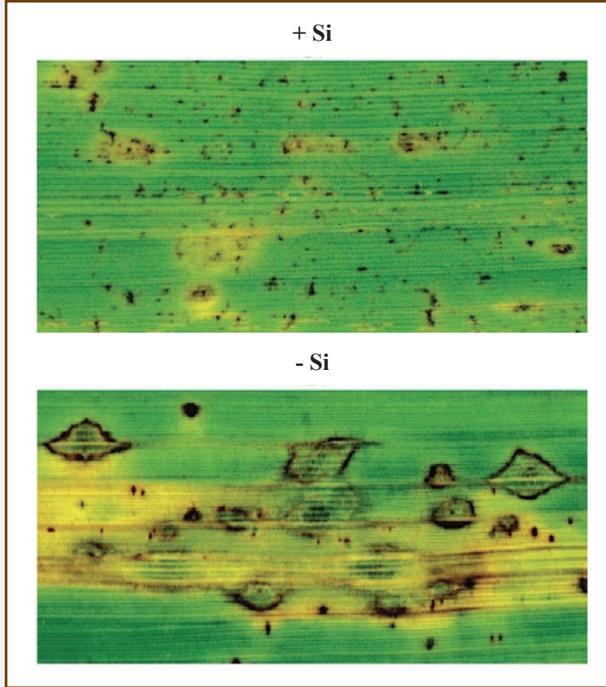


تختلف كمية السيليكون الممتصة والمتركمة بواسطة النباتات تبعاً لإختلاف الأنواع ولكنها قد تكون كبيرة. وعلى هذا تنقسم النباتات الراقية إلى ثلاث مجموعات رئيسية حسب قدرتها على تراكم السيليكون، فالتراكم العالي من السيليكون والتي تصل إلى 10% توجد في نباتات البردي (مثل نبات ذيل الحصان) وبعض الأراضي العشبية الرطبة. بينما الأراضي العشبية الجافة المزروعة بمحاصيل مثل قصب السكر ومعظم أنواع الحبوب وعدد قليل من النباتات ذات الفلقتين تحتوي عادةً على السيليكون بنسبة 1 إلى 3% وأدنى التراكيز بحيث تقل عن 0.5% موجودة في معظم النباتات ذات الفلقتين وخصوصاً البقوليات. وتصنف النباتات التي يكون فيها تركيز السيليكون أكبر من 1% بأنها تراكمية (accumulators) وإذا كانت بتركيز أقل من 0.5% فهي إقصائية (excluders) والنباتات التي يقع فيها تركيز السيليكون بين هذه المستويات تُعرف بالوسيطية (intermediates).

والأمثلة على تراكيز السيليكون في عدة محاصيل مذكورة في جدول 1.

IPNI PHOTO/SNYDER



تطور أعراض مرض لفحة الأوراق في نبات الأرز مع إضافة السيليكون (أعلى) أو بدون إضافة السيليكون (أسفل).

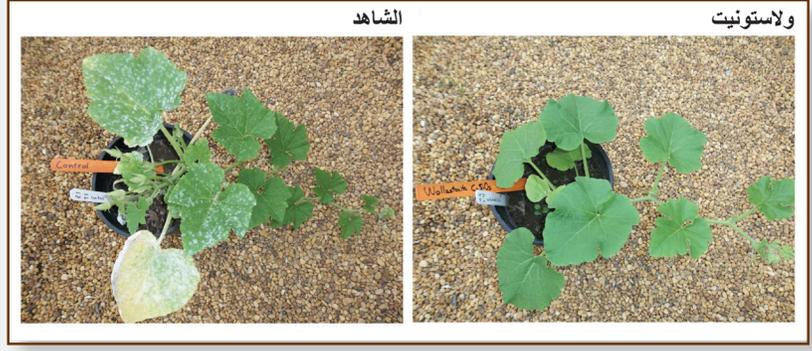
السيليكون (Si) بشكل عام لا يُعتبر عنصراً أساسياً لنمو النبات ولكن بسبب دوره الهام في تغذية النبات وخاصة تحت ظروف الإجهاد بات يُعرف السيليكون الآن كمادة «مفيدة» أو «شبه أساسية».

