العناصر الدقيقة

إن العناصر الدقيقة هى العناصر التى يمتصها النبات بكميات قليلة جدا ، لذا .. فإنها تسمى بالعناصر الصغرى ، ولكنها لا تقل أهمية عن العناصر الكبرى ، إذ إن النبات لايمكنه أكمال دورة حياته فى غيابها ، وهى تشمل عناصر : الحديد ، والنحاس ، والزنك ، والمنجنيز ، والبورون ، والموليبدنم .

١ - الحديد

يدخل الحديد فى تركيب عديد من الإنزيمات اللازمة فى عملية التنفس ، وتلك المسئولة عن تمثيل جزىء الكلوروفيل ، كما يدخل فى تركيب صبغة الهيم heme ، وهى الصبغة الضرورية فى المراحل الأخيرة من التنفس .

يتميز نقص العنصر بظهور لون أصفر بين العروق فى أوراق النموات الحديثة ، التى يندر أن يعمها اللون الأصفر ، فيما عدا فى الأوراق الحديثة جداً فى حالات النقص الشديدة . ومع استمرار نقص العنصر يتحول لون الأنسجة بين العروق إلى اللون العاجى ، بينما تبقى العروق خضراء اللون .

يمتص النبات العنصر على صورة أيون الحديديك Fe^{+++} غالباً ، ولكن الصورة النشطة بيولوجيا فى النبات هى صورة أيون الحديدوز Fe^{++} . ولذا .. فإنه يتحول أولا إلى حديدوز قبل أن يستفيد منه النبات .

يثبت الحديد فى الأراضى القلوية ؛ وبذا .. يصبح غير ميسر لامتصاص النبات . ويزداد تثبيت العنصر فى الأراضى الجيرية ، لتكون كربونات الحديد ، وعند التسميد بكميات كبيرة من الفوسفات الذائبة ، لتكون فوسفات الحديد . وتزداد الظاهرة الأخيرة فى الأراضى الرملية عنها فى الأراضى الطينية ، لأن الأراضى الرملية أقل قدرة على تثبيت الفوسفات من الأراضى الطينية .

ويعد الحديد من العناصر التى تتوفر فى التربة بكميات كبيرة ، إلا أن ذلك يكون فى الصور غير القابلة للذوبان ، بينما تكون نسبة الذائب ، أو المتبادل منه منخفضة للغاية .

٢ - النحاس

يدخل النحاس فى تركيب عديد من الإنزيمات التى تلعب دوراً هاماً فى تفاعلات الأكسدة والاختزال فى النبات ، ويعد هذا العنصر ضروريا لتمثيل جزىء الكلوروفيل .

يصاحب نقص النحاس ظهور لون أصفر شاحب وباهت بالأوراق ، يعقبه فقدان اللون الأخضر كلية فى قمة الأوراق . وتظهر الأعراض على صورة احتراق (انسفاع) Scalding فى الجو الحار . ويكون نمو النباتات التى تعانى نقص العنصر بطيئاً ، وتكون أوراقها مرتخية . ويصاحب نقص العنصر فى البصل بهتان لون حراشيف الأبصال ، وسهولة انفصالها .

وأكثر الخضر حساسية لنقص النحاس هى : البنجر ، والسبانخ ، والخس ، والبصل .

يمتص النبات النحاس على صورته الأيونية Ca^{++} ، التى تدمص بشدة على سطح غرويات التربة . وبرغم توفر العنصر بكميات كبيرة مثبتاً فى صخور التربة ، إلا أنه لا يوجد منه سوى القليل جداً ذائباً فى المحلول الأرضى . ويقدر تركيزه فى المحلول الأرضى - عند توفر العنصر بكميات مناسبة - بنحو ٠,١ جزءاً فى المليون . وهو يثبت بكثرة فى الأراضى القلوية .

٣ - الزنك

يعد الزنك عنصراً ضرورياً لتكوين التربتوفان Tryptophane ، وهو الحامض الأمينى الذى يتكون منه إندول حامض الخليك IAA . ويعد العنصر ضروريا لكل من عمليات : تمثيل البروتين ، والتنفس ، وتكوين جزىء الكلوروفيل .

تظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق الحديثة أولا على صورة لون مصفر بين العروق ، بينما تظل العروق خضراء اللون . وتكون أوراق النباتات التى تعانى نقص العنصر صغيرة ، وضيقة ، ومبرقشة ، ومشوهة ، وغير منتظمة الشكل ، وملتوية ، ومتزاحمة على أفرع قصيرة ، فتأخذ شكلاً متوردا rosette . كذلك تصبح السلاميات قصيرة ، ويبدو النبات متقزماً فى حالات النقص الشديدة ، ولذلك علاقة بتمثيل الأوكسين IAA .

ومن الأعراض الأخرى المميزة لنقص الزنك : موت أفرع النباتات المعمرة من القمة نحو القاعدة dieback ، ونقص محصول البذور في البقوليات ، وظهور لون بني محمر على الأوراق الفلقية للفاصوليا ، وظهور لون أصفر بين العروق مع احتراق حواف الأوراق في البنجر ، وظهور خطوط خضراء وصفراء عريضة عند قواعد الأوراق ، مع تأخير ظهور الحريرة ، وعدم امتلاء الكيزان جيداً في الذرة السكرية .

وأكثر الخضروات حساسية لنقص الزنك : الذرة السكرية ، والفاصوليا .

تمتص النباتات الزنك على صورة أيون العنصر Zn^{++} . ويبلغ تركيزه المناسب في المحلول الأرضي خمسة أجزاء في المليون ، ولكنه يثبت بشدة في الأراضي التي يزيد فيها الـ pH عن ٨ر٠ .

٤ - المنجنيز

يعد المنجنيز ضرورياً لتمثيل جزيء الكلوروفيل ، وهو يعمل كمنشط ، أو يدخل في تركيب عديد من الإنزيمات الهامة التي تشترك في تفاعلات الأكسدة والاختزال ، وتمثيل البروتين. ويمكن أن تقوم الكاتيونات الثنائية الشحنة الأخرى - مثل : Mg^{++} ، و Zn^{++} ، وFe^{++} - بعمله بالنسبة للإنزيمات التي تدخل في تفاعلات الأكسدة والاختزال ، كما يمكن أن يحل أيون الكوبالت Co^{++} جزئيا محلة في تركيب إنزيمين لازمين لدورة كربس ، وهما : malic dehydrogenase ، و oxalsuccinc dehydrogenase .

تظهر أعراض نقص المنجنيز على الأوراق الحديثة أولا على صورة اصفرار في المساحات بين العروق - بينما تبقى العروق خضراء - مع ظهور بقع صغيرة ميتة متحللة على امتداد وسط الورقة .

ومن الأعراض الخاصة لنقص العنصر : ظهور بقع متحللة بنية اللون في الأوراق الفلقية لكل من البسلة والفاصوليا ، وظهور خطوط صفراء اللون بأوراق البصل والذرة السكرية .

وأكثر الخضروات حساسية لنقص العنصر هي : الفاصوليا ، والبسلة ، والطماطم ، والبطاطس ، والبنجر ، والسبانخ ، والبصل ، والخس ، والفجل .

يمتص المنجنيز على صورة أيون العنصر فى صورته الثنائية Mn^{++} ، وهو يثبت بشدة فى الأراضى القلوية . يوجد معظم المنجنيز فى التربة مثبتاً فى الصورتين الثلاثية والرباعية لأكسيد المنجنيز . أما الصورة الثنائية فإن تركيزها فى المحلول الأرضى منخفض للغاية ؛ لذا .. فإن الصورة المتبادلة تعد مهمه جداً لتغذية النبات .

٥ - البورون

يلعب البورون دوراً هاماً فى انقسام الخلايا ، لذا .. ترتبط أعراض نقصه بالأنسجة النشطة فى الانقسام . وهو عنصر غير متحرك ؛ مما يعنى ظهور أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولا .

ومن الأعراض العامة لنقص العنصر ما يلى :

أ - انهيار خلايا الأنسجة الميرستيمية التى تحدث فيها انقسامات نشطة ، وهى القمم النامية ومناطق الكامبيوم .

ب - يترتب على (أ) تأثر الحزم الوعائية فى الجذور والسيقان ، وتعطل انتقال الماء فيها ؛ فيحدث الذبول الذى يكون غالباً بداية لظهور أعراض نقص العنصر .

