

# تغذية نبات عملي

## الدرس العملي الاول

### ارشادات العمل المختبرى

افعل او لا تفعل

1. ارتداء صدرية المختبر لمحافظة 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 كيميائيه قد تكون خطيره.
4. لاستخدم الماصه الزجاجيه الاعتياديه (بالغم) في سحب الاحماض والقواعد المركزه بل استخدم الاسطوانه المدرجه (السلندر) او استخدم بالونه المص المطاطيه (suction bulb)
5. لاتتعامل مع الاحماض والقواعد المركزه او المواد الكيميائيه الخطره الا في غرفة سحب الغازات fume hood.
6. عند تخفييف 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 بعد معرفة 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 لاخراج المواد من المحرقه.
12. احرص على عدم تلوث المواد الكيميائية بعضها ببعض اثناء استخدامك لها وذلك من خلال وضع سداده قنينة على قنينة اخرى او وضع 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 سداده القنينة بين اصابعك ولا تضعها على الطاولة (البنج) بل ضعها في زجاجة ساعه نظيفه.

14. لاتحاول ارجاع محليل المواد الكيميائية المتبقية بعد الانتهاء من العمل الى القناني التي سحب منها وذلك منعا لحصول اي خطأ.
15. كن دقيقا في وزن المواد الكيميائية ولا تنقل المواد الموزونه المراد اذابتها الى الدورق المعياري مباشرة بل انقل المواد الى بيكر وقم باذابتها ثم انقلها بعد اكتمال ذوبانها نفلا 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 محلول المراد استخدامه وعند افراغها من محلول لاتحاول نفخ او هز الماصة.
18. عند التسحيف، في المحاليل الشفافة تسجل قراءة السحاحة بحيث يكون تقرر محلول على الاشارة اما في المحاليل الملونة فيكون التقرر 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 حنفيه الماء لتخفييف هذه المحاليل وتقليل الضرر الناتج عنها.
21. احرص على نظافة المختبر والممواد الزجاجية المستخدمة بعد الانتهاء مباشرة من العمل.

### **غسل وتنظيف المواد الزجاجية المختبريه**

- من اجل الحصول على نتائج تحليل دقيقه للعينات النباتيه، ينبغي ان تكون المواد الزجاجية المستخدمه على درجة عاليه من النظافه خصوصا واننا نتعامل مع عناصر غذائيه ذات تركيز واطنه جدا تصل الى اجزاء قليله 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 برمونکات البوتاسيوم + هيدروكسيد الصوديوم: 5 غم من  $KMnO_4$  تذاب في 100 مل من محلول  $NaOH$  10% الساخن.
  3. محلول كرومات البوتاسيوم: 10 غم من  $K_2Cr_2O_7$  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.

حجم المذاب (مل)

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

حجم المحلول (مل)

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

وزن المذاب (غم)

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

وزن المذيب (غم)

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

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

$$\frac{\text{المolarية (M)}}{\text{حجم المحلول باللاتار}} =$$

وزن المادة المذابة

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

وزنها الجزيئي

وزن المادة

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

الوزن الجزيئي = مجموع الاوزان الذرية

لایجاد مولارية حامض مرکز :

الوزن النوعي × النسبة المئوية × 10

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

الوزن الجزيئي

مثلاً لتحضير 1 مolar من NaCl

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

يذوب 58.5 غ من NaCl في دورق حجمي لتر ويكمel إلى العلامة بالماء المقطر

ولتحضير 4 Molar من الملح السابق:  $58.5 \times 4 = 234$  غ يذوب في دورق حجم لتر ويكمel إلى العلامة بالماء المقطر.

مثال: حضر 250 مل من محلول (0.1) مولاري من MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O علماً ان الاوزان الذرية: Mg: 24 O: 16 H: 1 Cl: 35.5

الوزن الجزيئي للمركب = مجموع الاوزان الذرية = 203

وزن المادة

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

وزنها الجزيئي

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

$s = 5.075$  غم يوزن من الملح ويوضع في دورق حجمي 250 ويحمل إلى العلامة بالماء الأذابة.

ج - العياريه (N): هي عدد الاوزان المكافأة الغرامية من المذاب في لتر من محلول العياريه (N) =  $\frac{\text{عدد الاوزان المكافأة الغرامية للمذاب}}{\text{حجم محلول باللاتار}}$

وزن المذاب  
 $\text{عدد الاوزان المكافأه الغرامية} = \frac{\text{الوزن المكافئ الغرامي}}{\text{وزن المذاب}}$

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

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

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

الوزن الجزيئي للملح هو 40  
 $40 = \frac{40}{1} = \frac{\text{الوزن المكافئ}}{\text{التكافؤ}}$

$400 \text{ غم} \times 10 = 4000$  غم يذوب من  $\text{NaOH}$  ويوضع في دورق حجمي لتر ويكمel الى العلامة بالماء المقطر.

مثال: حضر 250 مل من محلول 1.0 عياري من  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , علما ان الاوزان الذرية:  $\text{Mg: } 24, \text{ Cl: } 35.5, \text{ H: } 1, \text{ O: } 16$

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

$$\frac{203}{203} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{الوزن المكافئ}}$$

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

$$\frac{1000}{\text{وزن الماده}} \times \frac{\text{العياريه} (N)}{\text{وزنها المكافئ}} = \frac{\text{حجم محلول (مل)}}{101.5}$$

$$\frac{1000}{250} \times \frac{s}{101.5} = 0.1$$

$s = 2.537$  غم يذوب من الملح ويوضع في دورق حجمي 250 مل ويكمel الى العلامة بالماء المقطر.

$$\text{غم/لتر} = \text{العياريه} \times \text{الوزن المكافئ}$$

$$\text{ملغم/لتر} = \text{العياريه} \times \text{الوزن المكافئ} \times 1000$$

لایجاد عيارية حامض مرکز:

$$\frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المؤيء} \times 10}{\text{الوزن المكافئ}} = \text{العياريه}$$

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 %

الاوزان الذريه: H: 1      S:32      O: 16

الحل: نجد عيارية الحامض المركز اولا ثم نطبق قانون التخفيف

$$\text{الوزن المكافى للحامض} = \frac{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المئوية}}{2}$$

$$\text{العياريه} = \frac{\text{الوزن المكافى}}{\text{الوزن النوعي} \times \text{النسبة المئوية} \times 10}$$

$$\text{العياريه} = \frac{35.65}{49} = 0.72 \text{ عيارية الحامض المركز بالقنينة}$$

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

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

$V_1 = \frac{0.25 \times 500}{35.65} = 3.50$  مل يسحب من الحامض المركز ويوضع في دورق حجم نصف لتر ويكملا الى العلامة بالماء المقطر.

تركيز محلول بالملي مكافى/ لتر: هو عباره عن عدد الملمكافئات الغرامية من الماده المذابه في لتر من محلول.

$$\text{الملي مكافى} = \frac{\text{الوزن المكافى}}{1000}$$

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

$$\text{Ppm} = \frac{\text{ملغم/لتر}}{\text{الوزن (غم)}} = \frac{\text{مايكروغرام/مل}}{\text{الحجم (مل)}}$$

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

## 2 - التعبير عن تركيز العناصر الغذائية في النبات:

يقاس تركيز العناصر الغذائية في العينات النباتية المجففة تجفيف اولي على درجة 70 مئوي منعا للمشاكل التي قد تحدث في التركيب الكيميائي للعينة 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 اعتناما 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 (الطاż) فيستعمل في حالات خاصة عندما يكون الهدف من التحليل هو القياس في الوزن الرطب ويكون هذا ملائما للاختبارات السريعة للنبات وهو مزروع ، ويعبر عن تركيز العناصر الغذائية في النبات بوحدة النسبة المئوية (غم/100غم ماده جافة) او بالملغرام/غم ماده جافة او غم/كغم ماده جافة 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).

$$\text{ملغم/غم} = \% \times 10$$

$$\text{غم/كغم} = \% \times 10$$

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

ومن تركيز العنصر الغذائي في النبات يمكن حساب الكمية الممتصه من العنصر او مايسمي الامتصاص الكلي total uptake للعنصر وهي تمثل الكمية الكلية من العنصر الغذائي التي امتصها النبات ، وهي تعطي دليلا على جاهزية العنصر في التربة ، ويمكن حساب الكمية الممتصه 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 عملی

### الدرس العملی 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 عنایه فاقهه 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 تماماً للمادة النباتية المراد تحليلها، وتتوقف عملية اخذ العينة على الغرض الذي تؤخذ من اجله العينة (الهدف من الدراسة) ونوع النبات المزروع، ويتم اختيار الجزء النباتي الذي سيقطع ويؤخذ للتحليل بحيث يمثل حالة النبات الغذائيه 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 لأنها أكثر نشاطاً وتأثراً بالمحظى المعdeni ، اما البذور فنادرًا ما تستخدم للتحليل الا في حالات معينة كتقييم سمية البورون ونقص عنصري الزنك والفسفور في بعض المحاصيل.

#### وقت أخذ العينة

يختلف وقت أخذ العينة النباتية تبعاً للهدف من الدراسة ولكن بشكل عام تؤخذ العينات في احد الاوقات التالية:

1. قد تؤخذ العينات النباتية في اخر عمر النبات اي في فترة الانتاج.
2. او تؤخذ في فترة نمو معينة كان تكون في فترة النمو الخضراء او فترة الازهار
3. او قد تؤخذ العينات النباتية على طول عمر النبات وبشكل مستمر فتؤخذ عينه في كل فترة نمو وكلفة مراحل نمو النبات.

يتضمن اخذ العينة واعدادها لغرض التحليل ثلاث خطوات اساسية هي:

1. تحديد مكان اخذ العينة النباتية
2. قطع النبات
3. تحضير العينة في المختبر

## ١- 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 يسبب توفر كميء 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 المزروعة 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 وبينس 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 .

ه - 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 المطلية بالمعادن كذلك تجنب اخذ العينات مباشرة بعد اجراء عمليات المكافحة الحيويه او بعد الري وسقوط الامطار الغزيه وبعد عمليات التسميد حيث تعتبر الاسمه مصدرها 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 التربه (2-1) انج باستخدام الـ حاده لنفادي تلف الانسجه النباتيه، وفي حالة النباتات العلفيه (التي تؤخذ على شكل حشات) فتقطع على ارتفاع 4 انج، ويتم القطع فوق سطح التربه لتجنب تلوث العينه النباتيه بحببيات التربه الذي غالبا ماينتج عنه حصول اخطاء في نتائج التحليل الكيميائي.

- تختلف درجة تلوث العينه النباتيه بحببيات 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 العينة النباتيه بحببيات التربه الرمليه لا يؤثر كثيرا في نتائج تقدير Ca و Mg بينما تلوث النبات بحببيات تربه جيريه 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 المجاورة للنبات الذي ستؤخذ منه العينه بعد ذلك نقوم بحفر خندق حول هذا النبات ثم يقلع من الاسفل باستخدام الـ مناسبه بحيث نحصل عليه كاملا وخاري من اي جروح اوخدوش، في تجارب السنادين يمكن الحصول على المجموع الجزي للنبات عن طريق غمر السنданه بالماء بعد ذلك تقلب السندانه في غربال (المنع فقدان اي جزء من الجذور) ثم يسلط تيارغير قوي من الماء لمنع تقطيع الجذور (يسخدم دوش ماء) وبهذه العمليه يتم التخلص من التربه والحصول على المجموع الجزي 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 السابقة، 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، منضدله من الرخام لتحضير العينات عليها، ادوات تقطيع حاده، فرن كهربائي لتجفيف العينات، طاحونة لطحن العينات.

تنظرف العينات النباتيه عند وصولها الى المختبر وهي خضراء لازالة ما علق 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 الذائبه او العينات المجروده او المخدوشة او غسلها باقل كمية 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 الدراسه فاما ان يعامل النبات كوحدة 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 تعلم العينات ووضع البيانات الداله عليها، توضع العينات داخل كيس ورقي متغلب ثم توضع في الفرن، وفي عملية التجفيف يراعى ما ياتي:

- يكون التجفيف على درجة حرارة 70 - 60 درجة مئوية لمدة 24 ساعه اعتمادا على نوع النسيج النباتي، هذه الدرجة كافية لقتل الانزيمات وايقاف العمليات الحيوية داخل النبات
- عدم وضع عدد كبير من العينات داخل الفرن او كبس العينات في الفرن وذلك لاعطاء مجال لخروج الماء الساخن من العينه وحتى لا يتغير لون العينه النباتيه الى اللون الاسود او الاسود المخضر، التجفيف الصحيح هو ان تتحفظ العينه بلونها الطبيعي في الحقل.
- تقليب العينه داخل الفرن بين وقت وآخر للمساعدة في سرعة التجفيف.
- عند تجفيف العينات النباتيه ذات المحتوى العالى من الماء خصوصا تلك الناميه تحت سطح التربه مثل الدرنات يتم تقطيعها الى شرائح ثم توضع في صوانى تجفيف متقوبه (مشبك) بعد ذلك توضع في الفرن.
- يتم التأكد من تمام عملية التجفيف بوزن العينه ثم اعادتها الى الفرن واعادة وزنها بعد فتره وفي حالة ثبات الوزن تكون العينه قد وصلت الى نهاية عملية التجفيف.
- بعد اكتمال عملية التجفيف تخرج العينه من الفرن وتترك لتبرد لكي تحصل حالة الاتزان مع الهواء الجوى، توزن العينه ويسمى الوزن الناتج بالوزن الجاف الخام .crude dry weight

#### ج- طحن العينه:

بعد تجفيف العينات النباتيه نقوم بطحنها باستخدام طاحونه كهربائيه ، وتعتبر الطواحين المستخدمة احد مصادر تلوث العينات النباتيه خصوصا عند تقدير العناصر الصغرى لذلك يجب عدم استخدام طاحونه مصنوعه من نفس العنصر المراد تقديره، فمثلا لاستخدام طاحونه مصنوعه من الحديد عندما يكون العنصر المراد تقديره هو الحديد وانما يستخدم في طحن العينه هاون من الخزف الصيني، وبشكل عام يفضل في طحن العينات النباتيه طواحين مصنوعه من الفولاذ، بعد طحن العينه تتخل بمنخل قطر 0.5 - 1 ملم ويحفظ المسحوق الناتج في علب زجاجيه ذات غطاء محكم مع تسجيل كافة المعلومات التي تدل على العينه على هذه العلبه وبالتالي تكون هذه العينه جاهزة 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 (والذى تبلغ نسبته بشكل عام 15 % من الوزن الرطب او الاخضر) يطلق عليه الوزن الجاف الخام crude dry weight ، وتشكل عناصر الكربون والاوكسجين والهيدروجين حوالي 90% من هذا الوزن ومتبقى من الوزن الجاف (10 %) يمثل وزن العناصر المعدنيه الضروريه التي يحتاجها النبات وبهذا فان العناصر المعدنيه لاتشكل سوى 1.5 % من الوزن الرطب للنبات، وعلى الرغم من انخفاض هذه النسبة فانها تلعب دور مهم في حياة النبات لأن الجزء الاعظم من هذه العناصر تتطبق عليها شروط العنصر الغذائي الضروري وغيابها يعتبر محددا لنمو النبات.

