

عرف تغذية النبات؟

هو ذلك العلم الذي يهتم بدراسة العمليات التي لها علاقة بكيفية حصول النبات على احتياجاته من العناصر الغذائية المختلفة ، وتتبع دخولها من التربة والجو الى داخل الساييتوبلازم والفجوات العصارية . ويدرس هذا العلم الفرضيات والنظريات المتعلقة بامتصاص العناصر والعوامل المختلفة المؤثرة على جاهزية العناصر وامتصاصها بواسطة جذور النبات وتشخيص اعراض نقصها وزيادتها وكيفية علاجها.

س / ما المقصود بالعنصر الضروري Essential elemnt ؟

هناك شروط للعنصر الضروري

- 1- يدخل مباشرة في تركيب مادة النبات ، او هو احد مكونات النبات .
- 2- بدون هذا العنصر لا يستطيع النبات ان يكمل دورة حياته .
- 3- نقصه يؤدي الى اعراض تظهر على النبات لا تزول الا بإضافة هذا العنصر
- 4- لا يمكن ان يعوض العنصر الغذائي اي عنصر اخر في جميع وظائفه.
- 5- يوجه التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل النبات باتجاه مفيد او انه يزيل الاثر الضار الناتج عن التفاعلات الحيوية المختلفة التي يقوم بها النبات .

س/ قسم العناصر الغذائية من حيث كميتها داخل النبات ؟

- 1- مجموعة العناصر الغذائية الكبرى Macro natrients : وتشمل الكربون C والهيدروجين H والاكسجين O والنتروجين N والفسفور P والبوتاسيوم K والكالسيوم Ca والمغنيسيوم Mg والكبريت S ، وان هذه العناصر يحتاجها النبات بكميات كبيرة ، وقد يحتوي النبات الجاف منها حوالي (١-٦)% اي من (١-٦) ملغم .غم^١ مادة جافة .
- 2- العناصر الغذائية الصغرى Micro natrients : هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة ويقدر محتوى النبات منها حوالي (١-٢٠٠) Ppm جزء بالمليون اي (١-٢٠٠) ملغم . كغم^١ مادة جافة ، وتشمل كل من الحديد Fe والبورون B والارصين Zn والمنغنيز Mn والمولبدنم Mo والنحاس Cu والكلور Cl .

س/ مالمقصود بالعنصر النافع Benfical eiemnt: هو ذلك العنصر الذي لا يقع ضمن مجموعة العناصر الكبرى ولا ضمن العناصر الصغرى ، اي لا يكون ضروري او مهم للنباتات بصورة عامة ولكن يحتاجه نبات دون اخر (اي يختص بنبات معين) ، او يكون له تأثير لبعض انواع النباتات او نبات معين ولا يوجد له تأثير ايجابي لنبات اخر مثلا عنصر الكوبلت Co المفيد لنباتات العائلة البقولية حيث يدخل في تركيب فيتامين B₁₂ المهم في تكوين العقد البكتيرية على جذور النباتات البقولية وبذلك ترفع قدرتها على تثبيت النتروجين الجوي ، لذا يقال ان عنصر الكوبلت له تأثير نافع ومفيد على البقوليات حصرا ، في حين ان النجيليات وغيرها ليس لها القدرة على تثبيت النتروجين الجوي ولهذا يكون الكوبلت ليس له تأثير ايجابي على النجيليات ...

كذلك عنصر السليكون Si له تأثير على الرز حيث يؤدي وجوده في بيئة الرز الى زيادة الحاصل كما ونوعا ، حيث لوحظ زيادة في عدد السنابل وزيادة في نسبة الحبوب في حال وجود السليكون مقارنة بحالة عدم وجوده ، ويعزى ذلك الى رفع قدرة النبات لتحمل التراكيز العالية من المنغنيز Mn⁺² الجاهز للامتصاص والذي يكون عاليا في بيئة الرز الغدقة اللاهوائية وهذا يؤدي الى حالة من التسمم للنبات ، فوجود السليكون يقلل من الاثر السام ، اي ان الرز يحتاج الى السليكون بينما نباتات اخرى مثل (الحنطة والشعير واللاهانة والبصل) لا تحتاج الى السليكون اي لا يكون مفيدا لها

كذلك الحال في عنصر الصوديوم Na الذي يحتاجه بعض النباتات مثل البنجر السكري لدوره الواضح في زيادة نسبة السكر بينما هذا العنصر (الصوديوم) لا يكون ضروري لنباتات اخرى

٣- العناصر الاثرية (النادرة): مثل الالمنيوم Al والسليكون Si والرصاص Pb والزنبق Hg والكاديوم Cd والزرنيخ As كذلك عنصر الفناديوم V الذي يكون ضروريا للبكتريا الحرة المعيشة (الايزوكتوبكتريا ، والكلوستوديوم ، والاسبارجلس ، والاشنات الخضراء) .

س/ مالمقصود بالعناصر النادرة Trace elemnts:

ان العناصر النادرة والتي تسمى العناصر الاثرية قد يكون لها بعض الاثار الايجابية المفيدة على بعض انواع النباتات عند وجودها بتركيز منخفضة جدا ولا تضر اذا كانت لا تتجاوز الواحد بالمليون ، غير ان الميزة السائدة لهذه العناصر هو التأثير السام حتى لو كانت تراكيزها في التربة والنبات قليلة جدا ، وان تأثيرها السام لا

ينحصر على النبات فقط ، بل تنعكس اثارها السلبية على الحيوانات وكذلك الانسان الذي يتغذى على مثل هذه النباتات والحيوانات ومن هذه العناصر الالمنيوم Al والسليكو

العناصر الكبرى

اولا / النتروجين N

- يمتص النبات النتروجين بصورتين هما NH_4^{+1} , NO_3^{-1}
- يبلغ محتوى النبات من النتروجين (٢-٥) % اي (٢٠-٥٠) ملغم .غم^{-١} مادة جافة

تجزا اضافة الاسمدة النتروجينية الى دفعتين او اكثر لان اضافة النتروجين دفعة واحدة عند او قبل الزراعة يؤدي الى زيادة النمو الخضري بدرجة كبيرة وقد يؤدي الى تاخر فترة النمو الثمري وبالتالي تكون الثمار عرضة لمهاجمة الحشرات والافات الضارة الاخرى علاوة الى قلة الحاصل ورداءة نوعيته .

ان الزيادة المفرطة من النتروجين تؤدي الى زيادة تكوين البروتوبلازم الناشئ من تكوين البروتين ، وحيث ان البروتوبلازم يحتوي على كميات كبيرة من الماء فان ذلك يؤدي زيادة وجود الماء في الخلايا وبالتالي يؤدي الى زيادة ضغطها الانتفاخي اضافة الى زيادة تحول الكربوهيدرات الى بروتين وبالتالي لا تترك فرصة لتترسب في جدران الخلايا فتكون رقيقة ومن السهل مهاجمتها بواسطة الافات الضارة .

يجب عدم تاخر اضافة الدفعة الاخيرة من السماد النتروجيني وكذلك عدم زيادة كميته اذ يعمل ذلك على زيادة النموات الخضرية على حساب الحاصل .

اعراض نقص النتروجين

في حالة وجود نقص النتروجين يكون محتوى المادة الجافة اقل من ١,٥ % اي اقل من ١٥ ملغم .غم^{-١} مادة جافة . ان عنصر النتروجين جيد الحركة داخل النبات ، لذا تظهر اعراض نقصه على الجزء السفلي من النبات (الاوراق القديمة والافرع القديمة) ويكون النبات مصفرا chlorosis وبعدها تبدا الاوراق تصاب بالتنخر necrosis وكذلك يلاحظ التفاف قمة الاوراق بشكل حلزوني باتجاه السطح العلوي للورقة وهذه الاعراض نموذجية يمكن تشخيصها بسهولة في الحمضيات ، كما ان ثمار الحمضيات تكون منتفخة ذات قشرة سميكة مع قلة عدد الثمار وانخفاض عصارتها مع زيادة في نسبة الحموضة فيها ، كما يلاحظ ان اوراق نبات اللهانة والقرنبيط

والبنجر السكري تتلون بلون ارجواني ، وفي الطماطة تكون الساق رفيعة ومتصلبة مع تلون الساق واعناق الاوراق بلون ارجواني وتساقط الاوراق والازهار بوقت مبكر والثمار تكون صغيرة الحجم وتظل لفترة طويلة خضراء باهتة ثم تتحول فجأة الى لون احمر قاني .

علاج نقص النتروجين

يتم علاج نقص النتروجين باضافة الاسمدة النتروجينية للتربة او رشها على النيات بالتغذية الورقية Foliar application ، ويمكن استخدام سماد كبريتات الامونيوم ٢١% N او اليوربا ٤١% N او نترات الامونيوم ٣٣% N ، ويفضل استخدام نترات الامونيوم لاحتوائه على صورتى الامتصاص لعنصر النتروجين وهما NH_4^{+1} , NO_3^{-1}

السمية بالنتروجين

ان زيادة تركيز النتروجين في الطماطة يؤدي الى عدم تلون الثمار بلونها الطبيعي حيث تبقى المنطقة القريبة من عنق الثمرة محتفظة بلونها الاخضر ، كما يلاحظ وجود بقع خضراء على ثمار البرتقال وتمزق ثمار التفاح .

وظائف النتروجين

- ١- يدخل في تركيب الاحماض الامينية التي تعتبر الحجر الاساس في تكوين البروتين .
- ٢- يدخل في تكوين الاحماض النووية DNA,RNA .
- ٣- يدخل في تكوين مركبات الطاقة ATP .
- ٤- يدخل مع المغنيسيوم في تكوين جزيئة الكلوروفيل .
- ٥- يدخل في بناء الاغشية الخلوية مثل غشاء البلازما والميتوكوندريا واللاستيدات الخضراء والفجوة .
- ٦- يدخل في تركيب الانزيمات حيث ان كل انزيم يتكون من بروتين .
- ٧- يدخل في تكوين فيتامين B_1, B_2, B_{12} , Bcomplex .
- ٨- يدخل في تكوين الاميدات وهذه قد تكون لها اهمية في تخليص النبات من السمية نتيجة لوجود زيادة في الامونيا .

