معهد البوتاس الدولى

الإتحاد العربى للأسمدة

ديناميكية (نشاط) البوتاسيوم فى التربة

ترجمة: أ. د. منير الروسان
منسق معهد البوتاس

دليل إرشادى IPI

مقدمة

يعتبر تحليل التربة وسيلة مهمة فى تقييم الحالة التغذوية للتربة إذ أن نتائج فحص التربة مخبرياً غالباً ما تعتمد كأساس فى أتخاذ التوصيات السماديه، وهذا مثبت فى حالات يكون فيها الأرتباط بين نتائج فحص التربة وأستجابة المحصول للإضافة السمادية أكيداً وكقاعدة يمكن القول بأن تأثير واستجابة النبات إلى العنصر الغذائى فى السماد ينبغى أن يقل بزيادة محتوى ذلك العنصر فى التربة أما بالنسبة للبوتاسيوم على أى حال فإن هنالك العديد من الحالات المعروفة بعدم وجود ارتباط بين بيانات فحص التربة واستجابة المحصول لإضافة البوتاس، وفى مئات التجارب التى أجريت فى الهند على محصول الأرز لوحظت استجابات جيدة للبوتاس المضاف للتربة.

بينت فحوصاتها وجود كمية عالية من K (الجاهز) أو المتبادل ولكن بعض الأحيان كانت إضافة البوتاس للترب ذات تأثير طفيف أو معدوم فى حالة وجود كمية قليلة من البوتاسيوم.

وقد يوجد فى بعض الحالات المتطرفة حتى ارتباطاً سلبياً بين K المتبادل وغلة المحصول فى حين يكون الأرتباط بين تركيز K فى محلول التربة والغلة إيجابياً وبمعنوية عالية (شكل ١).

إن الأساس العلمى لهذه الظواهر وما ينتج من الناحية العلمية لتفسيرات فحص التربة وإضافة السماد هو موضوع هذه النشرة فى ديناميكية البوتاسيوم فى التربة.

جاهزية البوتاسيوم فى التربة

أن الجزء اليسير من متطلبات النبات من البوتاسيوم يكتسب فقط من خلال التماس المباشر للجذور بالعنصر الغذائى (البوتاسيوم) أما الجزء الأكبر من احتياج النبات للبوتاسيوم فينبغى أن يتم من خلال انتقال البوتاسيوم من التربة إلى الجذور (شكل ٢).

وهذا الانتقال لأيونات البوتاسيوم ويحدث ذلك بالدرجة الأساس فى محلول التربة أى الطور السائل للتربة بواسطة الجريان الكتلى (فى الماء المتحرك إلى جذور النبات) وعملية الأنتشار عبر فرق التركيز الذى ينشئه الجذر الذى يمتص العنصر الغذائى .وفى المنطقة المحيطة مباشرة بالجذور تستنفذ العناصر الغذائية بسرعة بسبب استهلاكها من قبل النبات (شكل ٣).

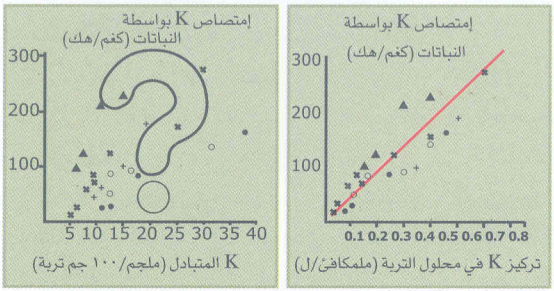
ان توفير البوتاسيوم المستمر للنبات المزروع يمكن ضمانه عندما يكون معدل توفير البوتاسيوم فى محلول التربة وانتقاله الى الجذور يواكب خطى معدل امتصاص العنصر الغذائى.

تعتبر معادن الطين هى مصدر K المتحرك وتحرره عند انخفاض تركيزه فى محلول التربة بسبب امتصاص النبات له او بسبب زيادة الرطوبة فى التربة. ان تشبع معادن الطين بصورة جيدة بالبوتاسيوم ينتج فى حالة التوازن تركيزا عاليا للبوتاسيوم فى محلول التربة اما التشبع الردئ للبوتاسيوم فينتج فى حالة التوازن تركيزا منخفضا للبوتاسيوم فى المحلول (شكل ٤).

