

3.6 البوتاسيوم

يعتبر البوتاسيوم (K) إلى جانب الأزوت والفوسفور، على جانب كبير من الأهمية في إنتاج المحاصيل. وتحتوي معظم الترب على كميات كبيرة نسبياً من البوتاسيوم الكلي (1-2%) على شكل مكونات من المعادن غير القابلة للذوبان. ومع ذلك، هناك جزء صغير فقط (حوالي 1%) موجود بشكل وفير للنباتات، أي بوتاسيوم ذائب بالماء water-soluble K وبوتاسيوم قابل للتبادل exchangeable K.

بشكل عام تفتقر الترب الحامضية المعرضة للغس الخارجي (المناطق المدارية) إلى البوتاسيوم المتاح للنبات، في حين توجد كمية وافرة من البوتاسيوم في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة. وهكذا، تحتوي ترب منطقة CWANA عموماً على كميات كافية منه باستثناء الترب الرملية و الترب المروية التي تزرع محاصيل ذات احتياجات عالية من البوتاسيوم، مثل الشوندر والبطاطا.

ومع ذلك، يعتبر البوتاسيوم القابل للاستخلاص extractable-K، أو المتبادل + الذائب في الماء exchangeable plus water-soluble K، الجزء المتاح للنبات والذي يقاس بشكل روتيني في مختبرات المنطقة. ويشكل البوتاسيوم الذائب في الماء نسبة كبيرة من أجزاء البوتاسيوم القابل للاستخلاص في ترب المناطق الأكثر جفافاً.

وحيث تكون مستويات قيم البوتاسيوم القابلة للاستخلاص أقل من 100-150 ppm، ويُحتمل حدوث نقص في البوتاسيوم مما يعني ضرورة التسميد بغية رفع إنتاج المحاصيل المروية أو المحاصيل التي تتطلب البوتاسيوم بكمية كبيرة، يتعين أن يكون المستوى الحرج critical level أعلى بشكل متوازن.

1.3.6 البوتاسيوم القابل للاستخلاص

إن هذا الجزء من بوتاسيوم التربة هو مجموع البوتاسيوم الذائب في الماء والبوتاسيوم المتبادل. في هذه الطريقة يُستخدم محلول ملحي حيادي من أجل استبدال الكاتيونات الموجودة على معقد التربة المتبادلة؛ لذلك يُشار إلى تركيز الكاتيونات المقدرة بهذه الطريقة على أنه "متبادل" بالنسبة للترب غير الكلسية. أما بالنسبة للترب الكلسية، فيُشار إلى تركيز الكاتيونات على أنها "متبادلة + ذائبة" (Richards, 1954).

الأجهزة

جهاز التحليل الطيفي باللهب مع الملحقات.

جهاز طرد مركزي، بمعدل 3000 دورة/الدقيقة.

جهاز رج كهربائي، ترددي.

المحاليل

أ. محلول خلات الأمونيوم (NH₄OAc)، N 1

- أضف 57 مل من حمض الخليك المركز (CH₃COOH) إلى 800 مل من الماء المقطر، ثم أضف 68 مل من ماءات الأمونيوم المركز (NH₄OH)، امزجه جيداً، دع المزيج ليبرد.
- عدل درجة pH إلى 7.0 بإضافة حمض الخليك acetic acid أو ماءات الأمونيوم ammonium hydroxide. وأكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر.

ب. محلول الأم القياسي

- جفف حوالي 3 غ من كلورايد البوتاسيوم (KCl) بالفرن على درجة حرارة 120°م لمدة 1-2 ساعة واحدة، برد بالمجفف، واحفظه في زجاجة محكمة الإغلاق.
- أذّب 1.907 غ من كلورايد البوتاسيوم المجفف في الماء المقطر، وأكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر. هذا المحلول يحتوي على 1000 ppm من البوتاسيوم (محلول الأم).
- حضر سلسلة من المحاليل القياسية من محلول الأم كالتالي: خفف 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 مل من محلول الأم إلى 100 مل حجم نهائي حيث يضاف لكل منها الماء المقطر أو محلول خلات الأمونيوم N1. هذه المحاليل تحتوي على 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200 ppm من البوتاسيوم، على التوالي.

