

حقائق زراعية عن العناصر الغذائية للمحاصيل

النحاس

رقم 10

- **درجة حموضة التربة:** من المتوقع أن تقل ذائبية النحاس مع ارتفاع درجة الحموضة إلى 7 أو أكثر ($pH \geq 7$) لأن قوة ارتباط النحاس مع التربة الطينية والمادة العضوية تزداد تحت هذه الظروف وبالتالي تقل كمية النحاس المتوفرة للمحاصيل.
- **التوازن بين العناصر الغذائية:** تؤثر التراكيز العالية من الزنك والفسفور والألمنيوم والحديد في التربة سلباً على محتوى النحاس، حيث تقلل من امتصاصه في الجذور وقد تؤدي إلى تفاقم مشكلة نقص النحاس. كما أن إضافة أسمدة النيتروجين بمعدلات عالية تزيد من مخاطر حدوث نقص النحاس في النباتات.

تسميد التربة بإضافة النحاس

- **مصدر السماد:** تُعتبر كبريتات النحاس أكثر الأسمدة النحاسية استخداماً كلما دعت الحاجة إلى كميات إضافية من النحاس على الرغم من توفر مصادر سمادية أخرى بمواصفات ممتازة كما يبين جدول 1 تشمل ما يلي:
- الأسمدة الحيوانية ومنها روث الماشية والدواجن (Manures). علماً بأن بعض الأنواع تحتوي على تراكيز عالية من النحاس بسبب إضافتها إلى الأعلاف الحيوانية، أو استخدامها كغطاء على الأراضي لمنع إصابة الحيوانات بمرض عفن القدم (Foot rot).
- النفايات المنزلية.
- المخلفات الصلبة الحيوية (Biosolids).

معدل إضافة السماد: حينما يظهر نقص النحاس على المحاصيل فإن المعدل الصحيح لإضافة السماد يعتمد على معرفة مصدر السماد، حيث تختلف الأسمدة النحاسية في محتواها من النحاس ومدى ذائبيتها في التربة. فمثلاً في طرق التسميد على التربة يتراوح معدل إضافة كبريتات النحاس بين 3.4 و 15.7 كغم/هكتار وحوالي 0.56 كغم/هكتار لأسمدة النحاس المصنعة (المخلبية) (chelates) بينما ينخفض المعدل أكثر من ذلك في طريقة الرش على الأوراق.

وقت إضافة السماد: تؤثر قدرة التربة العالية على الاحتفاظ بالنحاس إيجابياً على مواعيد إضافة الأسمدة على التربة وتجعلها أكثر مرونة، كما تساهم في تحسين صلاحية النحاس لسنوات عديدة بعد المعاملة السمادية الواحدة. في حين يقتصر استخدام الأسمدة النحاسية على الأوراق في الحالات الطارئة عادة والتي يظهر فيها النقص بعد الزراعة، أو عند اعتبارها جزءاً من برنامج حفظ التسميد الورقي.

مكان إضافة السماد: لزيادة فعالية توزيع النحاس في التربة يجب خلط السماد جيداً ليكون متجانساً في منطقة الجذر أو أن يضاف على خطوط بالقرب من البذور، وهنا لا بد من مراعاة أن استخدام معدلات عالية من أسمدة النحاس قريباً من البذور يشكل خطراً على الجذور ويزيد من تعرضها للضرر.

يُعد النحاس (Cu) أحد العناصر الغذائية الصغرى الثمانية الأساسية للنبات. وكما تتأثر المحاصيل بنقص النحاس فإنها تستجيب للتسميد بإضافة النحاس الذي يؤدي بشكل عام إلى تقليل الإصابة بالأمراض الزراعية وزيادة معدل نمو النباتات وتحسين جودتها.

النحاس في النبات

يُعتبر النحاس عنصراً أساسياً في تغذية الإنسان ونمو النبات وقد تم الكشف عن أهمية النحاس في تغذية النبات في عام 1931. أما التركيز الطبيعي للنحاس في النباتات فيتراوح بين 5 و 20 جزء بالمليون.

تمتص جذور النباتات النحاس على شكل أيونات ثنائية التكافؤ: نحاسيك (Cu^{2+} , cupric) وتستطيع اختزالها بسرعة إلى أيونات أحادية التكافؤ: نحاسوز (Cu^{+} , cuprous). وعليه فإن التحويل في كلا الاتجاهين بين أيونات النحاسيك والنحاسوز يتم بسهولة مما يجعل النحاس منفرداً بتأدية عدد من الوظائف في النبات منها:

- دوره في عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس ويشمل ذلك نقل الإلكترونات إلى الأكسجين في المراحل الأخيرة.
- المساعدة على تكوين اللجنين في جدار الخلية والذي يوفر الدعامة لحمل النبات والإستقامة عالياً.
- أهميته على وجه الخصوص في تكوين حبوب اللقاح الحيوية وإنتاج البذور ومقاومة الإجهاد.

النحاس في التربة

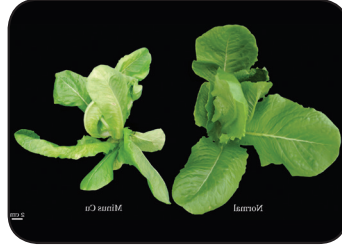
يتراوح محتوى النحاس الكلي في التربة عادةً بين 1 و 40 جزء بالمليون بينما يقل تركيز النحاس الذائب في محلول التربة كثيراً عن ذلك. إن توفر النحاس في التربة لامتصاصه من قبل النبات يتأثر بخصائص التربة التالية:

- **المادة العضوية:** يُعتبر النحاس أكثر العناصر الغذائية الصغرى ارتباطاً مع المادة العضوية، ولذلك يظهر نقص النحاس غالباً على المحاصيل النامية في الجفت والأراضي الخصبية وفي التربة التي تحتوي على المادة العضوية بنسبة أكبر من 8%. كما أن الحد الحرج لتركيز النحاس المستخلص بمحلول DTPA في التربة العضوية يكون مرتفعاً جداً نسبة إلى التربة التي تحتوي على المعادن.

- **قوام التربة:** تزداد احتمالية ظهور نقص النحاس على النباتات النامية في الأراضي الرملية مقارنة مع النباتات النامية في الأراضي الطميّة والطينية. وبصفة عامة تستطيع التربة الطينية الاحتفاظ بالنحاس المتبادل وهو الجزء المتوفر للنبات، أما مكونات التربة الأخرى مثل الأكاسيد والكربونات فإنها تعمل على تخفيض كمية النحاس المتوفرة للنبات إلى أقل مستوى.



أعراض نقص النحاس في الحمضيات.



اعراض نقص النحاس في الخس (يسار) مقارنة مع النمو الطبيعي (يمين)



أعراض نقص النحاس الشائعة في القمح تشمل جفاف قمم الأوراق والتفافها وتحولها إلى اللون الأبيض (Pig tailing).



ظهور التصبغ باللون الأصفر على قمم أوراق القمح السليمة نتيجة النقص الشديد للنحاس.

التربة فعاليتها في تحديد نقص النحاس، كما أن التسميد بإضافة النحاس المستخلص بتركيز أقل من 0.4 جزء بالمليون حقق أرباحاً تراوحت بين 19 و 77% تبعاً لمعدلات سعر محصول القمح ومعدل العائد المطلوب. بالمقابل كان من النادر جداً تسجيل أرباح مع التراكيز العالية للنحاس.

وفي ولاية داكوتا الشمالية في الولايات المتحدة الأمريكية عملت الدراسة المحلية على إضافة سماد النحاس المستخلص بمحلول DTPA بتركيز أقل من 0.4 جزء بالمليون وبمعدلات تم حسابها بشكل صحيح لأربعة مواقع من أصل عشرة، وقد نتج عن ذلك تخفيض نسبة الإصابة بأفة الفيوزاريوم على قمم الأوراق في نبات القمح الربيعي⁹. إن النهج الذي تم تطبيقه وأدى إلى الحد من انتشار هذا المرض قد يكون له قيمة اقتصادية كبيرة في بعض السنوات. علماً بأن نتائج تحليل التربة في هذه التجربة لم تتطابق تماماً مع الزيادة المتوقعة في كمية المحصول الناجمة عن إضافة النحاس. أما في أستراليا فإن التركيز المرحج لمحلول DTPA المستخلص للنحاس يبلغ حوالي 0.12 جزء بالمليون، ولكن مستوى الثقة بتحليل التربة المستند إلى ذلك التركيز يتراوح بين المتوسط والمتدني جداً. عموماً إذا كان تركيز النحاس أكبر من 1.5 جزء بالمليون في الجزء العريض من نصل الأوراق الباقعة في القمح فإنه من المتوقع أن يساهم التسميد بإضافة النحاس في تحقيق الأرباح من إنتاج المحصول.

جدول 2. حساسية بعض المحاصيل لنقص النحاس.^{4,1}

أعلى استجابة	استجابة متوسطة	أقل استجابة
البرسيم	التفاح	الهيلبون
الشمندر الأحمر (المائدة)	الشعير	الفاصولياء
بذور الكناري	الشمندر السكري	الكانولا
الحزر	توت العليق	الأعشاب العلفية
الحمضيات	بروكلي	العنب
الكتان	ملفوف	الترمس
الخس	قرنبيط	البازيلاء
الشوفان	كرفس	النقع الغلفي
البصل	برسيم نفل	السنوبر
الأرز	ذرة	البطاطا
السبانخ	خيار	بذور الفت
أعشاب السودان	الحزر الأبيض	حبوب الجاودار
القمح	أناناس	فول الصويا
	فجل	النقع المدبب
	الذرة الحلوة	أعشاب المروج
	فراوله	
	أعشاب تيموثاوس	
	بندورة	
	اللفت	

المراجع

1. Havlin, J. et al. 2014. Soil Fertility and Fertilizers, 8th edition.
2. Xiong, X. et al. 2010. Resources, Conservation and Recycling 54:985990-.
3. Lu, Q., et al. 2012. Applied and Environmental Soil Science article ID 201462.
4. Marschner, R. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edition.
5. Karamanos, R. et al. 2003. Can. J. Soil Sci. 83:213221-.
6. Franzen, D.W. et al. 2008. Agron. J. 100:3171375-.
7. Brennan, R., et al. 1986 Aust. J. Exp. Agric. 37:115124-.
8. Norton, R. http://anz.ipni.net/article/ANZ-3214. Accessed Apr. 2015.
9. Martens, D.C. and D.T. Westerman. 1991. In, Mortvedt et al., eds., Micronutrients in Agriculture. SSSA Book Series 4.

جدول 1. المصادر الشائعة لأسمدة النحاس.^{9,1}

اسم السماد	الصيغة الكيميائية	نسبة النحاس (%)
كبريتات النحاس المثلور مع خمسة جزيئات من الماء	CuSO ₄ ·5H ₂ O	25
مركبات النحاس المصنعة (EDTA-chelates)	Na ₂ Cu EDTA	13
كبريتات النحاس المثلور مع جزيء من الماء	CuSO ₄ ·H ₂ O	35
اسيتات النحاس	Cu(CH ₃ COO) ₂ ·H ₂ O	32
فوسفات النحاس الأمونيّة	CuNH ₄ PO ₄ ·H ₂ O	32
أكسيد النحاسيك	CuO	75
أكسيد النحاسوز	Cu ₂ O	89
الأسمدة الحيوانية	--	0.002-0.07
المخلفات الصلبة الحيوية	--	أقل من 0.43; المتوسط 0.074

أعراض نقص النحاس

تختلف أعراض نقص النحاس باختلاف المحاصيل، ولكن النقص البسيط أو المتوسط قد يقلل من مستوى الإنتاج أو نمو النبات حتى لو كانت الأعراض غير ظاهرة. إجمالاً يُعتبر النحاس من العناصر غير المتحركة داخل النبات ولذلك تظهر أعراض النقص أولاً على النباتات النامية حديثاً.

في محاصيل الأرز والحبوب الصغيرة تبدأ الأعراض بتغير لون الأوراق الباقعة إلى الأصفر وتقرّبها، وأحياناً يتم الخلط بين الأعراض الأولية والأعراض التي يسببها الصقيع أو الجفاف. وفي المراحل المتقدمة من النقص يتحول لون حواف الأوراق إلى البني بحيث تبدو مشابهة لأعراض نقص البوتاسيوم. وفي الحبوب الصغيرة يؤدي نقص النحاس أيضاً إلى تواجد فطريات إرغوت (Ergot) وظهور التصبغات على سيقان النباتات والإصابة بمرض عفن الجذور (Root rot) ويزداد انتشار أفة الفيوزاريوم (Fusarium) على قمة الأوراق. أما الأعراض الشائعة في القمح والشعير فتشمل تحول لون قمم الأوراق إلى البني وهي غالباً خالية من الحبوب أو تحتوي على حبوب ضامرة ومجدعة، كما يكون الساق منحنيًا عند نضج الثمار.

وفي العديد من محاصيل الخضراوات قد تظهر الأوراق ذابلة ولونها مثلاً إلى الأزرق المخضر ثم تصبح صفراء اللون ومجدعة، وكذلك يقل إنتاج الأزهار.

أعراض سمية النحاس

قد تعاني النباتات من سمية النحاس بعد الإضافات المتكررة للمواد التي تحتوي على نسبة عالية من النحاس مثل الأسمدة الحيوانية والمخلفات الصلبة الحيوية أو المبيدات الحشرية. وتشمل أعراض السمية التي تبدو ظاهرياً مشابهة لأعراض نقص الحديد: بطء نمو البادرات وضعف تطور النظام الجذري وتغير لون الجذور واصفرار لون الأوراق (chlorosis). وتختلف أنواع المحاصيل بشكل ملحوظ في قدرتها على تحمل سمية النحاس، ومثال على ذلك درجة تحمل نبات الفول أفضل كثيراً من الذرة. والجدير بالذكر هنا أن بعض الدول اعتمدت لوائح تنظيمية للسيطرة على استخدام الأسمدة الحيوانية الغنية بالنحاس في الأراضي الزراعية.

استجابة المحصول لإضافة النحاس

هناك تباين كبير بين أنواع وأصناف المحاصيل في درجة حساسيتها لنقص النحاس ومدى استجابتها للتسميد بإضافة النحاس كما يبين جدول 2، ولا ينبغي بالضرورة أن تتبع حساسية المحاصيل لسمية النحاس عكس الترتيب المذكور في الجدول.

وعلى المستوى العملي، تم إجراء 115 تجربة حقلية على نبات القمح الربيعي المزروع في أقاليم المراعي الطبيعية في كندا، وبينت النتائج أن 87% من محاصيل القمح استجابت لأسمدة النحاس عندما استخدم محلول DTPA بتركيز أقل من 0.4 جزء بالمليون لاستخلاص النحاس من التربة². بينما بلغ متوسط استجابة المحاصيل ضمن هذه التراكيز 47% وارتفع بمقدار 10% مع استخدام محلول DTPA بتركيز تقع بين 0.4 و 0.8 جزء بالمليون. وخلال هذه التجارب أثبتت تحاليل