ويمكن ان تتغير مكونات محلول التربة بسرعة اما بسبب اختلاف رطوبة التربة او بسبب امتصاص العنصر الغذائى من قبل النبات اضافة الية عوامل اخرى وبغض النظر عن ذلك فقد وجد تجريبيا فى محلول تربة متزن ان تركيز K يعتبر قيمة متجددة اذا امكن قياسه.

١

تركيز البوتاسيوم في محلول التربة هو المؤشر الأفضل لجاهزية K من كمية البوتاسيوم المتبادل

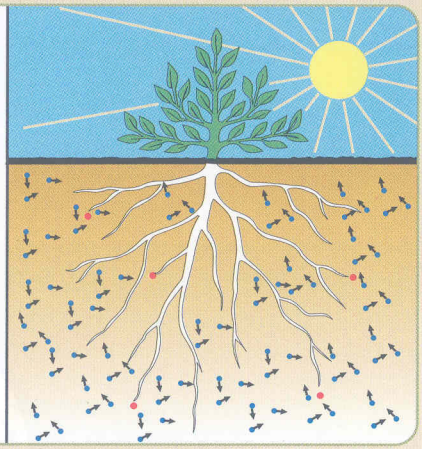


تمثل الرموز المؤشرة خمسة أنواع مختلفة للترب

من الصعوبة فى حالات عديدة ايجاد اى ارتباط بين غلة المحصول او امتصاص البوتاسيوم من فحص التربة (K المتبادل) بينما هناك ارتباط وثيق مع تركيز البوتاسيوم فى محلول التربة.

٢

إمتصاص العنصر الغذائى النباتى بواسطة الجذور



العناصر الغذائية الواصلة بواسطة إلتقاء الجذور بها

العناصر الغذائية المنقولة إلى الجذور بواسطة الجريان الكتلى و الإنتشار

جزء يسير جدا من كمية K التى تمتصها النباتات يكون من خلال التماس المباشر بين الجذور وحبيبات التربة اما الكمية العظمى من K فانها تصل للجذور عن طريق محلول التربة.

٣

تركيز K فى محلول التربة

البوتاسيوم = ●

تمتص جذور النبات العناصر الغذائية من محلول التربة كلما كثرت ايونات البوتاسيوم المذابة فى محلول التربة زادت جاهزيته للنباتات . ويعتمد تركيز K لمحلول التربة على كمية K التى تحررها معادن التربة رطوبة قياسية ملائمة مثل السعة الحلقية او حالة الاشباع للتربة.

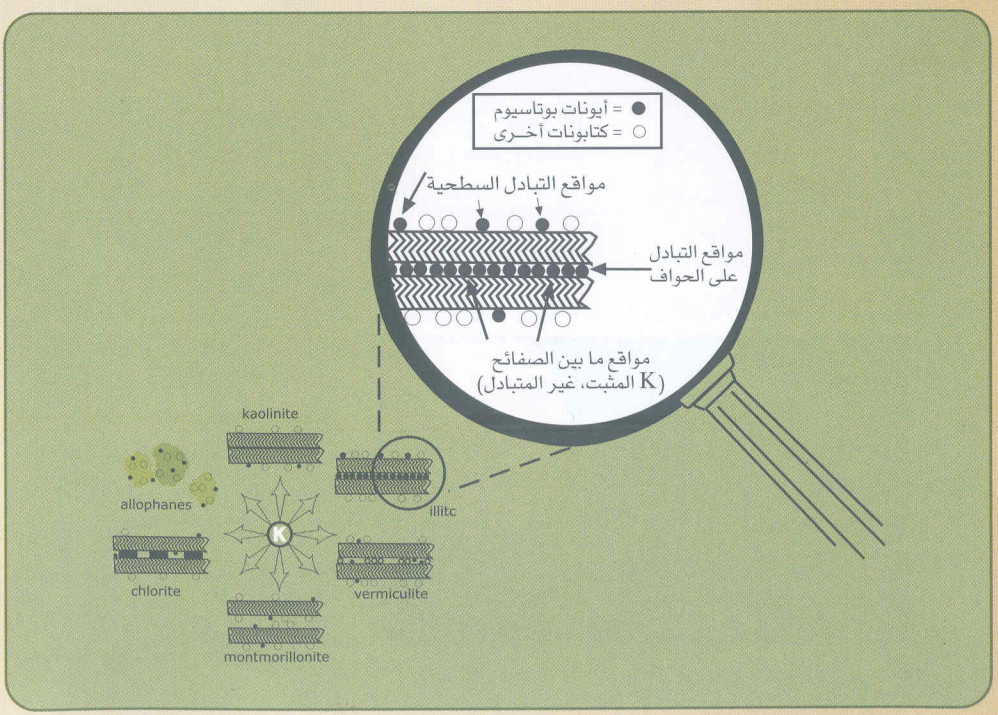
وفى هذه الظروف فان تركيز K فى محلول التربة يعتمد على تشبع السعة التبادلية الكتايونية غير العضوية للتربة بالبوتاسيوم فعندما يكون هناك محتوى معين من K المتبادل فى تربة ممتصة حبيباتها لكمية كبيرة من البوتاسيوم (التربة الطينية) فان تركيز K فى المحلول تربتها يكون اقل من تربة رملية وبمحتوى اقل من الطين (شكل ٥). وعند ثبوت محتوى الطين فان تركيز K فى محلول التربة يعتمد فى هذه الحالة على طبيعة معادن الطين الموجودة.

