٩ – ٧ : الكبريت

٩ – ٧ – ١ : دور الكبريت فى النبات

يدخل الكبريت فى تركيب ثلاثة أحماض أمينية أساسية هى : السيستين cysteine ، والسيستاين Cystine ، والميثايونين methionine ، كما يدخل فى تركيب الثيامين thiamin (فيتامين ب١) ، وهو مرافق إنزيمى ضرورى فى عملية التنفس . ويوجد الكبريت أيضًا فى تركيب الفيتامين بيوتين biotin ، وفى المرافق الإنزيمى Coenzyme A .

والكبريت عنصر أساسى فى تركيب بعض المواد الطيارة التى تعطى الطعم والنكهة المميزتين لبعض الخضروات ، مثل : البصل ، والثوم ، والصليبيات .

هذا .. ويمتص الكبريت فى صورة أيون الكبريتات SO_4^{--} فقط .

٩ – ٧ – ٢ : أعراض نقص الكبريت

نادرًا ما تظهر أعراض نقص الكبريت لتوفره فى الأسمدة المختلفة ، فضلًا عن أن العنصر نفسه يستعمل فى مكافحة الكثير من الأمراض الفطرية . وتتشابه أعراض نقص الكبريت مع أعراض نقص الأزوت ، إلّا أن الأعراض تظهر على الأوراق الحديثة أولًا . أما الأزوت ، فتظهر أعراض نقصه على الأوراق الكبيرة أولًا . ويرجع ذلك إلى أن الكبريت لا ينتقل فى النبات بسرعة .

وتتميز أعراض نقص الكبريت باصفرار الأوراق الحديثة . ويكون الاصفرار أكثر وضوحًا فى العروق ، عنه بين العروق ، وذلك عكس الحالة فى كل من أعراض نقص المغنسيوم ، والمنجنيز ، والحديد .

٩ – ٧ – ٣ : تيسر الكبريت فى التربة

يتيسر الكبريت فى الأراضى التى يزيد فيها الـ pH عن ٦ ، ويقل نسبيًّا فى pH ٥ – ٦ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥ . فأيون الكبريتات – مثله مثل أيون الفوسفات – يدمص بقلة على غرويات التربة . ويزداد ادمصاصه مع انخفاض pH التربة .

ومن المعتقد أنه يحل محل أيون الأيدروكسيل على حبيبات الطين . وتسمى تلك الظاهرة بظاهرة التبادل الأنيونى anion exhchange ، وعليه .. فإن عملية إضافة الجير التى تزيد من قلوية التربة تقلل ادمصاص هذا العنصر .

وأهم مصادر الكبريت للنبات هو ما يوجد فى المادة العضوية ، وفى الهواء الجوى (حيث يسقط مع ماء المطر) ، بالإضافة إلى ما يوجد فى الأسمدة الكيميائية المضافة .

ويوجد الكبريت فى المادة العضوية فى صورة مواد بروتينية . ولكى يستطيع النبات استعماله يجب أن يتحول إلى أيون كبريتات أولًا . وتقوم الكائنات الدقيقة فى التربة بذلك ، حيث تحول المادة العضوية المحتوية على الكبريت إلى مركبات عديدة ، منها الـ hydrogen sulfide (H_2S) الذى يتأكسد ، معطيًا حامض الكبريتيك الذى يتفاعل بدوره مع معادن التربة فى المحلول الأرضى ، مكونًا أملاح الكبريتات .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أما الكبريت الموجود فى الهواء ، فإنه ينتج عن احتراق الفحم ، كما يوجد فى الأبخرة المتصاعدة من العديد من المصانع ، ويصل إلى الأرض بعد ذوبانه فى ماء المطر ، ثم يتأكسد إلى SO_4 ، ثم إلى SO_3 الذى يتفاعل مع الماء ، معطيًا حامض الكبريتيك الذى يتفاعل بدوره مع معادن التربة ، مكونًا أملاح الكبريتات . وفى المناطق الصناعية تصل إلى التربة كميات كبيرة من الكبريت بهذه الطريقة .

