٢- الحديد المخلبى (مشتقات ethylenediamine tetraacetic acid)، وتحوى حديدًا بنسبة ٩٪-١٢٪)، بمعدل ٨-١٦ كجم/فدان للتربة، ورشًا 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.

وغالبًا ما تُعانى النباتات النامية فى الأراضى الجيرية الغنية بكربونات الكالسيوم من أعراض نقص الحديد - وكذلك المنجنيز والزنك - بسبب قلة الصور الميسرة للامتصاص من تلك العناصر فى هذه الأراضى، فضلاً عن أن الكميات المدمصة من هذه العناصر تكون أقل قدرة على الحركة، ويكون انتقالها إلى الأجزاء العليا من النباتات بطيئًا (Balba ١٩٩٥).

النحاس

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 واللاكّيز laccase. ويعتبر النحاس عنصرًا ضروريًّا لتكوين الكلوروفيل فى النبات، وربما يكون له دور فى عملية البناء 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.

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 (انسفاع) Scalding – خاصة فى الأيام الحارة. هذا.. وتكون الأوراق مرتخية، ويكون النمو بطيئًا.

وفى البصل يصاحب نقص العنصر بهتان لون الحراشيف الخارجية للأبصال ونقص سمكها، وسهولة انفصالها.

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

تحتوى الأوراق الطبيعية على ما لا يقل عن ٦ أجزاء فى المليون من النحاس على أساس الوزن الجاف.

أضرار زيادة تركيز النحاس الميسر للامتصاص

أدت زيادة تركيز النحاس فى المحلول المغذى لنباتات الطماطم من ٠,٠٥ إلى ٣٥ مللى مولار إلى تراكم العنصر فى النبات وبخاصة فى الجذور مع التأثير سلبيًّا على امتصاص العناصر، حيث انخفض تركيز الكالسيوم والحديد والزنك، وبخاصة فى النموات الخضرية، بينما كان الانخفاض فى الجذور قاصرًا على الحديد والزنك؛ مما يدل على تأثير زيادة النحاس سلبيًّا على كل من امتصاص وانتقال تلك العناصر. كذلك صاحبت زيادة تركيز النحاس زيادة مؤقتة فى نشاط الإنزيمات guaiacol peroxidases، وcatalase، وpolyphenol oxidase – ربما كاستجابة مبكرة ضد الشدِّ التأكسدى الذى أحدثته زيادة تركيز النحاس، إلاّ أن ذلك النشاط الدفاعى سرعان ما، توقف مع استمرار زيادة تركيز النحاس (Martins & Mourato ٢٠٠٦).

تيسر النحاس فى التربة

يتوفر النحاس فى الأراضى التى يقل فيها الـ pH عـن ٧، ويقـل نـسبيًا فـى pH ٧–٨، ويصبح النقص شديدًا فى pH أعلى من ٨.

وتظهر أعراض نقص العنصر غالبًا فى الأراضى الغنية بالمادة العضوية. ومـن المعتقـد أن النحاس يتحول بفعل المادة العضوية إلى صورة غير قابلة للذوبان؛ إذ إنـه يثبـت فـى الأراضى العضوية بواسطة بعـض كائنـات التربـة الدقيقـة. كـذلك تظهـر أعـراض نقـص العنصر فى الأراضى الحامضية (pH أقل من ٥,٥) والرملية.

ويوجد النحاس بكميات كبيرة مثبتًا فى صخور التربة، ولا يوجد منه سوى القليـل جدًّا ذائبًا فى المحلول الأرضى. ويقدر تركيزه فى الأراضى العاديـة بـ ٠,٠١ جـزءًا فـى المليون بالمحلول الأرضى. ويدمص أيون النحاس (Cu^{++}) بـشدة علـى غرويـات التربـة، كما قد تدمص أيضًا الكاتيونات ذات الشحنة الواحدة، مثل: $CuOH^{+}$، و$CuCl^{+}$.

وبالإضافة إلى ذلك.. يوجد النحاس فى المادة العضوية فـى التربـة، كمـا قـد يتحـد معها، مكونًا مركبات معقدة غير متبادلة.

ويعالج نقص النحاس فى التربة بإحدى المعاملتين التاليتين:

١– كبريتـات النحـاس (٢٥,٥٪ Cu فـى $CuSO_4.5H_2O$)، بمعـدل ١١–٢٢ كجم/فدان للتربة، أو رشا بتركيز ٠,٩ –٢,٢٥ كجم/٤٠٠ لتر ماء.

٢– أكسيد نحاس (يحوى ٧٩,٦٪ Cu فى CuO)، بمعـدل ٣,٥ – ٧ كجـم/فـدان للتربة، ولا يستعمل رشا لضعف مقدرته على الذوبان.

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