بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات العملي

الدرس العملي الاول

الاملاح ونمو النبات

1– تحضير تربة ملحية :

يعتبرالتملح Salinization أحد المشاكل الرئيسية في المناطق الجافة فهناك مساحات واسعة في العالم تتوفر فيها عناصر الانتاج الزراعي الا انها اسقطت من قائمة الاراضي المنتجة بسبب تجمع الاملاح في تربها , اما في المناطق الرطبة والتي تزيد فيها سرعة سقوط الامطار على سرعة التبخر فتغسل الاملاح باستمرار ولا تحدث ظاهرة التملح .

ان اهم الايونات التي تسبب التملح هي ايونات الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والكلور والكبريتات والكربونات والبيكربونات .

الترب الملحية : هي الترب التي تحتوي على كميات من الاملاح بحيث تحدث تاثيرا سلبيا في نمو النبات ويختلف الحد الادنى لتركيز الاملاح الذي يمكن للنبات مقاومته حسب نوع النبات .

مصادر الاملاح :

1- التربة الام : تعتبر الصخور والمعادن المكونة للقشرة الارضية مصدر معظم الايونات المكونة للاملاح وذلك بعد حصول عملية التجوية لهذه الصخور وانطلاق الايونات التي تكون الترب الملحية .

2- الري : جميع مياة الري تحتوي على ايونات ذائبة وتختلف كمية الاملاح الذائبة هذه من مصدر الى اخر وباضافة المياه الى التربة بعملية الري يتبخر الماء وتبقى الاملاح على سطح التربة , فقد وجد ان السقي بعمق 30سم من ماء محتواه من الاملاح 400 جزء بالمليون (معدل محتوى نهر دجلة تقريبا) يضيف 1200 كغم من الاملاح لكل هكتار سنويا .

3- حركة الماء الارضي : عندما يكون الماء الارضي قريب من سطح التربة يتحرك بالخاصية الشعرية مع ما به من املاح ذائبة الى سطح التربة وعند وصوله الى سطح التربة يتبخر الماء تاركا الاملاح على السطح.

4- التسميد : ان اضافة الاسمدة الحاوية على بعض الايونات الضارة وبكميات غير مناسبة يؤدي الى زيادة التركيز الملحي في التربة ويحولها مع الزمن الى ترب ملحية .

كيفية تحضير تربة مالحة :

عند القيام بتجارب لدراسة تاثير الملوحة على النبات خصوصا في تجارب السنادين فان ذلك يستوجب تحضير اوتصنيع ترب ملحية تتباين في درجة توصيلها الكهربائي .

المواد المستخدمة :

1- دورق مخروطي حجم 250 مل عدد 10
2- جهاز قياس درجة التوصيل الكهربائي (جهاز الـ EC)
3- ماء مقطر
4- ملح
5- جهاز رجاج كهربائي

طريقة العمل :

1- يوزن 20 غم تربة جافة وتوضع في دورق مخروطي - تكررهذه العملية عشر مرات فيصبح لدينا عشر عينات .
2- يضاف الى كل دورق 100مل ماء مقطر
نسبة الخلط واحد تربة : خمسة ماء اي 1 :5
3- يضاف الى كل دورق احد الاوزان الملحية التالية :
3 , 2.5 , 2 , 1.5 , 1 , 0.8 , 0.4 , 0.2 , 0.1 , 0 غم ملح
4 – توضع العينات في جهاز رجاج لمدة نصف ساعة وترشح
5 – تقرأ درجة التوصيل الكهربائي لكل عينة
6 – ترسم العلاقة بين كمية الملح ودرجة التوصيل الكهربائي
7 – نطبق العلاقة التالية لايجاد كمية الملح الواجب اضافتها لكل سندانة

$$\frac{X_1}{Y_1} = \frac{X_2}{Y_2} Z \frac{1}{5}$$

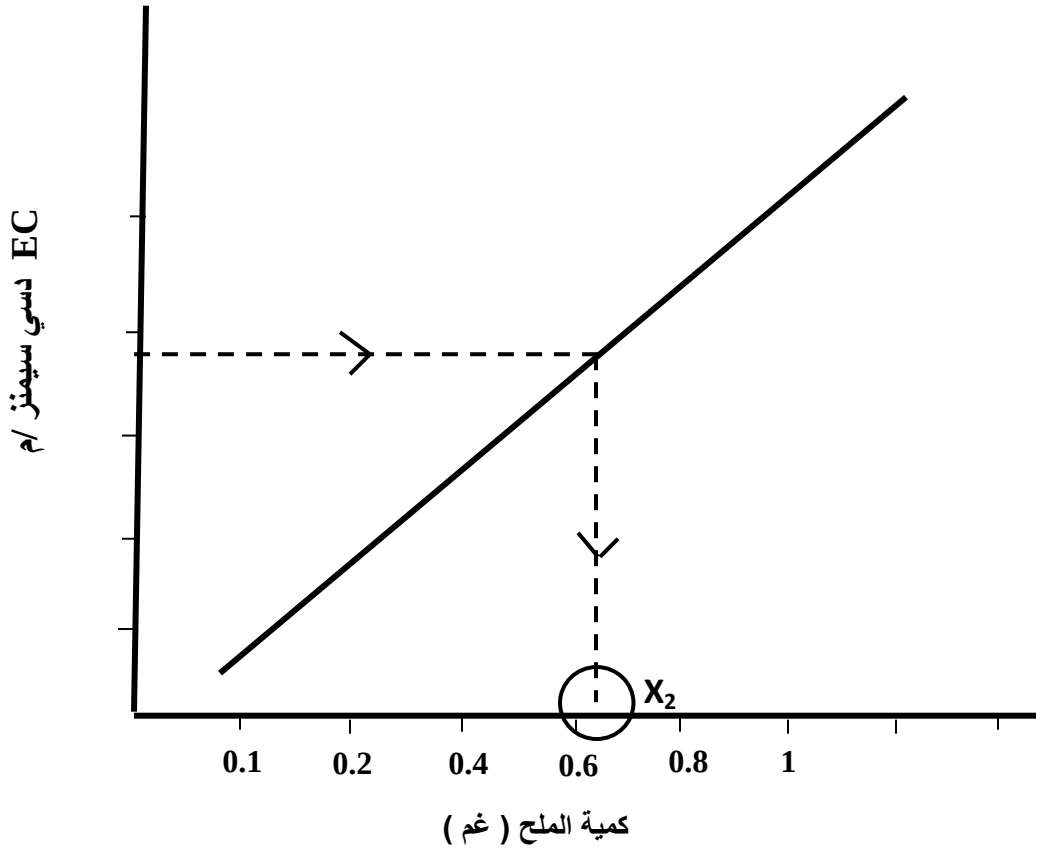
حيث ان :
X_1 : كمية الملح بالغرام الواجب اضافتها للسندانة (المجهول)
Y_1 : وزن التربة بالسندانة بالغرام

X_2 : كمية الملح بالغرام الذي يقابل الـ EC المطلوب - وهذا يتم الحصول عليه من الرسم البياني فمثلا اذا كان المطلوب ايصال التربة بالسندانة الى EC 5 نقوم بتسقيط الرقم 5 على الخط البياني لتحديد قيمة X_2 التي تقابلها على المحور السيني .

Y_2 : وزن التربة بالغرام الذي تم من خلاله رسم العلاقة (في هذه التجربة 20 غم)

Z : السعة الحقلية للتربة (اذا كانت 22% مثلا تكتب 0.22)

1 : 5 نسبة الخلط (20 غم تربة : 100 مل ماء)



تقدير الاملاح الكلية الذائبة في التربة Determination of total soluble salts (T.S.S)

1 – طريقة التجفيف :

تعتمد على تجفيف عينة معروفة الحجم في جفنة ومن ثم وزن الراسب .

أ- يحضر مستخلص تربة 1 : 5 (10 غم تربة + 50 مل ماء مقطر) .

ب- يرج لمدة ربع ساعة ثم يرشح .

ت- يؤخذ 20 مل من الراشح باستخدام الماصة ويوضع في جفنة نظيفة معلومة الوزن .

ث- تجفف العينة على حمام بخاري ثم تنقل الى الفرن وتجفف على 110 مئوي وحتى تمام الجفاف .
ج- تبرد الجفنة في مجفف ثم توزن .

النسبة المئوية للاملاح الكلية في التربة =

$$\text{كمية الاملاح (غم)} \times \frac{\text{الحجم الكلي للمستخلص}}{\text{الحجم المستخدم}} \times \frac{100}{\text{وزن التربة}}$$

كمية الاملاح = وزن الجفنة مع الراسب الملحي - وزن الجفنة فارغة

2 – طريقة التوصيل الكهربائي : (EC) Electrical Conductivity

من المعروف ان الماء النقي ضعيف في توصيله للتيار الكهربائي بينما الماء المحتوي على املاح ذائبة يوصل التيار الكهربائي بدرجة تتناسب مع مايحتوي من املاح لذلك فان التوصيل الكهربائي يعطي فكرة جيدة عن تركيز الاملاح الذائبة .
يقاس التوصيل الكهربائي بوحدات المليموز سم $^{-1}$ وهي عكس المقاومة الكهربائية التي تقاس بالاوم , علما ان المليموز سم $^{-1}$ = 1000 مايكروموز سم$^{-1}$, الوحدة الحديثة للقياس هي دسي سيمنز م$^{-1}$ وهي تساوي مليموز سم $^{-1}$
دسي سيمنز م$^{-1}$ = مليموز سم $^{-1}$

طريقة العمل :

1 – تحضير معلق تربة وماء 1 : 1 .
2 – يرشح المعلق باستخدام قمع بوخنر .
3 – ينقل الراشح الى بيكر ويوضع مفتاح درجة الحرارة في الجهاز (جهاز قياس التوصيل الكهربائي) على الدرجة المساوية لدرجة حرارة المستخلص ثم تغمر خلية التوصيل الكهربائي للجهاز في الراشح وتؤخذ القراءة .
4 – ترفع خلية التوصيل الكهربائي من الراشح وتغسل بالماء المقطر .

يمكن تحويل قراءة التوصيل الكهربائي اعتمادا على العلاقات التالية :

تركيز الاملاح ملغم لتر$^{-1}$ (ppm) = EC (دسي سيمنز م$^{-1}$) × 640
تركيزالاملاح ملمكافئ لتر$^{-1}$ = EC (دسي سيمنز م$^{-1}$) × 10
الضغط الازموزي (atm) = EC (دسي سيمنز م$^{-1}$) × 0.36
النسبة المئوية للاملاح = EC (دسي سيمنز م$^{-1}$) × 0.064

الواجب :

س/ اجريت تجربة لغرض تحضير تربة ملحية وذلك باستخدام 20 غم تربة مع 100 مل ماء مقطر وكانت النتائج كمايلي :

EC (دسي سيمنزم$^{-1}$)	كمية الملح (غم)
0.8	صفر
2	0.1
2.7	0.2
3.8	0.4
5.3	0.8
7.9	1
10	1.2
12	1.5
16	2
18	2.5

فاذا علمت ان وزن التربة في السندانة هو 4 كغم وان السعة الحقلية 28% , احسب :

1 - كمية الملح بالغم الواجب اضافتها الى السندانة للوصول الى EC 4 دسي سيمنز م $^{-1}$

2 – عند زراعة نبات في هذه السندانة – ماهي كمية الماء الواجب اضافتها الى السندانة اذا كان المطلوب الارواء عند 50% من السعة الحقلية ؟

3- احسب التراكيز الملحية السابقة بوحدات ppm ؟

علاقة التربة والماء والنبات
الدرس العملي الثاني
تجربة (1)

عنوان التجربة :

تاثير مستويات مختلفة من ملوحة التربة في نمو محصول الذرة الصفراء *Zea mays* L.

هدف التجربة :

دراسة تاثير الايصالية الكهربائية للتربة (الـ EC) في مؤشرات النمو الخضري لنبات الذرة الصفراء والتي تتضمن :

الكلوروفيل الكلي: يقاس الكلوروفيل الكلي بعد (20) يوم من الزراعة باستخدام جهاز قياس الكلوروفيل بوحدة spad

ارتفاع النبات: يقاس ارتفاع النبات من سطح التربة إلى قمة النبات باستخدام مسطرة قياسية وذلك قبل قلع النباتات.

عدد الاوراق: حساب عدد الاوراق لكل نبات ثم عدد الاوراق لكل سندانه.

المساحة الورقية: حساب المساحة الورقية للنباتات من خلال العلاقة:

المساحة الورقية = طول الورقة × اقصى عرض للورقة × 0.95

تعمق الجذور: قياس اقصى عمق للجذور باستخدام مسطرة قياسية.

الوزن الجاف للنبات: وضع المجموع الخضري والجذري للنباتات كل على حدة في أكياس ورقية في فرن كهربائي على درجة حرارة 70 م° ولمدة 48–72 ساعة لحين ثبات الوزن وتسجيل الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري.

نسبة المجموع الخضري الى المجموع الجذري :

$$\text{نسبة المجموع الخضري الى المجموع الجذري} = \frac{\text{الوزن الجاف للمجموع الخضري}}{\text{الوزن الجاف للمجموع الخضري}}$$

المواد المستخدمة :

1- سنادين بلاستيكية عدد 15سندانة

2- تربة (75 كغم تربة جافة مطحونة ومنخولة بمنخل 2ملم)

3- بذور معتمدة لنبات الذرة الصفراء (تؤمن من مركز بحثي او من مراكز تنقية البذور)

4- ملح NaCL

5- جهاز قياس الايصالية الكهربائية

طريقة العمل :

1 – حضر عدد من السنادين البلاستيكية (15 سندانة)

2 – ضع 5 كغم تربة جافة منخولة في كل سندانة

3 – احسب السعة الحقلية للتربة المستخدمة

4 – احسب كمية الملح الواجب اضافتها الى السنادين السابقة للوصول الى درجة توصيل كهربائي EC : صفر , 2 , 4 , 6 , 8 دسي سيمنز . م$^{-1}$ وبثلاث مكررات لكل درجة توصيل كهربائي

5 – اضف كمية الملح المحسوبة في الخطوة 4 الى كل سندانة واخلطها بشكل متجانس مع التربة .

6 – ازرع 10 بذور من نبات الذرة الصفراء في كل سندانة .

7 – احسب كمية الماء الواجب اضافتها الى كل سندانة عند 75% من السعة الحقلية .

8- وضع النباتات كافة تحت محتوى رطوبي واحد هو75 % من السعة الحقلية طيلة فترة التجربة وتجرى عملية الارواء يوميا باستخدام الطريقة الوزنية عن طريق وزن كل سندانة ثم اضافة الماء الى السندانة لغرض الحصول على الوزن الرطب الاول الذي بدأت به التجربة .

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي الثالث

التاثير الفسيولوجي للاملاح

للترب الملحية تاثيرات متنوعة ومتعددة على المحاصيل الزراعية حيث تعتبر الملوحة احد العوامل الرئيسية المعرقلة للتطور الزراعي وذلك للتاثير السلبي للاملاح على انتاج معظم المحاصيل من الناحيتين الكمية والنوعية .

1 – التأثير غير المباشر للاملاح :

يتحرك الماء من التربة الى خلايا الجذر اذا كان الجهد المائي لمحلول التربة اكبر من الجهد المائي لمحلول الخلية , وكلما زاد تركيز الاملاح الذائبة في محلول التربة انخفض الجهد المائي وبالتالي تقل سرعة دخول الماء الى الجذر وهذا يزيد من احتمال تعرض النبات للجفاف بسبب عدم لحاق عملية الامتصاص بعملية النتح , وتسمى حالة الشد التي يتعرض لها النبات بسبب زيادة تركيز الاملاح في محلول التربة الخارجي بالشد الازموزي .

ان النبات النامي في الترب الملحية يكون معرضا الى نوعين من الشد ,الاول ناتج عن وجود املاح في محلول التربة (الشد الازموزي) والثاني ناتج عن جذب حبيبات التربة للماء وهو مايعرف بالشد الحبيبي

2 – التأثير المباشر للاملاح :

ان دخول الايونات الى النبات بكميات زائدة عن حاجة الخلية يؤثر تاثيرا سلبيا مباشرا في فعالية الخلية ويحدث تغيرا غير اعتيادي في اعمالها الحيوية , وهذا التاثير يفوق التاثير الازموزي الذي تسببه الاملاح (التأثير غير المباشر) .

ان وجود الايونات بكميات زائدة في السايتوبلازم يسبب :

أ- تقليل ترطيب البروتين والانزيمات مما يسبب خللا في اعمال الانزيمات .

ب- انخفاض تصنيع الاحماض النووية DNA , RNA .

ت- زيادة سرعة التنفس مما يزيد من هدم المواد فيقل النمو .

ث- انخفاض سرعة البناء الضوئي .

ج- انخفاض تصنيع البروتين .

3 – التأثير الخاص لبعض الايونات :

بعض الايونات تحدث تأثيرات مباشرة في الخلية تفوق تأثيرات الايونات الاخرى فمثلا :

الفاصوليا الكلوية الحمراء حساسة لـ Mg^{+2} اكثر من الايونات الاخرى

الروز حساس لـ Cl^{-} ----------

الجت الحولي حساس لـ Na^{+} ----------

البنجر السكري حساس لـ Mg^{+2} و Na^{+} ----------

4 – تأثير الاملاح على نقص العناصر :
زيادة بعض الايونات في محلول التربة يؤثر على امتصاص ايونات اخرى فوجود ايونات Na^{+} يؤثر على امتصاص ايونات K^{+} كذلك فان الكلوريد والكبريتات تؤثر على امتصاص الفوسفات .

الاعراض التي تظهر على النباتات النامية في الترب الملحية (استجابة النبات للملوحة) :

1- الاعراض الخارجية :
عموما فان الاجزاء الخضرية اكثر تأثرا بالأملاح الضارة من الجذور وان اهم الاعراض التي تظهر على النباتات النامية في ترب ملحية هي :

أ- تقزم النبات
ب- صغر الاوراق وزيادة سمكها وتلونها بلون اخضر داكن
ت- احتراق حافات الاوراق
ث- ظهور بلورات ملحية على الاوراق
ج- سقوط الازهار والثمار وبالتالي انخفاض الانتاج
ح- قلة تفرعات الجذور

2– الاعراض الداخلية :
تؤثر الاملاح في الطبيعة التشريحية للنبات ومن هذه التأثيرات :

أ- كبر حجم خلايا البشرة وزيادة سمك الجدران الخلوية وتعدد الخلايا العمودية وتضخم العروق ولهذه الاسباب يزداد سمك الورقة .
ب- زيادة عدد الثغور في وحدة المساحة وتميل الثغور الى الغور عن سطح الورقة .
ت- زيادة سمك الطبقة الشمعية المحيطة بالساق .
ث- انخفاض فعالية نسيج الكامبيوم ولا يظهر الخشب واللحاء بشكل واضح .
ج- تكون الجذور ذات خلايا سميكة الجدران يكثر فيها اللكنين وهذا يؤدي الى زيادة مقاومة الجذر لدخول الماء .

تأثير الاملاح في انبات البذور :
انبات البذور هو انتاج بادرات قادرة على النمو بصورة معتمدة على نفسها , وانبات البذور من الناحية الفسيولوجية هو خروج الجذير والرويشة من البذرة وعادة يخرج الجذير اولا .

تتمتع البذور الجافة بقوة امتصاص كبيرة للماء فالبذور الجافة التي تكون نسبة رطوبتها 7% لها قوة سحب ابتدائية للماء مقدارها 965 ض . ج وكلما زادت رطوبة البذور قلت قوة السحب هذه , وان قوة السحب هذه ناتجة من الشد الحبيبي لحبيبات النشا والبروتين داخل البذور وهذا الشد يقل الى الصفر بعد ان تغطى هذه الحبيبات بالماء وبذلك تبدأ فعالية الانزيمات المحللة بتكسير النشا والبرتين وتحويلها الى مواد بسيطة منها السكريات والاحماض العضوية التي تقلل من الجهد الازموزي , لذلك فان البذرة تستمر بالحصول على الماء من المحلول الخارجي نتيجة فرق الجهد الناتج عن الازموزية والايونات الذائبة في خلايا البذرة .
ان كمية الماء وسرعة دخوله الى البذرة تعتمد على فرق الجهد المائي بين محلول الخلية في البذرة والجهد المائي للمحلول الخارجي , وكلما كان الوسط الخارجي مالحا كلما قلل من دخول الماء الى البذرة , بالإضافة الى هذا التأثير للأملاح في خفض الجهد الازموزي فان لها تأثير في فعالية الخلية نتيجة دخول هذه الايونات وتجمعها بشكل غير طبيعي داخل الخلية مما يسبب انخفاض نسبة الانبات .

حساب نسبة الانبات ومعدل انبات البذور:

Coefficient of Velocity of Germination (C.V)

يمكن اتباع المعادلة التالية في حساب معدل انبات البذور :

$$C.V = \frac{A_1 + A_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots Ax}{A_1T_1 + A_2T_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots AxTx} \times 100$$

حيث ان :

C.V : معدل انبات البذور

A : عدد البادرات في اي يوم

T : عدد الايام

اما نسبة الانبات (G) :

$$G\ \% = \frac{L}{S} \times 100$$

حيث ان :

G : نسبة الانبات

L : عدد البادرات

S : العدد الكلي للبذور المزروعة

وعادة يوضع 100 بذرة لنبات ما في طبق بتري petri dish ويضاف لها الماء وتترك لمدة يومين اوثلاثة ايام ثم يحسب عدد البادرات ويعتبر ذلك هو اليوم الاول ثم تحسب البادرات في اليوم الثاني وهكذا .

مثال :

بعد حدوث الانبات لنبات معين , وجد في اليوم الاول 10 بادرات وفي اليوم الثاني 50 بادرة وفي اليوم الثالث 40 بادرة , احسب نسبة الانبات ومعدل انبات البذورالـ C.V علما ان عدد البذور المزروعة هي 100بذرة ؟

$$G\ \% = \frac{L}{S} \times 100$$

$$G\ \% = \frac{10 + 50 + 40}{100} \times 100$$

$$G\ \% = \%100$$

$$C.V = \frac{A_1 + A_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ Ax}{A_1T_1 + A_2T_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ AxTx} \times 100$$

$$C.V = \frac{10 + 50 + 40}{10 \times 1 + 50 \times 2 + 40 \times 3} \times 100$$

$$C.V = 43\%$$

علاقة التربة والماء والنبات
الدرس العملي الرابع
تجربة مختبرية (2) + تجربة مختبرية (3)

تجربة (2)

عنوان التجربة :

دراسة تأثير نوع ماء الري في نسبة ومعدل انبات بذورالحنطة والشعير

هدف التجربة :

دراسة تاثير درجة ملوحة ماء الري في نسبة ومعدل انبات بذورالحنطة والشعير

المواد المستخدمة :

1- اطباق بتري

2- قطن

3- بذور معتمدة لنباتي لحنطة والشعير (تؤمن من مركز بحثي او من مراكز تنقية البذور)

4- ملح NaCL

5- جهاز قياس الايصالية الكهربائية

طريقة العمل :

1 – حضر عدد من اطباق بتري النظيفة (42 طبق)

2 – ضع كمية مناسبة من القطن او ورق النشاف اسفل كل طبق

3 – ضع 50 بذرة حنطة في كل طبق ووزعها بشكل منتظم

4- حضر ماء ري بتراكيز مختلفة من الملوحة (صفر ,2 ,4 , 6 , 8 , 10 , 15 دسي سيمنز . م$^{-1}$)

اعتمادا على القانون التالي :

تركيز الاملاح ملغم لتر$^{-1}$ (ppm) = EC (دسي سيمنز م$^{-1}$) × 640

4 – اروي كل طبق من الاطباق باحد التراكيز السابقة من ماء الري ، طبق التجربة بثلاث مكررات ، فيكون عدد الاطباق لنبات الحنطة 21 طبق : 7 انواع ماء ري × 3مكررات = 21 طبق

5 – كرر الخطوات السابقة ولكن باستخدام بذور الشعير ، عدد اطباق الشعير 21 طبق

احسب :

1 – نسبة الانبات لكل طبق

2 – معدل انبات البذور الـ C.V لكل طبق

3 – ناقش تأثير زيادة التركيز الملحي على نسبة وسرعة الانبات لكلا النباتين وايهما اكثر مقاومة للتراكيز الملحية الحنطة ام الشعير ؟

تجربة(3)

عنوان التجربة :

تاثير عملية التقسية في نسبة ومعدل انبات بذورالحنطة

هدف التجربة :

دراسة تاثير نقع بذور الحنطة بمحلول كلوريد الكالسوم قبل زراعتها في نسبة ومعدل انبات هذه البذور

المواد المستخدمة :

1- اطباق بتري

2- قطن

3- بذور معتمدة لنبات لحنطة

4- ملح كلوريد الصوديوم $NaCL$

5- ملح كلوريد الكالسيوم $CaCL_2$

طريقة العمل :

1. حضر عدد من اطباق بتري النظيفة (6 اطباق)
2. ضع كمية مناسبة من القطن او ورق النشاف اسفل كل طبق
3. حضر محلول ملحي لكلوريد الصوديوم 1%
4. حضر محلول ملحي لكلوريد الكالسيوم 1%
5. اغمر بذور الحنطة في محلول كلوريد الكالسيوم 1% لمدة ساعة .
6. ضع 25بذرة حنطة سبق غمرها بمحلول كلوريد الكالسيوم في كل طبق
7. ضع 25بذرة حنطة غير معاملة بمحلول كلوريد الكالسيوم في كل طبق
8. كرر كل طبق ثلاث مرات فيصبح العدد 6 اطباق
9. اروي الاطباق الستة بمحلول كلوريد الصوديوم 1% ، راقب انبات البذور في كل طبق واحسب نسبة الانبات ومعدل سرعة الانبات .

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي الخامس

العوامل المؤثرة على استجابة النبات للملوحة

أ – عوامل التربة :

1- خصوبة التربة :

تظهر اعراض الملوحة عادة في الترب غير الخصبة حيث تكون هذه الاعراض مضاعفة بسبب نقص العناصر وقد تحدث زيادة بعض العناصر الغذائية تاثيرا عكسيا في مقاومة النبات للملوحة , فزيادة التسميد النتروجيني يقلل من مقاومة القطن والذرة الصفراء للملوحة .

2- المحتوى الرطوبي للتربة :

شدة تاثير الاملاح تتناسب مع تركيزها وليس كميتها , فبعد الري مباشرة يقل تركيز الاملاح لزيادة المحتوى الرطوبي , وعندما يتبخر الماء من التربة اونتيجة عملية النتح تقل كمية الماء في التربة فيزداد التركيز وبذلك تتعرض النباتات الى ظروف مختلفة رغم بقاء كمية الاملاح ثابتة في التربة , وباختلاف الرطوبة يتغير التاثير الازموزي وكذلك الجهد الحبيبي للتربة وكلاهما يؤثر في نمو النبات .

3- الماء الارضي وعدم تجانس الاملاح في منطقة نمو الجذور :

ارتفاع مستوى الماء الارضي ووصول الجذر اليه وامتصاص الماء منه مع مابه من املاح سوف يزيد من التاثير السلبي للاملاح ويعجل من ظهور الاعراض على النبات .

4- درجة حرارة التربة :

كلما قلت درجة حرارة التربة تزداد لزوجة الماء وتزداد مقاومة الجذر لحركة الماء فيزداد تاثير الشد الناتج عن وجود الاملاح .

5- تهوية التربة :

يزداد تاثير الاملاح مع سوء التهوية , وسوء التهوية امر شائع في الترب الثقيلة ذات المحتوى الرطوبي العالي مما يسبب حدوث التنفس اللاهوائي فيزداد تركيز ايونات الكاربونات ويتجمع الكحول فتزداد مقاومة الجذر لحركة الماء ويقل نشاطه في امتصاص العناصر الغذائية .

ب – عوامل النبات :

1. اختلاف الاصناف : تختلف الاصناف في مقاومتها للملوحة , ففي نبات فول الصويا مثلا يتراوح التركيز السمي بين 1500 ppm للاصناف الحساسة و30000 ppm للاصناف المقاومة .

2. مرحلة النمو :

تؤثر الملوحة في جميع مراحل النمو ولكن حساسية النبات للملوحة تختلف من مرحلة الى اخرى , فالرز مثلا مقاوم في مرحلة الانبات وحساس للملوحة في مرحلة البادرات بينما الطماطة والقطن فانهما اكثر حساسية للملوحة خلال مرحلة البادرات ثم تقل حساسيتهما خلال مرحلة النمو الخضري .

ج- تاثير الظروف البيئية :

تتأثر مقاومة النبات للملوحة بتغير الظروف البيئية المحيطة وبما ان الاملاح تزيد من الشد المائي للنبات فان الحرارة المرتفعة والرطوبة الواطئة تسبب زيادة النتح فتزيد من الشد المائي الذي يتعرض له النبات , كذلك فان الحرارة المرتفعة تزيد من سرعة دخول ايونات الاملاح الى النبات فيزداد التاثير الضار للاملاح كما ان الضوء الشديد يزيد من التاثير الضار للاملاح نتيجة زيادة عملية النتح .

د- المواد المضافة :

يمكن تقليل التاثير السلبي الذي يظهر على النبات والناتج عن زيادة بعض الايونات في التربة باضافة ايونات اخرى فالتاثير السلبي لايونات الصوديوم على النبات يمكن تقليله باضافة ايونات الكالسيوم , فقد وجد ان معاملة بذور الحنطة بمحلول كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ تركيز 1% قبل انباتها في محلول ملحي من كلوريد الصوديوم NaCl تركيز 1% يزيد من نسبة الانبات بمقدار 72% عن البذور غير المعاملة ويزيد من مقاومتها للملوحة .

تقسيم النباتات حسب مقاومتها للملوحة :

أ- نباتات ملحية : Halophytes

وتقسم الى :

1- ملحية اجبارية : وهي النباتات التي لاتنمو جيدا ولاتكتمل دورة حياتها الى بوجود الاملاح مثل الاشنات التي لاتنمو الا عندما يكون تركيز الاملاح 5 - 9 % .
2- ملحية اختيارية : وهذه النباتات تنمو في الترب الملحية وغير الملحية مثل بعض الاعشاب الافريقية .

ب – نباتات غير ملحية : Glycophytes

وهي نباتات المياة الحلوة وتكون حساسة للملوحة وتتدرج من نباتات شديدة الحساسية مثل الجزر الى نباتات مقاومة نسبيا مثل القطن .

طرق مقاومة الملوحة :

1- التحاشي : Avoidance

نباتات هذه المجموعة لاتقاوم الملوحة كما يسبب تجمع ايونات الاملاح في انسجتها تاثيرا سيئا في نمو النبات , ولكن هذه النباتات تمتلك بعض الوسائل التي تساعدها في خفض تركيز الايونات داخل خلاياها بصورة مستمرة ومن هذه الوسائل :

أ – التخلص من الملح الفائض وطرحه خارج النبات :

بعض النباتات لها القابلية على التخلص من الاملاح الزائدة عن حاجتها وذلك بخزنها في مناطق خاصة ثم طرحها خارجا , والتخزين قد يكون في الجذور كما في نباتات الفاصوليا حيث تخزن الاملاح في الفجوات الخلوية وذلك لمنع انتقالها الى الخشب الناقل , وقد يكون الخزن في الاوراق حيث يطرح منها عن طريق غدد خاصة تسمى (الغدد المثانية) التي تحتوي على تراكيب متخصصة تمكنها من امتصاص الاملاح بصورة فعالة , كما ان الخزن قد يكون في شعيرات خاصة او في الاوراق القديمة وبسقوط هذه الاجزاء يستطيع النبات التخلص من الاملاح .

ب – قلة امتصاص الايونات من قبل الجذور :

تختلف جذورالنباتات في قابليتها لامتصاص الايونات رغم نمو هذه النباتات في نفس التربة , فبعض النباتات المتحاشية تمتص كميات قليلة من الايونات الضارة والسبب يعود الى القابلية الانتقائية العالية لبعض الجذور وكذلك قدرة الجذور على النمو اسفل منطقة الاملاح .

ت – تخفيف تركيز الاملاح الداخلة الى النبات :

يصبح تركيز الاملاح ضارا اذا زاد تركيزها في مناطق وجودها , وللتغلب على التاثير الضار فان على النبات المحافظة على بقاء تركيز الاملاح ثابتا في خلاياه ويتم ذلك عن طريق :

1- النمو السريع للنبات بحيث يضيف انسجة جديدة بسرعة يمكنها استيعاب الاملاح الداخلة مثل بعض اصناف الشعير السريعة النمو 2 – زيادة عصارة الخلايا الحشوية وبزيادة حجم هذه الخلايا يزداد محتواها من الماء ويحدث تخفيف للاملاح الداخلة .

2- المقاومة : Tolerance

التحاشي هو دخول الاملاح الى داخل النبات ولكن النبات يحاول التخلص من هذه الاملاح او ابقاء تركيزها منخفضا بشكل لايؤدي الى هلاك النبات , اما المقاومة فهي المواجهة المباشرة حيث يمكن لخلايا نباتات هذه المجموعة من القيام بفعالياتها رغم التراكيز المرتفعة من الايونات , ولاتعرف ميكانيكية هذه المقاومة وقد اقترح ان سبب المقاومة يعود الى عدم تحلل جسيمات الرايبوسوم كما وجد بان الايونات في خلايا النباتات المقاومة تكون غير حرة حيث تكون رابطة كيميائية مع بعض المواد العضوية.

وتقسم النباتات حسب مقاومتها للملوحة الى :

1. محاصيل حساسة : هي المحاصيل التي لايتاثرانتاجها عندما يكون الـ EC لمحلول التربة اقل من 1.5 دسي سيمنز . م$^{-1}$ ولكن انتاجيتها تقل الى الصفرعندما يكون التوصيل الكهربائي 8 دسي سيمنز . م$^{-1}$مثل التفاح.
2. محاصيل معتدلة الحساسية : هي المحاصيل التي لايتاثر انتاجها عندما يكون الـ EC لمحلول التربة بين 1.5- 3 دسي سيمنز . م$^{-1}$ ولكن انتاجيتها تقل الى الصفرعندما يكون التوصيل الكهربائي 16 دسي سيمنز . م$^{-1}$مثل اللهانة .
3. محاصيل معتدلة المقاومة : هي المحاصيل التي لايتاثر انتاجها عندما يكون الـ EC لمحلول التربة بين 3-6 دسي سيمنز . م$^{-1}$ ولكن انتاجيتها تقل الى الصفرعندما يكون التوصيل الكهربائي 24 دسي سيمنز . م$^{-1}$مثل الشوندر .
4. محاصيل مقاومة : هي المحاصيل التي لايتاثر انتاجها عندما يكون الـ EC لمحلول التربة بين 6- 10 دسي سيمنز . م- ^{1} ولكن انتاجيتها تقل الى الصفرعندما يكون التوصيل الكهربائي 32 دسي سيمنز . م- ^{1}مثل الشعير.
5. نباتات مقاومة جدا : لاتنتمي نباتات المحاصيل الى هذه المجموعة وهذه النباتات لايتاثر النتاجها في ترب ملحية تزيد بها قوة التوصيل الكهربائي عن 10 دسي سيمنز .م $^{-1}$.

التقسية : Hardening

وجد ان معاملة بذور بعض النباتات بمحلول كلوريد الصوديوم يزيد من مقاومة البادرات والنباتات الناتجة للملوحة فمثلا معاملة بذور الذرة الصفراء بمحلول كلوريد الصوديوم تركيز 3% ثم معاملتها بمحلول كلوريد المغنيسيوم 0.2% زادت من مقاومة النباتات الناتجة للملوحة .

اساليب الزراعة المستخدمة للتغلب على ملوحة التربة :

1- الغسل والبزل :

يجب ان يكون هناك توازن بين كميات الاملاح التي تضيفها مياة الري وبين كميات الاملاح الخارجة مع مياة البزل اي ان كمية الاملاح الخارجة مع مياة البزل يجب ان تكون مساوية او اقل بقليل من الكميات المضافة مع مياة الري , اما البزل فيجرى لخفض مستوى الماء الارضي الى عمق مناسب لابقاء توازن مناسب للاملاح وتوفير تهوية مناسبة في مناطق الجذور .

2- طرق الزراعة لتقليل التاثير الضار للملوحة :

أ- البذار : ينصح بعدم زراعة البذور في قمة المرز في الاراضي الملحية حيث ان الماء الذي يحمل الاملاح يصعد الى قمة المرز بالخاصية الشعرية وعندما يتبخر الماء تترسب الاملاح على قمة المرز بكميات كبيرة تصل الى 5- 10 اضعاف نسبة الاملاح الاصلية في التربة , لذا يفضل زراعة البذور على جانب اوجانبي المرزوليس على قمته .

ب- تحسين الصفات النوعية لمياة الري : يمكن تحسين مياة الري التي تحتوي على كميات مرتفعة من ايونات الصوديوم باضافة الكالسيوم اليها وذلك باستخدام الجبس , كما يمكن خلط مياة الري المالحة اثناء جريانها في الحقل مع مياة اقل احتواءا للاملاح .

ت- طريقة الري وعدد الريات : يزداد التاثير الضار للاملاح كلما قل محتوى التربة من الماء حيث يزداد تركيز الاملاح ويزداد التاثير الازموزي فتتعرض النباتات للجفاف , ومن الضروري ان لايقل محتوى التربة من الماء عن 70%من السعة الحقلية في الترب الملحية , والري بالرش افضل من الري السيحي حيث ان عملية الري بالرش تضمن توزيع الماء بشكل منتظم في جميع اجزاء الحقل المرتفعة منها والمنخفضة كما ان الرش يخفض من مستوى الماء الارضي ويزيد من كفاءة الماء في الانتاج الزراعي

ث- استعمال الاسمدة : يقل امتصاص العناصر الغذائية من قبل النبات في الترب الملحية لعدة اسباب منها قلة نمو المجموع الجذري للنبات وقلة امتصاص الماء وبالتالي بطأ سرعة الايونات كذلك ترسيب بعض الايونات مثل الفسفور , وفي نفس الوقت تتطلب الاراضي الملحية اضافات مستمرة من الاسمدة وذلك لكثرة الغسل في هذه الترب , ان استعمال الاسمدة في الترب الملحية يجب ان يكون معتدلا بحيث لايزيد عن حاجة النبات فيسبب زيادة تركيز محلول التربة كما ان الكميات المستعملة يجب ان تعوض النقص الحاصل في خصوبة التربة من جراء الغسل المستمر , كما يفضل اضافة هذه الاسمدة بطريقة الرش المباشر على الاوراق كذلك يفضل استخدام الاسمدة العضوية في الترب الملحية لأنها تحسن من صفات التربة الفيزيائية بزيادة نفاذيتها فتسهل غسل الاملاح وتقلل من حركة الماء الى اعلى بالخاصية الشعرية .

ج- زيادة مقاومة النباتات : وذلك بنقع البذور لزيادة محتواها من الرطوبة قبل زراعتها او بمعاملتها بمحاليل ملحية مختلفة التركيز مثل NaCl, KCl .

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي السادس

الماء وكفاءة استعمال الماء

رغم ان كميات الماء التي يحتاجها النبات لاداء فعالياته الحيوية قليلة نسبيا وهي تشكل اقل من 5% من الماء الكلي الممتص خلال فترة زمنية معينة الا ان الرطوبة تلعب دورا مهما في النمو النباتي وانتظامه وهي تعتبر عاملا محددا للانتاج حيث ان النبات يحتاج الى الماء خلال جميع اطوار نموه .

ان نقص الماء يقلل من نمو النبات وذلك من خلال تاثيره على العمليات الحيوية فنقصه يقلل من النمو من خلال تقليل استطالة الخلية ويؤثر على عملية التركيب الضوئي بسبب غلق الثغور وبالتالي خفض امتصاص الماء والذي بدوره يؤثر على عملية امتصاص العناصر الغذائية وعملية التنفس كما ان نقص الماء يؤثر على العمليات الفسيولوجية للجذور وذلك بالحد من استطالتها وانتفاخها وعدد شعيراتها الجذرية

يمكن ايجاز اهمية الماء للنبات بالنقاط التاية :

1. يدخل في تركيب البروتين والاحماض الامينية والكربوهيدرات والانزيمات .
2. يعتبرالماء القوة الاختزالية في عملية التركيب الضوئي فجزيئة الماء تشترك مباشرة في عملية التركيب الضوئي حيث ان الهيدروجين الناتج من تحلل الماء يستعمل كمصدرا الكترونيا في عملية اختزال CO_2 بالاضافة الى دور الماء في التفاعلات الاخرى داخل الخلية مثل تفاعلات التحلل المائي .
3. يعمل الماء كسند او دعامة وذلك عن طريق الضغط الانتفاخي للنبات وبدون الماء يتهدم هيكل النبات .
4. يعتبر الماء نظاما ناقلا داخل النبات كذلك فان العناصر الغذائية تتوزع من التربة الى اجزاء النبات بواسطة الماء عبر اوعية الخشب .
5. الماء مذيب عام لاغلب المواد الموجودة في الخلية وبدون ذوبان هذه المواد يصعب دخولها في اي تفاعل حيوي .
6. للماء دور مهم في تنظيم حرارة النبات من خلال عملية النتح .

تقسم النباتات حسب احتياجها الى الماء الى :

1- النباتات المائية : Hydrophytes

وهي النباتات التي تستطيع العيش في الماء اوفي ترب رطبة جدا مثل الرز والبردي .

2- نباتات المناطق المعتدلة : Mesophytes

وهي النباتات التي تنمو جيدا عند توفر كميات مناسبة من الماء مثل اغلب النباتات كالحنطة .

3- نباتات المناطق الجافة : Xerophytes

وهي النباتات التي تستطيع العيش في الظروف الجافة مثل النباتات الصحراوية كالصبير .

يؤثر ماء التربة على كمية امتصاص العناصر الغذائية فعندما تتوفر الرطوبة بكمية مناسبة يتحسن استغلال العناصر الغذائية وبالتالي تزداد كفاءة استعمال الماء كذلك فان ماء التربة يؤثر في نمو النبات بصورة غير مباشرة وذلك بالتاثير في فعالية احياء التربة المجهرية .

كفاءة استعمال الماء : Water use efficiency (WUE)

تقاس كفاءة استخدام الماء للنباتات المختلفة اواصناف هذه النباتات بعدة طرق , وان اعتماد احد هذه الطرق يتوقف على الغرض من اجراء هذه الحسابات , وابسط هذه الطرق تتم عن طريق قياس عدد وحدات الماء المستهلكة اللازمة لانتاج وحدة واحدة من وزن النبات الجاف وفي هذه الحالة يقاس وزن اوحجم الماء الكلي المفقود من التربة ومن النبات وكمايلي :

$$\text{كفاءة استهلاك المياة (WUE)} = \frac{\text{عدد وحدات الماء المستهلكة}}{\text{عدد وحدات المادة الجافة الناتجة}}$$

$$\text{وقد تكون النسبة بالعكس اي} \frac{\text{عدد وحدات المادة الجافة الناتجة}}{\text{عدد وحدات الماء المستهلكة}}$$

وقد تحسب كفاءة استهلاك المياة نسبة الى الحاصل الاقتصادي الذي قد يكون بذور او ثمار اومادة جافة :

$$\text{كفاءة استهلاك الماء (WUE)} = \frac{\text{الناتج او الحاصل الاقتصادي}}{\text{عدد وحدات الماء المستهلكة}}$$

تتراوح كفاءة النباتات في استهلاك المياة بين 200- 500 في النباتات الكفوءة وتزداد الى اكثر من 2000 في النباتات ذات الكفاءة الواطئة , وهناك نباتات تصل كفاءتها الى 40 – 50 وحدة ماء لكل وحدة من المادة الجافة كنبات الاناناس .

ان كفاءة استعمال المياة هي كمية غير ثابتة حيث تتغير تبعا للعوامل التالية :

1. الظروف البيئية : فمثلا تزداد كفاءة النبات في استهلاك المياة بزيادة الرطوبة حيث تقل عمليات النتح .

2. التسميد : حيث يزيد التسميد الجيد والمناسب من كفاءة استهلاك المياة .
3. عمق الجذور : فتعمق الجذور يزيد من كفاءة استهلاك المياه .
4. الكثافة النباتية : الكثافة النباتية تزيد من كفاءة استهلاك المياة الى حد معين حيث تزداد تغطية الارض وتنتج مادة جافة اكثر , النباتات الصحراوية Xerophytes ذات كفاءة قليلة ليس بسبب سرعة النتح ولكن بسبب التبخر حيث ان كثافتها في المتر المربع قليلة لان النباتات متباعدة فيزداد التبخر من سطح التربة فتكون كفاءتها حوالي 977- 1035.

ولان الكثافة النباتية تؤثر في الحسابات بالطريقة السابقة فيفضل قياس كفاءة النباتات من حيث النتح اي قياس كفاءة النتح وهذا يحسب كمايلي :

$$\text{كفاءة النتح} = \frac{\text{عدد غرامات المفقودة بالنتح}}{\text{وزن النبات الجاف بالغرام}}$$

وفي هذه الحالة تحسب الكمية المتبخرة وتطرح من كمية الماء المفقودة بالنتح والتبخر , وهذه الطريقة اصعب في القياس ولكنها افضل من الطريقة السابقة .

ادارة التربة ودورها في زيادة كفاءة استعمال المياة :

يمكن زيادة كفاءة استعمال المياة من قبل النبات عن طريق زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وتقليل الجريان السطحي عن طريق :

1. الحراثة : تزيد من خشونة السطح فتقلل سرعة السيح وتزيد المسامية كما ان الحراثة العميقة تفتت الطبقات الصلدة التحت سطحية والتي تعيق من عملية دخول الماء الى اعماق التربة .
2. استعما ل مصلحات التربة لزيادة تجمعات حبيبات التربة فتزداد المسامية ويزداد غيض الماء .
3. المحافظة على الغطاء النباتي يقلل من سيح الماء وتعرية التربة وزيادة كمية الماء التي تحتفظ بها التربة .
4. استخدام نظام الدورات الزراعية مما يؤدي الى زيادة مادة التربة العضوية وزيادة معدل تجمعات التربة .
5. تقليل التبخر من التربة باستخدام المواد العازلة مثل ترك بقايا النباتات بعد عملية الحصاد واستخدام المواد البتروكيمياوية التي توضع على سطح التربة للتقليل من فقد الماء بالتبخر .
6. خصوبة التربة : النبات الذي ينمو في تربة خصبة له مقدرة اكبر على امتصاص الماء من حجم اكبر من التربة مقارنة بالنبات الذي ينمو في تربة تعاني من نقص العناصر الغذائية .

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة بالماء والنبات

الدرس العملي السابع

عملية النتح وعلاقتها بالماء والتربة

من المعلوم ان جميع النباتات تحتاج الى كميات كبيرة من الماء خلال فترة نموها , وان معظم هذا الماء يفقد بعد امتصاصه بفترة قصيرة دون ان يكون له اي دور في التفاعلات الكيميائية او المكونات البيولولوجية للخلية ويطلق على عملية فقدان الماء من النبات على صورة غاز بالنتح

النتح : Transpirationعملية فقدان الماء من الاجزاء الخضرية للنبات على هيئة بخار وتحدث هذه العملية نتيجة فرق الجهد بين الهواء وسطح النبات .
جميع اجزاء النبات المعرضة للهواء تفقد الماء كالاوراق والازهار والثمار والسيقان الا ان للاوراق النصيب الاكبر في عملية النتح وذلك بسبب كبر المساحة السطحية للاوراق مقارنة ببقية اجزاء النبات , لذلك ارتيط اسم النتح بالاوراق .

انواع النتح : Transpiration Kinds

1 – النتح الثغري : Stomatal Trans.
وهو تبخر الماء عن طريق الثغور الموجودة في بشرة الورقة , وهذا النوع من النتح يشكل 95% من النتح الكلي , وتتحكم هذه الثغور بكمية الماء الخارجة فعندما تذبل الاوراق تقل فتحات الثغور اوتغلق كليا فيقل اويتوقف تبخر الماء عن هذا الطريق .

2- النتح الادمي : Cuticular Trans.
وهو تبخر الماء مباشرة من خلال بشرة الورقة عبر الطبقة الشمعية المغلفة لسطح البشرة الخارجي , وتختلف نسبة الماء المفقود عن هذا الطريق تبعا لاختلاف سمك ونفاذية الادمة اوالكيوتكل (وهي طبقة شمعية اودهنية تغطي سطح الورقة) حيث تقل النسبة بزيادة السمك – يكون الكيوتكل اثر سمكا في النباتات الصحراوية ويقل في المعتدلة والرطبة ويزداد هذا النتح في الليل عندما يقل اويتوقف النتح الثغري .

3- النتح العديسي : Lenticular Trans.
وهو تبخر الماء عن طريق عديسات السيقان والافرع (الشقوق والفتحات الصغيرة الموجودة في الانسجة الفلينية التي تغلف سيقان الاشجار) ونسبته قليلة تبعا للمساحة السطحية , وهذا النوع من النتح يزداد في الخريف لان الورقة الساقطة تترك طبقة من الخلايا الحشوية معرضة للظروف البيئية السائدة قبل ان تغطيها الطبقة الفلينية بعد فترة من سقوط الورقة .

يقاس النتح بعدد غرامات الماء المفقودة من مساحة سطحية محدودة للاوراق في وحدة الزمن , وهذه الكميات غير ثابتة فهي تختلف حسب عمر النبات والكثافة النباتية والظروف السائدة .

اهمية النتح في حياة النبات :

سلبيات النتح :

يسبب النتح حدوث الشد المائي في النباتات النامية في المناطق الجافة وفي اوقات الظهيرة الحارة وذلك لزيادة سرعة الفقد على سرعة امتصاص الماء من التربة , فالنتح هو السبب في عدم امكانية زراعة كثير من المحاصيل بشكل اقتصادي في المناطق الجافة حيث يفقد النبات حوالي 95% من الماء الممتص بعملية النتح .

ايجابيات النتح :

أ – تبريد الاوراق : في ايام الصيف الحارة تزداد حرارة الورقة وبحدوث النتح تفقد الورقة بعض حرارتها , فتبخر غرام واحد من الماء يحتاج الى 600 سعرة حرارية وهذه الحارة تستمد من الورقة .

ب – امتصاص العناصر الغذائية وانتقالها :

كان الاعتقاد السائد بان العناصر الغذائية تدخل الى النبات وتنقل الى الاجزاء العليا من النبات مع النسغ الصاعد او مايسمى (ماء النتح) , لكن حديثا تبين ان الجذر يمتص الايونات بالامتصاص النشط ولكنه غير قادر على امتصاص الايونات البعيدة ولكن بحركة الماء (نتجة عملية النتح) الى الجذر حاملا معه الايونات من مناطق بعيدة الى مناطق الامتصاص القريبة يكون الماء قد ساهم في امتصاص الايونات , وبعد دخول الايونات الى خلايا الجذر وانتقالها الى اوعية الخشب الناقل تنقل الى الاعلى مع حركة ماء النتح الى الاعلى .

ج – أهمية النتح في النمو : ان النتح ضروري للنمو وذلك لانه يخفض الجهد المائي في خلايا النبات وبالتالي يقلل من الضغط الانتفاخي للخلايا ليجعلها اكثر ملائمة للنمو.

علاقة الاوراق بالنتح :

1 – المساحة الورقية وترتيب الاوراق على السيقان :

العلاقة طردية بين المساحة الورقية والنتح كذلك تتاثر سرعة النتح بترتيب ألاوراق على السيقان فالاوراق التي يكون ضوء الشمس عموديا عليها تكون درجة حرارتها اكثر من الاوراق الموازية لاشعة الشمس .

2 – سطح الورقة : وجود الكيوتكل ودرجة صقل الورقة ووجود الزغب اوالشعيرات كلها تؤثر في سرعة النتح , فسمك الكيوتكل يزداد في المناطق الجافة وبالتالي يقل النتح بينما يزداد النتح في المناطق المعتدلة لعدم سماكة الكيوتكل ويزداد اكثر في المناطق الرطبة لعدم وجود كيوتكل كامل التكوين , اما الاوراق الصقيلة اللامعة فهي تعكس نسبة عالية من ضوء الشمس وبالتالي فان درجة حرارتها لاترتفع , اما الزغب والشعيرات الموجودة على سطح الورقة فهي اما ميتة اوحية , فالشعيرات الميتة تقلل من النتح لانها تعيق حركة الهواء وتزيد من سمك طبقة الهواء المشبع حول الاوراق كما في السفرجل .

3 – تركيب الورقة :

ان اوراق نباتات المناطق الجافة محاطة بكيوتكل سميك وجدران متثخنة والثغور عميقة وغائرة في نسيج الورقة لتقليل فقدان الماء عن طريق النتح على عكس نباتات المناطق المعتدلة التي لاتمتلك هذه المواصفات .

العوامل المؤثرة على سرعة النتح :

1- العوامل الداخلية :

مثل عدد الثغور وعدد الاوراق ومساحة الورقة ونسبة المجموع الجذري/ المجموع الخضري .

2- العوامل الخارجية :

أ – شدة الضوء : حيث تفتح الثغور في الضوء وتغلق في الظلام .

ب – درجة حرارة الهواء : ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة فرق الجهد بين الهواء الخارجي والداخلي للورقة مما يزيد من سرعة النتح .

ت – الرطوبة النسبية : هي النسبة بين كمية بخار الماء الفعلية في الهواء في درجة حرارة معينة الى اقصى كمية يمكن ان يحملها الهواء عندما يكون مشبعا عند نفس الدرجة , ويختلف بخار الماء اللازم للاشباع باختلاف درجات الحرارة

ث- الرياح : زيادة سرعة الرياح بشكل معقول يؤدي الى زيادة النتح اما اذا زادت اكثر فانها تؤدي الى فقدان الماء بسرعة من الاوراق فتغلق الثغور وتقل سرعة النتح .

ج- سرعة امتصاص الماء من التربة :

تتاثر سرعة النتح بسرعة تزويد الماء الى اجزاء النبات الخضرية , فاذا كان امتصاص الماء سريعا فسوف يتحكم بالنتح العوامل البيئية المحيطة بالجزء الخضري , اما اذا كانت سرعة الامتصاص محدودة فسوف يتحكم بالنتح ظروف التربة , ان سرعة امتصاص الماء تتاثر بـ

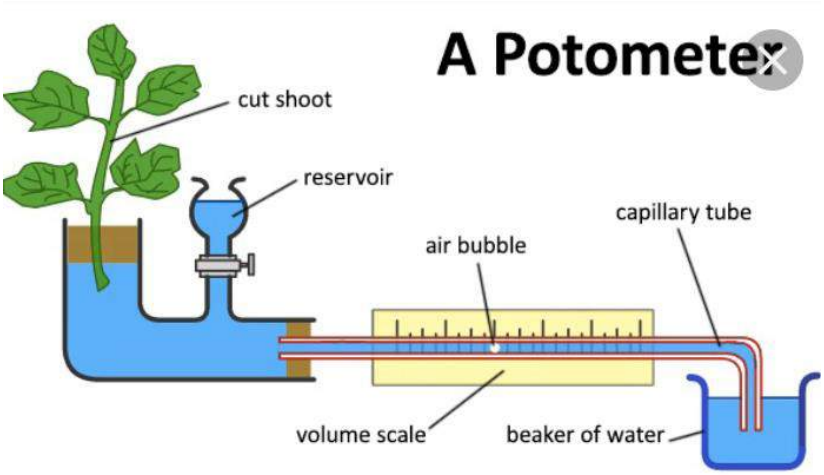
1- توفر ماء التربة 2- درجة حرارة التربة

3- تهوية التربة 4- تركيز محلول التربة او الجهد الازموزي .

طرق قياس النتح :

1- طريقة البوتوميتر Potometer

وهي مبنية على اساس ان معدل امتصاص الماء يساوي تقريبا معدل النتح ,الجهاز عبارة عن انبوب زجاجي عريض من احد طرفيه ودقيق من الطرف لاخر ويتصل به خزان قمعي ذو صمام .



يملأ الجهاز بالماء وتستبعد كافة الفقاعات وذلك بادارة صمام خزان الماء ثم يثبت النبات او جزء منه باحكام في الجهة العريضة , تدخل فقاعة هوائية من الجهة الدقيقة المدرجة ثم تغمس هذه النهاية في حوض الماء وعند حدوث النتح سوف تتحرك الفقاعة باتجاة النبات , وتعتمد سرعة حركتها على سرعة النتح ويمكن معرفة كمية النتح من حساب الزمن والمسافة التي قطعتها الفقاعة وقطر الانبوب . من مساوئ هذه الطريقة انها تقيس معدل امتصاص الماء وليس معدل النتح .

2- طريقة ورقة كلوريد الكوبلت :

تعتمد على تغير لون كلوريد الكوبلت الازرق (عندما يكون جاف) الى اللون الوردي (عندما يترطب بالماء) , وتجرى الطريقة بتشبيع ورقة ترشيح بمحلول كلوريد الكوبلت 3% ثم تترك لتجف بعد ذلك تغطى الورقة النباتية بورقة كلوريد الكوبلت ثم تغطى ورقة كلوريد الكوبلت بلوح زجاجي من الجهة الخارجية لمنع اثر رطوبة الجو , نلاحظ بعد فترة تحول لون ورقة كلوريد الكوبلت من الازرق الى الوردي نتيجة تبخر الماء من سطح الورقة .

من مساوئ هذه الطريقة هو عدم امكانية استخدامها بالتقدير الكمي للنتح بسبب تاثير الرطوبة الجوية وتاثير اللوح الزجاجي حيث تكون الظروف غير طبيعية لعملية النتح .

3- طريقة الوزن :

وهي طريقة بسيطة وتجرى على النباتات المزروعة في سنادين وذلك بتغطية سطح التربة وجدران السندانة بطبقة من الشمع او ورق الالمنيوم حتى لايفقد الماء الا عن طريق المجموع الخضري ثم يوزن النبات مع السندانة على اوقات مختلفة ويسجل مقدار الفقد في الوزن الذي يساوي تقريبا كمية الماء التي فقدها النبات .

4- طريقة الخيمة :

وهي طريقة حقلية تتم بتغطية النباتات بخيمة بلاستيكية كبيرة ثم يمرر الى داخلها هواء معروف الحجم والرطوبة النسبية ثم قياس الحجم والطوبة النسبية للهواء الخارج وبذلك يتم التعرف على مقدار الرطوبة الناتجة عن النتح .

5- طريق اللايزومترات :
وهي طريقة وزنية تعتمد على وزن كتلة كبيرة من تربة مزروعة بنباتات تماثل ظروف الحقل وتلحق بكتلة التربة موازين حساسة لقياس سرعة الفقد .

معامل النتح : هو كمية الماء (مقاسة باللتر) التي تستهلك لانتاج كغم واحد من المادة الجافة وتختلف حسب النباتات.

$$T.C. = \frac{T}{DW}$$

حيث ان :
T.C. : معامل النتح
T : النتح الكلي خلال حياة النبات بالغم او سم^3
DW : الوزن الجاف للنبات بالغم

معامل النتح لبعض النباتات :
الذرة الصفراء : 349
الكتان : 783
الجت : 844

س / ناقش نتائج الجدول التالي والذي يبين معامل النتح لنبات الذرة الصفراء تحت معاملات سمادية مختلفة:

التسميد	الحاصل	معامل النتح
بدون تسميد	450	693
سماد عضوي	741	428
سماد معدني	928	357
معدني + عضوي	1049	320

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي الثامن

مقارنة نمو وتطور الانظمة الجذرية في ترب مختلف النسجة

تختلف النباتات من حيث طبيعة تكوين مجموعتها الجذرية كما انها تختلف في مقدرتها على التعمق والتغلغل في التربة , فالجذور ذات النمو الجيد والكثافة النباتية الكبيرة يكون لها القدرة الكبيرة على امتصاص الماء والعناصر الغذائية .

وظائف الجذور :

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

2- تثبيت النبات : تنمو الاجزاء الخضرية لبعض النباتات الى ارتفاع يصل الى اكثر من 100 قدم مما 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 .

العوامل المؤثرة في نمو الجذور :

1- العوامل الوراثية :

عندما تنمو نباتات مختلفة في صفاتها الوراثية تحت ظروف بيئية واحدة يلاحظ وجود اختلاف في حجم وتوزيع المجموع الجذري وسرعة نموه , فبعض النباتات يكون لها جذر وتدي واخرى تكون جذور ليفية كما يختلف عمق الجذر فبعضها سطحي واخرى متعمقة .

2- العوامل البيئية :

أ- حرارة التربة : نمو الجذور يتناسب طرديا مع درجة حرارة التربة حتى حد معين بعدها يكون لدرجة الحرارة تاثير عكسي , ان درجة الحرارة الملائمة لنمو الجذورلمعظم النباتات 15- 25 ° م , كما ان درجة الحرارة الملائمة لنمو الجذر تكون عادة اقل من درجة الحرارة الملائمة لنمو الساق والاوراق .

تتاثر درجة حرارة التربة بعدة عوامل :

1- درجة حرارة الهواء 2- شدة الضوء (طول النهار) 3- كمية ماء التربة

4- درجة توصيل التربة للحرارة 5- كثافة النباتات على سطح التربة 6- نوع التربة

درجة الحرارة الواطئة للتربة تفلل من نمو الجذور وذلك لانها توقف التفاعلات البايولوجية وتؤثر في انقسام الكروموسومات وتخفض من نفاذية الاغشية وتزيد من لزوجة الماء وبذلك تقلل من كمية الماء الداخلة الى الخخلية النباتية .

قلة دخول الماء في درجات الحرارة الواطئة تقلل من نفاذية الاغشية الخلوية وتقلل من انتقال الكربوهيدرات الى الجذر وبذلك فانها تؤثر في عملية التركيب الضوئي بطريقتين , الاولى تسبب غلق الثغور التي يدخل خلالها CO_2 والثانية تؤدي الى تجمع الكربوهيدرات في الاوراق وهذا التجمع يحدث تاثيرا عكسيا في عملية التركيب الضوئي , اما درجات الحرارة المرتفعة فانها نادرة الحدوث في مناطق التربة العميقة لذلك فان موت اوتوقف نمو الجذور القريبة من السطح هو الشائع في المناطق الجافة حيث ان درجات الحرارة المرتفعة توقف فعالية انزيمات التنفس وغيرها من الانزيمات المهمة .

ب- رطوبة التربة :

جذور النباتات اقل تأثرا بالجفاف من الاجزاء الخضرية وذلك حسب نظرية الافضلية للاقرب فالجذر اقرب الى مصدر الماء وابعد عن مصدر الفقدان .

يتغير توزيع الجذر في التربة تبعا للرطوبة المتوفرة فيها , فعندما تكون كمية الامطار الساقطة قليلة والماء الارضي بعيد عن السطح يكون نمو الجذر سطحيا كثير التفرعات عند السطح ويحدث العكس اذا كان مستوى الماء الارضي قريب من السطح وسطح التربة جاف .

في المناطق الجافة تسقط الامطار خلال اشهر النمو الاولى , ينمو الجذر سطحيا في بداية الموسم ثم يتعمق الى الداخل لامتصاص الماء المخزون في التربة في نهاية الموسم .

جذور النباتات المعرضة للجفاف تحتوي كميات كبيرة من مادة السوبرين Suberin التي قد تغطي الجذر من قاعدته الى قمته النامية لهذا تظهر الجذور سميكة وهذه الظاهرة ليست في صالح النبات لان السوبرين يقلل من دخول الماء الى الجذر ويعيق حركة الماء من خلية الى اخرى , نمو الجذر يتاثر ايضا بزيادة المحتوى الرطوبي للتربة وذلك بسبب ازالة الهواء المحتوي على الاوكسجين من الفراغات البينيه للتربة والجذر يحتاج الاوكسجين بصورة مستمرة لادامة عملية التنفس , وعندما يقل الاوكسجين يحدث التنفس اللاهوائي الذي ينتج حامض اللاكتيك وبعض انواع الكحول وهذه مواد سامة .

ج- التهوية :
تكيفت النباتات على التنفس الهوائي , وتعتمد تهوية التربة على نسجة التربة ومحتواها من الماء فكلما زادت نسبة الرمل وقل محتوى التربة من الماء قلة مشكلة التهوية .
اعراض سوء التهوية على النبات هي قلة النمو الخضري واصفرار الاوراق وذبولها وتشوهات ظاهرية وتشريحية بسبب :
1 - عدم اتزان الهرمونات
2- قلة العناصر الغذائية الممتصة
3- تجمع كميات كبيرة من الكحول الاثيلي السام .

جذور النباتات المتكيفة لسوء التهوية تمتلك :
1- مسافات بينية كبيرة بين خلايا القشرة للسيقان والجذور تسمح بمرور الاوكسجين من الجزء الخضري الى المجموع الجذري .
2- جذور هذه النباتات مقاومة لتراكيز الكحول المرتفعة .
3- هذه النباتات تستغل غاز الاوكسجين الناتج عن عملية التركيب الضوئي في عملية التنفس .

د- الكثافة النباتية :
الجذور تتأثر تأثرا كبيرا بالكثافة النباتية (التنافس) فقد يصل حجم جذور النبات النامي بشكل مفرد الى 100 ضعف حجم جذر النبات النامي في حقل مع بقية النباتات , تؤثر الجذور على بعضها البعض من خلال :
1- التاثير الميكانيكي الناتج من انتشار الجذور اوتغير بعض صفات التربة الفيزيائية .
2- التنافس على الماء والعناصر الغذائية .
3- افراز مواد سامة او مواد منشطة .
4- التقليل من تركيز غاز الاوكسجين في التربة .
5- قد تتطعم الجذور بعضها على بعض بصورة طبيعية فيصبح جذر شجرة ما متصلا اتصال مباشر مع شجرة اخرى فيحصل انتقال للمواد الغذائية والهرمونات النباتية وحتى المسببات المرضية .

هـ - كيمياء التربة :
تتأثر الجذور بكيمياء التربة من خلال :
1- درجة تفاعل التربة الـ pH :
تختلف النباتات من حيث درجة تفاعل التربة الملائمة لنمو الجذور فاشجار الصنوبر تنمو عند pH (3-6) في حين ان بذور الطماطة والخس والثيل تتوقف كليا عن النمو عند pH (3) فقد لايؤثر ايون H^+ السائد في الظروف الحامضية او ايون OH^- السائد في الظروف القاعدية بصورة مباشرة في نمو وفعالية الجذور ولكنهما يؤثران في درجة توفر العناصر الغذائية في محلول التربة (فامتصاص الانيونات يتاثر بشكل كبير

بزيادة تركيز ايونات OH^- بينما امتصاص الكاتيونات يتأثر بزيادة تركيز ايونات H^+) كما قد يسبب pH التربة نشاط بعض المسببات المرضية التي تصيب الجذور .

2- العناصر المعدنية :

تحتاج الجذور الى معظم العناصر الغذائية التي يحتاجها الجزء الخضري ولكن زيادة اوقلة العناصر في التربة قد يؤثر في تغير نسبة وزن الجذور الى وزن الجزء الخضري فعنصر N مثلا يسبب زيادة في النمو الخضري والجذري ولكن الزيادة الحاصلة في الجزء الخضري اكبر من الزيادة في النمو الجذري فتتغير نسبة الجذر الى الجزء الخضري .

3- تركيز الاملاح :

تؤدي الاملاح الذائبة في محلول التربة الى زيادة الشد المائي للتربة وزيادة الشد تعني قلة او توقف دخول الماء الى الجذر كما ان الاملاح تؤثر بشكل مباشر في نمو الذور .

تأثير نسجة التربة في نمو الجذور :

تعتبر نسجة التربة احدى الصفات الفيزيائية المهمة التي تؤثر في نمو الجذور بصورة مباشرة وذلك عن طريق تاثيرها على تعمق وتغلغل الجذور وبصورة غير مباشرة عن طريق تاثيرها على جاهزية الماء والناصر الغذائية .

الترب الرملية تمتاز بنفاذية عالية للماء والهواء والجذور الا ان من مساوئ هذه الترب هو قدرتها الواطئة على الاحتفاظ بالماء وفقرها بالعناصر الغذائية بسبب المساحة السطحية الصغيرة لدقائق هذه الترب , لهذا يجب اضافة الماء بكميات اضافية وعلى فترات متقاربة مع اضافة الاسمدة الكيميائية والعضوية .

الترب الطينيه ذات تهوية غير جيدة على الرغم من قدرتها العالية على الاحتفاظ بالماء ومحتواها الجيد من العناصر الغذائية وعلاج الترب الطينية (كثيرة الماء وقليلة التهوية)يكون باضافة المادة العضوية لتشجيع تجمعات التربة وزيادة المسامية , لهذا فان الترب المزيجية والمزيجية الغرينية هي الافضل حيث انها تحتوى على كميات مناسبة من الطين لخزن كمية ملائمة من الماء والعناصر الغذائية وليس كمية عالية من الطين لاحداث مشكلة التهوية الرديئة

وجد ان جذور الذرة الصفراء تتغلغل في الترب المزيجية الرملية والترب المزيجية اعلى مما هو عليه في الترب الطينية والطينية الغرينية وذلك بسبب صغر المسافات البينية وقلة الاوكسجين في الترب الطينية , كما وجد ان جذور فول الصويا تتعمق في الترب المزيجية الغرينية اكثر مما في الترب المزيجية الطينية وذلك بسبب زيادة التهوية في الاولى بالاضافة الى مقدرتها على تجهيز الماء والعناصر الغذائية .

علاقة التربة والماء والنبات
الدرس العملي التاسع
تجربة (4) + تجربة (5)

تجربة (4)

عنوان التجربة :

تأثير الكثافة الظاهرية للتربة وانضغاط التربة في بعض مؤشرات النمو لنبات زهرة الشمس

هدف التجربة :

دراسة تاثير الكثافة الظاهرية في بعض مؤشرات النمو لنبات زهرة الشمس (اطوال الجذور – ارتفاع النبات – الوزن الجاف للجذور – الوزن الجاف للجزء الخضري – عدد التفرعات الجذرية – نسبة الجذر / الجزء الخضري)

المواد المستخدمة :

1- اوعية اسطوانية

2- تربة

3- بذور نبات زهرة الشمس

4- ميزان

5- مسطرة

6- قطعة معدنية ثقيلة لدك التربة

طريقة العمل :

1- هيأ عدد من الاوعية الاسطوانية معلومة الوزن (6 اسطوانات).

2- ضع كمية من التربة الجافة في الاسطوانة الاولى .

3- ضع نفس الكمية من التربة في الاسطوانة الثانية وقم بدك التربة باستعمال الة ثقيلة .

4- احسب الكثافة الظاهرية للتربة في كل اسطوانة .

$$\text{كث .ظ} = \frac{\text{وزن التربة}}{\text{حجم التربة}} = \frac{\text{وزن التربة}}{\text{مساحة القاعدة} \times \text{ارتفاع التربة في الاسطوانة}}$$

وزن التربة

= ----------

نق^2 × 3.14 × ارتفاع التربة

5- ازرع خمس بذور من زهرة الشمس في كل اسطوانة واروي عند 75% من السعة الحقلية .

6- وضع النباتات كافة تحت محتوى رطوبي واحد هو75 % من السعة الحقلية طيلة فترة التجربة وتجرى عملية الارواء يوميا باستخدام الطريقة الوزنية عن طريق وزن كل اسطوانة ثم اضافة الماء الى الاسطوانة لغرض الحصول على الوزن الرطب الاول الذي بدأت به التجربة .

7- تطبق التجربة باستخدام ثلاث مكررات فيصبح لدينا 6 اسطوانات .

8- بعد الانبات ونمو النباتات - ناقش تاثير الكثافة الظاهرية في :

اطوال الجذور – ارتفاع النبات – الوزن الجاف للجذور – الوزن الجاف للجزء الخضري – عدد التفرعات الجذرية – نسبة الجذر / الجزء الخضري .

الوزن الجاف للجذور

نسبة الجذر / الجزء الخضري = ----------

الوزن الجاف للجزء الخضري

تجربة(3)

عنوان التجربة :

تأثير نسجة التربة في بعض مؤشرات النمو لنبات زهرة الشمس

هدف التجربة :

دراسة تاثير نسجة التربة في بعض مؤشرات النمو لنبات زهرة الشمس (اطوال الجذور – ارتفاع النبات – الوزن الجاف للجذور – الوزن الجاف للجزء الخضري – عدد التفرعات الجذرية – نسبة الجذر / الجزء الخضري)

المواد المستخدمة :

1- اوعية اسطوانية

2- تربة طينية واخرى مزيجية

3- بذور نبات زهرة الشمس

4- ميزان

5- مسطرة

طريقة العمل :

1- نأخذ اوعية اسطوانية الشكل عدد 6 .

2- نضع في الاسطوانة الاولى تربة ذات نسجة طينية ونضع في الاسطوانة الثانية تربة ذات نسجة مزيجية

3- نزرع عدد من بذورزهرة الشمس في كلا الاسطوانتين ونروي عند 75% من السعة الحقلية (السعة الحقلية للطينية 25% - وللمزيجية 14%)

4- وضع النباتات كافة تحت محتوى رطوبي واحد هو75 % من السعة الحقلية طيلة فترة التجربة وتجرى عملية الارواء يوميا باستخدام الطريقة الوزنية عن طريق وزن كل سندانة ثم اضافة الماء الى السندانة لغرض الحصول على الوزن الرطب الاول الذي بدأت به التجربة .

5- تكرر الخطوات السابقة مرتين فيصبح لدينا 3مكررات (6 اسطوانات)

6- بعد الانبات ونمو النباتات - ناقش تاثير نسجة التربة في :

اطوال الجذور – ارتفاع النبات – الوزن الجاف للجذور – الوزن الجاف للجزء الخضري – عدد التفرعات الجذرية – نسبة الجذر / الجزء الخضري .

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي العاشر

المساحة الورقية

تمثل المساحة الورقية للنبات سطح الامتصاص وسطح التثبيت، لذلك تتناسب سرعة عملية التركيب الضوئي مع سعة هذه المساحة وقد ارتبطت عملية التركيب الضوئي بالاوراق بالرغم من امكانية حدوث هذه العملية في اغلب المناطق الخضراء من النبات , فهناك علاقة طردية بين المساحة الورقية والتركيب الضوئي وبالتالي نمو النبات .

تأثير الشد المائي على المساحة الورقية :

ان الشد المائي يؤثر تاثيرا كبيرا في المساحة الورقية للنبات , فقد لوحظ ان المساحة الورقية لنبات فول الصويا تقل الى 18.83 % من المساحة الورقية لنبات المقارنة عندما يقل الجهد المائي في محيط الجذر الى (- 5) بار كذلك لوحظ في تجربة اخرى ان المساحة الورقية تقل الى 25% من المساحة الكلية لنبات المقارنة عند تعرض النبات لشد مائي مقداره (-4) بار وعند هذا الشد لم تتأثر عملية التركيب الضوئي الا قليلا مما يدل على حساسية المساحة الورقية لظروف الجفاف .

اذا ماعرضت النباتات لشد مائي لعدة ايام فان الاوراق المتكونة خلال هذه الفترة سوف لن تتوسع بشكل طبيعي حتى وان سقيت النباتات وذلك بسبب احاطة الاوراق بجدران خلوية صلبة يترسب فيها السللوزوبالتالي تصبح غير قادرة على التوسع , كذلك يقلل الشد من المساحة الورقية بطريقة اخرى وهي سقوط الاوراق السفلية التي يتبعها النبات كوسيلة دفاعية لتقليل النتح , والافضل للنبات اسقاط اوراقه السفلية لانها اقل امتصاص للضوء واقل كفاءة في عملية التركيب الضوئي من الاوراق العلوية . وكلما تعرضت النباتات لشد اكثر اسقط مزيدا من الاوراق ويعود سبب سقوط هذه الاوراق الى زيادة تركيز حامض الابسيسك (ABA)

Abscisic acid وخلل في فعالية الانزيمات خاصة Nitrate reductase , Ribonuclease

ان حامض (ABA) يتجمع داخل النبات ويزداد تركيزه عند زيادة الشد المائي وبذلك يسبب غلق الثغور وخفض معدل عملية التركيب الضوئي واخيرا هرم البات وموته كذلك يعمل هذا الحامض على تغيير طبيعة نفاذية الاغشية .

تلتف اوراق بعض النباتات عند تعرضها للجفاف او قد تكون اوراق بعض الاشجار مطوية الطرفين مكونة اخدودا عميقا في الوسط وهذه التحورات تساعد في تقليل المساحة الورقية وبالتالي تقليل النتح , فقد وجد ان التفاف الاوراق يقلل من النتح بنسبة 75% في النباتات الصحراوية , وهذا الانخفاض في النتح يعود الى قلة المساحة الورقية فيقل استلام الضوء ويزيد من الرطوبة النسبية للهواء داخل حيز الالتفاف فيقل فرق الجهد بين الهواء الداخلي للورقة والهواء الخارجي فيقل النتح .

معامل المساحة الورقة :LAI Leaf area index

وهو عبارة عن مساحة الورقة للمحصول في وحدة مساحة التربة التي ينمو فيها , فمثلا اذا كان معامل المساحة الورقية لمحصول معين هو 3 فهذا يعني ان النباتات النامية في مساحة من التربة قدرها 1 متر مربع لها مساحة ورقية تقدر بـ (3) ثلاثة امتار مربعة .

الجدول التالي يوضح القيم المثلى لمعامل المساحة الورقية لبعض المحاصيل :

المحصول	معامل المساحة الورقية LAI
فول الصويا	3.2
الذرة الصفراء	5.0
البنجر السكري	3.2 – 6
الحنطة	6 – 8.8
الرز	7

من خلال الجدول يتضح بان قيم LAI تعتمد بدرجة كبيرة على نوع المحصول وشدة الضوء فنبات البنجر السكري يحتاج الى 3.2 من LAI عندما ينمو تحت الظروف الضوئية ولكن عندما تكون شدة الضوء اعلى فان القيم المثلى لـ LAI تقترب من 6.

قياس المساحة الورقية :

1- طريقة التصوير الضوئي :

تعتمد هذه الطريقة على تصوير الورقة النباتية بجهاز تصوير ضوئي عادي ومن ثم حساب مساحة هذه الورقة عن طريق مقارنة وزنها بوزن الورقة البيضاء المصورة عليها .

طريقة العمل :

1- تؤخذ ورقة بيضاء عادية وتقاس ابعادها بمسطرة ومن ثم نحسب مساحتها بضرب طول الورقة × عرضها .

2- توزن هذه الورقة بميزان حساس .

3- توضع الورقة النباتية بجهاز تصوير ضوئي وتصور على نفس الورقة البيضاء السابقة .

4- نقوم بقص الشكل المصور للورقة النباتية من الورقة البيضاء باستخدام المقص .

5- يوزن الجزء المقطوع بميزان حساس .

6- تحسب مساحة الورقة من القانون التالي :مساحة الورقة (الجزء المقطوع) =

$$\frac{\text{مساحة الورقة البيضاء الكبيرة} \times \text{وزن الجزء المقطوع}}{\text{وزن الورقة البيضاء الكبيرة}}$$

بعد معرفة مساحة الورقة نقوم بحساب عدد الاوراق على كل فرع ونحسب عدد الفروع على النبات وبالتالي يمكن التعرف على المساحة الورقية للنبات من خلال :

معدل المساحة الورقية للفرع = مساحة الورقة الواحدة × عدد الاوراق على الفرع

معدل المساحة الورقية للشتلة = معدل المساحة الورقية للفرع × عدد الفروع

ولان مساحة الاوراق على النبات تختلف حسب موقع هذه الاوراق على نفس النبات ولغرض الحصول على نتائج اقرب الى الواقع يتم تقسيم النبات نظريا الى عدة اقسام (كان تكون ثلاث مستويات , سفلي , وسط وعلوي) ونقوم باخذ عدد من الاوراق من كل مستوى ونحسب مساحتها , وفي هذه الطريقة يمكن تصوير اكثر من ورقة نباتية على نفس الورقة البيضاء ومن ثم حساب مساحة هذه الاوراق .

2- طريقة المربعات :
في هذه الطريقة يؤخذ عدد من الاوراق المكتملة النمو ومن اجزاء مختلفة من الشتلة ويتم تحديد المساحة الورقية عن طريق الوزن وذلك باتباع الخطوات التالية :
1- توزن الورقة النباتية اولا .
2- نقطع عدة مربعات معلومة المساحة من هذه الورقة ثم توزن ويؤخذ معدل وزن المربع المقطوع .
3- يتم حساب مساحة الورقة من :

$$A = \frac{G \times a}{g}$$

حيث ان :
A : مساحة الورقة (سم مربع)
G : وزن الورقة (غم)
a : معدل مساحة المربع المقطوع (سم مربع)
g : معدل وزن المربع المقطوع (غم)

3- كما يمكن حساب المساحة الورقية بقياس ابعاد الورقة النباتية وضربها بثابت , علما بان لكل محصول ثابت خاص به مثلا :
المساحة الورقية للذرة الصفراء = طول الورقة × اقصى عرض × 0.75
المساحة الورقية للحنطة = طول الورقة × اقصى عرض × 0.93

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي الحادي عشر

طرق قياس المحتوى الرطوبي للنبات

أ – اعتماد الوزن الجاف :

ويعتمد على تجفيف العينات النباتية في درجة حرارة تتراوح بين 65 – 105 ° م حتى ثبات الوزن (24 – 72ساعة) كما في الخطوات التالية :

1- تؤخذ العينات النباتية من اماكن متفرقة من الحقل ومن اجزاء نباتية متجانسة العمر .

2- توضع النماذج بعد اخذها مباشرة في اكياس من النايلون وتغلق باحكام لمنع التبخر .

3- توزن العينات النباتية بسرعة للحصول على الوزن الطري .

4 – توضع العينات النباتية في اكياس ورقية مثقبة وتجفف على درجة حرارة 65 – 105 ° م لمدة (24 – 72 ساعة) ثم توزن بعد ذلك للحصول على الوزن الجاف .

النسبة المئوية للرطوبة في العينات النباتية =

$$\frac{\text{الوزن الطري - الوزن الجاف}}{\text{الوزن الجاف}} \times 100$$

ب – اعتماد الوزن الطري :

وهذه الطريقة اقل كفاءة من الطريقة السابقة وذلك لان الوزن الرطب لايتاثر الا قليلا بكمية الماء ، وهو يساوي :

$$\frac{\text{الوزن الطري - الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب}} \times 100$$

ج – تقدير محتوى الماء النسبي : Relative water content

وتعتمد هذه الطريقة على قياس محتوى الانسجة من الماء نسبة الى المحتوى المثالي من الماء , تجرى هذه الطريقة اما على الاوراق الكاملة او على الاقراص الورقية :

1- تؤخذ الاوراق الكاملة المكتملة النمو والقريبة من القمم النامية.

2 – توضع الاوراق في انابيب زجاجية صغيرة وتغلق بإحكام.

3 – توزن الاوراق بسرعة بميزان حساس (ثلاث مراتب عشرية) لإيجاد وزنها الرطب (F.W) .

4 – توضع الاوراق بعد ذلك في الماء المقطر لمدة 24 ساعة ثم تجفف بورق نشاف لإزالة الماء الملتصق على السطح , بعد ذلك توزن الاوراق لإيجاد وزنها المشبع (T.W) .

ملاحظة : خلال فترة الترطيب يجب ان يسلط ضوء على الاوراق شدته تكفي للوصول الى نقطة التعادل (وهو شدة الضوء الذي تتساوى بها سرعة البناء الضوئي مع سرعة التنفس) وذلك لضمان عدم نقص الوزن بعملية التنفس او زيادته بعملية التركيب الضوئي .

5 – تجفيف الاوراق في الفرن لإيجاد وزنها الجاف (D.W) .

تستخدم هذه الطريقة (الاوراق الكاملة) في حالة الاوراق القليلة العروق او في الاوراق الابرية مثل الصنوبر اما في الاوراق الاخرى فيفضل استعمال طريقة الاقراص الورقية .

طريقة الاقراص الورقية :

تؤخذ الاقراص الورقية من الاوراق النباتية باستخدام ادوات تخريم الورق ويفضل الاوراق القريبة من القمم النامية الكاملة النمو وتؤخذ الاقراص من نصل الورقة مابين العروق , تجمع الاقراص في قناني زجاجية لتقليل التبخر ثم تطبق عليها الخطوات السابق ذكرها .

يقدر المحتوى الرطوبي النسبي (للاوراق او الاقراص الورقية) من خلال القانون :

$$R.W.C = \frac{F.W - D.W}{T.W - D.W} \times 100$$

قياس الجهد المائي للتربة والنبات :

هناك عدة طرق لقياس الجهد المائي , وان اسرع هذه الطرق واقلها تعقيدا هو استعمال جهاز المجس الحراري المزدوج Thermo couple psychrometer

ان الفكرة الاساسية لعمل الجهاز هو التوازن الحاصل في الطاقة الحرة للماء , فالجزء النباتي (اوالتربة) الموضوع في حيز صغير مغلق سوف يتوازن جهده المائي مع جهد الهواء المحيط وهذا بدوره يتناسب مع رطوبة الهواء النسبية وبقياس الرطوبة النسبية للهواء يمكن التعرف على الجهد المائي للهواء والجزء النباتي بعد توازنه مع الهواء .

تتكون الاجهزة الحديثة من مجس يتكون من سلكين رقيقين (قطر السلك 0.0025 سم) احدهما مصنو ع من الكروم والاخر من الكونستانتين constantan ملتحمي النهاية ويعتمد القياس غلى التغير في مقاومة السلك عند تغير درجة حرارته , فعند مرور تيار كهربائي يبرد السلك وتتكون قطرة ماء في منطقة اتصال السلكين وبتبخر الماء تتغير مقاومة السلك ويتم قياس درجة التغير في جهاز خاص ومن القياسات يمكن معرفة الجهد المائي للنسيج النباتي او التربة.

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي الثاني عشر

التجارب الزراعية

تجرى التجارب الزراعية لدراسة تاثير عامل او اكثر من العوامل على صفة او اكثر من الصفات .

تقسم التجارب الزراعية الى :

1- التجارب المختبرية :

تمتاز هذه التجارب بكونها قصيرة العمر وتجرى تحت ظروف مسيطر عليها ولكنها لاتمثل الظروف الحقيقية ومن امثلتها تجارب الانبات وتجارب تاثير المحاليل الملحية , وتجرى هذه التجارب عادة في اطباق بتري في غرف النمو .

2- تجارب السنادين (الاصص) :

وهي من اكثر التجارب استخداما في المراكز البحثية والمواقع الاكاديمية وتمتاز هذه التجارب بامكانية السيطرة الى حد ما على الظروف المحيطة بها ولكنها لاتمثل الواقع , وتكون هذه السنادين اما من الفخار او المعدن اومن مادة البولي اثيلين .

3- تجارب الحقل :

وهذه التجارب تجرى في الحقل تحت الظروف الطبيعية وتمثل الواقع او الظروف الحقيقية ولكن هذه التجارب تمتاز بعدم امكانية السيطرة على الظروف المحيطة بها .

ان اختيار اي من هذه التجارب يعتمد على الهدف من الدراسة فمثلا اذاكان الهدف دراسة نسبة الانبات تستخدم التجارب المختبرية , واذا اردنا دراسة تاثير مستويات السماد تستخدم تجارب السنادين .

تصميم التجارب الزراعية :

تتكون التجارب الزراعية من عدد من الوحدات يطلق عليها الوحدات التجريبية , ويتم حسا ب عدد هذه الوحدات من خلال العوامل المراد دراستها في التجربة , وبصورة عامة تتكون هذه العوامل من واحد او اكثر من العوامل التالية :

1- النبات : (P) وهي اما ان تكون نباتات لعوائل مختلفة مثل (الحنطة الذي ينتمي للعائلة النجيلية وفول الصويا الذي ينتمي للعائلة البقولية) اوقد تكون نباتات من نفس العائلة مثل الحنطة والشعير (العائلة النجيلية) او قد تكون اصناف مختلفة لنفس النبات مثل (ابوغريب ومكسيباك) وهي اصناف للحنطة .

2- التربة : (S) وهي اختيار انواع مختلفة من الترب اعتمادا على صفة معينة (مثلا اعتماداعلى نسجة التربة يمكن ان نختار تربة طينية واخرى غرينية او رملية) .

3- المعاملات : (T) وهذه تختلف حسب الاختصاص الدقيق فمثلا في مجال خصوبة التربة والتسميد ندرس تاثير مستويات مختلفة من السماد وفي مجال الري ندرس تاثير انواع مختلفة من طرق الري او مستويات ري مختلفة .

كل تجربة تنفذ يجب ان تشتمل على عدد من المكررات (R) وذلك لتقليل نسبة الخطا التجريبي فكلما زاد عدد المكررات كلما انخفضت نسبة الخطا وكانت نتائج التجربة اقرب الى الواقع , وباضافة عدد المكررات يمكن حساب عدد الوحدات التجريبية :

$$P \times S \times T \times R$$

فمثلا اذا كانت P : 2 اي نوعين من النباتات اوصنفين من نبات واحد اي P_1 , P_2

S : 3 اي ثلاث انواع من الترب S_1 , S_2 , S_3

T : 5 اي خمس ممستويات M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , M_5

R : 3 اي ثلاث مكررات R_1 , R_2 , R

النبات	نوع التربة	نوع المعاملة
P1	S1	T1
		T2
		T3
		T4
		T5
	S2	T1
		T2
		T3
		T4
		T5
		T5
	S3	T1
		T2
		T3
		T4
		T5
P2	S1	T1
		T2
		T3
		T4
		T5
	S2	T1
		T2
		T3
		T4
		T5
	S3	T1
		T2
		T3
		T4
		T5

P1S1T1
P1S1T2
P1S1T3
P1S1T4
P1S1T5
P1S2T1
P1S2T2
P1S2T3
P1S2T4
P1S2T5
P1S3T1
P1S3T2
P1S3T3
P1S3T4
P1S3T5

P2S1T1
P2S1T2
P2S1T3
P2S1T4
P2S1T5
P2S2T1
P2S2T2
P2S2T3
P2S2T4
P2S2T5
P2S3T1
P2S3T2
P2S3T3
P2S3T4

P2S3T5

مكرر رقم واحد R1

وهكذا بالنسبة لمكرر 2 اي R2 ومكرر 3 اي R3

تحضير التجربة :

1- تحضير بذور النباتات : يجب ان تكون البذور المستخدمة مأخوذة من مصادر موثوقة كأن تكون من دائرة زراعية اومركز بحثي وتكون مصدقة وذات نسبة انبات عالية , وعند زراعتها يراعى اختيار البذور السليمة ذات الاحجام المتقاربة .

2- تحضير التربة : يتم جلب التربة من الموقع المراد دراسته , ويراعى مايلي عند جمع التربة من الموقع :

أ- ان تكون هذه التربة ممثلة للموقع

ب- تجنب اخذ التربة من مناطق قريبة من مصادر المياة او الطرق العامة .

ت- تجنب اخذ التربة بعد الري او المطر الغزير .

ث- تجنب المناطق القريبة من المنشات الزراعية ومناطق خزن السماد .

ج- تجنب المناطق المرتفعة او المنخفضة اذا كانت مساحتها قليلة مقارنة بالحقل .

تترك التربة بعد اخذها من الحقل لكي تجف هوائيا بعد ذلك تطحن وتنخل بمنخل 2 ملم , ثم توضع كميات معلومة من هذه التربة في السنادين .

3- المعاملات : تختلف المعاملات حسب الاختصاص الدقيق مثلا دراسة تاثير مستويات مختلفة من الملوحة اومستويات من السماد او مستويات من الرطوبة .

عند دراسة تاثير التسميد فقد تتضمن التجربة :

1- معاملات تسميد باسمدة مختلفة لعنصر واحد مثل اليوريا وكبريتات الامونيوم وهذه الاسمدة تمثل مصادر مختلفة لعنصر واحد هو النتروجين .

2- معاملات تسسميد باسمدة مختلفة لعناصر مختلفة مثل دراسة تاثير السماد الفوسفاتي (السوبر فوسفات) والسماد النتروجيني (اليوريا) .

3- مستويات تسميد مختلفة لعنصر معين : مثلا يراد دراسة تاثير ثلا ث مستويات من النتروجين

(صفر , 50 , 100) ppm على شكل يوريا

صفر هي معاملة مقارنة (بدون اضافة اي كمية من السماد)

50 ppm يتم تحضيرها كمايلي : ppm هي ملغم / كغم في حالة المواد الصلبة

ملغم / لتر في حالة السوائل

نسبة النتروجين في اليوريا 46%

سماد يوريا	N
100	46
X	50

X = 109 ملغم من اليوريا / كغم تربة = 0.109 غرام

فلو كان وزن التربة بالسندانة 5 كغم

0.109 × 0.545 غم يوريا / سندانة

مثال :

اجريت تجربة سنادين لدراسة تاثير ثلاث مستويات من النتروجين 0 , 25 , 50 ppm على شكل يوريا (46% N) في نمو صنفين من الحنطة ابو غريب و اباء 99 باستخدام ثلاث ترب مختلفة النسجة طينية و رملية ومزيجية , فاذا علمت ان وزن التربة بالسندانة 5كغم وان التجربة نفذت بثلاث مكررات

المـــــــــــطلوب :

1- عدد سنادين التجربة
2- رسم مخطط للتجربة
3- عدد السنادين المزروعة بصنف ابو غريب
4- عدد السنادين التي يضاف لها تركيز 25 ppm نتروجين
5- كمية التربة الطينية اللازمة للتجربة
6- كمية التربة اللازمة لكامل التجربة
7- كمية سماد اليوريا اللللزمة للتجربة

الحـــل :

ثلاث انواع من التربة : طينية S1 ، رملية S2 , مزيجية S3

صنفين من الحنطة : اباء99 V2 , ابو غريب V1

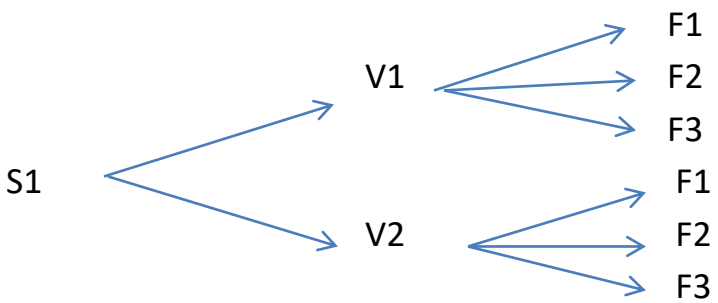
ثلاث مستويات N : 0 F1 ، 25ppm F2 ، 50ppm F3

ثلاث مكررات : R1 ، R2 ، R3

(1) عدد سنادين التجربة

عدد الوحدات التجريبية = 3× 2 × 3 × 3 = 54
اذن عدد سنادين التجربة = 54 سندانة

(2) مخطط التجربة :



S1V1F1R1
S1V1F2R1
S1V1F3R1
S1V2F1R1
S1V2F2R1
S1V2F3R1

S2V1F1R1
S2V1F2R1
S2V1F3R1
S2V2F1R1
S2V2F2R1
S2V2F3R1

S3V1F1R1
S3V1F2R1
S3V1F3R1
S3V2F1R1
S3V2F2R1
S3V2F3R1

(3) عدد السنادين المزروعة بصنف ابو غريب :

3 × 1 × 3 × 3 = 27

ترب صنف N مكرر

27 سندانة تزرع بصنف ابو غريب

(4) عدد السنادين التي يضاف لها تركيز 25 ppm :

3 × 2 × 1 × 3 = 18

ترب صنف N مكرر

ppm25

(5) كمية التربة الطينية اللازمة للتجربة :

1 × 2 × 3 × 3 = 18

ترب طينية صنف N مكرر

اذن كمية التربة الطينية اللازمة للتجربة =
18 سندانة لكل سندانة 5 كغم
18 × 5 = 90 كغم تربة طينية

(6) كمية التربة اللازمة لجميع التجربة :

3 × 2 × 3 × 3 = 54

ثلاث ترب صنف N مكرر

اذن كمية التربة اللازمة لجميع التجربة =
54سندانة لكل سندانة 5 كغم
54 × 5 = 270كغم تربة نحتاج لجميع التجربة

(7) كمية سماد اليوريا اللازمة للتجربة :

عند مستوى 25 ppm = 25ملغم N/كغم تربة

25 × 5 = 125 ملغم N / سندانة

يوريا ملغم	N ملغم
100	46
X	125

X = 271.73 ملغم سماد يوريا / سندانة

= 0.271 غم سماد يوريا / سندانة

عدد السنادين التي سيضاف لها 25 ppm

3 × 2 × 1 × 3 = 18

مكرر N صنف ترب

ppm25

18 × 0.271 = 4.89 غم نحتاج يوريا للسنادين التي سوف تسمد بـ ppm25

عند مستوى 50 ppm = 50ملغم N/كغم تربة

50 × 5 = 250 ملغم N / سندانة

يوريا ملغم	N ملغم
100	46
X	250

X = 543.47 ملغم سماد يوريا / سندانة

= 0.543 غم سماد يوريا / سندانة

عدد السنادين التي سيضاف لها 50 ppm

$$18 = 3 \times 3 \times 1 \times 2 \times 3$$

مكرر N صنف ترب

ppm50

18 × 0.543 = 9.78 غم نحتاج يوريا للسنادين التي سوف تسمد بـ ppm50

اذن كمية سماد اليوريا اللازمة للتجربة =

4.89 + 9.78 = 14.67 غم

س / اجريت تجربة سنادين لدراسة تاثير اليوريا 46% المضاف بثلاث مستويات (0 , 50 , 100) ppm نتروجين في نمو محصولي الحنطة والشعير في تربتين طينية واخرى مزيجية , نفذت التجربة بثلاث مكررات فاذا علمت ان وزن التربة بالسندانة 5 كغم احسب :

1- عدد سنادين التجربة

2- كمية التربة الطينية التي نحتاجها لتنفيذ التجربة

3- كمية سماد اليوريا المضافة الى السندانة للحصول على 100 جزء بالمليون نتروجين

4- كمية الماء المضاف للسندانة للحصول على 75% من السعة الحقلية (السعة الحقلية للتربة 25%) .

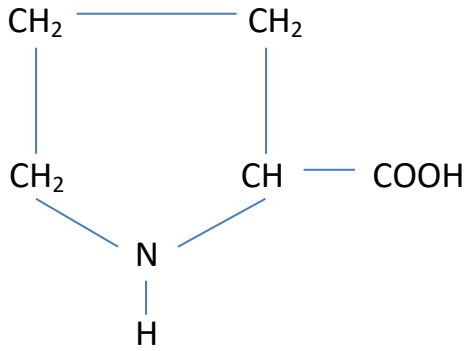
بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

علاقة التربة والماء والنبات

الدرس العملي الثالث عشر

الشد المائي في التربة وتجمع الرولين في النبات

البرولين هو احد الاحماض الامينية في النبات , وان اهم مايميز هذا الحامض عن بقية الاحماض الامينية هو احتوائه على مجموعة امين ثانوية مرتبطة , حيث ان هذه المجموعة تكون حرة وغير مرتبطة في جميع الاحماض الامينية الاخرى عدا البرولين , كما يمتاز هذا الحامض بذوبانية عالية وانه غير سام حتى في التراكيز العالية نسبيا .



التركيب الكيميائي للبرولين

لوحظ من خلال دراسات عديدة انه عند تعرض النبات لفترات جفاف (شد مائي) فان الحامض الاميني البرولين يبدأ بالتجمع داخل النبات وبشكل ملحوظ , حيث تراوحت الزيادة في تركيز هذا الحامض بين 10 - 100 ضعف عما هو عليه في النباتات الغير معرضة للشد المائي , ان تجمع البرولين في النبات يمكن ان يحدث تحت ظروف :

1- الشد المائي 2- زيادة الملوحة 3- ارتفاع درجة الحرارة

الجدول التالي يوضح تراكيز البرولين في اوراق بعض النباتات المعرضة للشد المائي مقارنة بنباتات غير معرضة

النبات	معاملة غير معرضة للشد ملغم / غم مادة جافة	معاملة معرضة للشد ملغم / غم مادة جافة
الحمص	اقل من 0.4	22
الجت	اقل من 0.4	21
البنجر السكري	اقل من 0.4	3.8
الذرة	اقل من 0.4	5.1

من خلال الجدول السابق يلاحظ ان النباتات تختلف في قدرتها على تجميع البرولين كذلك فان اصناف النبات الواحد تختلف في قدرتها على تجميع هذا الحامض , الجدول التالي يوضح اختلاف اضناف الحنطة في هذه الصفة :

الاصناف	معاملة المقارنة مايكرومول / غم وزن رطب	معاملة الشد مايكرومول / غم وزن رطب
مكسيباك	0.17	58
اينيا	0.38	75
نوري 70	0.26	52

لاعطاء صورة عن تجمع البرولين نستعين بالتجربة التي قام بها Singh واخرين 1972 على نبات الشعير الذي عرض لشد مائي عن طريق ايقاف الري لمدة 10 ايام , في نهاية التجربة كان الجهد المائي للاوراق (- 16) بار ولنباتات المقارنة (- 3) بار , بعد ذلك تم تقدير محتوى الاوراق من الاحماض الامينية الحرة فوجد ان تركيز الاحماض ارتفع من 3236 مايكروغرام / غم مادة جافة لنباتات المقارنة الى 6803مايكروغرام / غم مادة جافة لنباتات الشد , ان هذه الزيادة في تركيز الاحماض قد عزيت الى انحلال وتحطم البروتين وانطلاق هذه الاحماض , ان الزيادة في تركيز الاحماض الامينية الحرة تعزى بشكل رئيسي الى الزيادة الكبيرة في تركيز البرولين حيث ازداد تركيز هذا الحامض من 251 الى 3904 مايكروغرام / غم وزن جاف .

مناطق تجمع البرولين :

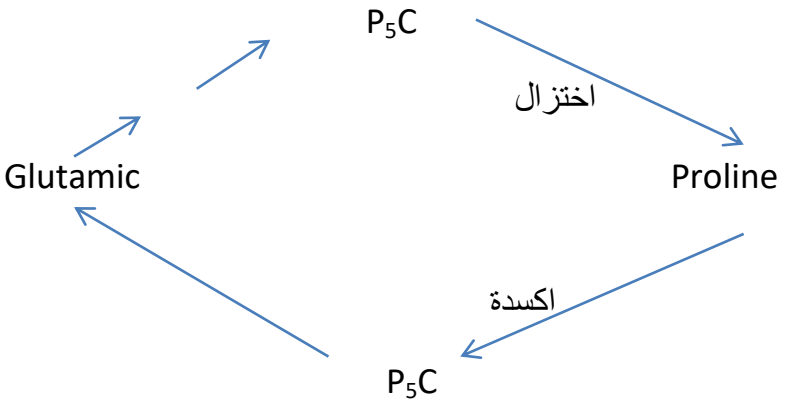
اغلب الدراسات الخاصة بتجميع البرولين تحت ظروف الشد المائي ترتبط بتغير تركيز هذا الحامض في المجموع الخضري وعلى وجه الخصوص الاوراق , حيث تشير الدراسات الى ان البرولين يتجمع في

اغلب اجزاء النبات الا ان درجة تجمعه في الاوراق هي اعلى مما هي عليه في اجزاء النبات الاخرى , كما لوحظ ان نصل الورقة والذي يكون ذا محتوى عال من الكلوروفيل يقوم بتجميع كميات كبيرة من البرولين في حين ان اغماد الاوراق والتي تكون ذات محتوى اقل من الكلوروفيل تقوم بتجميع كميات اقل من البرولين , اما الجذور التي تكون عديمة الكلوروفيل فلا تقوم بتجميع البرولين .

مصدر البرولين المتجمع :

ان الزيادة في تركيز حامض البرولين تحت ظروف الشد المائي يمكن ان تعزى الى انحلال وتحطم البروتين وانطلاق الاحماض الامينية ومن هذه الاحماض البرولين ، كذلك يحدث هذا التجمع للبرولين نتيجة عدم قدرة الانسجة على بناء البروتين .

لوحظ من خلال الدراسات ان كمية البرولين المتجمعة تحت ظروف الشد المائي كانت اكبر من كمية البرولين المتحررة من تحلل البروتين مما يدل على ان هناك تكوين جديد للبرولين تحت ظروف الشد المائي , ومن خلال استخدام النشاط الاشعاعي اتضح ان مصدر البرولين المتجمع هو احماض امينية اخرى اهمها حامض الكلوتاميك Glutamic acid وقد يتكون ايضا من حامض Arginine وحامض Orthinine , كذلك فان تثبيط اكسدة البرولين تزيد من عملية تجمع البرولين حيث وجد ان هناك علاقة مباشرة بين زيادة الشد المائي وانخفاض اكسدة البرولين .



P5C : Pyrroline 5- Carboxylic acid

يلاحظ من المخطط السابق ان عملية تكون البرولين تبدأ من حامض الكلوتاميك وتمر بالمرحلة الوسطية P_5C ثم يختزل هذا المركب الى حامض البرولين .

البرولين ومقاومة الجفاف :

وجد ان هناك علاقة بين تجمع البرولين وقدرة النبات على البقاء ومقاومة الجفاف , حيث ان التجمع الواسع للبرولين في خلايا النبات يساعد على تغيير الجهد الازموزي للنسيج النباتي ويزيد من الضغط الازموزي للخلية وبالتالي زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء من التربة اي انه يعمل كمنظم للازموزية o smaregulation, وهذا الاعتقاد يعتمد من قبل بعض الباحثين حيث وجد ان اصناف الشعير الاكثر مقاومة للجفاف هي الاصناف الاكثر قدرة على تجميع البرولين كما ان البرولين المتجمع يعطي النبات القدرة على البقاء تحت ظروف الشد المائي حيث لوحظ ان هناك علاقة طردية بين كمية البرولين المتجمع في الورقة المعرضة للشد ومقاومة هذه الورقة للجفاف .

جدول يوضح نسبة مقاومة الورقة ومحتوى الاوراق من البرولين لاصناف الشعير تحت شد ازموزي (- 20) بار لمدة 73 ساعة

الصنف	البرولين ملغم / غم وزن جاف	مقاومة الورقة %
Prior	18.5	54
Ketch	15.6	41
Ci -3576	13.5	36
Asahi-2	7.5	16

وهناك اعتقاد اخر يخالف الاعتقاد السابق وهوان الاصناف التي يكون فيها تركيز البرولين اقل عند تعرض النبات للشد المائي تكون اكثر قدرة على تحمل الجفاف حيث لوحظ ان صنف الحنطة S_3O_8 (وهو الصنف الحساس للجفاف) قد اظهر تركيز اعلى للبرولين من الصنف C_3O_6 (وهو الصنف المقاوم للجفاف) كذلك لوحظ ان صنف الشعير Proctor وهو الصنف الحساس للجفاف قد جمع البرولين بدرجة اسرع من الصنف المقاوم Excelsior .

وعلى الرغم من هذه الاختلافات فان ظاهرة تجمع البرولين تعتبر احدى الوسائل التي يتبعها النيات تحت ظروف الشد المائي والتي تعتبر ذات اهمية كبيرة في حياة النبات ، حيث ان البرولين يعمل على :

1- التنظيم الازموزي : البرولين يعمل كمخزن من المواد المذابة داخل الخلية مما يؤدي الى زيادة الضغط الازموزي للخلية وبالتالي زيادة قدرة الخلية على سحب الماء من الخلايا المجاورة وبالتالي من التربة .

2- عند تعرض النبات للشد فان ذلك يؤدي الى هدم البروتين وانطلاق احماض امينية كثيرة وبعض هذه الاحماض ذات تاثير ضار كما انها تسبب سكون البراعم عند تجمعها بكميات كبيرة , لذلك فان تحول هذه الاحماض الى برولين يعتبر احدى الوسائل الدفاعية للحد من التاثير الضار لهذه الاحماض .

3- خزن النتروجين : البرولين يعمل كمخزن مؤقت للمركبات النتروجينية التي يزداد تركيزها تحت ظروف الشد المائي نتيجة تحلل البروتين وانخفاض او تثبيط عملية بناء البروتين , ويقوم البرولين بتجهيز النبات بكميات كبيرة وجاهزة وبسرعة من النتروجين والطاقة عند زوال الشد المائي عن النبات , وهذا يفسر العودة السريعة للنمو في حالة النباتات التي تجمع البرولين بكمية كبيرة وذلك عند اعادة اروائها .

4- ان البرولين قد يزيد من مقاومة الورقة لحالات الشيخوخة ويمنح حماية لبيوت الطاقة (المايتوكوندريا) والانزيمات الذائبة .

تقدير تركيزالحامض الاميني البرولين (الحر) في العينات النباتية :

المواد المستخدمة : Reagents

1- برولين نقي لتحضير محاليل قياسية متدرجة للبرولين وبتراكيز : 1 ، 2 ، 4 ، 8 ، 16 ، 32 مايكرومول مل$^{-1}$ ، علما ان الوزن الجزيئي للبرولين النقي 115.5
2- حامض السلفوسالسلك المائي Aqueous sulfo salicylic acid تركيز 3%
3- تولوين Toluene
4- حامض الخليك الجليدي
5- حامض الفسفوريك
6- حامض النهيدرين - acid ninhydri n: يحضر عن طريق تسخين 1.25غم من النهيدرين في 30 مل من حامض الخليك الجليدي glacial acetic acid و20 مل من حامض الفسفوريك تركيز 6M مع التحريك حتى الذوبان . هذا المحلول يحفظ عند درجة 4مئوية ويبقى ثابت لمدة 24ساعة .

طريقة العمل :

1. يوزن 0.5 غم من العينة النباتية الرطبة وتمزج بشكل متجانس مع 10 مل من محلول Aqueous sulfo salicylic acid
2. ترشح العينة باستخدام ورق ترشيح .
3. يؤخذ 2 مل من الراشح + 2 مل acid ninhydri n + 2 مل حامض الخليك الجليدي glacial acetic acid .
4. توضع العينة في حمام مائي على درجة 100 مئوي لمدة ساعة ، ثم ينهى التفاعل (يوقف التفاعل) بوضع العينة في حمام ثلجي .
5. يضاف 4 مل تولوين ثم ترج العينة .
6. بعد الرج يتم فصل الطبقة الملونة (الحمراء) باستخدام قمع فصل .
7. القراءة باستخدام جهاز الطيف الضوئي spectrophoto meter على طول موجي 520 نانوميتر .

8. يتم تحضير محاليل قياسية متدرجة للبرولين باستخدام البرولين النقي وتقرا هذه المحاليل على الجهاز السابق عند نفس الطول الموجي .
10- يتم رسم المنحنى القياسي باستخدام ورق بياني – هذا المنحنى يوضح العلاقة بين تراكيز المحاليل القياسية وقراءة هذه المحاليل بجهاز الطيف الضوئي .
11- تسقط قراءة عينة النبات على المنحنى القياسي للحصول على تركيز البرولين بالعينة .