

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

الكامل في
الأسمدة والتسميد

تحليل التُّربة والنبات والماء

تأليف
الأستاذ الدكتور
مظفر أحمد الموصلي



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مادة محمية بموجب حقوق النشر

الإهداء

إلى أخي وزميلي وأستاذي

الدكتور سعد الله نجم النعيمي

ممن تعلمت منه احتضان التربة

وتذوق تغذية النبات

وشغف الأسمدة

فكان مشرفاً لرسالتي في الماجستير

ومقيم علمي في دراستي للدكتوراه

ومسيرة بحثية متميزة

جهدي المتواضع

لشخصكم الطيب الكريم

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مادة محمية بموجب حقوق النشر

مادة محمية بموجب حقوق النشر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

ان الْحَمْد للْه نَحْمدُه وَنَسْتَعِيْنُه وَنَسْتَغْفِرُه، وَنَعُوْذ بِالله مِن شُرُوْر أَنْفُسِنَا، وَمن سَيِّئَات أَعْمَالِنَا، مَن يَهْدِه الله فَلَا مُضِل لَه، وَمَن يُضْلِل فَلَا هَادِي لَه، وَأَشْهَد أَن لَا إِلَه إِلَّا الله وَحْدَه لَا شَرِيْك لَه، وَأَشْهَد أَن مُحَمَّدا عَبْدُه وَرَسُوْلُه صَلَّى الله عَلَيْه وَسَلَّم.

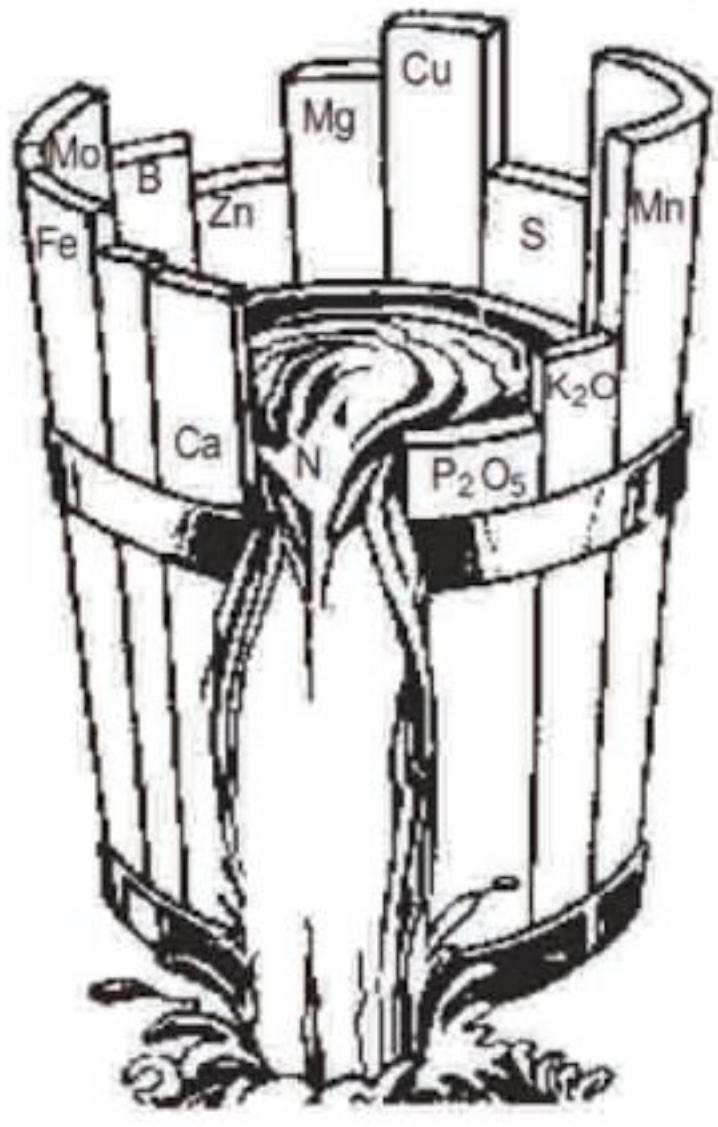
في مجال تخصصي في (علوم التربة) تعلمت كيف تعمل التربة مهد للنبات، فهي تحتويه وتمسك به وتمده بالماء والعناصر، لكن عندما ينمو ويعلو شأنه، يحتاج إلى المزيد من العناصر لأنه كائن حي منتج، التربة تتألم لأن خزين العناصر فيها يبدأ بالاستنزاف، وهنا يسخر الله سبحانه وتعالى الكائنات الأخرى لكي تساهم في سد رمق التربة من خلال المخلفات النباتية والحيوانية، لكن تناول الطعام بشراهة من قبل (البعض) جعل الإنتاج لا يكفي حتى مع المساعدات الحيوية للكائنات، لذا أهدى الله سبحانه خليفته الإنسان لكي يسمد النباتات بالأسمدة العضوية القادمة من النباتات والحيوانات وبالأسمدة الكيميائية القادمة من صخور وهواء الأرض. هذه قصة الأسمدة والتسميد، والكامل لشيء لم يكتمل، فلله الكمال.

وَنَحْن بَشَر نُصِيْب وَنُخْطِئ وَرَحِم الله مَن أَهْدَى إِلَينا عُيُوْبنا وَنَوَّرَ لَنَا دَرْبنا، وَفَّقَنَا الله جَمِيْعاً إلى مَا يُحِبُّه وَيَرْضَاه إِنَّه نِعْمَ الْمَوْلَى وَنِعْم النَّصِيْر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

مادة محمية بموجب حقوق النشر

الباب الأول	العناصر الغذائية
الفصل الأول	مقدمة العناصر الغذائية
الفصل الثاني	خصوبة التربة
الفصل الثالث	النتروجين
الفصل الرابع	الفوسفور
الفصل الخامس	البوتاسيوم
الفصل السادس	الكالسيوم
الفصل السابع	المغنيسيوم
الفصل الثامن	الكبريت
الفصل التاسع	العناصر الصغرى
الفصل العاشر	تقدير العناصر الغذائية



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

مادة محمية بموجب حقوق النشر

الفصل الأول
مقدمة العناصر الغذائية

العنصر الغذائي

هو المادة التي تؤدي وظيفة معينة في حياة النبات والذي يؤدي نقصه أو الإقلال منه إلى قلة أو انعدام النمو وبالتالي ينقص المحصول الناتج أو ينعدم. وشروط العنصر الغذائي:

1. أن غياب العنصر يجعل استكمال النبات لطوره الخضري أو الثمري متعذر.
2. أن مظاهر نقص هذا العنصر لا يمكن منعها من الظهور ولا يكمن علاجها إلا بمد النبات بهذا العنصر وليس بعنصر آخر.
3. أن يكون للعنصر دوراً مباشراً في تغذية النبات ويدخل في تكوين مركب ضروري للنبات أو ضروري لتنشيط نظام أنزيمي معين. وعلى أساس هذه الشروط تم التعرف على 15 عنصر لإدامة حياة النبات، وهي:

أولاً العناصر الأساسية: الكاربون والهيدروجين والأوكسجين، ويحصل النبات على الكاربون من ثاني أوكسيد الكاربون CO_2 الموجود في الهواء والتربة ومن الكربونات والبيكاربونات من التربة (CO_3^{-2} وHCO_3^{-1}) ويحصل على الهيدروجين من الماء H_2O، في حين يحصل على الأوكسجين من ثاني أوكسيد الكاربون والماء.

ثانياً العناصر الكبرى: النتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، الكبريت.

ثالثاً العناصر الصغرى: الحديد، الخارصين، المنغنيز، النحاس، البورون، المولبيدوم.

إن التأثير الأقصى لأي عنصر غذائي كان يمكن توقعه فقط عندما يكون التجهيز بالعناصر الغذائية الأخرى كافٍ ومناسب، لذا فإن نسبة العناصر الموجودة في الأسمدة المضافة أيضاً تكون مهمة. هذه النسبة تعتمد على عدد من العوامل التي تضم الحالة الخصوبية لتربة المحصول ونوعيته وإدارته. إذا كانت التربة فقيرة بأحد العناصر الغذائية مثال على ذلك الفوسفور فإنه يجب إضافة أسمدة مركبة ذات محتوى عالٍ نسبياً من الفوسفور، أما إذا كان النقص شديد جداً بالفوسفور أو البوتاسيوم فإنه ينصح بإضافة الأسمدة الفوسفاتية أو البوتاسية من أجل رفع الحالة الخصوبية للتربة إلى المستوى المطلوب. مثل هذه الظاهرة توجد في الترب ذات القابلية العالية على تثبيت الفوسفور أو البوتاسيوم.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

امتصاص العنصر الغذائي من قبل النبات

عملية الامتصاص محصلة لعوامل كثيرة التعقيد والتداخل مع بعضها، وهي:

أولا ـ عوامل تتعلق بالعنصر الغذائي وتشمل:

1. الصورة الكيميائية للعنصر

العناصر الغذائية توجد بالتربة علي صور متباينة التركيب الكيميائي فبعضها في مركبات عضوية، ومعروف أن النبات يمتص العناصر في صور معدنية بسيطة في أغلب الأحوال ولذلك فرغم وجود مقدار كبير من النيتروجين في صورة عضوية فإن النبات لا يمتص من هذا المقدار الكبير إلا جزءاً صغيراً يحدده قابلية النيتروجين العضوي للتحول إلى صور معدنية بسيطة مثل الأمونيوم أو النترات وكذلك الحال في الفوسفور الذي قد يوجد بالتربة في صور رواسب لا يستطيع النبات امتصاص شيء منها إلا بعد أن يتحول جزء منها إلى صور بسيطة ذائبة في الماء.

2. تركيز العنصـــر

وجد أن مقدار ما يمتصه النبات من عنصر ما يزداد بزيادة تركيز الصورة القابلة للامتصاص منه.

3. نظام توزيع العنصر في التربة

يتضح ذلك عند إضافة العنصر كسماد، فإضافته نثراً علي السطح تعطي نظاماً لتوزيع العنصر مختلف كل الاختلاف عن إضافته مركزاً بجوار جذر النبات أو خلطه بالتربة إلى عمق معين، وينعكس ذلك على المقدار الذي يمتصه النبات من العنصر خصوصاً إذا كان من العناصر التي لا تتحرك بسهولة في التربة مثل الفوسفور.

4. تركيز ونوع الأملاح في بيئة النمو

من الظواهر المعروفة أن ارتفاع تركيز الأملاح في بيئة النمو يؤدي إلى تعطيل نمو النبات ونقص امتصاص بعض العناصر الغذائية ويختلف أثر الأملاح باختلاف أنواع الكاتيونات والأنيونات وتركيز كل منها.