أما الأسمدة المحتوية على الكبريت ، فهى عديدة ، ومنها : الكبريت الخام ، وكبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، والجبس ، والسوبر فوسفات الذى يحتوى على كبريتات الكالسيوم . هذا .. ويتأكسد الكبريت المعدنى إلى كبريتات قبل أن يستطيع النبات استعماله .

٩ - ٨ : الحديد

٩ - ٨ - ١ : دور الحديد فى النبات

يعتبر الحديد عنصرًا أساسيًّا لتكوين جزىء الكلوروفيل ، رغم أنه لا يدخل فى تركيبه ، ولكن يبدو أن الحديد يلعب دورًا هامًّا فى تكوين الإنزيمات المسئولة عن تمثيل الكلوروفيل . كما أن الحديد يدخل فى تركيب العديد من الإنزيمات اللازمة فى عملية التنفس ، ومن أمثلتها : الكاتاليز ، والبيروكسيديز ، وأكسيديز السيتوكروم ، والسيتوكروم ، بالإضافة إلى دخول الحديد فى تركيب جزىء صبغة الهيم heme ، وهى الصبغة الضرورية فى المراحل الأخيرة من التنفس .

ويمتص النبات الحديد فى صورة أيون الحديديك غالبًا ، ولكن الصورة النشطة بيولوجيًّا فى النبات هى صورة أيون الحديدوز ، وعليه .. فإنه بعد امتصاصه يتحول أولًا إلى حديدوز قبل أن يستفيد منه النبات .

٩ - ٨ - ٢ : أعراض نقص الحديد

يعتبر الحديد من أقل العناصر قدرة على التحرك داخل النبات ، لذلك تظهر أعرض نقصه على الأوراق الحديثة ، بينما تظل الأوراق المسنة خضراء وذات محتوى عال من الحديد . ويتميز نقص العنصر بظهور لون أصفر بين العروق فى أوراق النموات الحديثة . ونادرًا ما تصبح الأوراق الحديثة كلها صفراء ، ولكن قد يحدث ذلك فى الأوراق الصغيرة جدًّا فى حالات النقص الشديدة . ومع استمرار نقص العنصر يتحول لون الأنسجة بين العروق إلى اللون الأبيض العاجى ، بينما تظل العروق خضراء اللون .

٩ - ٨ - ٣ : تيسر الحديد فى التربة

يتوفر الحديد فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عن ٦ ، ويقل نسبيًّا فى pH ٦ - ٧ ، ولكن يصبح النقص شديدًا عند زيادة الـ pH عن ٧ . ويزداد الحديد فى الأراضى الحامضية إلى درجة أن تركيزه يصبح سامًّا للنبات فى الأراضى الشديدة الحموضة . وأفضل pH يتوفر فيه الحديد بتركيزات مناسبة هو من ٥,٥ - ٦,٢ .

وتجدر ملاحظة أن التسميد بكميات كبيرة من الفوسفات الذائبة يؤدى إلى تحول الحديد الذائب إلى صورة غير قابلة للذوبان بسبب اتحاد الحديد مع أيون الفوسفات ، مكونًا فوسفات الحديد .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وتزداد هذه الظاهرة فى الأراضى الرملية ، عنه فى الأراضى الطينية .
على تثبيت الفوسفات من الأراضى الطينية .

والحديد من العناصر التى تتوفر فى التربة بكميات كبيرة ، إلّا أن ذلك يكون فى الصور غير القابلة للذوبان . ونسبة الذائب أو المتبادل منخفضة جدًّا فى التربة ، خاصة فى الأراضى المتعادلة والقلوية .