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

توجد العناصر المعدنيه داخل النبات في صور عديده اما متعدده في صورة مركبات عضويه او مركبات غير عضويه او في صورة ايونات مدمصه على السطوح الغرويه ، وغالبا ما توجد الانيونات في صوره عضويه (باستثناء الكلوريد الذي يوجد عادة بصورة املاح معدنيه) بينما توجد الكاتيونات بصورة املاح معدنيه ولو ان عناصر المغنيسيوم والكالسيوم وال الحديد تتواجد عادة بصور عضويه حيث يدخل الغنيسيوم في تركيب الكلوروفيل والكالسيوم في تركيب جدار الخلية وال الحديد في تركيب السايتوكروم.

للحصول على رماد العينه النباتيه نقوم بإجراء عملية الحرق والاكسده للماده العضويه اما بالحرق في الهواء الجوي (الحرق الجاف) او الحرق باستخدام محاليل مؤكسده قوية (الحرق الرطب).

## أنواع الحرق

### 1. الحرق الجاف: Dry ashing

وهو عباره عن حرق العينه النباتيه في درجات حراره عاليه ( 500-550 ) درجه مئويه في الهواء الجوي لمدة 6-8 ساعات وتم باستخدام جهاز المحرقه (المرمده) muffle furnace على ان ترفع درجة الحراره بشكل تدريجي لضمان حصول حرق كامل للماده العضويه، وتمتاز هذه الطريقة بانها بسيطه وسهله وغير خطره وغير مكلفة حيث لاتحتاج الى استخدام مواد كيمياويه عديده مما يقلل من احتمال التلوث خاصة عند تقدير العناصر الغذائيه الصغرى ، هذه الطريقة 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 طريقة الحرق الجاف:

1. فقدان بعض العناصر بالتطاير مثل الفسفور الذي يفقد عند  $600^{\circ}\text{M}$  والزنك الذي يفقد عند  $450^{\circ}\text{M}$  والبوتاسيوم عند  $480^{\circ}\text{M}$ .
2. انصهار بعض الاملاح واحاطتها للكربون غير المحترق مما يعيق عملية الحرق
3. تكون بعض المركبات السليكاتيه مع العناصر المعدنيه وهذه المركبات لاتذوب في حامض HCl في الخطوه الاحقه.

لتجنب هذه المشاكل يجب:

1. ان لا تزيد درجة الحراره عن  $550^{\circ}\text{M}$ .
2. اجراء حرق تدريجي للعينه النباتيه.
3. مراعات توفير 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 الحرارة 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 الا muffle حيث ترفع درجة الحراره حتى  $550^{\circ}\text{C}$  الى  $500^{\circ}\text{C}$  ولفتره 6 . 8 ساعات اعتمادا على نوع النبات ولحين الحصول على رماد ابيض خالي من اي سود.

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 العلامه 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 الرشيح (المتبقيه من العملية السابقة) بما عليها من راسب (السليكات) وتوضع في محرقه muffle حيث تحرق حرق تام على 950 ° م وتحسب النسبة المئويه للسليكون بالعينه.

## 2. الحرق الرطب (المبتل):

هو حرق العينه النباتيه باستخدام احماض مركزه وتجري 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 لاظهر 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 2:5:1 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 العضوية لتحويلها الى مواد بسيطه سهلة 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 العينه 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 محلول الى رائق (عديم اللون).
- 4 . يبرد الدورق وتحفف محتوياته بالماء المقطر - بعد ذلك ير شح باستخدام ورق ترشيح خاص مع غسل الهضم بالماء المقطر ويستقبل الراسح في دورق حجمي 100 مل ويكملا الى العالمه بالماء المقطر.
- 5 . تتقل محتويات الدورق الى قنينه زجاجيه ذات غطاء محكم حيث تكون جاهزة للتحليل الكيميائي.

#### **ب . استخدام خليط الاحماض الثنائي :Diacid mixture**

و فيها يستخدم خليط من حامض النتريك المركز  $\text{HNO}_3$  وحامض البركلوريك  $\text{HClO}_4$  حيث يخلط الحامضين بنسبة 4:9 ، هذه الطريقة لا يمكن استخدامها عند تقدير عنصري النتروجين والكلوريد بسبب احتواء الخليط الحامضي على هذين العنصرين بينما تصلح لتقدير عناصر:

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

### **طريقة العمل:**

1. يوزن 1 غم من العينه النباتيه الجافه والمطحونه وتوضع في دورق مخروطي حجم 100 مل .
2. يضاف 10 مل من خليط الحامضين ويحرك الدورق حركه رحويه 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 محلول 5 - 3 مل مع تقادي جفاف العينه ويستدل على نهاية عملية الهضم بتحول لون محلول الى عديم اللون.
- 4 . يبرد الدورق وتخفف محتوياته بالماء المقطر - بعد ذلك ير شح باستخدام ورق ترشيح خاص مع غسل دورق الهضم بالماء المقطر ويستقبل الراشح في دورق حجمي 100 مل ويكملا الى العلامه بالماء المقطر .
- 5 . تتقل 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 تستخد كميات قليله من بيروكسيد الهيدروجين تركيز 30% - بعد اضافة حامض الكبريتيك المركز وتسخين العينه - وذلك للمساعده في هضم العينه وتقليل الرغوه الناتجه عن تفاعل الحامض مع العينه، مع ملاحظة انه لايمكن استخدام هذه الطريقه عند تقدير الكبريت في العينات النباتيه.

### **طريقة العمل:**

- 1 . يوزن 1 غم من العينه النباتيه الجافه والمطحونه وتوضع في دورق مخروطي سعة 100 مل.
- 2 . يضاف 10 مل من حامض الكبريتيك المركز  $H_2SO_4$  وتسخن العينه مبدئيا على درجة حراره منخفضه (يفضل ترك العينه مع الحامض ليلا كاملا 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 وتحفف محتوياته بالماء المقطر - بعد ذلك يرشح باستخدام ورق ترشيح خاص مع غسل دورق الهضم بالماء المقطر ويستقبل الراشح في دورق حجمي 100 مل ويكملا الى العلامه بالماء المقطر.
- 5 . تنقل محتويات الدورق الى قنينه زجاجيه ذات غطاء محكم حيث تكون جاهزة للتحليل الكيميائي.

# تغذية نبات عملي

## الدرس العملي الرابع

### النتروجين في النبات

#### الاهميه الفسيولوجيه للنتروجين:

يمتص النبات عنصر النتروجين على صورة امونيوم  $\text{NH}_4^+$  او على صورة نترات  $\text{NO}_3^-$  ويعتبر هذا العنصر من اهم العناصر الضروريه التي يحتاجها النبات بعد عناصر الكربون والهيدروجين والاوكسجين حيث تحتوي الماده النباتيه الجافه بشكل عام على مايقرب من 2-4% نتروجين، وعلى الرغم من قلة هذه الكميه فان النتروجين عنصر لاغنى عنه حيث انه:

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

## اعراض نقص النتروجين على النبات:

- 1- ضعف نمو النبات حيث تتميز النباتات التي تعاني من نقص النتروجين بصغر حجمها وقلة تفرعاتها وتكون الساقان رفيعه وطويله والاراق صغيره كما ان الاوراق القديمه تساقط قبل اكتمال نضجها.
  - 2- ازدياد نسبة الجذور الى الاجزاء العليا.
  - 3- اصفار الاراق chlorosis بسبب قلة تكون الكلورو فيل - يبدأ الاصفار براس الورقه ثم العرق الوسطي وبعد ذلك يغطي معظم الورقه ويكون توزيع الاصفار منتظم على كل الورقه.
  - 4- اعراض النقص والاصفار تظهر اولا على الاراق السفلية والقديمه حيث ان النتروجين عنصر متحرك داخل النبات فينتقل من الاراق والاعضاء القديمه الى الاراق الحديثه لذلك تظهر اعراض نقصه على الاجزاء القديمه.
  - 5- وفي المراحل الاخيرة لنقص العنصر يظهر موت موضعى لانسجة الورقه.  
اعراض نقص النتروجين يمكن ان تعالج عن طريق اضافة الاسمده النتروجينيه المعدنيه (كبريتات الامونيوم، نترات الامونيوم، نترات الكالسيوم، اليوريا وغيرها من الاسمده) او الاسمده العضويه او كليهما وبمعدلات تختلف باختلاف نوع النبات وخصوبه التربه والعوامل البيئيه الاخرى.
- عند الزياده المفرطه للنتروجين في وسط النمو تظهر على النبات علامات الاخضرار الغامق وكثرة النمو الخضري على حساب الانتاج الثمري وضعف الساقان وطراؤه الاراق واضطجاج النبات بسبب طرأة النبات (وهذه ناتجه عن زيادة كمية البروتين على الكربوهيدرات في النبات) كما ان زيادة النتروجين كثيرا في وسط النمو تعرض النبات للاصابه بالأمراض والحشرات بسبب رقة جدران الخلايا.

## تقدير النتروجين في العينات النباتية

### الفكرة الاساسية للتقدير

يوجد النتروجين في النبات بعدة صور :

1 - الصوره العضويه (مثل الاحماض الامينيه، البروتينات).

2 - الصوره المعدنيه: وهي اما ان تكون بصورة نترات  $\text{NO}_3^-$  وهي تمثل الصورة المؤكسده او تكون بصورة امونيوم  $\text{NH}_4^+$  وهي الصوره المختزله.

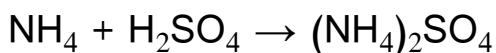
ان فكرة تقدير النتروجين تتضمن اكسدة الماده العضويه ثم اخزال المركبات النتروجينيه الى صورة نشادر (امونيوم) يسهل اتحادها مع حامض الكبريتيك المركز لتكوين كبريتات الامونيوم ثم تطرد الامونيا وتقدر بطريقه معينه وعادة تجرى عملية الاخزال على الصوره العضويه والصوره النتراتيه وبالتالي سوف تكون جميع الصور بصورة نتروجين امونيومي.

تتألخص خطوات التقدير بالمراحل الثلاثه التالية:

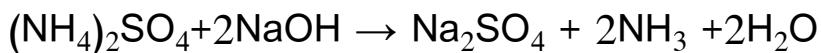
1 - مرحلة الهضم Digestion : هي عملية هضم العينه النباتيه (و فيها ترفع درجة الحراره تدريجيا) وفي هذه المرحله يتم تحويل صور النتروجين العضوي والنتراتي الى صورة امونيوم وتم على مراحلتين:

أ- اكسدة الماده العضويه عن طريق حامض الكبريتيك المركز.

