كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الثانية**

المادة : اساسيات الفزيولوجيا النباتية

المحاضرة: الخامسة /نظري/د.صباح

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنلوجيا المعلومات والاتصالات

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

النقل اللحائي

يتم نقل نواتج التمثيل الضوئي المصنعة في الاوراق بواسطة عناصر اللحاء التي تحوي الألياف والخلايا البارانشيمية والأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة إلى مناطق النمو والتخزين ،حيث لوحظ أن تركيز المادة الجافة في اللحاء 50-300 ميللجرام لكل ميلللتر ، بينما في الخشب هي 1-20 ميللجرام مادة جافة لكل ميللتر . تعتبر عصارة اللحاء أكثر تركيزا من عصارة الخشب ، ويعد السكروز أهم مركب عضوي ينتقل في اللحاء كما تحوي عصارة اللحاء أحماض أمينية و أحماض عضوية مثل أحماض الماليك والستريك ، كما يحتوي أيونات غير عضوية كما في الخشب لكن تركيزها أكبر

أدلة على دور اللحاء في نقل نواتج التمثيل الضوئي

1- النضح من الشقوق في القلف : يلاحظ نضح سائل يحوي سكريات بتراكيز عالية عند عمل شق في قلف شجرة نفضية وعند اجراء الفحص الدقيق تبين ان هذا النضح من عناصر الانابيب الغربالية

2- تجارب التحليق : عند ازالة جزء من قلف الاشجار ونسيج اللحاء بشكل حلقة كاملة ، حيث نلاحظ توقف الحركة السفلية للذائبات العضوية ما يؤدي إلى انتفاخ النسيج أعلى الحلقة نتيجة تراكم الذائبات.

3- تحليل العصير من خرطوم حشرة المن التي تتغذى على النباتات حيث تبين وجود الذائبات ضمن غذاء حشرة المن ، الا ان هذه الطريقة صعبة وتحتاج إلى خبرة عالية.

4- استخدام النظائر المشعة : يمكن استخدام الكربون المشع أو الهيدروجين الثقيل وتمت دراسة المركبات المتكونة بعملية التمثيل الضوئي حيث تبين أن اللحاء هو طريق انتقال المواد الناتجة من عملية التمثيل الضوئي .

طبيعة المواد المنقولة في اللحاء : الماء أكثر المواد وفرة ضمن المواد المنقولة باللحاء وتنتقل الذائبات المكونة من المواد السكرية والمواد الأخرى معه

العوامل المؤثرة على انتقال الغذاء في اللحاء

1- الضوء : للضوء تأثير غير مباشر على انتقال المغذيات من خلال تأثيره في عملية التركيب الضوئي ونواتجها من السكريات ، لذلك تزداد سرعة النقل نتيجة زيادة تركيز السكريات والمركبات الاخرى في لحاء الاوراق وينتج عن ذلك زيادة سرعة خروجها من لحاء الاوراق إلى الاجزاء الاخرى من النبات.

2- درجة الحرارة : تبين انخفاض سرعة نقل الغذاء المجهز بانخفاض درجة الحرارة .

3- التحول الغذائي :وجد أن بعض المركبات تثبط عملية النقل مثل السيانيد والفلوريد وخلات اليود .

4- **الهرمونات** :يعتقد أن للستوكينينات دور مثبط لانتقال الغذاء من الاوراق خاصة المسنة إلى بقية أجزاء النبات .

آلية انتقال الغذاء المجهز في اللحاء : تحتاج هذه العملية إلى طاقة على شكل ATP وتقسم عملية الانتقال إلى ثلاث خطوات هي التحميل ثم الانسياب ثم التفريغ .

أ- التحميل : وهي عملية أخذ الغذاء المجهز من خلايا بارانشيما اللحاء والخلايا المرافقة والناقلة إلى الانابيب الغربالية ، أي ان الانابيب الغربالية يتم تحميلها بالغذاء المجهز والموجود في الخلايا السابقة وتحتاج هذه العملية إلى طاقة يتم الحصول عليها من التنفس ، تتميز عملية التحميل بالاختيارية أي انها تحمل مركبات أو جزيئات دون أخرى

ب– الانسياب : وهي عملية طبيعية بحتة لا تحتاج إلى طاقة حيث تنساب جميع المركبات الموجودة في الانابيب الغربالية وأكثر السكريات انسيابا هو السكروز مع وجود بعض الشواذ.

