

حقائق زراعية عن العناصر الغذائية للمحاصيل

الفسفور

رقم 2

أعراض نقص الفسفور في ورقة نبات الذرة



صورة خاصة بالمعهد الدولي لتغذية النبات - سريينفاسان

الفسفور في النبات

يملك الفسفور العديد من المزايا والوظائف الهامة، فهو عنصر ضروري في العملية التي تحول فيها النباتات الطاقة الشمسية إلى غذاء وألياف وزيوت. كما أن للفسفور دوراً رئيسياً في العمليات الحيوية التي تحدث في النبات وتشمل التمثيل الضوئي، التمثيل الغذائي للسكريات، تخزين الطاقة ونقلها، انقسام ونمو الخلية ونقل الصفات الجينية والوراثية.

والفسفور يعمل على تشجيع النمو السليم لجذور النباتات والنمو المبكر للبادرات، ويسرع نمو الغطاء النباتي على سطح الأرض ويحمي التربة من التعرية، ويعزز جودة محاصيل الفاكهة والخضراوات والحبوب ويعتبر عنصر حيوي لتكوين البذور. إضافة إلى ذلك فإن وجود الفسفور الجاهز للنبات بالكمية الكافية له فوائد عديدة فهو يزيد من كفاءة امتصاص النبات للماء، ويحسن كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الأخرى مثل النيتروجين، ويساهم في مقاومة الأمراض في بعض النباتات، ويساعد النباتات على التكيف مع درجات الحرارة المنخفضة والإجهاد الرطوبي، ويسرع نضوج النباتات ويحمي البيئة من خلال نمو النباتات بصورة جيدة.

الفسفور في التربة

تمتص جذور النباتات الفسفور عندما يكون ذائباً فقط في محلول التربة، ونتيجة لذلك فإن الفسفور يوجد بتركيز قليلة جداً في محلول التربة ويجب أن يتم تجديده باستمرار عن طريق المعادن والمادة العضوية في التربة لتعويض النقص في تركيز الفسفور نتيجة امتصاص النباتات له. وبصفة عامة تمتص جذور النباتات الفسفور بالصيغة غير العضوية لأيونات الأورثوفوسفات (HPO_4^{2-}) أو $(H_2PO_4^-)$ بينما يبقى الفسفور في المادة العضوية في التربة بصيغ غير جاهزة للإمتصاص من قبل النباتات حتى يتم تحويلة من مركبات عضوية معقدة إلى مركبات غير عضوية بسيطة بواسطة الأحياء الدقيقة الموجودة في التربة.

تبرز أهمية عنصر الفسفور (P) في وجوده أساساً في جميع الخلايا النباتية والحيوانية، وفي حالة نقصه فإنه لا يمكن استبداله بأي عنصر غذائي آخر ليحل مكانه في العمليات الحيوية الهامة. والفسفور هو أحد العناصر الغذائية الأساسية في المجموعة التي تشمل (17) عنصر تحتاجها النباتات خلال مرحلتها النمو والتكاثر. كما يعد الفسفور أحد العناصر الغذائية الرئيسية الثلاثة التي تشمل أيضاً النيتروجين (N) والبوتاسيوم (K) وقد تم تسميتها بالعناصر الرئيسية لأن النباتات تحتاجها بكميات كبيرة نسبياً (جدول 1) ونقصها يؤثر بنفس الوتيرة في الحد من نمو النبات.