ثانياً ـ عوامل تتعلق بالبيئة، وتشمل:

1. صور وتركيز وتوزيع العناصر الغذائية الأخرى

يتأثر المقدار الممتص من عنصر ما بباقي العناصر الغذائية فنقص أحد العناصر الغذائية الضرورية للنبات يؤدي إلى نقص المقدار الذي يمتصه النبات من العنصر المختبر والعوامل

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

التي تؤثر على كفاية العناصر المغذية الأخرى أثر غير مباشر على قدرة النبات على امتصاص العنصر المختبر.

2. حموضة التربة

لزيادة أو نقص الهيدروجين أثر كبير علي المقدار الممتص من عدد من العناصر، ولقد وجد أن امتصاص البورون يزداد بانخفاض الرقم الهيدروجيني، بينما في الترب الحامضية يزداد امتصاص الفوسفور بمعالجة الحموضة بإضافة كربونات الكالسيوم، أما في الترب القاعدية التأثير فالأسمدة ذات التأثير الفسيولوجي الحامضي تزيد امتصاص الفوسفات حيث أن الفوسفور يكون متيسراً جداً في الوسط المتعادل ويحدث له ترسيب في الوسط الحمضي أو القاعدي. ويسلك عنصر المولبيدوم سلوك الفوسفور.

3. المحتوى الرطوبي بالتربة

ذو تأثير كبير على قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية، ومثالاً علي ذلك انخفاض امتصاص البوتاسيوم بنسبة تتراوح بين 15 – 45٪ عندما انخفضت نسبة الرطوبة بالتربة من السعة الحقلية 40٪ إلى نحو 30٪، وأيضا انخفض مقدار الفوسفور في التربة إلى 14٪ عندما انخفضت نسبة الرطوبة بالتربة إلى نصف السعة الحقلية.

4. الظروف الجوية المحيطة بالنبات

تؤثر درجة الحرارة والتهوية والرطوبة النسبية على عمليات البناء في النبات وهي مرتبطة بالامتصاص الإيجابي، كما تؤثر على النتح فعندما ينتح النبات مقداراً كبيراً من الماء فإن مقدار العناصر الغذائية التي تنتقل بواسطة النقل مع الماء (والذي تعرف آليته باصطلاح الانتقال الكتلي حيث يتحرك الماء في التربة نحو الجذور نتيجة الجذب المستمر له الناتج عن امتصاصه بواسطة جذور النبات) يزداد مما يؤدي إلى زيادة يسر العناصر للعناصر الغذائية التي تنتقل بهذه الطريقة.

ثالثا ـ عوامل تتعلق بالنبات نفسه وتشمل:

1. الصفات الوراثية للنباتات والتي تنعكس على التركيب العنصري لها.
2. نوع الملغراموع الجذري ومدى انتشاره.
3. عدد ومواقع التبادل الأيوني ومدى انتشار هذه المواقع على الجذور.
4. درجة نفاذية أنسجة الجذر بجانب العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها النبات مثل التنفس والبناء والنتح.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

5. عمر النبات وسرعة نموه وقدرته على المعيشة التكافلية مع الكائنات التربة الدقيقة، وهذه العوامل لا يعمل كل منها منفرداً فالواقع أن عملية الامتصاص محصلة لعوامل كثيرة التعقيد والتداخل مع بعضها والتغيرات الكيمائية التي تحدث في المنطقة الملاصقة لجذور النبات وهي ذات أثر كبير على امتصاص العناصر المختلفة، فبزيادة النتح مع توفر الماء بالتربة يزداد الانتقال الكتلي للعناصر مثل الكالسيوم مع الماء مما يمكن للنبات أن يمتصه من الكالسيوم كما يعمل على زيادة تركيز الكالسيوم حول الأسطوانة الجذرية وقد يصل التركيز في مثل هذه الحالات إلى 15 مرة عما كان.

الحدود الحرجة للعناصر الكبرى في التربة

جزء بالمليون	منخفض	جيد	عالي
النترات NO_3	أقل من 10	20 ـ 10	+20
الفوسفور (اولسن)	أقل من 10	20 ـ 10	+20
البوتاسيوم	أقل من 150	250 ـ 150	+250
الكالسيوم	أقل من 1000	2000 ـ 1000	+2000
المغنيسيوم	أقل من 50	150 ـ 50	+150
الكبريت (كبريتات)	أقل من 2	15 ـ 2	+15

الحدود الحرجة للعناصر الصغرى في التربة

جزء بالمليون	منخفض	جيد	عالي
بورون	أقل من 0.5	2 ـ 0.5	أكثر من 2
خارصين	أقل من 1	1	أكثر من 1
نحاس	أقل من 0.5	0.5	أكثر من 0.5
منغنيز	أقل من 2	2	أكثر من 2
الحديد	أقل من 4	4	أكثر من 4
المولبيدنيوم	أقل من 0.1	0.1	أكثر من 0.1

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

محتوى أشجار الفاكهة من العناصر الكبرى

(القيم تمثل محتوى الملغراموع الخضري)

المحصول	الانتاجية	٪ من الوزن الجاف				
	طن.هكتار$^{-1}$	نتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنيسيوم
الحمضيات	26 ـ 20	2.5	0.2	1.3	3.0	0.4
العنب	20 ـ 15	2.4	0.2	1.4	1.2	0.4
الزيتون	12 ـ 8	1.7	0.5	1.2	1.5	0.3
التفاحيات	25 ـ 20	2.3	0.18	1.6	0.35	0.32
النواة الحجرية	36 ـ 18	2.8	0.18	1.8	1.7	0.5
التين	11 ـ 7	2.2	0.6	0.9	4.0	0.9