ونادرًا ما يعطى التسميد بالحديد عن طريق التربة نتائج ملموسة ، لكن رش الأوراق يعطى نتائج إيجابية مؤقتة ، حيث تزول أعراض نقص العنصر . ويعالج نقص الحديد بأحد الأسمدة التالية :

١ – كبريتات الحديدوز Ferrus sulfate (٢٠٪ حديد $Fe\ SO_4 . 7\ H_2O$) ، بمعدل ٥ – ١٠ كجم/فدان للتربة ، أو رشًّا بتركيز ١ – ١,٥ كجم/٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٢ – الحديد المخلبى (مشتقات ethylenediamine tetraacetic acid ، وتحوى حديدًا بنسبة ٩ – ١٢٪) ، بمعدل ٨ – ١٦ كجم/فدان للتربة ، ورشًّا بتركيز ٣٥٠ – ٤٥٠ جم/ ٤٠٠ لتر ماء . ويجب ألا تتعدى الكمية التى تستعمل للفدان من هذه المادة أكثر من ٤٠٠ لتر من محلول الرش ، ويرمز لتلك المادة بالرمز EDTA .

ومن الصور المخلبية أيضًا : diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPA) . وهذه المركبات المخلبية تحفظ الحديد فى صورة ميسرة لامتصاص النبات ، وتسهل امتصاصه وانتقاله فى النبات ، كما أنها لا تتحلل فى التربة (أنظر الفصل الثامن عشر) .

٩ – ٩ : النحاس

٩ – ٩ – ١ : دور النحاس فى النبات

يدخل النحاس فى تكوين بعض الإنزيمات التى تلعب دورًا هامًّا فى تفاعلات الأكسدة والاختزال فى النبات . فهو يدخل فى تركيب إنزيمات الفينوليز phenolases واللاكيّز laccase . ويعتبر النحاس عنصرًا ضروريًّا لتكوين الكلوروفيل فى النبات ، وربما يكون له دور فى عملية التمثيل الضوئى .

كما يدخل النحاس فى تركيب إنزيم التيروزينيز tyrosinase ، وهو المسئول عن تلون لب درنات البطاطس باللون الداكن فى وجود الأكسجين ، وفى تركيب إنزيم أكسيديز حامض الأسكوربيك ascorbic acid oxidase ، وهو المسئول عن أكسدة حامض الأسكوربيك . ويمتص النبات العنصر فى صورته الأيونية .

٩ – ٩ – ٢ : أعراض نقص النحاس

يصاحب نقص عنصر النحاس ظهور لون أصفر شاحب وباهت بالأوراق ، يعقبه فقدان اللون الأخضر كلية فى قمة الأوراق . وتظهر الأعراض – كاحتراق واسمرار (إنسفاع) Scalding – خاصة فى الأيام الحارة . هذا .. وتكون الأوراق مرتخية ، والنمو بطيئًا . وفى البصل يصاحب نقص العنصر بهتان لون حراشيف الأبصال .

وأكثر الخضر حساسية لنقص النحاس هى : البنجر ، والجزر ، والخس ، والبصل ، والسبانخ ، وهى الخضر التى تستجيب بدرجة عالية للتسميد بالنحاس .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٩ – ٩ – ٣ : تيسر النحاس فى التربة

يتوفر النحاس فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عن ٧ ، ويقل نسبيًّا فى pH ٧ – ٨ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH أعلى من ٨ .

وتظهر أعراض نقص العنصر غالبًا فى الأراضى الغنية بالمادة العضوية . ومن المعتقد أن النحاس يتحول بفعل المادة العضوية إلى صورة غير قابلة للذوبان ، إذ إنه يثبت فى الأراضى العضوية بواسطة بعض كائنات التربة الدقيقة . كذلك تظهر أعراض نقص العنصر فى الأراضى الحامضية (pH أقل من ٥,٥) والرملية .

ويوجد النحاس بكميات كبيرة مثبتًّا فى صخور التربة ، ولا يوجد منه سوى القليل جدًّا ذائبًا فى المحلول الأرضى . ويقدر تركيزه فى الأراضى العادية بـ ٠,٠١ جزء فى المليون بالمحلول الأرضى . ويدمص أيون النحاس (نح$^{++}$) بشدة على غرويات التربة ، كما قد تدمص أيضًا الكاتيونات ذات الشحنة الواحدة ، مثل : نح أ يد$^{+}$ ، نح كل$^{+}$. وبالإضافة إلى ذلك .. يوجد النحاس فى المادة العضوية فى التربة ، كما قد يتحد معها ، مكونًا مركبات معقدة غير متبادلة .