١- ان معادن طين الكتأيونات لا يكون لها موقع ما بين الصفائح الطينية لربط البوتاسيوم ولها سعة تبادلية كتأيونية منخفضة فهى لا تمسك K غير المتبادل وعليه فانها تتصرف بطريقة ممثالة للرمل و التربة العضوية فيما يتعلق بديناميكية K.

٢- من جانب اخر فان معادن اطيان الالايت والفيرمكيولايت و الكلوريت تمتص البوتاسيوم بصورة انتقائية (اختياريا).

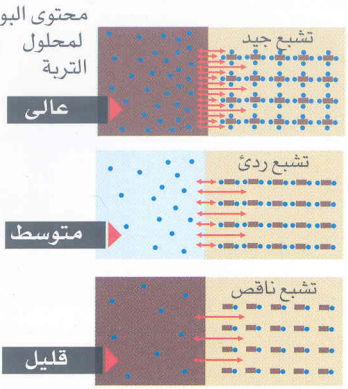
٣- ان انتقائية معادن طين المونتمورولنايت (السممكتايت) للبوتاسيوم هى اقل مما هى فى الالايت لكنها اعلى مما هى فى معادن طين الكألونايت.

٤- وتحتوى الالوفينات على كمية قليلة جدا من K ودللت التجارب بأن K يدمص فيها تفصيليا. و بالاعتماد على درجة التشبع بالبوتاسيوم او نضوب هذه ، يتم اما تحرير K الى محلول او امتصاص K من المحلول .ان قسما من معادن الطين تعتمد الانتقائية فيها على مواقع امتصاص البوتاسيوم (أنظر اسفل).



٤

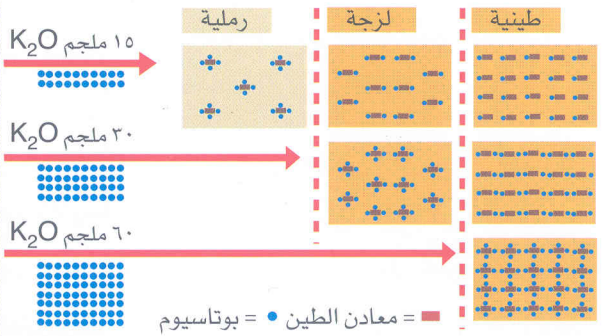
تحرير البوتاسيوم بواسطة معادن الطين



ان قدرة التربة لتحرير ما يكفى من K الى محلول التربة يعتمد على درجة تشبع حبيبات الطين باالعنصر الغذائى و معادن الطين المجهزة بصورة جيدة بالبوتاسيوم هى التى تضمن فقط التركيز المقبول للبوتاسيوم فى محلول التربة

٥

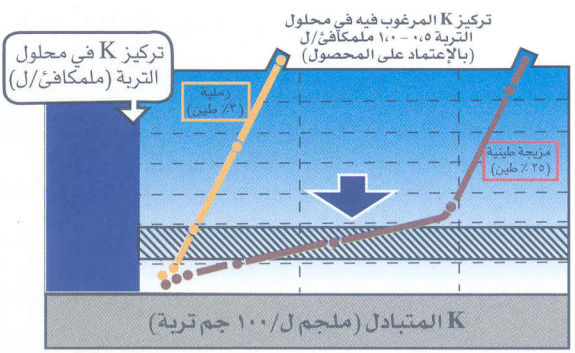
محتوى الطين: المفتاح لنتائج فحص التربة



عند تشبيع متساوى لمعادن الطين فى عدة ترب فان الترب الثقيلة تحتاج الى البوتاسيوم أكثر مما تحتاجه الترب الخفيفة وذلك بسبب محتوى الطين العالى فى الترب الثقيلة ، وأن ١٥ ملغم K_2O المتبادل لكل ١٠٠غم تربة يمكن ان تعنى تشبعا عاليا فى التربة الرملية بينما تمثل تشبعا رديئا فى التربة الطينية