محتوى الخضر من العناصر الكبرى

(القيم تمثل محتوى الملغراموع الخضري)

المحصول	الانتاجية	٪ من الوزن الجاف				
	طن.هكتار$^{-1}$	نتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنيسيوم
الورقية	ـ	3 ـ 2.8	0.7 ـ 0.4	5.9 ـ 2.7	5.9 ـ 2.7	5.9 ـ 2.7
الدرنات	70 ـ 50	8 ـ 1.4	0.25 ـ 0.16	3.0 ـ 0.2	8.2 ـ 1.4	1.0 ـ 0.5
الزهرية	35 ـ 15	5 ـ 3.5	0.26 ـ 0.14	3.9 ـ 2.7	2.9 ـ 1	0.6 ـ 0.2
البصلية	70 ـ 50	1 ـ 0.2	0.8 ـ 0.2	3.3 ـ 2.3	0.2 ـ 0.1	0.02

محتوى أشجار الفاكهة من العناصر الصغرى

(القيم تمثل محتوى الملغراموع الخضري)

المحصول	الانتاجية	(جزء لكل مليون) من الوزن الجاف				
	طن.هكتار$^{-1}$	الحديد	المنغنيز	الخارصين	النحاس	البورون
الحمضيات	26 ـ 20	120 ـ 60	200 ـ 25	100 ـ 25	15 ـ 5	100 ـ 35
العنب	20 ـ 15	160 ـ 100	200 ـ 35	100 ـ 35	15 ـ 5	100 ـ 30
الزيتون	12 ـ 8	400 ـ 120	160 ـ 35	85 ـ 25	80 ـ 40	20 ـ 10
التفاحيات	25 ـ 20	300 ـ 60	120 ـ 50	50 ـ 30	20 ـ 5	20 ـ 10

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

نواة حجرية	36 ـ 18	250 ـ 100	150 ـ 50	50 ـ 20	15 ـ 5	50 ـ 20
التين	11 ـ 7	100 ـ 30	50 ـ 20	20 ـ 7	40 ـ 25	20 ـ 10

محتوى الخضر من العناصر الصغرى
(القيم تمثل محتوى الملغراموع الخضري)

المحصول	الإنتاجية	(جزء لكل مليون) من الوزن الجاف				
	طن.هكتار$^{-1}$	الحديد	المنغنيز	الخارصين	النحاس	البورون
الورقية	ـ	290 ـ 100	200 ـ 50	80 ـ 30	15 ـ 10	90 ـ 30
الدرنات	70 ـ 50	600 ـ 100	240 ـ 40	50 ـ 10	25 ـ 5	75 ـ 25
الزهرية	35 ـ 15	300 ـ 50	200 ـ 50	200 ـ 20	30 ـ 5	60 ـ 25
البصلية	70 ـ 50	500 ـ 100	200 ـ 50	250 ـ 25	15 ـ 5	100 ـ 30

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

الفصل الثاني
خصوبة التربة

خصوبة التربة Soil Fertility هو مدى تيسر وجاهزة Availability العناصر الغذائية والماء لسد احتياجات النبات النامي في هذه التربة، ويعرف أيضا بأنه مصطلح يستخدم للدلالة على مدى الإنتاج النباتي الذي يمكن أن توفره التربة تحت ظروف إنتاجية معينة. وهذا التعريف غير متفق عليه من قبل العاملين في هذا المجال ولكنه بشكل عام وباختصار ولإرضاء الجميع يمكن تعريف خصوبة التربة بأنها تعبير عن حالة التربة الغذائية أي مقدار ما تحتويه من عناصر غذائية بصورة ميسرة وكافية ومتوازنة لإنتاج محصول اقتصادي.

تقسم خصوبة التربة إلى ثلاثة تخصصات

خصوبة فيزيائية، تعتمد على قوام التربة وبنيتها وعمقها ونوعية المادة المعدنية المكونة لها.

خصوبة كيميائية، يقصد بها احتواء التربة على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات.

خصوبة حيوية، هي مقدار نشاط كائنات التربة وحيواناتها، وهذا النشاط يحدد مدى تحول العناصر من أشكالها العضوية إلى أشكالها المعدنية القابلة للامتصاص من قبل النبات.

التربة الخصبة ليست بالضرورة أن تكون منتجة ولكن التربة المنتجة بالضرورة لا بد أن تكون خصبة، قد توجد بعض الترب والتي تحتوي على العناصر الغذائية بكميات كافية لاحتياجات النبات إلا أنها تكون تربة غير منتجة (مثل) التربة المتأثرة بالأملاح والتربة المغدقة (الغدقة) سيئة الصرف.