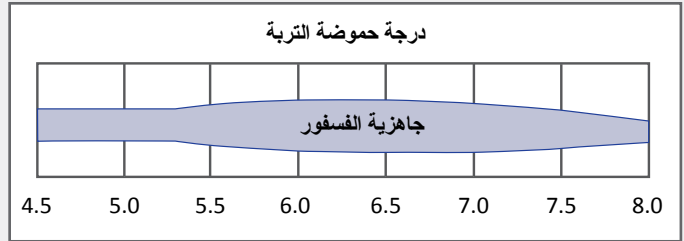
جدول 1. امتصاص وإزالة الفسفور من قبل المحاصيل المختلفة

| المحصول | معدل الإنتاج طن/هكتار | معدل امتصاص P_2O_5 كغم | معدل إزالة P_2O_5 كغم |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| البرسيم (الوزن الجاف) | 18 | 108 | 108 |
| حشائش برمودا الساكنة | 18 | 108 | 108 |
| الذرة | 10 | 101 | 63 |
| القطن (ألياف) | 1.7 | 70 | 47 |
| حبوب الذرة البيضاء | 8.1 | 94 | 57 |
| الفول السوداني | 4.5 | 52 | 25 |
| البطاطا | 56 | 118 | 84 |
| الأرز | 7.8 | 66 | 53 |
| فول الصويا | 4 | 74 | 49 |
| البندورة | 90 | 116 | 41 |
| قمح ربيعي | 4 | 52 | 38 |
| قمح شتوي | 4 | 46 | 32 |

ملاحظة: لتحويل P_2O_5 إلى P اضرب بالرقم (0.4364)
الوزن الجاف = صفر٪ رطوبة

لمزيد من أنواع المحاصيل قم بزيارة <http://ipni.info/nutrientremoval>

وعموماً يجب أن يضاف الفسفور إلى التربة ليدعم نمو المحصول بشكل أفضل عندما يكون موجوداً أصلاً بكميات قليلة جداً، وعلى ذلك يجب المحافظة على كمية كافية من الفسفور في التربة لضمان الحصول على نبات سليم وذو إنتاجية عالية.



شكل 1 تأثير درجة حموضة التربة على جاهزية الفسفور للنباتات

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على جاهزية الفسفور للنبات وتشمل: نوع وكمية المعادن في الطين، تركيز الفسفور، العوامل التي تؤثر على النشاط الجذري (مثل التهوية ورصّ التربة)، محتوى الرطوبة في التربة، درجة الحرارة، الكمية الكافية من العناصر الغذائية الأساسية للنبات والعناصر الجذرية للمحصول. إضافة إلى ذلك فإنّ درجة حموضة التربة (حامضية أو قاعدية) تؤثر بشكل كبير على جاهزية الفسفور للنباتات (الشكل 1).

وفي كثير من الحالات يتم الاستفادة من فطريات المايكوريزل في التربة ونموها سوياً مع جذور النباتات لتحسين كفاءة امتصاص الفسفور، كما تساعد هذه الفطريات في بعض الأحيان على استعادة الفسفور ووصوله إلى النبات ولكنها لا تساهم في زيادة تركيز الفسفور في التربة.

تسميد التربة بإضافة الفسفور

يحتوي عدد قليل جداً من الترب على كميات كافية من جميع العناصر الغذائية غير العضوية (المعدنية) والتي تحتاجها المحاصيل في النمو غير المقيّد بأي مؤثرات خارجية. وعادة يُستخدم تحليل التربة والنبات كوسيلة لتقييم مدى الحاجة لإضافات تكميلية من سماد الفسفور.

وقد أثبتت الأبحاث التي أجريت على نطاق واسع وجود علاقة بين معدل تركيز الفسفور في التربة والحاجة إلى إضافة سماد الفسفور لتحقيق المستوى الأمثل لنمو النباتات. كما حددت الأبحاث تركيز الفسفور اللازم توفره في النسيج النباتي لضمان نمو النبات بشكل سليم، وبذلك يتضح أهمية استخدام تحاليل تشخيص العناصر الغذائية في التربة والنبات كدليل إرشادي في اتخاذ القرار بإضافة السماد.

وفي الأنظمة الزراعية عادة ما يكون معدل إزالة الفسفور من التربة خلال موسم الحصاد أسرع من معدل التجديد ونتيجة لذلك ينخفض تركيز الفسفور في التربة تدريجياً مع مرور الوقت. ومن جهة أخرى عندما يتم إضافة سماد الفسفور للتربة بكميات كبيرة مقارنة مع الكمية التي يتم إزالتها فهذا يعني أنّ الفسفور يتراكم ويزداد تركيزه في التربة.