٦

نسجة التربة تؤثر على K إلى محلول التربة



تبين العلاقة بين K المتبادل فى تربتين بوضوح أن التربة الثقيلة تحتاج الى K متبادل بكثير مما تحتاجه التربة الرملية للوصول الى تركيز واحد فى محلول التربة .

المواقع السطحية لاتمثل مواقع ذات خصوصية بربط البوتاسيوم (مسكة).

مواقع الحواف تربط البوتاسيوم بانتقائية عالية.

مواقع ما بين الصفائح وفيها أعلى أنتقائية للبوتاسيوم حيث أن البوتاسيوم الذى يمسك ما بين الصفائح عموما غير متبادل.

إن التركيز المقبول من البوتاسيوم فى محلول التربة (اعلى من ٠،٥ ملمكافئ / لتر) يمكن تحقيقه فقط عندما تتشبع المواقع الانتقالية بالبوتاسيوم وعليه لن يحدث تثبيت للبوتاسيوم ، وايضا اشغال عدد كافى من المواقع السطحية بالبوتاسيوم.

وتجدر الاشارة هنا الى ان البوتاسيوم المتبادل او (الجاهز) والمقاس بواسطة تحليل التربة لا يعطى معلومات مقبولة حول حقيقة مستوى بوتاسيوم التربة الجاهز الا اذا ربط بمحتوى الطين وطبيعة معادن الطين . اذا أن ١٥ ملغم K_2O لكل ١٠٠ غم تربة (١٥٠ جزء بالمليون) تعنى فى التربة الرملية جاهزية عالية للبوتاسيوم ولكن فى تربة طينية تحتوى على معادن أطيان الالايت و المونتمورولونايت فانها تعنى تشبع ردئ بالبوتاسيوم (شكل ٦) ، وفى الفحوص المخبريه يمكن اجراء تقدير لكمية البوتاسيوم المتبادل و المطلوب لتربة ثقيلة لرفع تركيز محلول التربة فيها من البوتاسيوم لمستوى مقبول حيث فى التربة المزيجة الطينية ذات معادن طين سائدة من نوع الالايت تصل كمية البوتاسيوم المتبادل المطلوبة إلى ٦٠ ملغم K20/ ١٠٠ غم تربة (٦٠٠ جزء بالمليون) و قد تصل إلى أكثر من ذلك، و بكلمات أخرى:- تحتاج الترب الثقيلة إلى كميات كبيرة من السماد البوتاسى لتحقيق مستوى عالى من جاهزية ن و أكثر مقارنة بما تحتاجه الترب الخفيفة (شكل ٧).

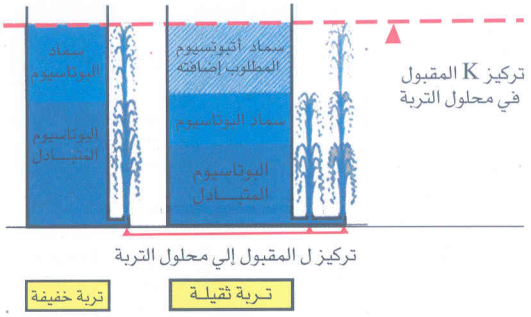
من جانب اخر فان الترب الطينية تمتلك سعة دارئة (حيادية) بوتاسية أفضل من الترب الرملية اذ يمكنها الاحتفاظ بتركيز من البوتاسيوم فى محلول التربة لفترة طويلة (شكل ٨) بينما فى الترب الرملية فان التركيز فى محلول التربة يهبط بسرعة لذلك يكون مناسبا ان تكون اضافة سماد البوتاس فيها بشكل دفعات.

