقص النيتروجين :

١ – يستخدم سماد اليوريا $CO(NH_2)_2$ رشاً علي الأوراق بتركيز ٠,٢٥ – ٠,٥٠ ٪.

٢ – اضافة أملاح نترات الأمونيوم NH_4NO_3 أو كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ إلى المحلول المغذى فى المراحل الأولى لظهور أعراض النقص ثم بعد ذلك يعاد إضافة نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ أو نترات البوتاسيوم KNO_3 للمحلول.

أعراض زيادة النيتروجين بشكل عام :

ويجب مراعاة أن زيادة معدلات إضافة النيتروجين بدرجة كبيرة تؤدى إلى:

١ – يصبح النبات رخواً وأكثر حساسية للإصابة بالأمراض.

٢ – يقل معدل انتشار المجموع الجذرى.

٣ – يسبب إعاقة لتكوين الدرنات فى النباتات الدرنية كما يتأخر موعد الازهار وتكوين البذور.

أعراض زيادة النيتروجين على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ٤)

١ – يكون النمو محدوداً.

٢ – الأوراق أقصر فى الطول عن العادى وتبدو جافة ولونها أخضر غامق.

٣ – فى حالة السمية الحادة تفقد الأوراق انتفاخها وتجف حوافها، وتظهر بقع مائية غائرة.

٤ – تموت أنسجة الورقة المتأثرة ويتحول لونها إلى أبيض رمادى.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٥)

١ – النباتات لونها أخضر غامق والنمو محدود.

٢ – تنحنى الأوراق المسنة والوسطية.

٣ – تظهر بقع شفافة بين العروق أو على الحواف ويتحول لونها إلى لون أصفر أو بنى رمادى.

٤ – تذبل الأوراق المصابة وأعناقها ويبدأ ذلك فى الأوراق المسنة أولاً.

٥ – الثمار صغيرة الحجم عن الطبيعى.

٦ – فى حالات السمية الحادة ينهار النبات كله خلال أيام.

جـ – نباتات الخس (شكل ٢ – ٦)

١ – لون النباتات داكن أو أخضر رمادى ويأخذ النبات شكل الوردة.

٢ – الأوراق صغيرة، مستديرة، ومتجعدة أكثر من الطبيعى وتشبه شكل ورقة السبانخ.

٣ – فى الأصناف التى بها صبغة الأنثوسيانين Anthocyanin pigment ، فإن

حواف الأوراق الصغيرة تتحول إلى اللون المحمر.

٤ – الأعراض تشبه تلك الناتجة عن زيادة كلوريد الصوديوم.

٢ – الفوسفور Phosphorous (P)

وظائفه داخل النبات :

يمثل جزء أساسى فى العديد من المكونات العضوية الهامة مثل السكريات المرتبطة بالفوسفات Sugar phosphates والأحماض النووية الخاصة بنقل الصفات الوراثية فى مركبات RNA والمركبات الناقلة للطاقة Adenosin Triphosphate (ATP) & Adenosin Diphosphate (ADP) والفوسفوليبيدات Phospholipids كما أن المركبات الفوسفاتية فى الخلية لها دور هام فى التفاعلات الإنزيمية اللازمة لعمليات تكوين وترحيل المركبات الكربوهيدراتية داخل النبات، كما يدخل فى بعض مرافقات الإنزيمات المتخصصة Certain coenzymes، كما أنه يشجع على النمو المبكر وتكوين الجذور، بالإضافة إلى الاسراع من النضج وتكوين البذور.

الصورة التى يمتص عليها :

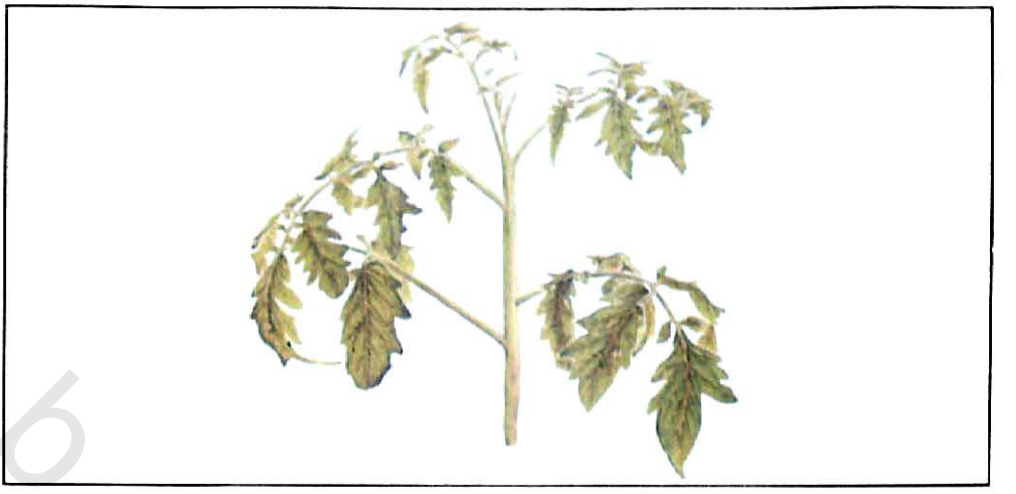
يمتص الفوسفور على صورة أيونات الفوسفات الأحادية ($H_2PO_4^-$)وأحياناً تمتص أيونات الفوسفات الثنائية (HPO_4^{--})، وان كان الجذر يمتص أيون الفوسفات الأحادى بمعدل أسرع من الأيونات الثنائية، هذا ويتراوح تركيز الفوسفور داخل النبات ما بين ٠,٢ – ٠,٤ ٪.

أعراض نقص الفوسفور بشكل عام:

يؤدى نقص الفوسفور إلى ظهور الأعراض التالية على النبات :

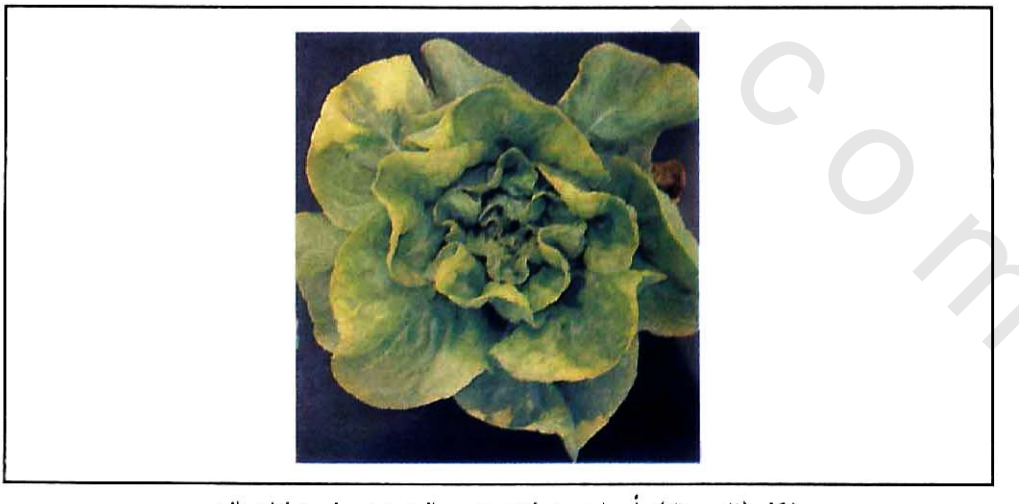
١ – بطء النمو وتقزم النبات.

٢ – يتلون المجموع الخضرى لبعض النباتات بلون بنفسجى نظراً لتراكم صبغة الأنثوسيانين Anthocyanin pigment.



شكل (٢ - ٢٨) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ٢٩) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٣٠) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخس

عن Roorda van Eysinga & Smild

٣ – لون الأوراق أخضر داكن مع موت أطراف الأوراق.

٤ – تظهر الأعراض بداية على الأوراق مكتملة النمو.

٥ – تأخر فى النضج مع عدم اكتمال تطور البذور أو الثمار.

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ٧)

١ – نمو السيقان محدود، والساق رفيعة ولكن الأعراض غير واضحة فى البداية.

٢ – فى حالات النقص الشديد تكون الأوراق صغيرة وجافة وتنحنى لأسفل.

٣ – السطح العلوى للورقة لونه أخضر مزرق بينما السطح السفلى بما فيه العروق يكون لونها بنفسجى.

٤ – الأوراق القديمة قد تتحول إلى اللون الأصفر ويظهر عليها بقع جافة متناثرة لونها بنى بنفسجى وتسقط قبل تمام نضجها.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٨)

١ – النباتات قزميه ولكنها لا تظهر أعراض معينة.

٢ – النقص الشديد يمنع النمو وتكون الأوراق الحديثة صغيرة الحجم وجافة ولونها أخضر غامق.

٣ – تتكون بقع مائية كبيرة على وبين العروق ويبدأ ذلك من الأوراق المسنة ويمتد إلى الأوراق الحديثة.

٤ – يزول لون الأوراق المتأثرة ويتحول لون البقع إلى بنى ثم تجف البقع.

٥ – يتجعد كامل الورقة ما عدا الأعناق والتى تظل منتفخة لبعض الوقت.

٦ – المراحل المتتالية لهذه الأعراض تستغرق عدة أيام فقط.

(جـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٩)

١ – النباتات قزميه ولكنها لا تظهر أعراض معينة.

٢ – يتأخر تكوين الرأس – إذا تكونت أصلاً – ويبدو مظهرها مسطح ومثل الوردة.

٣ – فى حالات النقص الشديد تموت الأوراق المسنة.

٤ – عادة ما تكون الأوراق أغمق من الطبيعى.

٥ – الأصناف التى بها أنثوسيانين يظهر عليها ألوان بنفسجى أو أحمر.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الفوسفور :

ويتم تصحيح نقص الفوسفور عن طريق استخدام الأسمدة الفوسفاتية المبينة فى جدول رقم (٢– ٢) .

جدول (٢– ٢) : الأسمدة الفوسفاتية التى يمكن استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية فى الزراعات اللاأرضية.

السماد	الرمز الكيميائى	النسبة المئوية للفوسفور فى صورة P_2O_5	درجة الذوبان جم/ لتر
سوبر فوسفات عادى	$Ca(H_2PO_4)_2 . CaSO_4$	١٥,٥	٢٠
سوبر فوسفات ثلاثى	$Ca(H_2PO_4)_2$	٤٥	٤٠
فوسفات ثنائى الأمونيوم	$(NH_4)_2HPO_4$	٤٦	٤٢٠
حامض الفوسفوريك	H_3PO_4	٥٣	كله

وتعتبر مركبات فوسفات ثنائى الأمونيوم وحامض الفوسفوريك مركبات عالية الذوبان.

العلاج السريع لنقص الفوسفور :

يضاف فوسفات أحادى البوتاسيوم KH_2PO_4 إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة الفوسفور :

زيادة معدلات إضافة الفوسفور أو زيادة التركيز بدرجة كبيرة لم تظهر حتى الآن أعراض يمكن ملاحظتها مرتبطة بالعنصر ولكن وجد فى بعض الأحيان أن زيادة تركيزات الفوسفور تؤدى إلى ظهور أعراض نقص كلاً من الزنك والنحاس.