ب- اخزال المركبات النتروجينيه عن طريق  $\text{SO}_2$  الذي يتكون نتيجة تفاعل حامض الكبريتيك المركز مع ثايوکبريتات الصوديوم :



2 - مرحلة التقطر Distillation : تجرى عملية التقطر للعينه وذلك باستخدام جهاز ك DAL kjeldahl لاطلاق الامونيا من كبريتات الامونيوم وتم هذه العمليه في وسط قاعدي بوجود قاعده قويه مثل  $\text{NaOH}$



وهذه الامونيا المتحرر تستقبل في حامض البوريك  $H_3BO_3$  مكونه بورات الامونيوم

$$NH_3 + H_3BO_3 \rightarrow NH_4^+ + H_2BO_3^-$$

3 - مرحلة التسحیح Titration: وفيها يتم تسحیح ایونات البورات لبورات الامونیوم مع حامض معلوم العیاریه وبوجود دلیل مناسب مثل دلیل المخلوط:

$$H_2BO_3^- + H^+ \rightarrow H_3BO_3$$

### المواد المستخدمة:

- 1- مخلوط حامض الكبریتیک والسلسلیک: 1 غم حامض السلسلیک + 30 مل حامض الكبریتیک المركز.
- 2- ثایوکبریتات الصودیوم.
- 3- مخلوط الكبریتات ( $CuSO_4 + FeSO_4 + K_2SO_4$ ) بنسبة 10: 1: 0.5.
- 4- هیدروکسید الصودیوم (10) عیاری: 400 غم / لتر
- 5- حامض البوریک 2% : 20 غم / لتر
- 6- دلیل المخلوط (احمر المثیل + ازرق المثیلين):
  - أ- یوزن 0.125 غم احمر المثیل ویدنوب في 100 مل کحول ایثانول 95%
  - ب- یوزن 0.2 غم ازرق المثیلين ویدنوب في 100 مل ماء مقطر
  - ج- یؤخذ 80 مل من الاول + 20 مل من الثاني دلیل المخلوط (بروم کریزول کرین + احمر المثیل)
- أ- یوزن 0.1 غم من بروم کریزول کرین ویدنوب في 100 مل ماء مقطر + 2 مل من  $NaOH$  (0.1) عیاری
- ب- یوزن 0.1 غم من احمر المثیل ویدنوب في 100 مل کحول ایثانول 95% + 3 مل  $NaOH$  (0.1) عیاری
- ج- یؤخذ 75 مل من الاول + 25 مل من الثاني ثم تخفف المحتويات الى 200 مل من کحول الایثانول 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 العينه النباتيه الجافه المطحونه وتوضع في دورق جهاز كلدا (يعتمد الوزن على نوع النسيج النباتي وتركيز العنصر).
- 2- يضاف (5 - 25) مل من مخلوط حامض السلسليك والكبريتيك مع الرج الروحي ومن ثم تترك لمدة ساعه (يفضل ترك العينه ليله كامله).
- 3- يضاف (2.5 - 0.5) غم ثايوکبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ويُسخن لمدة 5 دقائق بحيث لا يحدث فوران شديد.
- 4- تبرد العينه ثم يضاف (1 - 5) غم من مخلوط الكبريتات وتبدا عملية الهضم في جهاز كلدا (Macro kjeldahl) ويستمر الهضم (ربع ساعه - ساعه) الى ان يصبح محلول رائقا.
- 5- تبرد العينه ويضاف (50-150) مل ماء مقطر ثم يضاف (10-30) مل مركزه NaOH
- 6- يضاف بعض الكرات الزجاجيه لتنظيم الغليان ثم تجرى عملية تقطير الامونيا حيث تستقبل في دورق مخروطي يحوي (10-25) مل من مخلوط حامض البوريك + دليل المخلوط (يكون لونه بنفسجي عند استعمال دليل احمر المثيل + ازرق المثيلين) على ان تكون نهاية انبوب التقطير منغمسه في محلول حامض البوريك.
- 7- ترفع انبوبة المكثف (بعد ان يملأ 1/2 - 2/3) الدورق المخروطي وبشرط ان يتتحول لون محلول من البنفسجي الى الاخضر مع مراعات غسل انبوبة المكثف للتخلص مما يكون عالقا بها من محلول العينه.

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

### **الحسابات:**

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

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

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 مخترله (عادة مواد تتحد مع النترات قبل فقدانها) مثل او باضافة حامض السلسليك او مادة الفينول حيث ان هذه المواد لها القدرة على مسک النترات ومنعها من الفقد مكونه نترو فينول او نترو سلسليك وهذه الصور يمكن اختزالها بسهوله 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 زائدة من  $NaOH$  حتى لا يحدث نقل ميكانيكي للـ  $NaOH$  اثناء تقطير العينه وبالتالي يجب ان تضاف الكميه المناسبه لتطاير الامونيا كما ان الاضافه يجب ان تكون على جدران قمع الجهاز خوفا من حدوث حراره شديده تؤدي الى كسر الجهاز.

ب- يجب التاكد 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 وعياريته (0.014), احسب تركيز النتروجين بالعينه بوحدات: 1 - نسبة مؤيه 2 -

الحل:

: ( 1 ) :

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

$$\frac{100}{ 0.5 } \times \frac{ 50 }{ 5 } \times \frac{ 14 \times 0.014 \times 1 }{ 1000 } = \%N$$
$$= \% 0.392$$

: ( 2 )

$$\text{ppm} = \frac{\text{ملغم}}{\text{كغم}}$$

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

$$\frac{1000}{0.5} \times \frac{50}{5} \times 14 \times 0.014 \times 1 = 3920 =$$

او يتم حل السؤال كما يلي:

$$\frac{10000}{10000} \times \% = \frac{\text{النسبة المئوية}}{\text{ppm}} = 0.392 = 3920 =$$

س/ اذا كان تركيز النتروجين في عينه نباتيه هو 1000 ppm فما هو تركيز هذا العنصر بوحدات: 1- نسبة مئوية 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 ملمكافئات الحامض اللازم للمعايره هو 0.05 ملمكافئ، احسب تركيز النتروجين بالعينه بوحدات:

$$\text{غم}/100 \text{ غم} ، \text{ مايكروغرام}/\text{غم}$$



جهاز كلداهل kjeldahl

**تغذية نبات عملی**  
**الدرس العملي الخامس**  
**تقدير الفسفور**

**الاهميه الفسيولوجي للفسفور**

يعتبر عنصر الفسفور من المغذيات الضروريه الكبرى التي يحتاجها النبات ويختص 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 الماده الجافه للنبات وترتفع هذه النسبة في البذور لتصل الى 1.5 %، وعلى الرغم من هذه الكميه القليله 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 النوويه مثل لا DNA و لا RNA والبروتينات Nucleoproteins.
- 2 - يدخل في تركيب غشاء الخلية النباتيه على شكل phospholipids.
- 3 - يدخل في تركيب مرافقات الانزيمات coenzymes مثل  $NAD^+$  و  $NADP^+$  المهمه في عمليات التنفس والتركيب الضوئي والاكسده والاختزال.
- 4 - يدخل في تركيب مركبات الطاقه مثل ATP وهذه تلعب دور كبير في نقل وتخزين الطاقه وتنشيط التفاعلات المختلفه.
- 5 - يشارك الفسفور في تحليل الكربوهيدرات لانتاج الطاقه الازمه للعمليات الحيويه.
- 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 - تقدم 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 الارجاني المحمر نتيجة تكون صبغة الانثوسيانين وهذه تتكون بسبب عدم تحلل المواد الكربوهيدراتيه.

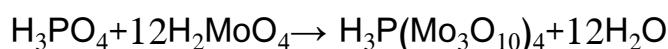
3 . تظهر اعراض نقص الفسفور على الاوراق القديمه لان الفسفور عنصر متحرك داخل النبات حيث انه ينتقل بسهوله من الاوراق والاجزاء القديمه الى الاوراق الحديثه لذلك تظهر اعراض نقصه على الاجزاء القديمه.

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.

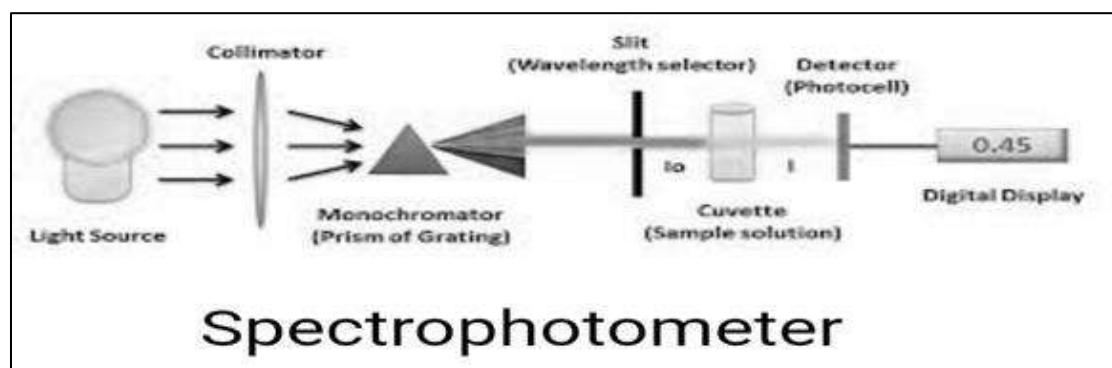
### تقدير الفسفور في العينات النباتية

#### الفكرة الاساسيه للتقدير

يتفاعل الفسفور الموجود في المستخاصل النباتي مع المولبيدات 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 محلول عادة 30 دقيقة حتى يظهر اللون بصوره كامله ) ويبقى هذا اللون ثابت لمدة شهرين عند تراكيز الفسفور العاليه ولكن يظل ثابت لمدة اسبوعين عندما تكون تراكيز الفسفور بحدود 5ppm ، من محاسن هذه الطريقه السهوله و البساطه وثباتية اللون كما انها خالية من التداخلات.



### المواد المستخدمة:-

مولبيدات الامونيوم . فاندات الامونيوم في حامض التريك:

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  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  في 300 مل ماء مقطر.

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

4 . اضاف بحذر 250 مل من حامض التريك المركز  $\text{HNO}_3$  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 مولبدات . فاندات الامونيوم الى الدورق.

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

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

5 . يتم تحضير محاليل قياسيه للفسفور بتراكيز متدرجة :

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 العلاقة 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 نقى وسهل الذوبان وغير متميع ) مثل ملح  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  وذلك اعتمادا على الاوزان الذريه:

P غم	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> غم
31	136
0.05	x

$X = 0.2195 \text{ غم} / \text{ملح فوسفات البوتاسيوم شائي الهيدروجين } \text{KH}_2\text{PO}_4 \text{ الجاف}$  ( يجف الملح في فرن قبل الوزن على درجة 105 ° م لمندة ساعه ويبرد في مجفف) ويوضع في دورق حجمي واحد لتر ويكملا إلى العلامه بالماء المقطر.

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

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

وذلك في دورق حجمي 100 مل اعتمادا على القانون التالي:

$$\text{الحجم المطلوب} \times \text{تركيز المطلوب}$$

$$\frac{\text{الحجم المطلوب اخذه من محلول الاصل}}{\text{تركيز الاصل}} =$$

تسحب الاحجام 1, 2, 3, 4, 5 مل من محلول الاصل (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) دقيقة تسجل قراءة كل محلول من المحاليل السابقه على جهاز spectrophotometer وعند طول موجي 410 نانوميتر.

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

### الحسابات:

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

مثال:

عينه نباتيه وزنها الجاف 1 غم هضمت واكملا الحجم النهائي الى 100 مل، اخذ منها 1 مل لتقدير الفسفور حيث وضعت في دورق حجمي 100 مل، فاذاعلمت ان ppm بعد التسقيط من المنحنى كانت 0.05 احسب تركيز الفسفور في العينة بوحدات:

$$1 - \frac{\text{نسبة مؤوية}}{\text{ppm}} = \frac{3 - \text{غم / كغم}}{2}$$

الحل:

$$(1) \% = \frac{3 - \text{غم / كغم}}{2}$$

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

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

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

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

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

$$\text{ppm} = 250$$

او يحل بطريقة اخرى:

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

$$10000 \times 0.025 =$$

$$\text{ppm} = 250$$

$$\text{غ姆/كغم} \quad (3)$$

$$\frac{\text{نسبة الفسفور}}{\text{وزن النبات (غم)}} = \frac{0.025}{\text{فسفور (غم)}}$$

$$\frac{100}{1000} \times 0.025 = X$$

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

مثال: حضر محلول قياسي للفسفور من ملح  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  بتركيز 25 ppm في دورق حجمي 500 مل ؟

الحل:

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

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

mg	ml
-----	-----
25	1000
x	500
-----	-----
12.5	$X$
P غم	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> غم
-----	-----
31	136
0.0125	$X$
-----	-----

$X = 0.054$  غم يذوب من الملح في دورق 500 مل ويكملا إلى العالمة بالماء المقطر.

مثال: لديك 1.10 غم من ملح KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, حضر منه محلول قياسي في دورق حجمي لتر ثم حضر من هذا محلول محلول قياسي آخر تركيز 5 ppm في دورق حجمي 50 مل ؟

الحل:

P غم	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> غم
-----	-----
31	136
x	1.10
-----	-----

$X = 0.250$  غم فسفور = 250 ppm تركيز محلول الأصلي

الحجم المطلوب × التركيز المطلوب

الحجم المطلوب أخذة من محلول الأصلي =  $\frac{\text{التركيز الأصلي}}{\text{التركيز المطلوب}}$

$$\begin{array}{r}
 5 \quad \times \quad 50 \\
 \hline
 & = \\
 & 250
 \end{array}$$

= 1 مل يسحب من المحلول الاصلی ويوضع في دورق 50 مل ويکمل الى العلامه بالماء المقطر للحصول على محلول قياسي تركيزه 5 جزء بالمليون.

س/ لديك ثلات دوارق حجميه 250 ، 500 ، 1000 مل اضيف الى كل دورق من هذه **الدوارق** 4.38 غم من ملح  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  النقي واکمل الحجم الى العلامه بالماء المقطر، احسب تركيز الفسفور بال ppm في كل دورق.

س/ اذيب 0.219 غم من ملح  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  النقي في لتر ماء مقطر، بعد ذلك سحبت الاحجام 2 ، 4 ، 6 مل من المحلول السابق ووضع كل حجم في دورق معياري 100 مل واکمل الحجم الى العلامه 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 عضوية داخل النبات (يوجد غالبا بصورة املاح معدهنيه) لذلك يمكن استخلاصه من العينة النباتية باستخدام احماض مخففة مثل حامض الخل 2 %.

**الوظائف الفسيولوجية للبوتاسيوم**

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

- 1 . يقوم البوتاسيوم بدور العامل المساعد في عمليات التركيب الضوئي وتكوين الكلوروفيل .
- 2 . له دور مهم في تكوين الكربوهيدرات ونقل السكريات داخل النبات.
- 3 . له دور مهم في ميكانيكية فتح وغلق الثغور وتنظيم المحتوى المائي للخلية النباتية
- 4 . يساعد في مقاومة النبات لدرجات الحرارة المنخفضة.
- 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 قصيرة وقلة الانسجة ورداهته حيث ان الشمار تفقد الوانها المميزة و تكون غير متجانسة في نضجها
- 2 . اسمرار داكن على حافة الاوراق (احتراق الحواف) يمتد الى الوسط ثم يصبح لون الحواف بنية .
- 3 . التلف حافة الاوراق الى الاعلى والاسفل بسبب عدم نمو الخلايا بشكل متساوي.
- 4 . تظهر اعراض النقص على الاوراق القديمه اولا ومن ثم تنتقل الى الاجزاء الاخري

وذلك لأن البوتاسيوم عنصر متحرك داخل النبات ينتقل من الأوراق القديمة إلى الأوراق الحديثة.