وكقاعدة عامة يجب أن تركز إدارة أي عنصر غذائي بشكل صحيح على التداخل بين جميع العناصر الغذائية للنبات. فمثلاً في حالة الفسفور نجد أنّ عدم تطبيق مفهوم الإدارة الملائمة يؤدي إلى زيادة تركيز الفسفور في محلول التربة مما يعرضه أحياناً إلى فقدان في المياه السطحية، وبالتالي يساهم في تحفيز نمو الطحالب غير المرغوب بها في تلك المياه. لذلك فإن اتباع طريقة للتقليل من فقدان الفسفور من الأراضي الزراعية يجب أن يأخذ بالاعتبار معرفة مصدر الفسفور في الحقل وإحتمالية انتقاله إلى مناطق أخرى وخسارته عن طريق الجريان السطحي وانجراف التربة.

يضاف الفسفور إلى التربة على شكل مركبات عديدة تشمل: الأسمدة التجارية، المخلفات الحيوانية، المخلفات الحيوية الصلبة (الحمأة)، مخلفات المحاصيل وغيرها من المخلفات الثانوية لعمليات التصنيع المختلفة. وخلال القرون الماضية تم الاعتماد على وسائل إعادة تدوير المخلفات لتوفير مصادر إضافية للفسفور، ولكن في الآونة الأخيرة تضاعف الطلب على الفسفور وذلك نتيجة استخدامه في الصناعات الغذائية الحديثة بمعدلات تفوق ما يمكن الحصول عليه من مصادر المخلفات العضوية.

بدأت صناعة الأسمدة الفوسفاتية في القرن التاسع عشر بهدف تحسين تقنية المحصول وتزويده بالعناصر الغذائية حسب حاجته، وكذلك توفير الفسفور بالصيغ الجاهزة للنبات لإمتصاصها والاستفادة منها والتي تمتاز أيضاً بسهولة نقلها وإضافتها إلى التربة. وعلى الصعيد الزراعي يتم استخراج الصخر الفوسفاتي الخام من عمليات التعدين للرواسب الجيولوجية المنتشرة حول العالم، ثم يتم معالجته بالطرق الكيميائية لإنتاج أسمدة الفوسفات الصلبة والسائلة. وكما هو شأنه عن جميع المعادن الأرضية يجب أن يتم إدارة الفسفور بشكل صحيح وذلك لتجنب حدوث الأضرار المحتملة ولتعزيز فوائد تطبيق الإدارة المتكاملة طويلة الأمد على الموارد الطبيعية.

سابقاً تم استخدام الصيغة الكيميائية لخامس أكسيد الفسفور (P_2O_5) للتعبير عن محتوى الفسفور (P) في الأسمدة ولا تزال هذه الصيغة متداولة لغاية الآن. ومع ذلك فإن استخدامها يسبب الإرباك في بعض الأحيان حيث يجب الأخذ في الاعتبار عند حساب كمية الفسفور في السماد أن خامس أكسيد الفسفور يحتوي فعلياً على 44% من الفسفور.

يؤدي التفاعل الكيميائي بين السماد الفوسفاتي المضاف إلى التربة والمعادن الموجودة فيها إلى انخفاض ذائبية السماد في محلول التربة تدريجياً، وهنا تتضح أهمية توقيت إضافة السماد الفوسفاتي خصوصاً قبل مرحلة حصاد المحصول وذلك لإمكانية الاستفادة منه في تحسين كفاءة استعادة الفسفور من قبل النباتات. علاوة على ذلك فإن طريقة إضافة السماد الفوسفاتي على شكل خطوط تتركز تحت سطح التربة لها تأثير إيجابي في تقليل سرعة هذه التفاعلات مما يزيد من كفاءة استخدام السماد بشكل أفضل. إن تعرض النبات لظروف الإجهاد البيئي (مثل درجة حرارة التربة الباردة) يؤدي إلى تقليل كمية الفسفور الجاهز للامتصاص من قبل النبات، ولذلك يلجأ المزارعون عادة إلى زيادة فترة النبات على مقاومة عوامل الإجهاد والتقليل من آثاره وذلك من خلال اتباع آلية التسميد الإبتدائي (Pop-up أو Starter) حيث يتم إضافة السماد الفوسفاتي بالقرب من بذور نباتات المحاصيل على الرغم من توافر الفسفور بكميات كافية لفترة النمو المتأخرة من الموسم الزراعي.

