أيونات الفوسفات على سطح حبيبات التربة، وتصبح بذلك ميسرة للنبات. وتعمل كربونات الكالسيوم المضافة أيضًا على رفع الـ pH؛ مما يؤدى إلى انطلاق أيون الفوسفات من صورته المترسبة مع الألومنيوم والحديد، إلا أن زيادة إضافة كربونات الكالسيوم بالدرجة التى تؤدى إلى رفع الـ pH عن ٧ قد تؤدى إلى تثبيت الفوسفات ثانيةً فى صورة فوسفات الكالسيوم غير القابلة للذوبان.

٣- النشاط الحيوى بالتربة

قد يثبت جزء كبير من الفوسفور الموجود فى التربة بيولوجيا فى الكائنات الدقيقة التى تعيش فيها، لكن الفوسفور المثبت بهذه الطريقة سرعان ما يعود إلى التربة ثانية عند تحلل هذه الكائنات (Devlin ١٩٧٥).

البوتاسيوم

دور البوتاسيوم فى النبات

يمتص النبات البوتاسيوم بكميات أكبر مما يمتص أى عنصر آخر. ويعتبر هو الكاتيون السائد فى النبات. ومعظم النباتات تمتص كميات من البوتاسيوم أكثر من حاجتها الفعلية إلى النمو وإعطاء محصول جيد. ويسمى الامتصاص الزائد للبوتاسيوم باسم الاستهلاك الترفى. ولا يدخل البوتاسيوم فى التركيب الكيميائى للنبات كالعناصر الأخرى؛ فهو يتواجد كملح غير عضوى، إلا أنه يتواجد أيضًا كملح بوتاسيوم للأحماض العضوية.

ويبدو أن للبوتاسيوم علاقة بتمثيل الأحماض النووية فى النبات، كما أن له أهمية كبيرة فى عملية انقسام الخلايا، وتنظيم نفاذية الأغشية فى النبات. وقد وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى إلى تراكم مركبات النيتروجين الذائبة، بينما يقل محتوى النباتات من النيتروجين؛ ويعنى ذلك أن البوتاسيوم مرتبط بطريقٍ ما بتمثيل البروتين من الأحماض الأمينية. كما وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى أيضًا إلى بطء عملية البناء الضوئى، وزيادة التنفس. وينظم البوتاسيوم تمثيل الكربون فى النبات.

ويلعب البوتاسيوم دورًا هامًّا فى انتقال السكريات والبروتين فى النبات؛ ومن ثم فإنه يؤثر على اختزان المواد الكربوهيدراتية فى أعضاء التخزين (Bukman & Brady ١٩٦٠).

يلعب البوتاسيوم دورًا هامًّا فى نشاط وثبات الإنزيمات والأغشية الخلوية، وفى تمثيل البروتينات والنشا، والانتقال خلال الأغشية. ويحتاج النبات البوتاسيوم لِما يُعرف باسم الـ k^+-shuttle system الذى يُنظِّم انتقال العناصر والغذاء المجهز بين الجذور والنمو الخضرى، كما يلزم البوتاسيوم فى تنظيم الضغط الأسموزى وضغط الامتلاء والمحافظة على حجم الخلايا. وفى النباتات النامية يُسهم البوتاسيوم بدور أساسى فى الجهد الأسموزى الذى يُعد أحد مكونات الجهد المائى الذى يحدد امتصاص الجذور للماء. كذلك يلعب البوتاسيوم دورًا هامًّا فى تنظيم فتح الثغور بالأوراق؛ الأمر الذى يؤثر فى عملية النتح (عن Shibairo وآخرين ١٩٩٨).

هذا .. ولا يمكن الاستغناء عن البوتاسيوم، أو إحلاله نهائيًّا بعنصر شبيه له بدرجة كبيرة، كالصوديوم أو الليثيوم. ويمتص العنصر فى صورة أيون البوتاسيوم K^+.