السيليكون في النبات

يشير السيليكون إلى العنصر الكيميائي أما السيليكا أو ثاني أكسيد السيليكون (SiO₂) فهي مركبات صلبة تشبه الزجاج وتحتوي على السيليكون والأكسجين معاً. وتمتص جذور النباتات السيليكون الذائب من التربة بشكل حامض السيليسيك [Si(OH)₃] الذي ينتقل خلال النبات إلى أن يستقر ويترسب في الفراغات الموجودة داخل الخلايا النباتية!

وعندما يكون السيليكون هياكل صلبة في النسيج النباتي تسمى فايثوليث (phyloliths) فإنها توفر قوة هامة لجدران الخلايا دون أن يكون لها دور مباشر في عملية التمثيل الغذائي للنبات. وفي العديد من النباتات، خصوصاً الأنواع العشبية، تتراكم كميات كبيرة من السيليكون التي تساهم في إعطاء القوة للسيقان وتساعد على بقاءها مستقيمة. كما أن تراكم السيليكا في أوراق قصب السكر يوفر لها الحماية من التعرض الزائد للأشعة فوق البنفسجية مما يمنع ظهور النمش على الأوراق. وهذه الجزيئات الصغيرة الصلبة من السيليكا الموجودة في الأوراق والسيقان تساعد أيضاً على حماية بعض النباتات من مختلف الإجهادات البيئية وهجمات الحشرات والأمراض?

يوفر السيليكون المترسب بين الخلايا فوائد أيضاً غير القوة الميكانيكية على الرغم من معرفة القليل عن هذه المشاركات في نمو النبات. فمثلاً يُعتبر السيليكون مفيداً في تحفيز دفاعات النبات الطبيعية ضد الفطريات المسببة للأمراض وذلك من خلال تنشيط المركبات العضوية والأنزيمات المختلفة.



الشكل 2. نمش الأوراق هو العرض الناتج عن تركيز السيليكون المنخفض في نباتات قصب السكر والمعرضة مباشرة لأشعة الشمس حيث يُعتقد بأن السيليكون يعمل كمرشح للأشعة فوق البنفسجية الضارة.

الشكل 1. اختفاء مرض البياض الدقيقي في نباتات القرع بعد تطبيق سيليكات الكالسيوم على شكل معدن ولاستونيت² Wollastonite.

الأعراض الملاحظة لنقص السيليكون والشائعة كثيراً هي تأثيرات ثانوية مثل زيادة الإصابة بالأمراض أو الآفات الحشرية في النباتات التي لا تحصل على كمية كافية من السيليكون (**الشكل 1**) أو فقدان القوة في السيقان أو أعراض الإجهاد غير الحيوية مثل نمش الأوراق في قصب السكر (**الشكل 2**).

جدول 3- استجابة محصول قصب السكر للتسميد بإضافة السيليكون⁵.

الموقع	مصدر سماد السيليكون	معدل إضافة سماد السيليكون	معدل إنتاج المحصول طن/هكتار
موريشيوس	خَبث الفرن الكهربائي	0	267
		6.2	314
هاواي	خَبث سلطة وادي تينيسي TVA slag, USA	0	253
		4.5	327
هاواي	سيليكات الكالسيوم	0	131
		1.7	166
فلوريدا	خَبث سيليكات الكالسيوم	0	126
		6.7	156

استجابة المحصول لإضافة السيليكون

أظهرت العديد من المحاصيل استجابة جيدة لإضافة أسمدة السيليكون تحت ظروف معينة ومن ضمنها الذرة والقمح والشوفان والقرع والخيار وأنواع مختلفة من نباتات الزينة، ومعظم النتائج الإيجابية التي لوحظت في أحيان كثيرة تم تسجيلها في نباتات الأرز (**جدول 2**) وقصب السكر (**جدول 3**).

وبدون وجود تحاليل تربة مناسبة أو تعليمات ارشادية لفحص النسيج النباتي فإننا لن نحصل على توصيات روتينية نتوقع منها متى تكون الإستجابات لإضافة السيليكون مفيدة، علماً بأن هناك عدد متزايد من الأمثلة على الإستجابات الإيجابية للتسميد بإضافة السيليكون ولكن لا يزال لدينا الكثير لتتعلمه عن امكانية الإستفادة من هذا العنصر الغذائي.