إن استنزاف العناصر الغذائية من محلول التربة وفى المنطقة القريبة من جذور النبات يولد اختلالا فى التوازن مما يؤدى الى تحرير ليس K المتبادل فحسب بل ايضا البوتاسيوم الذى لم يكن اساسا متبادل ويمكن ان يكون تحرير هذا البوتاسيوم من مصادر لا يكون فيها البوتاسيوم متبادلا بكميات كبيرة .

وفى معظم الحالات ، وعلى اية حال يكون معدل K غير المتبادل و الذى يصبح حرا جدا لكى يضمن توفير الكمية المقبولة من K للحصول على غلة عالية من المحصول حيث بينت التجارب بأن النباتات التى اعتمدت على K المتحرر من الاحتياطى غير المتبادل قد اعطت اقل غلة ممكنة (شكل ٩).

٧

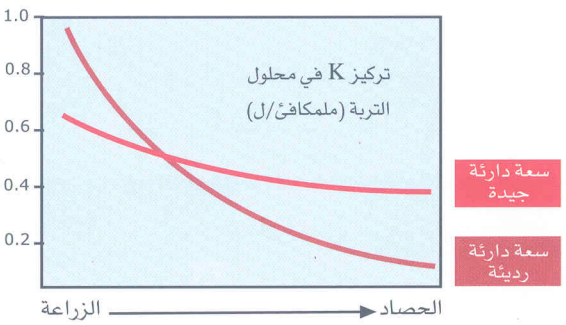
ديناميكية K مبسطة و تحرير K من ترتيبين ذات مستوى متساوى من K المتبادل و تجهيز سماد متساوى.



تبرهن هذه الاشكال انه بنفس الكمية من البوتاسيوم المتبادل الموجودة فى الترب فان تركيزه فى محلول التربة قد يكون مختلفا اعتمادا على القابلية (معدن الطين مثلا) فى امتصاص K وعند المستويات المتساوية من K المتبادل فالتربة الخفيفة يمكنها تحرير K بمعدل أعلى من التربة الثقيلة الى محلول التربة ونفس الشئ يكون صحيحا بالنسبة للبوتاسيوم المضاف كسماد.

٨

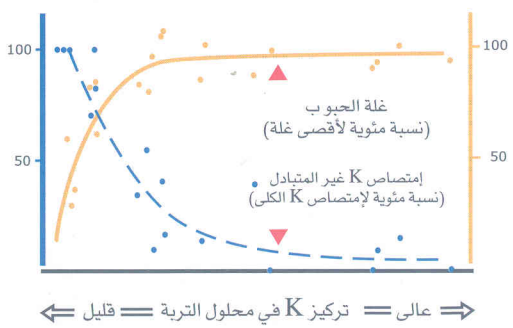
السعة الدارئة للبوتاسيوم ضرورية



لغرض انتاج المحصول فمن الاهمية معرفة فيما اذا كان تركيز K فى محلول التربة قد انخفض بسرعة خلال موسم النمو او حافظ على مستوى مقبول (سعة دارئة جديدة) فالترب الرملية تظهر عادة سعة دارئة ردئية للبوتاسيوم وقد تكون هناك حاجة الى اضافات متكررة من K او توفير تركيز عالى اولى من K لضمان التركيز الكافى من K خلال مراحل نمو المحصول المتأخرة.

٩

غلة الإنتاج و إمتصاص K غير المتبادل بالأساس



بانخفاض K المتبادل فى منطقة الجذور يمكن للنباتات ان تمتص البوتاسيوم غير المتبادل بالاساس لكن سرعة تحرره من مصدر كهذا الى محلول التربة تكون منخفضة جدا بحيث تكون غير كافية لاعطاء غلة عالية كما هو مبين فى النتائج المستحصلة من ١٩ نوع تربة تم فيها المحافظة على رطوبة عند السعة الحلقية.

ان مثل ظروف كهذه تسود فى ترب ثقيلة عديدة والتى لم تجهز بأى اضافات بوتاسيوم كافية ولعقود من الزمان هذه الترب لا تقوم بربط السماد البوتاسى بشدة فحسب بل تقوم حتى بتثبيته أيضا ، بعد ذلك ينتقل البوتاسيوم الى داخل المعادن الطينية المتمددة حيث يؤدى تقلصها الى اقتناص ايونات K (شكل ١٠) . وان K هذا سيتحول الى صيغة جاهزة ضعيفة بدلا من انه كان صيغة متيسرة للنبات. ومن البديهى تحت مثل هذه الظروف يكون K فى محلول التربة قليل جدا ليكون نمو التربة مثاليا . و الملاحظ فى بعض الاحيان استجابة ضعيفة فى غلة المحصول لاضافة البوتاس الاعتيادية فى ترب اعطت فحوصاتها جاهزية منخفضة و متوسطة بالبوتاسيوم و يرجع ذلك الى التثبيت الشديد لسماد البوتاس فى التربة اذ ان هذا ينطبق بالخصوص على الترب الطينية . ان التغلب على التثبيت فى هذه الترب يتطلب اضافة معدلات عالية من البوتاس وربما تكون عدة آلاف من الكيلو غرامات و عند اضافة البوتاس بمعدلات منخفضة فالتوصية هو ان تضاف بشكل حزمة.