ملاحظة

يجب تحضير المحاليل القياسية عند تقدير البوتاسيوم الذائب soluble-K في الماء المقطر، ولكن بغية تقدير البوتاسيوم القابل للاستخلاص extractable-K يجب تحضير المحاليل القياسية في محلول خلات الأمونيوم.

طريقة العمل

1. زن 5 غ من التربة الجافة هوائياً (أقل من 2 مم) إلى أنبوب طرد مركزي سعة 50 مل. أضف 33 مل من محلول خلات الأمونيوم، ثم رج لمدة 5 دقائق على جهاز رج كهربائي. يجب إغلاق الأنابيب بسدادات مطاطية نظيفة أو مصنوعة من مادة البولي ايثيلين، واستبعاد مادة الفلين الذي قد يسبب وقوع بعض الأخطاء.
2. تُفل حتى يصبح السائل رائقاً، ثم يُجمع المستخلص في دورق حجمي سعته 100 مل عبر ورقة ترشيح لاستبعاد أية جزيئات من التربة. تكرر هذه العملية مرتين إضافيتين و يجمع المستخلص في كل مرة.
3. خفف مستخلصات خلات الأمونيوم المركبة إلى الحجم بمحلول خلات الأمونيوم N 1

4. اقرأ سلسلة المحاليل القياسية المناسبة للبوتاسيوم، وارسم المنحنى البياني.
5. اقرأ تركيز العينات (مستخلصات التربة)، وخذ قراءات الطيف على جهاز التحليل الطيفي باللهب بطول موجة 767 nm.
6. احسب تركيز البوتاسيوم (K) طبقاً للمنحنى البياني.

الحساب

من أجل البوتاسيوم القابل للاستخلاص في التربة :

$$(38) \quad \text{Extractable } K \text{ (ppm)} = \text{ppm } K \text{ (من المنحنى القياسي)} \times \frac{A}{Wt}$$

حيث أن: A = الحجم الكلي لمحلول الاستخلاص (مل)
 Wt = وزن التربة الجافة هوائياً (غ)

2.3.6 البوتاسيوم الذائب

في هذا الجزء تقدر كمية البوتاسيوم المستخلصة من التربة بوساطة الماء المقطر.

طريقة العمل

1. زن 5 غ من التربة الجافة هوائياً (أقل من 2 مم) إلى دورق ارلينماير سعة 250 مل، أضف 100 مل من الماء المقطر، ثم رج لمدة ساعة واحدة.
2. رشح، وثم اقرأ تركيز البوتاسيوم الذائب في جهاز التحليل الطيفي باللهب.

الحساب

من أجل البوتاسيوم الذائب في التربة :

$$(39) \quad \text{Soluble } K \text{ (ppm)} = \text{ppm } K \text{ (من المنحنى القياسي)} \times \frac{A}{Wt}$$

3.3.6 البوتاسيوم المتبادل

يُشكل عادة البوتاسيوم المتبادل، الموجود في مواقع التبادل أو على سطوح معادن الطين، الجزء الأكبر من إجمالي البوتاسيوم القابل للاستخلاص. ويمكن استنتاج كميته من المعادلة التالية :

من أجل البوتاسيوم المتبادل في التربة :

$$(40) \quad \text{Exchangable K (ppm)} = \text{Extractable K (ppm)} - \text{Soluble (ppm)}$$

ملاحظات

1. يمكن قياس الصوديوم (Na)، والكالسيوم (Ca)، والمغنيزيوم (Mg) المتبادل بنفس الطريقة التي يقاس بها البوتاسيوم المتبادل (K). حيث يتم قياس Na، Ca، Mg القابل للاستخلاص في محلول خلات الأمونيوم، ويتم قياس Na، Ca، Mg، الذائب في محلول الماء المقطر. وسيمثل الفرق قيم Na، Ca، Mg المتبادل، على التوالي.
2. يمكن تحضير سلسلة من المحاليل القياسية للصوديوم تتراوح بين 20 إلى 200 ppm في محلول خلات الأمونيوم للحصول على الصوديوم القابل للاستخلاص، وفي الماء المقطر من أجل الحصول على الصوديوم الذائب.
3. بعد عملية الاستخلاص، يجب عدم حفظ الراشح الحاوي على K، Na، Ca، Mg لأكثر من 24 ساعة ما لم يحفظ في مكان بارد أو يُعامل معاملة خاصة لمنع النمو البكتيري.
4. يمكن حفظ عينات التربة المجففة بالهواء لعدة شهور دون حدوث أي تأثيرات في محتوياتها من العناصر K، Na، Ca، Mg المتبادلة.

4.6 الصوديوم

يمكن استخلاص الصوديوم (Na) بمحلول خلاات الأمونيوم بنفس الطريقة التي يستخلص بها البوتاسيوم، بينما يمكن الحصول على الصوديوم الذائب من مستخلص الماء المقطر أو من مستخلص العجينة المشبعة saturated paste عند تقدير EC. لاحقاً، يمكن تقدير الصوديوم في المستخلص بواسطة جهاز التحليل الطيفي بالذهب. فعناصر كثيرة بما فيها الصوديوم لها خاصية إصدار ضوء (لون) ذو طول موجة خاص بالعنصر و كثافة متناسبة مع التركيز عندما تتعرض أملاحها للهب (Richards, 1954). وينطبق هذا بشكل خاص على عنصر الصوديوم بسبب خاصية إصدار ضوء ذو لون أصفر محمر رائع.

المحاليل

أ. محلول كلورايد الليثيوم (LiCl)، 1000 ppm

- أذب 6.109 غ من كلورايد الليثيوم الجاف في الماء المقطر، وأكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر. يحتوي هذا المحلول على 1000 ppm LiCl (محلول الأم).
- خفف 100 مل من محلول الأم إلى حجم لتر بالماء المقطر، هذا المحلول يحتوي على 1000 ppm LiCl (محلول الأم المخفف).

ب. محلول الأم القياسي

- جفف حوالي 5 غ من كلورايد الصوديوم (NaCl) بالفرن بدرجة حرارة 110°م لمدة 3 ساعات، برد بالمجفف، واحفظه في زجاجة محكمة الإغلاق.
- أذب 2.5418 غ من كلورايد الصوديوم المجفف في الماء المقطر، وأكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر. يحتوي هذا المحلول على 1000 ppm صوديوم (Na محلول الأم).
- حضر سلسلة من المحاليل القياسية من محلول الأم كالتالي: خفف 2، 4، 6، 8، 10، 15، 20 مل من محلول الأم إلى 100 حجم نهائي حيث يضاف لكل منهم الماء المقطر أو محلول خلاات الأمونيوم 1 N. وأضف 25 مل من LiCl محلول الأم المخفف (100 ppm). هذه المحاليل تحتوي على 20، 40، 60، 80، 100، 150، 200 ppm Na، مع نفس التركيز من محلول LiCl (25 ppm) لكل المحاليل.

ملاحظة

يجب تحضير المحاليل القياسية لتقدير البوتاسيوم الذائب soluble-Na في الماء المقطر، أما بالنسبة لتقدير البوتاسيوم القابل للاستخلاص extractable-Na فيجب تحضير المحاليل القياسية في محلول خلاات الأمونيوم.

طريقة العمل

1. شغل جهاز الطيفي باللهب وفقاً للتعليمات المرفقة بالجهاز.
2. اقرأ سلسلة المحاليل القياسية المناسبة للصوديوم، وارسم المنحنى البياني.
3. اقرأ تركيز الصوديوم في العينات (مستخلصات التربة)، وخذ قراءات الطيف على جهاز التحليل الطيفي باللهب بطول موجة 589 nm.
4. احسب تركيز الصوديوم طبقاً للمنحنى البياني.

الحساب

من أجل الصوديوم الذائب أو القابل للاستخلاص في التربة:

$$(41) \quad Na \text{ (meq/L)} = \text{meq/L Na (من المنحنى القياسي)} \times \frac{A}{Wt}$$

$$(42) \quad Na \text{ (ppm)} = \text{meq/L Na (من المنحنى القياسي)} \times \frac{A}{Wt} \times 23$$

حيث أن: A = الحجم الكلي لمحلول الاستخلاص (مل)
 Wt = وزن التربة الجافة هوائياً (غ)
 23 = الوزن الذري للصوديوم.

5.6 الكالسيوم و المغنزيوم الذائبان

يمكن الحصول على الكالسيوم والمغنزيوم الذائبين عن طريق استخلاص التربة بالماء المقطر وقياس تركيزهما في المستخلص بطريقة المعايرة بمحلول EDTA (Richards, 1954). كما يمكن أيضا قياس Ca و Mg في المستخلص بوساطة جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري.

المحاليل

أ. محلول مُنظَّم Buffer Solution ($\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}$)

أذب 67.5 غ من كلوريد الأمونيوم في 570 مل من ماء/ات الأمونيوم المركز، ثم انقل المحلول إلى دورق حجمي سعة لتر، دعه يبرد، وأكمل إلى الحجم بالماء المقطر.

ب. نليل إريوكروم الأسود

أذب 0.5 غ من إريوكروم الأسود *Eriochrome black* مع 4.5 غ من هيدروكسيل أمين هيدروكلوريد *hydroxylamine hydrochloride* في 100 مل من الكحول الإيثيلي 95%. حضر مجموعة جديدة كل شهر.

ج. محلول حمض اتيلي ثنائي أمين رباعي الخليك (EDTA)، $N 0.01$

أذب 2 غ من حمض اتيلي ثنائي أمين رباعي الخليك *ethylene diaminetetraacetic acid*، 0.05 غ من كلوريد المغنزيوم (MgCl_2) في الماء المقطر، وأكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر.

د. محلول ماءات الصوديوم (NaOH)، $N 2$

أذب 80 غ من ماء/ات الصوديوم في حوالي 800 مل من الماء المقطر، ثم انقل المحلول إلى دورق حجمي سعته لتر، دعه يبرد، وأكمل إلى الحجم بالماء المقطر.

هـ. نليل بربرات الأمونيوم ($\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_6\text{O}_6$)

أمزج 0.5 غ من بربرات الأمونيوم ammonium purpurate (الميروكسيد Murexid) مع 100 غ من كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4).

و. محلول كلوريد الكالسيوم الأم القياسي ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)، $N 0.01$

أذب 0.5 غ من كربونات الكالسيوم المجفف (جفف CaCO_3 لمدة 3 ساعات عند درجة حرارة 100°C)،

في 10 مل من حمض كلور الماء $N 3$ وأكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر. وأيضاً يمكن أن يحضر بإذابة 0.735 غ من كلورايد الكالسيوم ثنائي الماء في لتر من الماء المقطر.

طريقة العمل

أ. الكالسيوم

1. اسحب بوساطة الماصة 10-20 مل من مستخلص التربة المشبعة، بحيث لا يحوي على أكثر من 1.0 ميلليمكافى Ca، إلى ورق ارلنماير سعة 250 مل.
2. خفف بالماء المقطر حتى 20-30 مل، أضف 2-3 مل من محلول **مئات الصوديوم $N 2$** ، وحوالي 50 ملغ من دليل بريرات **الأمونيوم**.
3. عاير بمحلول EDTA 0.01 N حتى يتغير اللون من أحمر إلى أرجواني شاحب أو أرجواني. وعند الاقتراب من نقطة النهاية، يجب إضافة نقطة واحدة من EDTA كل 10 ثواني لأن تغير اللون لن يكون فورياً.
4. دوماً جهز شاهداً يحتوي كل المحاليل ماعدا التربة، وعامله بالضبط بنفس الطريقة التي تعامل بها العينات ومن ثم أطرَح قراءة معايرة الشاهد من قراءات كل العينات.

ب. الكالسيوم + المغنزيوم

1. اسحب بوساطة الماصة 10-20 مل من مستخلص التربة المشبعة إلى ورق ارلنماير سعة 250 مل.
2. خفف بالماء المقطر حتى 20-30 مل. ثم أضف 3-5 مل من **المحلول المُنظَّم**. ونقط قليلة من دليل **إريوكروم الأسود**.
2. عاير بمحلول EDTA 0.01 N . حتى يتغير اللون من أحمر إلى أزرق.

الحساب

من أجل الكالسيوم أو المغنزيوم الذائبان في التربة :

$$(43) \quad Ca \text{ or } Ca + Mg \text{ (meq/L)} = \frac{(V - B) \times N \times R \times 1000}{Wt}$$

$$(44) \quad Mg \text{ (meq/L)} = Ca + Mg \text{ (meq/L)} - Ca \text{ (meq/L)}$$

- حيث أن: V = حجم محلول EDTA المستهلك في معايرة العينة (مل).
 B = حجم معايرة الشاهد (مل).
 R = النسبة بين الحجم الكلي لمحلول الاستخلاص وبين الحجم المأخوذ للمعايرة.
 Wt = وزن التربة الجافة هوائياً (غ).
 N = نظامية محلول EDTA.

تقدير نظامية محلول EDTA

- اسحب بوساطة الماصة 10 مل من محلول كلورايد الكالسيوم 0.01 N، وعامله بالضبط بنفس الطريقة التي تعامل بها العينات لتقدير Ca وCa+Mg، على التوالي.
- خذ القراءة، واحسب نظامية EDTA:

$$(45) \quad N_{EDTA} = \frac{10 \times N_{CaCl_2}}{V_{EDTA}}$$

- حيث أن: N_{EDTA} = نظامية محلول EDTA.
 V_{EDTA} = حجم محلول EDTA المستخدم (مل)
 N_{CaCl_2} = نظامية محلول $CaCl_2$.

ملاحظات

1. تكون عادة النظامية عند تقدير Ca أعلى بنسبة 3 إلى 5% من النظامية عند تقدير Ca + Mg.
2. في حال عدم توفر كمية كافية من المستخلص المشبع، يمكن تحضير معلق تربة - الماء (النسبة 1 : 5). يُرج لفترة 30 دقيقة، ثم يرشح، وبعد ذلك يُستخدم الراشح للتليل.
3. في حال استخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري، تكون كمية صغيرة من المستخلص المشبع كافية لتقدير Ca وMg.

6.6 الكربونات و البيكربونات

بشكل عام تقدر الكربونات و البيكربونات في مستخلص التربة المشبعة بطريقة المعايرة بمحلول H_2SO_4 0.01 N إلى 8.3 و 4.5 pH، على التوالي (Richards, 1954).

المحاليل

- أ. دليل برتقالي الميثيل $[4-NaOSO_2C_6H_4N:NC_6H_4/-4-N(CH_3)_2]$ ، (F.W. 327.34)، 0.1%
أذب 0.1 غ من دليل برتقالي الميثيل في 100 مل من الماء المقطر.
- ب. محلول حمض الكبريت (H_2SO_4)، 0.01 N
• خفف 28 مل من حمض الكبريت المركز (sp.gr.1.84، 98%) في الماء المقطر، أمزج جيداً، دعه يبرد،
وأكمل الحجم إلى ليتر بالماء المقطر. هذا المحلول يحتوي على حمض الكبريت 0.01 N.
• ثم خفف 100 مرة (10 مل إلى حجم ليتر) للحصول على حمض الكبريت 0.01 N.
- ج. دليل الفينول فتالين، 1%
أذب 1 غ من دليل الفينول فتالين في 100 مل من الكحول الايثيلي (إيثانول ethanol).

طريقة العمل

1. اسحب بوساطة الماصة 10-15 مل من مستخلص التربة المشبعة في جفنه من البورسلان واسعة الفتحة أو في دورق إرلنماير سعة 150 مل.
2. أضف نقطة واحدة من دليل الفينول فتالين، فإذا ظهر لون زهري، أضف حمض الكبريت 0.01 N بوساطة السحاحة burette، نقطة فنقطة، حتى يزول اللون.
3. خذ القراءة، y.
4. استمر بالمعايرة بمحلول حمض الكبريت 0.01 N بعد إضافة نقطتين من دليل برتقالي الميثيل 0.1% حتى يتحول اللون إلى برتقالي.
5. خذ القراءة، t.
6. دوماً جهن شاهدين يحتويان كل المحاليل ماعدا التربة، و عامله بالضبط بنفس الطريقة التي تعامل بها العينات ومن ثم أطرح قراءة معايرة الشاهد من قراءات كل العينات.

الحساب

من أجل الكربونات و البيكربونات في التربة :

$$(46) \quad CO_3 \text{ (meq/L)} = \frac{2y \times N \times R \times 1000}{Wt}$$

$$(47) \quad HCO_3 \text{ (meq/L)} = \frac{(t - 2y) \times N \times R \times 1000}{Wt}$$

حيث أن : R = النسبة بين الحجم الكلي لمحلول الاستخلاص وبين الحجم المأخوذ للمعايرة.
 N = نظامية محلول H_2SO_4 .
 Wt = وزن التربة الجافة هوائياً (غ).