ويزداد تركيز البوتاسيوم فى المناطق الحديثة النشطة، وخاصة البراعم والأوراق الصغيرة والقمم النامية للجذور، بينما يقل وجوده فى البذور والثمار الناضجة.

ينظم البوتاسيوم سمك الجدر الخلوية؛ ومن ثم يؤثر فى صفات النبات المرتبطة بذلك كالرقاد وخلافه. وعند نقص البوتاسيوم تكون الأنسجة الوعائية ضعيفة.

أعراض نقص البوتاسيوم

عند نقص البوتاسيوم فى التربة ينتقل العنصر من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة؛ لأنه يوجد بحالة ذائبة فى النبات؛ وعليه.. تظهر أعراض نقصه فى الأوراق المسنة أولاً، ويكون ذلك فى البداية فى صورة اصفرار خفيف على حواف الأوراق، يتبعه تقدم الاصفرار على امتداد العروق، ويتغير لون الحواف إلى اللون البنى الداكن. وتسمى

هذه الحالة باسم انسفاع أو احتراق Scorching. وقد تأخذ حواف الأوراق لونًا برونزيًّا وتجف، وتظهر بقع بنية متناثرة على حواف الورقة.

وفى الخيار تصبح حواف الأوراق المسنة صفراء، ولكن يبقى العرق الوسطى والعروق الأخرى بالورقة خضراء اللون. وفى الطماطم والبطاطا تصبح الأوراق خشنة الملمس ومجعدة puckered، وتلتف حوافها لأسفل، وتصفر، وفى النهاية تتحول إلى اللون البنى.

وفى نباتات الفلقة الواحدة يبدأ الاصفرار من قمة الأوراق، ويمتد لأسفل نحو الحواف، ويظل مركز الأوراق أخضر اللون.

وعمومًا .. فإن نمو النبات الذى ينقصه البوتاسيوم يكون بطيئًا، ولا تكون الثمرة الواحدة متجانسة فى نضجها، كما فى حالة النضج المتبقع Blotchy Ripening فى الطماطم ومن أهم أعراض نقص البوتاسيوم نقص التغليظ الثانوى فى الجذور والدرنات، مما ينتج عنه تكوين أعضاء تخزين (جذور أو درنات) رفيعة.

ويؤدى نقص البوتاسيوم إلى نقص المقدرة على التخزين، وإلى النضج المتبقع فى الطماطم، كما تقل نوعية البطاطس (Humbert ١٩٦٩)، وتزيد القابلية للإصابة بالأمراض.

تزيد احتمالات ظهور أعراض نقص البوتاسيوم عندما ينخفض محتوى الأوراق من العنصر عن ١,٥٪ على أساس الوزن الجاف، بينما يزيد التركيز الطبيعى عن ذلك وحتى ٣٪. ومثل النيتروجين .. يزيد تركيز البوتاسيوم كثيرًا فى النبات فى بداية حياته — حيث قد يصل التركيز إلى ٥٪ – ثم ينخفض مع التقدم فى العمر (Jones ١٩٩٧).

وقد أدت زيادة تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى بمزرعة لأرضية حتى ١ مللى مول إلى خفض الفقد المائى من جذور الجزر بعد الحصاد. كذلك أدت تلك الزيادة فى

البوتاسيوم إلى إحداث زيادة فى كل من وزن الجذور، وتركيز البوتاسيوم فيها، وجهدها المائى، وجهدها الأسموزى، وإلى خفض فى تسرب المواد الغذائية منها، لكن لم تكن لزيادة تركيز البوتاسيوم عن ١ مللى مول تأثيرًا على الفقد المائى بعد الحصاد أو الصفات الأخرى المقيسة (Shibairo وآخرون ١٩٩٨).

هذا .. إلا أن الزيادة الكبيرة فى تيسر البوتاسيوم تؤدى إلى منافسته لكل من المغنيسيوم والكالسيوم على الامتصاص؛ مما يؤدى إلى ظهور أعراض نقصهما، ويكون تأثير عدم التوازن أكبر مع عنصر المغنيسيوم عما يكون عليه الحال مع عنصر الكالسيوم (Jones ١٩٩٧).