ويعالج نقص النحاس فى التربة بإحدى المعاملتين التاليتين :

١ – كبريتات النحاس (٢٥,٥٪ نح – $Cu\ So_4 . 5H_2O$) ، بمعدل ١١ – ٢٢ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًّا بتركيز ٠,٩ – ٢,٢٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٢ – أكسيد النحاس (يحوى ٧٩,٦٪ نح – CuO) ، بمعدل ٣,٥ – ٧ كجم/ فدان للتربة ، ولا يستعمل رشًّا لقلة مقدرته على الذوبان .

وغالبًا ما يكفى التسميد به مرة واحدة لسد النقص فى التربة لعدة سنوات .

٩ – ١٠ : الزنك

٩ – ١٠ – ١ : دور الزنك فى النبات

يعد الزنك عنصرًا ضروريًّا لتكوين التربتوفان tryptophane ، وهو الحامض الأمينى الذى يتكون منه إندول حامض الخليك IAA ، كما يدخل الزنك فى تركيب كل من : glyco-glycine dipeptidases الضرورية فى تمثيل البروتينات ، والـ dehydrogenases الضرورية للـ glycolysis فى المراحل النهائية من التنفس ، كما أن الزنك ضرورى لتكوين جزىء الكلوروفيل . ويمتص النبات الزنك فى صورة أيون العنصر .

٩ – ١٠ – ٢ : أعراض نقص الزنك

تظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق الحديثة أولًا ، حيث يؤدى نقصه إلى ظهور لون مصفر بين العروق فى الورقة ، وتظل العروق خضراء ، وتكون الأوراق صغيرة ، وضيقة ، ومبرقشة ومشوهة ، وغير منتظمة الشكل ، وملتوية ، ومتزاحمة على أفرع قصيرة ، فتأخذ شكلًا متوردًا

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

rosette . كذلك تصبح السلاميات قصيرة ، ويبدو النبات متقزمًا فى حالات النقص ولذلك علاقة بتمثيل الأوكسين IAA .

وعمومًا .. تختلف أعراض نقص الزنك من محصول لآخر . ففى النباتات المعمرة تموت الأفرع التى تظهر بها أعراض النقص من القمة نحو القاعدة dieback ، ويقل محصول البذور ، ولذلك أهمية كبيرة فى البقوليات ، كما يظهر لون بنى محمر على الأوراق الفلقية فى الفاصوليا . وفى البنجر يظهر لون أصفر بين العروق ، وتحترق حواف الأوراق . وفى الذرة السكرية تظهر خطوط خضراء وصفراء عريضة عند قواعد الأوراق ، وتتأخر الحريرة فى الظهور ، ويصاحب ذلك عدم امتلاء الكيزان جيدًا .

وأكثر الخضروات استجابة للتسميد بالزنك هى : الذرة السكرية ، والفاصوليا ، وفاصوليا الليما .

٩ - ١٠ - ٣ : تيسر الزنك فى التربة

يتوفر الزنك فى الأراضى التى يقل فيها pH عن ٧ ، ويقل نسبيًا فى pH من ٧ - ٨ ، ويكون النقص شديدًا عند زيادة pH التربة عن ٨ .

هذا .. ويثبت الزنك بسهولة بواسطة غرويات التربة . وتركيز العنصر فى المحلول الأرضى منخفض جدًا . ويقل التركيز بزيادة pH التربة . والمدى المناسب لتركيز الزنك فى المحلول الأرضى هو ١ - ١٠ جزء فى المليون ، وأفضل تركيز ٥ جزء فى المليون . وقد يثبت الزنك بواسطة بعض الكائنات الحية الدقيقة فى التربة .