وهنا تتوقف قدرة الترب على إنتاج محصول بمستوى مرتفع على ما يسمى بالخصوبة الوراثية للتربة Inherent Fertility التي تشير إلى قدرة التربة على إمداد النباتات النامية بها خلال موسم النمو باحتياجاتها من العناصر المختلفة في صورة صالحة وبكميات متزنة للحصول على الإنتاجية الاقتصادية عندما تكون عوامل النمو الأخرى كالضوء والحرارة والخواص الطبيعية والكيميائية للتربة وغيرها في حالة ملائمة. ولذلك نقول إن التربة الصحراوية فقيرة وراثيا في خصوبتها لأنها لا تستطيع إمداد النبات النامي بها بالعناصر الغذائية اللازمة له لأنها تفتقد هذا (ومن لا يملك لا يعطي) علما بأن الخصوبة الطبيعية للتربة أصبحت الآن ظاهرة نادرة الحدوث (لماذا؟) لأن: (أكتب عندك).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

1. النظم الزراعية الكثيفة والمتبعة في معظم أنحاء العالم (بسبب الزيادة الرهيبة للسكان) أدت إلى استنزاف الكثير من العناصر الموجودة أصلا في التربة.
2. العوامل الطبيعية تساهم في فقد العناصر من التربة عن طريق الغسيل Leaching سواء بالمطر أو الري أو النحر.
3. الفقد الذي يحدث بالتطاير Volatilization (من التربة إلى الجو).
4. إدخال محاصيل الهجن ذات الإنتاجية العالية والشرهة لامتصاص العناصر.

كل هذه العوامل لها تأثير مباشر يمكن أن يغير من الحالة الخصوبية للتربة.

إذن ومن هذا المنطلق فإن خصوبة التربة تعتبر صفة مكتسبة يمكن لها أن تتدهور نتيجة للاستغلال الزراعي الكثيف والمستمر ما لم يتم المحافظة عليها وصيانتها ومتابعتها المستمرة من خلال الإضافات المتوازنة للمغذيات مع وجود إدارة جيدة للتربة. كما أن مشاكل خصوبة التربة لا تنتهي بل هي مستمرة مع التحولات والتطور التكنولوجي المستمر في الزراعة وبالتالي فإن وضع الحلول لهذه المشاكل يعتمد على حجم ومصدر هذه (البلاوي) المتعلقة بهذه الصفة الهامة للتربة.

ويعتبر تقييم الحالة الخصوبية من العوامل الهامة للحفاظ عليها وتحديد مدى النقص في الاحتياجات الغذائية للنباتات، فمن المسلم به أنه عندما تعجز التربة على إمداد النبات بالعناصر الغذائية اللازمة والكافية لنموه يصبح من الضروري التدخل بإضافة هذه العناصر بالقدر المطلوب، لكن (افحص في المختبر ثم اكتب العلاج).

وعلى أي حال هناك طرق تشخيصية عديدة سواء عن طريق تحليل التربة أو النبات تقسم إلى:

1. اختبارات التربة Soil tests.
2. تحليل النبات النامي في التربة Plant Analysis.
3. أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات Nutrient deficiency Symptoms.
4. الاختبارات الحيوية Biological tests.

وتحليل التربة، يشتمل على قياس خواص التربة الفيزيائية والكيمائية وهذا يؤدي بنا إلى التنبؤ بما يجب عمله لإمكانية تعديل هذه الخواص بما يسمح بتوفير الظروف المثلى لنمو النبات. واختبارات التربة للخصوبة هي التحاليل الكيميائية التي تجرى لتحديد درجة خصب التربة مثل محتواها من الكميات الصالحة للنبات من العناصر الغذائية المختلفة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

وقياس رقم الـ pH وتقدير الأملاح الذائبة. وهذه الاختبارات تجرى لتحقيق الأهداف التالية:

1. تقسيم التربة إلى ملغراموعات مختلفة تبعا لمستويات الخصوبة بها بغرض وضع التوصيات السمادية Fertilizer Recommendations المناسبة لكل ملغراموعة منها.
2. التنبؤ باحتمال الحصول على زيادة (استجابة) في محصول النبات من السماد المضاف.
3. قياس بعض خواص التربة التي لها علاقة بتغذية ويمكن أن تتأثر عند إضافة مخصبات.
4. تقييم إنتاجية التربة.

واعلم أن **صور العنصر في التربة** هي:

1. الصورة الذائبة Soluble في محلول التربة، تعتبر أفضل وأسهل الصور لتناول النبات، تماما مثل كوب ماء وبه كمية من السكر الذائب وتستطيع حضرتك أن تشربه أو تتناوله بسهوله (بسيطة).
2. الصورة المتبادلة Changeable هي صورة العنصر القابلة للتبادل والموجودة على حبيبات التربة (خصوصا الطين) ويكون العنصر فيها على استعداد للخروج إلى المحلول التربة على أن يحل محله عنصر آخر مكافئ له على مواقع حبيبات التربة (ابحث عن العنصر البديل).
3. الصورة المدمصة Adsorption (أي الممسوكة بقوة أكبر من المتبادلة) وهي الموجودة والمرتبطة بالمعقدات العضوية (في مركبات السماد العضوي).
4. ما تبقى من الكلي والموجود في تركيب حبيبات الطين (داخل الحبيبة).