تيسر البوتاسيوم فى التربة

يتوفر البوتاسيوم فى التربة فى pH أكثر من ٦، ويقل نسبيًا فى pH ٥–٦، ويصبح النقص شديدًا فى pH أقل من ٥.

تظهر أعراض نقص البوتاسيوم غالبًا فى الأراضى الخفيفة الرملية، وفى أغلب الأراضى العضوية. ومعظم الأراضى تحتوى على كميات كبيرة من البوتاسيوم، لكنه يوجد فى صورة غير قابلة للذوبان. وترتبط كمية البوتاسيوم الذائبة ارتباطًا قويًّا بكمية الطين فى التربة؛ حيث تحتوى الأراضى الغنية بالطين على كميات عالية من البوتاسيوم الذائب. ويرجع غنى بعض الأراضى بالبوتاسيوم إلى غنى المعدن الذى تكونت منه التربة بهذا العنصر، وإلى عدم تسربه من التربة بالرشح فى المناطق شبه القاحلة.

ويتوفر البوتاسيوم فى التربة على ثلاث صور متبادلة كالتالى:

بوتاسيوم غير متبادل ⟷ بوتاسيوم متبادل ⟷ بوتاسيوم فى المحلول الأرضى.

ومع امتصاص النبات للبوتاسيوم يزداد التبادل نحو الجهة اليسرى.

ويوجد أكثر من ٩٥٪ من البوتاسيوم فى صورة معادن حاملة للعنصر. وهذا البوتاسيوم بطئ التيسر للنبات. ولا تتعدى نسبة البوتاسيوم الذائب والبوتاسيوم المتبادل ١٪-٢٪ من الكمية الكلية للعنصر فى التربة.

ونظرًا لأن البوتاسيوم يمكن أن يُفقد بسهولة مع الرشح فى الأراضى الرملية؛ لذا.. يجب أن تكون إضافته فى هذه الأراضى على دفعات صغيرة.

احتياجات محاصيل الخضر من البوتاسيوم

ينخفض محصول الخضراوات عندما يقل محتوى التربة من البوتاسيوم عن ٩٠ كجم/فدان. وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم عندما تكون كمية البوتاسيوم المتبادل فى التربة من ٤٥ — ٧٠ كجم/فدان.

ومعظم الخضراوات ذات احتياجات عالية من البوتاسيوم. وتزداد الكمية المستنفذة من العنصر بالتربة فى حالة الخضراوات الورقية، كالكرفس، والخس، بينما تكون الكمية المستنفذة أقل ما يمكن فى حالة المحاصيل البذرية، كالبسلة، والفاصوليا. وتتراوح الكمية المُزالة من التربة من ٣٥ كجم/فدان فى حالة البسلة إلى ١٦٠ كجم/فدان فى حالة الكرفس، ويبلغ المتوسط حوالى ٤٥-٧٠ كجم/فدان (Wilcox ١٩٦٩).

الكالسيوم

أهمية الكالسيوم للنبات

يلعب الكالسيوم دورًا كبيرًا فى تكوين الجدر الخلوية، وخاصة فى تكوين الصفيحة الوسطى middle lamella؛ حيث يتفاعل حمض البكتيك pectic acid مع الكالسيوم، مكونًا بكتات الكالسيوم غير القابلة للذوبان. وتعمل بكتات الكالسيوم مع بكتات المغنيسيوم على لصق سلاسل السليلوز بعضها ببعض أثناء عمل الجدر الخلوية؛ ولذلك.. فوجود الكالسيوم مهم فى الأنسجة السريعة النمو، كمرستيم الساق، والجذر، والكامبيوم.

ويعتقد أن للكالسيوم دورًا فى تكوين الأغشية الخلوية أيضًا؛ إذ إن ملح الكالسيوم للمادة الدهنية lecithin يدخل فى تركيب الغشاء الخلوى.