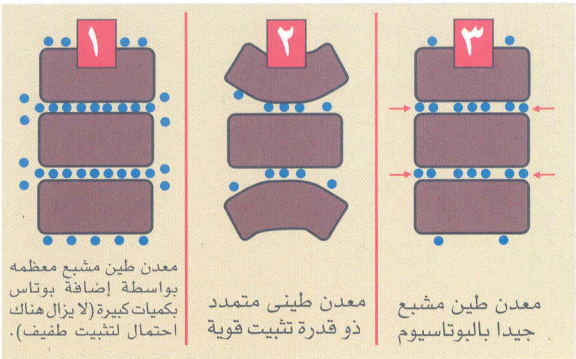
وكما ذكر سابقا فان الانتشار هو احد الأليات الرئيسية لحركة البوتاسيوم فى التربة وهذا الانتشار يزداد مع تحسن تشبع معادن الطين بالبوتاسيوم ، وعند مقارنة تربتين بنفس المستوى من K المتبادل ولكن بمحتوى الطين فيهما مختلف فان اعلى انتشار حصل فى التربة ذات محتوى الطين المنخفض وهذا بسبب درجة تشبعها العالى بالبوتاسيوم و بالتالى التركيز العالى من K فى محلول التربة (شكل ١١).

ويعتمد معدل الانتشار ايضا على حالة رطوبة التربة ففى فحوصات مخبرية تبين ان حركة K تكون اسرع فى تربة رطبة مما هى فى تربة جافة (شكل ١٢) ان تأثير رطوبة التربة على جاهزية K تم التأكد منها فى تجارب البيت الزجاجى وفى تجارب حلقية اذ اشارات التجارب على أن ظروف الرطوبة المثالية تقلل الحاجة إلى البوتاسيوم لإنتاج غلة محصول معينة (أشكال ١٣،١٤).

أما فى الترب الجافة نسبياً فينبغى توفير كمية أكبر من k للتغلب على بطء حركة البوتاسيوم إذ لهذه أهمية كبيرة وخاصة فى فترات أحتباس المطر لفترات قصيرة وبسبب حركة العناصر الغذائية البطيئة فإن نقص البوتاس مع ما يرافقه من فوائد محتملة فى غلة ونوعية المحصول يمكن أن يحصل وخاصة فى حالة التشبع غير الكافى بالبوتاسيوم وفى التربة الرطبة فإن توفير البوتاسيوم للتربة وبكميات إضافية يساعد فى موازنة (تغطية) النقص فى قدرة الجذور على أمتصاص العنصر الغذائى والمتسبب بواسطة التهوية الرديئة وأيضاً فى تجاوز عملية الأختزال غير المرغوب بها فى التربة.

١٠ تثبيت البوتاسيوم بواسطة معادن طين من نوع الالايت

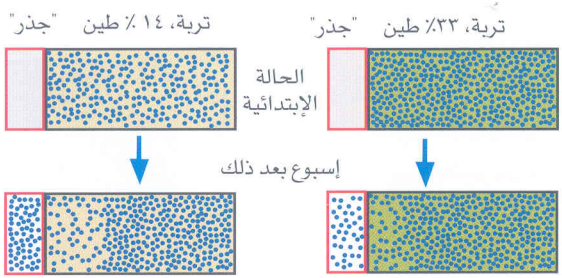
● = بوتاسيوم



عند عدم كفاية التسميد بالبوتاسيوم وعلى النبات أن يعتمد على البوتاسيوم غير المتبادل فإن البوتاسيوم يزاح بواسطة النبات من مواقع ما بين صفائح معادن الطين (٢) فإذا تبع ذلك توفير سماد البوتاس فإنه يزود أولا معادن الطين (٣) ويكون جزءاً منه جاهز لجذور النبات لذلك من الضرورى إضافة معدلات عالية من البوتاس للتغلب على تثبيت k.