الصور الثلاثة الأخيرة هي المخزن السريع لسد أي عجز يمكن أن يحدث للصورة الأولى الذائبة وجميع هذه الصور التي يوجد عليها العنصر تكون دائما في حالة اتزان Balance مع بعضها البعض. ونشير إلى أنه دائما تكون الصورة المعدنية (الأسمدة الكيميائية) للعنصر والموجودة بالسماد الحامل له تعتبر هي الصورة الذائبة والسهلة التناول لأنك بمجرد إضافة السماد إلى التربة ثم إضافة ماء الري يذوب السماد ويصبح العنصر في متناول جذور النبات بشكل مباشر.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

والترب المزروعة لها أحوال ثلاثة

1. ترب جيدة خصبة تعطي إنتاجاً عالياً بزراعتها، وهذه يجب (عليك) المحافظة على خصوبتها وعدم تدهورها لضمان استمرار إنتاجها العالي.
2. ترب تزرع وهي سليمة خصبة ولكنها مهملة وتنقصها الخدمة الزراعية الصحيحة لتعطي الإنتاج العالي ومثل هذه الترب لا يلزمها إلا المختص الماهر مع التوجيه العلمي الصحيح والخدمة الزراعية السليمة (وسوف ترى النتائج).
3. ترب زراعية متدهورة وغير سليمة (يعني) بها عيوب في صفاتها الطبيعية أو الكيميائية كأن تكون ملحية أو معدومة الصرف أو بها طبقات كتيمية (صماء) وغير ذلك من العيوب ومثل هذه الترب يعوزها الفحص والدراسة لتشخيص عيوبها والعمل على استصلاحها لرفع إنتاجها.

لكن اعلم أن هناك عوامل خارجية وأخرى داخلية تحدد خصوبة التربة:

العوامل الخارجية لتحديد خصوبة التربة

1. درجة الحرارة، انخفاض درجة الحرارة انخفاضاً شديداً يعطل نشاط الكائنات الحية في التربة حيث يبطئ تحول الأوراق وبقايا النباتات فتتراكم فوق سطح التربة مكونة طبقة سميكة من الدبال غير المتحلل، وبالعكس في المناطق ذات درجة حرارة متوسطة على مدار السنة فإن تحول المواد العضوية يكون سريعاً نظراً لنشاط الكائنات الحية وينتج عنها نوع من الدبال الذي يختلط مع عناصر التربة ويحسن من صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وبالتالي يحسن من شروط التغذية المائية والمعدنية في النباتات.
2. كمية الأمطار، كمية الأمطار السنوية التي تهطل في منطقة ما لها أهمية كبرى في إظهار خصوبة التربة، ففي المناطق الجافة لا تظهر خصوبة التربة إلا بعد ريها بالماء الكافي فالخصوبة في المناطق الجافة يمكن أن تكون كامنة في التربة فلا تظهر إلا إذا توفرت لها المياه ففي المناطق الجافة حيث توجد الترب الخصبة مع توفر الحرارة والضوء، تلاحظ أنه عندما يوجد فيها الماء اللازم فإنها تنتج محصولاً وافراً، لا تنتجه ترب المناطق الرطبة إلا ببذل مجهود كبير ونفقات كثيرة. وإن المزارع لا يستطيع أن يسيطر على العوامل الخارجية فإنه يلجأ لزيادة الخصوبة بالاهتمام بتحسين العوامل الداخلية المتعلقة بصفات التربة الكيميائية والفيزيائية والحيوية.

العوامل الداخلية لتحديد خصوبة التربة

العوامل الداخلية تتفاعل مع بعضها البعض لتكون خصوبة التربة، فالخصوبة لا ترتبط

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

بغناء التربة بالكاتيونات والأنيونات الضرورية لتغذية النباتات والقابلة للامتصاص من قبل النبات مباشرة فقط وإنما ترتبط أيضاً بعوامل أخرى لا تقل عنها أهمية، وأهم العوامل الداخلية التي تحدد خصوبة التربة.

1. السعة التبادلية الكتيونية (CEC) عصب خصوبة التربة متعلقة بـ(السعة التبادلية الكتيونية) أو بتعبير آخر كمية الخزين من الكاتيونات في التربة.
2. كمية ونوعية الكاتيونات المعدنية في التربة إن الكاتيونات الضرورية لتغذية النباتات يجب أن تكون متوفرة في التربة بشكل متوازن، فزيادة كاتيون معين يمكن أن يؤدي إلى التقليل من امتصاص كاتيون آخر، ومن جهة أخرى فإنه يمكن أن يخلق بين الكاتيونين نوعاً من التضاد بحيث أن ازدياد نسبة أحدهما يمنع امتصاص الآخر من قبل جذور النباتات.
3. المادة العضوية، إن كمية المادة العضوية في التربة تلعب دوراً أساسي في خصوبة التربة لأنها تحسن الصفات والخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة (وتحدثنا عنها).
4. بناء التربة Structure، أن لبناء التربة أهمية كبرى في تغلغل الجذور في داخل التربة لتبحث عن الماء والمواد المعدنية المغذية للنبات، ولبناء التربة، دوراً هاماً في تحسين نفاذية وتهوية التربة، فالتربة ذات البناء الجيد تسهل التغذية المعدنية والمائية للنباتات.
5. قوام التربة Texture وهو عبارة عن التركيب الميكانيكي للتربة أي ملغراموع العناصر الأولية التي تتألف منها التربة من طين وسلت ورمل ناعم ورمل خشن وحصى أحياناً. وتدعى الأتربة الطينية التي تتميز بوجود نسبة عالية من الطين أكثر من 45٪ (الأتربة الثقيلة) وهي صعبة الزراعة ولها قوة التصاق كبيرة بينما تكون الترب الرملية ذات القوام الخشن خفيفة ضعيفة الالتصاق ولكنها سهلة الزراعة (وقد تحدثنا عنها).
6. عمق التربة كلما ازداد عمق التربة كلما ازدادت المساحة التي تنتشر بها الجذور فتزيد بذلك كمية المواد الغذائية الممتصة من قبل النباتات. إن عمق التربة يعوض أحياناً عن فقر التربة بالعناصر الغذائية.
7. طبيعة الصخرة الأم أو مادة الأصل إن الصخرة الأم تحرر كاتيونات معدنية عندما تتآكل تحت تأثير العوامل الطبيعية (التجوية) لهذا يوجد نوع من العلاقة بين نوع الصخرة الأم وغناء التربة الناتجة عنها بالكاتيونات المعدنية.
8. درجة تطور التربة، إن الأتربة المنغسلة بشدة تكون آفاقها العلوية A1 و A2 فقيرة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

بالعناصر الغروية وبالقواعد الذائبة والقابلة للتبادل.