شكل (٢ – ٧) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الطماطم

شكل (٢ – ٨) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخيار

شكل (٢ – ٩) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikan.com

٣ – البوتاسيوم Potassium (K)

وظائفه داخل النبات :

يلعب دوراً هاماً كمرافق للإنزيمات أو منشط Activator للعديد من الإنزيمات مثل Pyruvate kinase، كما أن تخليق البروتينات يحتاج إلى مستوى مرتفع من البوتاسيوم. والبوتاسيوم هام جداً فى عملية التمثيل الضوئى وترحيل نواتج التمثيل من الأوراق إلى باقى أجزاء النبات. ويشجع البوتاسيوم من نمو الجذور ويزيد من المقاومة للأمراض، علماً بأن البوتاسيوم لا يوجد فى صورة جزئ ثابت داخل الخلية حيث لا يدخل فى تكوين أى مركبات عضوية داخل النبات (عكس النيتروجين والفوسفور) ولكن يظل داخل الخلايا فى صورة أيونية مما يجعل له دوراً هامًا فى التحكم فى الضغط الأسموزى للخلية وامتصاص النبات للماء ويلعب البوتاسيوم دوراً هاماً أيضاً فى تنشيط تكوين مركب ATP.

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص النبات البوتاسيوم على صورة أيونات بوتاسيوم K^+ ، ويتم امتصاص معظم حاجة النبات منه فى مرحلة النمو الخضرى. ويتراوح تركيز البوتاسيوم داخل النبات ما بين ١ – ٣٪.

أعراض نقص البوتاسيوم بشكل عام :

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى ظهور الأعراض التالية :

١ – إحتراق قمم وحواف الأوراق ويظهر ذلك على الأوراق المسنة.

٢ – سيقان النباتات تكون ضعيفة مما يسهل تساقطها فيما يعرف بظاهرة الرقاد.

٣ – صغر حجم الثمار.

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ١٠)

١ – تجعد والتواء حواف وريقات الأوراق القديمة مع ظهور اصفرار بين العروق

وتفقد العروق الصغيرة لونها الأخضر.

٢ – فى بعض الأصناف تظهر بقع جافة صغيرة لها حواف بنية فى المساحات الصفراء.

٣ – نمو النبات محدود والأوراق صغيرة الحجم.

٤ – فى الحالات المتأخرة ينتشر الاصفرار والتبقع على الأوراق الصغيرة وبعد ذلك فإن الأوراق القديمة الصفراء والمتجعدة تتساقط.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ١١)

١ – يتقزم النبات وتكون السلاميات قصيرة والأوراق صغيرة الحجم.

٢ – تتلون الأوراق بلون برونزى يتحول إلى أصفر مخضر عند الحواف وتكون العروق الرئيسية غائرة.

٣ – فى المراحل المتقدمة يظهر الاصفرار أوضح بين العروق وينتشر فى اتجاه مركز الورقة ويتبع ذلك حدوث تبرقش.

٤ – تجف حواف الأوراق ولكن تظل العروق خضراء لبعض الوقت.

٥ – تبدأ الأعراض من قاعدة النبات إلى القمة حيث تتأثر الأوراق المسنة بشدة.

(جـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ١٢)

١ – لا توجد أعراض واضحة ولكن نقص البوتاسيوم يقلل النمو.

٢ – الأوراق أقل كرمشة ولونها أخضر داكن أكثر من الطبيعى.

٣ – فى حالات النقص الشديد تبدو الأوراق أكثر استدارة أو بشكل القلب (الأوراق الكبيرة) وتتبقع ببقع خضراء داكنة.

٤ – تظهر بقع على قمة الأوراق المسنة وقد تبدو مبرقشة.

شكل (٢ - ٤) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ٥) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخيار

شكل (٢ - ٦) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikl.com

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على البوتاسيوم :

الأسمدة البوتاسية شائعة الاستخدام فى الزراعة يمكن استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية ويوضحها الجدول رقم (٢ – ٣).

جدول (٢ – ٣) : الأسمدة البوتاسية التى يمكن استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية .

السماد	الرمز الكيميائى	النسبة المئوية للبوتاسيوم فى صورة K_2O	درجة الذوبان (٪) على درجة ٣٠° م
كلوريد البوتاسيوم	KCl	٦٠	٣٤,٧
كبريتات البوتاسيوم	K_2SO_4	٥٠	١١,١

العلاج السريع لنقص البوتاسيوم :

١ – يستخدم كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 بتركيز ٢ ٪ رشاً على الأوراق.

٢ – يضاف كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 إلى المحلول المغذى، كما أنه يمكن إضافة كلوريد البوتاسيوم KCl أيضاً إلى المحلول المغذى فى حالة ما إذا كان الماء المستخدم خالى من كلوريد الصوديوم NaCl.

أعراض زيادة البوتاسيوم :

غالباً لا تحدث سمية بالبوتاسيوم نتيجة إفراط النباتات فى إمتصاصه، ولكن إذا حدث ذلك فى بعض النباتات فإنه يؤدى إلى :

١ – ظهور أعراض نقص عدد آخر من العناصر منها المغنسيوم – المنجنيز – الزنك أو الحديد.

٣ – يؤدى إلى الحصول على ثمار خشنة الملمس.

٤ – المغنسيوم Magnesium (Mg)

وظائفه داخل النبات :

يمثل الجزء الأساسى فى جزئ الكلوروفيل (٢,٧ ٪) وتحتاج إليه الخلايا النباتية كمنشط للعديد من الإنزيمات ويشمل ذلك الخطوات التى يتم فيها تكسير الروابط فى مركبات ATP. والمغنسيوم ضرورى فى تكوين الريبوسوم فى الخلية Ribosome structure. كما أن نقص المغنسيوم يؤدى إلى تثبيط تكوين البروتينات فى النبات.

الصورة التى يمتص عليها

يمتص المغنسيوم على صورة أيون مغنسيوم Mg^{++} وتقل الكمية الممتصة من المغنسيوم عن تلك التى تمتص من البوتاسيوم أو الكالسيوم، ويصل متوسط محتوى النبات من المغنسيوم نحو ٠,٥ ٪ من المادة الجافة. ويتأثر امتصاص المغنسيوم بمستوى الكاتيونات الأخرى فى وسط النمو وخاصة K^+, NH_4^+, Ca^{++} حيث تقلل هذه الأيونات من معدل امتصاصه بدرجة كبيرة. ويعتبر المغنسيوم من العناصر المتحركة داخل النبات بعكس الكالسيوم، ويمكن للنبات – فى حالة نقصه – أن يرحله من الأجزاء المسنة إلى الأجزاء حديثة السن وبالتالى تظهر أعراض نقصه أولاً على الأجزاء المسنة من النبات.

أعراض نقص المغنسيوم بشكل عام :

نقص المغنسيوم فى التغذية يؤدى إلى :

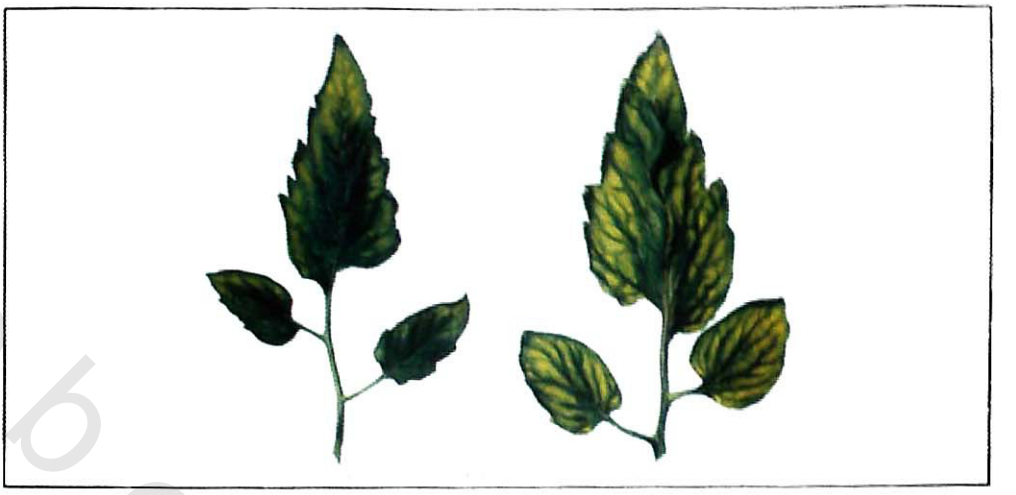
١– اصفرار الأوراق ما بين العروق بالتدريج حيث تصفر حواف الأوراق أو قمتها ثم يتجه الاصفرار إلى الداخل فيما بين العروق ويبدأ ذلك على الأوراق المسنة أولاً.

٢ – التفاف حواف الأوراق إلى أعلى.

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ١٣)

١ – يظهر على حواف وريقات الأوراق الكبيرة اصفرار يتجه إلى الداخل بين



شكل (٢ - ١٣) أعراض نقص عنصر المغنسيوم على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ١٤) أعراض نقص عنصر المغنسيوم على نباتات الخيار

شكل (٢ - ١٥) أعراض نقص عنصر المغنسيوم على نباتات الخس

عن Roorda van Eysinga & Smild

العروق، والعروق الصغيرة تفقد لونها الأخضر.

٢ – ينتشر الاصفرار تدريجياً من قاعده النبات إلى قمته.

٣ – تتكون غالباً بقع مبرقشة بارزة على الأنسجة المصفرة فى الورقة وقد تتحول إلى مساحات بنية بين العروق.

٤ – مع استمرار شدة النقص تموت الأوراق المسنة ويتحول النبات كله إلى اللون الأصفر.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ١٤)

١ – يظهر على الأوراق المسنة اصفرار بين العروق ينتشر من حواف الأوراق إلى الداخل.

٢ – فى حالات النقص المتوسطة يكون نمو السيقان والأوراق طبيعياً.

٣ – مع حالات النقص الحاد، ينتشر الاصفرار أكثر ويشمل العروق الصغيرة وتظل العروق الأساسية خضراء.

٤ – فى بعض الأحيان يظهر الاصفرار كبقع كبيرة غائرة بين العروق، ثم تصبح البقع مبرقشة وتتجعد الورقة.

٥ – تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة ثم تنتشر إلى الأوراق الحديثة وفى النهاية يتحول لون النبات كله إلى اللون الأصفر.

(جـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ١٥)

١ – الأوراق المسنة يظهر عليها اصفرار والذى ينتشر من الحافة إلى الداخل ما بين العروق وقد يشمل الاصفرار العروق الصغيرة أيضاً، وبعد فترة تصبح مبقعه.

٢ – يتأثر النمو بدرجة قليلة.

٣ – فى بعض الأصناف التى بها صبغة الأنثوسيانين فإن المساحات المصفرة يبدو لونها بنفسجى، خاصة فى الأوراق الكبيرة.

٤ – فى حالات النقص الشديد تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة أولاً ويتأثر النمو بشدة وتموت المساحات المصفرة.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على المغنسيوم :

يمكن استخدام ملح كبريتات المغنسيوم $MgSO_4 . 7H_2O$ فى تحضير المحلول المغذى للحصول على المغنسيوم وهذا الملح سريع الذوبان مما لايسبب أى عقبات أثناء التحضير.

العلاج السريع لنقص المغنسيوم :

- يستخدم كبريتات المغنسيوم $MgSO_4 . 7H_2O$ رشاً على الأوراق بتركيزين:

الأول : ٢ ٪ فى حالة استخدام حجم كبير من محلول الرش High Volume .

الثانى : ١٠ ٪ فى حالة استخدام حجم صغير من محلول الرش Low Volume .

أعراض زيادة المغنسيوم :

لاتوجد معلومات كافية مؤكدة عما يمكن أن يظهر فى حالة زيادة معدلات إضافة المغنسيوم .

٥ – الكالسيوم Calcium (Ca) :

وظائفه داخل النبات :

يوجد فى جدر الخلايا فى صورة بكتات الكالسيوم، والتى تعمل على التحام جدر الخلايا الأولية المتجاورة ببعضها، كما أنه ضرورى للمحافظة على سلامة الأنسجة وتنظيم نفاذية الأغشية الحيوية فى الخلية وفى درجة ثباتها، ويعمل الكالسيوم على استطالة وانقسام الخلايا وكذلك المساعدة فى نمو حبوب اللقاح وحيويتها. والكالسيوم يمثل جزء من إنزيم الفا– أميليز α -Amylase وانزيم الفسفوليبيز Phospholipase كما أنه يساعد فى ربط بعض أنواع البروتينات مع بعضها وتكوين العقد الجذرية على النباتات البقولية، وفى بعض الأحيان يتداخل عمله مع المغنسيوم من حيث تنشيطه للإنزيمات.

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص عنصر الكالسيوم على صورة أيون كالسيوم Ca^{++} . وقدرة النبات على

امتصاص الكالسيوم محدودة، لأنه يمتص فقط بواسطة أطراف الجذور الصغيرة فى السن والتى لم يحدث فى جدرها الخلوية أو فى طبقة الأندودرمس أى تغليظ .

أعراض نقص الكالسيوم بشكل عام :

١ – يحدث تثبيط للنمو عن طريق موت القمم النامية .

٢ – يظهر المجموع الخضرى بلون أخضر داكن غير طبيعى .

٣ – تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة أولاً نظراً لكونه عنصراً غير متحرك .

٤ – صغر حجم الأوراق – حواف غير منتظمة– تبقع وتبرقش الأوراق وتشوهها.

٥ –ضعف السيقان .

٦ – موت قمم الجذور والشعيرات الجذرية .

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ١٦)

١ – فى البداية يتحول لون السطح العلوى للأوراق الصغيرة إلى أخضر داكن وفيما عدا الحواف التى يكون لونها شاحب، يتحول السطح السفلى إلى بنفسجى .

٢ –الوريقات مشوهة وتنحنى إلى أعلا .

٣ –تجف أطراف الأوراق والحواف وتموت الأعناق المنحنية.

٤ – تموت قمم النمو .

٥ – يظهر على وريقات الأوراق المسنة أصفراراً بين العروق وبقع متناثرة وفى هذه الحالة تموت هذه الأوراق.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ١٧)

١ – يظهر على الأوراق الحديثة بقع شفافة بالقرب من الحواف وفيما بين العروق.

٢ – يظهر اصفرار بين العروق على معظم الأوراق ويشتد تدريجياً فى الحدة ولكن العروق الرئيسية تظل خضراء .

٣ – تكون النباتات قزمية والسلاميات قصيرة خاصة بالقرب من القمة النامية .

٤ – الأوراق الحديثة صغيرة الحجم وحوافها ملتوية لأعلى، وفى النهاية تتجعد ابتداء من الحافة إلى الداخل بينما تنحنى الأوراق المسنة إلى أسفل .

٥ – فى حالات النقص الشديد تصبح أعناق الأوراق هشة وتسقط الأوراق بسهولة.

٦ – تفشل البراعم فى النمو ويبدأ موت النبات من القمة. والأنسجة الميتة لونها بنى رمادى.

٧ – الأزهار أصغر من الحجم الطبيعى ولونها أصفر باهت والثمار صغيرة وعديمة الطعم .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ – ١٨)

١ – النبات قزمى، ويبدو مفلطحاً والأوراق تبدو بشكل الأزهار المتفتحة .

٢ – يتأثر نمو الأوراق الحديثة أكثر من الأوراق القديمة من حيث زيادة تجعد الأوراق ودكانة اللون .

٣ – تظهر بقع غير منتظمة الشكل لونها بنى إلى رمادى على حواف الأوراق الحديثة وينتشر إلى الأوراق الأكبرسناً .

٤ – تموت الأوراق من القمة والحواف إلى الداخل، وأنسجة الورقة الميتة يكون لونها أخضر رمادى .

٥ – يلاحظ فى بعض الأحيان لون بنفسجى فى الأوراق الوسطى للأصناف التى بها صبغة الأنثوسيانين .

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الكالسيوم :

يدخل الكالسيوم فى تركيب العديد من الأسمدة كما هو موضح فى الجدول رقم (٢– ٤) .

شكل (٢ - ١٦) أعراض نقص عنصر الكالسيوم على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ١٧) أعراض نقص عنصر الكالسيوم على نباتات الخيار

شكل (٢ - ١٨) أعراض نقص عنصر الكالسيوم على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

openkutub.com

جدول (٢-٤) : يوضح الأسمدة المحتوية على الكالسيوم والتى يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى.

السماد	الرمز الكيميائى	درجة الذوبان جم/لتر
سوبر فوسفات عادى	$Ca(H_2PO_4)_2 . CaCO_4$	٢٠
سوبر فوسفات ثلاثى	$Ca(H_2PO_4)2$	٤٠
نترات النشادر الجيرى	$NH_4NO_3 . CaCO_3$	--
نترات الكالسيوم	$Ca(NO_3)_2$	٨٠٠
نترات الجير المصرى	$Ca(NO_3)_2$	--

ومن الجدول يتضح أن أفضل الأسمدة التى يمكن استخدامها هو نترات الكالسيوم لارتفاع درجة ذوبانه مقارنة بالأسمدة الأخرى .

العلاج السريع لنقص الكالسيوم :

١ - فى الحالات الحادة Acute case، يستخدم محلول نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ بتركيز ٠,٧٥ - ١,٠ ٪ رشاً على الأوراق، ويمكن أيضاً استخدام محلول كلوريد الكالسيوم بنسبة ٤ ٪ .

٢ - تضاف نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ إلى المحلول المغذى، وفى حالة عدم الرغبة فى زيادة مستوى النترات فى المحلول يمكن إضافة كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ ، وفى هذه الحالة يجب التأكد من أن كلوريد الصوديوم موجود بكميات قليلة فى المحلول .

أعراض زيادة الكالسيوم :

لم تسجل حتى الآن أى أعراض عند زيادة معدل التغذية بعنصر الكالسيوم .

٦ – الكبريت Sulfur (S) :

وظائفه داخل النبات :

يندمج فى العديد من المكونات العضوية داخل النبات وتشمل هذه المكونات الأحماض الأمينية مثل السستين Systine والسستئين Systeine والمثيونين Methionine والبرتينات ومرافق إنزيم– أ Coenzyme A بالإضافة إلى فيتامينات الثيامين Thiamine والبيوتين Biotin، كما أن الكبريت يدخل فى مكونات الزيوت المسئولة عن الرائحة فى نباتات البصل والثوم .

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص الكبريت على صورة أيون الكبريتات SO_4^{++} عندالتغذية الجذرية كما أن النباتات يمكنها امتصاصه عن طريق الأوراق فى صورة غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2، والكبريت من العناصر غير المتحركة داخل النبات وهذا يتبعه ظهور أعراض النقص على الأجزاء حديثة النمو أولاً .

أعراض نقص الكبريت بشكل عام :

يؤدى نقص عنصر الكبريت إلى ظهور الأعراض التالية على النبات :

١ – إصفرار الأوراق حديثة النمو أو ظهورها بلون أخضر باهت .

٢ – النباتات صغيرة الحجم ومغزلية الشكل .

٣ – بطء النمو وتأخر النضج .

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢– ١٩)

١ – فى البداية يكون نمو النبات وحجم الأوراق عادياً ثم يتحول لون الساق والعروق وأعناق الأوراق إلى اللون البنفسجى بينما يتحول لون الأوراق إلى اللون الأصفر .

٢ – يظهر على وريقات الأوراق المسنة تبرقش على قمة الورقة والحواف ويظهر بقع

شكل (٢ - ١٩) أعراض نقص عنصر الكبريت على نباتات الطماطم إلى (اليسار) ونباتات صحيحة (إلى اليمين)

شكل (٢ - ٢٠) أعراض نقص عنصر الكبريت على نباتات الخيار

شكل (٢ - ٢١) أعراض نقص عنصر الكبريت على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikan.com

بنفسجية صغيرة بين العروق .

٣ – تجف الأوراق الحديثة وتنحنى إلى أسفل «هذا الانحناء لايحدث عادة فى حالة نقص النيتروجين» ، وأحياناً تظهر بقع غير منتظمة على هذه الأوراق .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢– ٢٠)

١ – النمو محدود والأوراق – خاصة الحديثة– صغيرة الحجم وتنحنى لأسفل ولونها أخضر باهت أو مصفر .

٢ – بعكس نقص النيتروجين ، فإن الاصفرار لايكون ملحوظاً على الأوراق المسنة.

٣ – حواف الأوراق الصغيرة مشرشرة بوضوح .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢ – ٢١)

١ – يتلون النبات كله وخاصة القلب بلون أصفر مخضر ويلاحظ بطء النمو.

٢ – الأوراق أقل تجعداً وأسمك وأجف من الطبيعى وفى نفس الوقت تبدو الأوراق المسنة غير نظيفة .

٣ – فى النباتات المحتوية على صبغة الأنثوسيانين يظهر لون بنفسجى باهت على حافة الورقة وفى الأنسجة حول العروق الصغيرة.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الكبريت :

توجد كثير من الأسمدة على صورة كبريتات ، ولذلك فإن استخدامها فى تحضير المحاليل المغذية يوفر الاحتياجات من عنصر الكبريت مثل كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 وكبريتات المغنسيوم $MgSO_4$ وسلفات النشادر $(NH_4)_2SO_4$.

العلاج السريع لنقص الكبريت :

يضاف أى أملاح كبريتات إلى المحلول المغذى، وأكثر أملاح الكبريتات أماناً فى الاستخدام هوكبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 نظراً لأن النباتات تحتاج إلى مستوى عالى من البوتاسيوم .

أعراض زيادة الكبريت :

إن نقص أو زيادة معدل إضافة عنصر الكبريت يؤدى إلى صغر وتقزم النباتات إلا أن زيادة العنصر قد تؤدى إلى احتراق الأوراق .

٧ – الحديد Iron (Fe) :

وظائفه داخل النبات :

عنصر الحديد ضرورى لتخليق الكلوروفيل «وإن كان لايدخل فى تركيبه» كما أنه جزء أساسى فى نظام السيتوكروم Cytochromes والذى يعمل كحامل للإلكترونات فى عمليات التمثيل الضوئى Photosynthesis والتنفس Respiration، كما أن عنصر الحديد يمثل جزء أساسى فى نظام Ferredoxin وعمليات اختزال النترات Nitrate reductase كما أنه فى نفس الوقت ينشط بعض الإنزيمات المتخصصة .