جـ - ينخفض أيضاً المحتوى الكربوهيدراتى للجذور والسيقان ؛ بسبب تعطل انتقال المواد الكربوهيدراتية إليها .

د - موت القمم النامية للجذور والسيقان .

هـ - التفاف حواف الأوراق الصغيرة التى تكون أنسجتها نشطة فى الانقسام ، وقد يظهر عليها لون أصفر باهت غير منتظم التوزيع .

ومن الأعراض الخاصة لنقص عنصر البورون ما يلى :

أ - ظهور بقع فلينية سوداء ، أو بنية اللون قريباً من حلقات النمو فى البنجر .

ب - تلون أقراص القنبيط والبراعم الزهرية للبروكولى باللون البنى .

جـ - تظهر على سيقان القنبيط ، والكرنب ، والبروكولى مناطق مائية تتطور فيما بعد إلى شقوق أفقية .

د – تظهر على أعناق أوراق الكرفس من جهة الخارج خطوط بنية متحللة ، بينما تتحلل خلايا البشرة من الداخل .

هـ – تظهر على أعناق أوراق السلق خطوط قاتمة اللون من جهة الخارج ، بينما تظهر تشققات عليها من الداخل .

وقد سبق تقسيم الخضروات حسب حاجتها إلى عنصر البورون ، أو حساسيتها لزيادة تركيزه فى ماء الرى .

يمتص النبات البورون على أى من الصور التالية : $B_4O_7^{--}$ ، و $H_2BO_3^-$ ، و HBO_3^{--} ، و BO_3^{---} ، وهو من العناصر التى تثبت فى الأراضى القلوية ، خاصة عندما يتراوح pH التربة من ٧ر٥ – ٨ر٥ ، وتكثر ظهور أعراض نقصه فى الأراضى الرملية ، حيث ينخفض تركيزه فى المحلول الأرضى بشدة . وأفضل تركيز للبورون فى محلول التربة هو ما يتراوح بين ١ر٠ – ٠ر١ جزء فى المليون . وتظهر غالبا أعراض التسمم بالعنصر إذا زاد تركيزه عن ذلك المستوى .

٦ – الموليبدنم

يدخل الموليبدنم فى تركيب أحد الإنزيمات التى تعمل على اختزال النترات فى النبات إلى أمونيا . وقد لوحظ أن نقص الموليبدنم يتبعه دائماً نقص فى تركيز حامض الأسكوربيك فى النبات ، وهو الذى يحمى الكلوروبلاستيدات من أى تغير فى تركيبها . ويبدو أن للموليبدنم دوراً فى ميتابوليزم الفوسفور فى النبات .

تتميز أعراض نقص الموليبدنم بظهور بقع مصفرة غير منتظمة الشكل والتوزيع على نصل الورقة . وإلى جانب ذلك .. يموت البرعم الطرفى ، وتتشوه الأوراق الحديثة ، ولا ينمو نصل الورقة بمعدله الطبيعى ، وربما لا ينمو كلية ، ويبقى العرق الوسطى فقط ، كما يكون النمو بطيئاً والنباتات متقزمة .

ومن الأعراض الأخرى لنقص الموليبدنم ما يلى :

أ – التفاف حواف الأوراق ، وتلونها باللون الأصفر أو البنى فى كل من : الطماطم ،

والخيار ، والفاصوليا ، والبروكولى .

ب - ظهور حالة طرف السوط Whiptail (ضيق الورقة ، مع تآكل حافة النصل) فى القنبيط ، مع تكون أقراص صغيرة مفككة .

وأكثر الخضراوات حساسية لنقص الموليبدنم هى : الخس ، والفاصوليا ، والقنبيط ، والبروكولى ، والطماطم ، والخيار ، والبصل ، والسبانخ .

يمتص النبات الموليبدنم فى الصورة الأيونية $HMoO_4^-$ ، أو MoO_4^{--} ، وهو لايثبت فى الأراضى القلوية بعكس العناصر الدقيقة الأخرى . ويتراوح تركيز الموليبدات الذائبة فى التربة من ٠,٣ - ٣,٩ أجزاء فى المليون . ويدمص أيون الموليبدنم بطريقة التبادل الأنيونى ، كما فى حالة أنيونات الكبريتات ، والفوسفات (عن Devlin ١٩٧٥ ، و Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .