

تقدير النتروجين الكلي في التربة بطريقة كلاهل *Macro Kjeldahl method*

الفكرة الأساسية تتلخص الفكرة الأساسية في أكسدة المادة العضوية في وسط رطب باستعمال حمض الكبريتيك وفي وجود حامض السالسيك وثيوكبريتات الصوديوم، حيث يقوم حمض الكبريتيك المركز بأكسدة النتروجين العضوي وتحويل الأمونيوم في العينة إلى كبريتات أمونيوم، أما النتروجين الذي يوجد على صورة نترات فيتحول إلى حمض نتريك الذي يفقد على صورة أكاسيد نيتروجينية، وفي حالة وجود حامض السالسيك يُمنع هذا الفقد حيث يتحد مع حامض النتريك وتتكون مركبات نيتروسالسيك التي يسهل بعد ذلك اختزالها إلى أملاح أمونيوم بواسطة ثالث أكسيد الكبريت الناتج من تفاعل ثيوكبريتات الصوديوم مع حامض الكبريتيك المركز مع التسخين الهين. وفي نهاية عملية الهضم تتحول جميع صور النتروجين إلى كبريتات أمونيوم، التي تتحول أثناء عملية التقطير إلى أمونيا بواسطة الصودا الكاوية ثم تستقبل الأمونيا المتصاعدة في حامض بوريك وتقدر بعد ذلك بحامض معلوم القوة.

وتستعمل مجموعة من العوامل المساعدة للإسراع في عملية الأكسدة أثناء عملية الهضم وهي كبريتات البوتاسيوم التي تعمل على رفع درجة الغليان، وكبريتات النحاس والسيلينيوم يعملان كعوامل لمسية لزيادة سرعة التفاعلات الحادثة وبالتالي يمكن إجراء عملية الأكسدة في وقت قصير ، أي أن النتروجين الكلي في التربة يقدر بطريقة كلاهل وذلك في ٣ خطوات كما يلي:

(١) **عملية الهضم /** لتحويل جميع صور النتروجين الموجودة في التربة إلى

صورة ذائبة على صورة أيون NH_4^+ .

(٢) **عملية التقطير /** لتحويل أيونات NH_4^+ إلى NH_3 حيث تستقبل في ورق

الاستقبال المحتوي على حامض بوريك أو حامض مخفف معلوم القوة وبكمية تكفي للتعاقد مع النشادر وزيادة.

(٣) **عملية المعايرة /** وفيها يتم معادلة النشادر في حمض البوريك على

صورة بورات أمونيوم باستخدام حامض مخفف معلوم القوة أو معادلة الزيادة من الحامض بواسطة محلول قلوي معلوم القوة وذلك في حالة

استقبال النشادر في حامض يكفي للتعاقد وزيادة وبذلك يكون:

مليمكافئات $NH_3 \equiv$ مليمكافئات الحامض الذي لزم للتعاقد

(وذلك في حالة استقبال NH_3 في حامض البوريك)

أو مليمكافئات $NH_3 \equiv$ مليمكافئات الحامض الكلي -

مليمكافئات القلوي

الذي لزم للتعاادل (وذلك في حالة استقبال NH_3 في حامض يكوفي للتعاادل
وزيادة)

خطوات التقدير

أولاً: عملية الهضم/

١- ضع ٥ جم تربة في دورق كداهل ٥٠٠ مل نظيف جاف ثم أضف إليها
٢٥ مل مخلوط من حامض الكبريتيك والسالسيك (٥٠ جم حمض سالسيك في ٢ لتر
حامض كبريتيك مركز) مع التحريك حتى يتخلل الحامض ويختلط بالتربة.
٢- اترك المخلوط على الأقل لمدة ساعة على سخان كهربائي ثم أضف حوالي
٥ جم ثيوكبريتات الصوديوم بحيث تصل مباشرة إلى قاع دورق كداهل.
٣- سخن المخلوط باستمرار (لإجراء عملية الهضم) حتى يتوقف الفوران، وعند
ذلك برد دورق كداهل.

٤- أضف إلى محتويات دورق كداهل البارد حوالي ١٠ مل ماء مقطر ومخلوط
الهضم (١٠ جم كبريتات بوتاسيوم + ١ جم كبريتات نحاس + ١,٠ جم سلينيوم)
ثم سخن ببطء على درجة حرارة منخفضة حتى يخرج الماء ويتوقف الفوران.
عند ذلك ارفع درجة الحرارة حتى يصبح المخلوط رائقاً، وعند تمام عملية
الهضم ارفع الدورق واتركه ليبرد مع تغطية الدورق لحين إجراء عملية
التقطير.

ثانياً: عملية التقطير/

١- يؤخذ حوالي ٥٠ مل من حامض البوريك ٤% من دورق مخروطي سعة
٢٥٠ مل (دورق الاستقبال) وضعه في مكانه بجهاز التقطير بعد إضافة الدليل
المختلط.

٢- أنقل محتويات دورق كداهل إلى دورق التقطير وأضف قليل من حجم
الخفاف لمنع الغليان المفاجئ وحوالي نصف مل من الزيت المعدني لمنع
الفوران.

٣- أضف باحتراس حوالي ١٥٠ ملليتر من أيدروكسيد الصوديوم ١٠ ع
وبسرعة ضع دورق التقطير في مكانه بجهاز التقطير.

٤- استمر في عملية التقطير واستقبال الأمونيا المتصاعدة حتى يمتلئ ثلثي
الدورق المخروطي ويتحول لون الدليل إلى اللون الأخضر الفاتح أو الأزرق.

٥- ارفع أنبوبة المكثف وأغسل ما يعلق بها من محلول في نفس المخروطي
باستعمال الماء المقطر ثم اخفض دورق الاستقبال عن أنبوبة المكثف واستمر
دقيقة في التقطير للحصول على ما تحتويه أنبوبة المكثف من محلول.

ثالثاً: عملية التعادل/

١- لاحظ أن لون الدليل قد تغير من اللون الأحمر الباهت إلى اللون الأخضر
الفاتح أو اللون الأزرق أثناء عملية التقطير.

- ٢- تعادل محتويات الدورق المخروطي (دورق الاستقبال) بمحلول حامض كبريتيك معلوم العيارية حتى نقطة نهاية التعادل وهي التي يتحول عندها اللون الأحمر الباهت (البصلي).
- ٣- احسب حجم الحامض من السحاحة.

المطلوب: حساب كمية النيتروجين الكلي في التربة على الصور التالية:

- ١- ملليمكافئ N / ١٠٠ جم تربة جافة تماماً.
- ٢- ملليجرام N / ١٠٠ جم تربة جافة تماماً.
- ٣- النسبة المئوية للنيتروجين الكلي في التربة.
- ٤- ملليجرام N / ١ كجم تربة جافة تماماً (جزء في المليون -PPm)