ويعالج نقص الزنك بالتسميد بأحد المركبات التالية :

١ - كبريتات الزنك Zinc sulphate (تحتوى على ٢٠٪ زنك ، وتركيبها $Zn\ SO_4 . 7H_2O$) ، بمعدل ٤,٥ - ١٨ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٠,٩ - ١,٨ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٢ - الزنك المخلبى (مشتقات ethylenediamine tetraacetic acid) ، بمعدل ٧ - ١٨ كجم/فدان للتربة ، أو رشًا بتركيز ٣٥٠ - ٤٥٠ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٩ - ١١ : المنجنيز

٩ - ١١ - ١ : دور المنجنيز فى النبات

يعد المنجنيز عنصرًا ضروريًا لتكوين الكلوروفيل رغم أنه لا يدخل فى تركيب جزىء الكلوروفيل . ويدخل مثل الحديد فى تركيب العديد من الإنزيمات الهامة التى تدخل فى تفاعلات الأكسدة والاختزال . فهو يعمل كمنشط إنزيمى فى عمليات التنفس وتمثيل البروتين ، ومع ذلك .. ففى كثير من التفاعلات - خاصة تفاعلات التنفس - يمكن أن تحل الكاتيونات الثنائية الشحنة الأخرى ، مثل : مغ++ ، وكو++ ، و ز++ ، و ح++ محل كاتيون المنجنيز ، خاصة المغنسيوم الذى يحل غالبًا محل المنجنيز ، ولكن المنجنيز ضرورى وأساسى لعمل إنزيمات أخرى كثيرة ، مثل :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

إنزيمات malic dehydrogenase ، و oxalsuccinic dehydrogenase ، وكلاهما من إنزيمات دورة كربس Krebs . ويمكن أن يحل الكوبالت جزئيًا محل المنجنيز بالنسبة لهذين الإنزيمين . ويعمل المنجنيز كمنشط لإنزيمات تمثيل البروتين: nitrate reductase ، و hydroxylamine reductase ، كما أنه يلعب دورًا فى أكسدة إندول حمض الخليك IAA فى النبات . ويمتص المنجنيز فى صورة أيون العنصر .

٩ - ١١ - ٢ : أعراض نقص المنجنيز

يعتبر المنجنيز من العناصر القليلة التحرك نسبيًا فى النبات ؛ لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولًا . وتتشابه أعراض نقص المنجنيز مع أعراض نقص المغنسيوم ، فيما عدا أن الاصفرار يحدث على الأوراق الحديثة أولًا فى حالة نقص المنجنيز ، بينما يظهر على الأوراق المسنة أولًا فى حالة نقص المغنسيوم . وتتميز الأعراض باصفرار الأنسجة بين العروق فى الورقة ، وتظهر بقع ميتة متحللة صغيرة على امتداد وسط الورقة ، وتظل العروق خضراء دائمًا . وفى حالات النقص الشديدة تمتد الأعراض إلى الأوراق المسنة أيضًا . ومن أعراض نقص العنصر أيضًا : ظهور بقع متحللة بنية فى الأوراق الفلقية للبسلة والفاصوليا . وفى الذرة السكرية والبصل تظهر خطوط مصفرة على الأوراق . وفى البنجر يكتسب النمو الخضرى لونًا أحمر داكنًا .

وأكثر الخضروات احتياجًا للتسميد بالمنجنيز هى : الفاصوليا ، والخس ، والبصل ، والبسلة ، والبطاطس ، والفجل ، والسبانخ ، والطماطم ، والبنجر . وتحت الظروف المصرية تظهر أعراض نقص العنصر بوضوح على الفاصوليا .

٩ - ١١ - ٣ : تيسر المنجنيز فى التربة

يتوفر المنجنيز فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عن ٦,٥ ، ويقل نسبيًا فى pH ٦,٥ - ٧ ، ويصبح النقص شديدًا عند زيادة الـ pH عن ٧ . وأفضل pH يتوفر فيه العنصر بكميات مناسبة هو من ٥,٥ - ٦,٢ .