المراجع

1. Epstein, E. 2009. Ann. App. Bio. 155:155160.-
2. Heckman, J. 2013. Better Crops 97(4) 1416.-
3. Hodson, M.J. et al. 2005. Ann. Bot. 96:10271046.-
4. Ma, J.F. and E. Takahashi. 2002. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan. Elsevier, Amsterdam.
4. Matichenkov, V.V. and D.V. Calvert 2002. J. Am. Soc. Sugarcane Tech. 22:2130.-

السيليكون في التربة

السيليكون هو العنصر الثاني والوحيد بعد الأكسجين من حيث كميته الموجودة في القشرة الأرضية وعادةً تحتوي التربة على السيليكون بنسبة تصل إلى 30% وتتواجد كلها تقريباً في المعادن والصخور. ونقص السيليكون غير شائع في التربة ولكن قد يكون تركيز حامض السيليسيك منخفض جداً لتلبية احتياجات النبات. وتركيز السيليكون الذائب تتراوح عادةً بين 3.5 و 40 ملغم/ لتر وبمعدل يبلغ حوالي 14 إلى 20 ملغم/لتر عبر معظم الأراضي الزراعية.

يُعتبر قوام التربة واحد من أهم العوامل التي تؤثر على تركيز السيليكون في محلول التربة، ورغم أن معظم الرمل (sand) مكون من ثاني أكسيد السيليكون (SiO₂) إلا أنه غير ذائب تماماً، والتربة الرملية لديها قدرة قليلة على الإحتفاظ بالماء مما يمنع أيضاً تراكم السيليكون فيها. كما تميل التربة الإستوائية المعرضة كثيراً للعوامل الجوية لأن تمتلك محتوى أقل من السيليكون مثلما تفعل ذلك التربة التي تحتوي على نسبة عالية جداً من المادة العضوية مثل الجفت (peats) والتربة الخصبة.

جدول 1: تركيز السيليكون في بدارات المحاصيل المختلفة³.

المحصول	نسبة السيليكون (%)
الأرز	4.2
القمح	2.5
الشعير	1.8
قصب السكر	1.5
فول الصويا	1.4
الذرة	0.8
الكسافا	0.5
البطاطا	0.4

التسميد بإضافة السيليكون

من الصعب توقع الإحتياجات من أسمدة السيليكون لأن متطلبات النباتات من السيليكون لم تُحدد بشكل واضح، بيد أن الطريقة المثالية لتطبيق سماد السيليكون عند الحاجة له تتم بالإشتراك مع العناصر الغذائية الأساسية الأخرى. وفي هذا المجال تُعد سيليكات الكالسيوم (CaSiO₃) المصدر الأكثر شيوعاً لأسمدة السيليكون المستخدمة، وهي متوفرة بكثرة في مخلفات الخَبث الثانوية (slag byproducts) الناتجة من صهر المعادن في مصانع الصلب وتوجد أيضاً بصورة طبيعية كمعدن ولاستونيت (wollastonite) ويمكن استخدام سيليكات الكالسيوم كعامل مُحدد للتربة في درجات الحموضة المنخفضة. المصادر الأخرى لأسمدة السيليكون تشمل سيليكات البوتاسيوم (K₂SiO₃) وسيليكات الصوديوم (Na₂SiO₃) ويمكن اضافتهما على المحاصيل البستانية عالية القيمة من خلال أنظمة الري بالتنقيط.

أعراض نقص السيليكون

الأعراض الظاهرية لنقص السيليكون في النباتات عموماً لا نلاحظها مباشرة، ولكن بسبب وفرته الطبيعية في التربة والماء (لدرجة أن الماء النقي جداً يحتوي على تراكيز قليلة من السيليكون) تبين أن أوراق النباتات التراكمية (accumulators) في التجربة التي لم يضاف فيها السيليكون قد تحتوي على ثاني أكسيد السيليكون بمعدل 1 إلى 4 ملغم لكل غرام من وزن الورقة الجاف مما يساهم في صعوبة تحديد ضرورة السيليكون الأساسية لنمو النبات.