١١

محتوى طين عالى . انتشار بطئ . جاهزية محدودة

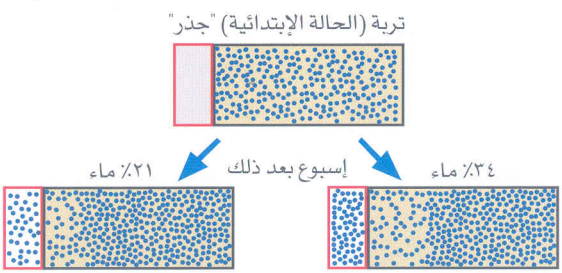


انتشار البوتاسيوم إلي موقع التبادل الأيوني = جذر مفترض
(حالة الرطوبة متساوية، محتوى K لمتبادل الأصلي متساوي)

تعتمد حركة k بالانتشار على رطوبة التربة وتركيز k فى محلول التربة وفى الحالات التى تكون فيها الرطوبة ومحتوى k المتبادل متساوية فإن التربة الخفيفة يظهر فيها تشبع أفضل بالبوتاسيوم وتبعاً لذلك فإن تركيز k فى محلول التربة الخفيفة اعلى مما هو فى التربة الثقيلة . لذلك فان الانتشار فى التربة الخفيفة يتقدم أسرع مما يكون فى التربة الثقيلة.

١٢

رطوبة تربة جيدة . معدن إنتشار عالى . جاهزية متزايدة

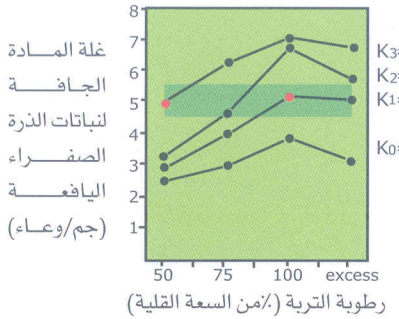


إنتشار K التربة إلى موقع التبادل الأيونى = جذر مفترض
(نفس التربة، رطوبة تربة مختلفة)

تكون معدلات الانتشار عالية عندما تكون التربة رطبة وتكون منخفضة عندما تكون التربة جافة وعليه فإن الترب الجافة تحتاج إلى البوتاسيوم أكثر لكى تحافظ على معدل أنتشار عالى. وبالانتشار الضعيف فإن جزء يسيراً من إجمالى القدرة الغذائية للتربة سيكون بالحقيقة جاهز للنباتات.

١٣

غلة جيدة بسبب تحسن حالة K للتربة حتى في ظروف رطوبة رديئة

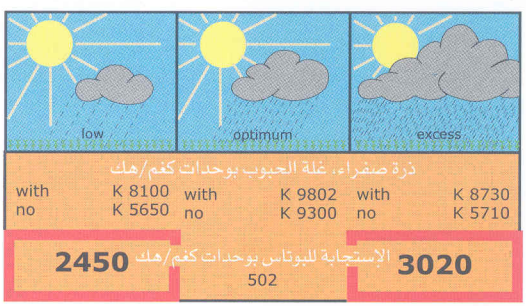


إن تقييد جاهزية العناصر الغذائية بسبب ظروف غير ملائمة لرطوبة التربة يكن تجاوزها إلى حد ما بتحسين حالة k فى التربة مثل إضافة السماد.

يمكن الحصول على نفس الغلة بمستوى k٣ عند رطوبة قليلة وبمستوى k١ عند رطوبة مثالية.

١٤

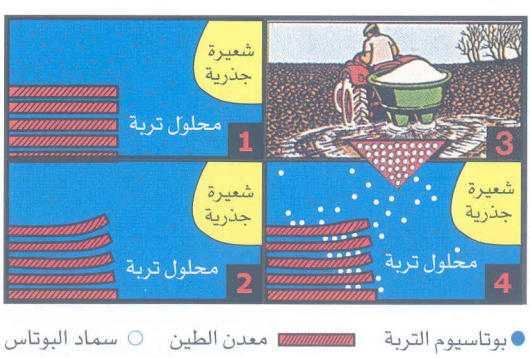
أسمدة K قد تعوض ظروف رطوبة التربة غير الملائمة



إن تحسين جاهزية k بإضافة البوتاس ضرورية خصوصاً فى حالة وجود ظروف غير ملائمة للرطوبة فى التربة : للتغلب على حركة k البطيئة عند عدم حصول أمطار كافية وللتعويض عن قدرة أمتصاص الجذور المحدودة بسبب نقص الأكسجين عند وجود رطوبه زائدة.