س/ ايهما افضل اضافته للتربة NO_3^{-1}, NH_4^{+1} بالنسبة للتربة والنبات ولماذا؟

ثانيا / الفسفور

- يمتص النبات الفسفور بصورتين $H_2PO_4^{-1}$, HPO_4^{-2} .
- يبلغ محتوى النبات من الفسفور (وخاصة الخضروات) حوالي (٢,٠-٥,٠) % اي من (٢-٥) ملغم.غم^{-١} مادة جافة .
- تضاف الاسمدة الفوسفاتية دفعة واحدة قبل الزراعة (مع الحراثة) وذلك لان الفسفور لا يفقد من التربة عكس النتروجين.

س/ اهم العوامل التي تؤثر على جاهزية الفسفور في التربة ؟

- ١- تفاعل التربة PH حيث افضل امتصاص للفسفور عند (٧,٥-٧).
- ٢- محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ اذ ان بزيادة كاربونات الكالسيوم في التربة يقل امتصاص الفسفور من قبل الجذور النباتية .
- ٣- تقل جاهزية الفسفور بالتربة بزيادة نسبة الاكاسيد نصف الثلاثية FeO_3, Al_2O_3 .
- ٤- المادة العضوية تعمل على زيادة جاهزية الفسفور بطريقتين:
 - أ- تكوين المادة العضوية مركبات مخلبية تعمل على زيادة جاهزية الفسفور نتيجة لتقليل ارتباط الفسفور مع عناصر الحديد والالمنيوم والكالسيوم حيث ترتبط هذه العناصر مع المادة العضوية بدلا من ارتباطها بالفسفور .
 - ب- تحلل المادة العضوية ينتج احماض عضوية في التربة تزيد من جاهزية الفسفور في التربة .
- ٥- احياء التربة من خلال تاثيرها على PH التربة وكذلك من خلال تلقيح او تلوث الجذور بالفطريات وتقوم الهيفات بامتصاص الفسفور نتيجة زيادة مساحة منطقة التلامس مع فسفور التربة وامداد النبات بهذا الفسفور الممتص من قبلها وكذلك من خلال هدمها لمركبات الفسفور العضوية الموجودة اصلا في التربة ، او المضافة على هيئة اسمدة عضوية حاوية على الفسفور حيث تزداد درجة ذوبان مركبات الفسفور وتزداد جاهزيته بزيادة تواجد غاز CO_2 .
- ٦- وجود ايونات المولبدنم والسليكات يشجع امتصاص الفوسفات ويزيد من جاهزيته وهنا يسمى التأثير تشجيبي Synergism يعني زيادة امتصاص ايون نتيجة وجود ايون اخر في وسط النمو .في حين ان ايونات الزرنيخات والبيكربونات والكبريتانيون لها تأثير تزايمي مضاد Antagonism مع الفسفور .
- ٧- نوعية معادن الطين .

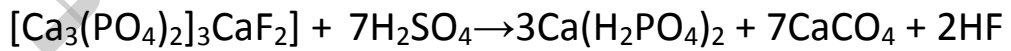
وظائف الفسفور في النبات

- ١- يدخل في تركيب مركبات غنية بالطاقة مثل ATP وغيرها .
- ٢- يكون الفسفور استترات مع مجاميع OH العائدة للسكريات حيث تنتقل السكريات من أماكن تصنيعها إلى باقي أجزاء النبات .
- ٣- يدخل الفسفور كما في النتروجين في تكوين الأغشية النباتية مثل غشاء البلازما والميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء وغشاء الفجوات .
- ٤- يدخل في تركيب الأحماض النووية DNA, RNA
- ٥- يعطي الفسفور القوة في النمو ويعمل على زيادة التفرعات وتقوية المجموع الجذري ويسرع من نضج النبات ويعمل على تحسين نوعية الحاصلات الزراعية مثل لون وشكل ثمار الفاكهة .
- ٦- يخزن الفسفور في الأعضاء الثمرية مثل البذور على هيئة فاييتين Phytin والذي هو عبارة عن انلاح الكالسيوم والمغنيسيوم لحامض الفاييتين ويخزن في البذور ويكون ضرورياً لانجاح عملية الانبات ومصدر لتكوين الطاقة.

موعد وطريقة اضافة الاسمدة الفوسفاتية

ان كمية الاسمدة الفوسفاتية تضاف دفعة واحدة وبدون تجزئتها بسبب عدم الخوف من تعرضها لعمليات الغسل وايضا حركتها في التربة . كما يمكن اضافتها في اي فصل من فصول السنة بالنسبة للاشجار المعمرة واشجار الفاكهة الاخرى ، اما بالنسبة للخضروات فتضاف قبل الزراعة حيث تنثر او تخلط جيداً مع التربة . ويمكن اضافة سماد:

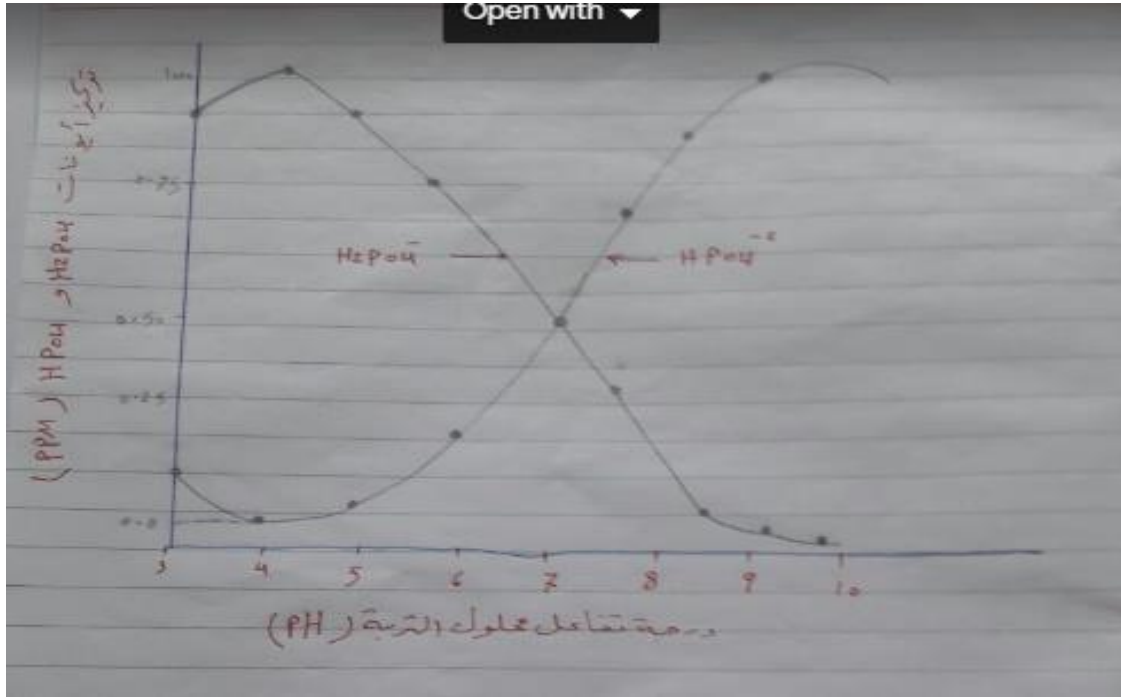
- ١- السوبر فوسفات الكالسيوم الاحادي الذي يحتوي على ٩% فسفور ويصنع باضافة حامض الكبريتيك الى صخر الفوسفات (الابتايت) Apatite ويحتوي هذا السماد على ١٦% كبريت .



اعراض نقص الفسفور

ان النباتات الحديثة تكون عرضة اكثر لاضهار اعراض النقص بهذا العنصر بسبب ضعف المجموع الجذري في بداية حياة النبات ، اذ تتلون اوراقها بالون الارجواني مثل الطماطة واللهاة والقرنبيط وكذلك الذرة ، اما اشجار الفاكهة فتسقط الاوراق ب

في وقت مبكر مصحوبة بقلة تفتح الازهار مع قلة عدد الثمار وصغر حجمها كما وتتساقط الثمار في وقت مبكر مع تاخر النضج . وفي ثمار الخوخ توجد بقع صمغية مع تمزق الثمار . ويلاحظ في النجيليات ان اعناق الاوراق تشكل زاوية حادة مع الساق الرئيسية بظاهرة تسمى **Stiffness**



رابعا / الكالسيوم

- يمتص النبات الكالسيوم بصورة ايون Ca^{+2}
- يبلغ محتوى النبات من الكالسيوم (٠,٣-١,٦) % اي من (٣-١٦) ملغم .غم^{-١} مادة جافة ،
- تعتبر الحمضيات من اكثر النباتات احتواءا على الكالسيوم اذ تحتوي من (٣-٦) % اي (٣٠-٦٠) ملغم .غم^{-١} مادة جافة ويعتبر محتوى طبيعي .
- وايضا الطماطة والباذنجان والرقي والبطيخ والفلفل تحتوي على كميات عالية من الكالسيوم وعند محتوى ٠,٨ % اي ٨ ملغم.غم^{-١} مادة جافة وتعتبر الحد الحرج لنقص هذا العنصر في هذه النباتات .

وظائف الكالسيوم في النبات

- ١- يدخل في تركيب الصفیحة الوسطی Middle lamella على هيئة بكتات الكالسيوم ويساعد على نمو الخلايا وزيادة اطوالها وبذلك يؤثر على تطور الخلايا المرستيمية

- ٢- يدخل في تركيب اغشية الخلايا والذي يعتبر مهما للمحافظة على نفاذيتها وفعاليتها الحيوية المختلفة .
 - ٣- يساهم مع ايونات العناصر الاخرى في تنظيم الجهد الازموزي لخلايا النباتات (المحافظة على الحالة المائية للنبات) وخاصة عناصر لها علاقة بالحالة المائية مثل البوتاسيوم والمنغنيز والبورون والكلور والصوديوم .
 - ٤- مهم لعملية الانقسام الاعتيادي للخلايا المرستيمية ونمو حبوب اللقاح كما في حالة عنصر البورون لذلك فان نقص الكالسيوم والبورون يؤدي الى موت القمة النامية للنبات .
 - ٥- له دور كبير في تنظيم الهرمونات النباتية IAA .
 - ٦- يرفع كفاءة النبات في تمثيل غاز CO₂
 - ٧- الكالسيوم يكون ضروري للنباتات البقولية حيث يعمل على زيادة قدرتها على تثبيت النتروجين الجوي .
 - ٨- تلافي حصول السمية من خلال اشتراكه في ترسيب حامض الاوكزاليك وترسيبه على شكل اوكزالات والتخلص من سميته .
 - ٩- يشترك الكالسيوم مع المغنيسيوم في تكوين الفايئين وهو عبارة عن ملح الكالسيوم والمغنيسيوم لحامض الفايينيك Phytic acid والذي هو استر حامض الفسفوريك السداسي المشتق من الاينوسيتول Inositol ويعتبر هذا الملح المصدر للفسفور في البذور اثناء عملية الانبات .
- Phytic acid: هو استر حامض الفسفوريك السداسي المشتق من الاينوسيتول
Inositol ويعتبر هذا الملح المصدر للفسفور في البذور اثناء عملية الانبات .

اعراض نقص الكالسيوم

ان عنصر الكالسيوم بطيئ الحركة داخل النبات لذلك تظهر اعراض نقصه على الاوراق الحديثة اولا ونقصه يسبب موت القمة النامية للنبات ويؤدي ايضا الى ضعف المجموع الجذري للنبات ويحدث تشوه للاوراق الحديثة حيث تصبح الورقة ملتفة وعلى هيئة خطاف وتتمزق الورقة مع ظهور بقع منخورة Necrosis ، وايضا يؤدي نقصه الى احتراق الاوراق والذي يعود الى انخفاض الاوكسين والهرمونات النباتية ، نقص الكالسيوم في نبات الكرفس يؤدي ويسبب ظاهرة القلب الاسود Black heart .

كما ان نقص الكالسيوم في التربة يؤدي الى عدم تكون درنات البطاطا وفسق الحقل حيث ان الكالسيوم ينتقل لهما مباشرة من التربة . وان وجود الكالسيوم

بكميات مناسبة في التربة يقلل من التأثير السام للعناصر الثقيلة مثل الرصاص والكاديوم وغيرها .

الاسمدة الحاوية على الكالسيوم

١- كلوريد الكالسيوم $\text{CaCl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$

٢- كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

٣- كربونات الكالسيوم CaCO_3

٤- اوكسيد الكالسيوم CaO

- جميع هذه الاسمدة لا يفضل اضافتها الى الترب العراقية كونها غنية بعنصر الكالسيوم

السمية بالكالسيوم

بالاضافة للضرر الذي قد تسببه ايونات الكالسيوم فهناك ضرر ثاني يرافق هذه الايونات وهو الايونات السالبة المتحدة معه مثلا كلوريد الكالسيوم $\text{CaCl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ وكبريتات الكالسيوم (الجبس) $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ وكربونات الكالسيوم CaCO_3 الايون المرافق لهم هو $(\text{CO}_3^{-2}, \text{SO}_4^{-2}, \text{Cl}^{-1})$.

خامسا / عنصر المغنيسيوم

- النبات يمتص المغنيسيوم على شكل ايون Mg^{+2}
- محتوى المغنيسيوم داخل النبات (٠,٣-٠,٦) % اي من (٣-٦) ملغم .غم⁻ مادة جافة
- يشترك مع الكالسيوم في العديد من الوظائف ومنها
 - ١- كلاهما يعمل على تخليص النبات من السمية لحامض الاوكزاليك
 - ٢- كلاهما يشترك في نقل الكربوهيدرات
 - ٣- كلاهما يدخل في تركيب الفايئين
 - ٤- كلاهما له دور في تحفيز تكوين الهرمونات النباتية
 - ٥- كلاهما يشترك في اختزال النترات ويحفزان عملية تثبيت النتروجين الجوي بواسطة البقوليات .

وظائف عنصر المغنيسيوم

- ١- يدخل مع النتروجين في تكوين جزيئة الكلوروفيل ، كما له دور مساعد في تكوين صبغات النبات مثل الكاروتين والزانثوفيل .

- ٢- ضروري للحصول على الطاقة من ATP حيث يربط مجموعتي الانزيم مع مجموعة الفوسفات العائدة له .
- ٣- ينشط عدد من الانزيمات ومساعدات الانزيمات والتي تلعب دورا مهما في عملية هدم الكربوهيدرات .
- ٤- يلعب دورا مهما في تثبيت بناء الرايبوسوم الذي تتكون عليه البروتينات .
- ٥- له دور مهم في تحويل الفسفور المعدني الى فوسفور عضوي (غير جاهز للنبات الى جاهز) . هذا ما يحدث داخل النبات .

اعراض نقص المغنيسيوم

في معظم النباتات نقص عنصر المغنيسيوم يسبب اصفرار وتنخر ثم تنخر بين العروق الرئيسية للاوراق والتي تبدا على قمة وحواف الاوراق ثم تتجه مع اشتداد اعراض النقص على العروق الوسطى للورقة كما في حالة التبغ والكرفس وانواع البنجر .

وفي الطماطة يحدث نضج غير متجانس Blotchy Ripening وتكون الثمار عرضة للتلف اثناء النقل والخزن كما قد تتساقط الثمار في وقت مبكر .

الاسمدة الحاوية على المغنيسيوم

هي كبريتات او نترات او كلوريدات المغنيسيوم لعلاج النقص بهذا العنصر

السمية بعنصر المغنيسيوم

يؤثر في المنافسة مع العناصر المعدنية الاخرى من حيث الامتصاص واذا ازدادت كميته عن الحد المقرر تصبح هناك سمية بهذا العنصر ونقص في بعض العناصر الغذائية الصغرى .

سادسا/الكبريت

- يمتص النبات الكبريت بصورة SO_4^{-2}

فوائد عنصر الكبريت

- ١- يدخل في تركيب الاحماض الامينية مثل السيستين Cystin والمثيونين Methionine .
- ٢- يدخل في تركيب البروتينات

٣- يدخل الكبريت في تكوين مادة الفيردوكسين Ferredoxin والتي تشترك في عملية اختزال النترات .

٤- عملية الترابط بين القواعد النتروجينية لتكوين الاواصر التي تساهم في بناء البروتينات والاحماض الامينية هي من الوظائف التي يدخل فيها الكبريت حيث يعمل على تثبيت بناء البروتين .

- المحتوى الاعتيادي من الكبريت لمعظم النباتات يتراوح بين (١,٠-٠,٥ % اي من (١-٥) ملغم . غم^{-١} مادة جافة
- غير ان هناك نباتات مثل نباتات العائلة الصليبية مثل اللهانة والقرنبيط واللفت والشلغم او النباتات العائدة الى العائلة النرجسية مثل البصل والثوم والمسؤولة عن عامل التدمع او يعود لها الطعم اللاذع او الحريف وبعض النباتات الاخرى مثل الفجل والكرات التي تحتوي كميات عالية من الكبريت قد تبلغ اكثر من ١٠ ملغم . غم^{-١} مادة جافة دون ان تكون لها سمية

اعراض نقص الكبريت

نظرا لدخول الكبريت في تكوين البروتين فان اعراض نقص الكبريت تظهر اولا على الاوراق الحديثة للنبات لانه عنصر بطيئ الحركة ، كما ان جميع نصل الورقة يكون مصفرا بما في ذلك عروق الورقة وتظل الاوراق غضة وطرية لا تجف ولا تتساقط في حين انه تجف وتتساقط في حالة نقص النتروجين .

الاسمدة الحاوية على الكبريت

لا توجد اسمدة خاصة بالكبريت لكن عادة تحتوي الاسمدة النتروجينية والبوتاسية على الكبريت مثل كبريتات البوتاسيوم وكبريتات الامونيوم وحتى سماد السوبر فوسفات الثلاثي يحتوي ٨ على الكبريت وكذلك اليوريا المغلفة بالكبريت .

اعراض زيادة الكبريت السمية

- ١- تمزق اغشية البلاستيدات الخضراء .
- ٢- ظهور بقع متبيسة في اطراف الاوراق خصوصا الاوراق القديمة .

ثالثا / البوتاسيوم

- يمتص النبات البوتاسيوم بصورة K^{+1}
- ان ايونات الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2} والامونيوم NH_4^{+1} والصوديوم Na^{+1} تنافس البوتاسيوم في عملية الامتصاص (تضاد ايوني) Antagonism والعكس صحيح .
- يمكن ان يتواجد البوتاسيوم بالصور التالية :
- ١- ذائب ٢- متبادل ٣- مثبت ٤- داخل في البناء البلوري
- محتوى النبات من البوتاسيوم (٢-٦) % اي (٢٠-٦٠) ملغم .غم^١ مادة جافة.

س/ اهم العوامل التي تحدد جاهزية البوتاسيوم في التربة ؟

- ١- نوع التربة ونوعية معادن الطين السائدة فيها
 - ٢- محتوى التربة من الطين والدبال
 - ٣- كمية الامطار الساقطة
 - ٤- زيادة CO_2 ونقص O_2 يؤدي الى قلة امتصاص البوتاسيوم من قبل النبات .
- ملاحظة / ان معادن الطين من نوع (٢: ١) المونتموريلينايت هي المسؤولة عن تثبيت البوتاسيوم في وحداتها البنائية في حين ان معادن الطين من نوع (١: ١) الكاولينايت ليس لها القدرة على تثبيت البوتاسيوم ولذلك فمثل هذه الترب تكون فقيرة بالبوتاسيوم شأنها شأن الترب الرملية الفقيرة اصلا بمعادن الطين وبهذه الحالة يغسل البوتاسيوم بسرعة وبكميات كبيرة الى الاعماق ولا يستفاد منه النبات ، لذلك فان الترب ذات المحتوى العالي من معادن الطين (١: ١) يفضل تجزئة اضافة الاسمدة البوتاسية وذلك لتقليل الفقد بعملية الغسل .

اهم وظائف عنصر البوتاسيوم

- ١- يساهم في تنظيم الجهد الازموزي للنبات ، وتشير الدراسات الى ان النباتات المجهزة بصورة جيدة من البوتاسيوم تزداد قدرتها على الاحتفاظ بالماء ، بسبب انخفاض عملية النتح والذي يرجع الى سيطرة عنصر البوتاسيوم على عملية فتح وغلق الثغور للورقة .
- ٢- هناك علاقة ايجابية في تحفيز معدل البناء الضوئي وانتقال نواتجها في حالة التغذية الجيدة من البوتاسيوم والذي يرجع بالدرجة الاساس الى تحفيز عملية تكوين ATP الذي يحتاج اليه في ملئ الانابيب المنخلية بالمواد الناتجة من عملية البناء الضوئي .

٣- لقد وجد ان البوتاسيوم يساعد النبات وخاصة في النباتات النجيلية على مقاومة عملية الرقاد (الاضطجاع) نتيجة لمساعدته في تكوين الخلايا السكلرنكيمية وبذلك تكون الخلايا اكثر سمكا بالاضافة الى ذلك فان النباتات التي تعاني من نقص البوتاسيوم تظهر نقصا في الانتفاخ فتكون الخلايا رخوة غير صلبة وعليه تكون مقاومة النباتات ضعيفة لظروف الجفاف كما تكون اكثر حساسية لضرر الصقيع والملوحة ويسهل مهاجمتها من قبل الفطريات .

اعراض نقص البوتاسيوم

- ١- ضعف المجموع الجذري للنبات وبالتالي ضعف عام للنبات
- ٢- قلة عدد الازهار

تتلون الاوراق بلون بني داكن مع احتراق حواف الاوراق وفي الحالات المتقدمة قد يحدث احتراق لجميع الورقة وغالبا ما تكون على شكل رقم ٨، وعموما فان احتراق قمة الاوراق وذبولها وتجدها هي صفة مميزة لنقص البوتاسيوم على معظم النباتات

العناصر الغذائية الصغرى

- هذه العناصر يحتاجها النبات بكميات قليلة وتشمل (الحديد ، النحاس ، المنغنيز ، البورون ، المولبدنم ، الكلور، والزنك)
- يبلغ تركيزها في النبات (١-٢٠٠) جزء بالمليون ppm في مادة النبات الجافة .

س/ اسباب الاهتمام بتغذية النبات بالعناصر الصغرى ؟

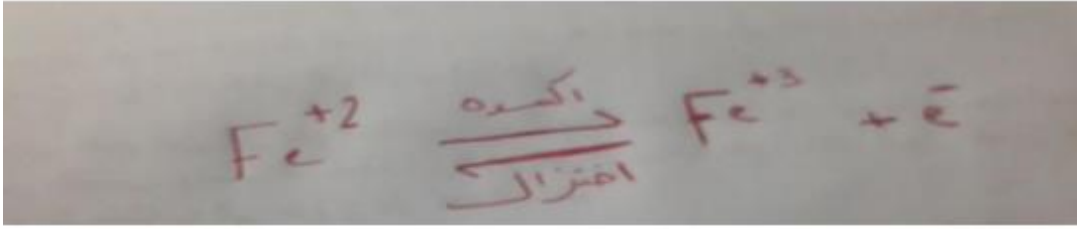
- ١- الاتجاه المتعاظم في زيادة وازدادة العناصر الكبرى والزراعة الكثيفة والحصول على حاصل عالي وذو نوعية جيدة .
- ٢- افتقار الترب الزراعية بالعناصر الغذائية الصغرى بسبب استخدام اسمدة العناصر الكبرى والتي لا تحتوي على العناصر الصغرى .
- ٣- استخدام الاصناف المحسنة من النباتات ذات الانتاجية العالية وذات الاحتياجات العالية من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى .
- ٤- استخدام مساحات شاسعة لزراعة الاعلاف الخاصة بالمواشي مما ادى الى استهلاك كميات كبيرة من العناصر الغذائية الصغرى والكبرى .
- ٥- عدم التوازن الغذائي الايوني بين العناصر الصغرى والكبرى بسبب اضافة اسمدة العناصر الكبرى وعدم اضافة اسمدة العناصر الصغرى مما يؤدي الى التقليل من امتصاص العناصر الكبرى بسبب عدم التوافق الايوني .

اولا / الحديد

- يمتص النبات الحديد على هيئة حديدوز Fe^{+2}
- يبلغ محتوى الحديد في النبات من (١٥٠-٢٥٠) جزء بالمليون ppm .

الفعاليات الحيوية

١- منشط لانزيمات الاكسدة والاختزال حيث له القابلية على فقد واكتساب الالكترونات وحسب المعادلة التالية



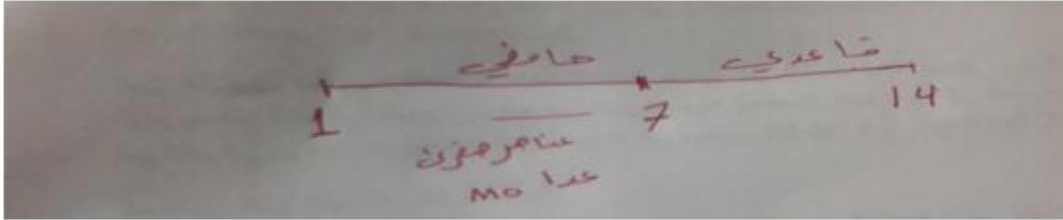
- ٢- يدخل في تركيب عدد من الانزيمات مثل انزيم البيروكسيداز peroxidase والكاتاليز catalase
- ٣- يساعد في بناء الكلوروفيل بالرغم من انه لا يدخل في تركيبه
- ٤- يدخل في تركيب الاغشية النووية وفي الكلوروبلاست والميتوكوندريا
- ٥- النباتات تحتاج الى الحديد لعملية انقسام الخلايا والتنفس
- ٦- يدخل في تركيب الفيروكسين Ferredoxin وهي بروتينات تقوم بعملية نقل الالكترونات في عملية الفسفرة الضوئية ويشترك Ferredoxin ايضا في عملية اختزال النترات الى امونيا
- ٧- يدخل في تركيب بعض الصبغات ونسبته في الصبغات ١,٠% من الحديد من الحديد الكلي الموجود في الورقة اما القسم الاكبر من الحديد فانه يخزن في الكلوروبلاست بصورة فوسفوبروتينات الحديدية

اعراض نقص الحديد

- ١- الحديد من العناصر البطيئة الحركة فيؤدي الى اضرار الاوراق الحديثة ويرجع ذلك الى فقد الكلوروفيل وتحلل الكلوروبلاست وتشوهها وانخفاض في عدد صفائح الكرانا وصغر حجمها.
- ٢- يحدث نخر موضعي على قمة وحواف الاوراق او موزعة بشكل غير منتظم بين العروق او على الورقة نفسها وتكون قمة الورقة مشوهة .
- ٣- نقص الحديد يسبب انحناء شديد لحواف الورقة الى الاسفل حيث تبدو الاوراق بشكل القارب المقلوب .
- ٤- يلاحظ تقزم النبات مع ضعف المجموع الجذري وحدوث الموت التراجعي Die back
- ٥- ان انتشار نقص الحديد على اشجار الفاكهة والحمضيات اكثر من انتشاره على المحاصيل الحقلية والخضروات .

علاج نقص الحديد

لا ينصح باضافة الاح العناصر الغذائية الصغرى مباشرة الى التربة القلوية والقاعدية الذي يزيد ال PH عن ٧



حيث سرعان ما تترسب او تثبت العناصر الغذائية الصغرى في صورة مركبات معقدة غير جاهزة للامتصاص بواسطة جذور النبات لذا يفضل اضافتها اما رشا او اضافتها بصورة الحديد المخليبي الى التربة Fe-EDTA

ويمكن علاج نقص الحديد كالاتي :

- ١- خفض نسبة ال PH في الترب الكلسية وذلك باضافة حامض الكبريتيك H_2SO_4 وقد يضاف الكبريت بدلا عنه لان الاخير غالي الثمن .
- ٢- يمكن اضافة املاح الحديد للتربة اذا كان ال PH ملائم .
- ٣- رش النباتات بمحلول كبريتات الحديدوز $FeSO_4 \cdot 2H_2O$ التي تحتوي على الحديد بمعدل ٢٠% .
- ٤- في حالة استخدام الحديد المخلبي للتربة يضاف عادة بمعدل ٥٠٠ غم لكل شجرة مثمرة .
- ٥- حقن النباتات باملاح الحديد او مركباته المخلبية على هيئة محاليل عن طريق جذع او سيقان النباتات ، حيث اثبتت هذه الطريقة فعاليتها في معالجة اعراض نقص الحديد وبعض العناصر الغذائية .

السمية بالحديد

زيادة تركيز الحديد تسبب ظهور اعراض نقص المنغنيز

المنغنيز

- يمتص النبات المنغنيز على شكل ايون ثنائي التكافؤ Mn^{+2}
- يبلغ محتوى المنغنيز في النبات من (١٠٠-٢٠٠) جزء بالمليون ppm في المادة الجافة

الفعاليات الحيوية

- ١- ينشط الانزيمات اذ يعتبر حلقة وصل بين ال ATP وبروتين الانزيم وهو عنصر اساسي في التنفس وتمثيل النتروجين من خلال تنشيطه انزيمات دورة كالفن فضلا عن تنشيطه لانزيمات اختزال النترات وهو بهذا يشترك في تكوين البروتين
- ٢- له دور في عملية البناء الضوئي او يعتقد ان نشاطه في مرحلة تحرير الاوكسجين عند انشطار جزيئة الماء كما يساعد في نقل الالكترين في الماء الى الكلوروفيل في النظام الضوئي الثاني Photosystem II .
- ٣- يشترك في تنظيم الجهد الازموزي .
- ٤- ضروري في تكوين الدهون حيث يشترك في تحويل Acetyl Co.A الى Malonyl Co.A من خلال تنشيط انزيم كاربو كسليز Carboxylase
- ٥- هناك دراسات اثبتت اهمية المنغنيز للنباتات في مقاومة الصقيع .

اعراض نقص المنغنيز

- ١- تظهر اعراض نقصه على الاوراق الحديثة كونه عنصر بطيئ الحركة .
- ٢- اصفرار الاوراق مع بقاء العروق خضراء والاوراق تصاب بالتنخر

Necrosis

- ٣- النقص الشديد قد يسبب تساقط الازهار
- ٤- ضعف ورهافة الساق وغالبا ما تكون البراعم صفراء

علاج نقص المنغنيز

- ١- اضافة املاح المنغنيز للتربة وخاصة كبريتات المنغنيز وكربونات المنغنيز او كلوريد المنغنيز او اوكسيد المنغنيز المخلي وتوقف الاضافة على تفاعل التربة PH

- أ- في التربة المتعادلة يضاف (١٥-٣٠) كغم للدونم
 - ب- في التربة الخفيفة القاعدية يضاف (٣٠-٦٠) كغم للدونم
 - ت- في حالة التربة شديدة القاعدية يضاف (٦٠-١٢٠) كغم للدونم
- ٢- تستخدم طريقة رش النباتات باملاح المنغنيز حيث تكون اكثر فعالية واقل كلفة .

السمية بالمنغنيز

ظهور بقع بنية على الاوراق القديمة والناضجة وتوزيع الكلوروفيل غير منتظم وغالبا ما تظهر اعراض نقص الحديد .

علاج الزيادة بالمنغنيز

يضاف الكلس الى التربة الحامضية فتقل جاهزية المنغنيز من ترسيبه وتكوين مركبات المنغنيز غير الذائبة اضافة الى ان الكالسيوم Ca يعتبر منافس للمنغنيز في مواقع الامتصاص

-٣

- وفي اشجار الفاكهة فان الثمار تكون صغيرة الحجم ولونها غير طبيعي والثمرة متصلبة وزيادة نسبة الحموضة فيها مع انخفاض نسبة السكر وانخفاض فيتامين C

- وفي اشجار المشمش نلاحظ قلة عدد الازهار وهذا يؤثر في انخفاض عدد الثمار وصغر حجمها
- وعموما الثمار المخزونة او اثناء نقلها تكون عرضة للتلف بسبب تعرضها للتعفن مقارنة بالثمار التي كانت اشجارها مغذاة بصورة جيدة بالبوتاسيوم مثل الطماطة والخيار والخوخ .
- اما في البطاطا نلاحظ انحناء حواف الاوراق حيث تكون ملعقية الشكل مع تنخر حوافها ويميل لون النبات الى اللون البرونزي كما تظهر ظاهرة الاسوداد Blacking على الدرنات حيث تكون مسودة عند الطهي او سوداء مزرققة بعد تقطيعها وتركها لفترة زمنية معينة .
- ان نقص البوتاسيوم في الطماطة تكون نهاية الثمرة خضراء صلبة ذات مذاق غير مستحب ويطلق على هذه الظاهرة Green back

السمية بعنصر البوتاسيوم

ان الزيادة بعنصر البوتاسيوم تؤدي الى تسبب ظاهرة تعفن الطرف الزهري Blossomendrot لنبات الطماطة والفلفل والباذنجان ، وهناك دراسات لعلاقة نقص الكالسيوم بتعفن الطرف الزهري للرقمي والبطيخ والذقد ينتج بسبب الافراط في اضافة السماد البوتاسي.

علاج نقص البوتاسيوم

ممكن اضافة الاسمدة الحاوية على البوتاسيوم مثل

- نترات البوتاسيوم KNO_3
- كلوريد البوتاسيوم KCl
- كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4

لا يفضل اضافة كلوريد البوتاسيوم في الترب العراقية لاحتواء هذا السماد على عنصر ملحي هو الكلور Cl

ثالثا / البورون B

- يبلغ محتوى البورون في النبات (٢٠-١٠٠) جزء بالمليون ppm .

س / ما هي الصورة التي يمتص بها النبات البورون ؟

ج / يمتص النبات البورون على شكل H_3BO_3 و $H_2BO_3^-$ و $HB_3O_3^{-2}$ و BO_3^{-3} و $B_4O_7^{-2}$ و BO_2^{-2} وهو من اكثر العناصر امتصاصا .

اهمية البورون وفعاليتة الحيوية ؟ خامسا / النحاس

- يمتص النبات النحاس بصورة ايون ثنائي التكافؤ Cu^{+2}
- يبلغ محتوى النبات من النحاس من (٥-١٠) جزء بالمليون ppm

العمليات الحيوية (وظائف النحاس)

- ١- له دور في عملية البناء الضوئي حيث ان ٧٠% من النحاس الكلي موجود في الاوراق .
- ٢- له اهمية في تكوين البروتين من خلال دوره في تثبيت النتروجين الجوي وتكوين RNA .
- ٣- يزيد من كفاءة تكوين فيتامين C .
- ٤- يشترك مع الزنك في تنشيط الانزيم الذي يمنع تكسير خلايا النبات .
- ٥- له دور في تقليل الاصابات الفطرية والبكتيرية .
- ٦- تشترك الانزيمات التي تحوي على النحاس في تقليل التشبع وتكوين الهيدروكسيل للحامض الدهني .

اعراض نقص النحاس

نقصه يسبب الموت التراجعي Dia back للأغصان او قمة الاشجار في الحمضيات يطلق على نقص النحاس مرض Exanthema . في بعض الاشجار يسبب اعوجاج الافرع على شكل حرف S كما يلاحظ تكوين صفيحة صمغية ما بين القشرة والخشب حيث تبدو اباط البراعم منتفخة ، ويلاحظ تكوين بقع صمغية على الثمار مع ظهور بقع على الثمار وقد تمتد الى داخل الثمرة كما هو الحال في التفاح.

علاج نقص النحاس

- 1- اضافة كبريتات النحاس $CuSO_4$ رشا على الاوراق بتركيز ٠,٠٥%.
- 2- اضافة (٠,٢٥-٢,٥) كغم من كبريتات النحاس للدونم ويفضل كبريتات النحاس رشا على النبات لان اضافته للتربة قد يثبت ويصبح غير جاهز للامتصاص.

السمية

- هناك نوعان من المقاومة لمنع ظهور اعراض سمية النحاس يقوم بها النبات :
- 1- استبعاده من الامتصاص ويبقى على اسطح الجذور او ان يمتص بواسطة خلايا الجذور ويبقى فيها دون ان ينتقل الى الاجزاء الخضرية .
 - 2- خلايا بعض النباتات لها القابلية على مراكمة النحاس الى الف جزئ بالمليون دون ظهور اعراض السمية .

سادسا / المولبدنم

- يمتص النبات المولبدنم على صيغة MoO_4^{-2}
- تركيزه داخل النبات من (١-٠,١) ppm جزئ بالمليون

فعاليته الحيوية

- 1- له دور في اختزال النترات وتثبيت النتروجين الجوي اذ لوحظ ان الاحياء المجهرية تحتاج الى المولبدنم .
- 2- المولبدنم مسؤول عن تنشيط العديد من الانزيمات الخاصة بالفعاليات الحيوية للنبات .

- ٣- ضروري في تحويل النترات وتمثيلها لذلك عند نقص المولبدنم قد تتراكم النترات وتظهر اعراض نقص النتروجين حتى لو اضيف السماد النتروجيني
- ٤- له دور في زيادة حامض الاسكوربك فيتامين C وان نقصه يؤدي الى خفض حامض الاسكوربك في النبات .
- ٥- له اهمية في تحويل الفسفور المعدني الى عضوي داخل النبات فلذلك يعزى له رفع كفاءة النبات من الاستفادة من الازمدة الفوسفاتية .
- ٦- له علاقة ايجابية بزيادة مقدار السكر لنبات البنجر السكري .
- ٧- له دور في زيادة انتاج جزيئة الكلوروفيل وبالتالي زيادة نشاط عملية التركيب الضوئي .
- ٨- يسمى المولبدنم مفتاح الايض الحيوي للنتروجين .

اعراض نقص المولبدنم

- ١- تتشابه اعراض نقصه مع اعراض نقص النتروجين حيث تكون النباتات متقرمة مع ضعف واضح في المجموعة الجذرية .
- ٢- تظهر اعراضه على الأوراق القديمة اكثر من ظهورها على الاوراق الحديثة .
- ٣- الإصابة بمرض الذيل السوطي Whip tall في اللهانة والقرنبيط وهو ظهور بقع صفراء بين العروق وقد تتلون حواف الورقة باللون الرمادي او اللون البني وتذبل انسجة الورقة وتتساقط ويتبقى الوسطي على شكل سوط .
- ٤- في الحمضيات تظهر بقع صفراء غير منتظمة الشكل على الاوراق Yellow spot .
- ٥- حدوث انحناء لحواف الاوراق للاعلى بشكل يشبه الملاعة كما في الحمضيات والتبغ .

علاج نقص المولبدنم

- ١- قد يكفي لعلاج هذا العنصر اضافة الكالسيوم لرفع ال PH للتربة مما يزيد من جاهزية المولبدنم للامتصاص من قبل النبات .
- ٢- في محاصيل الخضر ترش بما يعادل ٢٠٠ غم من المولبدنم للدونم من محلول مولبيدات الامونيوم .
- ٣- في الحمضيات يذاب ٥ غم من المولبدنم في ١٠٠ لتر ماء ورشه على الاشجار وهذه الكمية تكفي لرش (٢-٥) شجرة من الاشجار المثمرة .

سابعا / الكلور

- يمتص النبات الكلور على هيئة انيون احادي التكافؤ Cl^{-1}
- تركيزه داخل النبات من (100-150) ppm

فوائد الكلور

- 1- يلعب الكلور مع المنغنيز دورا مهما حيث يعملان على تحلل جزيئة الماء ضوئيا وايجاد الالكترونيئات اللازمة في النظام الضوئي الكيمياءى لعملية البناء الضوئي حيث تتحول الطاقة الضوئية الى كيميائية.
- 2- يشترك في عملية تنظيم الجهد الازموزي لخلايا النبات .
- 3- له دور في تنشيط انزيم سايتوكروم اوكسيدز Cytochrom oxidase .
- 4- يرفع قدرة النبات على زيادة عملية انقسام خلايا الخشب وكذلك خلايا النسيج العمادي ويمكن ان يعتبر هذا التأثير من الوظائف المهمة لعنصر الكلور في النبات .

السمية بالكلور

المستويات العالية من الكلور تمنع انتقال نواتج عملية البناء الضوئي وخاصة الى اعضاء التخزين حيث تعمل الزيادة في الكلور على قلة محتوى السكر في البنجر السكري وتقل نسبة النشا في البطاطا اي تقلل الزيادة من الكلور انتقال السكريات والكربوهيدرات من اماكن تصنيعها الى اماكن تخزينها .

•

- 1- يشترك في عملية نقل السكريات حيث يميل للارتباط مع مجاميع OH العائدة للمركبات العضوية مثل السكريات المتعددة .
- 2- ينشط عمل بعض الانزيمات لذلك فهو يدخل في تنظيم الفعاليات الحيوية مثل انزيم الكتاليز catalase والبيروكسيدز peroxidase .
- 3- له دور في تكوين البكتين واللكتين حيث ان 50% من البورون يتواجد في جدار الخلية .
- 4- ضروري في انقسام الخلايا ونتاج حبوب اللقاح وعملية الاخصاب وهذا يوضح موت البرعم الطرفي .

٥- له دور في تصنيع RNA اذ ان نقص البورون يخفض من معدل ارتباط الفسفور مع النيوكليوتيدات وبالتالي يخفض معدل تصنيع الاحماض النووية وهذا يؤثر في صنع البروتينات .

٦- يشجع انبات بذور الحشائش وقد اعزي ذلك الى تأثيره على تصنيع حامض الجبرليك في البذور وله دور في تكوين الهرمونات النباتية .

٧- يرفع من مقاومة النبات للكثير من الامراض الفطرية والفيروسية .

٨- يشترك في عملية حفظ التوازن المائي لخلايا النبات وذلك من خلال رفع كفاءة النبات في امتصاص البوتاسيوم .

اعراض نقص البورون

١- تكون النموات الطرفية والقمم النامية صغيرة وتحصل ظاهرة الموت التراجعي Die back نتيجة لقلة انتقال السكريات الى المناطق ذات الفعالية العالية.

٢- الاوراق النامية تكون مشوهة وهشة وسهلة الكسر وتكون ملتوية ومبقعة ببقع صفراء .

٣- تقل حيوية وانبات حبوب اللقاح مما يؤدي الى نقص في عقد الثمار وتكوين ثمار ذات اشكال غير منتظمة .

٤- جذوع مشققة ومتآكلة داخليا مما يعرض النبات للأمراض مثل عطب السكر وتقشف الثمار في الخيار .

٥- ظهور ظاهرة Hollow heart القلب الفارغ في الجوز .

٦- ظهور ظاهرة Hen and chicken disease الدجاجة واولادها في الذرة الصفراء .

٧- ظهور ظاهرة القلب الاسود Black heart في الكرفس والمعدنوس .

٨- ظهور ظاهرة Monkey Face في الزيتون .

٩- حدوث تمزق وتشقق للثمار في الرمان والبرتقال والطماطة .

١٠- تمزق قشور البطاطا .

١١- ظهور عروق فلينية على السطح السفلي لاوراق الحمضيات .

- ١٢- ظهور القلب الاجوف في نبات البنجر السكري والتفاح ونبات الفجل.
- ١٣- حدوث تجويف لبعض سيقان نباتات العائلة الصليبية مثل اللهانة والقرنبيط.
- ١٤- تشوه رؤوس القرنبيط واسودادها .
- ١٥- تشوه ثمار الفراولة والعنب عن شكلها الطبيعي .

علاج نقص البورون

- ١- رش النباتات بحامض البوريك H_3BO_3 .
- ٢- اضافة او رش البوركس $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ وهو عبارة عن بورات الصوديوم تحتوي على ١١% بورون يستخدم من (٢-٤) كغم للدونم من البوركس.

السمية بالبورون .

يعتبر البورون من اشد العناصر الغذائية الصغرى خطورة في احداث السمية على النبات في حالة الزيادة عن التركيز المثالي ولو بصورة طفيفة لذلك يجب التعامل بحذر عند استخدام محاليل مخففة منه وتسبب زيادته اصفرار الاوراق وموت الانسجة ، وتظهر الاوراق كأنها ممزقة والنباتات الحساسة لزيادة البورون هي (العنب ، الخوخ ، الفاصوليا ، والتين) وتحدث السمية غالبا في المناطق الجافة وشبه الجافة .

علاج الزيادة في البورون

- ١- اضافة الكلس اذا كانت التربة حامضية .
- ٢- وضع برنامج غسل اذا كان تركيزه مرتفع بالتربة.
- ٣- يجب الحذر اذا كانت مياه الري تحتوي على نسبة عالية من البورون فيجب تقليل السقي او استبدال مصدر مياه السقي .

رابعاً/عنصر الزنك Zn

- يمتص النبات الزنك بصورة Zn^{+2} ايون ثنائي التكافؤ .
- يبلغ محتوى الزنك في النبات (٢٠-١٠٠) جزء بالمليون ppm .

الفعاليات الحيوية للزنك (اهميته)

- ١- منشط لعدد من الانزيمات ، ويدخل في تركيب عدد من الانزيمات (يدخل في تنشيط وتركيب ٣٠٠ انزيم).
- ٢- يساعد في عملية تكوين الكلوروفيل ويرجع ذلك الى تأثيره المباشر على عملية تكوين الاحماض الامينية والكربوهيدرات ومركبات الطاقة.
- ٣- يزيد من تكوين فيتامين C وكذلك مجموعة فيتامين B المعقدة .
- ٤- يساعد في تكوين الحامض الاميني التربتوفان Tryptophan الضروري في استطالة الساق والخلايا .

ينظم تصنيع البروتينات في النبات. الجهد المائي للنبات

الجهد المائي Water potential : هو الفرق بين الجهد الكيميائي في اي محلول والجهد الكيميائي للماء النقي وهذا الفرق يمثل الطاقة الحرة او الطاقة الحركية او الطاقة الكامنة للماء ووحدة قياسه هي وحدة الضغط البار او ضغط جوي .

$$\psi_w = U_w + U_w^\circ$$

$$\psi_w = \text{الجهد المائي}$$

$$U_w = \text{الجهد الكيميائي للمحلول (يحتوي شوائب)}$$

$$U_w^\circ = \text{الجهد المائي للماء النقي}$$

س/ اكتب معادلة الجهد المائي داخل النبات ؟

$$\psi_w = \psi_p + \psi_s$$

حيث ان

$$\psi_w = \text{الجهد المائي}$$

$\Psi_p =$ الضغط الانتفاخي

$\Psi_s =$ الجهد الازموزي

• كيف يتحرك الماء داخل النبات .

ينتشر الماء من الجهد المائي العالي (الاقل سالبية والاعلى في الطاقة الحركية) الى الجهد المائي الواطئ (الاكثر سالبية والاقل في الطاقة الحركية) اي ينتقل الماء من المحلول المخفف الى المحلول المركز.

عرف الضغط الانتفاخي Turgor pressure

هو ضغط حقيقي فعلي ناشئ عن دخول الماء الى الفجوات العصارية للنبات حيث يسبب ضغط على بروتوبلازم ودار الخلية وبذلك هو يحافظ على صلابة الاوراق والجذور وغيرها من الاغصان النباتية ويحمل دائما اشارة موجبة لانه يزيد من قيمة الجهد المائي ويرمز له Ψ_p .

عرف الجهد الازموزي Osmotic potential

هو الجهد الناتج من وجود المواد الذائبة (الاملاح) وهو يمثل القوة المحركة لجزيئات الماء في محلول التربة الخارجي الى داخل الخلية ويكون دائما ذو شحنة سالبة لانه يعمل على خفض الجهد المائي ويرمز له Ψ_s .

عرف الانتشار Diffusion

هو عملية انتقال ايونات العناصر الغذائية او الماء من التركيز العالي الى التركيز المنخفض الى ان يتساوى تركيز هذه الايونات في محلول التربة مع الفراغ الحر للجذر التابع للنبات .

فوائد الانتشار

- 1- انتقال الماء وما به من عناصر غذائية من محلول التربة الى داخل النبات.
- 2- صعود الماء الى داخل النبات يعمل على تخليص النبات من المواد الضارة الناتجة عن عملياته الحيوية .
- 3- يؤدي صعود الماء الى داخل النبات الى استمرارية عملية النتح من الاوراق وامتصاص الماء من الجذور هن عمليتان متلازمتان .

الجريان الكتلي Mass Flow

هو عملية انتقال ايونات العناصر الغذائية مع حركة تدفق الماء داخل النبات اي ان زيادة النتج يسبب امتصاص ايونات العناصر الغذائية ، والايونات التي تنتقل بهذه الطريقة هي النحاس Cu^{+2} والكالسيوم Ca^{+2} والبورون B والمولبدنم Mo^{-2} .

س/ عرف النفاذية **Permeability** وما هي القواعد العامة لها وما هي العوامل المؤثرة فيها ؟

النفاذية: هي قابلية الغشاء على مرور المواد من خلاله .

القواعد العامة للنفاذية

- 1- الحجم :المادة الاصغر حجما تنفذ اسرع في الغشاء ، اي ان حجم المادة يلعب دورا مهما في نفاذيتها .
- 2- القطبية (الشحنة) : كلما قلت القطبية زادت النفاذية عبر الاغشية الحيوية ، اي ان البوتاسيوم اسرع في النفاذ من الكالسيوم في المرور عبر الاغشية .
- 3- نفاذية المادة العضوية : كلما زاد طول السلسلة الكربونية للمادة العضوية زادت نفاذيتها لان ذوبانها يكون اسرع (اسهل).
- 4- الذوبانية : المادة العضوية كي تنفذ يجب ان تذوب في مادة الغشاء .

العوامل المؤثرة في النفاذية

- 1- درجة الحرارة : تزداد نفاذية الاغشية بزيادة درجة الحرارة وذلك لان الحرارة تعمل على زيادة الطاقة الحركية للمادة النافذة .
- 2- عمر النسيج : النسيج النباتي الحديث انشط فسلجيا ولهذا تكون نفاذيته اعلى .
- 3- الاشعاع : الاشعاع العالي يسبب ضررا للنسيج ويقلل من نفاذيته.
- 4- المذيبات العضوية: تؤثر على نفاذية الغشاء لانها تؤدي الى تخريب الجزء الدهني للغشاء .
- 5- pH التربة : تكون النفاذية اعلى في pH المتعادل .

س/ اشرح بصورة مفصلة الاهمية الازموزية للماء في النبات (اهمية الماء بالنسبة للنبات)؟

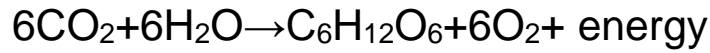
- 1- حفظ الانسجة النباتية في حالة ممتلئة مما يحافظ على حيوية ونشاط النبات .
- 2- يسبب امتصاص الماء دخول بعض المغذيات الى داخل النبات بعملية الجريان الكتلي (Mo,Cu,Ca,B) .

٣- كسب الخلايا الغضة كالقلم النامية القوة والصلابة كما ان الضغط الانتفاخي التي تسلطة الخلايا على بعضها البعض تمكن النباتات العشبية والنجيلية من ان تبقى قائمة ولا تنكسر .

٤- يسهل الماء اختراق وخروج البادرات من التربة .

٥- دخول الماء الى النبات يمكن النبات من القيام بمختلف الوظائف الحيوية ومن المعروف ان الماء ضروري جدا لعمل الانزيمات المسيرة لكافة العمليات الحيوية التي تجري في النبات .

٦- ان الماء هو المادة الاساسية لعملية البناء الضوئي كما في المعادلة التالية



عرف عملية التشرّب Imbibition

هو نوع من انواع الانتشار ولا يشترط وجود غشاء

شروط التشرّب

١- يحدث عندما تكون المادة محببة للماء

٢- يحدث عند وجود فرق في الجهد المائي

الظواهر المرافقة للتشرّب

١- الحجم : يزداد حجم المادة المتشربة

٢- توليد طاقة طفيفة لا تتجاوز درجة مئوية واحدة

٣- توليد ضغط هائل قد يصل الى ١٠٠٠ بار وهذا ما يمكن النبات من اختراق الصخور

اهمية التشرّب

١- نمو النبات لا يحدث بدون تشرّب البذور بالماء

٢- امتصاص الماء وانتقاله الى داخل النبات مبنية على التشرّب وفرق الجهد المائي

س / العوامل المؤثرة على جاهزية الزنك في النبات (معظم العناصر الصغرى تتأثر بهذه العوامل)

- ١- PH التربة : اذ كلما ارتفع PH التربة تنخفض جاهزية العناصر الصغرى .
- ٢- نوع التربة : ففي الترب الكلسية تنخفض جاهزية العناصر الصغرى .
- ٣- الظرف المناخي

اعراض نقص الزنك

- ١- تظهر على النموات الحديثة باصفرار بين العروق وتتراوح بين الاحمر والاصفر الشاحب والابيض .
- ٢- حدوث ظاهرة تبقع الاوراق Mottle leaf في الحمضيات .
- ٣- حدوث ظاهرة الاوراق الصغيرة Little leaf في الخوخ والتفاح والطماطة.
- ٤- حدوث ظاهرة التورد Rosetta في اشجار الفاكهة .
- ٥- في بعض الاشجار تكون الاوراق جالسة على الافرع بدون اعناق .

علاج نقص الزنك

اضافة (٢-٤) كغم للدونم بصورة كبريتات الزنك $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ لسهولة ذوبانها في الماء او اضافة مركبات الزنك المخلبية Zn-EDTA رشاً على النبات او اضافتها للتربة .

السمية بالزنك

- ١- خفض النمو وخصوصاً المجموع الجذري .
- ٢- فشل الاوراق بالاتساع الى حجمها الطبيعي او اصفرارها .
- ٣- بعض النباتات تنشأ فيها صبغة بنية او صفراء بسبب تكوين بعض المركبات الفينولية .

٤- زيادة تركيز الزنك في محيط الجذر يسبب انخفاض في امتصاص الفسفور والنحاس مما ينتج عن ذلك ظهور اعراض نقص الفسفور والنحاس على النبات .

٥- في النباتات ذات المقاومة المنخفضة لزيادة الزنك لوحظ انه تفقد ٥٠% من كلوروفيلها .

ن Si والرصاص Pb والزرنيق Hg والكاديوم Cd والزرنيخ As /س/ عرف السكون Dormansy

هو تعطيل نمو النبات او البراعم او الاعضاء النباتية لفترة زمنية مؤقتة او قد يعطل النمو كلياً بحيث لا يمكن ملاحظة اي ظاهرة من ظواهر النمو المعروفة ، ويعود السكون في البذور الى ما يلي :

- ١- غلاف البذرة غير منفذ للماء والهواء (الماء يشغل انزيمات التحلل والهواء يستفاد منه في الطاقة).
- ٢- المواد المخزونة في البذرة غير كافية للنبات (بذرة ناقصة لا تحتوي على مواد كافية).
- ٣- الجنين غير مكتمل النمو .
- ٤- ظروف خزن سيئة (تهوية -حرارة- رطوبة).
- ٥- وجود نقص في منظمات النمو (اذ ان معظم منظمات النمو مثل الجبرلين لها دور في عملية النمو الا انه ربما تكون موجودة في طبقة الاليرون حيث ان انزيمات التحلل لا تشترك بدون وجود الجبرلين .
- ٦- وجود مثبطات للنمو في غلاف البذرة مثل الالثلين والكومارين والامونيا NH_3

س/ كيف يتم التغلب على ظاهرة سكون البذرة (كيف تخرج البذرة من حالة السكون)

١- غمر البذرة في تركيز عالي من NaOH او H_2SO_4 .

استعمال طريقة الخدش . تغذية النبات Plant nutrition

المحاضرة العاشرة الدكتور : حسين عزيز محمد

س / ماهي الدلائل التي تؤيد عملية الامتصاص الحيوي ؟

- ١- زيادة عملية الامتصاص بزيادة درجة الحرارة .
- ٢- تزداد عملية الامتصاص بزيادة محتوى النسيج من السكريات.
- ٣- تزداد عملية الامتصاص بزيادة عملية التنفس اي بزيادة خروج CO_2 .
- ٤- تزداد عملية الامتصاص بزيادة شدة الاضاءة .
- ٥- في حالة استخدام المواد المثبطة مثل الدايميثيل (Dimethyle) الى محلول مغذي من كلوريد البوتاسيوم ادى الى انخفاض معدل امتصاص البوتاسيوم من قبل النبات بمقدار ٩٠% وانخفاض معدل امتصاص الكلور بمعدل ٦٠% ، حيث انه لو كانت عملية الامتصاص غير مرتبطة بالنشاط الحيوي للنبات لامتص النبات كل من ايونات البوتاسيوم والكلوريد بكميات متساوية.

س / عدد النظريات المتعلقة بالامتصاص الحيوي ؟

- ١- نظرية انفصال الشحنات .
 - ٢- فرضية الحامل الناقل .
 - ٣- فرضية الضخ الايوني
 - ٤- فرضية التنافذ او التناضح الكيميائي .
 - ٥- نظرية دورة الفوسفاتيدات .
 - ٦- فرضية التنفس الملحي (الانيوني).
 - ٧- الطريقتان الميكانيكيتان للنقل الحيوي او النشاط للمغذيات .
- التسميد الورقي Foliar Fertilization (التغذية الورقية) Foliar nutrition وقد تسمى ايضا تغذية لا جذرية Non Root nutrition .

س/ ما المقصود بالتغذية الورقية ؟

هي عملية رش المحاليل المغذية على المجموع الخضري للنبات لسد متطلباته الغذائية .

س/ ما هي اهمية التغذية الورقية ؟

- ١- تتعرض المغذيات عند اضافتها للتربة الى الفقد سواء عن طريق الغسل او التطاير او الترسيب او التثبيت .
- ٢- التقليل من تلوث البيئة بسبب الاقتصاد بكمية الاسمدة .
- ٣- استعمال التغذية الورقية لمعالجة نقص المغذيات التي تتطلب معالجة سريعة .
- ٤- تظهر اهمية التغذية الورقية عند اصابة الجذور ببعض الامراض والحشرات مثل اصابة الجذور بالنيماطودا (الديدان الثعبانية) مما يعرقل دورها في امتصاص المغذيات من التربة ، او عند ظروف غدقة او عند انخفاض درجة الحرارة او اي مشكلة قد تصيب الجذور .
- ٥- الاقتصاد في كمية الاسمدة المستخدمة اي يمكن الاقتصاد بكمية الاسمدة بمقدار ٨٠% اذا اضيفت عن طريق الاوراق .
- ٦- من مزايا التغذية الورقية امكانية خلط الاسمدة السائلة مع المبيدات مما يؤدي الى توفر الوقت والجهد والمال .
- ٧- تحسين نوعية النبات اذ وجد ان الزيادة في نسبة البروتين في حاصل الحنطة في حالة رش النبات بسماد اليوريا .

س/ ما هي التقنيات الخاصة بالتغذية الورقية ؟

- ١- تركيز محلول الرش : يتوقف على هل هي مغذيات صغرى او كبرى وكذلك على مصدر السماد نفسه وكذلك يتوقف على عمر النبات .
- ٢- عدد الرشوات : يتوقف على هل هي مغذيات كبرى او صغرى ونوع النبات وعمره .
- ٣- موعد الرش : يكون في الصباح الباكر او عند الغروب لتلافي ارتفاع درجات الحرارة التي تسبب حرق الاوراق بسبب سرعة النتح وزيادة تركيز محاليل الرش .
- ٤- الفترة بين رشة واخرى من (٧-١٥) يوما
- ٥- استخدام مادة ناشرة Tween 20 او Tween80 بمقدار ١سم^٣ لكل لتر ماء ، ويمكن استخدام مادة الزاهي بدلا عنها بمقدار ملعقة لكل ١٠٠ لتر ماء .

س/ هل يمكن ان تحل التغذية الورقية بشكل كامل محل الاضافة الارضية خاصة بالنسبة للعناصر الكبرى ؟

ج/ لا يمكن ان تحل التغذية الورقية بشكل كامل محل التغذية الارضية لكنها تكون مكملة للتسميد الارضي .

- ٢-
- ٣- ازالة اغلفة البذرة.
- ٤- استعمال محفزات النمو مثل الجبرلين والسايوتوكاينين .
- ٥- المعاملة بدرجات الحرارة المنخفضة الباردة وتسمى هذه العملية بالارتباع Vernalization والهرمون المحفز لهذه العملية Vernalin .
- ٦- استخدام طريقة التنضيد الاصطناعي .
- ٧- معاملة البذور بالضوء الاحمر عند طول موجي مقداره ٦٥٠ ملي مايكرون .

س/ ما هو النتح Transpiration وما هي انواعه وما هي فوائده وما هي العوامل المؤثرة عليه؟

النتح : هو خروج الماء من النبات على شكل بخار

انواعه

- ١- النتح الثغري Stomatal: هو المسؤول عن ٩٥% من النتح ويحدث في الورقة.
 - ٢- النتح الادمي Cuticular: يحدث في طبقة الكيوتكل في الورقة
 - ٣- النتح العديسي Lenticular: يحدث في الساق
- ملاحظة / النتح الادمي والعديسي يشكل ٥% من النتح .

فوائد النتح

- ١- لا يحدث امتصاص للماء بدون عملية النتح .
- ٢- لا نستطيع تغذية النبات بدون عملية النتح لان هناك عناصر غذائية تنتقل مع الماء للنبات .
- ٣- يساعد على تلطيف درجة حرارة النبات من (٢-٣) درجة مئوية وفي المناطق الاستوائية يمكن ان يكون ١٠ درجة مئوية .

العوامل المؤثرة على النتح؟

- ١- درجة الحرارة : تزداد عملية النتح بارتفاع درجة الحرارة .

- ٢- رطوبة التربة : ان رطوبة التربة الى حد معقول تزيد من عملية النتح ، بينما تغدق التربة يؤدي الى توقف عملية النتح .
- ٣- رطوبة الهواء الجوي : زيادة رطوبة الهواء الجوي تقلل من النتح .
- ٤- الرياح : تعمل على زيادة النتح .
- ٥- الضوء : ينشط عملية البناء الضوئي وهذا يؤدي الى زيادة السكريات في الخلايا مما يؤدي الى زيادة الامتصاص وهذا يؤدي الى زيادة النتح .
- ٦- PH التربة حيث يكون PH يساوي ٧ في النهار وبالتالي يزداد الباء الضوئي ويزداد النتح ، اما ليلا يكون PH ما يقارب ٥ لذلك تغلق الثغور .
- ٧- زيادة املاح التربة يقلل النتح .

عرف الثغور المائية Hydrathode

هي نوع من انواع الثغور الموجودة في نهاية العروق الدقيقة للورقة ويكون خروج الماء منها على شكل عصارة وليس على شكل بخار ويكون لها تاثير ضار ومفيد (مفيد في حالة توقف النتح) وضرار (لأنها تسبب خروج ايونات العناصر التي قد تسبب حروق للورقة) .

س/ ما هي ظاهرة الادماع Gutation

هي فقدان الماء عن طريق الثغور المائية على شكل عصارة ، ويحدث الادماع في نهاية العروق الدقيقة للورقة ويكون لها اهمية في حالة توقف النتح .

س/ ما هو معدل عدد الثغور، واين يكون موقعها ، وكيف تتم عملية الرش اعلى الورقة ام اسفلها للنباتات التالية (الحنطة – الشعير – اشجار الحمضيات)

- الحنطة عدد الثغور من (١٠٠٠-٢٠٠٠) ثغرة لكل سنتمترا مربعا وتوجد في السطح العلوي للورقة لذا يتم الرش اعلى الورقة.
- الشعير عدد الثغور من (١٠٠٠-٢٠٠٠) ثغرة لكل سنتمترا مربعا وتوجد في السطح السفلي اكثر من السطح العلوي لذا يركز الرش اسفل الورقة .

- اشجار الحمضيات عدد الثغور تصل الى عدة الاف وتكون الثغور اسفل الورقة لذا يكون الرش اسفل الورقة (التركيز على الرش اسفل الورقة).

الامتصاص Absorption

هو انتقال جزيئات الماء وايونات العناصر المعدنية عبر الجدار الخلوي للجذر (الشرة والقشرة) من محلول التربة الخارجي كما موضح فيما يلي :

محلول التربة الخارجي ← الجدار الخلوي ← الغشاء البلازمي ← السيتوبلازم ← غشاء الفجوة ← الساق والاوراق

عرف الفراغ الحر Free space

هو جزء من الجذر الذي تتحرك فيها ايونات العناصر الغذائية بحرية كافية وبدون اي مقاومة ولا يتطلب بذل طاقة من قبل النبات ، ويشكل الفراغ الحر ١٠% من حجم الجذر ويمكن حسابة من قانون ايبشتاين Epstein1955 حيث ان

$$\text{الفراغ الحر للجذر (سم}^2 \text{ . غم)} = \frac{\text{المنتشرة الايونات}}{\text{الخارجي المحلول تركيز}}$$

س/ هل ان جدار الخلية يحمل شحنة ، وما هي هذه الشحنة ، وما مصدرها ؟

الجواب / ان جدار الخلية النباتية وكذلك الغشاء البلازمي يحمل شحنة سالبة شأنها شان غرويات التربة . وان مصدر الشحنة السالبة على جدار الخلية النباتية هي مجاميع الكاربوكسيل COOH التي تعود الى حامض البكتيك في الجدار وكذلك مجاميع الفوسفات التي ترجع الى الفوسفوليبيدات في غشاء الخلية لذا فان هذه المجاميع السالبة الشحنة تستخدم لجذب الكتيونات (التي تحمل الشحنة الموجبة) اليها

ومنعها من الخروج الى الخارج اي عودتها الى محلول التربة في حين انها تتنافر مع الايونات التي تحمل شحنة سالبة وتصدرها الى خارج الخلية .

س/ ما هو الفرق بين الامتصاص السلبي **Bassive Absorption** والامتصاص الحيوي **Active Absorption**

ت	الامتصاص السلبي	الامتصاص الحيوي
١	غير مرتبط ببذل طاقة	مرتبط ببذل طاقة
٢	امتصاص متعاكس	غير متعاكس
٣	غير اختياري	اختياري

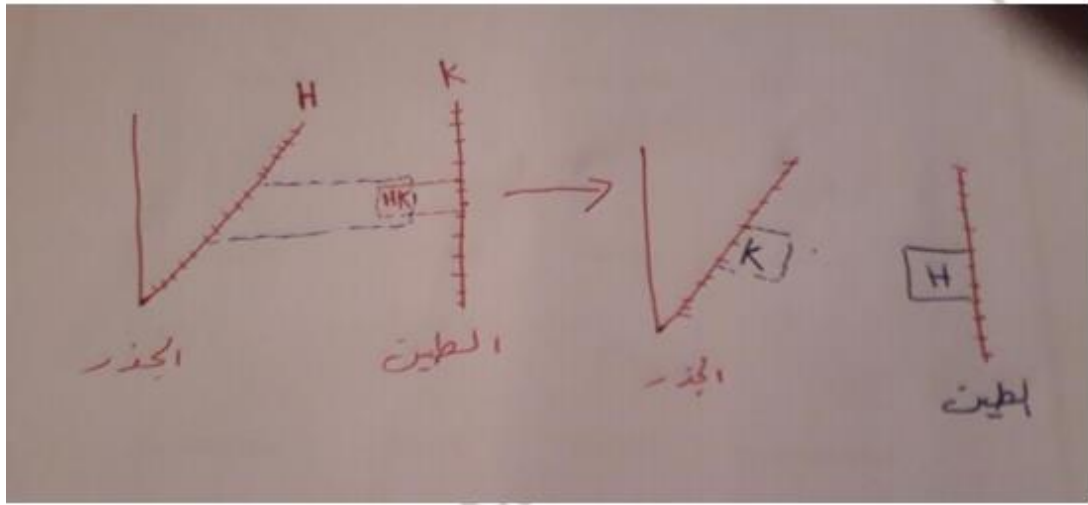
ما هي النظريات المتعلقة بالامتصاص السلبي

- ١- نظرية الانتشار
- ٢- الامتصاص التبادلي على سطح الجذور والغشاء اللازمي
- ٣- التبادل بالتماس
- ٤- امتصاص الكتيونات من التربة ودور غاز CO_2
- ٥- توازن دونان
- ٦- فرضية الجهد الكهربائي
- ٧- الجريان الكتلي

س/ اشرح نظرية التبادل بالتماس مع الرسم ؟

يحدث التبادل بين الكتيونات المتبادلة على سطح الجذر والكتيونات المتبادلة على سطح غرويات التربة (الطين والدبال) ويحدث ذلك دون ان يكون للماء اي دور ، وذلك عندما تتداخل حقول تذبذب حبيبات الطين مع الجذور وعندما تكون الايونات التابعة لكل منهما متواجدة في نهاية حقول تذبذب فيمكن ان يحدث تبادل لهذه الايونات

فيما بين حبيبات الطين والجذر



د. حسين عزيز محمد