يوجد المنجنيز فى التربة فى الصور الأيونية الثنائية ، والثلاثية ، والرباعية الشحنة . والصورة الثنائية الشحنة توجد ذائبة فى المحلول الأرضى ، أو فى صورة كاتيون مدمص على سطح حبيبات التربة ، وكلاهما ميسر لامتصاص النبات . والصورة المتبادلة مهمة جدًا فى تغذية النبات ، لأن تركيز العنصر فى المحلول الأرضى منخفض للغاية . وبالإضافة إلى ذلك .. فإن المنجنيز يوجد بحالة مثبتة فى التربة فى الصورتين الثلاثية والرباعية الشحنة ، وبدرجة قليلة نسبيًا فى صورته الثنائية الشحنة . ومعظم المنجنيز المثبت يوجد فى الصور الثلاثية والرباعية لأكسيد المنجنيز .

وحيث إن الصورة المختزلة (من ++) هى الصالحة لامتصاص النبات ، لذا نجد أن المنجنيز الميسر يكثر فى الأراضى الرديئة الصرف والحامضية ، حيث تختزل الصور الأخرى إلى هذه الصورة تحت هذه الظروف . وبالعكس .. فإن الأراضى القلوية الجيدة التهوية تشجع أكسدة المنجنيز ويصبح غير ميسر للامتصاص ، حيث يتكون (MnO) و Mn_2O_3 .

كذلك فإن المنجنيز فى صورته العضوية يعتبر غير ميسر لامتصاص النبات . ولبعض الكائنات الدقيقة المقدرة على تثبيته وجعله غير ميسر للنبات .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ويعالج نقص المنجنيز باستعمال سماد كبريتات المنجنيز Manganese (ous) sulfate (يحوى ٢٤,٦٪ من – $Mn\ So_4.\ 4H_2O$) بمعدل ٩ – ١٤ كجم/ فدان للتربة ، ويستعمل الحد الأعلى فى الأراضى القلوية التى يزيد فيها الـ pH عن ٧ ، أو رشًّا بتركيز ٠,٩ – ١,٨ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٩ – ١٢ : البـــورون

٩ – ١٢ – ١ : دور البورون فى النبات

من المعتقد أن البورون يلعب دورًا فى تكوين الجدر الخلوية ، وفى انتقال السكريات فى النبات . وقد وجد البعض أن السكر ينتقل بسهولة خلال الأغشية الخلوية بعد اتحاده مع البورون . كما أن البورون ضرورى لانقسام الخلايا ، وتكوين اللحاء ، وانتقال بعض الهرمونات ، وإنبات حبوب اللقاح .

ويمتص النبات البورون فى الصور التالية :

$$BO_3^{3-},\ HBO_3^{2-},\ H_2BO^-_3,\ B_4O_7^{2-}$$

٩ – ١٢ – ٢ : أعراض نقص البورون

يثبت البورون فى الأنسجة التى يصل إليها بعد امتصاصه ، ولا يتحرك بعد ذلك ، أى أنه عنصر غير متحرك ؛ لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولًا .

تبدأ أعراض نقص البورون فى الظهور بانهيار خلايا الأنسجة المرستيمية التى تحدث فيها انقسامات نشطة ، وهى القمم النامية ومناطق الكامبيوم . وتتأثر الحزم الوعائية بالجذور والسيقان ، ويتعطل انتقال الماء فيها ؛ فيحدث الذبول الذى يكون غالبًا بداية لظهور أعراض نقص العنصر .

ويكون المحتوى الكربوهيدراتى لجذور وسيقان النباتات التى تعانى نقصًا فى البورون قليلًا بسبب تعطل انتقال المواد الكربوهيدراتية ، وزيادة تركيزها فى الأوراق . وفى حالات النقص الشديدة تموت القمم النامية ، وتتشوه الأوراق الحديثة ، وتظهر بقع بنية أو سوداء فلينية فى أعضاء التخزين من جذور ودرنات .