### تقدير البوتاسيوم في العينات النباتية

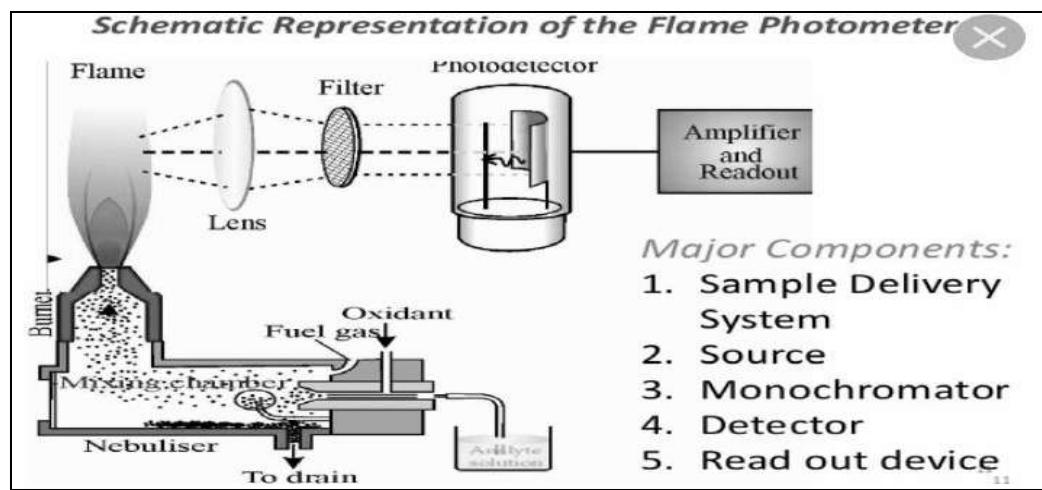
يتم تقدير البوتاسيوم في المستخلص الحامضي للعينة النباتية مباشرة باستخدام جهاز قياس العناصر بالللهب Flame photometer

يتكون الجهاز بشكل عام من الوحدات الرئيسية التالية:

- 1 . وحدة اللهب - مصدر طاقة لتوليد حرارة عالية كافية لتهيج الالكترونات.
- 2 - ضاغطة هواء compressor لتحويل المستخلص إلى رذاذ.
- 3 . وحدة الترشيح - موشور أو فلتر خاص بكل عنصر - لتعيين طول موجة الضوء الخاص بالأشعة الصادرة عن عنصر معين.
- 4 . وحدة الخلية الضوئية - لتحويل الأشعة الكهرومغناطيسية إلى 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 طاقة كافية لتهيج الالكترونات الموجودة في المدارات الخارجيه لذرات هذه العناصر فان هذه الالكترونات تمتص هذه الطاقة وتزداد طاقتها الحركيه فتنتقل الى مدارات اكثراً عن النواة اي الى مستويات اعلى من الطاقة Higher Energy Levels ، وعند ابعادها عن مصدر التغذيه بالطاقة فانها تعود الى مداراتها الاصليه وتفقد الطاقة التي اكتسبتها على شكل اشعة كهرومغناطيسية ، وبما ان عدد الالكترونات وتوزيعها في المدارات الخارجيه يختلف من عنصر لآخر فان طول موجة الضوء او الاشعة الصادرة تكون مميزة للعنصر حيث ان لكل عنصر لون خاص بالللهب اعتماداً على طوله الموجي ، وحيث ان شدة الاشعة المرسله من عنصر معين تتوقف على تركيز ذرات هذا العنصر في محلول فان قياس شدة الاشعة تكون بمثابة قياس كمي للعنصر.



## طريقة العمل

1 - تحضير محلول قياسي للبوتاسيوم :

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

K	غ	KCl	غ
39		74.5	
1		x	

$X = 1.906 \text{ غم يوزن من ملح KCl الجاف (يجف الملح قبل الوزن على درجة 60 مئوي لمدة ساعه ثم يبرد في مجف)} \text{ ويوضع في دورق حجمي لتر ويكمel الى العلامة بالماء المقطر.}$   
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 :

التركيز المطلوب × الحجم المطلوب

$$\frac{\text{الحجم المسحوب (مل)}}{\text{التركيز الاصلي}} = \frac{\text{التركيز المطلوب}}{100}$$

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

$$100 \times 10 = \frac{1}{1000} \text{ مل يسحب من محلول الاصلي ويوضع في}$$

دورق حجمي 100 مل ويكملا الى العلامه بالماء المقطر، وهكذا بالنسبه لبقية التراكيز، اذن الاحجام المطلوب سحبها من محلول الاصلي لتحضير التراكيز السابقه هي على التوالي: 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 مل

يوضع كل حجم من الحجوم السابقه في دورق حجمي 100 مل ويكملا الى العلامه بالماء المقطر

2. بعد الانتهاء من تحضير المحاليل القياسيه تقوم بقراءتها بجهاز قياس العناصر باللهب

جهاز الـ Flame photometer

3 - يرسم منحنى قياسي يوضح العلاقة بين تراكيز المحاليل القياسيه 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 المستخلص العينة النباتية على المنحنى القياسي للحصول على (ppm بعد التسقيط)

#### الحسابات:

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

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

$$\frac{\text{مل مستخلص نباتي}}{\text{عدد مرات التخفييف}} = \frac{\text{مل مستخلص نباتي} + \text{مل ماء مقطر}}{\text{مل مستخلص نباتي}}$$

مثلا عند سحب 2 مل من المستخلص النباتي واضافة 18 مل ماء مقطر يكون عدد مرات التخفييف:

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

يجب الانتباه الى ان :

- 1 . جهاز الا Flame photometer يقياس 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 . بجب الحصول على لهب ازرق قبل البدأ 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 الحاله يستخدم ملح يحتوي على الصوديوم مثل NaCl بدلا من KCl.
- 4 - تمتاز طريقة القياس باللهب بعدم الحاجه الى دلائل كيميائية كما هو الحال بالأجهزة الفوتوكهربائيه.

### **استخلاص البوتاسيوم والصوديوم من العينة النباتية**

احيانا يتطلب العمل تقدير كل من البوتاسيوم والصوديوم فقط في العينة النباتية ، وفي هذه الحاله يمكن اجراء استخلاص لهذين العنصرين من العينة دون الحاجه 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 العلامه.
- 4 - يستخدم جهاز الا Flame photometer لحساب تركيز Na ، K بوجود المحاليل القياسيه 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 المنحني (بعد التسقيط) 5 فاذا علمت ان العينة قد تم تخفيفها باخذ 5 مل مع 20 مل ماء مقطر احسب نسبة البوتاسيوم بالنبات بوحدات:

1 . نسبة مؤيه %      2 . ملغم/كغم      3 . غم/كغم

**الحل:**

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

$$20 + 5$$

$$5 = \frac{20 + 5}{5} = 5$$

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

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

$$0.5 = \% K$$

2 . ملغم/كغم ppm =

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

$$10000 \times 0.5 =$$

$$5000 =$$

3 . غم/كغم

% 0.5 هي نسبة K

اي 0.5 غم K لكل 100 غم نبات

وزن النبات غم		K غم
-----		-----
100		0.5
1000	X	
		5 غم/كغم = X

مثال:

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

ان الاوزان الذريه: K: 39 Cl: 35.5

الحل: 1 ppm = 1 mg/L

$$50 \text{ ppm} = 50 \text{ mg/L}$$

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

1000	50
100	x
X = 5	
	= 5mg / 100ml
	5mg = 0.005 g
K غم	KCl غم
-----	-----
39	74.5
0.005	x
-----	-----

$X = 0.0095$  غم يوزن من الملح ويوضع في دورق 100 مل ويكمي الى العلامه 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 محلول ؟

الحل:

2K غم	$K_2SO_4$ غم
-----	-----
78	174
1	x
-----	-----
1000 ppm	$K_2SO_4$ ملح غم
-----	-----
1000	2.23
x	0.223
-----	-----

$X = 100$  جزء بالمليون تركيز البوتاسيوم في محلول .

او يحل بطريقه اخرى:

K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> غم -----	2K غم -----
78	174
x	0.223
-----	
$X = 0.0999 \text{ غم بوتاسيوم}$	
$99.9 \times 1000 = 1000 \text{ جزء بال مليون تركيز البوتاسيوم.}$	

س/ تم تحضير محلول قياسي للبوتاسيوم من ملح K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> في دورق حجمي لتر ثم حضر من هذا محلول محلول قياسي ثانٍ بتركيز 0.5 ppm وذلك بسحب 1 مل من محلول الاول ووضعه في دورق حجمي 100 مل واكملاً الحجم الى العلامه بالماء المقطر، احسب كمية الملح المستخدمه لتحضير محلول القياسي الاول.

س/ تم تحضير محلول قياسي للبوتاسيوم وذلك باذابة 0.0557 غم من ملح K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> في ربع لتر ماء مقطر، احسب تركيز البوتاسيوم في هذا محلول.

**تغذية نبات عملي**  
**الدرس العملي السابع**  
**الكالسيوم والمغنيسيوم في النبات**

**الاهمية الفسيولوجية للكالسيوم**

يعتبر عنصر الكالسيوم من العناصر الغذائيه الضروريه الكبرى التي يحتاجها النبات ويختص النبات هذا العنصر على شكل ايونات كالسيوم  $\text{Ca}^{+2}$  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 كمية اعلى من الكالسيوم مقارنة بنباتات ذوات الفلقة الواحدة) 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 الخلوي مما يعطي الكالسيوم دورا مهما في التحكم في دخول وخروج المواد من والى الخلية، أي ان نقص الكالسيوم يزيد من نفاذية الاغشيه فتصبح اكثر نضوها.
- 3 . له دور مهم في تثبيت النتروجين الجوي(بواسطة النباتات البقوليه) وتكوين العقد الجذري.
- 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.

## **اعراض نقص الكالسيوم على النبات**

1. تظهر اعراض نقص الكالسيوم على الاوراق الناميه الحديثه ونهايات النبات حيث ان الكالسيوم من العناصرغير المترکه داخل النبات.
- 2 . تتلون الاوراق الحديثه باللون الاخضر المصفرمع ظهور بقع ميته كمان حافات الوراق **تلف او تموح بسبب عدم انتظام نمو الخلايا**.
- 3 . يكون النبات متقرم ومتخشب وذلك لاهمية الكالسيوم في اقسام ونمو الانسجه المرستيميه في البراعم والقمه الناميه للساقي والجذر والاوراق.
- 4 . يسبب نقص الكالسيوم ظهور وانتشار بعض الامراض الفسيولوجيه على النبات.

## **الاهميه الفسيولوجيه للمغنيسيوم**

يعتبر عنصرالمغنيسيوم من العناصرالغذائيه الضروريه الكبرى التي يحتاجها النبات ويختص 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 بالنقطات التالية:

- 1 . يدخل في تركيب الكلوروفيل حيث يشكل 2.7% من وزن جزيئه الكلوروفيل ولهذا فإنه يلعب دور مهم في عملية التركيب الضوئي التي تصبح مستحيله في حال غياب الكلوروفيل.
- 2 . يشترك في حركة ونقل القسفور داخل النبات.
- 3 . يعتبرمساعد و منشط للعديد من الانزيمات خصوصا تلك التي تشارك في تفاعلات الفسفوروتكون 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 . يعتبر المغنيسيوم من العناصر المتحركة داخل النبات فينتقل من الأجزاء القديمة إلى الأجزاء والنموات الحديثة لهذا فإن اعراض نقصه تظهر أولاً على الأوراق القديمة.
- 2 . تقص المغنيسيوم يؤدي إلى قلة الكلوروفيل الذي يظهر على شكل بقع ذات لون أخضر فاتح تتحدد مع بعضها لتكون أشرطه صفراء بين عروق الورقة بينما تبقى العروق خضراء اللون.
- 3 . بعد ذلك يغطي اللون الأصفر جميع سطح الورقة ماعدا القمة والقاعدة.
- 4 . مع استمرار النقص يتتحول اللون الأصفر إلىبني غامق ثم تبدأ الأوراق بالسقوط من أسفل إلى أعلى.

### تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم في العينات النباتية

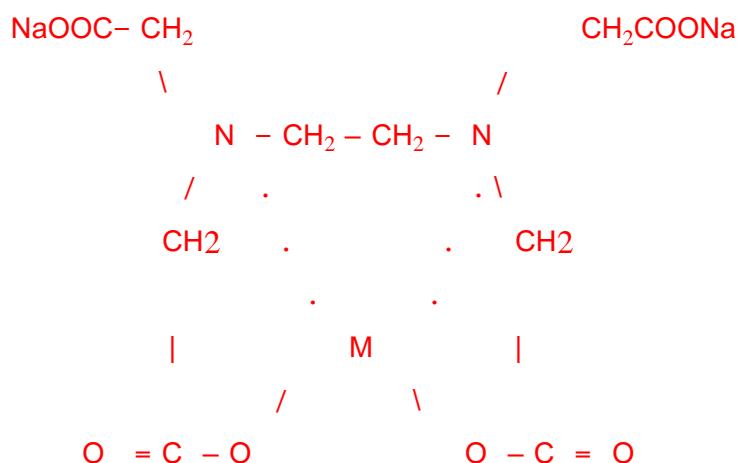
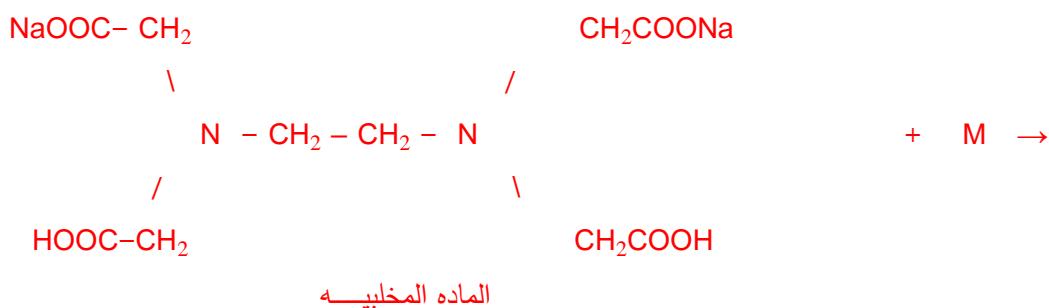
يتم تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم في العينات النباتية بطريقة الخلب باستخدام المواد المخلبية chelating agent وهي مواد عضوية أنيوناتها لها القدرة على الارتباط مع بعض العناصر مكونه مركب حلقي والعنصر الذي يرتبط بهذا التركيب الحلقي (الذي يخرب) يفقد سيطرته على تفاعلاته الكيميائية أي يتربس داخل التركيب الحلقي.

يوجد العديد من المواد المخلبية ولكن يستخدم في تقدير كل من الكالسيوم والمغنيسيوم المادة المخلبية Ethylene Diamine Tetra Acetic acid (EDTA) والتي تسمى بالفرسين التي تكون مواد مخلبية مع عدد من الكاتيونات الثانوية التكافؤ مثل الكالسيوم والمغنيسيوم.

تتألف الفكرة الأساسية للتقدير بإجراء عملية التسخين مع المادة المخلبية (الفرسين) فيتكون مركب مخلبي بين العنصر المراد تقديره وبين المادة المخلبية، ويتم التعرف على نقطة نهاية التفاعل (نهاية عملية الخلب) باستخدام دليل حساسه تظهر الوان مختلفه بحيث يكون لها لون مميز عند ارتباطها بالعنصر المعدني وعندما تكون بصورة حرمه

(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 التنقية وغير هيكروسكوبى والمركبات المخلبىه التي يكونها تكون اكثر ثباتا.

عملية الخلب تتم كما في المعادله:



الماده المخلبىه مع العنصر

M: كاتيون عنصر معدني مثل الكالسيوم والمغنيسيوم

## تقدير الكالسيوم

عند تقدير الكالسيوم نقوم برفع درجة تفاعل المستخلص النباتي (الـ pH) الى 12 باضافة هيدروكسيد الصوديوم (4) عياري حيث تترسب ايونات المغنيسيوم على صورة هيدروكسيد المغنيسيوم وتبقى ايونات الكالسيوم في محلول، ويستخدم في التقدير دليل بربات الامونيوم (الميروكسيد) الذي له ميل اتحادي مع الكالسيوم اكثرا من الميل الاتحدادي مع المغنيسيوم خصوصا عند pH (12) حيث يصبح هذا الدليل متخصص تماما للكالسيوم **فقط** ، وعند المعايره مع الفرسين، يقوم الفرسين بخاب الكالسيوم تدريجيا حتى ينتهي من محلول حيث يتغير لون محلول من اللون الوردي (Ca + دليل الميروكسيد) الى اللون البنفسجي (لون الدليل لوحده).

## المواد المستخدمة

- 1 - هيدروكسيد الصوديوم (N 4) عياري: يحضر باذابة 160 غم من NaOH في لترماء مقطر.
- 2 - دليل بربات الامونيوم (الميروكسيد): يحضر بخلط 0.5 غم من بربات الامونيوم مع 100 غم من كبريتات البوتاسيوم.
- 3 - محلول الفرسين EDTA (0.01) يحضر باذابة 2 غم من الفرسين ثانوي 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 الماسه (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 - يسخن مع الفرسين (0.01) ع الى ان يتغير اللون من الوردي الى البنفسجي  
يسجل حجم الفرسين المستهلك من السحاحه.

### الحسابات

$$\text{حجم الفرسين} \times \text{عياريه الفرسين} = \text{ملمكافئات الكالسيوم} \\ \text{ملمكافئات الكالسيوم} \times \text{الوزن المكافئ للكالسيوم (20)} = \text{ملغم كالسيوم}$$

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

### تقدير(الكالسيوم + المغنيسيوم) (Ca + Mg)

عند تقدير(الكالسيوم + المغنيسيوم) يضبط الـ pH عند 10 وذلك باستخدام محلول المنظم (Buffer Solution) حيث يكون كل من الكالسيوم والمغنيسيوم بشكل ايونات في المستخلص وهنا يستخدم دليل اسود الايروكروم (الـ E.B.T black T) الذي له ميل اتحادي مع الكالسيوم والمغنيسيوم معا عند هذا الـ pH، وعند المعايير مع الفرسين يقوم الفرسين بخاب الكالسيوم + المغنيسيوم ويستدل على نهاية عملية الخلب (انتهاء عملية التسحیح) بتغيير لون محلول 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  $\text{NH}_4\text{Cl}$  في (570) مل من  $\text{NH}_4\text{OH}$  مركز ثم يخفف إلى 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 الایثانول %.95.
- 3 - محلول الفرسين (0.01) ع كما حضر سابقا.

## طريقة العمل

- 1 - يسحب بواسطة الماصة (2) مل من المستخلص الحامضي للعينه النباتيه وتوضع في جفنه من الخزف الصيني وتحفف 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:

$$\begin{aligned} \text{حجم الفرسين} \times \text{عياريه الفرسين} &= \text{ملمكافئات الفرسين} = \text{ملمكافئات (الكالسيوم} \\ &\quad \text{+ المغنيسيوم)} \\ \text{ملمكافئات المغنيسيوم} &= \text{ملمكافئات (الكالسيوم} + \text{المغنيسيوم)} - \text{ملمكافئات الكالسيوم} \end{aligned}$$

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

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

$$1000$$

$$12 = \% \text{ Mg}$$

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

مثال: عـينـه نـباتـيـه وزـنـها (0.5) غـمـ هـضـمتـ وـاـكـمـلـ الـحـجـمـ النـهـائـيـ الـىـ (100) مـلـ، اـخـذـ منـهـ (2) مـلـ لـتـقـدـيرـ الـكـالـسـيـوـمـ وـ(2) مـلـ لـتـقـدـيرـ (الـكـالـسـيـوـمـ +ـ المـغـنـيـسـيـوـمـ) فـكـانـ حـجـمـ الفـرـسـينـ (0.01 عـ) الـلـازـمـ لـلـمـعـايـرـ (1) مـلـ لـلـكـالـسـيـوـمـ وـ(1.5) مـلـ لـلـ (الـكـالـسـيـوـمـ +ـ المـغـنـيـسـيـوـمـ)، اـحـسـبـ النـسـبـهـ المـنـوـيـهـ لـكـلـ مـنـ الـكـالـسـيـوـمـ وـالـمـغـنـيـسـيـوـمـ فـيـ الـعـيـنـهـ.

الـحلـ:

$$\frac{100}{-----} \times \frac{\text{حجم الفرسين} \times \text{عياريه الفرسين} \times 20}{\text{حجم المستخلص المستخدم}} = \% \text{ Ca}$$

$$1000$$

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

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

ملـمـكـافـئـاتـ الـمـغـنـيـسـيـوـمـ = مـلـمـكـافـئـاتـ (الـكـالـسـيـوـمـ +ـ المـغـنـيـسـيـوـمـ) - مـلـمـكـافـئـاتـ الـكـالـسـيـوـمـ

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

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

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

$$\textcolor{red}{\% 0.6 =}$$

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 العلمي الثامن  
الكبريت في النبات**

**الاهمية الفسيولوجية للكبريت**

يعتبر عنصر الكبريت من العناصر الغذائية الضرورية الكبرى التي يحتاجها النبات ويمتص النبات هذا العنصر امتصاص حيوى عن طريق الجذور على شكل ايون الكبريتات  $\text{SO}_4^{2-}$  كما ان كمية قليله منه يمكن ان تدخل الى النبات عن طريق الاوراق على شكل غاز ثاني اوكسيد الكبريت  $\text{SO}_2$  وتتراوح نسبة الكبريت في الماده النباتيه الجافه بشكل عام بين 0.2 - 0.5 % ويلعب الكبريت دور مهم في حياة النبات حيث ان نقص هذا العنصر يعيق النبات من القيام بفعالياته الحيوية بشكل طبيعي مما يؤثر سلبا في نمو النبات وانتاجيته، ويمكن تلخيص دور الكبريت واهميته من خلال النقاط التالية:

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

**اعراض نقص الكبريت على النبات**

- 1 - تظهر اعراض نقص الكبريت في البدايـه على الا ورـاق والاجـزاء القديـمه فـتـتـلوـن هـذـه الاجـزاء باللون الاصـفـرـ الفـاتـحـ ثم الدـاـكـنـ وفي المـراـحـلـ المـتـقدـمـهـ منـ النـقـصـ يـغـطـيـ الـاـصـفـارـ كلـ النـبـاتـ.
- 2 - تظهر اعراض النقص اولا على الاوراق القديمه من النبات وذلك لان الكبريت عنصر متحرك حيث ينتقل من الاجزاء القديمه الى النموـاتـ الحديثـهـ فـتـظـهـرـ اـعـرـاضـ نـقـصـهـ عـلـىـ الـاجـزـاءـ القـدـيمـهـ.
- 3 - ضعـفـ نـمـوـ النـبـاتـ بشـكـلـ عـامـ حيثـ تـكـونـ الاـورـاقـ صـغـيرـهـ وـالـسـيـقـانـ ضـعـيفـهـ وـالـنـبـاتـاتـ تـبـدوـ صـلـبـهـ وـلـكـنـهاـ سـهـلـةـ الكـسـرـ.

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 الاصفار 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، والطريقه السائد هي باستخدام الهضم الرطب wet ashing ثم يقدر الكبريت باستخدام طريقة العكاره.

بعد الهضم الرطب للعينات النباتيه فان جميع الكبريت يصبح على صورة كبريتات  $\text{SO}_4^{2-}$  وهذه الكبريتات عند معاملتها مع كلوريد الباريوم  $\text{BaCl}_2$  تترسب على شكل كبريتات الباريوم البيضاء  $\text{BaSO}_4$  وهذه تجهز العكاره للمحلول والتي تتناسب مع كمية الكبريتات الموجودة في العينه ، تقرأ الامتصاصيه للمحلول على جهاز لا spectrophotometer عند طول موجي 420 نانوميتر، ان عملية ترسيب كبريتات الباريوم وتكوين العكاره هي عملية حساسه ومن ثم من الضروري تهيئة الظروف الملائمه 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  $\text{BaCl}_2$  النقي ذي البلورات الناعمه كما يضاف صمغ الاكاسيا Gum acacia للمساعدة في ثباتية العكاره.

### المواد المستخدمة

1 - كلوريد الباريوم  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  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 غ 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 الدقيقه.

3 - محلول ملحي منظم salt buffer solution

يحتوي على 50 غم  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  و 4.1 غم  $\text{KNO}_3$  و 28 مل ايثانول / لتر.

4 - حامض  $\text{HCl}$  6N

5 - محلول قياسي للكبريت 100 ppm

يحضر محلول قياسي اصلي للكبريت تركيز 100 ppm من ملح كبريتات البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{SO}_4$  النقي :

S غم	$\text{K}_2\text{SO}_4$ غم
32	174
0.1	X

$X = 0.543$  غم يذوب من ملح  $\text{K}_2\text{SO}_4$  النقي في دورق حجمي لتر ويكمي الى العلامه بالماء المقطر - تركيز محلول 100 ppm كبريت.

### طريقة العمل

1 - من محلول اصلي سابق تحضر التراكيز المترادفة التالية 20، 16، 12، 8، 4 جزء بالمليون كبريت في دورق حجميه 50 مل وذلك بتطبيق القانون:

الحجم المطلوب  $\times$  التركيز المطلوب

$$\text{الحجم المطلوب اخذه من محلول اصلي} = \frac{\text{الحجم المطلوب اخذه من محلول اصلي}}{\text{التركيز اصلي}}$$

فتصبح الاحجام المطلوب سحبها من محلول اصلي (100 ppm) لتحضير المحاليل القياسية السابقة هي على التوالي: 10, 8, 6, 4, 2 مل تسحب ويوضع كل حجم في دورق معياري 50 مل.

2 - يضاف الى كل دورق من الدوارق السابقة 5 مل من محلول الملح المنظم + 1 مل من حامض  $\text{HCl}$  6 عياري + 1 مل من صبغ اكاسيا 0.5 % ثم يمزج جيدا.

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

4 - **يكمي** الحجم بالماء المقطر **ويرج** جيدا - المحاليل الناتجه تعطي التراكيز 4 جزء بالمليون كبريت على التوالي.

- 5 - تقرأ الامتصاصية للمحلول على جهاز *spectrophotometer* على طول موجي 420 نانوميتر.
- 6 - يرسم منحنى قياسي والذي يوضح العلاقة بين تركيز المحاليل القياسية وقراءة الجهاز لهذه المحاليل.
- 7 - لتقدير الكبريت في العينة النباتية - يسحب 10مل من المستخلص النباتي (مستخلص الهضم) ثم تطبق عليه الخطوات السابقة الخاصة بتحضير المحاليل القياسية.
- 8 - يتم تسقيط قراءة الجهاز لعينة المستخلص النباتي على المنحنى القياسي للحصول على تركيز الكبريت بوحدة ملغم/لتر ( ppm بعد التسقيط).