ج- التفريغ : هو ايصال المواد الغذائية المصنعة في الاوراق إلى أماكن التخزين(الجذور النامية – الدرنات – التراكيب التكاثرية)

مما يتكون النبات

يتكون النسيج النباتي من ماء ومادة جافة وعند تجفيف النسيج النباتي على درجة حرارة 100 مْ مدة ثماني وأربعون ساعة يفقد النسيج النباتي الماء ويتبقى مادة جافة التي تتكون من

- مركبات عضوية تشكل 90 % من المادة الجافة تحوي سكريات ونشويات ودهون وبروتين ...الخ.
- مركبات غير عضوية

حرق المادة الجافة : عند حرق المادة الجافة على درجة 600 مْ تتحلل المواد العضوية وتنطلق بشكل غازات وما يتبقى منها يدعى **الرماد** الذي يحوي المواد غير العضوية الممتصة من التربة وتكون في صورة اكاسيد أو كبريتات أو قلويدات وهي ليست الاشكال الموجودة في التربة انما تحولت إلى هذه الصور نتيجة عملية الحرق.
يختلف التركيب الكيميائي للرماد وفق عدة عوامل وهي

- نوع النبات
- طبيعة النسيج الذي تم تحليله وعمره
- البيئة التي يعيش فيها النبات

التغذية المعدنية في النبات

تعرف التغذية بأنها تجهيز وامتصاص المركبات الكيماوية التي يحتاجها الكائن الحي لنموه وفعالياته الحيوية ، يحتاج النبات الاخضر إلى العناصر اللاعضوية فالماء وثاني اكسيد الكربون والايونات المعدنية يمكن ان تتحول بواسطة النبات الاخضر إلى مركبات عضوية معقدة حيث يحتاج النبات إلى 17 عنصر ضروري تتحول بعض هذه العناصر في النبات إلى مركبات مصنعة عن طريق التمثيل الضوئي بينما يشارك بعضها الاخر في التمثيل الضوئي ، ويمكن ان يصنف العنصر فيما اذا كان ضروري أو غير ضروري تبعا للمعايير التالية :

1- يكون لعنصر ضروري عندما لايستطيع النبات اكمال دورة حياته في الغياب التام لهذا العنصر.

2- العنصر ضروري اذا كان يدخل في تركيب مركب أو اي مكون من مكونات الخلية او أنه يؤثر مباشرة في ايض النبات كأن يؤثر في فعالية الانزيمات .

3- العنصر ضروري اذا احتاجه النبات لاكمال دورة حياته بشكل طبيعي ولا يمكن استبداله بعنصر اخر.

اعتمادا على هذه المعايير تعتبر العناصر التالية ضرورية لتغذية النبات وهي : الكربون – الهيدروجين- الاكسجين – النتروجين- الفوسفور – الكبريت – البوتاسيوم - الكالسيوم – المغنيزيوم ويطلق على العناصر السابقة **عناصر كبرى** وهي توجد بتراكيز عالية وهناك عناصر اخرى وهي الحديد – المنغنيز – النحاس – الزنك – مولبدينيوم – بورون – كلور- نيكل ،ويطلق على هذه المجموعة **عناصر صغرى** ويحتاجها النبات بتراكيز منخفضة

ان تقسيم العناصر إلى عناصر كبرى وصغرى قد لا يكون كافيا ولذلك قسمت حسب **نشاطها الفسيولوجي والكيموحيوي** إلى أربع مجاميع كالتالي :

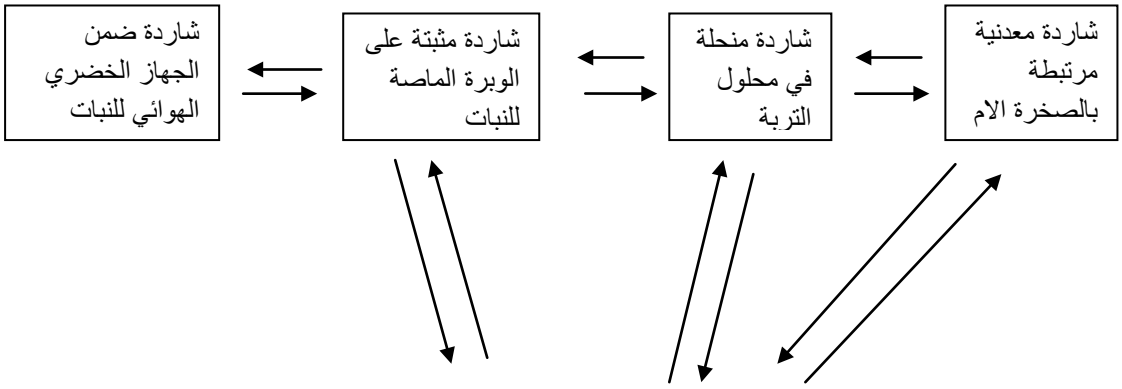
أ- المجموعة الاولى وتضم C,H, N,O,S هذه العناصر مكونات اساسية للمادة العضوية وتدخل في العمليات الانزيمية وعمليات الايض بالاكسدة والاختزال.