أعراض نقص الفسفور

تتلخص أهم أعراض نقص الفسفور بما يلي:

- مشاهدة النباتات المتقرمة والتي غالباً ما تكون أول مؤشر لأعراض نقص الفسفور، ولكن تكمن الصعوبة في اكتشاف هذه الحالة في تمييز العنصر المسبب للنقص.
- تظهر الأوراق مشوهة الشكل.
- يؤدي النقص الشديد إلى موت الأوراق والثمار والسيقان.
- تتأثر الأوراق القديمة بالنقص قبل الأوراق اليافعة وذلك بسبب انتقال الفسفور من الأجزاء القديمة إلى الأجزاء اليافعة داخل النبات.
- يظهر اللون الأحمر أو الأرجواني على الأوراق السفلية والسيقان في بعض النباتات مثل الذرة، ويعزى ذلك إلى تراكم السكريات في النباتات التي تعاني من نقص في كميات الفسفور خاصة خلال ظروف درجات الحرارة المنخفضة.
- تظهر أعراض نقص الفسفور واضحة على المحاصيل الزراعية حيث يقل الإنتاج وتخفض مستويات النوعية والجودة والأرباح الاقتصادية.

استجابة المحصول للفسفور

إن التسميد بإضافة الفسفور إلى التربة يساهم في زيادة كل من عائدات المحاصيل وأرباح المزارعين في العديد من أنحاء العالم. ويمكن توضيح ذلك بنتائج إحدى الدراسات على نبات القمح والتي تبين حسب جدول 2 أهمية دور الفسفور في زيادة إنتاج المحصول (العائد) وتحسين كفاءة امتصاص النيتروجين، وتقليل تكاليف الإنتاج وزيادة الأرباح.

المراجع

1. Havlin, J.L., and A.D. Halvorson. 1990. MEY Wheat Management Conference. Denver, CO. pp. 8295-.

قراءات إضافية

Shen, J. et al. 2011. Plant Physiol. 156:9971005-
Syers, K. 2008. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 18.

جدول 2. وجود كمية كافية من الفسفور في نبات القمح يساعد على زيادة إنتاج المحصول، وتحسين كفاءة امتصاص النيتروجين، وتقليل تكاليف الإنتاج للكيلو غرام الواحد وزيادة الأرباح¹.

| معدل إضافة سماد النيتروجين كغم/هكتار | معدل إضافة سماد P_2O_5 كغم/هكتار | معدل الإنتاج طن/هكتار | كفاءة امتصاص النيتروجين كغم/كغم نيتروجين مضاف | كلفة السماد الفوسفاتي سنت/كغم | صافي الربح دولار/هكتار |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---|-------------------------------|------------------------|
| 84 | 0 | 2.4 | 29 | 4.8 | 494 |
| 84 | 22 | 3.4 | 40 | 4.1 | 741 |
| 84 | 34 | 3.9 | 46 | 4 | 847 |
| 84 | 45 | 4.6 | 55 | 3.7 | 1023 |
| 84 | 56 | 4.5 | 54 | 4.1 | 973 |

= ينفاسولفا لسمادا فئلبه؛ كرلنا ليلحتج تانند بسدض فخنه رولفسفا يوحنتمه 1.32 = نيجور تينلا مادس فئلك؛ مڊولار 1.32كغ = حمقلا بوبدر عس؛ مڊولار 2.6كغ/كجة/تندس