### الحسابات

$$\frac{100}{----- \times ----- \times ----- \times -----} = \% S$$

100	حجم المستخلص الكلي	حجم الدورق المستخدم	ppm
-----	-----	-----	-----
وزن العينة	حجم المستخلص المستخدم	1000	1000

مثال: عينة نباتية وزنها الجاف 1غم هضمت واكمل الحجم النهائي الى 100مل, اخذ منها 1مل لتقدير الكبريت حيث وضعت في دورق حجمي 100 مل, فاذاعلمت ان ppm بعد التسقيط من المنحنى كانت 0.25 احسب تركيز الكبريت في العينة بوحدات:

ppm -2

الحل:

(1) %

$$\frac{100}{----- \times ----- \times ----- \times -----} = \% S$$

100	حجم المستخلص الكلي	حجم الدورق المستخدم لتقدير	ppm
-----	-----	-----	-----
وزن العينة	حجم المستخلص المستخدم	1000	1000
100	100	100	0.25
-----	-----	-----	-----

0.25 =

ppm (2)

10000 × % = ppm

10000 × 0.25 =

**تغذية نبات عملی**  
**الدرس العملي التاسع**  
**تقدير الكلوريد في العينات النباتية**

**الاهمية الفسيولوجية للكلوريد**

يمتص النبات الكلور من التربه على صورة ايون الكلوريد  $-Cl$  وان الحد الحرج للكلوريد في الماده الجافه للنبات بشكل عام هو ( 70 - 100 ) جزء بالمليون ، ويتوارد 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 الازموزى 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 التغري للخلايا الحارسه حيث ان عدم وجود الكلوريد يوقف فتح الثغور.

**اعراض نقص الكلوريد على النبات**

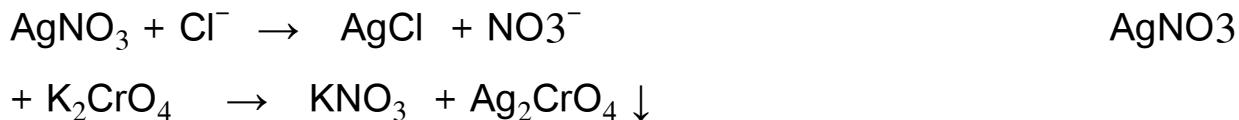
ان اهم اعراض نقص الكلوريد على النبات هو ظهور اللون الاصفر على الاوراق الحديثه وربما تصبح منخوره ثم يتبع ذلك ذبول عام على النبات بالإضافة الى نقص الحاصل ورداة نوعيته.

من الناحيه التطبيقيه فان النباتات نادرا ماتعاني من نقص الكلوريد وذلك لأن ما موجود 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 المتأثره بالاملاح تظهر عليها اعراض سمية الكلوريد وهي احتراق حافات الاوراق وتلونها باللون البرونزي والاصفر قبل اكتمال نموها ثم سقوط هذه الاوراق.

## الفكرة الاساسية لتقدير الكلوريد في العينات النباتية

### أ- طريقة الحرق الجاف

بسبب درجات الحرارة العالية المستخدمة 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 بخاط العينه النباتيه مع اوكسيد الكالسيوم  $\text{CaO}$  قبل الحرق، وبعد اكمال عملية الحرق يستخلص الكلوريد من الرماد باستخدام الماء الحارث يضبط الا  $\text{pH}$  عند (7 - 6) باستخدام حامض الخليك وأخيرا يقدر عن طريق المعايره مع نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  وبوجود دليل كرومات البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  حيث يتكون راسب احمر جلدي من كرومات الفضة  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ :



راسب احمر جلدي

من كرومات الفضة

### المواد المستخدمة

- 1 - اوكسيد الكالسيوم  $\text{CaO}$ : يحضر من تسخين كarbonات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$ .
- 2 - حامض الخليك: اضافة 200 مل حامض الخليك الى دورق حجم لتر ثم يكمل الى العلامه 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  $\text{N}_0.005$ : يذاب 0.85 غم من نترات الفضة في لتر ماء مقطر (يحفظ محلول في مكان مظلم).

## طريقة العمل

- 1 - يوزن 1 غم من العينه النباتيه الجافه المطحونه وتوضع في جفنه من الخزف الصيني وتخلط مع 0.25 غم من اوكسيد الكالسيوم  $\text{CaO}$  ثم ترطب بقليل من الماء المقطر بحيث تكون عجينة رقيقه.
- 2 - توضع الجفنه في محرقه muffle furnace وتحرق تدريجيا على درجة 550 لمنه 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 7 - 6 باضافة حامض الخليك نقطه نقطه بالاستعمال بجهاز meter - pH .
- 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

$$\frac{\text{حجم } \text{AgNO}_3 \times \text{عياريته} \times \text{الوزن المكافئ لـ Cl}}{\text{وزن العينه}} = \% \text{Cl}$$
$$1000 \quad : \quad 35.5 \quad : \quad \text{الوزن المكافئ لـ Cl}$$

## ب - طريقة الحرق الرطب

وفيها يتم هضم العينه النباتيه باستخدام حامض الكبريتيك المركز وبيروكسيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{O}_2$  ثم ضبط الـ pH لمستخلص النبات الحامضي عند 7 - 6 باستخدام هيدروكسيد

الصوديوم وبوجود دليل المثيل البرتقالى وأخيرا اجراء عملية التسحیج مع نترات الفضه وبوجود دليل كرومات البوتاسيوم  $K_2CrO_4$  الى ان يتكون راسب احمر جلدي من كرومات الفضه  
 $.Ag_2CrO_4$

### المواد المستخدمة

- 1 - دليل المثيل البرتقالى methyl orange: يحضر باذابة 0.5 غم من الدليل في 100 مل من الكحول الايثيلي 95 %.
- 2 - هيدروكسيد الصوديوم لضبط الـ pH.
- 3 - دليل كرومات البوتاسيوم كما حضر سابقا.
- 4 - نترات الفضه N 0.005 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 المثيل البرتقالى ثم يسخن 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 يسخن مع نترات الفضه (0.005) عياري الى ان يتغير لون محلول من الاصفر الى الاحمر الجلدي، يسجل حجم نترات الفضه من السحاحه.

### الحسابات:

$$\frac{100}{-----} \times \frac{\text{الحجم الكلى}}{\text{وزن العينة}} \times \frac{\text{حجم } AgNO_3 \times \text{عياريتها} \times \text{الوزن المكافئ لـ Cl}}{1000} = \%Cl$$

### عند تقدير الكلوريد في النبات يجب مراعات مايلي :

- 1 - التاكد من عدم وجود الاحماض المعدنيه - حيث ان هذه الاحماض تذيب كرومات الفضة وتمنع ظهر ظهر الراسب الاحمر الجلدي.
- 2 - التاكد من عدم وجود المواد العضويه - هذه المواد تخزل نترات الفضة في الوسط المتعادل وتؤدي الى نتائج خاطئه.
- 3 - في حالة وجود الحديد بكميات كبيرة في العينه النباتيه فيجب اضافة عدة نقط زياده من دليل كرومات البوتاسيوم  $K_2CrO_4$  - حيث ان الحديد يتفاعل مع جزء منها مكونا كرومات متربسه.

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 - %

الحل:

$$1 - \text{نسبة مؤية \%}$$

$$\frac{100}{\text{وزن العينه}} \times \frac{\text{حجم الكلي}}{\text{حجم المستخدم}} \times \frac{\text{Cl}}{1000} = \% \text{ Cl}$$

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

$$0.0177 =$$

$$2 - \text{وحدة ppm} \\ 10000 \times \% = \text{ppm}$$

$$10000 \times 0.0177 = \\ 177 =$$

**تغذية نبات عملي**  
**الدرس العملي العاشر**  
**تقدير الحديد الكلي في العينات النباتية**  
**الاهمية الفسيولوجية للحديد**

يعتبر الحديد من العناصر الغذائيه الضروريه الصغرى التي يحتاجها النبات، ويتمتص النبات الحديد بشكل ايونات الحديدوز  $\text{Fe}^{+2}$  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 الحديثه لعدم انتقاله من الاجزاء القديمه الى الاجزاء والنموات الحديثه.
- 2 - اعراض النقص تظهر على شكل اصفرار مابين العروق التي تبقى خضراء اللون، وهي بذلك تشابه اعراض نقص المغنيسيوم الا انه في حالة الغنيسيوم تظهر اعراض النقص على الاوراق القديمه اولا حيث ان المغنيسيوم عنصر متحرك داخل النبات.
- 3 - عند نقص الحديد يحدث خلل في عملية تكوين الكلوروفيل فتفقد الاوراق **الحديد** 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 البنبي.

## **تقدير الحديد الكلي في العينات النباتية:**

هناك عدة طرق لتقدير الحديد في العينات النباتية الا ان الطريقة الاكثر استخداما والاكثرا ملائمة - والتي يستخدم فيها الحرق الجاف - هي الطريقة اللونية باستخدام الاورثوفينانثرولين والتي تسمى O- phenanthroline method وذلك بسبب ثباتية اللون المتكون والذي يبقى ثابت لفتره طويلا كذلك فان احتمال التلوث او الحصول التداخل قليل بسبب الظروف الحامضيه ووجود مادة سترات الصوديوم التي تستخدم لضبط الـ pH عند 3.5.

في هذه الطريقة يستخدم الحرق الجاف للعينه النباتيه وبعد الحصول على المستخلص الحامضي يتم ضبط الـ pH للمحلول عند 3.5 باستخدام سترات الصوديوم لمنع حدوث التداخلات يتبع ذلك اخزال الحديد وينتج عن عملية الاخزال ايونات الحديدوز  $\text{Fe}^{+2}$  وهذه تتفاعل مع الاورثوفينانثرولين O- phenanthroline لتعطي لون احمر او برتقالي محمر ويمكن قياس شدة هذا اللون باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي spectrophotometer وعند طول موجي 508 نانوميتر، هذا اللون يبقى ثابت لفتره لا تقل عن اسبوعين.

## **المواد المستخدمة**

- 1 - الهايدروكينون: Hydroquinone 1 % بالماء المقطر .
- 2 - سترات الصوديوم : Sodium citrate 250 غم من سترات الصوديوم / لتر ماء مقطر .
- 3 - الاورثوفينانثرولين O- phenanthroline 0.5 غم من الماده / 100 مل ماء مقطر - يحفظ في قنينه مظلمه .
- 4 - محلول قياسي للحديد تركيز 100 ppm ، يذاب 0.1 غم من الحديد الالكتروليتي في 50 مل حامض  $\text{HNO}_3$  (4عياري) مع التسخين حتى الذوبان - تركيز هذا محلول هو 100 ppm حديد .

من المحلول الاصلي السابق تحضر المحاليل القياسية التالية للحديد وذلك في دوارة حجمية 50 مل: 0, 1, 2, 3, 4, 5 ppm وذلك اعتمادا على :

$$\text{الحجم المطلوب} \times \text{التركيز المطلوب}$$

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

فتصبح الحجوم المطلوب سحبها من المحلول الاصلي لتحضير المحاليل السابقة هي على التوالي : 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 دوارة حجمية 50 مل.

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

3 - يؤخذ 2.5 مل من المستخلص الحامضي للنبات (مره ثانية) ويوضع في دوارة حجمية 50 مل.

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

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

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

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

8 . تسجل قراءة كل محلول من المحاليل القياسية السابقة على جهاز الدا 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

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

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

**الاهميه الفسيولوجي للنحاس**

النحاس: من العناصر الغذائيه الضروريه الصغرى التي يحتاجها النبات، حيث يبلغ متوسط محتوى النبات من هذا العنصر حوالي 8 - 20 جزء بالمليون ويختص النبات هذا العنصر على شكل ايوني  $Cu^{+2}$ ,  $Cu^{+}$ , و يؤثر النحاس في حياة النبات من خلال الوظائف الحيويه

- 1 - يؤثر في عملية التركيب الضوئي وذلك لدوره الضروري في تكوين الكلوروفيل.
- 2 - عامل مساعد في تحفيز عدد من الانزيمات كما يحفز تكون الاحماض النوويه.
- 3 - يدخل في تركيب عدد من الانزيمات خاصة انزيمات الاكسده والاختزال.
- 4 - عامل مساعد في تكوين صبغة الانثوسيانين المسؤوله 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 الحديثه.
- 2 - انثناء اطراف الافرع الى الاسفل.
- 3 - ظهور لون ابيض او وردي فاتح على قمة النبات كما ان الاوراق تكون رفيعه وتأخذ شكل لولبي كما يلاحظ انخفاض عدد الازهار على النبات.

**الاهميه الفسيولوجي للزنك**

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

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

### اعراض النقص

- الزنك من العناصر البطيئة الحركة داخل النبات لهذا تظهر اعراض نقصه في البداييه على النموهات الحديثه.
- يظهر الاصفار بين عروق الورقه بينما تبقى العروق خضراء اللون وقد يتتحول اللون الاصفر الى ابيض.
- الاوراق الحديثه تكون صغيره ومبرقشه وغير منتظمه الشكل وتكون متجممه ومتزاحمه في نهاية الافرع بسبب قصر سلامياتها وهي بذلك تأخذ شكل الورده لذلك تسمى هذه الظاهره بالتورد (Rosette).
- النبات صغير ومتقرم بسبب نقص هرمون منظم النمو الا (IAA).

### الاهميه الفسيولوجيه للمنغنيز

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

## اعراض النقص

1- المنغنيز ليس سهل الحركة نسبيا داخل النبات لهذا تظهر اعراض نقصه في البداية على النموات الحديثة.

2 - يظهر الاصفار chlorosis على الاوراق الحديثة النمو بينما العروق تبقى خضراء وتحول المساحة بين العروق إلى بقع ذات لون اخضر شاحب ثم اصفر ثم ابيض.

3 - اهم ما يميز نقص المنغنيز هو وجود شريط اخضر داكن يحيط بالعروق التي تبقى خضراء كما ان الاصفار لا يبدأ بقمة الورقة كما في عنصري النتروجين والبوتاسيوم بل تبقى قمم الاوراق محتفظة بلونها الاخضر.

## الاهميه الفسيولوجيه للمolibdenium

ان النبات يحتاج هذا العنصر بكميات قليله، حيث يتراوح تركيزه في النبات بشكل عام بين 1 جزء بالمليون الى 5 جزء بالمليون وخلافا لبقية العناصر الصغرى فان المolibدينوم يمكن ان يمتصه النبات بكميات كبيرة دون ان يكون له تأثير سمي على النبات، ويختص النبات المolibدينوم على شكل ايون الموليبيدات  $\text{MoO}_4^{2-}$  اهم الوظائف الحيوية للعنصر:

1 - يدخل في تركيب انزيمين مهمين للنبات هما انزيم النيتروجين Nitrogenase المسؤول عن عملية تثبيت النتروجين الجوي في البقوليات، وانزيم Nitrate reductase المسؤول عن اختزال النيтратات إلى امونيا داخل النبات.

2 - له دور في امتصاص وانتقال الحديد داخل النبات.

## اعراض النقص

1 - اعراض نقص الموليبيدوم تشبه اعراض نقص النتروجين بسبب دور الموليبيدوم في اختزال النيтратات وتبدأ الاعراض بظهور اللون الاصفر او الاصفر المخضر على الاوراق الوسطى والقديمه.

- 2 - التكاف الاوراق وصغر حجمها وظهور بقع صغيرة عليها.
- 3 - في المراحل المتقدمة من النقص لايتكون نصل الورقه حيث تجف انسجة الورقه مع **بقاء العرق** الوسطي وبعض اجزاء النصل، فتظهر الورقه على شكل سوط اوذيل وتسمى هذه الظاهرة بالذيل السوطي.

### **الاهميه الفسيولوجيه للبورون**

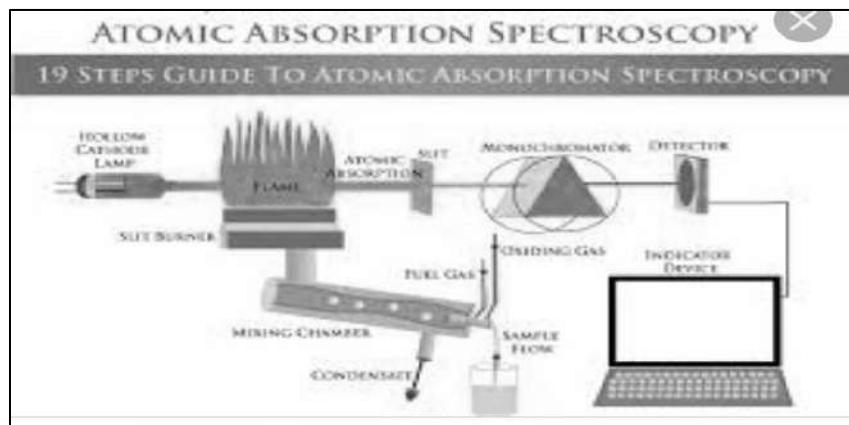
- البورون من العناصر الغذائيه الضروريه التي يحتاجها النبات بكميات قليله، ويمتص النبات هذا العنصر على شكل  $\text{BO}_3^{-3}$ , اهم وظائف العنصر :
- 1 - يلعب دور مهم في انتقال السكريات داخل النبات.
  - 2 - ضروري في تكوين وانقسام الخلايا وزيادة ثبوطية جدار الخلية.
  - 3 - يؤثري العمليات الحيويه للنتروجين داخل النبات حيث ان نقص البورون يسبب تجمع النترات في النبات.
  - 4 - يلعب دور في تكوين الاحماض النوويه الا RNA و الا DNA وانتاج حبوب اللقاح.
  - 5 - يؤثر في الهرمونات النباتيه ، نقصه يزيد من تجمع الا Auxin ويقلل من تكوين الا Cytokinine.

### **اعراض النقص**

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

**تقدير العناصر الصغرى في النبات:** ان صعوبة تقدير العناصر الصغرى في النبات تكمن في ان حاجة النبات لهذه العناصر ضئيله جدا وبالتالي فان محتوى النبات من هذه العنصر قليله جدا لاتتجاوز عده اجزاء من المليون مما يستدعي الدقه والحذر لمنع حصول اي تلوث عند تقدير هذه العناصر في النبات.

هناك عده 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 صوره ذاتيه 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 (رمده) على درجة حراره عاليه (450- 500) مئوي ولغاية الحصول على رماد أبيض 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 مرمه، ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا وذلك لمنع تكرن العينه ولغاية الوصول الى درجة 500 درجه مئويه.
- 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 التاكد 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 المقطر عدة مرات – بعد اكمال 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 محليل قياسيه لكل عنصر من العناصر المراد تقديرها.

2 - **طريقة الاكسده (الهضم الرطب):** وفيها يتم هضم العينه النباتيه باستخدام احماض مركذه، ويشرط ان تجرى عملية الهضم في غرفة سحب الغازات fume hood ويستخدم في هذه الطريقة خليط من حامضي البركلوريك  $\text{HClO}_4$  والنتريك  $\text{HNO}_3$  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) وتنترك العينة ليله كامله.
- 3 - تسخن العينة على درجة حرارة واطئه اولا ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا (اذا حدث فوران مفاجئ اخفض حرارة التسخين) حتى ظهر ابخره بيضاء وتحول لون محلول الى لون رائق.
- 4 - برد العينة ثم انقلها نقل كمي عبر ورق ترشيح رقم 42 الى دورق حجمي 50 مل - خفف الى العلامه بالماء المقطر.
- 5 - محلول الناتج يستخدم لتقدير عناصر الزنك، الحديد، النحاس، المنغنيز باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري (A.A.S)، وتنسب عملية القياس تحضير محاليل قياسيه لكل عنصر من العناصر المراد تقديره.

## الحسابات

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

## تحضير المحاليل القياسية للعناصر الصغرى:

تحضير محلول قياسي للزنك:

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

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

غム Zn	غム $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$
65.37	287.43
1	x
$X = 4,398$	غ姆 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ في دورق حجمي لتر ويكملي الى العلامه بالماء المقطر اللايوني.
2 - يسحب 10 مل من المحلول السابق وتوضع في دورق حجمي 1000 مل وتكمل الى العلامه بالماء المقطر اللايوني - تركيز هذا المحلول هو 10 ppm	
3 - من المحلول السابق (10 ppm) تحضر المحاليل القياسية المتدرجة:	
0.2 , 0.4 , 0.6 , 0.8 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 ppm	
100 مل وذلك بسحب الاحجام:	
50 , 40 , 30 , 20 , 10 , 8 , 6 , 4 , 2 مل من المحلول القياسي الاصلبي	
(10) ووضع كل حجم في دورق حجم 100 مل ومن ثم يكملي الى العلامه بالماء المقطر اللايوني، تم حساب الاحجام المسحوبه اعتمادا على:	
الحجم المطلوب $\times$ التركيز المطلوب	
الحجم المطلوب اخذه من المحلول الاصلبي	=
التركيز الاصلبي	

### تحضير محلول قياسي للمنغنيز

يذوب 3.076 غم من  $MnSO_4 \cdot H_2O$  في قليل من الماء المقطر باستخدام بيكر زجاجي - بعد اكتمال الذوبان تنقل محتويات البيكر الى دورق حجمي سعة لتر ويكملي الحجم الى العلامه بالماء المقطر اللايوني - تركيز المحلول الناتج هو 1000 ppm منغنيز، تكرر الخطوات 2 و 3 كما في تقدير الزنك.

### **تحضير محلول قياسي للنحاس:**

ينذوب 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 ويكمel الحجم الى العلامه بالماء المقطراللایوني - تركيز المحلول الناتج هو 1000 ppm نحاس ، تكرر الخطوات 2 و 3 كما في تقدير الزنك.

### **تحضير محلول قياسي للحديد**

ينذوب 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  المركز - بعد اكتمال الذوبان تنقل محتويات البيكر الى دورق حجمي سعة لتر ويكمel الحجم الى العلامه بالماء المقطر الالایوني - تركيز المحلول الناتج هو 1000 ppm حديد، تكرر الخطوات 2 و 3 كما في تقدير الزنك.  
او يحضر باذابة 1 غم من سلاك الحديد النقي في 40 مل حامض النترياك  $\text{HNO}_3$  و اكمال الحجم الى لتر بالماء المقطر الالایوني.

**تغذية نبات عملي  
الدرس العملي الثاني عشر  
تقدير البoron والمولبديوم**

**الفكرة الاساسية لتقدير البoron**

استخدمت العديد من الطرق اللونيه التي تعتمد على عمل محلول ملون تتناسب شدة الضوء الممتص فيه تناسبا طرديا مع تركيز ايون **البورات** ، ومن اكثر هذه الطرق استخداما هي طريقة الكركمين .

ان الفكرة الاساسية لتقدير البoron في العينات النباتيه 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  $3 \pm 55$  مئوي، ان شدة اللون الناتج تتناسب مع تركيز البoron في المستخلص النباتي ويمكن قراءة الامتصاصيه للمحلول الملون الذائب في الكحول باستخدام جهاز الطيف الضوئي spectrophotometer عند طول موجي 540 nm نانوميتراً، هذه الطريقة تكون ملائمه عندما يكون تركيز البoron 2 – 0.1 ميكروغرام/ مل.

ويراعى عند تقدير البoron عدم استخدام اواني مصنوعه من الزجاج وانما تستخدم قناني بلاستيكية كما يمكن استخدام علب الالمنيوم الخاصه بالمشروبات الغازيه بدلا من الدوارق الزجاجيه.

## المواد المستخدمة

- 1 - محلول الكركمين - اوکزالیک اسد: Curcumin –oxalic acid solution يذوب 0.04 غم من الكركمين المطحون الناعم + 5 غم من حامض الاوكزاليك في 100 مل من الكحول الاثيلي تركيز 95%، هذا محلول 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 محلول يحتوي 50 مايكروغرام بورون، خف 0.2 ، 0.5 ، 1.0 ، 2.0 ، 4.0 مل من محلول السابق الى 100 مل بالماء المقطر، المحاليل الناتجه 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 - اضف 4 مل من محلول الكركمين - اوکزالیک اسد ثم امزج جيدا.
- 3 - سخن على حمام مائي على درجة حراره  $3 \pm 55$  واترك العلبه في الحمام المائي بعد الجفاف على الاقل لمدة ربع ساعه.
- 4 - برد الطبق الى درجة حرارة الغرفه ثم اضف 25 مل من الكحول الاثيلي 95%， افرك المتبقى بقضيب مطاطي للتاكد من استخلاص الكحول للمركب الملون بشكل كامل.
- 5 - رش محلول 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 السابقة على المحاليل القياسيه للبورون والمحضره سابقا.
- 8 - يرسم منحنى قياسي والذي يوضح العلاقة بين تركيز 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

R

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

R : قراءة جهاز spectrophotometer لـ 1 ppm بورون.

### الفكرة الاساسية للمolibدениوم

تتلخص الفكرة الاساسية للتقدير بتكون معقد ملون بلون الكهرمان (amber) بين الموليبدениوم والثيوسيانيت thiocyanate وهذا المعقد يستخلص باستخدام مذيب عضوي ثم قياس النفاذية باستخدام جهاز لا spectrophotometer عند طول موجي .475nm

### المواد المستخدمة:

- 1 - حامض HCl يخفف حسب الحاجة.
- 2 - محلول كلوريد القصديروز  $\text{SnCl}_2$  : أذب 20 غم من  $\text{SnCl}_2$  في 20 مل حامض HCl مع التسخين (التسخين دون الغليان) - أكمل إلى 200 مل بماء مقطر لا أيوني. يحضر هذا محلول عند الاستخدام.

- 3 كلوريد الحديديك سداسي التأدرت  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (مطلوب في تحضير المحاليل القياسية والبلانك والأنسجة النباتية ولكن ليس الترب): أذب 49 غم من  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  في ماء مقطر لا أيوني وأكمل الحجم إلى لتر.
- 4 نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  : أذب 42.5 غم من  $\text{NaNO}_3$  في ماء مقطر لا أيوني وأكمل الحجم إلى 100 مل.
- 5 ثايوسيانات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{SCN}$  : أذب 50 غم من  $\text{NH}_4\text{SCN}$  في ماء مقطر لا أيوني وأكمل الحجم إلى 500 مل.
- 1-6 -1 di-isopropyl ether (يغسل الأثير قبل الاستخدام بمزيج من  $\text{SnCl}_2$  و  $\text{NH}_4\text{SCN}$  و  $\text{H}_2\text{O}$ ) : ضع محلول  $\text{H}_2\text{O}$  في قمع فصل وأضف محلول الغسل بكمية تساوي 10 حجم الأثير المأخوذ. رج المزيج تماماً ودع الطور العضوي ينفصل عن الطور المائي. أبزل وأطرح الطور المائي وأغسل مرة أخرى بحامض  $\text{HCl}$  (2N) بكمية تساوي 10 حجم الأثير. رج و أبزل وكرر العملية أربع إلى خمس مرات.

### تحضير المحاليل القياسية والمنحنى القياسي للموليبدينوم

- أذب 0.150 غم من ثلاثي أوكسيد الموليبدينوم  $\text{MoO}_3$  النقي في 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم (0.1N), حمض محلول قليلاً بإضافة حامض  $\text{HCl}$  وأكمل الحجم إلى لتر بماء مقطر لا أيوني.
- خذ 10 مل من هذا محلول وأكمل الحجم إلى لتر فتحصل على محلول تركيزه 1 مايكرو غرام موليبدينوم/مل.
- لتحضير محاليل قياسية: أضف 5 مل من حامض  $\text{HCl}$  (6N) إلى قمع فصل. أضف إليها المحاليل القياسية للموليبدينوم بتراكيز (0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0) مل 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 محلول المجهول يحتوي على ما يقارب (1-3) مایکرو غرام موليبيدينوم / مل إلى قمع فصل. أضف بتباع 1 مل من  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (إلى المحاليل القياسية والبلانك فقط) و 1 مل من  $\text{NaNO}_3$  و 5 مل من  $\text{NH}_4\text{SCN}$  و 5 مل من كلوريد القصديروز. بعد إضافة كل محلول، رج وأزل ثم أغسل رواسب السادة الزجاجية وعنق قمع الفصل بما يقارب لا أيوني مستخدما بطل غسيل ذو رأس مدبب. من الضروري جعل عنق قمع الفصل خالي من المحاليل الكيميا لأن النقل النهائي لمعدن الموليبيدينوم في طور الأیثر سوف يصب من خلال عنق قمع الفصل، وبهذا يمكن التخلص من الانتقال المحتمل لبقايا المحاليل الكيمائية والرطوبة في الساق. وأخيراً أضف 5 مل من isopropyl ether مغسول ورج. أترك طور الأیثر لينفصل، أزل رواسب السادة الزجاجية، أغسل عنق القمع وأمسحه بمنديل ورقى ناعم وأسحب الطور المائي. أنقل طور الأیثر إلى أنبوبة طرد مركزي سعة 15 مل بصفة من قمة قمع الفصل. قس % النفاذية عند 475nm نانوميتر بواسطة جهاز spectrophotometer ثم قدر تركيز الموليبيدينوم في النموذج النباتي باستخدام المحاليل القياسية.

**الحسابات :** كما في تقدير البورون.

## تغذية نبات عملی

### الدرس العملی الثالث عشر

### المحلول المغذي

المحلول المغذي هو محلول يحتوي على مجموعه من العناصر الغذائيه الضروريه التي يحتاجها النبات بنسب ثابته و معلومه وفي حالة اتزان، وهذه العناصر هي العناصر الكبرى ( N , P , K ) و العناصر الصغرى ( Fe , Zn , Mn , Cu, B, Mo ) ، Ca , Mg , S تحضير هذا محلول من املاح نقيه تحتوي على العناصر الغذائيه السابقه، وفي حالة دراسة اهمية عنصر غذائي معين يتم حذف هذا العنصر من محلول المغذي على ان يتم تعويض ملح العنصر الغذائي المحذوف بملح اخر للمحافظه على ازموزية محلول، ويطلق على عملية نمو النبات في محلول المغذي مصطلح هيدروبونكس Hydroponics وهي كلمه يونانيه مكونه من Hydro وهي الماء و ponics وهي عمل اي عمل الماء بينما الزراعه بالتربيه يطلق عليها Geponics.

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

هناك نقاط مهمه يجب ملاحظتها عند تحضير المحاليل المغذيه:

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

**مصادر تلوث محلول المغذي:** يعتبر التلوث أحد المعوقات الرئيسية التي تواجه تحضير المحاليل المغذية والتي تقلل من كفاءة وفعالية محلول المغذي، واهم مصادر هذا التلوث:

- 1 - الاملاح والماء المستخدمين في عملية تحضير محلول المغذي، فيجب ان تكون الاملاح على درجه عاليه من النقاوه كذلك الماء يجب ان يكون قطر خالي من الايونات.
- 2 - الاوعيه التي يوضع فيها محلول المغذي وتعتبر الاوعيه المصنوعه من زجاج البايركس هي الاوعيه الاكثر ملائمه لهذا الغرض.
- 3 - البذور التي قد تكون ملوثه ببعض العناصر الصغرى مثل النحاس والزنك.

### **تحضير المحاليل المغذية**

- 1- محلول مغذي يتم تحضيره من ثلاثة 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 السابقة. وفي كل محلولين تضاف العناصر الصغرى التي يحتاجها النبات بكميات صغيره وعلى شكل محلول واحد.

تستخدم العلاقات التاليه عند تحضير المحاليل المغذية:

$$1 \text{ - } \text{ppm} = \text{ملغم}/\text{لتر}$$

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

الوزن الجزيئي

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

ppm

$$4 \text{ - مليكمافي}/\text{لتر} = \frac{\text{المليكمافي}}{\text{اللتر}}$$

## الوزن المكافئ

ومنه:  $\text{ppm} = \frac{\text{ملمكافي}}{\text{لتر}} \times \text{الوزن المكافئ}$

$\text{ppm}$

$----- = 5 - \frac{\text{مليمول}}{\text{لتر}}$

## الوزن الجزيئي

ومنه:  $\text{ppm} = \frac{\text{مليمول}}{\text{لتر}} \times \text{الوزن الجزيئي}$

$6 - \frac{\text{مليمول}}{\text{لتر}} \times \text{التكافؤ} = \frac{\text{ملمكافي}}{\text{لتر}}$

$\text{ملمكافي}/\text{لتر}$

ومنه:  $\text{مليمول}/\text{لتر} = \frac{\text{مليمول}}{\text{لتر}}$

## التكافؤ

### 1 - تحضير محلول مغذي مكون من ثلاثة املاح

تعتبر المحاليل المغذية المكونة من ثلاثة املاح من ابسط انواع المحاليل المغذية، والاملاح الثلاثة المستخدمة في عملية التحضير هي:

وزنه الجزيئي : 236

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

1 - نترات الكالسيوم

وزنه الجزيئي : 136

$\text{KH}_2\text{PO}_4$

2 - فوسفات البوتاسيوم

وزنه الجزيئي : 246

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

3 - كبريتات المغنيسيوم

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

بتراكيز : نترات الكالسيوم 5 مليمول

فوسفات البوتاسيوم 5 مليمول

كربونات المغنيسيوم 2 ملليمول

نأخذ الوزن الجزيئي لـ  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  وهو (236) غم ويذوب في دورق حجمي لتر ويکمل الى العلامه بالماء المقطر - تركيز محلول النهائى 1 مولر.

نأخذ الوزن الجزيئي لـ  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  وهو (136) غم ويذوب في دورق حجمي لتر ويکمل الى العلامه بالماء المقطر - تركيز محلول النهائى 1 مولر.

نأخذ الوزن الجزيئي لـ  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  وهو (246) غم ويذوب في دورق حجمي لتر ويکمل الى العلامه بالماء المقطر - تركيز محلول النهائى 1 مولر.

وحيث ان: 1 مولر = 1000 ملليمول

$$\text{اذن } 1 \text{ سم}^3 = 1 \text{ ملليمول}$$

$$5 \text{ سم}^3 = 5 \text{ ملليمول}$$

للحصول على 5 ملليمول من  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  نسحب 5 سـ<sup>3</sup> 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 ملليمول من  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ويوضع في الدورق السابق للحصول على 2 ملليمول من  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  نسحب 2 سـ<sup>3</sup> 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 سـ<sup>3</sup> من محلول العناصر الصغرى + 1 سـ<sup>3</sup> من محلول الحديد) ويتم ضبط الا pH للمحلول بعدها يکمل الدورق الى العلامه بالماء المقطر.

نحسب تراكيز المحاليل السابقه بالملمکافى/ لتر للتاكد من حالة الاتزان حيث ان الكاتيونات يجب ان تساوى الانيونات:

1 - نترات الكالسيوم: 5 ملليمول

$$\text{ملليمول} \times \text{التكافؤ} = \text{مليمکافى}/\text{لتر}$$

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

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

2 - فوسفات البوتاسيوم: 5 ملليمول

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

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

3 - كبريتات المغنيسيوم : 2 مليمول

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

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

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

مجموع الكاتيونات يجب ان يساوى مجموع الانيونات

الملح	انيونات			كاتيونات		
	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	---	---	10	----	----	10
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	---	5	---	----	5	---
MgSO <sub>4</sub>	4	----	---	4	----	---
	19			19		

اذن مجموع الكاتيونات = مجموع الانيونات

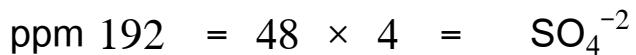
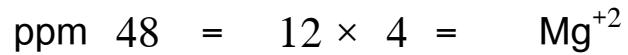
لحساب التراكيز السابقه على شكل ppm :

ppm = الوزن المكافئ × الملمكافئ

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

$$ppm 620 = 62 \times 10 = NO_3^-$$

$$ppm 195 = 39 \times 5 = K^+$$



تحضير محلول العناصر الصغرى:

يتكون محلول العناصر الصغرى (عدا الحديد) من الاملاح التالية التي تذوب جميعها في دورق 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 ترترات الحديد في 100 مل ماء مقطر.

## تجهيز نبات عملي

### الدرس العملي الرابع عشر

#### 2 - تحضير محلول مغذي مكون من اربعة املاح:

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

1 - نترات الكالسيوم	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	5 مليمول
2 - نترات البوتاسيوم	$\text{KNO}_3$	5 مليمول
3 - فوسفات البوتاسيوم	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	1 مليمول
4 - كبريتات المغنيسيوم	$\text{MgSO}_4$	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 سم<sup>3</sup> للحصول على 5 مليمول نترات كالسيوم، ويؤخذ من الدورق الثاني 5 سم<sup>3</sup> للحصول على 5 مليمول نترات البوتاسيوم ويؤخذ من الدورق الثالث 1 سم<sup>3</sup> للحصول على 1 مليمول فوسفات بوتاسيوم بينما يؤخذ من الدورق الرابع 2 سم<sup>3</sup> للحصول على 2 مليمول كبريتات مغنيسيوم، توضع هذه الاحجام في دورق معياري حجم لتر ثم تضاف العناصر الصغرى (يضاف 1 سم<sup>3</sup> من محلول العناصر الصغرى + 1 سم<sup>3</sup> من محلول الحديد) ويكملا الحجم الى لتر بالماء المقطر.

**مثال: حضر لترواحد من محلول مغذي يحتوي على التراكيز التاليه:**

ppm 744 :  $\text{NO}_3^-$

ppm 160 : Ca

ppm 192 :  $\text{SO}_4^{2-}$

ppm 48 : Mg

ppm 97 :  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$

ppm 195 : K

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

ppm

الملمكافئ / لتر = -----

الوزن المكافئ

160

8 ملمكافئ = ----- : Ca

20

48

4 مليكمافئ = ----- : Mg

12

195

5 مليكمافئ = ----- : K

39

744

12 مليكمافئ = ----- :  $\text{NO}_3^-$

62

192

4 مليكمافئ = ----- :  $\text{SO}_4^{2-}$

48

$$\text{مليمكافئ} = \frac{\text{---}}{\text{---}} : \text{H}_2\text{PO}_4$$

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			cation		
	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^{-2}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Ca}^{+2}$
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	---	---	8	---	---	8
$\text{MgSO}_4$	---	4	---	---	4	---
$\text{KNO}_3$	---	---	4	4	---	---
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	1	---	---	1	---	---
	17			17		

اذن  $\text{مجموع الكاتيونات} = \text{مجموع الانيونات}$

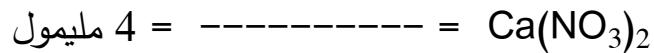
نحسب التركيز على اساس المليمول :

المليمكافئ

$\text{المليمول} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$

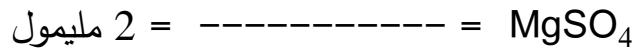
التكافؤ

8



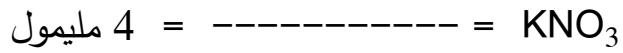
2

4



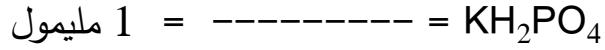
2

4



1

1



1

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

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

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ويوضع في دورق حجمي لتر

لتحضير 2 مليمول  $\text{MgSO}_4$ : نسحب 2 مل من الدورق 1 مولر لملح

ويوضع في نفس الدورق الحجمي السابق

لتحضير 4 مليمول  $\text{KNO}_3$ : نسحب 4 مل من الدورق 1 مولر لملح  $\text{KNO}_3$  ويوضع في الدورق الحجمي السابق

لتحضير 1 مليمول  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ : نسحب 1 مل من الدورق 1 مولر لملح

ويوضع في الدورق الحجمي السابق

يملا الدورق السابق الى النصف بالماء المقطر ثم تضاف العناصر الصغرى (يضاف 1 سم<sup>3</sup> من محلول العناصر الصغرى + 1 سم<sup>3</sup> من محلول الحديد) ويتم ضبط الـ pH وبعدها يكمل الى العلامة بالماء المقطر.

**تغذية نبات عملی**  
**الدرس العملی 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 يغوص عن طريق امتصاص الجذور ، كما تسيطر الجذور على نوع وكمية الايونات الداخلة الى النبات .
- 2- تثبيت النبات : تتمو 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 السايتوكاينين 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 وتحالها في التربة.

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

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

- 1- عمر النبات - حيث تتحفظ 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 الغذائي وتولاي 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 ماتمتلكه نباتات ذوات الفلقة الواحدة، كذلك فان الجذور ذات السعة التبادلية العالية (مثل البقوليات) تستطيع امتصاص الكاتيونات الثانية او الثالثية بدرجة اكبر من امتصاص الكاتيونات الاحادية بينما الجذور ذات السعة التبادلية القليلة (مثل الحبوب) تستطيع امتصاص الكاتيونات الاحادية بدرجة اكبر من امتصاص الكاتيونات الثانية او الثالثية وهذا يفسر استفادة النباتات البقولية

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

### تقدير السعة التبادلية للجذور:

هناك عدة طرق لتقدير السعة التبادلية الكاتيونية للجذور الا ان اسهل هذه الطرق واكثرها تداولاً تتم بتشبيع 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 بالللهب **Flame photometer**.

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

$$\text{السعه التبادلية الكاتيونية للجذور بالملمکافئ} / 100 \text{ غم جذور جافه} = \frac{100}{\text{حجم محلول}} \times \frac{1}{\text{وزن عينة الجذور الجافة}} \times \frac{23}{1000} \times \text{ppm} \quad (\text{بعد التسقیط})$$

كما يمكن تقدير السعة التبادلية الانيونية للجذور بنفس محلول المستخدم في تقدير السعة التبادلية الكاتيونية وذلك عن طريق اخذ حجم معلوم من هذا محلول 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 بالملمكافئ / 100 غم جذور جافة =

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