ب - المجموعة الثانية وتضم Si, B, P هذه العناصر مهمة في عمليات الاسترة مع مجاميع كحولية في النبات وتساهم في نقل الطاقة للعمليات الحيوية للنبات.

ج – المجموعة الثالثة وتضم Mg,Cl, Ca, Na, K, Mnعناصر هذه المجموعة ضرورية للحفاظ على التوازن المائي فضلا عن عمليات متخصصة مثل التنشيط الانزيمي ، كذلك تساهم في عمليات اخرى مثل موازنة الايونات السالبة القابلة للانتشار مع تلك غير القابلة للانتشار .

د – المجموعة الرابعة وتضم Ni, Mo, Zn, Cu , Fe توجد عناصر هذه المجموعة في اشكال مخلبية تساهم في المجاميع الاضافية للانزيمات كما تساعد في عمليات النقل الالكتروني

وكما هو معلوم أن الاوبار الماصة الموجودة في النباتات الجذرية هي المسؤولة عن نزع الشوارد المعدنية من محلول التربة وتثبيتها ويمكن شرح ذلك وفق المخطط التالي



من المخطط السابق يتضح أن الشاردة المعدنية تتمتع بنقاط تبادل عديدة ومتباينة ما بين التربة والنبات ،كما أن أفعال التبادل تكون عكوسة وهذا ما يجعل دراسة تثبيت وامتصاص الشوارد المعدنية من قبل الفيزيولوجيين أمرا صعبا ومعقدا.

يعد محلول التربة المصدر الاساسي الذي يستمد منه النبات جميع عناصره الغذائية ، والتربة متغيرة الخصائص والمحتوى من العناصر الغذائية وهي مكونة من ثلاثة أطوار سائل وصلب وغازي .

الطور الصلب مخزن رئيسي للعناصر الغذائية والجزيئات العضوية وغير العضوية فعناصر Zn, Co, Na, Mn, Mg, Fe, Ca, K, Ni تكون مركبات لاعضوية ، بينما تكون S,N,P مركبات عضوية .

يقتصر الطور السائل على الماء وما يذوب فيه من غازات مثل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون والمركبات الذائبة سواء كانت عضوية أو لاعضوية .

يوفر الطور الغازي الاكسجين للنباتات والاحياء الدقيقة كما يضم غازات اخرى .

ان دراسة التغذية المعدنية للنبات بالاعتماد على التربة يواجه عدة صعوبات مثل قوام التربة وسعة التبادل الكاتيوني وتركيب التربة وماء التربة وهوائها وملوحتها والرقم الهيدروجيني ، كما ان هناك مجموعة من العوامل تؤثر في جاهزية العناصر للامتصاص ، لذلك تتم دراسة التغذية المعدنية في اوساط اصطناعية للوصول إلى استنتاجات واضحة بخصوص دراسة العوامل المختلفة المؤثرة في نمو النبات مثل دراسة تأثير نقص العناصر أو زيادتها أو الاجهاد المائي أو غيره من العوامل البيئية.

طرق دراسة التغذية المعدنية : هناك طريقتان لدراسة التغذية المعدنية في النبات

1- المزارع المائية : وهي محاليل مائية للعناصر المعدنية الكبرى والصغرى تُنمى فيها النباتات وهناك عدة أنواع من تلك الاوساط تحتوي تراكيز بمستويات معينة ، هناك عدة طرق لتنمية النباتات حيث تزرع البذور في قش أو فلين أو رمل وبعد عمر معين تنقل البادرات إلى المزارع المائية المعدة وتثبت البادرات حيث تبقى الجذور مغمورة في المحلول المغذي ولا بد من مراعاة الامور التالية عند استعمال المزارع المائية :

1- يجب أن تكون العناصر المستخدمة لتحضير المحلول نقية

2- يجب استعمال الماء المقطر

3- تحفظ المحاليل الملحية في زجاج بايركس أو زجاج متعدد الايتلين الطبيعي

4- لا بد من تهوية المزارع المائية لتأمين الاوكسجين لتنفس الجذور

5- لا بد من اتخاذ اجراءات لمنع نمو الطحالب بصورة خاصة مثل احاطة الاواني الحاوية على المحاليل المغذية بمواد مانعة لاختراق الضوء

6- السيطرة على كمية المحلول المغذي عندما ينقص بمرور الوقت

7- السيطرة على تركيز ايون الهيدروجين اما بتبديل المحلول أو اضافة حامض فقد يتغير الرقم الهيدروجيني بمرور الوقت.

ايجابيات المزرعة المائية :

1- يمكن السيطرة على كمية ونوعية العناصر

2- يمكن مراقبة دراسة نمو الجذور

3- يمكن دراسة العناصر الصغرى بعد أخذ بعض الاحتياطات

سلبيات المزرعة المائية

1- ضرورة وجود دعامة للنبات

2- تحتاج النباتات تهوية مستمرة

3- يجب أن يكون المحلول المغذي في ظلام كي لا تنمو الطحالب

4- ضرورة تبديل المحلول المغذي وهي عملية ليست سهلة

المزارع الرملية : هي أوساط رملية حاوية على العناصر الضرورية لنمو النبات ، حيث يزرع النبات في رمل نظيف مغسول عدة مرات بالماء المقطر وحامض الهيدروكلوريك أو حامض الكبريتيك ثم يغسل بالماء المقطر عدة مرات ويجفف قبل استعماله ، ويمكن استعمال رمل البناء أو الكوارتز أو يمكن في حالات أخرى استخدام البيرلايت أو اية مادة خاملة ، وتضاف العناصر الغذائية بنسب معينة إلى الرمل وهي ذات المحاليل المستخدمة في المزارع المائية .

لانجاح المزارع الرملية يجب مراعاة مايلي :

1- الاوعية الزراعية مصنوعة من الزجاج والخشب أو اللدائن وأن تكون هذه الاوعية مزودة بفتحة من الاسفل لتصريف المحلول المغذي الزائد

2- لا بد ان تكون نسبة الرطوبة في الرمل تعادل السعة الحقلية تقريبا

3- تزرع البذور مباشرة في المزرعة الرملية

4- لا بد من اضافة محلول مغذي بين الفترة والاخرى أثناء نمو النبات

ايجابيات المزرعة الرملية

1- سهولة زراعة البذور مباشرة

2- التهوية في المزرعة الرملية جيدة

3- الظلام في محيط البذور كاف للنمو

4- كلفتها قليلة

5- يمكن دراسة تجارب نقص العناصر والاجهاد المائي والملحي بصورة ناجحة

6- لا يحتاج النبات إلى دعامة

سلبيات المزرعة الرملية

1- صعوبة الحصول على رمل نقي خالي من العناصر الغذائية

2- صعوبة دراسة نمو الجذور ومتابعة نموها

3- لا تصلح لدراسة العناصر الصغرى

العوامل المؤثرة في امتصاص العناصر المعدنية

ترتبط كمية الشوارد المعدنية الممتصة من قبل النبات بالشروط الفيزيائية الخارجية للوسط الذي يعيش فيه النبات مثل مكونات الوسط ودرجة حموضة التربة والحرارة والاضاءة وتهوية التربة ، كما يؤثر في الامتصاص الحالة الفيزيولوجية الداخلية للنبات ، وسيتم التطرق إلى بعض هذه العوامل كما يلي :

أ- تركيب الوسط الخارجي ومكوناته : يتأثر امتصاص شاردة معدنية من قبل النبات بتركيز هذه الشاردة في الوسط الخارجي أي محلول التربة وبوجود شوارد أخرى قد تؤثر في الامتصاص حيث تنشأ حالة تسمى التضاد التنافسي أو التضاد اللاتنافسي .

1- نسبة الشوارد في الوسط وردود الفعل الشاردية : ان وجود عدة شوارد في الوسط قد يؤدي إلى نقص أو زيادة امتصاص شوارد معينة فقد وجد نتيجة عدة تجارب ان وجود شوارد الكالسيوم بتراكيز منخفضة ساعد على امتصاص شوارد البوتاسيوم ولكن زيادة شوارد الكالسيوم عن حد معين أدى إلى تثبيط امتصاص البوتاسيوم . كما كان لشوارد الكالسيوم دور منشط لامتصاص عنصر الريبيديوم أما عنصر الليثيوم كان له دور مثبط لامتصاص الريبيديوم .يطلق على هذه الحالة اسم التأثيرات المتبادلة .

2- التضاد التنافسي:يمكن لشاردتين معدنيتين التنافس في طريقهما للدخول إلى النبات على نفس الناقل أو الحامل حسب نظرية النواقل والتي هي نظرية استقلابية حيث أن الناقل الواحد يستطيع أن ينقل أحد عنصرين مختلفين موجودين في الوسط إلى داخل الخلية حيث يسلك العنصران سلوكا تنافسيا لاخذ مكانهما على الناقل وهذا ما يطلق عليه التضاد التنافسي . لوحظت هذه الظاهرة في جذور الشعير حيث كان هناك تثبيطا تنافسيا لامتصاص الكالسيوم بوجود المغنيزيوم ،بينما لم يكن هناك تثبيط لعنصر الصوديوم بوجود البوتاسيوم .

3- عمليات التوازن الحمضي القلوي: عندما يكون هناك توازن بين الشوارد السالبة والموجبة وحسب النفوذية التفضيلية لبعض الشوارد يمكن بإضافة مادة معينة للوسط أن تزيد امتصاص مادة اخرى مثال ذلك عند وضع كمية كبيرة من كبريتات البوتاسيوم k_2so_4 وكان الوسط غنيا بالكلور معنى ذلك اننا نشجع نفاذ الكلور والسبب ان كبريتات البوتاسيوم تتشرد وتعطي شوارد كبريتات وشوارد بوتاسيوم حسب سلم سرعة نفوذية الشوارد المعدنية تكون نفوذية شاردة الكبريتات بطيئة اما شاردة البوتاسيوم سريعة فتدخل شوارد البوتاسيوم بينما تبقى شوارد الكبريتات ، يؤدي ذلك إلى امتصاص شوارد الكلور لتعديل شوارد البوتاسيوم الممتصة داخل النبات.

ب – تأثير الحموضة :غالبية الاملاح تكون قابلة للانحلال في الوسط الحمضي اكثر من الوسط القلوي لذلك تؤثر درجة الحموضة في امتصاص الشوارد المعدنية من قبل الجذور بشكل مباشر وقد لوحظ ان زيادة الحموضة و انخفاض رقم pH< 4 أدى إلى تخريب الانسجة النباتية وضياع كمية كبيرة من الاملاح .

ان درجة الحموضة المعتمدة فسيولوجيا تتراوح بين (4-6) وانخفاض رقم pH يسبب تنشيطا لامتصاص الانيونات مثل ($PO_4H_2^-$،No_3^-)وتثبيط امتصاص الكاتيونات (Ca^{++}، K^+) حيث يعتقد أن شوارد الهيدروجين والهيدروكسيل تسبب اشباع مراكز تثبيت الشوارد فتعيق دخول الشوارد المعدنية الموجبة أو السالبة.

ج – مكونات الوسط الاخرى : يمكن للاوكسينات ان تزيد امتصاص الشوارد المعدنية بينما يعمل اول اكسيد الكربون على انقاص امتصاص الشوارد المعدنية .

د- درجة الحرارة : لاحظ العلماء ازدياد الامتصاص بارتفاع درجة الحرارة ضمن الحدود الفيزيولوجية (0-40) درجة مئوية كما تزداد الشدة التنفسية وهذا يدل على العلاقة بين الافعال الاستقلابية والامتصاص .

هـ – تأثير الضغط الجزيئي للاوكسجين : تنخفض نسبة الشوارد المعدنية الممتصة في ظروف غياب الاكسجين ولذلك ينصح دائما بالتهوية في المزارع المائية .

و- الانارة : تؤثر الانارة بشكل غير مباشر في شدة امتصاص الشوارد المعدنية من خلال تأثيرها في اضاءة الاجزاء الهوائية للنبات الذي يقوم بالامتصاص وتكون النتيجة زيادة المدخرات الكربوهيدراتية نتيجة زيادة العمليات الاستقلابية وقد سجلت فوارق كبيرة في امتصاص الشوارد المعدنية من قبل جذور الشعير في الفصول المختلفة حيث ارتفع معدل امتصاص الشوارد في الربيع والصيف مقارنة بالشتاء .

أسس امتصاص الذائبات من قبل النبات :

أ- تمتص المواد غير المتأينة المحبة للماء تبعا لحجومها حيث دخول الدقائق الصغيرة يكون اسهل من الكبيرة

ب- تمتص المواد غير المتأينة الكارهة للماء حسب ذوبانها في الدهون

ج- لا تدخل المواد المتأينة بسهولة عندما تكون بشكل ايونات

د- هناك الية اختيارية من قبل الاغشية الخلوية فيما يتعلق بامتصاص الذائبات

هـ - المواد غير المتأينة تميل إلى الانتشار خلال الاغشية البلازمية بمعدل يتناسب طرديا وذوبانها في الدهون وعكسيا مع وزنها الجزيئي

و- الجدار الخلوي والمسافات البينية نفاذة للماء والذائبات الاخرى