ونظرًا لأن حواف الأوراق يحدث بها انقسام أثناء زيادة الأوراق فى المساحة ، فإن نقص البورون يؤدى أحيانًا إلى تلون حواف الأوراق باللون الأصفر أو البنى ، ولكن الأعراض الأكثر شيوعًا هى التفاف حواف الأوراق الصغيرة . وقد يظهر لون أصفر باهت غير منتظم التوزيع على أوراق الخضر الجذرية . وعمومًا .. يكون حجم النبات الذى يعانى من نقص البورون أصغر من الحجم الطبيعى ، كما تموت القمم النامية للجذور والسيقان .

هذا .. ويزداد ظهور أعراض نقص العنصر عند نقص الرطوبة الأرضية ، وفى حالات الحرارة المرتفعة ، والإضاءة العالية ، وهى ظروف لا تشجع على انتقال البورون من الأوراق إلى الأعضاء الأخرى فى النبات .

ويؤدى نقص البورون إلى ظهور بقع بنية أو سوداء فلينية متناثرة على سطح الجذور ، أو قريبًا من حلقات النمو فى البنجر . وفى اللفت السويدى تظهر مناطق كبيرة بنية مائية قرب مركز الجذر . وفى

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

القنبيط تتلون الأقراص باللون البنى . وفى البروكولى تتلون البراعم الزهرية باللون البنى ، كما تظهر على سيقان القنبيط ، والبروكولى ، والكرنب مناطق مائية تتطور فيما بعد إلى شقوق أفقية . وتظهر على أعناق أوراق الكرفس من الخارج خطوط بنية متحللة ، ومن الداخل تتحلل خلايا البشرة . وفى السلق تظهر أحيانًا خطوط قاتمة اللون ، مع تشققات على الناحية الداخلية لأعناق الأوراق .

تقسيم محاصيل الخضر حسب تحملها لزيادة تركيز العنصر ، واحتياجاتها السمادية منه

تقسم الخضروات حسب احتياجاتها من البورون إلى ثلاث مجاميع كالتالى :

١ – خضروات ذات احتياجات عالية من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات عالية منه فى التربة وماء الرى ، وتستفيد جيدًا من التسميد بالبورون ، ويلزم معها أن يتوفر العنصر فى التربة بتركيز يزيد عن ٠,٥ جزء فى المليون ، وهى كالتالى مرتبة تنازليًا حسب احتياجاتها من العنصر : البنجر – اللفت – الكرنب – البروكولى – القنبيط – الهليون – الفجل – كرنب بروكسل – الكرفس – الروتاباجا .

٢ – خضروات ذات احتياجات متوسطة من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات متوسطة منه فى التربة وماء الرى ، ويجب معها أن يكون تركيز العنصر بين ٠,١ – ٠,٥ جزء فى المليون فى المحلول الأرضى ، وهى كالتالى مرتبة تنازليًا حسب احتياجاتها للبورون : الطماطم – الخس – البطاطا – الجزر – البصل .

٣ – خضروات ذات احتياجات منخفضة من البورون ، وهى الحساسة لزيادة البورون فى التربة وماء الرى ، ويجب معها ألا يزيد تركيز البورون فى المحلول الأرضى عن ٠,١ جزء فى المليون ، وهى كالتالى مرتبة تصاعديًا حسب حساسيتها للبورون : الذرة السكرية – البسلة – الفاصوليا – فاصوليا الليما – البطاطس .

وللمزيد من التفاصيل يراجع Purvis & Hanna (١٩٤٠) ، و Eaton (١٩٤٤) .

٩ – ١٢ – ٣ : تيسر البورون فى التربة

يتوفر البورون فى الأراضى التى يقل الـ pH فيها عن ٧ ، ويقل نسبيًا فى pH ٧ – ٧,٥ ، ويصبح النقص شديدًا فى pH ٧,٥ – ٨,٥ ، إلّا أن البورون الميسر يزداد مرة أخرى فى الأراضى التى يزيد الـ pH فيها عن ٨,٥ .

تظهر أعراض نقص العنصر بصفة خاصة فى الأراضى الرملية التى تزرع سنويًا ، وكذلك فى الأراضى القلوية والعضوية .