9. النشاط الحيوي للتربة، وهو عامل أساسي في خصوبتها فالتربة ليست هي ملغراموعة من العناصر المعدنية متراكمة فوق بعضها البعض (لا)، بل هي وسط حيوي يحتوي بالإضافة إلى العناصر المعدنية على كائنات حية متنوعة نباتية وحيوانية تلعب دوراً كبيراً في تشكل التربة وتطورها فهي تلعب دوراً هاماً في التفاعلات البيوكيميائية التي تجري في التربة والتي ينتج عنها تحول المادة العضوية إلى دبال وتحضير المواد النتروجينية اللازمة لتغذية النباتات وتنشط هذه التفاعلات عندما تكون الشروط الطبيعية (حرارة، تهوية، رطوبة) ملائمة لنشاط هذه الكائنات.

انهيار خصوبة التربة

هل تنهار الترب؟ نعم للأسف، ولكي تحافظ التربة على خصوبتها يجب أن يكون هناك توازن بين ما تفقده من المواد الغذائية سواء أكان ذلك بواسطة النبات أو بعمليات أخرى كالغسل والصرف وبين الموجود فيها بالأصل وما يتكون فيها. كذلك يجب أن لا يحدث في التربة من العمليات التي تغير من بنائها وبنيتها والتي من شأنها أيضاً هدم مركب الادمصاص. فلا يجب أن يكون هناك انجراف في الآفاق العلوية الغنية بالمواد الدبالية أو غسل أو تراكم أملاح أو تهديم في بناء التربة أو عمليات يتسبب عنها حموضة التربة أو قلويتها أو نقصها في كمية الكاتيونات المعدنية المدمصة. أما إذا فقد هذا التوازن وحدثت هذه العمليات فإن خصوبة التربة تهبط وتنهار بصورة تدريجية.

أهم العمليات والعوامل التي تسبب هبوط وانهيار خصوبة التربة

1. استثمار التربة الزراعية لمدة طويلة من الزمن دون إضافة أسمدة كيميائية أو عضوية للتعويض عن المواد الغذائية المستعملة من قبل النباتات مما يسبب إنهاك التربة وهبوط خصوبتها. إن الأتربة الخفيفة الرملية والفقيرة بالمدخرات الغذائية التي تغسل بسهولة تحت تأثير الري ومياه الأمطار فإنها تفقد خصوبتها بسرعة أكثر من الأتربة الطينية والغنية بالمدخرات الغذائية.
2. التربة الزراعية (غير المزروعة) تكون أكثر حساسية من الترب المغطاة بالغابات أو بالمراعي لعمليات الانجراف والتعرية بواسطة الرياح والأمطار وهذا يرجع إلى أن حراثة التربة تفكك التربة وتساعد على تنعيمها وكذلك تسبب سرعة تحول المواد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

الدبالية والتي ينتج عنها هدم بناء التربة مما يجعل سطح التربة سهل الانتقال بواسطة الرياح والأمطار. لقد وجد أن التربة التي تحرث وتزرع تتآكل وتفقد 15 سم، من سمكها خلال خمسين سنة بينما لا تحدث نفس هذه النتيجة إلا بعد 3500 سنة في المراعي.

3. الحراثة العميقة للترب التي تسبب ظهور الآفاق العميقة من التربة، غير الخصبة وعديمة النشاط الحيوي والتي تكون صخرية أو ملحية، وطمر الآفاق السطحية الغنية بالمواد الدبالية والنشيطة من الناحية الحيوية تسبب هبوط في خصوبة التربة.
4. استعمال مياه مالحة لري الترب وبصورة خاصة الترب الطينية يسبب هدم بناء التربة وجعلها قليلة النفاذية وعديمة التهوية، من المعلوم أن المياه المالحة الغنية بالكاتيونات وخاصة الصوديوم Na^+ تحول الطين الموجود في التربة إلى طين صودي غير ثابت يتفكك بسرعة تحت تأثير مياه الأمطار ويتفرق.
5. استعمال أسمدة تحتوي على صوديوم لتسميد الترب الطينية والفقيرة بالكالسيوم تهدم بناء التربة.
6. حراثة الترب المنحدرة باتجاه الميل يجعلها أكثر حساسية للانجراف بواسطة الأمطار والرياح.
7. عدم اتباع دورة زراعية مناسبة يساعد على انهيار خصوبة التربة.
8. حراثة الترب المنتشرة على الشواطئ والمعرضة لهبوب الرياح القوية الشديدة تعرضها للانجراف.
9. الحرائق في الغابات وحرق بقايا النباتات كلها تسبب سرعة تحول المواد الدبالية في التربة من جراء ارتفاع درجة حرارة التربة أثناء الاحتراق، وهذا ما يزيد من سرعة تبخر الماء من التربة ويؤدي إلى إفقار التربة بالمواد الدبالية، ولما كانت هذه المواد تلعب الدور الأساسي في ربط حبيبات التربة مع بعضها البعض وتحسين بناء التربة لذلك فإن هذه الحرائق تؤدي إلى تهديم خصوبة التربة، كما أن الحرق يقضي على الكائنات الحية الموجودة في التربة والتي تلعب دور في خصوبة التربة.
10. إزالة طبقة تحت الأشجار (أي الأوراق الميتة والبقايا النباتية)، إن طبقة تحت الأشجار تغذي التربة بالعناصر المعدنية والعضوية وتحمي التربة من التبخر الشديد ومن الأمطار الشديدة كما أنها تحفظ الدبال لذلك إزالة طبقة الأوراق الميتة والبقايا النباتية من سطح

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

التربة تسبب خطراً شديداً على خصوبة التربة.