١٥

لماذا "تبتلع" بعض الترب البوتاس؟



يلخص هذا الشكل جزء من العمليات المتعلقة بديناميكية البوتاسيوم فى التربة إذ يبين حالة التوازن الموجودة بين تركيز k فى محلول التربة وأيونات k المدمصة بواسطة معادن الطين.

إن k المرتبط أرتباطاً ضعيفاً بسطح الطين هو الذى يمتص بواسطة جذور النبات.

(١) ويسبب الأستخلاص الإضافى بواسطة الزراعة الكثيفة إستنزافاً (٢) و عند إضافة سماد ل (٣) فإنه سوف يقتنص بواسطة مواقع ما بين الصفائح لمعادن الطين و الناضبة من K (٤) و بعد أن تملأ مواقع ما بين الصفائح الإنتقائية بالبوتاسيوم فإن السطوح الخارجية (المواقع السطحية) لمعادن الطين تصبح تدريجياً مشغولة بالبوتاسيوم و طالما أن K مرتبط بالمواقع ما بين الصفائح فإن تركيز K في محلول التربة يكون منخفضاً لأن هذه المواقع ذات إنتقائيـــة عاليـــة (قوة ربط) للبوتاسيوم. و إذا شغل جزء معين من المواقع السطحية (المواقع الخارجية ذات إنتقائية محدودة) بأيونات البوتاسيوم فإن تركيز K المتحقق في محلول التربة يكون كافياً لنمو نبات مثالى.

و تحت ظروف وسط أوروبا و التى تحوى تربها على معادن طينية سائدة من الالايت فإن القيم المستحصلة من فحص التربة و كما هي مذكورة في الجدول المرفق تسير إلي وجود تشبع جيد بالبوتاسيوم (إعتماد علي محتوى الطين). و حالما يتم تحقيق القيم المعطاة في الجدول أى بعد إضافة كمية البوتاس التصحيحية فإن معدلات الإضافة الإعتيادية المعتمدة على كمية البوتاسيوم التى يتم إستهلاكها عند مستوى الغلة المتوقعة تكون كافية.

أنسجة التربة	% الطين	البوتاسيوم المتبادل ملغم K20 / ١٠٠ غم تربة	جزء بالمليون
رملية	٥ - ٠	يصل إلى ١٥	١٥٠ >
رملية مزيجه	١٠ - ٦	٢٥ - ١٥	٢٥٠ - ١٥١
مزيجه رملية	١٥ - ١١	٣٠ - ٢٦	٣٠٠ - ٢٥١
مزيجه	٣٠ - ١٦	٤٥ - ٣١	٤٥٠ - ٣٠١
مزيجه طينية / طينية	٣١ <	٤٥٠ <	٤٥٠ <

المصـــــادر

Graphs were adapted from
No.1 Nemeth, K. &Forester, H:
Die bodenkulture27,No.2111-119
(1976)

No.2Barder, S.A.:
J.Agric. And Food Chemistry,11,
204-207(1963)

No.5 Nemth,K. Gumme, H.:
Soil Science,114,No. 5,349-354
(1972)

No.6 Gumme, H., Nemeth, and K. & v.
Braunschweig L.C:
Landw. Forschung, Sonderheft 26/1,
65-176(1971)

No.8 Braunschweig, L.C. & Mengel, K.:
landw. Forschung, Sonderheft 26/1
65-72(1971)

References

No.9 Gumme,H:
proc. 10th IPI-Congress,Budapest,
131-136(1974)

No.11Gumme, H., Nemth, K&v.
Braunschweig,L.C.:
+12 Intern. Symp. Soil FERT.Eval. proc.
I,33-43New Delhi(1971)

No.13v.Braunschweig, L.G. & gumme,H.:
Z. PEI.Ernahrung u.Bodenkunde,
1134,No. 3,246-256(1973)

No.14 Younts, SE.:
Americ. Soc. Of Agronomy. Sepc.
publ. 20,69-82(1971)

No.15 IPI Press Service"'IFC"'
VolXV, No. 1(1974)