ويعتبر تركيز البورون فى المحلول الأرضى منخفضًا جدًا ، ويقل بدرجة أكبر فى الأراضى القلوية . وأفضل تركيز للبورون فى محلول التربة هو ٠,١ – ١,٠ جزءًا فى المليون ، وتظهر غالبًا أعراض التسمم بالعنصر إذا زاد تركيزه عن ذلك المستوى ، كما تؤدى زيادة التسميد بالبورون إلى ظهور أعراض التسمم ، ويحدث ذلك غالبًا فى الأراضى الحامضية الرملية الفقيرة فى المادة العضوية ، عنه فى

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الأراضى المتعادلة ، أو الصفراء ، أو الطينية ، أو الغنية بالمادة العضوية . ومع ذلك .. فيوجد
الخضر مالا ينمو جيدًا إلّا إذا كان تركيز البورون فى المحلول الأرضى من ١٠ – ١٥ جزء
المليون ، كالفليون (Thompson & Kelly ١٩٥٧ ، و Edmond وآخرون ١٩٧٥ ، و Devlin ١٩٧٥
و Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

هذا .. ولمزيد من التفاصيل عن البورون ودوره فى النبات ، وأعراض نقصه والتسميد بالبورو
يراجع كل من Gauch & Dugger (١٩٥٤) و Gupta (١٩٧٩) .

ويعالج نقص البورون بالتسميد بأحد المركبات الآتية :

١ – البوراكس Borax ($Na_2B_4O_7, 10H_2O$) يحوى ١٠,٦٪ بورون ؛ يستعمل بمعد
٥ – ١٢ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًّا بتركيز ٠,٩ – ٢,٢٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء . وفى حا
الينجر المزروع فى الأراضى الرملية القلوية تزداد الكمية المضافة للتربة إلى ٢٢ كجم/ فدان .

٢ – السوليوبـــــور Solubor ($Na_2B_4O_7 . 5H_2O$ and $Na_2B_{10}O_{16} . 10H_2O$) يحو
٢٠,٥٪ بورون ، ويستعمل بمعدل ٢,٥ – ٥ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًّا بتركيز ٠,٤٥
٠,٧٠٠ كجم/٤٠٠ لتر ماء .

٣ – خامس بورات الصوديـــوم Sodium pentaborate ($Na_2B_{10}O_{16} . 10H_2O$) يحو
١٨,١٪ بورون ، ويستعمل بمعدل ٢,٥ – ٧,٥ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًّا بمعدل
٠,٤٥ – ١,٣٥ كجم/ ٤٠٠ لتر ماء .

٤ – تترابورات – بنتاهيدرات الصوديوم Sodium tetraborate pentahydrate ($Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$)
يحوى ١٣,٧٪ بورون ، ويستعمل بمعدل ٣,٥ – ٩ كجم/ فدان للتربة ، أو رشًّا بتركيز
٠,٤٥ – ١,٨ كجم/١٠٠ لتر ماء .

٥ – ونظرًا لأن أملاح البورون الصودية تعتبر شديدة القابلية للذوبان فى الماء ، وعرضة للفقد
بالرشح بسرعة ، لذلك يفضل استعمال مادة الكولیمانایت ($Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$) .

٩ – ١٣ : المولیبدنم

٩ – ١٣ – ١ : دور المولیبدنم فى النبات

يدخل المولیبدنم فى تركيب أحد الإنزيمات التى تعمل على اختزال النترات فى النبات إلى أمونيا ، وهو جزء من التركيب الجزيئى لإنزيم ريبوبروتينيز riboproteinase الضرورى لاختزال نيتروجين الهواء الجوى فى كل من البكتريا Azotobacter و Rhizobium (Edmond وآخرون ١٩٧٥) . وقد لوحظ أن نقص المولیبدنم يتبعه دائمًا نقص فى تركيز حامض الأسكوربيك فى النبات ، وهو الذى يحمى الكلوروبلاستيدات من أى تغير فى تركيبها . ويبدو أن للمولیبدنم دورًا فى ميتابولزم الفوسفور فى النبات .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner