

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الاول

ارشادات العمل المختبري

إفعل او لا تفعل

1. ارتداء صدرية المختبر للمحافظة على الملابس من التلف بالمواد والصبغات الكيميائية.
2. تجنب العمل وحيدا في المختبر.
3. لاتحاول تذوق او شم اي ماده داخل المختبر فانت تتعامل مع مواد كيميائية قد تكون خطيره.
4. لاتستخدم الماصه الزجاجيه الاعتياديه (بالقم) في سحب الاحماض والقواعد المركزه بل استخدم الاسطوانه المدرجه (السلندر) او استخدم بالونه المص المطاطيه (suction bulb)
5. لاتتعامل مع الاحماض والقواعد المركزه اوالمواد الكيميائية الخطره الا في غرفة سحب الغازات fume (hood).
6. عند تخفيف الاحماض المركزه، اضف الحامض المركز الى الماء وليس العكس.
7. عند سقوط حامض مركز على يدك اغسل يدك بمحلول بيكربونات الصوديوم ثم بالماء وفي حالة القواعد المركزه اغسل يدك بحامض الخليك المخفف ثم بالماء.
8. كن حريصا على سلامتك وسلامة الاجهزه المختبريه من خلال عدم تشغيل اي جهاز الا بعلم مسؤول المختبر واتباع اجراءات السلامة.
9. لاتحاول فتح باب المحرقه (muffle furnace) بعد اكتمال عملية الحرق الجاف للعينه النباتيه، ولكن اطفئ الجهاز وانتظر بعدها افتح باب المحرقه وبشكل تدريجي (على مراحل).
10. لاتفتح غطاء جهاز الطرد المركزي الا بعد ان يتوقف الجهاز تماما.
11. استعمل القفازات الحراريه والكلاليب لاجراج المواد من المحرقه.
12. احرص على عدم تلوث المواد الكيميائية بعضها ببعض اثناء استخدامك لها وذلك من خلال وضع سداة قنينة على قنينة اخرى اووضع ماصة في محلول معين ثم وضعها في محلول اخر، او وضع المواد الزجاجية المستخدمة على طاولة العمل (البنج)، كما يجب عدم ترك قناني المواد الكيميائية مفتوحة لضمان عدم تغير تركيزها.
13. عند تفريغ محلول من قنينة مواد كيميائية ، لاتحمل سداة القنينة بين اصابعك ولا تضعها على الطاولة (البنج) بل ضعها في زجاجة ساعه نظيفة.

14. لاتحاول ارجاع محاليل المواد الكيميائية المتبقية بعد الانتهاء من العمل الى القناني التي سحبت منها وذلك منعا لحصول اي خطأ.
15. كن دقيقا في وزن المواد الكيميائية ولا تنتقل المواد الموزونة المراد اذابتها الى الدورق المعياري مباشرة بل انقل المواد الى بيكر وقم باذابتها ثم انقلها بعد اكتمال ذوبانها نقلا كميا الى الدورق الحجمي.
16. لاتحاول وزن المواد الكيميائية بعد اخراجها من الفرن مباشرة بل ضعها في مجفف (desiccator) لمدة نصف ساعه على الاقل قبل وزنها.
17. عند استخدام الماصة اغسلها بالماء العادي ثم بالماء المقطر واخيرا اغسلها بقليل من المحلول المراد استخدامه وعند افراغها من المحلول لاتحاول نفخ او هز الماصة.
18. عند التسحيح، في المحاليل الشفافة تسجل قراءة السحاحة بحيث يكون تقعر المحلول على الاشارة اما في المحاليل الملونة فيكون التقعر اسفل الاشارة.
19. احرص على ان يكون هناك مكررين على الاقل وعينة مقارنة (blank) لكل عينة يراد تحليلها في المختبر.
20. عند سكب المواد الكيميائية والفضلات السائلة في حوض الماء، اسكبها بحذر مع فتح حنفية الماء لتخفيف هذه المحاليل وتقليل الضرر الناتج عنها.
21. احرص على نظافة المختبر والمواد الزجاجية المستخدمة بعد الانتهاء مباشرة من العمل.

غسل وتنظيف المواد الزجاجية المختبرية

- من اجل الحصول على نتائج تحليل دقيقه للعينات النباتيه، ينبغي ان تكون المواد الزجاجية المستخدمه على درجة عالية من النظافة خصوصا واننا نتعامل مع عناصر غذائية ذات تراكيز واطئة جدا تصل الى اجزاء قليلة من المليون كما هو الحال في العناصر الصغرى. تغمر المواد الزجاجية قبل استخدامها بالماء العادي ثم تغسل باحد محاليل التنظيف التالية ويعاد غسلها بالماء العادي ثم بالماء المقطر:
1. مخلوط حامضي الهيدروكلوريك والنتريك المركزين بنسبة 3 : 1 (يمكن استخدام احماض تجارية).
 2. محلول برمنكنات البوتاسيوم + هيدروكسيد الصوديوم: 5 غم من KMnO_4 تذاب في 100 مل من محلول 10% NaOH الساخن.
 3. محلول كرومات البوتاسيوم: 10 غم من $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ يذاب في 100 مل ماء ساخن + 100 مل حامض H_2SO_4 المركز.

التعبير عن التركيز

1 - التعبير عن التركيز في المحاليل:

أ - النسبة المئوية:

النسبة المئوية الحجمية : وهي حجم المحلول (مل) من السائل المذاب في 100 مل من المحلول النهائي.

$$\% \text{ V/V} = \frac{\text{حجم المذاب (مل)}}{\text{حجم المحلول (مل)}} \times 100$$

النسبة المئوية الوزنية: وهي وزن المذاب (غم) في 100 غم من المادة المذابة أو 100 مل من المذيب (المذيب هو الماء)

$$\% \text{ W/W} = \frac{\text{وزن المذاب (غم)}}{\text{وزن المذيب (غم)}} \times 100$$

مثلا عند اذابة 1 غم من اي مادة في 100 مل من الماء التركيز هو 1 %
وعند اذابة 5 غم في 100 مل يكون التركيز 5 %
مثال: يراد تحضير لتر من محلول 5 %.

5 غم من المادة في 100 مل من الماء يكون التركيز 5 % اما في لتر
 $50 = 10 \times 5$ غم من المادة تذوب في **لتر من** الماء المقطر.

ب- المولارية : هي عدد الاوزان الجزيئية الغرامية (عدد المولات) من المذاب في لتر واحد من المحلول.

$$\text{المولارية (M)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول بالالتار}}$$

$$\frac{\text{وزن المادة المذابة}}{\text{عدد المولات}} =$$

وزنها الجزيئي

$$\frac{1000}{\text{وزن المادة}} \times \frac{\text{وزنها الجزيئي}}{\text{حجم المحلول (مل)}} = \text{المولارية (M)}$$

الوزن الجزيئي = مجموع الاوزان الذرية

لايجاد مولارية حامض مركز:

$$\frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المئوية} \times 10}{\text{الوزن الجزيئي}} = \text{المولارية}$$

مثلا لتحضير 1 مولار من NaCl

$$\text{الوزن الجزيئي لـ NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$$

يذوب 58.5 غم من NaCl في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر

ولتحضير 4 مولار من الملح السابق: $4 \times 58.5 = 234$ غم يذوب في دورق حجم لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر.

مثال: حضر 250 مل من محلول (0.1) مولاري من $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ علما ان الاوزان الذرية: Mg: 24

Cl: 35.5 H: 1 O: 16

$$\text{الوزن الجزيئي للمركب} = \text{مجموع الاوزان الذرية} = 203$$

$$\frac{1000}{\text{وزن المادة}} \times \frac{\text{وزنها الجزيئي}}{\text{حجم المحلول (مل)}} = \text{المولارية (M)}$$

$$\frac{1000}{250} \times \frac{203}{250} = 0.1$$

س = 5.075 غم يوزن من الملح ويوضع في دورق حجمي 250 ويكمل الى العلامة بالماء الاذابة.

ج -العياريه (N): هي عدد الاوزان المكافئة الغرامية من المذاب في لتر من المحلول.

عدد الاوزان المكافئة الغرامية للمذاب

$$\frac{\text{العياريه (N)}}{\text{حجم المحلول بالالتار}} =$$

حجم المحلول بالالتار

وزن المذاب

$$\frac{\text{وزن المذاب}}{\text{عدد الاوزان المكافئه الغرامية}} =$$

الوزن المكافئ الغرامي

$$\frac{1000}{\text{وزن المادة}} \times \frac{\text{العياريه (N)}}{\text{وزنها المكافئ}} =$$

حجم المحلول (مل)

الوزن الجزيئي

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{الوزن المكافئ}} =$$

التكافؤ

مثال: عند تقدير النتروجين في النبات نحتاج لتحضير (10 N) من NaOH:

الوزن الجزيئي للملح هو 40

40

الوزن الجزيئي

$$40 = \frac{\text{الوزن المكافئ}}{\text{التكافؤ}} =$$

1

التكافؤ

40 × 10 = 400 غم يذوب من NaOH ويوضع في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر.

مثال: حضر 250 مل من محلول 1.0 عياري من $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, علما ان الاوزان الذرية: Mg: 24 O: 16 H: 1 Cl: 35.5 .24

الوزن الجزيئي للمركب = مجموع الاوزان الذرية = 203

الوزن الجزيئي 203

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{203}{2} = 101.5$$

التكافؤ

$$\text{العياريه (N)} = \frac{\text{وزن المادة}}{\text{وزنها المكافئ}} \times \frac{1000}{\text{حجم المحلول (مل)}}$$

$$0.1 = \frac{1000}{250} \times \frac{\text{س}}{101.5}$$

س = 2.537 غم يذوب من الملح ويوضع في دورق حجمي 250 مل ويكمل الى العلامة بالماء المقطر.

غم/لتر = العياريه × الوزن المكافئ

ملغم/لتر = العياريه × الوزن المكافئ × 1000

لايجاد عياريه حامض مركز:

الوزن النوعي × النسبه المئويه × 10

$$\text{العياريه} = \frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبه المئويه} \times 10}{\text{الوزن المكافئ}}$$

مثال: حضر نصف لتر من حامض الكبريتيك تركيز (0.25) عياري, اذا كان لديك قنينة حامض مركز عليها المعلومات التالية:

الوزن النوعي: 1.82 غم/لتر النسبة المئوية: 96 %

الاوران الذرية: H: 1 S:32 O: 16

الحل: نجد عيلرية الحامض المركز اولا ثم نطبق قانون التخفيف

الوزن الجزيئي 98

$$\text{الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المئوية}}{\text{التكافؤ}} = \frac{1.82 \times 96}{2} = 87.36$$

الوزن النوعي \times النسبة المئوية $\times 10$

$$\text{العيارية} = \frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المئوية}}{\text{الوزن المكافئ}}$$

الوزن المكافئ

$$1.82 \times 96 \times 10$$

$$\text{العيارية} = \frac{35.65 \times 10}{49} = 72.75$$

نطبق قانون التخفيف: $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$

مخفف مركز

$$35.65 \times V_1 = 0.25 \times 500$$

$$V_1 = \frac{0.25 \times 500}{35.65} = 3.50 \text{ مل}$$

العلامة بالماء المقطر.

تركيز المحلول بالملي مكافئ/ لتر: هو عبارته عن عدد الملمكافئات الغرامية من الماده المذابة في لتر من المحلول.

الوزن المكافئ

$$\text{الملي مكافئ} = \frac{\text{الوزن المكافئ}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

$$1000$$

د- نسبة الوزن الى الحجم W/V: وزن المادة المذابة الى حجم معين من المحلول مثل غم/لتر او ملغم/لتر (جزء بالمليون ppm) او مايكروغرام/لتر (ppb)

$$\text{Ppm} = \frac{\text{ملغم}}{\text{لتر}} = \frac{\text{مايكروغرام}}{\text{مل}} \times \frac{\text{الوزن (غم)}}{\text{الحجم (مل)}} \times 10^6$$

2 - التعبير عن تركيز العناصر الغذائية في النبات:

يُقاس تركيز العناصر الغذائية في العينات النباتية المجففة تجفيف اولي على درجة 70 مئوي منعا للمشاكل التي قد تحدث في التركيب الكيميائي للعينات عند التجفيف على درجة 105 - 100، وبعد ذلك تؤخذ عينة نباتية وتجفف في الفرن على درجة 105 - 100 لحساب الوزن الجاف تماما، ويتم حساب نتائج التحليل الكيميائي للنبات بشكل عام اعتمادا على الوزن الجاف وليس الوزن الرطب للنبات حيث ان الوزن الرطب غير ثابت ويتغير من وقت لآخر بتغير رطوبة التربة والظروف الجوية المحيطة كما انه يختلف باختلاف نوع النبات وعمره والجزء النباتي المأخوذ للتحليل، اما الوزن الرطب (الطازج) فيستعمل في حالات خاصه عندما يكون الهدف من التحليل هو القياس في الوزن الرطب ويكون هذا ملائما للاختبارات السريعة للنبات وهو مزرع ، ويعبر عن تركيز العناصر الغذائية في النبات بوحدة النسبة المئوية (غم/ 100غم ماده جافة) او بالملغرام/ غم ماده جافة او غم/ كغم ماده جافه كما تستعمل وحدة الجزء بالمليون (ppm) خصوصا عند تقدير العناصر الصغرى وهي عبارة عن عدد ملغرامات العنصر الموجودة في كغم من الماده الجافة (ملغم/ كغم) وهي تساوي ايضا عدد مايكروغرامات العنصر الموجودة في غرام واحد من الماده الجافة (مايكروغم/ غم).

$$\text{ملغم/ غم} = \% \times 10$$

$$\text{غم/ كغم} = \% \times 10$$

$$\text{ppm} = \% \times 10000$$

ومن تركيز العنصر الغذائي في النبات يمكن حساب الكمية الممتصة من العنصر او ما يسمى الامتصاص الكلي total uptake للعنصر وهي تمثل الكمية الكلية من العنصر الغذائي التي امتصها النبات ، وهي تعطي دليل على جاهزية العنصر في التربة ، ويمكن حساب الكمية الممتصة من العلاقة التالية:

$$\text{الامتصاص الكلي للعنصر} = \text{تركيز العنصر} \times \text{الوزن الجاف للنبات}$$

كما يمكن من تركيز العنصر حساب عامل الانتقال للعنصر داخل النبات من خلال المعادله التاليه :
تركيز العنصر في الاجزاء العليا (shoot)

عامل الانتقال (Translocation factor) : -----

تركيز العنصر في الجذور (root) للعنصر

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الثاني

اخذ العينات النباتية واعدادها للتحليل الكيميائي

من اهم خطوات اجراء التجارب الزراعية هي عملية أخذ العينة النباتية التي تؤخذ لتمثل المتوسط الحقيقي للنمو في التجربة, لهذا يجب مراعات الدقة وأن نعتني عنايه فائقه عند اخذ أي عينة نباتية حيث انه اذا حدث أي خطأ في طريقة اخذ العينة لغرض تحليلها في المختبر فان هذا التحليل يصبح عديم الفائدة وبذلك يضيع الجهد المبذول في كافة العمليات اللاحقة كما يجب ان تكون العينة النباتية ممثلة تماما للماده النباتية المراد تحليلها, وتتوقف عملية اخذ العينة على الغرض الذي تؤخذ من اجله العينة (الهدف من الدراسه) ونوع النبات المزروع, ويتم اختيار الجزء النباتي الذي سيقطع ويؤخذ للتحليل بحيث يمثل حالة النبات الغذائي وفي اغلب الاحيان تؤخذ اوراق النباتات كعينات لغرض اجراء التحليل الكيميائي عليها حيث ان الاوراق تعتبر من افضل اجزاء النبات لغرض اجراء التحاليل فهي مركز معظم العمليات الحيوية التي يقوم بها النبات وعادة تؤخذ الاوراق الناضجة لانها اكثر نشاطا وتأثرا بالمحتوى المعدني , اما البذور فنادرا ماتستخدم للتحليل الا في حالات معينه كتحقيق سمية البورون ونقص عنصرى الزنك والفسفور في بعض المحاصيل.

وقت أخذ العينة

يختلف وقت أخذ العينة النباتية تبعا للهدف من الدراسه ولكن بشكل عام تؤخذ العينات في احد الاوقات التاليه:

1. قد تؤخذ العينات النباتية في اخر عمر النبات اي في فترة الانتاج.
2. او تؤخذ في فترة نمو معينه كان تكون في فترة النمو الخضري او فترة الازهار
3. أو قد تؤخذ العينات النباتية على طول عمر النبات وبشكل مستمر فتؤخذ عينة في كل فترة نمو ولكافة مراحل نمو النبات.

يتضمن اخذ العينة واعدادها لغرض التحليل ثلاث خطوات اساسيه هي:

1. تحديد مكان اخذ العينة النباتية

2. قطع النبات

3. تحضير العينة في المختبر

1- تحديد مكان اخذ العينه النباتيه:

لغرض تحديد مكان اخذ العينه النباتيه في تجارب الحقل يجب الأخذ بنظر الاعتبار النقاط التاليه:

أ- يتم جمع العينه النباتيه من مناطق متفرقه من الحقل المعامل بمعامله واحده لتمثل العينه الماخوذه هذا الحقل تمثيل حقيقي , ولجميع مكررات هذه المعامله حيث يجب عدم اغفال اي مكرر حتى وان ظهرت هذه المكررات متجانسه فهناك اختلافات لايمكن تمييزها بالنظر فقط .

ب - يجب ان لا يكون مكان اخذ العينه الجديده ملاصق لمكان اخذ منه عينه سابقه حيث ان ازالة النباتات من المكان القديم قد يؤدي الى نمو غير طبيعي في المكان المجاور بسبب توفر كميه زائده من الماء والغذاء في المكان الخالي من النباتات.

ج- يفضل ان يكون عدد النباتات في العينه الواحده متساويا ولجميع المعاملات ومكرراتها فاذا كان الحقل مزروع نثرا كما في الحنطه والشعير فيتم تحديد المساحه التي تؤخذ منها العينه النباتيه بوضع اطار ذي ابعاد محدده في المكان المحدد من الحقل ويتم اخذ النباتات الموجوده داخل هذا الاطار , اما في حالة النباتات المزروعه على خطوط كما في الذره والقطن فيتم اخذ النباتات الموجوده على خط معين وبمسافه محدده للمكرر الاول . على ان تؤخذ النباتات الموجوده على نفس الخط وبنفس المسافه لبقية المكررات, فمثلا تؤخذ النباتات الموجوده على طول متر من الخط الثالث من المكرر الاول وهكذا لبقية المكررات.

د - عدم التحيز عند اخذ العينات (وذلك بتاثير معلومات سابقه عن التجربه) حيث ان هذا التحيز يؤدي في اغلب الاحيان الى نتائج خاطئه.

هـ - عند اخذ العينات النباتيه من حقل عام يجب الابتعاد عن طرق المواصلات الرئيسيه وطرق المواشي ومناطق خزن السماد والمناطق القريبه من كيبلات الطاقه الكهربائيه والاسيجه المطليه بالمعادن كذلك تجنب اخذ العينات مباشرة بعد اجراء عمليات المكافحه الحيويه او بعد الري وسقوط الامطار الغزيره او بعد عمليات التسميد حيث تعتبر الاسمده مصدرا من مصادر تلوث العينه النباتيه عند اضافتها اثناء نمو النبات نتيجة التصاقها باجزاء النبات.

2 - قطع النبات:

الاجزاء الهوائية:

- تقطع الاجزاء الهوائية على ارتفاع مناسب من سطح التربة (2 - 1) انج باستخدام اله حاده لتفادي تلف الانسجه النباتيه, وفي حالة النباتات العلفيه (التي تؤخذ على شكل حشات) فتقطع على ارتفاع 4 انج, ويتم القطع فوق سطح التربة لتجنب تلوث العينه النباتيه بحبيبات التربه الذي غالبا ماينتج عنه حصول اخطاء في نتائج التحليل الكيميائي.

- تختلف درجة تلوث العينه النباتيه بحبيبات التربه على حسب نوع العنصر الغذائي المطلوب تقديره , حيث تزداد خطورة التلوث على نتائج تحليل العناصر التي توجد بكميات ضئيله داخل النبات مثل البورون على العكس من العناصر التي تتواجد بتركيز عاليه مثل البوتاسيوم فيكون تاثير التلوث اقل, كذلك يؤثر نوع التربه النامي فيها النبات على درجة التلوث فتلوث العينه النباتيه بحبيبات التربه الرمليه لايؤثر كثيرا في نتائج تقدير Ca و Mg بينما تلوث النبات بحبيبات تربه جيرييه ينتج عنه اخطاء كبيره في تقدير هذين العنصرين.

الاجزاء اللاهوائية:

للحصول على اجزاء النبات النامي تحت سطح التربه (مثل درنات بطاطه او بنجر سكري) نقوم بازالة النباتات المجاوره للنبات الذي ستؤخذ منه العينه بعد ذلك نقوم بحفر خندق حول هذا النبات ثم يقطع من الاسفل باستخدام اله مناسبه بحيث نحصل عليه كاملا وخالي من اي جروح اوخدوش, في تجارب السنادين يمكن الحصول على المجموع الجذري للنبات عن طريق غمر السندانه بالماء بعد ذلك تقلب السندانه في غريال (لمنع فقدان اي جزء من الجذور) ثم يسלט تيارغير قوي من الماء لمنع تقطع الجذور (يسخدم دوش ماء) وبهذه العمليه يتم التخلص من التربه والحصول على المجموع الجذري بشكل كامل.

- بعد الحصول على العينات النباتيه توضع في اكياس ورقيه ثم يكتب على الكيس من الخارج معلومات كامله عن النبات مثل نوع وصنف وعمر النبات ونوع المعامله وتاريخ اخذ العينه كذلك توضع داخل الكيس بطاقه تعريفيه تتضمن المعلومات السابقه, ثم ترسل العينات الى المختبر لغرض اعدادها للتحليل الكيميائي.

3 - تحضير العينه في المختبر :

عند وصول العينه الى المختبر يجب الاسراع في اعداد وتحضير العينه خوفا من حصول تغيرات في التركيب الكيميائي للعينه نتيجة استمرار عمليتي التنفس والنتح والتي يواصل النبات القيام بها لعدة ساعات بعد قطعه.

مختبر اعداد وتجهيز العينات يجب ان يحتوي على: ميزان حساس لوزن العينات, منضده من الرخام لتحضير العينات عليها, ادوات تقطيع حاده, فرن كهربائي لتجفيف العينات, طاحونه لطحن العينات.

تنظف العينات النباتيه عند وصولها الى المختبر وهي خضراء لازالة معلق بها من غبار او تراب او اي مواد اخرى وذلك بغسلها بالماء العادي ثم بالماء المقطر مع ملاحظة عدم غسل العينات التي تتضمن تقديرات العناصر الذائبة او العينات المجروحه او المخدوشه او غسلها باقل كميته من الماء ثم تجفيفها بقطعه من القماش الناعم.

عملية تحضير العينه في المختبر تتضمن ثلاث خطوات هي:

أ- تقطيع العينه ب - تجفيف العينه ج - طحن العينه

أ - تقطيع العينه:

ان معاملة النبات في المختبر تعتمد على الهدف من دراسته فاما ان يعامل النبات كوحده واحده في عمليات التقطيع والتجفيف والطحن او ان يقطع النبات الى اجزاء مختلفه بحيث ان كل جزء يمثل عضو من اعضاء النبات كأن يقسم النبات الى اوراق وفروع وسيقان وجذور والغرض من دراسة اجزاء النبات هو تتبع عملية حركة العنصر وانتقاله من كل جزء من النبات الى الاجزاء الاخرى خلال عمر النبات.

ب - تجفيف العينه :

بعد تعليم العينات ووضع البيانات الداله عليها, توضع العينات داخل كيس ورقي مثقب ثم توضع في الفرن, وفي عملية التجفيف يراعى ماياتي:

- يكون التجفيف على درجة حرارة 70-60 درجة مئوية لمدة 72-24 ساعة اعتمادا على نوع النسيج النباتي, هذه الدرجة كافيه لقتل الانزيمات وايقاف العمليات الحيوية داخل النبات
- عدم وضع عدد كبير من العينات داخل الفرن اوكبس العينات في الفرن وذلك لاعطاء مجال لخروج الماء الساخن من العينة وحتى لايتغير لون العينة النباتيه الى اللون الاسود اوالاسود المخضر, التجفيف الصحيح هو ان تحتفظ العينة بلونها الطبيعي في الحقل.
- تقليب العينة داخل الفرن بين وقت واخر للمساعدته في سرعة التجفيف.
- عند تجفيف العينات النباتيه ذات المحتوى العالي من الماء خصوصا تلك الناميّه تحت سطح التربه مثل الدرنات يتم تقطيعها الى شرائح ثم توضع في صواني تجفيف مثقبه (مشبك) بعد ذلك توضع في الفرن.
- يتم التأكد من تمام عملية التجفيف بوزن العينة ثم اعادتها الى الفرن واعادة وزنها بعد فتره وفي حالة ثبات الوزن تكون العينة قد وصلت الى نهاية عملية التجفيف.
- بعد اكتمال عملية التجفيف تخرج العينة من الفرن وتترك لتبرد لكي تحصل حالة الاتزان مع الهواء الجوي, توزن العينة ويسمى الوزن الناتج بالوزن الجاف الخام crude dry weight.

ج- طحن العينة:

بعد تجفيف العينات النباتيه نقوم بطحنها باستخدام طاحونه كهربائيه , وتعتبر الطواحين المستخدمه احد مصادر تلوث العينات النباتيه خصوصا عند تقدير العناصر الصغرى لذلك يجب عدم استخدام طاحونه مصنوعه من نفس العنصر المراد تقديره, فمثلا لاستخدم طاحونه مصنوعه من الحديد عندما يكون العنصر المراد تقديره هو الحديد وانما يستخدم في طحن العينة هاون من الخزف الصيني, وبشكل عام يفضل في طحن العينات النباتيه طواحين مصنوعه من الفولاذ, بعد طحن العينة تتخل بمنخل قطر 0.5-1 ملم ويحفظ المسحوق الناتج في علب زجاجيه ذات غطاء محكم مع تسجيل كافة المعلومات التي تدل على العينة على هذه العلبه وبالتالي تكون هذه العينة جاهزه للتحليل الكيميائي.

تغذية النبات العملي

الدرس العملي الثالث

هضم العينات النباتية

تجفف العينات النباتية على درجة 70 - 75 مئوي لمدة 24 - 72 ساعه وذلك اعتمادا على نوع النسيج النباتي، والوزن الناتج من عملية التجفيف (والذي تبلغ نسبته بشكل عام 15 % من الوزن الرطب او الاخضر) يطلق عليه الوزن الجاف الخام crude dry weight ، وتشكل عناصر الكربون والاكسجين والهيدروجين حوالي 90 % من هذا الوزن وماتبقى من الوزن الجاف (10 %) يمثل وزن العناصر المعدنية الضروريه التي يحتاجها النبات وبهذا فان العناصر المعدنية لا تشكل سوى 1.5 % من الوزن الرطب للنبات، وعلى الرغم من انخفاض هذه النسبة فانها تلعب دور مهم في حياة النبات لان الجزء الاعظم من هذه العناصر تنطبق عليها شروط العنصر الغذائي الضروري وغيابها يعتبر محدد لنمو النبات.

عند اجراء عملية الحرق للماده النباتيه الجافه المطحونه يفقد الكربون على صورة ثاني اوكسيد الكربون بينما يفقد الهيدروجين والاكسجين على شكل بخار ماء وتبقى العناصر المعدنية على شكل رماد (ash) يطلق عليه رماد العينه النباتيه ، وتتوقف كمية الرماد على نوع النبات وتركيز العناصر الغذائيه في وسط نمو النبات.

توجد العناصر المعدنية داخل النبات في صور عديده اما متحده في صورة مركبات عضويه او مركبات غير عضويه او في صورة ايونات مدمصه على السطوح الغرويه ، وغالبا ماتوجد الانيونات في صوره عضويه (باستثناء الكلوريد الذي يوجد عادة بصورة املاح معدنيه) بينما توجد الكاتيونات بصورة املاح معدنيه ولو ان عناصر المغنيسيوم والكالسيوم والحديد تتواجد عادة بصور عضويه حيث يدخل الغنيسيوم في تركيب الكلوروفيل والكالسيوم في تركيب جدار الخليه والحديد في تركيب السايتركروم.

للحصول على رماد العينة النباتية نقوم بإجراء عملية الحرق والأكسدة للمادة العضوية اما بالحرق في الهواء الجوي (الحرق الجاف) او الحرق باستخدام محاليل مؤكسده قويه (الحرق الرطب).

انواع الحرق

1 . الحرق الجاف: Dry ashing

وهو عبارة عن حرق العينة النباتية في درجات حراره عاليه (500-550 °) درجه مئوية في الهواء الجوي لمدة 6-8 ساعات وتتم باستخدام جهاز المحرقه (المرمده) muffle furnace على ان ترفع درجة الحراره بشكل تدريجي لضمان حصول حرق كامل للماده العضويه, وتمتاز هذه الطريقه بانها بسيطه وسهله وغير خطره وغير مكلفه حيث لا تحتاج الى استخدام مواد كيميائيه عديده مما يقلل من احتمال التلوث خاصة عند تقدير العناصر الغذائيه الصغرى , هذه الطريقه تصلح لتقدير عناصر Na, K,Ca, Mg والعناصر الصغرى (عند تقديرها في النباتات ذات المحتوى المنخفض من السليكا) وبسبب درجات الحراره العاليه المستخدمه فان هناك بعض المساوي التي تؤخذ على طريقه الحرق الجاف:

1 . فقدان بعض العناصر بالتطاير مثل الفسفور الذي يفقد عند 600 ° م والزنك الذي يفقد عند 450 ° م والبوتاسيوم عند 480 ° م.

2 . انصهار بعض الاملاح واحاطتها للكربون غير المحترق مما يعيق عملية الحرق

3 . تكون بعض المركبات السليكاتيه مع العناصر المعدنيه وهذه المركبات لا تذوب في حامض HCl في الخطوه اللاحقه.

لتجنب هذه المشاكل يجب:

1 . ان لا تزيد درجة الحراره عن 550 ° م.

2 . اجراء حرق تدريجي للعينه النباتيه.

3 . مراعات توفر الهواء الجوي.

4 . قد تعامل العينه قبل الحرق بحامض الكبريتيك للحصول على رماد مكبرت صعب الانصهار نسبيا.

5 . اضافة بعض الاملاح عند تقدير عناصر معينه وذلك لمنع تطاير هذه العناصر بسبب درجات الحراره العاليه فمثلا يضاف نترات الغنيسيوم عند تقدير الفسفور ويضاف اوكسيد الكالسيوم عند تقدير الكلوريد.

طريقة العمل.:

- 1 . يوزن 1 غم من العينه النباتيه المطحونه وتوضع في جفنه من الخزف الصيني.
- 2 . توضع الجفنه في فرن كهربائي وتسخن تدريجيا ثم تنقل الى المرمده الـ muffle حيث ترفع درجة الحراره حتى 550 الى 500⁰ م ولفترة 6 . 8 ساعات اعتمادا على نوع النبات ولحين الحصول على رماد ابيض خالى من أي سواد.
- 3 . تستخرج الجفنه من المحرقه وتبرد ثم يضاف قليل من الماء المقطر بعد ذلك يتم اذابة الرماد باضافة قليل من حامض HCl تركيز 1:1.
- 4 . توضع الجفنه في حمام مائي حتى جفاف محتوياتها(تقريبا ساعتين) , يضاف 10 مل من حامض HCl تركيز 1:1 ثم تسخن الجفنه ثانية حتى تمام ذوبان محتوياتها.
- 5 . ترشح محتويات الجفنه باستخدام ورق ترشيح خاص (whatman 42) ويستقبل الراشح في دورق حجمي 100 مل مع غسل الجفنه بالماء الساخن حيث تنتقل محتويات الجفنه نقل كمي الى الدورق عبر ورقة الترشيح ثم يكمل الدورق الى علامه بالماء المقطر - هذا الحجم يمثل حجم المستخلص الكلي للعينه النباتيه.
- 6 . تنتقل محتويات الدورق الحجمي الى علبه زجاجيه ذات غطاء محكم لغرض اجراء التحليل الكيميائي.

7. لغرض تقدير السليكون بالعينه النباتيه , تؤخذ ورقة الرشيع (المتبقية من العمليه السابقيه) بما عليها من راسب (السليكات) وتوضع في محرقه muffle حيث تحرق حرق تام على 950 ° م وتحسب النسبه المئويه للسليكون بالعينه.

2 . الحرق الرطب (المبتل): Wet ashing

هو حرق العينه النباتيه باستخدام احماض مركزه وتجرى عملية الحرق في غرفة سحب الغازات fume hood, يمتاز هذا النوع من الحرق بانه يتم في وسط حامضي وبذلك تتم عملية الاكسده على درجة حراره غير مرتفعه - لاتزيد عن درجة غليان المخلوط الحامضي المستعمل بعملية الهضم - لذلك لاتظهر مشاكل الحراره العاليه التي ذكرناها في الحرق الجاف الا ان هناك احتمال لتلوث العينه النباتيه بسبب استخدام المواد الكيميائيه خصوصا عند تقدير العناصر الغذائيه الصغرى. توجد عدة طرق لاجراء هذا النوع من الهضم منها:

أ . استخدام خليط الاحماض الثلاثي Triacid mixture:

وفيها يستخدم خليط من كل من حامض الكبريتيك المركز H_2SO_4 , حامض النتريك المركز HNO_3 وحامض البركلوريك (60-62 %) $HClO_4$ حيث تخلط الاحماض الثلاثه بنسب 2 : 1:5 على التوالي ودور كل حامض في عملية الهضم: حامض النتريك HNO_3 : هو مصدر الاوكسجين اللازم لعملية الاكسده. حامض البركلوريك $HClO_4$ يعمل على تكسير اواصر المواد العضويه لتحويلها الى مواد بسيطه سهله الهضم والاكسده كذلك يقلل من تطاير بعض مركبات العينه النباتيه نتيجة وجود الاحماض الاخرى. حامض الكبريتيك H_2SO_4 : تلطيف جو التفاعل وتنظيم عمليات تكسير الروابط واكسدة الماده العضويه.

هذه الطريقة لاتصلح لتقدير عناصر الكبريت، النتروجين، الكلوريد وذلك بسبب احتواء خليط الاحماض المستخدم على هذه العناصر.

طريقة العمل:

1. يوزن 1 غم من العينة المطحونه وتوضع في دورق مخروطي حجم 100 مل.
2. يضاف 10 مل من خليط الاحماض الثلاثي.
3. يسخن الدورق في غرفة سحب الغازات على درجة حراره منخفضه لمدة 3 - 5 دقائق (لمنع تطاير حامض النتريك المضاف- الى الجو على صورة اكاسيد النتروجين) بعد ذلك ترفع درجة الحراره تدريجيا ونستمر بالتسخين حتى تتصاعد الابخره البيضاء ويتحول لون المحلول الى رائق (عديم اللون).
4. يبرد الدورق وتخفف محتوياته بالماء المقطر - بعد ذلك ير شح باستخدام ورق ترشيح خاص مع غسل دورق الهضم بالماء المقطرويستقبل الراشح في دورق حجمي 100 مل ويكمل الى العلامه بالماء المقطر.
5. تنقل محتويات الدورق الى قنينه زجاجيه ذات غطاء محكم حيث تكون جاهزه للتحليل الكيميائي.

ب . استخدام خليط الاحماض الثنائي Diacid mixture:

وفيها يستخدم خليط من حامض النتريك المركز HNO_3 وحامض البركلوريك HClO_4 حيث يخلط الحامضين بنسبة 4:9 , هذه الطريقة لايمكن استخدامها عند تقديرعنصري النتروجين والكلوريد بسبب احتواء الخليط الحامضي على هذين العنصرين بينما تصلح لتقدير عناصر:

P , K , Ca , Mg , S , Fe , Mn , Zn , and Cu في العينة النباتيه.

طريقة العمل:

1. يوزن 1 غم من العينة النباتية الجافة والمطحونة وتوضع في دورق مخروطي حجم 100 مل .
2. يضاف 10 مل من خليط الحامضين ويحرك الدورق حركه رجويه لخلط المكونات مع بعضها.
3. يسخن الدورق تسخين اولي على درجة حراره واطئه في غرفة سحب الغازات,بعد ذلك ترفع درجة الحراره تدريجيا وتبخر محتويات الدورق حتى يصبح حجم المحلول 3-5 مل مع تقادي جفاف العينه ويستدل على نهاية عملية الهضم بتحول لون المحلول الى عديم اللون.
4. يبرد الدورق وتخفف محتوياته بالماء المقطر - بعد ذلك ير شح باستخدام ورق ترشيح خاص مع غسل دورق الهضم بالماء المقطرويستقبل الراشح في دورق حجمي 100 مل ويكمل الى العلامه بالماء المقطر.
5. تنقل محتويات الدورق الى قنينه زجاجيه ذات غطاء محكم حيث تكون جاهزه للتحليل الكيميائي.

ج . استخدام حامض الكبريتيك المركز وبيروكسيد الهيدروجين $H_2SO_4 + H_2O_2$

في هذه الطريقة تستخدم كميات قليله من بيروكسيد الهيدروجين تركيز 30% - بعد اضافة حامض الكبريتيك المركز وتسخين العينه - وذلك للمساعدته في هضم العينه وتقليل الرغوه الناتجه عن تفاعل الحامض مع العينه, مع ملاحظه انه لايمكن استخدام هذه الطريقة عند تقدير الكبريت في العينات النباتيه.

طريقة العمل:

1. يوزن 1 غم من العينة النباتية الجافه والمطحونه وتوضع في دورق مخروطي سعة 100 مل.
2. يضاف 10 مل من حامض الكبريتيك المركز H_2SO_4 وتسخن العينة مبدئيا على درجة حراره منخفضه (يفضل ترك العينه مع الحامض ليله كامله over night قبل التسخين).
3. ترفع درجة الحراره تدريجيا ونستمر بالتسخين حتى الغليان - تبرد العينه ثم يضاف قطرات من بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 ثم نعيد تسخين العينه حتى خروج الابخره البيضاء.
- تكرر الخطوه السابقه عدة مرات حتى يتحول لون المحلول الى رائق.
4. يبرد الدورق وتخفف محتوياته بالماء المقطر - بعد ذلك يرشح باستخدام ورق ترشيح خاص مع غسل دورق الهضم بالماء المقطرويستقبل الراشح في دورق حجمي 100 مل ويكمل الى علامه بالماء المقطر.
5. تنتقل محتويات الدورق الى قنينه زجاجيه ذات غطاء محكم حيث تكون جاهزه للتحليل الكيميائي.

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الرابع

النتروجين في النبات

الاهمية الفسيولوجية للنتروجين:

يمتص النبات عنصر النتروجين على صورة امونيوم NH_4^+ او على صورة نترات NO_3^- ويعتبر هذا العنصر من اهم العناصر الضرورية التي يحتاجها النبات بعد عناصر الكربون والهيدروجين والاكسجين حيث تحتوي الماده النباتيه الجافه بشكل عام على مايقرب من 2-4% نتروجين، وعلى الرغم من قلة هذه الكمية فان النتروجين عنصر لاغنى عنه حيث انه:

- 1- يدخل في تركيب البروتينات والانزيمات ومرافقات الانزيمات.
- 2- يدخل في تركيب القواعد العضويه مثل pyrimidine و purines وهذه القواعد تدخل في تركيب الاحماض النوويه مثل RNA و DNA المسؤوله عن نقل الصفات الوراثيه.
- 3- يدخل في تركيب الكلوروفيل (لهذا فان عنصر النتروجين يزيد من خضرة النبات) والسايتوكروم المهمتين في عملية التركيب الضوئي وعملية التنفس.
- 4- يشترك النتروجين في تركيب بعض الفيتامينات وبعض الهرمونات النباتيه مثل الاندول اسيتك اسد indol acetic acid (IAA).

اعراض نقص النتروجين على النبات:

- 1 -ضعف نمو النبات حيث تتميز النباتات التي تعاني من نقص النتروجين بصغر حجمها وقلة تفرعاتها وتكون السيقان رفيعة وطويلة والاوراق صغيرة كما ان الاوراق القديمة تتساقط قبل اكتمال نضجها.
 - 2 -ازدياد نسبة الجذور الى الاجزاء العليا.
 - 3 -اصفرار الاوراق chlorosis بسبب قلة تكون الكلوروفيل - يبدأ الاصفرار براس الورقة ثم العرق الوسطي وبعد ذلك يغطي معظم الورقة ويكون توزيع الاصفرار منتظم على كل الورقة.
 - 4-اعراض النقص والاصفرار تظهر اولا على الاوراق السفلية والقديمة حيث ان النتروجين عنصر متحرك داخل النبات فينتقل من الاوراق والاعضاء القديمة الى الاوراق الحديثة لذلك تظهر اعراض نقصه على الاجزاء القديمة.
 - 5- وفي المراحل الاخيره لنقص العنصر يظهر موت موضعي لانسجة الورقة.
- اعراض نقص النتروجين يمكن ان تعالج عن طريق اضافة الاسمدة النتروجينية المعدنية (كبريتات الامونيوم، نترات الامونيوم، نترات الكالسيوم، اليوريا وغيرها من الاسمدة) او الاسمدة العضوية او كليهما وبمعدلات تختلف باختلاف نوع النبات وخصوبة التربة والعوامل البيئية الاخرى.
- عند الزيادة المفرطة للنتروجين في وسط النمو تظهر على النبات علامات الاخضرار الغامق وكثرة النمو الخضري على حساب الانتاج الثمري وضعف السيقان وطراوة الاوراق واضطجاع النبات بسبب طراوة النبات (وهذه ناتجة عن زيادة كمية البروتين على الكربوهيدرات في النبات) كما ان زيادة النتروجين كثيرا في وسط النمو تعرض النبات للاصابه بالامراض والحشرات بسبب رقة جدران الخلايا.

تقدير النتروجين في العينات النباتية

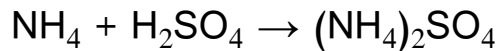
الفكره الاساسيه للتقدير

يوجد النتروجين في النبات بعدة صور:

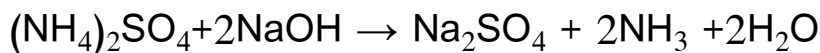
- 1 - الصورة العضويه (مثل الاحماض الامينيه، البروتينات).
 - 2 - الصورة المعدنيه: وهي اما ان تكون بصورة نترات NO_3 وهي تمثل الصورة المؤكسده او تكون بصورة امونيوم NH_4 وهي الصورة المختزله.
- ان فكرة تقدير النتروجين تتضمن اكسدة ماده العضويه ثم اختزال المركبات النتروجينيه الى صورة نشادر (امونيوم) يسهل اتحادهها مع حامض الكبريتيك المركز لتكوين كبريتات الامونيوم ثم تطرد الامونيا وتقدر بطريقه معينه وعادة تجرى عملية الاختزال على الصورة العضويه والصورة النتراتييه وبالتالي سوف تكون جميع الصور بصورة نتروجين امونيومي.

تتلخص خطوات التقدير بالمراحل الثلاثه التاليه:

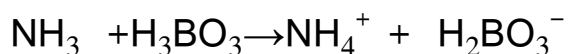
- 1 - مرحلة الهضم Digestion: هي عملية هضم العينه النباتيه (وفيها ترفع درجة الحراره تدريجيا) وفي هذه المرحله يتم تحويل صور النتروجين العضوي والنتراتي الى صورة امونيوم وتتم على مرحلتين:
أ- اكسدة ماده العضويه عن طريق حامض الكبريتيك المركز.
ب- اختزال المركبات النتروجينيه عن طريق SO_2 الذي يتكون نتيجة تفاعل حامض الكبريتيك المركز مع ثايوكبريتات الصوديوم :



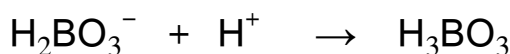
- 2- مرحلة التقطير Distillation: تجرى عملية التقطير للعينه وذلك باستخدام جهاز كدال kjeldahl لاطلاق الامونيا من كبريتات الامونيوم وتتم هذه العمليه في وسط قاعدي بوجود قاعده قويه مثل NaOH



وهذه الامونيا المتحرره تستقبل في حامض البوريك H_3BO_3 مكونه بورات الامونيوم



3 - مرحلة التسحيح Titration: وفيها يتم تسحيح ايونات البورات لبورات الامونيوم مع حامض معلوم العياريه وبوجود دليل مناسب مثل دليل المخلوط:



المواد المستخدمه:

1- مخلوط حامض الكبريتيك والسلسليك: 1 غم حامض السلسليك + 30 مل حامض الكبريتيك المركز.

2- ثايوكبريتات الصوديوم.

3- مخلوط الكبريتات ($K_2SO_4 + FeSO_4 + CuSO_4$) بنسبة 10 : 1 : 0.5

4- هيدروكسيد الصوديوم (10) عياري: 400 غم/لتر

5- حامض البوريك 2% : 20 غم/لتر

6- دليل المخلوط (احمر المثيل + ازرق المثيلين):

أ- يوزن 0.125 غم احمر المثيل ويذوب في 100 مل كحول ايثانول 95%

ب- يوزن 0.2 غم ازرق المثيلين ويذوب في 100 مل ماء مقطر

ج- يؤخذ 80 مل من الاول + 20 مل من الثاني

دليل المخلوط (بروم كريزول كرين + احمر المثيل)

أ- يوزن 0.1 غم من بروم كريزول كرين ويذوب في 100 مل ماء مقطر + 2 مل

من NaOH (0.1) عياري

ب- يوزن 0.1 غم من احمر المثيل ويذوب في 100 مل كحول ايثانول 95% +

3 مل NaOH (0.1) عياري

ج- يؤخذ 75 مل من الاول + 25 مل من الثاني ثم تخفف المحتويات الى 200 مل

من كحول الايثانول 95%.

- 7- مخلوط (حامض البوريك + دليل المخلوط): 980 مل محلول حامض البوريك + 20 مل دليل المخلوط.
- 8- حامض HCl (0.014) عياري

طريقة العمل:

- 1- يوزن (0.1 - 0.5) غم من العينة النباتية الجافة المطحونه وتوضع في دورق جهاز كلدال (يعتمد الوزن على نوع النسيج النباتي وتركيز العنصر).
- 2- يضاف (5 - 25) مل من مخلوط حامض السلسليك والكبريتيك مع الرج الرحوي ومن ثم تترك لمدة ساعة (يفضل ترك العينة ليله كامله).
- 3- يضاف (0.5 - 2.5) غم ثايوكبريتات الصوديوم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ويسخن لمدة 5 دقائق بحيث لا يحدث فوران شديد.
- 4- تبرد العينة ثم يضاف (5 - 1) غم من مخلوط الكبريتات وتبدأ عملية الهضم في جهاز كلدال (Macro kjeldahl) ويستمر الهضم (ربع ساعة - ساعة) الى ان يصبح المحلول رائقا.
- 5- تبرد العينة ويضاف (150-30) مل ماء مقطر ثم يضاف (50 - 10) مل NaOH مركزه
- 6- يضاف بعض الكرات الزجاجيه لتنظيم الغليان ثم تجرى عملية تقطير الامونيا حيث تستقبل في دورق مخروطي يحوي (25-10) مل من مخلوط حامض البوريك + دليل المخلوط (يكون لونه بنفسي عند استعمال دليل احمر المثل +ازرق المثلين) على ان تكون نهاية انبوب التقطير منغمسه في محلول حامض البوريك.
- 7- ترفع انبوبة المكثف (بعد ان يملاً $1/2$ - $2/3$) الدورق المخروطي وبشرط ان يتحول لون المحلول من البنفسجي الى الاخضر مع مراعات غسل انبوبة المكثف للتخلص مما يكون عالقا بها من محلول العينة.

8- تجرى عملية التسحيح مع محلول حامض HCl (0.014) عياري الى ان يتحول لون المحلول من الاخضر الى اللون البنفسجي، يسجل حجم الحامض المستهلك في عملية التسحيح.

الحسابات:

حجم الحامض × عيارية الحامض = عدد مليمكافئات الحامض = عدد مليمكافئات النتروجين
عدد مليمكافئات النتروجين × الوزن المكافئ للنتروجين = ملغرام نتروجين

$$\%N = \frac{\text{حجم الحامض} \times \text{عياريته} \times \text{الوزن المكافئ لـ } N}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times \frac{100}{\text{وزن العينة}}$$

الوزن المكافئ للنتروجين: 14

يجب مراعات مايلي عند اجراء عملية الهضم:

أ- ان استعمال مواد مؤكسده قويه مثل حامض البركلوريك يؤثر على مرحلة الاختزال وبالتالي يجب عدم استخدام مثل هذه المواد حتى لاتطغى عملية الاكسده على عملية الاختزال.

ب- استخدام حامض H_2SO_4 المركز وبالتالي يمكن ان تفقد النترات وللتغلب على هذه المشكله تضاف مواد مساعده مختزله (عادة مواد تتحد مع النترات قبل فقدانها) مثل Cu, Fe او باضافة حامض السلسليك او مادة الفينول حيث ان هذه المواد لها القدره على مسك النترات ومنعها من الفقد مكونه نترو فينول او نترو سلسليك وهذه الصور يمكن اختزالها بسهولة عن طريق SO_2 الذي يتكون نتيجة تفاعل حامض الكبريتيك مع ثايوكبريتات الصوديوم.

ج- فائدة اضافة مخلوط الكبريتات:

K_2SO_4 : لرفع درجة غليان مخلوط العينه النباتيه مع الحامض المركز

$FeSO_4 + CuSO_4$: عوامل مساعده للهضم والاختزال

يجب مراعات مايلي عند اجراء عملية التقطير:

أ- يجب تلافي اضافة كميات زائده من NaOH حتى لا يحدث نقل ميكانيكي للـ NaOH اثناء تقطير العينه وبالتالي يجب ان تضاف الكميّه المناسبه لتطاير الامونيا كما ان الاضافه يجب ان تكون على جدران قمع الجهاز خوفا من حدوث حراره شديده تؤدي الى كسر الجهاز.

ب- يجب التأكد من انغماس نهاية انبوب التقطير في حامض البوريك لكي لا يحدث فقد الامونيا نتيجة لاختلاط الـ NaOH بالحامض قبل بداية التقطير.

مثال:

عينه نباتيه وزنها الجاف (0.5) غم هضمت واكمل الحجم النهائي الى (50) مل, اخذ منها (5) مل لتقدير النتروجين فكان حجم حامض HCl هو (1) مل وعتاريته (0.014), احسب تركيز النتروجين بالعينه بوحدات: 1 - نسبه مئويه 2 - ppm

الحل:

(1):

$$\frac{\text{حجم الحامض} \times \text{عتاريته} \times \text{الوزن المكافئ لـ N}}{\text{حجم المستخلص المستخدم} \times \frac{100}{\text{وزن العينه}}} = \%N$$

$$\frac{100}{0.5} \times \frac{50}{5} \times \frac{14 \times 0.014 \times 1}{1000} = \%N$$

$$= 0.392 \%$$

(2) :

ppm = ملغم/ كغم

$$\frac{1000}{\text{وزن العينه}} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times 14 \times \text{ح الحامض} \times \text{عياريته} =$$

$$\frac{1000}{0.5} \times \frac{50}{5} \times 14 \times 0.014 \times 1 =$$

$$3920 =$$

او يتم حل السؤال كما يلي:

$$\text{ppm} = \text{النسبه المئويه} \% \times 10000$$

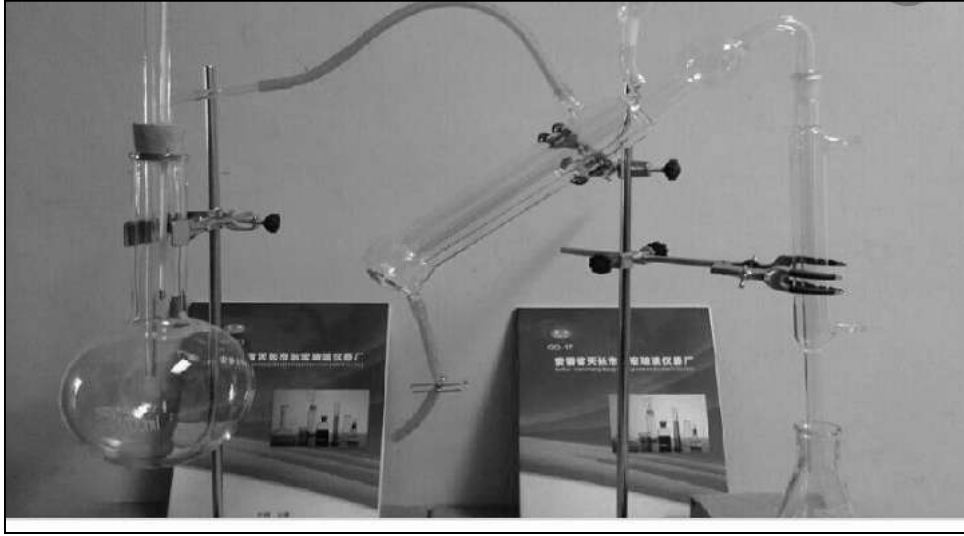
$$10000 \times 0.392 =$$

$$3920 =$$

س/ اذا كان تركيز النتروجين في عينه نباتيه هو 1000 ppm فما هو تركيز هذا
العنصر بوحدات: 1- نسبه مئويه 2 - ملغم/كغم 3 - غم/كغم

س/ اخذ (5) مل من مستخلص نباتي حجمه الكلي (100) مل ومحضر من هضم 1
غم ماده نباتيه وتم تقدير النتروجين بطريقة kjeldahl فكان عدد مملكافئات الحامض
اللازم للمعايره هو 0.05 مملكافئ، احسب تركيز النتروجين بالعينه بوحدات:

غم/ 100 غم ، مايكروغرام/ غم



جهاز كداهل kjeldahl

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الخامس

تقدير الفسفور

الاهمية الفسيولوجية للفسفور

يعتبر عنصر الفسفور من المغذيات الضرورية الكبرى التي يحتاجها النبات ويمتص النبات هذا العنصر على شكل $H_2PO_4^-$ او HPO_4^{2-} وبكميات اقل مما هي عليه في حالة النتروجين والبوتاسيوم حيث يشكل الفسفور 0.03 - 0.3 % من المادة الجافة للنبات وترتفع هذه النسبة في البذور لتصل الى 1.5 %، وعلى الرغم من هذه الكمية القليلة الا ان الفسفور يلعب دور كبير في حياة النبات ولا يستطيع النبات اكمال دورة حياته بدون هذا العنصر حيث انه

- 1 - يشترك في تكوين الاحماض النووية مثل الـ DNA و الـ RNA والبروتينات النووية Nucleoproteins.
- 2 - يدخل في تركيب غشاء الخلية النباتية على شكل phospholipids.
- 3 - يدخل في تركيب مرافقات الانزيمات coenzymes مثل NAD و $NADP^+$ المهمة في عمليات التنفس والتركيب الضوئي والاكسدة والاختزال.
- 4 - يدخل في تركيب مركبات الطاقة مثل ATP وهذه تلعب دور كبير في نقل وتخزين الطاقة وتنشيط التفاعلات المختلفة.
- 5 - يشارك الفسفور في تحليل الكربوهيدرات لانتاج الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية.
- 6 - يؤدي دور مهم في انبات البذور وزيادة عدد الازهار كما يزيد الفسفور من نمو الجذور وزيادة تفرعاتها.

اعراض نقص الفسفور على النبات

- 1 . ضعف نمو النبات - تقزم المجموع الخضري وضعف نمو وانتشار المجموع **الجذري والافرع** رفيعه كما ان الثمار تكون صغيره وذات بذور مشوهه.
- 2 . تكون الاوراق ذات لون اخضر داكن مزرق وصغيرة الحجم وتتلون عروق الاوراق واعناقها باللون الارجواني المحمر نتيجة تكون صبغة الانثوسيانين وهذه تتكون بسبب عدم تحلل المواد الكربوهيدراتيه.

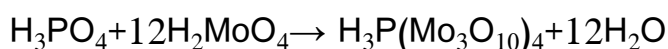
3 . تظهر اعراض نقص الفسفور على الاوراق القديمه لان الفسفور عنصر متحرك داخل النبات حيث انه ينتقل بسهولة من الاوراق والاجزاء القديمه الى الاوراق الحديثه لذلك تظهر اعراض نقصه على الاجزاء القديمه.

4 . في حالة النقص الشديد يظهر التبرقش على الاوراق القديمه ثم يتبع ذلك سقوط هذه الاوراق. تعالج اعراض نقص الفسفور على النبات باضافة الاسمده الفوسفاتيه مثل سماد السوبر فوسفات بانواعه او سماد فوسفات الامونيوم او الاسمده المركبه الحاويه على الفسفور وتضاف هذه الاسمده بمعدلات تختلف باختلاف النبات والتربه والظروف البيئيه.

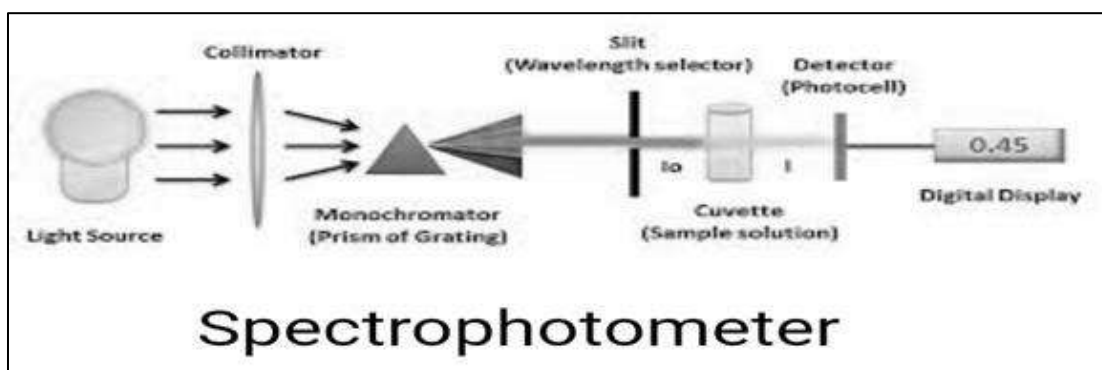
تقدير الفسفور في العينات النباتيه

الفكره الاساسيه للتقدير

يتفاعل الفسفور الموجود في المستخلص النباتي مع الموليبيدات تحت الظروف الحامضيه (حامض النتريك) مكون معقد فوسفو . موليبيداتي اصفر اللون كما في المعادله:



يتم تطوير اللون الاصفر بوجود الفاندات، شدة اللون الاصفر تعتمد على تركيز الفسفور في المستخلص ويمكن قياس شدة هذا اللون باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي spectrophotometer وعند طول موجي 410 نانوميتر، وعادة يظهر اللون الاصفر خلال عدة دقائق (يترك المحلول عادة 30 دقيقه حتى يظهر اللون بصوره كامله) ويبقى هذا اللون ثابت لمدة شهرين عند تراكيز الفسفور العاليه ولكنه يظل ثابت لمدة اسبوعين عندما تكون تراكيز الفسفور بحدود 5ppm , من محاسن هذه الطريقه السهوله و البساطه وثباتية اللون كما انها خاليه من التداخلات.



المواد المستخدمة:-

مولبيدات الامونيوم . فاندات الامونيوم في حامض **النتريك**:

1 . محلول (a): أذب 22.5 غم من موالبيدات الامونيوم $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ في 400 مل ماء مقطر .

2 . محلول (b): اذب 1.25 غم فاندات الامونيوم NH_4VO_3 في 300 مل ماء مقطر .

3 اصف محلول (b) الى محلول (a) في دورق حجمي لتر ، اترك المزيج يبرد .

4 . اصف بحذر 250 مل من حامض النتريك المركز HNO_3 الى المزيج السابق ، اترك المزيج يبرد حتى درجة حرارة الغرفة ثم اكمل الحجم الى لتر بالماء المقطر .

طريقة العمل:-

1 . يسحب 10 مل من المستخلص الحامضي للنبات ويوضع في دورق حجمي 100 مل .

2 . يضاف 10 مل من محلول مولبيدات . فاندات الامونيوم الى الدورق .

3 . يضاف ماء مقطر الى نصف الدورق ويرج ثم يكمل الى العلامة بالماء المقطر .

4 . بعد 30 دقيقة تتم قراءة الامتصاصيه على جهاز الطيف الضوئي (جهاز ال Spectrophotometer) وعند طول موجي 410 نانوميتر وتسجل قراءة الجهاز لعينة المستخلص النباتي .

5 . يتم تحضير محاليل قياسيه للفسفور بتركيز متدرجه :

0.5ppm , 1ppm , 1.5ppm , 2ppm , 2.5ppm

6 . **تسجل** قراءة كل محلول من المحاليل القياسيه السابقه على جهاز ال Spectrophotometer وعند طول موجي 410 نانوميتر .

7 . يرسم منحنى قياسي والذي يوضح علاقه بين تراكيز المحاليل القياسيه وقراءة الجهاز لهذه المحاليل .

8 . يتم تسقيط قراءة الجهاز لعينة المستخلص النباتي على المنحنى القياسي للحصول على تركيز الفسفور بوحدة ملغم/لتر (ppm بعد التسقيط) .

تحضير المحاليل القياسيه للفسفور:-

1 . يتم تحضير محلول قياسي اصلي (محلول الام) للفسفور stock solution بتركيز 50 ppm من أي ملح يحتوي على الفسفور (يجب ان يكون هذا الملح معلوم التركيب و نقي وسهل الذوبان وغير متميع) مثل ملح KH_2PO_4 وذلك اعتمادا على الاوزان الذريه:

KH ₂ PO ₄ غم	P غم
136	31
x	0.05

X = 0.2195 غم يوزن من ملح فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين KH₂PO₄ الجاف (يجفف الملح في فرن قبل الوزن على درجة 105 ° م لمدة ساعه ويبرد في مجفف) ويوضع في دورق حجمي واحد لتر ويكمل الى العلامه بالماء المقطر.

2. من المحلول القياسي (50 ppm) تحضر المحاليل القياسية:

0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm, 2ppm , 2.5 ppm

وذلك في دوارق حجميه 100 مل اعتمادا على القانون التالي:

$$\frac{\text{الحجم المطلوب} \times \text{التركيز المطلوب}}{\text{التركيز الاصيل}} = \text{الحجم المطلوب اخذه من المحلول الاصيل}$$

تسحب الاحجام 5, 4, 3, 2, 1 مل من المحلول الاصيلي (50ppm) ويوضع كل حجم في دورق حجمي 100 مل.

3. يضاف 10 مل من محلول مولبدات . فاندات الامونيوم الى كل دورق من الدوارق السابقه ثم تكمل الى العلامه بالماء المقطر.

4. بعد (30) دقيقه تسجل قراءة كل محلول من المحاليل السابقه على جهاز spectrophotometer وعند طول موجي 410 نانوميتر.

5. يتم عمل عينة مقارنه (Blank) لتصفير الجهاز وهذه العينه تتضمن جميع المواد المستخدمه في التقدير باستثناء عينة النبات.

الحسابات :-

$$\frac{100}{\text{حجم المستخلص الكلي}} \times \frac{\text{حجم الدورق المستخدم للتقدير}}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص المستخدم}}{\text{وزن العينة}} = \% P$$

مثال:

عينه نباتيه وزنها الجاف 1 غم هضمت واكمل الحجم النهائي الى 100مل, اخذ منها 1مل لتقدير الفسفور حيث وضعت في دورق حجمي 100 مل, فاذا علمت ان ppm بعد التسقيط من المنحنى كانت 0.05 احسب تركيز الفسفور في العينه بوحدهات:

$$1 - \text{نسبه مئويه} \quad 2 - \text{ppm} \quad 3 - \text{غم / كغم}$$

الحل:

$$(1) \quad \%$$

$$\frac{100}{\text{حجم المستخلص الكلي}} \times \frac{\text{حجم الدورق المستخدم للتقدير}}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص المستخدم}}{\text{وزن العينة}} = \% P$$

$$0.025\% = \frac{100}{1} \times \frac{50}{1} \times \frac{100}{1000} \times \frac{0.05}{1000} = \% P$$

$$\text{ppm} (2)$$

$$\frac{1000}{\text{وزن العينة}} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times \frac{\text{حجم الدورق المستخدم}}{1000} \times \text{ppm} = \text{ppm فسفور}$$

$$\frac{1000}{1} \times \frac{50}{1} \times \frac{100}{1000} \times 0.05 = \text{ppm فسفور}$$

$$\text{ppm 250} =$$

او يحل بطريقة اخرى:

$$10000 \times \% = \text{ppm}$$

$$10000 \times 0.025 =$$

$$\text{ppm 250} =$$

(3) غم/كغم

نسبة الفسفور 0.025 % أي كل 100 غم نبات تحتوي على 0.025 غم فسفور

فسفور (غم) وزن النبات (غم)

100	0.025
1000	X

$$0.25 = X \text{ غم فسفور/كغم نبات}$$

مثال: حضر محلول قياسي للفسفور من ملح KH_2PO_4 بتركيز 25 ppm في دورق حجمي 500 مل ؟

الحل:

$$25 \text{ ppm} = 25 \text{ ملغم/لتر}$$

هذا الوزن في لتر (1000مل) اما في 500 مل فيكون:

mg	ml
-----	-----
25	1000
x	500
-----	-----

$$X = 12.5 \text{ ملغم فسفور} / 500 \text{ مل}$$

غم P	غم KH_2PO_4
-----	-----
31	136
0.0125	X
-----	-----

$$X = 0.054 \text{ غم يذوب من الملح في دورق 500 مل ويكمل الى العلامة بالماء المقطر.}$$

مثال: لديك 1.10 غم من ملح KH_2PO_4 ، حضر منه محلول قياسي في دورق حجمي لتر ثم حضر من هذا المحلول محلول قياسي اخر تركيز 5 ppm في دورق حجمي 50 مل ؟
الحل:

غم P	غم KH_2PO_4
-----	-----
31	136
x	1.10
-----	-----

$$X = 0.250 \text{ غم فسفور} = 250 \text{ ملغم} = 250 \text{ ppm تركيز المحلول الاصيلي}$$

الحجم المطلوب × التركيز المطلوب

$$\text{الحجم المطلوب اخذه من المحلول الاصيلي} = \frac{\text{الحجم المطلوب} \times \text{التركيز المطلوب}}{\text{التركيز الاصيلي}}$$

$$\frac{5 \times 50}{250} =$$

= 1 مل يسحب من المحلول الاصلي ويوضع في دورق 50 مل ويكمل الى العلامة بالماء المقطر للحصول على محلول قياسي تركيزه 5 جزء بالمليون.

س/ لديك ثلاث دوارق حجميه 250 , 500 , 1000 مل اضيف الى كل دورق من هذه **الدوارق** 4.38 غم من ملح KH_2PO_4 النقي واكمل الحجم الى العلامة بالماء المقطر, احسب تركيز الفسفور بالـ ppm في كل دورق.

س/ اذيب 0.219 غم من ملح KH_2PO_4 النقي في لتر ماء مقطر, بعد ذلك سحبت الاحجام 2 , 4 , 6 مل من المحلول السابق ووضعت كل حجم في دورق معياري 100 مل واكمل الحجم الى العلامة بالماء المقطر, احسب تركيز الفسفور كجزء بالمليون في هذه المحاليل.

تغذية نبات عملي

الدرس العملي السادس

البوتاسيوم في النبات

يمتص النبات عنصر البوتاسيوم على شكل ايونات البوتاسيوم (K^+) وبشكل نشط (حيوي) حيث يتجمع البوتاسيوم داخل النبات ضد التدرج بالتركيز مع المحيط الخارجي، وتتراوح نسبة هذا العنصر في النبات بين 0.2 - 3.5 % ولم يثبت علميا دخوله في تكوين مواد عضويه داخل النبات (يوجد غالبا بصورة املاح معدنيه) لذلك يمكن استخلاصه من العينة النباتية باستخدام احماض مخففه مثل حامض الخليك 2 %.

الوظائف الفسيولوجية للبوتاسيوم

يلعب البوتاسيوم دور مهم في حياة النبات من خلال الوظائف المهمه التي يؤديها وهي:

1 . يقوم البوتاسيوم بدور العامل المساعد في عمليات التركيب الضوئي وتكوين الكلوروفيل.

2 . له دور مهم في تكوين الكربوهيدات ونقل السكريات داخل النبات.

3 . له دور مهم في ميكانيكية فتح وغلق الثغور وتنظيم المحتوى المائي للخلية النباتية

4 . يساعد في مقاومة النبات لدرجات الحراره المنخفضه.

5 . يلعب دور في اختزال النترات وتكوين البروتين.

6 - ضروري وعامل مساعد لتحفيز عدد كبير من الانزيمات مثل

starch synthetase , pyruvate kinase

اعراض نقص البوتاسيوم على النبات

1 . ضعف نمو النبات بشكل عام حيث تكون الاوراق صغيره والسيقان قصيره وقلة

الانتاج ورياءته حيث ان الثمار تفقد لوانها المميزه و تكون غير متجانسه في نضجها

2 . استمرار داكن على حواف الاوراق (احتراق الحواف) يمتد الى الوسط ثم يصبح لون الحواف بنيا.

3 . النفاف حواف الاوراق الى الاعلى والاسفل بسبب عم نمو الخلايا بشكل متساوي.

4 . تظهر اعراض النقص على الاوراق القديمه اولا ومن ثم تنتقل الى الاجزاء الاخرى

وذلك لان البوتاسيوم عنصر متحرك داخل النبات ينتقل من الاوراق القديمة الى الاوراق الحديثة.

تقدير البوتاسيوم في العينات النباتية

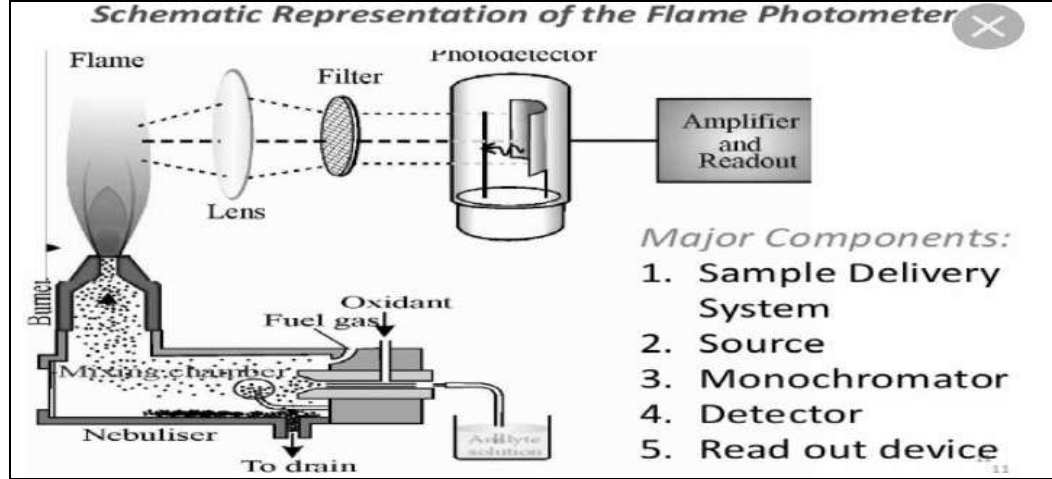
يتم تقدير البوتاسيوم في المستخلص الحامضي للعينة النباتية مباشرة باستخدام جهاز قياس العناصر باللهب Flame photometer

يتكون الجهاز بشكل عام من الوحدات الرئيسية التالية:

1. وحدة اللهب - مصدر طاقة لتوليد حراره عاليه كافيه لتهييج الالكترونات.
- 2 - ضاغطة هواء compressor لتحويل المستخلص الى رذاذ.
3. وحدة الترشيح - موشور او فلتر خاص بكل عنصر - لتعيين طول موجة الضوء الخاص بالاشعه الصادره عن عنصر معين.
4. وحدة الخلية الضوئية - لتحويل الاشعة الكهرومغناطيسيه الى تيار كهربائي.
- 5- وحدة تقوية التيار amplifier.
6. وحدة القياس - كلفانوميتر - لقياس التيار الكهربائي.

فكرة عمل الجهاز

ان العناصر المعدنية وخاصة القلوية منها عندما تتعرض الى مصدر طاقه كافيه لتهييج الالكترونات الموجوده في المدارات الخارجيه لذرات هذه العناصر فان هذه الالكترونات تمتص هذه الطاقه وتزداد طاقتها الحركيه فتنتقل الى مدارات اكثر بعدا عن النواة أي الى مستويات اعلى من الطاقه Higher Energy Levels ، وعند ابتعادها عن مصدر التغذية بالطاقه فانها تعود الى مداراتها الاصليه وتفقده الطاقه التي اكتسبتها على شكل اشعة كهرومغناطيسيه ، وبما ان عدد الالكترونات وتوزيعها في المدارات الخارجيه يختلف من عنصر لآخر فان طول موجة الضوء او الاشعة الصادره تكون مميزه للعنصر حيث ان لكل عنصر لون خاص باللهب اعتمادا على طوله الموجي ، وحيث ان شدة الاشعة المرسله من عنصر معين تتوقف على تركيز ذرات هذا العنصر في المحلول فان قياس شدة الاشعة تكون بمثابة قياس كمي للعنصر.



طريقة العمل

1 - تحضير محاليل قياسيه للبوتاسيوم:

يتم تحضير محلول قياسي اصلي للبوتاسيوم stock solution بتركيز 1000 ppm من أي ملح للبوتاسيوم (معروف التركيب ، نقي ، سهل الذوبان ، غير متميع) مثل ملح KCl وذلك اعتمادا على الاوزان الذرية :

K غم	KCl غم
39	74.5
1	x

$X = 1.906$ غم يوزن من ملح KCl الجاف (يجفف الملح قبل الوزن على درجة 60 مئوية لمدة ساعه ثم يبرد في مجفف) ويوضع في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر.
من المحلول القياسي الاصلي السابق (1000 ppm) يتم تحضير المحاليل القياسية:

10 ppm ، 20 ppm ، 30 ppm ، 40 ppm ، 50 ppm

في دوارق حجميه 100 مل وذلك بتطبيق القانون :

$$\frac{\text{التركيز المطلوب} \times \text{الحجم المطلوب}}{\text{التركيز الاصيل}} = \text{الحجم المسحوب (مل) من المحلول الاصيل}$$

لتحضير محلول قياسي 10 ppm في دورق 100 مل من المحلول القياسي الاصيل 1000 ppm

$$100 \times 10$$

$$= \frac{1000}{100} = 10 \text{ مل يسحب من المحلول الاصيل ويوضع في}$$

دورق حجمي 100 مل ويكمل الى العلامة بالماء المقطر، وهكذا بالنسبة لبقية التراكيز، اذن الاحجام المطلوب سحبها من المحلول الاصيل لتحضير التراكيز السابقة هي على التوالي: 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 مل

يوضع كل حجم من الحجوم السابقة في دورق حجمي 100 مل ويكمل الى العلامة بالماء المقطر 2. بعد الانتهاء من تحضير المحاليل القياسية نقوم بقراءتها بجهاز قياس العناصر باللهب

جهاز الـ Flame photometer

3 - يرسم منحنى قياسي يوضح العلاقة بين تراكيز المحاليل القياسية وقراءة الجهاز لهذه المحاليل
4 - يؤخذ المستخلص الحامضي للعينة النباتية (سواء المحضر بطريقة الحرق الجاف او الحرق الرطب) ويقرأ بجهاز قياس العناصر باللهب.

5. يتم تسقيط قراءة الجهاز لمستخلص العينة النباتية على المنحنى القياسي للحصول على (ppm بعد التسقيط)

الحسابات:

$$\text{ppm بعد التسقيط} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{100} \times \frac{1000}{\text{وزن العينة الجاف}} = \% K$$

في حالة اجراء تخفيف لمستخلص العينة النباتية يضرب الناتج بعدد مرات التخفيف الذي يمكن حسابه من العلاقة التالية:

مل مستخلص نباتي + مل ماء مقطر

عدد مرات التخفيف = -----

مل مستخلص نباتي

مثلا عند سحب 2 مل من المستخلص النباتي واطافة 18 مل ماء مقطر يكون عدد مرات التخفيف:

$$18 + 2$$

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{18 + 2}{2} = 10$$

يجب الانتباه الى ان :

- 1 . جهاز الـ Flame photometer يقيس عناصر الليثيوم Li ، الكالسيوم Ca ، الصوديوم Na ، البوتاسيوم K لذلك عند القياس يجب التأكد من استخدام المرشح (الفلتر) الخاص بكل عنصر للتأكد من ان لون الضوء المميز للعنصر هو فقط المؤثر على الخلية الضوئية.
- 2 . يجب الحصول على لهب أزرق قبل البدء بقراءة العينات كما يجب المحافظة على مستوى ثابت لضغط الهواء وغاز الاحتراق اثناء عملية التقدير.
- 3 . يمكن تقدير عنصر الصوديوم في العينة النباتية بنفس الطريقة السابقة وفي هذه الحالة يستخدم ملح يحتوي على الصوديوم مثل NaCl بدلا من KCl.
- 4 - تمتاز طريقة القياس باللهب بعدم الحاجة الى دلائل كيميائية كما هو الحال بالاجهزة الفوتوكهربائية.

استخلاص البوتاسيوم والصوديوم من العينة النباتية

احيانا يتطلب العمل تقدير كل من البوتاسيوم والصوديوم فقط في العينة النباتية ، وفي هذه الحالة يمكن اجراء استخلاص لهذين العنصرين من العينة دون الحاجة الى هضم العينة النباتية ويتم ذلك باستخدام محلول خلات الامونيوم المتعادله تركيز 1 عياري.

طريقة العمل:

- 1 - يوزن 1 غم عينة نباتية جافه ومطحونه وتوضع في دورق تفاعل.
- 2 . يضاف 40 مل من محلول خلات الامونيوم 1 عياري ثم يرج الدورق في جهاز رجاج نصف ساعه.
- 3 - يرشح ويستقبل الراشح في دورق حجمي 100 مل مع غسل الدورق عدة مرات بمحلول خلات الامونيوم حتى الوصول الى العلامة.
- 4 - يستخدم جهاز الـ Flame photometer لحساب تركيز Na ، K بوجود المحاليل القياسية الخاصه بكل عنصر بنفس الطريقة .

مثال:

عينة نباتية جافه وزنها 0.5 غم هضمت واكمل الحجم النهائي الى 100 مل ، قدر البوتاسيوم في العينة فكان ppm من المنحنى (بعد التسقيط) 5 فاذا علمت ان العينة قد تم تخفيفها باخذ 5 مل مع 20 مل ماء مقطر احسب نسبة البوتاسيوم بالنبات بوحدات:

- 1 . نسبه مئويه%
- 2 . ملغم/كغم
- 3 . غم/كغم

الحل:

$$\text{مل مستخلص نباتي} + \text{مل ما مقطر} = \text{عدد مرات التخفيف}$$

$$\text{مل مستخلص نباتي}$$

$$20 + 5$$

$$5 = \frac{\quad}{5}$$

$$\text{ppm بعد التسقيط} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{1000} \times \frac{100}{\text{وزن العينه الجاف}} \times \text{عدد مرات التخفيف} = \% K$$

$$5 \times \frac{100}{0.5} \times \frac{100}{1000} \times \frac{5}{1000} = \% K$$

$$0.5 = \% K$$

2. ملغم/كغم = ppm

$$Ppm = \text{النسبة المئوية} \% \times 10000$$

$$10000 \times 0.5 =$$

$$5000 =$$

3. غم/كغم

نسبة K هي 0.5 %

اي 0.5 غم K لكل 100 غم نبات

وزن النبات غم	K غم
-----	-----
100	0.5
1000	X

$$X = 5 \text{ غم/كغم}$$

مثال:

حضر محلول قياسي للبوتاسيوم من ملح KCl بتركيز 50 ppm في دورق حجمي 100 مل، علما

ان الاوزان الذرية: Cl: 35.5 K: 39

الحل: 1 ppm = 1 mg/ L

50 ppm = 50mg/L

ml	mg
-----	-----

$$\frac{1000}{100} = \frac{50}{x}$$

$$1000 \times x = 50 \times 100$$

$$X = 5$$

$$= 5 \text{ mg} / 100 \text{ ml}$$

$$5 \text{ mg} = 0.005 \text{ g}$$

K غم	KCl غم
-----	-----
39	74.5
0.005	x
-----	-----

$X = 0.0095$ غم يوزن من الملح ويوضع في دورق 100 مل ويكمل الى العلامة بالماء المقطر

مثال:

تم تحضير محلول قياسي للبوتاسيوم وذلك باذابة 0.223 غم من ملح K_2SO_4 في دورق حجمي لتر، احسب تركيز البوتاسيوم في هذا المحلول ؟

الحل:

2K غم	K_2SO_4 غم
-----	-----
78	174
1	x

$$X = 2.23 \text{ غم من } K_2SO_4 \text{ للحصول على } 1000 \text{ ppm بوتاسيوم}$$

$$\text{غم ملح } K_2SO_4 \text{ ppm}$$

-----	-----
1000	2.23
x	0.223

$$X = 100 \text{ جزء بالمليون تركيز البوتاسيوم في المحلول.}$$

او يحل بطريقة اخرى:

2K غم	K ₂ SO ₄ غم
-----	-----
78	174
x	0.223
-----	-----

$$X = 0.0999 \text{ غم بوتاسيوم}$$

$$99.9 = 1000 \times 0.0999 \quad \text{ويساوي تقريبا} \quad 100 = 100 \text{ جزء بالمليون تركيز البوتاسيوم.}$$

س/ تم تحضير محلول قياسي للبوتاسيوم من ملح K₂SO₄ في دورق حجمي لتر ثم حضر من هذا المحلول محلول قياسي ثاني بتركيز 0.5 ppm و ذلك بسحب 1 مل من المحلول الاول ووضعه في دورق حجمي 100 مل واكمل الحجم الى العلامة بالماء المقطر، احسب كمية الملح المستخدمه لتحضير المحلول القياسي الاول.

س/ تم تحضير محلول قياسي للبوتاسيوم وذلك باذابة 0.0557 غم من ملح K₂SO₄ في ربع لتر ماء مقطر، احسب تركيز البوتاسيوم في هذا المحلول.

تغذية نبات عملي

الدرس العملي السابع

الكالسيوم والمغنيسيوم في النبات

الاهمية الفسيولوجية للكالسيوم

يعتبر عنصر الكالسيوم من العناصر الغذائية الضرورية الكبرى التي يحتاجها النبات ويمتص النبات هذا العنصر على شكل ايونات كالسيوم Ca^{+2} وتتراوح نسبته في الماده النباتيه الجافه من 3 - 0.5 % وذلك اعتمادا على عمر النبات (محتوى النبات من الكالسيوم يزداد بازدياد عمر النبات) ونوع النبات (فمثلا النباتات ذوات الفلقتين تحتوي على كميته اعلى من الكالسيوم مقارنة بنباتات ذوات الفلقه الواحده) والجزء النباتي الماخوذ للتقدير (الجذور بشكل عام ذات محتوى اعلى من الكالسيوم من الاجزاء العليا)، يلعب الكالسيوم دور مهم في حياة النبات من خلال دخوله في كثير من العمليات الحيويه التي يقوم بها النبات والتي يمكن ايجازها بما يلي:

- 1 . يدخل في تركيب الجدار الخلوي على شكل بكتات كالسيوم calcium pectate وهو بذلك يعمل على تماسك جدران الخلايا مع بعضها , لهذا يلعب الكالسيوم دور مهم في انقسام ونمو الخلايا المرستيميه.
- 2 . يدخل في تركيب الاغشيه الخلويه مما يعطي الكالسيوم دورا مهما في التحكم في دخول وخروج المواد من والى الخليه، أي ان نقص الكالسيوم يزيد من نفاذية الاغشيه فتصبح اكثر نضوحا.
- 3 . له دور مهم في تثبيت النتروجين الجوي (بواسطة النباتات البقوليه) وتكوين العقد الجذريه.
- 4 . يزيد الكالسيوم من امتصاص النترات مما يؤدي الى زيادة البروتين في النبات.
- 5 . للكالسيوم دور مهم في انتقال الكربوهيدرات داخل النبات.
- 6 . يلعب دور العامل المساعد والمحفز لعدد من الانزيمات.

أعراض نقص الكالسيوم على النبات

1. تظهر اعراض نقص الكالسيوم على الاوراق النامية الحديثة ونهايات النبات حيث ان الكالسيوم من العناصر غير المتحركة داخل النبات.
2. تتلون الاوراق الحديثة باللون الاخضر المصفر مع ظهور بقع ميتة كما ان حافات الوراق تلتف او تتموج بسبب عدم انتظام نمو الخلايا.
3. يكون النبات متقزم ومتخشب وذلك لاهمية الكالسيوم في انقسام ونمو الانسجه المرستيميه في البراعم والقمة النامية للساق والجذر والاوراق.
4. يسبب نقص الكالسيوم ظهور وانتشار بعض الامراض الفسيولوجيه على النبات.

الاهمية الفسيولوجيه للمغنيسيوم

يعتبر عنصرالمغنيسيوم من العناصرالغذائيه الضروريه الكبرى التي يحتاجها النبات ويمتص النبات هذا العنصر **على** شكل ايونات مغنيسيوم Mg^{+2} وبكميات اقل مما هي عليه في حالة البوتاسيوم او الكالسيوم وبشكل عام فان معدل محتوى الماده النباتيه الجافه من المغنيسيوم 0.5 % , يؤدي المغنيسيوم دورا كبيرا في العديد من العمليات الحيويه التي تجري داخل النبات والتي يمكن ايجازها بالنقاط التاليه:

1. يدخل في تركيب الكلوروفيل حيث يشكل 2.7% من وزن جزيئة الكلوروفيل ولهذا فانه يلعب دور مهم في عملية التركيب الضوئي التي تصبح مستحيله في حال غياب الكلوروفيل.
2. يشترك في حركة ونقل القسفور داخل النبات.
3. يعتبرمساعداً و منشط للعديد من الانزيمات خصوصا تلك التي تشارك في تفاعلات الفسفوروتكوين وتحلل الكربوهيدرات.
4. يلعب دور في تكوين السكريات وتوزيع النشا داخل النبات.

5. ضروري في تكوين البروتين حيث يقوم بربط وحدات الرايبوسوم مع بعضها.

اعراض نقص المغنيسيوم على النبات

1. يعتبرالمغنيسيوم من العناصر المتحركة داخل النبات فينتقل من الاجزاء القديمه الى الاجزاءوالنموات الحديثه لهذا فان اعراض نقصه تظهر اولا على الاوراق القديمه.
2. نقص المغنيسيوم يؤدي الى قلة الكلوروفيل الذي يظهر على شكل بقع ذات لون اخضر فاتح تتحد مع بعضها لتكون اشطره صفراء بين عروق الورقه بينما تبقى العروق خضراء اللون.
3. بعد ذلك يغطي اللون الاصفر جميع سطح الورقه ماعدا القمه والقاعده.
4. مع استمرار النقص يتحول اللون الاصفر الى بني غامق ثم تبدأ الاوراق بالسقوط من اسفل الى اعلى.

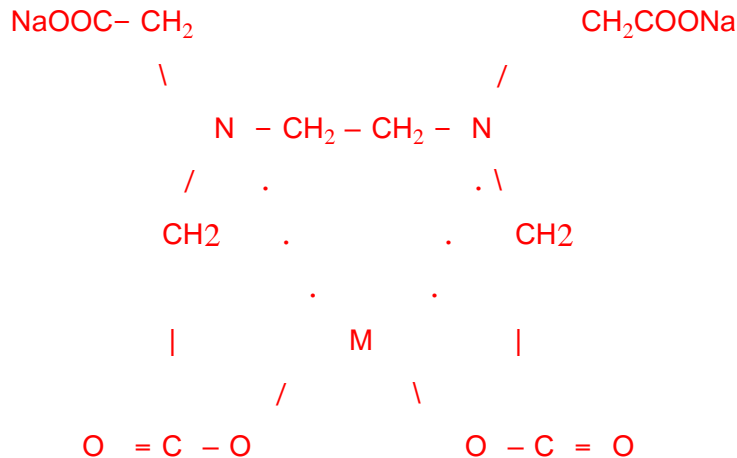
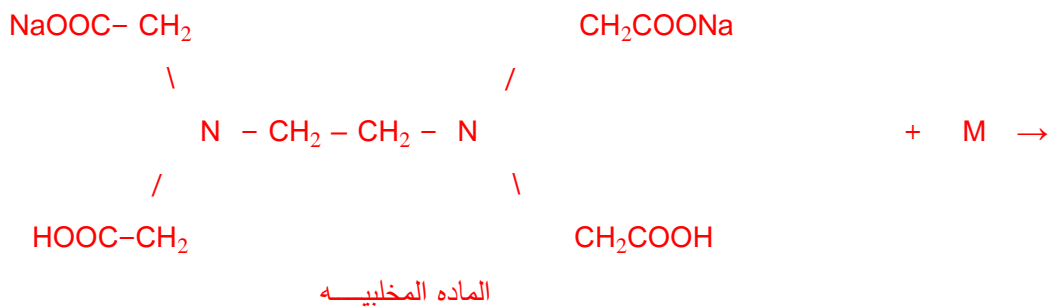
تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم في العينات النباتيه

يتم تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم في العينات النباتيه بطريقة الخلب باستخدام المواد المخلبيه chelating agent وهي مواد عضويه انيوناتها لها قدره على الارتباط مع بعض العناصرمكونه مركب حلقي والعنصر الذي يرتبط بهذا التركيب الحلقي (الذي يخلب) يفقد سيطرته على تفاعلاته الكيميائيه أي يترسب داخل التركيب الحلقي. يوجد العديد من المواد المخلبيه ولكن يستخدم في تقدير كل من الكالسيوم والمغنيسيوم ماده المخلبيه EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid) والتي تسمى بالفرسين التي تكون مواد مخلبيه مع عدد من الكاتيونات الثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والمغنيسيوم.

تتلخص الفكره الاساسيه للتقدير باجراء عملية التسحيح مع ماده المخلبيه (الفرسين) فيتكون مركب مخلبي بين العنصر المراد تقديره وبين ماده المخلبيه، ويتم التعرف على نقطة نهاية التفاعل (نهاية عملية الخلب) باستخدام ادله حساسه تظهر الوان مختلفه بحيث يكون لها لون مميز عند ارتباطها بالعنصر المعدني وعندما تكون بصوره حره

(بدون ارتباط) يكون لها لون اخر،حيث يقدر الكالسيوم اولا ثم يقدر(الكالسيوم + المغنيسيوم) وبطرح الاول من الثاني نحصل على المغنيسيوم، ويفضل استخدام فرسين ثنائي الصوديوم EDTA- disodium salt لانه مركب سهل التنقيه وغير هيكلوسكوبي والمركبات المخليه التي يكونها تكون اكثر ثباتا.

عملية الخلب تتم كما في المعادله:



الماده المخليه مع العنصر

M: كاتيون لعنصر معدني مثل الكالسيوم اوالمغنيسيوم

تقدير الكالسيوم

عند تقدير الكالسيوم نقوم برفع درجة تفاعل المستخلص النباتي (ال pH) الى 12 باضافة هيدروكسيد الصوديوم (4) عياري حيث تترسب ايونات المغنيسيوم على صورة هيدروكسيد المغنيسيوم وتبقى ايونات الكالسيوم في المحلول, ويستخدم في التقدير دليل بربرات الامونيوم (الميروكسيد) الذي له ميل اتحادي مع الكالسيوم اكثر من الميل الاتحادي مع المغنيسيوم خصوصا عند pH (12) حيث يصبح هذا الدليل متخصصا تماما للكالسيوم فقط , وعند المعايره مع الفرسين، يقوم الفرسين بخلب الكالسيوم تدريجيا حتى ينتهي من المحلول حيث يتغير لون المحلول من اللون الوردي (Ca + دليل الميروكسيد) الى اللون البنفسجي (لون الدليل لوحده).

المواد المستخدمة

- 1 - هيدروكسيد الصوديوم (4 N) عياري: يحضر باذابة 160 غم من NaOH في لتر ماء مقطر.
- 2 - دليل بربرات الامونيوم (الميروكسيد): يحضر بخلط 0.5 غم من بربرات الامونيوم مع 100 غم من كبريتات البوتاسيوم.
- 3 - محلول الفرسين EDTA (0.01) يحضر باذابة 2 غم من الفرسين ثنائي الصوديوم مع 0.05 غم من كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ في دورق حجمي لتر ثم نكمل الى العلامه بالماء المقطر.

طريقة العمل

- 1 - يسحب بواسطة الماصه (2) مل من المستخلص الحامضي للعينه النباتيه وتوضع في جفنه من الخزف الصيني وتخفف باضافة (10) مل من الماء المقطر.

2 - يرفع الـ pH الى 12 باضافة هيدروكسيد الصوديوم 4 ع بالاستعانه بجهاز الـ pH meter او ورق زهرة الشمس.

3 - يضاف حوالي 50 ملغم من دليل الميروكسيد.

4 - يسحح مع الفرسين (0.01) ع الى ان يتغير اللون من الوردي الى البنفسجي - يسجل حجم الفرسين المستهلك من السحاحه.

الحسابات

حجم الفرسين × عيارية الفرسين = ملمكافئات الفرسين = ملمكافئات الكالسيوم
ملمكافئات الكالسيوم × الوزن المكافئ للكالسيوم (20) = ملغم كالسيوم

$$\text{Ca \%} = \frac{\text{حجم الفرسين} \times \text{عيارية الفرسين} \times 20}{\text{حجم المستخلص الكلي} \times 100} \times \frac{\text{حجم المستخلص المستخدم}}{\text{وزن العينه}} \times 1000$$

تقدير (الكالسيوم + المغنيسيوم) (Ca + Mg)

عند تقدير (الكالسيوم + المغنيسيوم) يضبط الـ pH عند 10 وذلك باستخدام المحلول المنظم (Buffer Solution) حيث يكون كل من الكالسيوم والمغنيسيوم بشكل ايونات في المستخلص وهنا يستخدم دليل اسود الايروكروم (الـ E.B.T) Erio chrome black T الذي له ميل اتحادي مع الكالسيوم والمغنيسيوم معا عند هذا الـ pH, وعند المعايير مع الفرسين يقوم الفرسين بخلب الكالسيوم + المغنيسيوم ويستدل على نهاية عملية الخلب (انتهاء عملية التسحيح) بتغير لون المحلول من اللون القرمزي الى اللون الازرق.

المواد المستخدمة

- 1 - المحلول المنظم: $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ يذوب (67.5) غم من NH_4Cl في (570) مل من NH_4OH مركز ثم يخفف الى لتر بالماء المقطر.
- 2 - دليل (الـ E.B.T) اسود الايروكروم : يحضر باضافة (0.5) غم من الدليل الى (4.5) غم من Hydroxyl amine hydro chloride ثم الاذابه في (100) مل من كحول الايثانول 95%.
- 3 - محلول الفرسين (0.01) ع كما حضر سابقا.

طريقة العمل

- 1 - يسحب بواسطة الماصه (2) مل من المستخلص الحامضي للعينه النباتيه وتوضع في جفنه من الخزف الصيني وتخفف باضافة (10) مل من الماء المقطر.
- 2 - يرفع الـ pH الى 10 باضافة المحلول المنظم بالاستعانه بجهاز الـ pH meter او ورق زهرة الشمس.
- 3 - يضاف حوالي (3-4) قطرات من دليل (الـ E.B.T).
- 4 - يسح مع الفرسين (0.01) ع الى ان يتغير اللون من القرمزي الى الازرق - يسجل حجم الفرسين المستهلك من السحاحه.

الحسابات:

حجم الفرسين × عيارية الفرسين = ملمكافئات الفرسين = ملمكافئات (الكالسيوم + المغنيسيوم)

ملمكافئات المغنيسيوم = ملمكافئات (الكالسيوم + المغنيسيوم) - ملمكافئات الكالسيوم

$$= (\text{حجم الفرسين في حالة Ca+Mg} \times \text{عياريته}) - (\text{حجم الفرسين في حالة Ca} \times \text{عياريته})$$

$$\text{Mg} \% = \frac{\text{ملمكافئات المغنيسيوم} \times \text{الوزن المكافئ Mg}}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times \frac{100}{\text{وزن العينة}}$$

$$\text{الوزن المكافئ لـ Mg} = 12$$

ملاحظه: وجود (Fe , Mn , Al) بتركيز اكثر من 4 ppm – 0.3 يحدث تداخل مع دليل E.B.T لذلك قد يضاف 2 مل من سيانوز الصوديوم 2% الى المستخلص المراد تقدير (الكالسيوم + المغنيسيوم) فيه لغرض ترسيب العناصر المعدنيه الثقيله.

مثال: عينه نباتيه وزنها (0.5) غم هضمت واكمل الحجم النهائي الى (100) مل، اخذ منها (2) لتقدير الكالسيوم و(2) مل لتقدير (الكالسيوم + المغنيسيوم) فكان حجم الفرسين (0.01 ع) اللازم للمعايره (1) مل للكالسيوم و (1.5) مل لل (الكالسيوم + المغنيسيوم)، احسب النسبه المئويه لكل من الكالسيوم والمغنيسيوم في العينه.

الحل:

$$\text{Ca} \% = \frac{\text{حجم الفرسين} \times \text{عيارية الفرسين} \times 20}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times \frac{100}{\text{وزن العينة}}$$

$$\text{Ca} \% = \frac{20 \times 0.01 \times 1}{1000} \times \frac{100}{2} \times \frac{100}{0.5}$$

$$\text{Ca} \% = 2 \%$$

ملمكافئات المغنيسيوم = ملمكافئات (الكالسيوم + المغنيسيوم) - ملمكافئات الكالسيوم

$$\text{ملمكافئات المغنيسيوم} = 0.01 \times 1.5 - (0.01 \times 1) = 0.005$$

$$\frac{\text{ملمكافئات المغنيسيوم} \times \text{الوزن المكافئ Mg}}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times \frac{100}{\text{وزن العينة}} = \% \text{ Mg}$$

$$\frac{12 \times 0.005}{1000} \times \frac{100}{2} \times \frac{100}{0.5} = \% \text{ Mg}$$

$$= 0.6 \%$$

س/ احسب نسبة المغنيسيوم في عينه نباتيه وزنها الجاف 0.5غم ونسبة الكالسيوم فيها 2% علما ان حجم الفرسين (0.01ع) عند تقدير (Ca+ Mg) كان 2 مل وحجم المستخلص المستخدم لكل من Ca و (Ca+Mg) هو 2 مل وحجم المستخلص الكلي 100

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الثامن

الكبريت في النبات

الاهمية الفسيولوجية للكبريت

يعتبر عنصر الكبريت من العناصر الغذائية الضروريه الكبرى التي يحتاجها النبات ويمتص النبات هذا العنصر امتصاص حيوي عن طريق الجذور على شكل ايون الكبريتات SO_4^{-2} كما ان كميته قليلة منه يمكن ان تدخل الى النبات عن طريق الاوراق على شكل غاز ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 وتتراوح نسبة الكبريت في الماده النباتيه الجافه بشكل عام بين 0.5- 0.2 %، ويلعب الكبريت دور مهم في حياة النبات حيث ان نقص هذا العنصر يعيق النبات من القيام بفعالياته الحيويه بشكل طبيعي مما يؤثر سلبا في نمو النبات ونتاجيته، ويمكن تلخيص دورالكبريت واهميته من خلال النقاط التاليه:

- 1 - يدخل في تركيب البروتينات من خلال دخوله في تركيب بعض الاحماض الامينيه مثل methionine و cysteine.
- 2 - يدخل في تركيب بعض مرافقات الانزيمات مثل coenzyme A (الذي يشترك في عملية التنفس) وبعض الفيتامينات مثل Biotin .
- 3 - للكبريت دور في عملية تصنيع الكلوروفيل الا انه لايدخل في تركيبه.
- 4 - يدخل في تركيب بعض الزيوت المسؤوله عن بعض الصفات كرائحة البصل والثوم والفجل
- 5 - يدخل في تركيب انزيم الـ nitrogenase المسؤول عن تثبيت النتروجين في البقوليات.

اعراض نقص الكبريت على النبات

- 1 - تظهر اعراض نقص الكبريت في البدايه على الاوراق والاجزاء القديمه فتتلون هذه الاجزاء باللون الاصفر الفاتح ثم الداكن وفي المراحل المتقدمه من النقص يغطي الاصفرار كل النبات.
- 2 - تظهر اعراض النقص اولا على الاوراق القديمه من النبات وذلك لان الكبريت عنصر متحرك حيث ينتقل من الاجزاء القديمه الى النموات الحديثه فتظهر اعراض نقصه على الاجزاء القديمه.
- 3 - ضعف نمو النبات بشكل عام حيث تكون الاوراق صغيره والسيقان ضعيفه والنباتات تبدو صلبه ولكنها سهلة الكسر .

4 - اعراض نقص الكبريت تشابه اعراض نقص النتروجين الا ان النتروجين اسرع حركة داخل النبات من الكبريت لهذا تظهر اعراض نقصه قبل الكبريت كذلك فان الاصفرار في حالة نقص الكبريت يتحرك الى جميع اجزاء النبات ويكون شاحب ولا تسقط الورقة كما هو الحال عند نقص النتروجين.

تقدير الكبريت في العينات النباتية

يمكن تقدير الكبريت الكلي في العينات النباتية بعدة طرق، والطريقة السائدة هي باستخدام الهضم الرطب wet ashing ثم يقدر الكبريت باستخدام طريقة العكارة. بعد الهضم الرطب للعينات النباتية فان جميع الكبريت يصبح على صورة كبريتات SO_4 وهذه الكبريتات عند معاملتها مع كلوريد الباريوم $BaCl_2$ تتسبب على شكل كبريتات الباريوم البيضاء $BaSO_4$ وهذه تجهز العكارة للمحلول والتي تتناسب مع كمية الكبريتات الموجودة في العينة , **تقرأ** الامتصاصية للمحلول على جهاز الـ spectrophotometer عند طول موجي 420 نانوميتر, ان عملية ترسيب كبريتات الباريوم وتكوين العكارة هي عملية حساسة ومن ثم من الضروري تهيئة الظروف الملائمة حيث ان كبريتات الباريوم تميل الى الترسيب اذا لم يكن المحلول حامضيا لهذا السبب يجب اضافة محلول ملحي منظم لتنظيم pH المحلول, معدل الترسيب يسيطر عليه عن طريق اضافة $BaCl_2$ النقي ذي البلورات الناعمة كما يضاف صمغ الاكاسيا Gum acacia للمساعدة في ثباتية العكارة.

المواد المستخدمة

1 - كلوريد الباريوم $BaCl_2 \cdot 2H_2O$

ذي بلورات 20- 60 mesh (تمر بلوراته من خلال منخل 20mesh بينما يحتفظ بها منخل 60 mesh).

2 - محلول صمغ اكاسيا Gum acacia

اذابة 0.5 غم من مسحوق Gum acacia في مزيج يحتوي 50 مل حامض الخليك الجليدي glacial acetic acid و 50 مل ماء مقطر - يحفظ المحلول في ثلاجه لتجنب نمو الاحياء الدقيقة.

3 - محلول ملحي منظم salt buffer solution

يحتوي على 50 غم $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ و 4.1 غم KNO_3 و 28 مل ايثانول/ لتر.

4 - حامض HCl 6N

5 - محلول قياسي للكبريت 100 ppm

يحضر محلول قياسي اصلي للكبريت تركيز 100 ppm من ملح كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 النقي:

S غم	K_2SO_4 غم
-----	-----
32	174
0.1	X

$0.543 = X$ غم يذوب من ملح K_2SO_4 النقي في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر - تركيز المحلول 100 ppm كبريت.

طريقة العمل

1 - من المحلول الاصلي السابق تحضر التراكيز المتدرجه التاليه 4, 8, 12, 16, 20 جزء بالمليون كبريت في دوارق حجميه 50 مل وذلك بتطبيق القانون:

الحجم المطلوب \times التركيز المطلوب

----- = الحجم المطلوب اخذه من المحلول الاصلي

التركيز الاصلي

فتصبح الاحجام المطلوب سحبها من المحلول الاصلي (100 ppm) لتحضير المحاليل القياسيه السابقه هي على التوالي: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20 مل تسحب ويوضع كل حجم في دورق معياري 50 مل.

2 - يضاف الى كل دورق من الدوارق السابقه 5 مل من المحلول الملحي المنظم + 1 مل من حامض HCl 6 عياري + 1 مل من صمغ اكاسيا 0.5 % ثم يمزج جيدا.

3 - يضاف 0.5 غم من بلورات كلوريد الباريوم ويرج لحين ذوبان كلوريد الباريوم.

4 - يكمل الحجم بالماء المقطر ويرج جيدا - المحاليل الناتجه تعطي التراكيز

4, 8, 12, 16, 20 جزء بالمليون كبريت على التوالي.

5- تقرأ الامتصاصيه للمحلول على جهاز الـ spectrophotometer على طول موجي 420 نانوميتر.

6 - يرسم منحنى قياسي والذي يوضح العلاقة بين تراكيز المحاليل القياسية وقراءة الجهاز لهذه المحاليل.

7 - لتقدير الكبريت في العينه النباتيه - يسحب 10مل من المستخلص النباتي (مستخلص الهضم) ثم تطبق عليه الخطوات السابقه الخاصه بتحضير المحاليل القياسيه.

8 - يتم تسقيط قراءة الجهاز لعينه المستخلص النباتي على المنحنى القياسي للحصول على تركيز الكبريت بوحدة ملغم/لتر (ppm بعد التسقيط).

الحسابات

$$\text{ppm} \times \frac{\text{حجم الدورق المستخدم}}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{100} \times \frac{100}{\text{وزن العينه}} = \% S$$

مثال: عينه نباتيه وزنها الجاف 1غم هضمت واكمل الحجم النهائي الى 100مل, اخذ منها 1مل لتقدير الكبريت حيث وضعت في دورق حجمي 100 مل, فاذا علمت ان ppm بعد التسقيط من المنحنى كانت 0.25 احسب تركيز الكبريت في العينه بوحدات: 1 - نسبه مئويه ppm -2

الحل:

$$\begin{aligned} (1) \quad \% &= \text{ppm} \times \frac{\text{حجم الدورق المستخدم للتقدير}}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{100} \times \frac{100}{\text{وزن العينه}} \\ &= 0.25 \times \frac{100}{1000} \times \frac{100}{1} \times \frac{100}{1} = \% S \end{aligned}$$

$$0.25 =$$

$$\text{ppm} \quad (2)$$

$$10000 \times \% = \text{ppm}$$

$$10000 \times 0.25 =$$

تغذية نبات عملي
الدرس العملي التاسع
تقدير الكلوريد في العينات النباتية

الاهمية الفسيولوجية للكلوريد

يمتص النبات الكلور من التربة على صورة ايون الكلوريد Cl^- وان الحد الحرج للكلوريد في المادة الجافة للنبات بشكل عام هو (100 - 70) جزء بالمليون , ويتواجد الكلوريد غالبا داخل النبات بصورة املاح معدنيه دون ان يشترك في التراكيب العضويه للخلايا.

1 - ان احدى وظائف الكلور الرئيسيه هي تحفيزه لانزيمات التركيب الضوئي التي تساعد في تحلل الماء ضوئيا (photolysis).

2 - يؤثر الكلوريد في الضغط الازموزي للخلية النباتية وله دور في التوازن الايوني وهذا يعود الى حركته العاليه حيث يقوم بعمل الايون الذي يعوض عن تدفق البوتاسيوم ويحافظ على التوازن الايوني.

3 - يؤثر بشكل غير مباشر في النظام الثغري للخلايا الحارسه حيث ان عدم وجود الكلوريد يوقف فتح الثغور.

أعراض نقص الكلوريد على النبات

ان اهم اعراض نقص الكلوريد على النبات هو ظهور اللون الاصفر على الاوراق الحديته وربما تصبح منخوره ثم يتبع ذلك ذبول عام على النبات بالاضافه الى نقص الحاصل ورياءة نوعيته.

من الناحيه التطبيقيه فان النباتات نادرا ماتعاني من نقص الكلوريد وذلك لان ماموجود من كلوريد في الهواء الجوي هو اكثر من حاجة النبات, ويتم تقدير الكلوريد في العينات النباتيه بسبب المشاكل الناجمه عن ارتفاع تركيزه في التربه حيث ان المحاصيل الناميه في الترب المتاثره بالاملاح تظهر عليها اعراض سمية الكلوريد وهي احتراق حافات الاوراق وتلونها باللون البرونزي والاصفر قبل اكتمال نموها ثم سقوط هذه الاوراق.

الفكره الاساسيه لتقدير الكلوريد في العينات النباتية

أ- طريقة الحرق الجاف

بسبب درجات الحرارة العاليه المستخدمه اثناء الحرق الجاف للعينه النباتيه فان هناك احتمال لتطاير الكلوريد من العينه، لهذا فانه عند تقدير الكلوريد في العينه النباتيه فان عملية الحرق الجاف يجب ان تجرى في وسط قاعدي لمنع تطاير الكلوريد ويتم بذلك بخلط العينه النباتيه مع اوكسيد الكالسيوم CaO قبل الحرق، وبعد اكمال عملية الحرق يستخلص الكلوريد من الرماد باستخدام الماء الحار ثم يضبط الـ pH عند (6 - 7) باستخدام حامض الخليك وأخيرا يقدر عن طريق المعايير مع نترات الفضة $AgNO_3$ وبوجود دليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 حيث يتكون راسب احمر جلدي من كرومات الفضة Ag_2CrO_4 :



راسب احمر جلدي

من كرومات الفضة

المواد المستخدمة

- 1 - اوكسيد الكالسيوم CaO: يحضر من تسخين كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$.
- 2 - حامض الخليك: اضافة 200 مل حامض الخليك الى دورق حجم لتر ثم يكمل الى العلامة بالماء المقطر.
- 3 - دليل كرومات البوتاسيوم : يحضر باذابة 5 غم من الدليل في 80 مل ماء مقطر ثم نضيف عدة نقط من محلول مشبع من نترات الفضة الى ان يتكون راسب احمر واضح بعدها يرشح ويكمل الراشح الى 100 مل بالماء المقطر.
- 4 - نترات الفضة 0.005 N: يذاب 0.85 غم من نترات الفضة في لتر ماء مقطر (يحفظ المحلول في مكان مظلم).

طريقة العمل

- 1 - يوزن 1 غم من العينة النباتية الجافة المطحونه وتوضع في جفنه من الخزف الصيني وتخلط مع 0.25 غم من اوكسيد الكالسيوم CaO ثم ترطب بقليل من الماء المقطر بحيث تتكون عجينه رقيقه.
- 2 - توضع الجفنه في محرقه muffle furnace وتحرق تدريجيا على درجة 550 لمدة ساعه ونصف على الاقل.
- 3 - بعد اخراج الجفنه من المحرقه تبرد ثم يستخلص الكلوريد من الرماد باضافة 15 مل ماء ساخن وتوضع على سخان كهربائي وبعد التسخين ترشح مع غسل الراسب عدة مرات بالماء الساخن.
- 4 - يبرد الراشح ثم يضبط الـ pH عند 6 - 7 باضافة حامض الخليك نقطه نقطه بالاستعانه بجهاز pH - meter .
- 5 - يضاف 5 نقط من دليل كرومات البوتاسيوم ثم يسحح مع نترات الفضة (يفضل استخدام نترات الفضة 0.05 عياري بدلا من 0.005 عياري اذا استخدم الراشح كله) الى ان يتغير لون المحلول من الاصفر الى الاحمر الجلدي، يسجل حجم نترات الفضة من السحاحه.

الحسابات

$$\frac{100}{\text{وزن العينه}} \times \frac{\text{حجم AgNO}_3 \times \text{عياريته} \times \text{الوزن المكافئ لـ Cl}}{1000} = \%Cl$$

الوزن المكافئ لـ Cl : 35.5

ب - طريقة الحرق الرطب

وفيها يتم هضم العينه النباتيه باستخدام حامض الكبريتيك المركز وبيروكسيد الهيدروجين H₂O₂ ثم ضبط الـ pH لمستخلص النبات الحامضي عند 6 - 7 باستخدام هيدروكسيد

الصوديوم وبوجود دليل المثل البرتقالي وأخيرا اجراء عملية التسحيح مع نترات الفضة وبوجود دليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 الى ان يتكون راسب احمر جلدي من كرومات الفضة Ag_2CrO_4 .

المواد المستخدمة

- 1 - دليل المثل البرتقالي methyl orange: يحضر باذابة 0.5 غم من الدليل في 100 مل من الكحول الايثيلي 95 %.
- 2 - هيدروكسيد الصوديوم لضبط ال pH.
- 3 - دليل كرومات البوتاسيوم كما حضر سابقا.
- 4 - نترات الفضة 0.005 N كما حضر سابقا.

طريقة العمل:

- 1 - يؤخذ (2) مل من المستخلص الحامضي للحرق الرطب ويوضع في دورق مخروطي (50) مل ثم يضاف (25) مل ماء مقطر.
- 2 - يضاف قطره من دليل المثل البرتقالي ثم يسحح مع هيدروكسيد الصوديوم الى ان يتغير اللون من الاحمر الى البرتقالي - يسجل حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايره.
- 3 - تسكب العينه - يؤخذ (2) مل من المستخلص النباتي ويخفف بـ (25) مل ماء مقطر.
- 4 - يضاف حجم NaOH الذي تم حسابه في الخطوه (2).
- 5 - يضاف (5) قطرات من دليل كرومات البوتاسيوم ثم يسحح مع نترات الفضة (0.005) عياري الى ان يتغير لون المحلول من الاصفر الى الاحمر الجلدي، يسجل حجم نترات الفضة من السحاحه.

الحسابات:

$$\text{حجم } AgNO_3 \times \text{عياريته} \times \text{الوزن المكافئ لـ Cl} \times \frac{\text{الحجم الكلي}}{\text{الحجم المستخدم}} \times \frac{100}{\text{وزن العينه}} = \%Cl$$

عند تقدير الكلوريد في النبات يجب مراعات مايلي :

- 1 - التأكد من عدم وجود الاحماض المعدنية - حيث ان هذه الاحماض تذيب كرومات الفضة وتمنع ظهور الراسب الاحمر الجلدي.
- 2 - التأكد من عدم وجود المواد العضويه - هذه المواد تختزل نترات الفضة في الوسط المتعادل وتؤدي الى نتائج خاطئه.
- 3 - في حالة وجود الحديد بكميات كبيره في العينه النباتيه فيجب اضافه عدة نقط زياده من دليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 - حيث ان الحديد يتفاعل مع جزء منها مكونا كرومات مترسبه.

مثال: عينه نباتيه وزنها (5) غم, هضمت واكمل الحجم الى (100) مل, اخذ من هذا المستخلص (10) مل لتقدير الكلوريد فكان حجم نترات الفضة (0.005 عياري) اللازم للمعايره (0.5) مل, احسب تركيز الكلوريد بالعينه بوحدة 1 - % 2 - ppm
الحل:

1 - نسبه مئويه %

$$\frac{\text{حجم AgNO}_3 \times \text{عياريته} \times \text{الوزن المكافئ لـ Cl}}{\text{الحجم الكلي} \times \frac{\text{الحجم المستخدم}}{\text{وزن العينه}}} = \% \text{Cl}$$

$$\frac{100}{5} \times \frac{100}{10} \times \frac{35.5 \times 0.005 \times 0.5}{1000} = \% \text{Cl}$$

$$0.0177 =$$

2 - بوحدة ppm

$$10000 \times \% = \text{ppm}$$

$$10000 \times 0.0177 =$$

$$177 =$$

تغذية نبات عملي

الدرس العملي العاشر

تقدير الحديد الكلي في العينات النباتية

الاهمية الفسيولوجية للحديد

يعتبر الحديد من العناصر الغذائية الضرورية الصغرى التي يحتاجها النبات، ويمتص النبات الحديد بشكل ايونات الحديدوز Fe^{+2} عن طريق الجذور او قد يؤخذ عن طريق الاوراق عند اضافته رشا على الاوراق وبشكل عام فان تركيز الحديد في النبات يتراوح 50-250 جزء بالمليون، يلعب هذا العنصر دور مهم في حياة النبات من خلال:

- 1- يدخل الحديد في تفاعلات الاكسده والاختزال Redox - Reaction حيث يلعب دور مهم في تفاعلات نقل الالكترونات الخاصه بعملية التركيب الضوئي وعملية التنفس.
- 2 - للحديد دور في النظام الانزيمي للنبات حيث يشارك في تحفيز وتنشيط العديد من الانزيمات.
- 3 - يدخل في تركيب الكلوروبلاست ويلعب دور في تكوين البروتينات.

اعراض نقص الحديد على النبات

- 1 - الحديد عنصر قليل الحركة والانتقال داخل النبات لذلك تظهر اعراض نقصه على الاوراق والنموات الحديثة لعدم انتقاله من الاجزاء القديمة الى الاجزاء والنموات الحديثة.
- 2 - اعراض النقص تظهر على شكل اصفرار مابين العروق التي تبقى خضراء اللون، وهي بذلك تشابه اعراض نقص المغنيسيوم الا انه في حالة المغنيسيوم تظهر اعراض النقص على الاوراق القديمة اولا حيث ان المغنيسيوم عنصر متحرك داخل النبات.
- 3- عند نقص الحديد يحدث خلل في عملية تكوين الكلوروفيل فتفقد الاوراق **الحديثة** لونها الاخضر تدريجيا وفي المراحل المتقدمه تبدو بيضاء اللون يتبعها سقوط هذه الاوراق.
- 4- جذور الاشجار التي تعاني من نقص الحديد تكون ذات حجم صغير ويميل لونها الى البني.

تقدير الحديد الكلي في العينات النباتية:

هناك عدة طرق لتقدير الحديد في العينات النباتية إلا أن الطريقة الأكثر استخداماً والأكثر ملائمة - والتي يستخدم فيها الحرق الجاف - هي الطريقة اللونية باستخدام الأورثوفينانثرولين والتي تسمى O-phenanthroline method وذلك بسبب ثباتية اللون المتكون والذي يبقى ثابت لفترة طويلة كذلك فإن احتمال التلوث أو حصول التداخل قليل بسبب الظروف الحامضية ووجود مادة سترات الصوديوم التي تستخدم لضبط الـ pH عند 3.5. في هذه الطريقة يستخدم الحرق الجاف للعينات النباتية وبعد الحصول على المستخلص الحامضي يتم ضبط الـ pH للمحلول عند 3.5 باستخدام سترات الصوديوم لمنع حدوث التداخلات يتبع ذلك اختزال الحديد وينتج عن عملية الاختزال أيونات الحديدوز Fe^{+2} وهذه تتفاعل مع الأورثوفينانثرولين O-phenanthroline لتعطي لون أحمر أو برتقالي محمر ويمكن قياس شدة هذا اللون باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي spectrophotometer وعند طول موجي 508 نانوميتر، هذا اللون يبقى ثابت لفترة لا تقل عن أسبوعين.

المواد المستخدمة

- 1 - الهيدروكينون: Hydroquinone 1 % بالماء المقطر.
- 2 - سترات الصوديوم Sodium citrate: 250 غم من سترات الصوديوم/ لتر ماء مقطر.
- 3 - الأورثوفينانثرولين O-phenanthroline 0.5 غم من المادة/ 100 مل ماء مقطر - يحفظ في قنينة مظلمة.
- 4 - محلول قياسي للحديد تركيز 100 ppm، يذاب 0.1 غم من الحديد الالكتروليتي في 50 مل حامض HNO_3 (4 عياري) مع التسخين حتى الذوبان - تركيز هذا المحلول هو 100 ppm حديد.

من المحلول الاصلي السابق تحضر المحاليل القياسيه التاليه للحديد وذلك في دوارق حجميه 50 مل: 0 , 1, 2, 3, 4, 5 ppm وذلك اعتمادا على :

الحجم المطلوب × التركيز المطلوب

----- = الحجم المطلوب اخذه من المحلول الاصلي

التركيز الاصلي

فتصبح الحجوم المطلوب سحبها من المحلول الاصلي لتحضير المحاليل السابقه هي على التوالي : 0 , 0.5 , 1 , 1.5 , 2 , 2.5 مل.

طريقة العمل

1 - يؤخذ 2.5 مل من المستخلص الحامضي للنبات (المحضر بطريقة الحرق الجاف) ويوضع في دورق حجمي 50 مل.

2 - يتم ضبط الـ pH عند 3.5 باضافة سترات الصوديوم مع الاستعانه بجهاز pH-meter او ورق زهرة الشمس (يسجل حجم السترات اللازم للوصول الى pH 3.5) ثم تسكب العينه.

3 - يؤخذ 2.5 مل من المستخلص الحامضي للنبات (مره ثانيه) ويوضع في دورق حجمي 50 مل.

4 - يضاف 1 مل من الـ Hydroquinone + 1 مل من O-phenanthroline حجم سترات الصوديوم المحسوب في الخطوه (2).

5 - يكمل الدورق الى علامه بالماء المقطر ثم يترك عند درجة حراره 20 مئوي حتى يتكون اللون البرتقالي المحمر.

6 - بعد 60 دقيقه - يتم قياس شدة اللون باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي spectrophotometer وعند طول موجي 508 نانوميتر.

7 - تطبق الخطوات 5, 6, 4 على المحاليل القياسيه المحضره سابقا.

8 . تسجل قراءة كل محلول من المحاليل القياسيه السابقه على جهاز الـ Spectrophotometer وعند طول موجي 508 نانوميتر.

9 . يرسم منحنى قياسي والذي يوضح العلاقة بين تراكيز المحاليل القياسية وقراءة الجهاز لهذه المحاليل.

10. يتم تسقيط قراءة الجهاز لعينة المستخلص النباتي على المنحنى القياسي للحصول على تركيز الحديد بوحدة ملغم/لتر (ppm بعد التسقيط).

الحسابات

$$\text{ppm} \times \frac{\text{حجم الدورق المستخدم للتقدير}}{1000} \times \frac{\text{حجم المستخلص الكلي}}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} \times \frac{100}{\text{وزن العينة}} = \% \text{ Fe}$$

تغذية نبات عملي
الدرس العملي الحادي عشر
تقدير العناصر الصغرى في النبات

الاهمية الفسيولوجية للنحاس

النحاس: من العناصر الغذائية الضرورية الصغرى التي يحتاجها النبات, حيث يبلغ متوسط محتوى النبات من هذا العنصر حوالي 8 - 20 جزء بالمليون ويمتص النبات هذا العنصر على شكل ايوني Cu^{+} , Cu^{+2} , ويؤثر النحاس في حياة النبات من خلال الوظائف الحيوية

- 1 - يؤثر في عملية التركيب الضوئي وذلك لدوره الضروري في تكوين الكلوروفيل.
- 2 - عامل مساعد في تحفيز عدد من الانزيمات كما يحفز تكون الاحماض النووية.
- 3 - يدخل في تركيب عدد من الانزيمات خاصة انزيمات الاكسدة والاختزال.
- 4 - عامل مساعد في تكوين صبغة الانثوسيانين المسؤولة عن اللون المميز لثمار بعض انواع الفاكهة.

اعراض النقص

- 1 - النحاس من العناصر البطيئة الحركة داخل النبات لهذا تظهر اعراض نقصه في البدايه على النموات الحديثة.
- 2- انحناء اطراف الافرع الى الاسفل.
- 3 - ظهور لون ابيض او وردي فاتح على قمة النبات كما ان الاوراق تكون رفيعة وتأخذ شكل لولبي كما يلاحظ انخفاض عدد الازهار على النبات.

الاهمية الفسيولوجية للزنك

من العناصر الضرورية الصغرى التي يحتاجها النبات, متوسط تركيزه في النبات 20 - 70 جزء بالمليون, يمتص النبات هذا العنصر على شكل Zn^{+2} او على شكل $Zn(OH)_2$, من اهم وظائف الزنك:

- 1 - يشترك في تركيب عدد من الانزيمات كما يحفز طائفه اخرى من الانزيمات.
- 2 - يحفز منظم نمو واستطالة الخلايا اندول حامض الخليك (IAA) عن طريق المساعدة في تكوين الحامض الاميني التريبتوفان الذي يعتبر الماده الاساسيه لتكوين الـ (IAA).
- 3 - يلعب دور في تكوين النشا والبروتين في النبات.

اعراض النقص

- 1- الزنك من العناصر البطيئة الحركه داخل النبات لهذا تظهر اعراض نقصه في البدايه على النموات الحديثه.
- 2 - يظهر الاصفرار بين عروق الورقه بينما تبقى العروق خضراء اللون وقد يتحول اللون الاصفر الى ابيض.
- 3 - الاوراق الحديثه تكون صغيره ومبرقشه وغير منتظمة الشكل وتكون متجمعه ومتزاحمه في نهاية الافرع بسبب قصر سلامياتها وهي بذلك تأخذ شكل الورد لذلك تسمى هذه الظاهره بالتورد (Rosette).
- 4 - النبات صغير ومتقزم بسبب نقص هرمون منظم النمو الـ (IAA).

الاهميه الفسيولوجيه للمغنيز

- يمتص النبات عنصر المغنيز على شكل Mn^{+2} او Mn^{+3} , ويتراوح تركيزه في النبات بين 20 - 150 جزء بالمليون, اهم وظائف هذا العنصر:
- 1 - عامل مساعد ومنشط في تكوين الكلوروفيل الا انه لايدخل في تركيبه.
 - 2 - منشط لعدد من الانزيمات خاصة انزيمات الاكسده (Oxidases) وانزيمات الاختزال مثل انزيمات اختزال النترات داخل النبات.
 - 3 - زيادة المغنيز تسبب اكسدة وهدم الـ auxin كما ان نقصه يسبب زياده غير طبيعيه بأندول حامض الخليك (IAA).
 - 4 - يلعب دور في تكوين الاحماض العضويه في النبات.

اعراض النقص

- 1- المنغنيز ليس سهل الحركة نسبيا داخل النبات لهذا تظهر اعراض نقصه في البدايه على النموات الحديثة.
- 2 - يظهر الاصفرار chlorosis على الاوراق الحديثة النمو بينما العروق تبقى خضراء وتتحول المساحة بين العروق الى بقع ذات لون اخضر شاحب ثم اصفر ثم اصفر مبيض.
- 3 - اهم ما يميز نقص المنغنيز هو وجود شريط اخضر داكن يحيط بالعروق التي تبقى خضراء كما ان الاصفرار لا يبدأ بقمة الورقة كما في عنصري النتروجين والبوتاسيوم بل تبقى قمم الاوراق محتفظه بلونها الاخضر.

الاهمية الفسيولوجيه للموليبدينوم

ان النبات يحتاج هذا العنصر بكميات قليلة, حيث يتراوح تركيزه في النبات بشكل عام بين 1 جزء بالمليون الى 5 جزء بالمليون وخلافا لبقية العناصر الصغرى فان الموليبدينوم يمكن ان يمتصه النبات بكميات كبيره دون ان يكون له تأثير سمي على النبات, ويمتص النبات الموليبدينوم على شكل ايون الموليبيدات MoO_4^{2-} اهم الوظائف الحيوية للعنصر:

- 1 - يدخل في تركيب انزيمين مهمين للنبات هما انزيم النيتروجيناز Nitrogenase المسؤول عن عملية تثبيت النتروجين الجوي في البقوليات, وانزيم Nitrate reductase المسؤول عن اختزال النترات الى امونيا داخل النبات.
- 2- له دور في امتصاص وانتقال الحديد داخل النبات.

اعراض النقص

- 1 - اعراض نقص الموليبدينوم تشابه اعراض نقص النتروجين بسبب دور الموليبدينوم في اختزال النترات وتبدأ الاعراض بظهور اللون الاصفر والاصفر المخضر على الاوراق الوسطى والقديمة.

- 2 - التفاف الاوراق وصغر حجمها وظهور بقع صغيره عليها.
- 3 - في المراحل المتقدمه من النقص لايتكون نصل الورقه حيث تجف انسجة الورقه مع **بقاءالعرق** الوسطي وبعض اجزاء النصل, فتظهر الورقه على شكل سوط اوديل وتسمى هذه الظاهره بالذيل السوطي.

الاهميه الفسيولوجيه للبورون

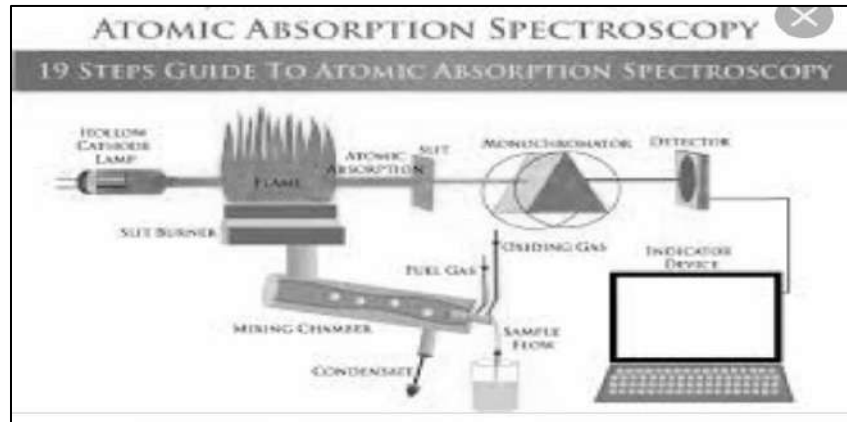
- البورون من العناصر الغذائيه الضروريه التي يحتاجها النبات بكميات قليله, ويمتص النبات هذا العنصر على شكل BO_3^{-3} , اهم وظائف العنصر:
- 1 - يلعب دور مهم في انتقال السكريات داخل النبات.
 - 2 - ضروري في تكوين وانقسام الخلايا وزيادة ثبوتية جدارالخليه.
 - 3 - يؤثر في العمليات الحيويه للنتروجين داخل النبات حيث ان نقص البورون يسبب تجمع النترات في النبات.
 - 4 - يلعب دور في تكوين الاحماض النوويه الـ RNA و الـ DNA وانتاج حبوب اللقاح.
 - 5 - يؤثر في الهورمونات النباتيه , نقصه يزيد من تجمع الـ Auxin ويقلل من تكوين الـ Cytokinin.

اعراض النقص

- 1 - البورون عنصر غير متحرك نسبيا داخل النبات لهذا تظهر اعراض نقصه اولاً على النموات الحديثه.
- 2 - تبدأ الاعراض بظهور الذبول على النبات والذي يحدث نتيجة تأثر الانسجه الناقله للماء.
- 3 - تشوهات مختلفه في النموات الحديثه بسبب انحلال الانسجه الداخليه وموتها كما ان الاوراق تكون سميكة وغير منتظمه.
- 4 - قلة الازهار وانخفاض الانتاج بسبب دور العنصر في انتاج حبوب اللقاح وانخفاض معدل الاخصاب.

تقدير العناصر الصغرى في النبات: ان صعوبة تقدير العناصر الصغرى في النبات تكمن في ان حاجة النبات لهذه العناصر ضئيلة جدا وبالتالي فان محتوى النبات من هذه العناصر قليله جدا لا تتجاوز عدة اجزاء من المليون مما يستدعي الدقه والحذر لمنع حصول اي تلوث عند تقدير هذه العناصر في النبات.

هناك عدة طرق لتقدير العناصر الصغرى في النبات, الا ان اهم هذه الطرق واكثرها دقة واستخداما هي طريقة القياس باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري (A.A.S) Atomic Absorption Spectrophotometer, حيث تعتبر هذه الطريقة افضل الطرق لتقدير عناصر الحديد, الزنك, المنغنيز, النحاس وباستخدام طريقة الهضم الرطب, ويتم تقدير العناصر الصغرى بعد هضم العينه النباتيه لتحويل هذه العناصر الى صورته ذائبه بعد ذلك يتم القياس باستخدام جهاز الامتصاص الذري مع تحضير محاليل قياسيه متدرجه لكل عنصر من العناصر المراد تقديرها.



1- طريقة الحرق (الهضم الجاف): وفيها تحرق العينه النباتيه في جهاز محرقه (مرمده) muffle furnace على درجة حراره عاليه (450- 500) مئوي ولغاية الحصول على رماد ابيض نظيف , ومن ثم اذابة الرماد في حامض والتقدير باستخدام جهاز (A.A.S).

طريقة العمل

1 - توضع جفنه من البورسلين (تحتوي على 1 غم عينه نباتيه جافه ومطحونه) في مرمده, ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا وذلك لمنع تكربن العينه ولغاية الوصول الى درجة 500 درجة مئوية.

2 - تستمر عملية الحرق حوالي (8-6 ساعات) وحتى تتحول العينه الى رماد ابيض نظيف.
3 - تبرد العينه ثم تذوب في 10 مل حامض HCl تركيز 1:1, ويفضل تغطية الجفنه بزجاجة ساعه قبل اضافة الحامض لمنع فقدان اي جزء من العينه نتيجة الفوران الناتج من اضافة الحامض.

4 - بعد التأكد من ذوبان الرماد , يضاف 50 مل ماء مقطر وتمزج العينه جيدا ثم ترشح من خلال ورق ترشيح whatman 42 ويجمع الراشح في دورق حجمي 100 مل مع غسل الجفنه وورقة الترشيح بالماء المقطرعدة مرات - بعد اكتمال عملية الترشيح يكمل الدورق الى العلامه بالماء المقطر.

5 - المحلول الناتج يستخدم لتقدير عناصر الزنك, الحديد, النحاس, المنغنيز باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري (A.A.S), وتسبق عملية القياس تحضير محاليل قياسييه لكل عنصر من العناصر المراد تقديرها.

2 - طريقة الاكسده (الهضم الرطب): وفيها يتم هضم العينه النباتيه باستخدام احماض مركزه, ويشترط ان تجرى عملية الهضم في غرفة سحب الغازات fume hood ويستخدم في هذه الطريقه خليط من حامضي البركلوريك HClO_4 والنتريك HNO_3 بنسبة حجم واحد من الاول الى حجمين من الثاني.

طريقة العمل

- 1 - يوزن 1 غم نبات جاف مطحون ويوضع في بيكر زجاجي سعة 100 مل.
- 2 - يضاف 10 مل من خليط الحامضين (البركلوريك + النتريك) وتترك العينه ليله كامله.
- 3 - تسخن العينه على درجة حراره واطئه اولا ثم ترفع درجة الحراره تدريجيا (اذا حدث فوران مفاجئ اخفض حرارة التسخين) حتى ظهور ابخره بيضاء وتحول لون المحلول الى لون رائق.
- 4 - برد العينه ثم انقلها نقل كمي عبر ورق ترشيح رقم 42 الى دورق حجمي 50 مل - خفف الى العلامه بالماء المقطر.
- 5 - المحلول الناتج يستخدم لتقدير عناصر الزنك, الحديد, النحاس, المنغنيز باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري (A.A.S), وتسبق عملية القياس تحضير محاليل قياسيه لكل عنصر من العناصر المراد تقديره.

الحسابات

تركيز العناصر الصغرى (ppm) =

$$\frac{\text{حجم المستخلص الكلي (مل)}}{\text{وزن النبات الجاف (غم)}} \times \text{التركيز ppm (من المنحنى بعد التسقيط)}$$

تحضير المحاليل القياسيه للعناصر الصغرى:

تحضير محلول قياسي للزنك:

- 1- يذوب 4.398 غم من $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ في كميته من الماء المقطر باستخدام بيكر زجاجي، بعد اكتمال عملية الذوبان تنقل محتويات البيكر الى دورق حجمي سعة لتر ثم يكمل الحجم الى العلامه بالماء المقطر اللايوني - تركيز هذا المحلول هو 1000 جزء بالمليون زنك , تم حساب الوزن من خلال العلاقة التاليه:

$$\text{الوزن الجزيئي لـ } \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = \text{مجموع الاوزان الذريه} = 287.43$$

Zn غم	ZnSO ₄ .7H ₂ O غم
-----	-----
65.37	287.43
1	x

X = 4,398 غم يذوب من ZnSO₄.7H₂O في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر اللايوني.

2 - يسحب 10 مل من المحلول السابق وتوضع في دورق حجمي 1000 مل وتكمل الى العلامة بالماء المقطر اللايوني - تركيز هذا المحلول هو 10 ppm

3 - من المحلول السابق (10 ppm) تحضر المحاليل القياسية المتدرجه:

0.2 , 0.4 , 0.6 , 0.8 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 ppm في دوارق حجميه سعة

100 مل وذلك بسحب الاحجام:

2 , 4 , 6 , 8 , 10 , 20 , 30 , 40 , 50 مل من المحلول القياسي الاصلي

(10 ppm) ووضع كل حجم في دورق حجم 100 مل ومن ثم يكمل الى العلامة بالماء

المقطر اللايوني, تم حساب الاحجام المسحوبه اعتمادا على:

الحجم المطلوب × التركيز المطلوب

----- = الحجم المطلوب اخذه من المحلول الاصلي

التركيز الاصلي

تحضير محلول قياسي للمنغنيز

يذوب 3.076 غم من MnSO₄.H₂O في قليل من الماء المقطر باستخدام بيكر زجاجي - بعد اكتمال الذوبان تنقل محتويات البيكر الى دورق حجمي سعة لتر ويكمل الحجم الى العلامة بالماء المقطر اللايوني - تركيز المحلول الناتج هو 1000 ppm منغنيز, تكرر الخطوات 2 و 3 كما في تقدير الزنك.

تحضير محلول قياسي للنحاس:

يذوب 3.929 غم من $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ في قليل من الماء المقطر باستخدام بيكر زجاجي - بعد اكتمال الذوبان تنقل محتويات البيكر الى دورق حجمي سعة لتر ويكمل الحجم الى العلامة بالماء المقطر اللايوني - تركيز المحلول الناتج هو 1000 ppm نحاس , تكرر الخطوات 2 و 3 كما في تقدير الزنك.

تحضير محلول قياسي للحديد

يذوب 7.022 غم من $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ في 400 مل من الماء المقطر ثم يضاف 5 مل من H_2SO_4 المركز - بعد اكتمال الذوبان تنقل محتويات البيكر الى دورق حجمي سعة لتر ويكمل الحجم الى العلامة بالماء المقطر اللايوني - تركيز المحلول الناتج هو 1000 ppm حديد, تكرر الخطوات 2 و 3 كما في تقدير الزنك.
او يحضر باذابة 1 غم من سلك الحديد النقي في 40 مل حامض النتريك HNO_3 واكمال الحجم الى لتر بالماء المقطر اللايوني.

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الثاني عشر

تقدير البورون والمولبيديوم

الفكرة الاساسية لتقدير البورون

استخدمت العديد من الطرق اللونية التي تعتمد على عمل محلول ملون تتناسب شدة الضوء الممتص فيه تناسباً طردياً مع تركيز ايون **البورات** , **ومن** اكثر هذه الطرق استخداماً هي طريقة الكركمين.

ان الفكرة الاساسية لتقدير البورون في العينات النباتية بهذه الطريقة تعتمد على تكوين مركب ملون يذوب في الكحول, وهذا المركب الملون يتم الحصول عليه من تبخير محلول يحتوي على البوريك H_3BO_3 وحامض الاوكزاليك Oxalic acid ومادة الكركمين curcumin الى حد الجفاف عند درجة حراره 3 ± 55 مئوي, ان شدة اللون الناتج تتناسب مع تركيز البورون في المستخلص النباتي ويمكن قراءة الامتصاصيه للمحلول الملون الذائب في الكحول باستخدام جهاز الطيف الضوئي spectrophotometer عند طول موجي 540 nm نانوميتر, هذه الطريقة تكون ملائمة عندما يكون تركيز البورون 2 – 0.1 ميكروغرام/مل.

ويراعى عند تقدير البورون عدم استخدام اواني مصنوعه من الزجاج وانما تستخدم قناني بلاستيكية كما يمكن استخدام علب الالمنيوم الخاصه بالمشروبات الغازية بدلا من الدوارق الزجاجية.

المواد المستخدمة

1 - محلول الكركمين - اوكزاليك اسد: Curcumin –oxalic acid solution
يذوب 0.04 غم من الكركمين المطحون الناعم + 5 غم من حامض الاوكزاليك في 100 مل من الكحول الايثيلي تركيز 95%, هذا المحلول يحفظ في قنينه مظلمه في الثلاجه ويبقى صالح للاستعمال لمدة اسبوع.

2 - محلول قياسي للبورون: يذوب 0.286 غم من حامض البوريك الجاف بقليل من الماء المقطر, وبعد اكتمال الذوبان يكما الحجم الى لتر بالماء المقطر, كل مل من هذا المحلول يحتوي 50 مايكروغرام بورون, خفف 4.0 , 2.0 , 1.0 , 0.5 , 0.2 مل من المحلول السابق الى 100 مل بالماء المقطر, المحاليل الناتجة تحتوي على 0.1 , 0.25 , 0.50 , 1.00 , 2.00 مايكروغرام /B مل.

طريقة العمل:

- 1 - اسحب بالماصه 1 مل من المستخلص النباتي الى طبق تبخير بورسلين.
- 2 - اضع 4 مل من محلول الكركمين - اوكزاليك اسد ثم امزج جيدا.
- 3 - سخن على حمام مائي على درجة حراره 55 ± 3 واترك العلبه في الحمام المائي بعد الجفاف على الاقل لمدة ربع ساعه.
- 4 - برد الطبق الى درجة حرارة الغرفه ثم اضع 25 مل من الكحول الايثيلي 95%, افرك المتبقي بقضيب مطاطي للتأكد من استخلاص الكحول للمركب الملون بشكل كامل.
- 5 - رشح المحلول باستخدام ورق ترشيح رقم 1 واستقبل الراشح في دورق يناسب حجم الراشح.
- 6 - اقرأ الامتصاصيه للمحلول باستخدام جهاز الطيف الضوئي spectrophotometer عند طول موجي 540nm.
- 7 - طبق الخطوات السابقه على المحاليل القياسيه للبورون والمحضره سابقا.
- 8 - يرسم منحنى قياسي والذي يوضح العلاقه بين تراكيز المحاليل القياسيه وقراءة الجهاز لهذه المحاليل.

9 - يتم تسقيط قراءة الجهاز لعينة المستخلص النباتي على المنحنى القياسي للحصول على تركيز البورون (ppm بعد التسقيط).

الحسابات

$$\text{تركيز البورون} = \frac{R}{\text{وزن النموذج}} \times 100$$

R : قراءة جهاز spectrophotometer لـ 1 ppm بورون.

الفكرة الأساسية للموليبدنيوم

تتلخص الفكرة الأساسية للتقدير بتكوين معقد ملون بلون الكهرمان (amber) بين الموليبدنيوم والثايوسيانيات thiocyanate وهذا المعقد يستخلص باستخدام مذيب عضوي ثم قياس النفاذية باستخدام جهاز الـ spectrophotometer عند طول موجي 475nm.

المواد المستخدمة:

- 1 - حامض HCl يخفف حسب الحاجة.
- 2 - محلول كلوريد القصديروز SnCl_2 : أذب 20 غم من SnCl_2 في 20 مل حامض HCl مع التسخين (التسخين دون الغليان) - أكمل إلى 200 مل بماء مقطر لا أيوني. يحضر هذا المحلول عند الاستخدام.

- 3- كلوريد ألحديدك سداسي التآدرت $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (مطلوب في تحضير المحاليل القياسية والبلاذك والأنسجة النباتية ولكن ليس الترب): أذب 49غم من $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ في ماء مقطر لا أيوني وأكمل الحجم إلى لتر.
- 4- نترات الصوديوم NaNO_3 : أذب 42.5 غم من NaNO_3 في ماء مقطر لا أيوني وأكمل الحجم إلى 100مل.
- 5- ثايوسيانات الأمونيوم NH_4SCN : أذب 50 غم من NH_4SCN في ماء مقطر لا أيوني وأكمل الحجم إلى 500مل.
- 6- 1-1 di-isopropyl ether (يغسل الأيثر قبل الاستخدام بمزيج من 113SnCl_2 و $\text{113NH}_4\text{SCN}$ و 113ماء مقطر لا أيوني لإزالة الشوائب (أن وجدت): ضع محلول 1-1 di-isopropyl ether في قمع فصل وأضف محلول الغسل بكمية تساوي 1110 حجم الأيثر المأخوذ. رج المزيج تماما ودع الطور العضوي ينفصل عن الطور المائي. أبزل وأطرح الطور المائي وأغسل مرة أخرى بحامض HCL (2N) بكمية تساوي 1110 حجم الأيثر. رج و أبزل وكرر العملية أربع إلى خمس مرات.

تحضير المحاليل القياسية والمنحنى القياسي للموليبدينوم

- أذب 0.150 غم من ثلاثي أوكسيد الموليبدينم MoO_3 النقي في 10مل من هيدروكسيد الصوديوم (0.1N)، حمض المحلول قليلا بإضافة حامض HCl وأكمل الحجم إلى لتر بماء مقطر لا أيوني.
- خذ 10 مل من هذا المحلول وأكمل الحجم إلى لتر فتحصل على محلول تركيزه 1 مايكرو غرام موليبدينم/مل.
- لتحضير محاليل قياسية: أضف 5 مل من حامض HC (6 N) إلى قمع فصل. أضف إليها المحاليل القياسية للموليبدينوم بتركيز (0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 مايكرو غرام موليبدينوم/ مل المحضرة أثناء عمليات الاستخلاص لرسم المنحنى القياسي). أكمل الحجم في كل قمع إلى 25 مل بماء مقطر لا أيوني.

طريقة العمل

أنقل حجم مناسب من المحلول المجهول يحتوي على ما يقارب (3-1) مايكرو غرام موليبدينوم/ مل إلى قمع فصل. أضف بتتابع 1 مل من $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (إلى المحاليل القياسية والبلانك فقط) و 1 مل من NaNO_3 و 5 مل من NH_4SCN و 5 مل من كلوريد القصديروز. بعد إضافة كل محلول، رج وأزل ثم أغسل رواسب السدادة الزجاجية وعنق قمع الفصل بماء مقطر لا أيوني مستخدما بطل غسيل ذو رأس مدبب. من الضروري جعل عنق قمع الفصل خالي من المحاليل الكيمياء لأن النقل النهائي لمعقد الموليبدنيوم في طور الأيثر سوف يصب من خلال عنق قمع الفصل، وبهذا يمكن التخلص من الانتقال المحتمل لبقايا المحاليل الكيميائية والرطوبة في الساق. وأخيرا أضف 5 مل من isopropyl ether مغسول ورج. أترك طور الأيثر لينفصل، أزل رواسب السدادة الزجاجية، أغسل عنق القمع وأمسه بمنديل ورقي ناعم وأسحب الطور المائي. أنقل طور الأيثر إلى أنبوبة طرد مركزي سعة 15 مل بصبه من قمة قمع الفصل. قس % النفاذية عند 475nm نانوميتر بواسطة جهاز spectrophotometer ثم قدر تركيز الموليبدنم في النموذج النباتي باستخدام المحاليل القياسية.

الحسابات : كما في تقدير البورون.

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الثالث عشر

المحلول المغذي

المحلول المغذي هو محلول يحتوي على مجموعة من العناصر الغذائية الضرورية التي يحتاجها النبات بنسب ثابتة ومعلومه وفي حالة اتزان، وهذه العناصر هي العناصر الكبرى (N , P , K) والعناصر الصغرى (S , Ca , Mg ,) والعناصر (Fe , Zn , Mn , Cu, B, Mo) ويتم تحضير هذا المحلول من املاح نقيه تحتوي على العناصر الغذائية السابقة، وفي حالة دراسة اهمية عنصر غذائي معين يتم حذف هذا العنصر من المحلول المغذي على ان يتم تعويض ملح العنصر الغذائي المحذوف بملح اخر للمحافظة على ازموزية المحلول، ويطلق على عملية نمو النبات في المحلول المغذي مصطلح هيدروبونكس Hydroponics وهي كلمه يونانيه مكونه من Hydro وهي الماء و ponics وهي عمل اي عمل الماء بينما الزراعة بالتربة يطلق عليها Geoponics.

لا يوجد محلول غذائي واحد يصلح لكافة النباتات ويرجع ذلك الى اختلاف النباتات في احتياجاتها للعناصر الغذائية فقد يكون تركيب المحلول مناسباً لنبات معين وغير مناسب لنبات اخر كذلك تختلف حاجة النبات الواحد للعناصر الغذائية باختلاف عمر النبات ومراحل نموه المختلفه.

هناك نقاط مهمه يجب ملاحظتها عند تحضير المحاليل المغذية:

- 1 - استخدام املاح نقيه في عملية التحضير.
- 2 - ان يحتوي المحلول المغذي على الكميات المناسبه من العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات كما يجب ان تكون النسبه بين العناصر مناسبه للاحتياجات النباتيه.
- 3 - يجب المحافظه على درجة تفاعل المحلول المغذي (ال pH) بين 4.5 - 6.5).
- 4 - ان يكون الضغط الازموزي للمحلول المغذي بين (1 - 0.5) ض.ج.

مصادر تلوث المحلول المغذي: يعتبر التلوث احد المعوقات الرئيسيه التي تواجه تحضير

المحاليل المغذيه والتي تقلل من كفاءة وفعالية المحلول المغذي, واهم مصادر هذا التلوث:

1 - الاملاح والماء المستخدمين في عملية تحضير المحلول المغذي, فيجب ان تكون الاملاح على درجه عاليه من النقاوه كذلك الماءيجب ان يكون مقطر خالي من الايونات.

2 -الاويعه التي يوضع فيها المحلول المغذي وتعتبرالاويعه المصنوعه من زجاج البايركس هي الاويعه الاكثر ملائمة لهذا الغرض.

3 - البذور التي قد تكون ملوثه ببعض العناصر الصغرى مثل النحاس والزنك.

تحضير المحاليل المغذيه

1- محلول مغذي يتم تحضيره من ثلاث املاح ويحتوي على ستة عناصر كبرى وهي (N , P , K , Ca , Mg , S).

2- محلول مغذي يتم تحضيره من اربعة املاح ويحتوي على العناصر الكبرى السابقه. وفي كلا المحلولين تضاف العناصر الصغرى التي يحتاجها النبات بكميات صغيره وعلى شكل محلول واحد.

تستخدم العلاقات التاليه عند تحضير المحاليل المغذيه:

$$1 - \text{ppm} = \text{ملغم/ لتر}$$

$$2 - \text{المولار} = \text{وزن جزيئي/ لتر}$$

الوزن الجزيئي

$$3 - \text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{التكافؤ}}$$

التكافؤ

ppm

$$4 - \text{مليمكافئ/ لتر} = \frac{\text{ppm}}{1000}$$

الوزن المكافئ

ومنه: ppm = مليمول/ لتر × الوزن المكافئ

ppm

5 - مليمول/ لتر = -----

الوزن الجزيئي

ومنه: ppm = مليمول/ لتر × الوزن الجزيئي

6 - مليمول/ لتر × التكافؤ = مليمكافئ/ لتر

مليمكافئ/ لتر

ومنه: مليمول/ لتر = -----

التكافؤ

1 - تحضير محلول مغذي مكون من ثلاث املاح

تعتبر المحاليل المغذية المكونه من ثلاث املاح من ابسط انواع المحاليل المغذية, والاملاح الثلاثة المستخدمه في عملية التحضير هي:

1 - نترات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ وزنه الجزيئي : 236

2 - فوسفات البوتاسيوم KH_2PO_4 وزنه الجزيئي : 136

3 - كبريتات المغنيسيوم $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ وزنه الجزيئي : 246

يتم تحضير محلول 1 مولر من كل ملح كل على حده - فمثلا اذا اريد تحضير محلول مغذي

بتركيز: نترات الكالسيوم 5 مليمول

فوسفات البوتاسيوم 5 مليمول

كبريتات المغنيسيوم 2 مليمول

نأخذ الوزن الجزيئي لـ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ وهو (236) غم ويزوب في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر - تركيز المحلول النهائي 1 مولر.

نأخذ الوزن الجزيئي لـ KH_2PO_4 وهو (136) غم ويزوب في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر - تركيز المحلول النهائي 1 مولر.

نأخذ الوزن الجزيئي لـ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ وهو (246) غم ويزوب في دورق حجمي لتر ويكمل الى العلامة بالماء المقطر - تركيز المحلول النهائي 1 مولر.

وحيث ان: 1 مولر = 1000 مليمول

اذن 1 سم³ = 1 مليمول

5 سم³ = 5 مليمول

للحصول على 5 مليمول من $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ نسحب 5 سم³ من الدورق 1 مولر $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ويوضع في دورق حجمي فارغ حجم 1 لتر للحصول على 5 مليمول

من KH_2PO_4 نسحب 5 سم³ من الدورق 1 مولر KH_2PO_4 ويوضع في الدورق السابق

للحصول على 2 مليمول من $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ نسحب 2 سم³ من الدورق 1 مولر

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ويوضع في نفس الدورق السابق, ثم يملا هذا الدورق الى النصف بالماء المقطر (ويضاف 1 سم³ من محلول العناصر الصغرى + 1 سم³ من محلول الحديد) ويتم ضبط الـ pH للمحلول بعدها يكمل الدورق الى العلامة بالماء المقطر.

نحسب تراكيز المحاليل السابقة بالملمكافئ/ لتر للتأكد من حالة الاتزان حيث ان الكاتيونات يجب ان تساوي الانيونات:

1 - نترات الكالسيوم: 5 مليمول

مليمول × التكافؤ = مليمكافئ/ لتر

$\text{Ca}^{+2} = 2 \times 5 = 10$ مليمكافئ/ لتر

$\text{NO}_3^- = 2 \times 5 = 10$ مليمكافئ/ لتر

2 - فوسفات البوتاسيوم: 5 مليمول

$$K^+ = 1 \times 5 = 5 \text{ ملليمكافئ/لتر}$$

$$H_2PO_4^- = 1 \times 5 = 5 \text{ ملليمكافئ/لتر}$$

3 - كبريتات المغنيسيوم : 2 ملليمول

$$Mg^{+2} = 2 \times 2 = 4 \text{ ملليمكافئ/لتر}$$

$$SO_4^{-2} = 2 \times 2 = 4 \text{ ملليمكافئ/لتر}$$

يجب ان يكون هناك اتزان بين الايونات في المحلول المغذي أي أن:

مجموع الكاتيونات يجب ان يساوي مجموع الانيونات

الملح	انيونات			كاتيونات		
	SO_4^{-2}	$H_2PO_4^-$	NO_3^-	Mg^{+2}	K^+	Ca^{+2}
$Ca(NO_3)_2$	---	---	10	----	---	10
	--	-				
KH_2PO_4	---	5	---	----	5	---
	-		--			--
$MgSO_4$	4	----	---	4	----	---
		-	--		-	--
	19			19		

اذن مجموع الكاتيونات = مجموع الانيونات

لحساب التراكيز السابقه على شكل ppm :

$$\text{الملمكافئ} \times \text{الوزن المكافئ} = \text{ppm}$$

$$Ca^{+2} = 20 \times 10 = 200 \text{ ppm}$$

$$NO_3^- = 62 \times 10 = 620 \text{ ppm}$$

$$K^+ = 39 \times 5 = 195 \text{ ppm}$$

$$\text{ppm } 485 = 97 \times 5 = \text{H}_2\text{PO}_4^-$$

$$\text{ppm } 48 = 12 \times 4 = \text{Mg}^{+2}$$

$$\text{ppm } 192 = 48 \times 4 = \text{SO}_4^{-2}$$

تحضير محلول العناصر الصغرى:

يتكون محلول العناصر الصغرى (عدا الحديد) من الاملاح التاليه التي تذوب جميعها في ورق واحد حجم لتر:

1 - حامض البوريك 2.86 غم/لتر.

2 - كلوريد المنغنيز 1.81 غم/لتر.

3 - كبريتات الزنك 0.221 غم/لتر.

4- كبريتات النحاس 0.081 غم/لتر.

5 - حامض الموليبيدك 0.021 غم/لتر.

تحضير محلول الحديد:

يحضر باذابة 0.5 غم من تترترات الحديد في 100 مل ماء مقطر.

تغية نبات عملي

الدرس العملي الرابع عشر

2 - تحضير محلول مغذي مكون من اربعة املاح:

من اهم عيوب المحاليل المغذيه المكونه من ثلاث املاح هو ان أي محاوله لتغيير تركيز أي كاتيون يتبعه تغير في تركيز الانيون المرافق للكاتيون في الملح, ولهذا لايمكن دراسة تاثير تغير التركيز لايون معين لان الايون المرافق له في الملح سيتغير تركيزه ايضا, من اجل ذلك وجدت المحاليل المغذيه المكونه من اربعة املاح والتي يمكن من خلالها دراسة تغير عنصر معين دون تغير تراكيز العناصر الاخرى, وهذه الاملاح هي:

1 - نترات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 5 مليمول

2 - نترات البوتاسيوم KNO_3 5 مليمول

3 - فوسفات البوتاسيوم KH_2PO_4 1 مليمول

4 - كبريتات المغنيسيوم MgSO_4 2 مليمول

يتم تحضير 1 مولر من كل ملح كل على حده وذلك باذابة الوزن الجزيئي لكل ملح في دورق معياري واحد لتر, ثم يؤخذ من الدورق الاول 5 سم³ للحصول على 5 مليمول نترات كالسيوم, ويؤخذ من الدورق الثاني 5 سم³ للحصول على 5 مليمول نترات البوتاسيوم ويؤخذ من الدورق الثالث 1 سم³ للحصول على 1 مليمول فوسفات بوتاسيوم بينما يؤخذ من الدورق الرابع 2 سم³ للحصول على 2 مليمول كبريتات مغنيسيوم, توضع هذه الاحجام في دورق معياري حجم لتر ثم تضاف العناصر الصغرى (يضاف 1 سم³ من محلول العناصر الصغرى + 1 سم³ من محلول الحديد) ويكمل الحجم الى لتر بالماء المقطر.

مثال: حضر لترواحد من محلول مغذي يحتوي على التراكيز التالية:

ppm 744 : NO_3^-	ppm 160 : Ca
ppm 192 : SO_4^{-2}	ppm 48 : Mg
ppm 97 : H_2PO_4^-	ppm 195 : K

الحل: نحسب التراكيز على اساس الملمكافئ/ لتر للتأكد من حالة الاتزان:

$$\begin{aligned} & \text{الملمكافئ/ لتر} = \frac{\text{ppm}}{\text{الوزن المكافئ}} \\ & \text{Ca} : \frac{160}{20} = 8 \text{ ملمكافئ} \\ & \text{Mg} : \frac{48}{12} = 4 \text{ مليمكافئ} \\ & \text{K} : \frac{195}{39} = 5 \text{ مليمكافئ} \\ & \text{NO}_3 : \frac{744}{62} = 12 \text{ مليمكافئ} \\ & \text{SO}_4 : \frac{192}{48} = 4 \text{ مليمكافئ} \end{aligned}$$

97

$$1 \text{ ملليمكافى } \text{H}_2\text{PO}_4 = \text{-----}$$

97

نحدد الاملاح التي سوف تستخدم في تحضير المحلول المغذي بشرط وجود حالة الاتزان بين الايونات حيث ان الكاتيونات يجب ان تساوي الانيونات:

الملح	انيونات			كاتيونات		
	H_2PO_4^-	SO_4^{-2}	NO_3^-	K^+	Mg^{+2}	Ca^{+2}
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	---- --	----	8	----	----	8
MgSO_4	---- -	4	---- --	----	4	---- --
KNO_3	---- -	-----	4	4	---- -	---- --
KH_2PO_4	1	----	---- --	1	----	---- -
	17			17		

اذن مجموع الكاتيونات = مجموع الانيونات

نحسب التركيز على اساس المليمول :

المليمكافى

المليمول = -----

التكافؤ

$$4 \text{ مليمول} = \frac{8}{2} = \text{Ca(NO}_3)_2$$

$$2 \text{ مليمول} = \frac{4}{2} = \text{MgSO}_4$$

$$4 \text{ مليمول} = \frac{4}{1} = \text{KNO}_3$$

$$1 \text{ مليمول} = \frac{1}{1} = \text{KH}_2\text{PO}_4$$

يحضر بعد ذلك محلول 1 مولر من كل ملح من الاملاح الاربعه السابقه وذلك باذابة الوزن الجزيئى لكل ملح في دورق حجمي لتر ثم يكمل كل دورق الى العلامه بالماء المقطر.

لتحضير 4 مليمول $\text{Ca(NO}_3)_2$: نسحب 4 مل من الدورق 1 مولر لملح $\text{Ca(NO}_3)_2$ ويوضع في دورق حجمي لتر

لتحضير 2 مليمول MgSO_4 : نسحب 2 مل من الدورق 1 مولر لملح MgSO_4 ويوضع في نفس الدورق الحجمي السابق

لتحضير 4 مليمول KNO_3 : نسحب 4 مل من الدورق 1 مولر لملح KNO_3 ويوضع في الدورق الحجمي السابق

لتحضير 1 مليمول KH_2PO_4 : نسحب 1 مل من الدورق 1 مولر لملح KH_2PO_4 ويوضع في الدورق الحجمي السابق

يملا الدورق السابق الى النصف بالماء المقطر ثم تضاف العناصر الصغرى (يضاف 1 سم³ من محلول العناصر الصغرى + 1 سم³ من محلول الحديد) ويتم ضبط الـ pH وبعدها يكمل الى العلامه بالماء المقطر.

تغذية نبات عملي

الدرس العملي الخامس عشر

السعة التبادلية الكاتيونية للجذور

تلعب الجذور دور مهم في حياة النبات من خلال الوظائف المهمة التي تؤديها وهذه الوظائف هي:

1- امتصاص الماء والعناصر الغذائية : تفقد النباتات خلال يوم واحد كميات كبيرة من الماء تصل اضعاف وزنها وهذا الماء المفقود يعوض عن طريق امتصاص الجذور، كما تسيطر الجذور على نوع وكمية الايونات الداخلة الى النبات .

2- تثبيت النبات : تنمو الاجزاء الخضرية لبعض النباتات الى ارتفاع يصل الى اكثر من 100 قدم وهذا يعرض النبات لضغط كبير من قبل الرياح وهذا الضغط ينتقل الى الساق ثم الجذر ، فالجذر مرتكز النبات وكلما كان اصلب واعمق كان النبات اقل تاثرا بالرياح .

3- تصنيع المواد : للجذر اهمية كبيرة في تصنيع المواد الغذائية لبعض النباتات فمثلا في نبات التبغ يقوم الجذر بتصنيع النيكوتين ثم ينقل بعد ذلك الى الاوراق ، كما يتم تصنيع بعض الهرمونات النباتية مثل الساييتوكاينين في الجذر .

4- الخزن : تخزن جذور بعض النباتات مثل الجزر والبنجر السكري والبطاطا العديد من المواد الغذائية ذات القيمة الاقتصادية.

5- المساهمة في عملية تثبيت النتروجين في النباتات البقولية

6- تؤثر الفعاليات الحيوية للجذور في عدد من الصفات الكيميائية للتربة كجاهزية العناصر الغذائية ودرجة تفاعل التربة من خلال فرز ايون الهيدروجين وايون الهيدروكسيل ، كما تؤثر في بعض الصفات الفيزيائية للتربة كتهوية التربة والمسامية وسرعة نفوذ الماء .

7- تعد كمادة عضوية للتربة بعد حصاد النبات وتحللها في التربة.

تمتاز الجذور بخواص غروية مما يكسبها خواص كهربائية كما هو الحال في حبيبات الطين والدبال وهذه الخاصية تمكنها من القيام بعمليات التبادل الايوني, فقد وجد ان سطح الجذر يحمل شحنات كهربائية داخلية منها سالبة الشحنة والخارجية موجبة الشحنة وهذا يعني ان للجذور سعة تبادلية كاتيونية.

السعة التبادلية الكاتيونية للجذور: هي مقدار الكاتيونات بالملمكفى الموجوده في صورة متبادلة على اسطح 100 غم جذور جافة, وتختلف السعة التبادلية الكاتيونية للجذور من نبات لآخر اعتمادا على العوامل التالية:

- 1- عمر النبات - حيث تنخفض السعة التبادلية للجذور بزيادة العمر.
 - 2 - نوع النبات - فجذور نباتات ذوات الفلقتين (مثل البقوليات) ذات سعة تبادلية كاتيونية اعلى من جذور نباتات ذات الفلقة الواحدة (مثل الحبوب).
 - 3 - درجة الحرارة - تزداد السعة التبادلية للجذور بزيادة درجة الحرارة الى حد معين
 - 4 - نوع الوسط الغذائى وتوالي عمليات التبادل يزيد من السعة التبادلية للجذور .
- تتراوح قيم السعة التبادلية الكاتيونية لجذور النباتات بين 10 - 70 ملي مكافئ/ 100 غم جذور جافة, وبشكل عام فان نباتات ذوات الفلقتين تمتلك سعة تبادلية كاتيونية ضعف ماتملكه نباتات ذوات الفلقة الواحدة, كذلك فان الجذور ذات السعة التبادلية العالية (مثل البقوليات) تستطيع امتصاص الكاتيونات الثنائية او الثلاثية بدرجة اكبر من امتصاص الكاتيونات الاحادية بينما الجذور ذات السعة التبادلية القليلة (مثل الحبوب) تستطيع امتصاص الكاتيونات الاحادية بدرجة اكبر من امتصاص الكاتيونات الثنائية او الثلاثية وهذا يفسر استفادة النباتات البقولية

ذوات الفلقتين (مثل البرسيم) من الفوسفات الصعبة الذوبان المتواجدة في الترب الكلسية حيث ان البقوليات تمتلك سعة تبادلية عالية تمكنها من امتصاص الكالسيوم الثنائي وتترك الفوسفات في صورة صالحة للامتصاص بسهولة.

تقدير السعة التبادلية للجذور:

هناك عدة طرق لتقدير السعة التبادلية الكاتيونية للجذور الا ان اسهل هذه الطرق واكثرها تداولاً تتم بتشبيح الشحنات السالبة للجذر بشحنات موجبه يسهل تقديرها فيما بعد وذلك عن طريق طرد هذه الايونات الموجبه الى **المحلول** , وعادة تشبع شحنة الجذر السالبة بايون الصوديوم والذي يتم تقديره باستخدام جهاز قياس العناصر باللهب Flame photometer.

وتتم عملية التقدير بوضع وزن معلوم من الجذور في محلول يحتوي على ملح كلوريد الصوديوم NaCl بحيث تغطي الجذور بالمحلول بشكل كامل, في هذه الخطوة يتم ازالة جميع الايونات الموجبة الموجودة على سطح الجذر ويحل محلها الصوديوم, بعد ذلك يتم اخراج الجذور من المحلول وتوضع في محلول حامضي مخفف (ماء مقطر + حامض نيتريك مخفف), في هذه الخطوة يتم طرد ايونات الصوديوم الموجودة على سطح **الجذر الى** المحلول عن طريق استبدالها بايونات الهيدروجين, ولغرض حساب السعة التبادلية الكاتيونية يؤخذ حجم معلوم من المحلول الاخير الى جهاز الـ Flame photometer ويقدر فيه تركيز الصوديوم:

$$\text{السعة التبادلية الكاتيونية للجذور بالمكافئ} / 100 \text{ غم جذور جافة} = \frac{\text{حجم المحلول}}{1000} \times \frac{1}{23} \times \frac{100}{\text{وزن عينة الجذور الجافة}} \times \text{ppm (بعد التسقيط)}$$

كما يمكن تقدير السعة التبادلية الانيونية للجذور بنفس المحلول المستخدم في تقدير السعة التبادلية الكاتيونية وذلك عن طريق اخذ حجم معلوم من هذا المحلول ومعايرته مع محلول نترات الفضة وبوجود دليل كرومات البوتاسيوم وذلك لغرض تقدير تركيز ايون الكلوريد حيث ان ايون الكلوريد المضاف على شكل NaCl حل محل الانيونات على سطح الجذر:

السعة التبادلية الانيونية للجذور بالمكافئ / 100 غم جذور جافة =

$$\frac{100}{\text{وزن عينة الجذور الجافة}} \times \frac{\text{حجم المحلول الكلي}}{\text{حجم المحلول المستخدم}} \times \text{عياريته} \times \text{AgNO}_3$$