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص الحديد فى صورة أيون حديدوز Fe^{++} عن طريق الجذر أو رشاً على الأوراق كما يمكن للنباتات أيضا أن تمتص الحديد الموجود فى صورة مخلبية، ولا يوجد الحديد داخل النبات على صورة أيونات حرة، وإنما على صورة مخلبية مع الأحماض العضوية، ويتراوح تركيزه داخل النبات مابين ٥٠– ٢٥٠ جزء فى المليون.

أعراض نقص الحديد بشكل عام :

لنقص الحديد عرض واضح يتمثل فى اصفرار الأوراق فيما بين العروق مع استمرار العروق خضراء، وهذه الأعراض هى نفسها التى تنشأ من نقص عنصر المغنسيوم والفرق الوحيد بينهما هو أن الاصفرار الناشئ عن الحديد يكون على الأوراق الحديثة بينما فى حالة المغنسيوم يكون على الأوراق المسنة .

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢– ٢٢)

١ – يبدأ الاصفرار على الأوراق الطرفية وفى البداية تظل العروق خضراء وينتج عن

شكل (٢ - ٢٢) أعراض نقص عنصر الحديد على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ٢٣) أعراض نقص عنصر الحديد على أوراق وثمار الخيار

شكل (٢ - ٢٤) أعراض نقص عنصر الحديد على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikandl.com

ذلك مظهر من العروق الخضراء على نسيج الورقة الأصفر ثم يزداد الاصفرار ويمتد إلى العروق حتى الصغيرة منها .

٢ – الأوراق المتأثرة تكون صفراء شاحبة أو حتى بيضاء اللون ويوجد بها تبرقش بدرجة قليلة.

٣ – تبدأ الأعراض من الأوراق الطرفية ويمتد إلى الأوراق المسنة .

٤ – النمو محدود والأوراق المتكونة حديثاً تكون صغيرة الحجم .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢– ٢٣)

١ – يبدأ مظهر الأوراق الحديثة على شكل عروق خضراء على النسيج الأصفر للورقة.

٢ – فى البداية يكون نمو النبات طبيعى ولكن فى المراحل المتقدمة ينتشر الاصفرار إلى العروق ويبدأ من الصغيرة منها ويتحول لون الأوراق المتأثرة إلى لون ليمونى ثم إلى أصفر مبيض .

٣ – يتوقف نمو السيقان ويظهر تبرقش على حواف الأوراق التى فقدت الكلوروفيل كلية .

٤ – بعكس نقص المنجنيز تتأثر الأوراق الحديثة أكثر وتمتد الأعراض من القمة للقاعدة.

٥ – يتحول لون الثمار أيضا إلى اللون الأصفر الليمونى .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢– ٢٤)

١ – يتحول لون النبات كله إلى أخضر شاحب ويتقزم النمو.

٢ – تتبقع الأوراق المسنة، بينما تكون العروق خاصة الكبيرة أقل اصفراراً من الأنسجة المحيطة بها.

٣ – فى المراحل المتقدمة يتحول لون الأوراق «الحديثة بصفة خاصة» إلى اصفر باهت وتصفر العروق أيضا .

٤ – يتوقف النمو كلية وتموت الأوراق المسنة، وعادة ما تكون الأوراق أقل تجعداً من الطبيعى.

٥ – فى الأصناف التى بها صبغة الأنثوسيانين يلاحظ وجود لون بنفسجى فى الأوراق الحديثة المتأثرة بالنقص الشديد للحديد.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الحديد :

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على الحديد وهى إما أسمدة معدنية أو مخلبية كما يوضحها الجدول رقم (٢–٥) .

جدول (٢–٥) : يوضح الأسمدة المحتوية على الحديد والتى يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى .

السماد	الرمز الكيميائى	النسبة المئوية للحديد (Fe)	درجة الذوبان جم/لتر
كبريتات الحديدوز	$FeSO_4. 7H_2O$	٢٠,١	٣٣٠
حديد مخلبى	Fe-EDTA	١٤–٥	كله
حديد مخلبى	Fe- HEDTA	٩–٥	كله
حديد مخلبى	Fe- DTPA	١٠	كله
حديد مخلبى	Fe- EDDHA	٦	متوسط الذوبان

العلاج السريع لنقص الحديد :

١ – يتم الرش بمحلول الحديد المخلبى Fe- EDTA بتركيز ٠,٠٢ – ٠,٠٥ ٪ .

٢ – يضاف الحديد المخلبى Fe- EDTA إلى المحلول المغذى .

أعراض زيادة الحديد :

لم تلاحظ فى الظروف العادية أعراض لزيادة تركيز الحديد فى المحلول، ولكن عند استخدام الحديد رشاً على الأوراق فإنه يظهر بعض البقع البنية.

٨ – المنجنيز Manganese (Mn) :

وظـائفه داخل النبات :

منـشط لواحـد أو أكـثـر من انـزيم فى علميـة تخلـيق الأحـمـاض الدهنيـة Fatty acids والانزيمات المسئولة عن تكوين الأحماض النووية RNA & DNA وإنزيمات Isocitrate dehydrogenase فى دورة كربس. كـمـا أن المنجنيز يساهم بصورة مباشرة فى عملية التمثيل الضوئى وإنتاج الاكسيجين O_2 من الماء H_2O بالإضافة إلى احتمالات مساهمته فى تكوين الكلوروفيل، كما أنه يعمل على المحافظة على التركيب البنائى لأغشية الكلوروبلاست.

الصورة التى يمتص عليها :

يمتص النبات عنصر المنجنيز على صورة أيون منجنيز ثنائى التكافؤ Mn^{++} ويتنافس معه فى الامتصاص كل من $Zn^{++}, Fe^{++}, Ca^{++}, Mg^{++}$ حيث يقل امتصاصه كلما ازداد تركيز هذه الأيونات فى وسط النمو، والمنجنيز غير متحرك نسبيا داخل النبات ولذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق صغيرة السن والكبيرة على حد سواء ويتراوح تركيز المنجنيز داخل النبات فيما بين ٢٠– ١٠٠ جزء فى المليون.

أعراض نقص المنجنيز بشكل عام :

نقص المنجنيز يؤدى إلى ظهور هذه الأعراض على النبات :

١ – إصفرار بين العروق فى الأوراق الحديثة وفى هذا يشبه أعراض نقص الحديد.

٢ – يميز المنجنيز ظهور تبرقش على الأوراق على صورة بقع لونها أخضر باهت أو بقع غامقة بجانب العروق.

أعراض النقص على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢– ٢٥)

١ – يتحول لون الأوراق المسنة والأوراق الوسطية أولاً ثم يليها الأوراق الحديثة إلى

لون شاحب، وينتج عن ذلك شكل رقعة الشطرنج وتتكون من عروق خضراء ومساحات مصفرة مابين العروق .

٢ – يظهر بعد ذلك تبرقش يمتد تدريجياً على المساحات الشاحبة خاصة قرب العرق الوسطى للورقة .

٣ – الاصفرار أقل حدة عنه فى حالة نقص عنصر الحديد «حيث تتحول كل الورقة إلى اللون الأبيض المصفر والفرق الآخر أن هذا الاصفرار ليس مقصوراً على الأوراق الحديثة» .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢– ٢٦)

١ – تظهر بقع مصفرة مابين العروق على الأوراق القمية أو الحديثة .

٢ – فى البداية تظل العروق حتى الصغيرة لونها أخضر مما يشكل شبكة خضراء اللون على خلفية صفراء .

٣ – مع تقدم الاصابة يتحول لون الورقة كلها عدا العروق الرئيسية إلى أصفر أو أصفر مبيض وتتكون بقع غائرة مابين العروق .

٤ – تبدو الأوراق المسنة أكثر شحوبا وتموت أولاً .

٥ – السوق قزمية والورقة الجديدة صغيرة الحجم .

(ج) نباتات الخس (شكل ٢– ٢٧)

١ – يتحول لون النبات كله إلى أصفر مخضر، وتبدو الأوراق أنعم، ويتأثر النمو بدرجة قليلة.

٢ – فى حالات النقص الشديد يتحول لون الأوراق خاصة الكبيرة إلى أصفر فيما بين العروق التى تحتفظ بلونها الأخضر.

٣ – الأصناف المحتوية على صبغة الأنثوسيانين لايظهر عليها إحمرار .

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على المنجنيز :

تستخدم كبريتات المنجنيز أو المركبات المخلبية المحتوية عليه فى توفير المنجنيز فى

شكل (٢ - ٢٥) أعراض نقص عنصر المنجنيز على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ٢٦) أعراض نقص عنصر المنجنيز على نباتات الخيار

شكل (٢ - ٢٧) أعراض نقص عنصر المنجنيز على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikan.com

المحلول كما هو موضح فى الجدول رقم (٢-٦) .

جدول رقم (٢-٦): يوضح الأسمدة المحتوية على المنجنيز والتى يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى .

السماد	الرمز الكيميائى	النسبة المئوية للحديد (Mn)	درجة الذوبان جم/لتر
كبريتات المنجنيز	$MnSO_4 . 4H_2O$	٢٤,٦	١٠٥٠
منجنيز مخلبى	Mn- EDTA	١٢-٥	كله
منجنيز مخلبى	Mn-HEDTA	٩-٥	كله

العلاج السريع لنقص المنجنيز :

١ - تستخدم كبريتات المنجنيز $MnSO_4 . 4H_2O$ رشاً على الأوراق بتركيزين:

الأول : ٠,١ ٪ فى حالة استخدام حجم كبير من محلول الرش High Volume.

الثانى: ١ ٪ فى حالة استخدام حجم صغير من محلول الرش Low Volume .

أعراض زيادة المنجنيز بشكل عام :

زيادة المنجنيز يؤدى فى بعض الأحيان إلى تبرقش وإلى نقص واضح فى النمو.

أعراض زيادة المنجنيز على :

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٢٨)

١ - يبدو النبات مغزليا فى الشكل ونموه محدود .

٢ - تظل الأوراق الطرفية صغيرة جداً ويظهر على الوريقات بقع صفراء بين العروق.

٣ - تظهر تبقعات بين العروق على وريقات الأوراق المسنة مما يجعلها تبدو غير نظيفة .

٤ – يموت العرق الوسطى والعروق الجانبية الكبيرة، وعندئذ تسقط الأوراق ويبدأ ذلك بالأوراق المسنة .

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢– ٢٩)

١ – يتحول لون العروق فى الأوراق المسنة إلى لون أحمر داكن أو بنى محمر ويظهر بقع لونها أخضر خفيف أو بقع شفافة فيما بين العروق .

٢ – يمتد اختفاء اللون ويزداد التبرقش وتموت الورقة .

٣ – تبدأ الأعراض من الأراق المسنة وتنتقل لأعلى نحو القمة.

٤ – في حالات السمية الشديدة يتقزم النبات ويتغطى الساق وأعناق الأوراق والأوراق ببقع عديدة بنفسجية اللون.

(ج) نباتات الخس (شكل ٢– ٣٠)

١ – يتحول لون العروق الصغيرة فى الأوراق المسنة إلى اللون البنى .

٢ – يظهر على حواف الأوراق اصفرار شديد .

٣ – تتكون بقع مبرقشة خاصة عند قمة الورقة وعلى حواف قاعدتها.

٤ – تتلاحم البقع مع بعضها إلى بقع أكبر مما يؤدى إلى جفاف الورقة ابتداء من الحواف ويمتد إلى الداخل .

٥ – حيث إن الأوراق الكبيرة تموت، والأوراق الصغيرة قزمية فإن الرأس تصبح مفككة وتأخذ شكل زهرة التيوليب.

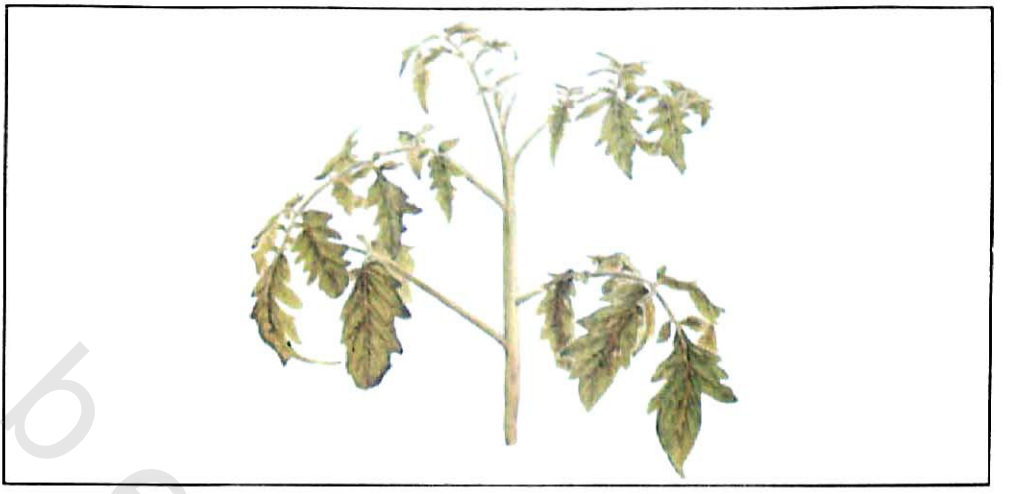
٩ – الزنك Zinc (Zn) :

وظائفه داخل النبات :

ضرورى لتكوين الحامض الأمينى تربتوفان Tryptophane وهرمون Indole acetic acid ومنشط لإنزيمات Slcohol dehydrogenase, Lactic acid dehydrogenase, Glutamic acid dehydrogenase and Carboxypeptidase.

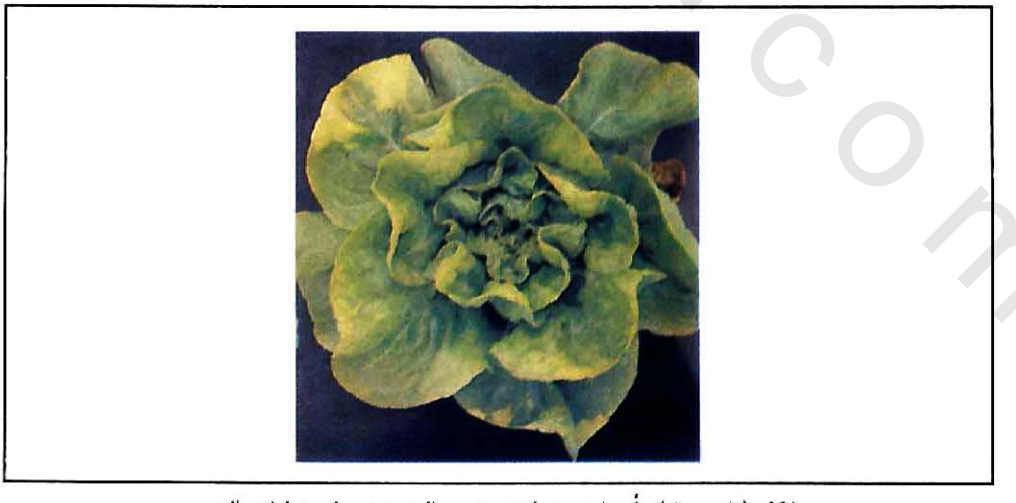
الصورة التى تمتص عليها :

يمتص الزنك على صورة أيون الزنك ثنائى الشحنة Zn^{++}، ويؤدى التركيز



شكل (٢ - ٢٨) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ٢٩) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخيار



شكل (٢ - ٣٠) أعراض زيادة عنصر المنجنيز على نباتات الخس

عن Roorda van Eysinga & Smild

العالى لبعض المغذيات فى المحلول « مثل $Cu^{++}, Fe^{++}, Mn^{++}$ » إلى انخفاض معدل امتصاص النبات للزنك، واحتياجات النبات من الزنك قليلة وتركيزه داخل النبات يتراوح مابين ٢٠-١١٠ جزء فى المليون.

أعراض نقص الزنك بشكل عام :

أعراض نقص الزنك على النبات تشمل :

١ - نقص واضح فى طول الساق وحجم الأوراق .

٢ - تجعد الأوراق وتبقعها .

٣ - نقص فى عدد البراعم الزهرية .

أعراض النقص على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ - ٣١)

١ - الأوراق القمية صغيرة الحجم مع زوال لون الوريقات فيما بين العروق والنمو متقزم.

٢ - حجم الأوراق المسنة أصغر من الحجم الطبيعي، ويوجد بها اصفرار قليل وتتكون بقع بنية خاصة علي الأعناق وكذلك ما بين العروق فى الوريقات.

٣ - تنحنى أعناق الأوراق لأسفل وتلتف الأوراق حول نفسها.

٤ - ينتشر التبرقش بسرعة وفى خلال أيام قليلة يتحول لون النبات كله إلى لون مبيض.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ - ٣٢)

١ - يظهر تبقع خفيف بين العروق في الأوراق المسنة، وتنتشر الأعراض تدريجياً من الأوراق المسنة إلي الأوراق الحديثة ولكن ليس بدرجة حادة.

٢ - تنمو الأوراق الحديثة بدون انتظام.

٣ - تظل السلاميات قصيرة مما يعطي قمم الساق مظهر الشجيرات، ويكون النمو فى هذه المرحلة محدوداً للغاية.

(حـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٣٣)

١ – تبدأ الأعراض علي الأوراق المسنة وتنتقل تدريجيا إلي الأوراق الحديثة، وتأخذ النباتات المتأثرة شكل الوردة ويصبح النمو بطيئاً.

٢ – فى البداية لايظهر على النبات اصفرار، وبعد ذلك تظهر بقع ورقية الملمس وحوافها داكنة على طول حواف الورقة وخاصة فيما بين العروق.

٣ – بالرغم من أن الأوراق غير المعرضة للضوء تظل خضراء وطازجة، فإن النبات يظهر محترقاً فى مظهره.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الزنك:

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على الزنك، وهى إما أسمدة معدنية أو مخلبية كما يوضحها الجدول رقم (٢ – ٧).

جدول (٢ – ٧): يوضح الأسمدة المحتوية على الزنك والتى يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى.

السماد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للزنك (Zn)	درجة الذوبان جم/ لتر
كبرتيات الزنك	$ZnSO_4.H_2O$	٣٦,٤	٨٩٠
زنك مخلبى	Zn-EDTA	٦– ١٤	كله
زنك مخلبى	Zn-HEDTA	٩	كله

العلاج السريع لنقص الزنك:

١ – الرش على المجموع الخضرى بكبريتات الزنك $ZnSO_4.H_2O$ بتركيز من ٠,١ – ٠,٥ ٪.

٢ – تضاف كبريتات الزنك $ZnSO_4.H_2O$ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة الزنك بشكل عام:

عادة ما يؤدي زيادة تركيز الزنك إلى ظهور أعراض الحديد.

شكل (٢ - ٣١) أعراض نقص عنصر الزنك على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ٣٢) أعراض نقص عنصر الزنك على نباتات الخيار

شكل (٢ - ٣٣) أعراض نقص عنصر الزنك على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikandl.com

شكل (٢ – ٧) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الطماطم

شكل (٢ – ٨) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخيار

شكل (٢ – ٩) أعراض نقص عنصر الفوسفور على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikandl.com

أعراض زيادة الزنك على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ٣٤)

١ – يبدو النبات مغزلى الشكل والنمو متقزم جداً.

٢ – تختلف الأعراض عن تلك الناتجة عن نقص الحديد بأن الأوراق الحديثة صغيرة جداً ويوجد اصفرار بين العروق على الوريقات ويتحول لون سطحها السفلى إلى بنفسجى.

٣ – الأوراق المسنة تنحى بشدة إلى أسفل وتظهر بقع بنفسجية على السطح السفلى وتنتشر من الحواف إلى الداخل وقد يتحول لون الأوراق إلى اللون الأصفر قبل سقوطها.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٣٥)

١ – النباتات قزمية جداً، ويظهر علي الأوراق الصغيرة أعراض اصفرار تشبه أعراض نقص الحديد.

٢ – تنتقل الأعراض فى النهاية إلى الأوراق المسنة.

(حـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٣٦)

١ – يبدو النبات بلون أصفر بنى ويصبح النمو متقزماً.

٢ – فى بعض الأحيان تتكون بقع لونها بنى محمر على العرق الرئيسى والأنسجة المحيطة به وخاصة فى الأوراق الوسطية.

٣ – فى حالة السمية الشديدة، فإن الأوراق تشبه الكأس ولاتتكون الرأس.

٤ – تتأثر الأوراق المسنة أكثر حيث تصفر الورقة كلها وتذبل ثم تموت.

١٠ – النحاس Copper (Cu)

وظائفه داخل النبات:

يعمل كحامل الكترونى Electron carrier وكجزء من بعض الإنزيمات

المحددة فهو يمثل جزء من Plasocyanin الذى يدخل فى عملية التمثيل الضوئى وله دور هام فى تخليق وثبات الكلورفيل وباقى الصبغات النباتية الأخرى، وكجزء من Polyphenol oxidase واحتمال دخوله فى إنزيمات اختزال النترات وتثبيت النيتروجين N_2-fixation وتنشيط الإنزيمات التى تقوم باختزال ذرات الاكسيجين وكذلك الإنزيمات التى تحول الأحماض الدهنية المشبعة إلى أحماض غير مشبعة. كما يلعب دوراً فى إنتاج فيتامين أ. كما أن له دوراً فى عملية تخليق البروتينات والأحماض النووية والكربوهيدرات.

الصورة التى يمتص عليها:

يمتص النحاس على صورة أيونات النحاس ثنائية الشحنة Cu^{++} واحتياجات النبات من النحاس قليلة، حيث يتراوح تركيزه داخل النبات ما بين ٢ – ٢٠ جزء فى المليون. وهو من العناصر بطيئة الحركة داخل النبات، ولذلك يؤدى نقصه إلى عدم ترحيله من الأجزاء المسنة إلى الأجزاء الحديثة، وبالتالى فإن أعراض النقص تظهر على الأوراق الحديثة أولاً.

أعراض نقص النحاس بشكل عام:

أعراض نقص النحاس على النبات تشمل:

١ – تقزم النبات.

٢ – موت الأفرع الطرفية فى الأشجار.

٣ – ذبول وموت أطراف الأوراق.

٤ – الأوراق الحديثة غالباً ما تكون خضراء داكنة اللون وملتفة أو مشوهة.

أعراض النقص على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ٣٧)

١ – نمو الساق متقزم، والأوراق لونها أخضر مزرق.

٢ – حواف الوريقات (الموجودة فى الوسط والأوراق الحديثة) تلتف على شكل

شكل (٢ - ٤) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الطماطم

شكل (٢ - ٥) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخيار

شكل (٢ - ٦) أعراض زيادة عنصر النيتروجين على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikan.com

أنبوبة فى اتجاه العرق الوسطى.

٣ – الأوراق الطرفية صغيرة جدا وجافة ولايوجد اصفرار أو تبقع.

٤ – تنحنى الأعناق إلى أسفل مما يؤدى إلى توجه الوريقات الأنبوبية فى اتجاه بعضها البعض.

٥ – وأخيراً تظهر بقع على طول العرق الوسطى وبجانبيه وعلى العروق الكبيرة الجانبية.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٣٨)

١ – النمو محدود، وتظل الأوراق الحديثة بصفة خاصة صغيرة الحجم.

٢ – السلاميات قصيرة مما يعطى النبات مظهر الشجيرات.

٣ – قد تظهر بقع صفراء على الأوراق المسنة ولكن ليس هناك طراز للاصفرار كما فى حالة نقص الحديد أو المنجنيز.

٤ – فى المراحل المتقدمة يتحول لون الأوراق إلى لون أخضر غير نظيف أو برونزى ويظهر التبرقش وتنثنى الأوراق.

٥ – ينتشر الاصفرار من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة.

(حـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٣٩)

١ – يفتقد النبات إلى التماسك وينخفض النمو.

٢ – تبدو الأوراق رفيعة وشكلها كالكأس، وعندما يبدأ الاصفرار على حواف الورقة فإنها تنحى إلى أسفل، ثم تصفر الأوراق وتذبل بدايةً من الحواف والطرف العلوى ويمتد إلى الداخل فى اتجاه القاعدة ويتحول لون العروق إلى بنى.

٣ – تمتد الأعراض من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة، ولاتتكون رؤوس للخس.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على النحاس:

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على النحاس وهى إما أسمدة معدنية أو مخلبية كما يوضحها الجدول رقم (٢ – ٨).

جدول (٢ – ٨) : يوضح الأسمدة المحتوية على النحاس والتى يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى.

السمـــــاد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للنحاس (Cu)	درجة الذوبان جم/ لتر
كبرتيات النحاس	$CuSO_4.5H_2O$	٢٥	٢٤٠
نحاس مخلبى	Cu- EDTA	١٣ – ٧	كله
نحاس مخلبى	Cu- HEDTA	٩ – ٤	كله

العلاج السريع لنقص النحاس:

١ – يتم رش بمحلول كبريتات النحاس $CuSO_4.5H_2O$ بتركيز من ٠,١–٠,٢ ٪ مع محلول الجير Hydrate Lime بنسبة ٠,٥ ٪.

٢ – يضاف كبريتات النحاس $CuSO_4.5H_2O$ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة النحاس بشكل عام:

زيادة معدلات إضافة عنصر النحاس تودى إلى:

١ – نقص واضح فى النمو يتبعه ظهور أعراض نقص الحديد.

٢ – زيادة فى سمك الأوراق ونقص فى عدد التفرعات الجانبية على الساق.

٣ – تغير لون الشعيرات الجذرية.

١١ – البورون Boron (B)

وظائفه داخل النبات:

له دور ضرورى فى نقل وترحيل الكربوهيدرات من الأوراق إلى باقى أجزاء

النبات من خلال اللحاء Phloem بالإضافة إلى أنه يساعد فى تكشف الأنسجة المرستيمية ونموها سواء فى الجذور أو الأطراف الهوائية للنبات. يساعد البورون كذلك على نجاح عملية التلقيح والتكوين المناسب للحبوب والثمار، كما يساعد فى تخليق الأحماض النووية والبروتينات، بالإضافة إلى المساعدة فى تكوين العقد الجذرية فى النباتات البقولية.

الصورة التى يمتص عليها:

يمتصه النبات على صورة جزئيات حامض البوريك $H_3 PO_3$. والبورون من العناصر غير المتحركة داخل النبات مما يؤدى إلى ظهور أعراض نقصه على الأجزاء حديثة السن أولاً. ويتراوح تركيز البورون داخل النبات ما بين ٦ – ٥٠ جزء فى المليون.

أعراض نقص البورون بشكل عام:

نادراً ما يحدث نقص فى البورون وإن كانت نباتات الورد أكثر حساسية لهذا النقص والذى يؤدى إلى:

١ – موت النموات الطرفية على الساق وعلى الجذور.

٢ – قمم الجذور غالبا ما تكون منتفخة عديمة اللون.

٣ – الأوراق الحديثة تكون صفراء اللون ذابلة وسميكة ومتجعدة.

٤ – نقص الأزهار لعدم نمو حبوب اللقاح.

أعراض النقص على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ٤٠)

١ – أكثر مظاهر النقص شيوعاً هو تحول لون الوريقات إلى أصفر أو برتقالى خاصة على وريقات القمة.

٢ – فى حالات النقص الشديد يبطؤ نمو الساق ثم بعد ذلك تجف نقاط النمو

وتموت وفى نفس الوقت يظهر اصفرار خفيف كبقع بين العروق على وريقات الأوراق الحديثة.

٣ – تظل الأوراق صغيرة الحجم وتنحنى للداخل ويصبح شكلها غير طبيعى مع تحول لون الوريقات الصغيرة إلى اللون البنى وتموت.

٤ – تكون السيقان وأعناق الأوراق هشة مما يسبب سقوط الأوراق والوريقات فجأة.

٥ – تكون عروق الوريقات (خاصة وريقات القمة) مندمجة.

٦ – نمو الجذور يكون محدودا ويتحول إلى اللون البنى.

٧ – الثمار شكلها غير طبيعى.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٤١)

١ – لا يتأثر النمو كثيراً ولكن يكون النبات هشاً.

٢ – تصفر الأوراق السفلى والوسطية بدرجة خفيفة وقد تظهر بقع مائية.

٣ – يفقد النبات إنتفاخه بسهولة. والأوراق فى قمة الساق مشوهة وغير كاملة النمو.

٤ – الثمار النامية تكون مشوهة مع وجود شرائط طولية لونها أبيض مما يظن معها تعرضها للبرد وقد تموت الثمار الصغيرة فى بعض الأحيان.

٥ – فى النقص الشديد تموت نقاط النمو والقمة النامية، وتلتوى الأوراق الحديثة إلى أعلى وتموت ويتحول لون الأنسجة الميتة إلى اللون الرمادى.

٦ – يتوقف النمو ويبدو شكل النبات قزمى.

(حـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٤٢)

١ – تبدو النبات أغمق من الطبيعى وقزمية جداً.

٢ – تبدو رأس الخسة وردية الشكل.

شكل (٢ – ٤٠) : أعراض نقص عنصر البورون على نباتات الطماطم

شكل (٢ – ٤١) : أعراض نقص عنصر البورون على نباتات وثمار الخيار

شكل (٢ – ٤٢) : أعراض نقص عنصر البورون على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

٣ – الأوراق خاصة الحديثة جافة ومستديرة مع تبقع مصفر على الحواف وفيما بين العروق.

٤ – الأصناف التى بها صبغة الأنثوسيانين يكون لونها بنى بنفسجى.

٥ – تتكون بقع بنية عند نقاط النمو وكذلك فى الأوراق الصغيرة المثنية، وفى حالات النقص الشديد يموت مركز النمو نهائياً.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على البورون:

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على البورون وهى إما أسمدة معدنية أو حامض البوريك كما يوضحها الجدول رقم (٢ – ٩).

جدول (٢ – ٩): يوضح الأسمدة المحتوية على البورون والتى يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى.

السمـــــاد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للبورون (B)	درجة الذوبان جم/ لتر
البوراكس	$Na_2 B_4 O_7. 10 H_2O$	١١,٣	٢٥
حامض البوريك	$H_3 BO_3$	١٢ – ٥	كله

العلاج السريع لنقص البورون:

١ – ترش النباتات بمحلول البوراكس $Na_2 B_4O_7. 10H_2O$ بتركيز ٠,١ – ٠,٢٥ ٪.

٢ – يضاف البوراكس أو حامض البوريك $H_3 BO_3$ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة البورون بشكل عام:

زيادة البورون يؤدى إلى اصفرار قمة الأوراق ثم سرعان ما يتحول إلى تبرقش فى اتجاه الداخل.

أعراض زيادة البورون على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ٤٣)

١ – تتجعد وتلتف حواف وريقات الأوراق المسنة.

٢ – تتكون بقع غائرة جافة تحاط فى بعض الأحيان ببقع بنية.

٣ – الأوراق المنحنية لأسفل تعطى ملمساً جافاً وتسقط فى النهاية.

٤ – تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة ثم تمتد إلى الأوراق الحديثة.

٥ – فى البداية تظهر قمة النبات بشكل طبيعى ولكن بعد ذلك تتجعد الأوراق الطرفية أيضاً.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٤٤)

١ – تتلون حواف الأوراق المسنة بلون أخضر مصفر وتجف.

٢ – تتجه الأوراق إلى الانحناء إلى أسفل مكونة شكل الكأس وتكون مستديرة عن الطبيعى.

٣ – تنتشر الأعراض من قاعدة النبات فى اتجاه القمة، وفى الحالات المتقدمة تتكون بقع مبرقشة فيما بين العروق والتى تتحول إلى بقع أكبر بنية شفافة وملمسها ورقى، ثم تجف الورقة فى النهاية.

٤ – النمو قزمى والأوراق الطرفية صغيرة وعدد الزهور المؤنثة قليل إن لم يكن معدوماً.

(حـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٤٥)

١ – تتكون بقع غائرة لونها رمادى بنى وتتحول إلى صورة حلقات على امتداد حواف الأوراق المسنة ويكون لون العروق بنى.

٢ – مع ازدياد السمية تجف البقع مما يجعل نسيج الورقة هشاً.

٣ – تبدأ الأعراض على الأوراق المسنة وتنتشر إلى الأوراق الحديثة.

١٢ – الموليبدنم Molybdenum (Mo):

وظائفه داخل النبات :

يعمل كحامل للإلكترونات فى عملية تحويل النترات NO_3 إلى أمونيوم NH_4،

شكل (٢ – ٤٣) : أعراض زيادة عنصر البورون على نباتات الطماطم

شكل (٢ – ٤٤) : أعراض زيادة عنصر البورون على نباتات الخيار

شكل (٢ – ٤٥) : أعراض زيادة عنصر البورون على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikl.com

كما أنه أساسى فى عمل إنزيم النيتر وجينيز Nitrogenase enzyme الذى يساعد فى عملية تثبيت النيتروجين N_2- Fixation.

الصورة التى يمتص عليها:

يمتص على صورة أيون الموليبدات MoO_4^{--} وينافسه فى عملية الامتصاص أيون الكبريتات، بينما أيونات الفوسفات تشجع من امتصاصه. والموليبدنم متوسط الحركة داخل النبات ولايتجاوز تركيزه فى النبات عادة واحد جزء فى المليون. وبعكس باقى المغذيات الأخرى، فمن الممكن أن يتراكم الموليبدنم داخل النبات بتركيزات كبيرة دون أن يؤدى ذلك إلى سميته للنبات.

أعراض نقص الموليبدنم بشكل عام:

نقس عنصر الموليبدنم يؤدى إلى:

١ – إصفرار ما بين العروق فى الأوراق القديمة أو الأوراق الواقعة عند منتصف الساق ثم بعد ذلك تنتقل إلى الأوراق الحديثة «بما يشبه حالة نقص عنصر النيتروجين».

٢ – فى بعض الأ حيان يحدث احتراق لحواف الأوراق.

٣ – تراكم النترات داخل أنسجة النبات حيث يتوقف عمل إنزيم اختزال النترات.

أعراض النقص على:

(أ) نباتات الطماطم (شكل ٢ – ٤٦)

١ – يظهر على الوريقات لون شاحب أو مصفر على شكل بقع ما بين العروق، وتلتوى حواف الأوراق لأعلا ، والعروق الصغيرة يتحول لونها إلى اللون الأصفر.

٢ – يظهر تبقع على المساحات المصفرة وعلى حواف الوريقات القمية وفى النهاية يمتد إلى كامل الورقة.

٣ – تمتد الأعراض من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة.

(ب) نباتات الخيار (شكل ٢ – ٤٧)

١ – يتحول اللون الأخضر إلى اللون الباهت فى الأوراق المسنة خاصة بين العروق يتخللها بقع خضراء قطرها من ٠,٢٥ – ٢,٠ سم تشمل العروق وبعض المساحات بينها، وفى الغالب تصفر الأوراق وتموت.

٢ – تبدأ الأعراض على الأوراق السفلية وتنتشر إلى أعلى حيث يظل أحدثها أخضر اللون.

٣ – يكون النمو غالباً طبيعى ولكن الأزهار صغيرة الحجم.

(حـ) نباتات الخس (شكل ٢ – ٤٨)

١ – النباتات الصغيرة لونها أخضر باهت، وتجف الأوراق ابتداء من القمة والحواف وتتجه إلى الداخل ويتحول لون الأنسجة الميتة إلى أصفر بنى.

٢ – قد يظهر على الأوراق المسنة بقع شفافة تتحول بعد ذلك إلى تبرقش، وتمتد الأعراض من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة، وهذه الأخيرة تظل حية لفترة أطول.

٣ – يلاحظ بطء نمو الجزء الخضري والجذور بشدة.

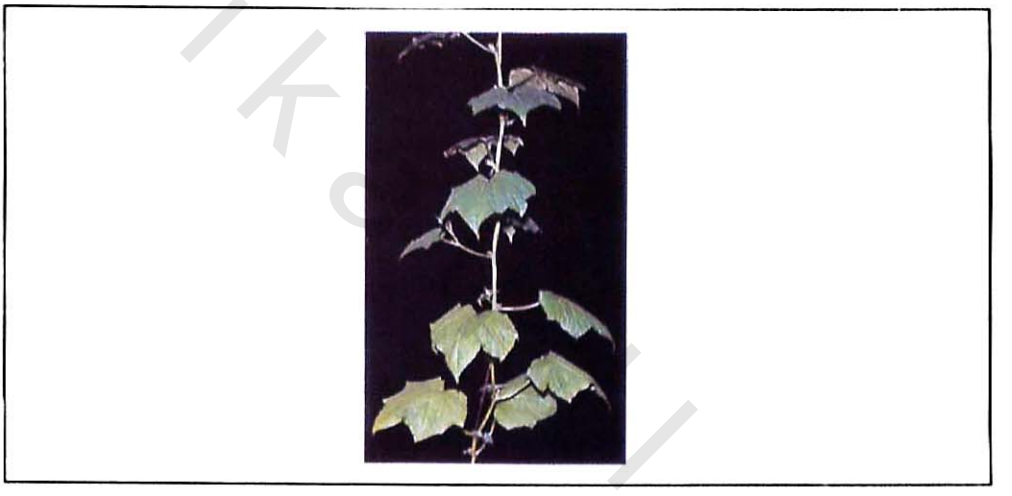
الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الموليبدنم:

يتم استخدام الأسمدة المحتوية على الموليبدنم والتى يوضحها الجدول رقم (٢ – ١٠).

جدول (٢ – ١٠): يوضح الأسمدة المحتوية على الموليبدنم والتى يمكن استخدامها فى تحضير المحلول المغذى.

السماد	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية للموليبدنم (Mo)	درجة الذوبان جم/ لتر
موليبدات الأمونيوم	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	٥٤	٤٠٠
موليبدات الصوديوم	$Na_6Mo_7O_{24}$	٥٦	–

شكل (٢ – ٤٦) أعراض نقص عنصر الموليبدنم على نباتات الطماطم



شكل (٢ – ٤٧) أعراض نقص عنصر الموليبدنم على نباتات الخيار

شكل (٢ – ٤٨) أعراض نقص عنصر الموليبدنم على نباتات الخس

عن **Roorda van Eysinga & Smild**

obeikandl.com

العلاج السريع لنقص الموليبدنم:

١ – يستخدم محلول موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ أو موليبدات الصوديوم $Na_6Mo_7O_{24}$ بنسبة ٠,٠٧ – ٠,١ ٪ للرش على المجموع الخضرى.

٢ – يضاف موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ أو موليبدات الصوديوم إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة الموليبدنم:

نادراً ما يحدث ولكن عند حدوثه فى نباتات الطماطم نجد أن الأوراق تتحول إلى اللون الأصفر الذهبى.

١٣ – الكلورين Chlorine (Cl):

وظائفه داخل النبات:

ضرورى فى عملية التمثيل الضوئى، حيث يعمل كمنشط إنزيمى أثناء علمية إنتاج الأكسيجين من الماء ولقد أقترحت له وظائف إضافية تؤثر على تنفس الجذور.

الصورة التى يمتص عليها:

يمتص الكلورين على صورة أيون الكلوريد Cl^-.

أعراض نقص الكلورين بشكل عام:

نقص الكلورين يشمل:

١ – ذبول الأوراق والتى تتحول إلى اللون الأصفر ثم البرونزى.

٢ – تقزم الجذور وزيادة سمكها بالقرب من قممها.

الأسمدة والكيماويات التى تحتوى على الكلورين:

أملاح الكلوريد مثل كلوريد البوتاسيوم KCl توفر للمحلول المغذى احتياجاته من الكلورين.

العلاج السريع لنقص الكلورين:

إضافة كلوريد البوتاسيوم KCl أو كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ إلى المحلول المغذى.

أعراض زيادة الكلورين:

زيادة تركيز الكلورين يؤدى إلى:

١ – احتراق قمم الأوراق وحوافها.

٢ – تساقط الأوراق بعد اصفرارها وتحولها إلى اللون البرونزى.

٣ – نقص فى حجم الورقة وانخفاض فى معدل النمو.

١٤ – الكربون Carbon (C):

وظائفه داخل النبات:

مكون رئيسي فى كل المركبات العضوية التى توجد فى النبات حيث أن ذرة الكربون أساس أى مركب عضوى.

١٥ – الهيدروجين Hydrogen (H):

وظائفه داخل النبات:

الهيدروجين (أو الأيدروجين) أساسى فى كل المركبات العضوية فهو يوجد أينما وجد الكربون. كما أن للهيدروجين وظيفة أساسية فى عملية التبادل الكاتيونى Cation exchange بين الجذر والتربة أو أى بيئة ينمو فيها النبات ولها أسطح للتبادل.

١٦ – الأكسيجين Oxygen (O):

وظائفه داخل النبات:

مكون أساسى فى العديد من المركبات العضوية النباتية ولايخلو منه إلا القليل منها مثل الكاروتين Carotene. كما أنه يدخل فى عملية التبادل الأنيونى بين

obeikandl.com

المجموع الجذرى وبيئة النمو بالإضافة إلى كونه مستقبلاً لأيون الهيدروجين فى عملية التنفس الهوائى ويمتص على صورة جزىء O_2 .

ويحصل النبات على الكربون من ثانى الكربون CO_2 فى الهواء الجوى، وعلى الأكسيجين من غاز الاكسيجين أو من الماء بينما الهيدروجين فيحصل عليه من الماء. أما باقى العناصر الضرورية فيحصل عليها النبات من المحلول الأرضى فى التربة ومن الأسمدة المضافة إليها عن طريق الجذور وبعضها يمكن امتصاصه عن طريق المجموع الخضرى.

ونظراً لأن بيئات الزراعة المستخدمة فى المزارع اللاأرضية سواء كانت طبيعية أو صناعية لاتحتوى على عناصر مغذية (باستثناء الماء الذى يوفر الأكسيجين والأيدروجين)، ومن ثم فإن الاعتماد الأساسى فى التغذية يكون على الأسمدة والمخصبات الصناعية (الموجودة على درجة عالية من النقاوة والقابلة للذوبان فى الماء بسهولة أو مع استعمال بعض الأحماض) والتى توفر كل الاحتياجات الغذائية للنباتات من عناصر التغذية الكبرى والصغرى.

التحليل الكمى لعناصر التغذية فى النبات:

بعد هذا العرض الموجز لعناصر التغذية الأساسية للنبات، فإنه يتبقى نقطة مهمة تجدر الإشارة إليها وهى أن ظهور أعراض نقص بعض العناصر أو ما يتشابه منها مع أعراض النقص قد يظهر لأسباب أخرى مثل زيادة تركيز بعض العناصر المنافسة والتى تعيق امتصاص هذه العناصر Antagonism أو ارتفاع درجات الحرارة أو نقص الأكسيجين اللازم لتنفس الجذور أو الإصابة بالأمراض أو لتأثير الرش ببعض الأسمدة أو المبيدات (جدول ٢ – ١١).

جدول (٢ -١١): يوضح علاقة بعض العوامل البيئية المحيطة بالنبات على ظهور أعراض بعض العناصر المغذية

العامل المؤثر		نتيجة هذا التأثير
وجود زيادة من عنصر النيتروجين	يؤدى إلى	ظهور أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
وجود زيادة من عنصر البوتاسيوم	يؤدى إلى	ظهور أعراض نقص عنصر المغنسيوم
وجود زيادة من عنصر الفوسفور	يؤدى إلى	ظهور أعراض نقص عنصر البوتاسيوم، الحديد، الزنك
وجود زيادة من عناصر المغنسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم.	يؤدى إلى	ظهور أعراض نقص عنصر الكالسيوم
وجود زيادة من عناصر النحاس، الزنك، المنجنيز، الكوبالت، الكادميوم، النيكل	يؤدى إلى	ظهور أعراض نقص عنصر الحديد
زيادة امتصاص عنصرى الصوديوم، الكلور	يؤدى إلى	إحداث تسمم للنبات وظهور ما يشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
زيادة امتصاص عناصر النحاس، الزنك، المنجنيز، الكوبالت، النيكل	يؤدى إلى	إحداث تسمم للنبات وظهور ما يشبه أعراض نقص عنصر الحديد
زيادة امتصاص عنصر الألومنيوم	يؤدى إلى	إحداث تسمم للنبات وظهور ما يشبه أعراض نقص عنصر الفوسفور
التعرض للحرارة المنخفضة	يؤدى إلى	ظهور صبغات بنفسجية محمرة تشبه أعراض نقص عنصر الفوسفور
التعرض للرياح الشديدة فى وجود الهواء الجاف	يؤدى إلى	احتراق بحواف الأوراق فيما يشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
نقص الأكسيجين فى بيئة النمو	يؤدى إلى	ظهور لون بنفسجى فيما يشبه أعراض نقص عنصر الفوسفور أو ظهور لون أصفر فيما يشبه أعراض نقص عنصر النيتروجين أو ظهور اصفرار جزئى فيما يشبه أعراض نقص عنصرى الحديد والمنجنيز أو احتراق

تابع جدول (٢ -١١)

العامـــل المؤثـــر	تؤدى إلى	نتيجـــة هـــذا التأثيـــر
	تؤدى إلى	بحواف الأوراق فيما يشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
بعض الإصابات الحشرية	تؤدى إلى	ظهور أعراض تشبه أعراض نقص عنصر البورن
الإصابة بالمن	تؤدى إلى	ظهور أعراض تشبه أعراض نقص عنصر البورون وأحياناً تشبه أعراض نقص عنصر البوتاسيوم
الإصابة بالعنكبوت الأحمر	يؤدى إلى	ظهور لون برونزى شاحب يخفى معه أعراض نقص بعض العناصر
الرش ببعض المبيدات أو الأسمدة	يؤدى الى	تلون الأوراق باللون الأصفر أو ظهور اللون البنى بين العروق أو على حواف الأوراق وهى أعراض تتشابه مع أعراض نقص بعض العناصر مثل النيتروجين والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم

وهذا التداخل فى مسببات ظهور أعراض نقص بعض العناصر يحتاج إلى خبره لتحديد المسبب الحقيقى لظهور هذه الأعراض وفى حالة تعذر ذلك فإنه يتم تقدير تركيز العنصر أو العناصر المشتبه فيها فى المحلول المغذى أو التقدير الكمى لهذه العناصر داخل أنسجة النبات حتى يمكن اتخاذ القرار المناسب.

وفى حالة التحليل الكمى للعناصر المغذية داخل أنسجة النبات فإنه يتم بأخذ عينات من النبات النامى بشكل محدد ومن أماكن معينة، وهذه العينات تختلف من نبات إلى آخر وتختلف أيضا باختلاف العنصر المراد تقديره وغالبا ما تكون هذه العينات من الأوراق. أو من أعناق الأوراق. وبعد أخذ العينات يتم إرسالها إلى أحد معامل تحليل التربة والنبات لتقدير العناصر المطلوبة. ويشترط فى أوراق النبات التى

يتم جمعها كعينة نباتية ما يلى:

١ ـ أن تجمع الأوراق فى عمر فسيولوجى معين «أى مرحلة نمو معينة وليست مرحلة سنية»، ويرجع ذلك إلى تغير تركيز العناصر فى الأوراق بتغير مرحلة نمو النبات. فمثلا العينة التى تجمع فى مرحلة النمو الخضرى للنبات يختلف تركيبها عن تلك التى تجمع فى مرحلة النمو الثمرى.

٢ ـ أن يكون للأوراق التى يتم جمعها وضع مورفولوجى معين على النبات حيث يؤثر ذلك على مستوى العناصر فى الورقة. فالأوراق التى بجانب الثمار تختلف فى تركيبها عن الأوراق الأخرى وهكذا.

وبصفة عامة فإن الأوراق أو الأجزاء النباتية التى يتم جمعها لابد وأن تعكس الحالة الغذائية للنبات. ويتم جمع أوراق العينة النباتية من ٢٠ ـ ٢٥ نبات من أماكن متفرقة وبطريقة عشوائية وأن تكون من نباتات غير مصابة بالأمراض الفطرية أو الحشرية وأن تكون غير ممزقة، وألا يكون نقص العناصر بها قد أخذ شوطاً كبيراً. وبعد ذلك تغسل الأوراق بالماء المقطر للتخلص من الأتربة أو أى مواد عالقة ثم تجفف بين ورقتى ترشيح وترسل إلى المعمل للتحليل. ومن نتائج التحليل يمكن معرفة حالة العنصر ومستوى تركيزه من حيث الكفاية أو النقص. ويبين الجدول رقم (٢ ـ ١٢) مواضع أخذ العينة النباتية لتحديد حدود النقص والكفاية لبعض العناصر الغذائية فى بعض نباتات الخضر والتى تعتبر كدليل لحاجة النباتات أو عدم حاجتها لهذا العنصر أو ذاك .

جـدول (٢ ـ١٢): حـدود النـقص والكفـاية لـكل من النـيـتـروجين والفوسفور والبوتاسيوم فى بعض نباتات الخضر

النبات	ميعاد أخذ العينة	الجزء النباتى	العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية
الفاصوليا	منتصف موسم النمو	عنق الورقة الرابعة من القمة	N	٢٠٠٠	٤٠٠٠
			P	١٠٠٠	٣٠٠٠
			K	٣	٥
	بداية الإزهار	نفس موضع العينة السابقة	N	١٠٠٠	٢٠٠٠
			P	٨٠٠	٢٠٠٠
			K	٢	٤
الفلفل	مرحلة مبكرة من النمو	عنق الورقة الصغيرة كاملة النضج	N	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
			P	٢٠٠٠	٤٠٠٠
			K	٤	٦
	بداية تكوين الثمار	نفس موضع العينة السابقة	N	٣٠٠٠	٥٠٠٠
			P	١٥٠٠	٢٥٠٠
			K	٣	٥
الطماطم	بداية الإزهار	عنق الورقة الرابعة من الطرف النامى	N	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
			P	٢٠٠٠	٣٠٠٠
			K	٣	٦
	الثمار قطرها ٢,٥ سم	نفس موضع العينة السابقة	N	٦٠٠٠	١٢٠٠٠
			P	٢٠٠٠	٣٠٠٠
			K	٢	٤
	بداية تلوين الثمار	نفس موضع العينة السابقة	N	٢٠٠٠	٤٠٠٠
			P	٢٠٠٠	٣٠٠٠
			K	٢	٤

تابع جدول (٢ ـ ١٢)

النبات	ميعاد أخذ العينة	الجزء النباتى	العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية
الكنتالوب	مرحلة مبكرة من النمو	عنق الورقة السادسة من القمة النامية	N	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
			P	٢٠٠٠	٤٠٠٠
			K	٤	٦
	بداية الإثمار	نفس موضع العينة السابقة	N	٥٠٠٠	٩٠٠٠
			P	١٥٠٠	٢٥٠٠
			K	٣	٥
	أول ثمرة ناضجة	نفس موضع العينة السابقة	N	٢٠٠٠	٤٠٠٠
			P	١٠٠٠	٢٠٠٠
			K	٢	٤
	أوائل مرحلة الإثمار	عنق الورقة السادسة من القمة	N	٥٠٠٠	٩٠٠٠
			P	١٥٠٠	٢٥٠٠
			K	٣	٥

N = النيتروجين النتراتى NO_3- N (جزء فى المليون).

P = الفوسفور الذائب فى حامض الخليك PO_4-P (جزء فى المليون).

K = البوتاسيوم الكلى (٪).

ملاحـــق

أوضح Gerber سنة ١٩٨٥ المدى الطبيعى لتركيزات العناصر الغذائية الأساسية فى أوراق نباتات كلا من الطماطم والخيار والخس (على أساس الوزن الجاف) ومستواها عند النقص والسمية فى الجدول التالى :

العنصر	المحصول	النقص عند أقل من	المدى الطبيعي	السميه عند أكبر من
النيتروجين الكلى N (٪)	الطماطم	٢,٢	٣,٠ ـ ٥,٠	
	الخيار	٢,٠	٢,٥ ـ ٥,٠	
	الخس	١,٨	٢,١ ـ ٥,٦	
النيتروجين فى صورة نترات NO_3 (٪)	الطماطم	٤,٣	١,٢ ـ ١,٥	
	الخيار	٠,٤	٠,٨ ـ ١,٨	
	الخس	٢,٠	٢,٥ ـ ٩,٣	
الفوسفور P (٪)	الطماطم	٠,٢	٠,٤ ـ ٠,٨	
	الخيار	٠,٣	٠,٥ ـ ١,٠	
	الخس	٠,٤	٠,٥ ـ ٠,٩	
البوتاسيوم K (٪)	الطماطم	٢,٠	٤,٠ ـ ٨,٠	
	الخيار	١,٥	٣,٠ ـ ٦,٠	
	الخس	٤,٠	٤,٠ ـ ١٠,٠	
الكالسيوم Ca (٪)	الطماطم	٠,٧	١,٥ ـ ٤,٠	
	الخيار	٢,٠	٢,٠ ـ ٨,٠	
	الخس	٠,٨	٠,٩ ـ ٢,٠	
الماغنسيوم Mg (٪)	الطماطم	٠,٢	٠,٤ ـ ١,٠	
	الخيار	٠,٣	٠,٤ ـ ٠,٨	
	الخس	٠,٣	٠,٤ ـ ٠,٨	
الكبريت الكلى S (٪)	الطماطم	٠,٥	١,٠ ـ ٣,٠	
	الخيار	٠,٤	٠,٤ ـ ٠,٨	
	الخس	٠,٢	٠,٢ ـ ٠,٥	

تابع الملاحـــق

العنصر	المحصول	النقص عند أقل من	المدى الطبيعى	السميه عند أكبر من
البورون B (ppm)	الطماطم	٣٠	٣٠ ـ ١٠٠	١٥٠
	الخيار	٣٠	٤٠ ـ ١٠٠	٢٠٠
	الخس	٢٢	٢٥ ـ ٦٥	٣٠٠
الحديد Fe (ppm)	الطماطم		٥٠ ـ ١٥٠	
	الخيار		٩٠ ـ ١٥٠	
	الخس		٥٠ ـ ٥٠٠	
المنجنيز Mn (ppm)	الطماطم	٢٥	٥٠ ـ ٢٠٠	٥٠٠
	الخيار	٤٠	٥٠ ـ ٣٠٠	٥٥٠
	الخس	٢٢	٢٥ ـ ٢٠٠	٢٥٠
النحاس Cu (ppm)	الطماطم	٤	٥ ـ ٢٥	
	الخيار	٢	٤ ـ ١٠	
	الخس	٢,٥	٥ ـ ١٨	
الزنك Zn (ppm)	الطماطم	١٥	٢٠ ـ ١٠٠	٣٠٠
	الخيار	٢٠	٥٠ ـ ١٥٠	٦٥٠
	الخس	٢٥	٣٠ ـ ٢٠٠	٣٥٠
الموليبدنم Mo (ppm)	الطماطم	٠,٢	١ ـ ٥	
	الخيار	٠,٣	١ ـ ٣	
	الخس	٠,٢	٠,٥ ـ ٣,٠	

obeikandl.com