ماذا علينا أن نفعل أمام هذا الانهيار، علينا الاتجاه نحو **صيانة خصوبة التربة** (كيف؟)، من خلال الطرق التالية:

1. إضافة أسمدة معدنية وعضوية للتربة للتعويض عن المواد الغذائية المستعملة من قبل النباتات، وتضاف الأسمدة حسب نوع التربة وحسب نوع النباتات هذا ويجب دائماً أن ننتبه إلى نسبة المادة العضوية بالتربة نظراً لما لهذه المادة من أهمية في تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية.
2. الإدارة الجيدة للتربة عبر منافذ الماء والنبات والسماد.



من المفيد أن تعلم

احرص على تناول الفاكهة والخضراوات، خصوصاً المسمدة بالتسميد العضوي، واعلم أن العناصر الغذائية في التربة تنتقل إلى النبات ومن ثم إلى الإنسان، وهذا الجدول المرفق يبين انخفاض نسبة الخطر بالإصابة بالسرطان بسبب تناول الخضراوات والفاكهة.

المواد الغذائية	انخفاض الخطر (٪)
الخضار عموما	59
الخضار النيئة	40
الخضار الصليبية	38
الابصال	27
الجزر	59
الطماطة	36
الحمضيات	27
الفاكهة عموما	36

المصدر المنظمة العالمية للأبحاث السرطانية/ المعهد الأمريكي للأبحاث السرطانية ـ 1997.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



للمزيد من المعلومات، كتابنا (نباتات طبية مضادة لمرضى السرطان). الطبعة الأولى. (2013). دار ابن الأثير. جامعة الموصل. العراق. الطبعة الثانية (تحت الطبع) دار الكتاب الجامعي. العين. الإمارات العربية المتحدة.

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM
مادة محمية بموجب حقوق النشر

الفصل الثالث
النتروجين

استهلال

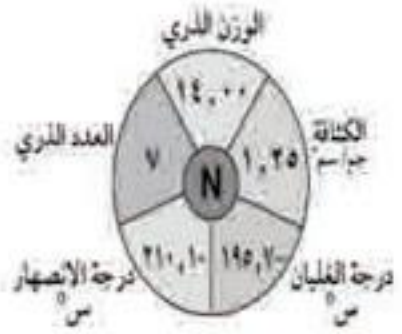
- يمثل النتروجين أهمية خاصة في تغذية النبات ليس لكونه من العناصر الضرورية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة فحسب، ولكن لأن الصخور في الطبيعة لا تجهز هذا العنصر كتجهيزها للعناصر الغذائية الضرورية الأخرى.
- جميع العناصر مصدرها التربة، إلا النتروجين مصدره الهواء، ويشكل ٪79.8 من الهواء الجوي للأرض، والنباتات لوحدها غير قادرة على الاستفادة منه. لذا فهو عنصر غازي غير معدني.
- يعد النتروجين من أكثر المغذيات التي يحتاجها النبات باستثناء الكاربون والهيدروجين والأوكسجين.
- عنصر متحرك في التربة والنبات.
- ان نسبة النتروجين في النبات تبلغ 2 ـ ٪4 من الوزن الجاف وتأتي بالمرتبة الرابعة بعد الهيدروجين والأوكسجين والكربون.
- يحصل النبات على النتروجين بشكل نترات NO_3^- أو امونيوم NH_4^+ أو كلاهما، وهو العنصر الوحيد من بين العناصر الغذائية الذي يمتص سالب وموجب.
- تصل نسبة النتروجين الكلي في التربة إلى ٪1 أو أكثر في التربة الغنية وينخفض إلى ٪0.05 في الترب الفقيرة.
- يحتوي الغلاف الجوي على ما يقارب 3.8×10^{15} طن من النتروجين الجزيئي.
- كمية النتروجين في الجزء اليابس من التربة 18×10^{15} طن.
- لا يستفاد من النتروجين إلا عن طريق الإحياء المجهرية الحرة والتكافلية.
- العائلة البقولية هي العائلة النباتية الوحيدة التي تستطيع الاستفادة من النتروجين عن طريق عقدها الجذرية.
- نسبته في النبات تتراوح بين 2 ـ 5 ٪ من المادة الجافة ونسبته في البروتينات 16 ٪ ولا تقل أهميته للنباتات عن أهمية الماء الضروري لنموها وفعالياتها الأيضية.
- التغذية بالنتروجين لها تأثير واضح في نمو النباتات إذ أنه ينظم عمل الهرمونات النباتية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

(الأوكسينات والسايتوكينات) مما يزيد من انقسامات الخلايا المرستيمية، فينعكس إيجابيا على الملغراموع الخضري وإنتاج الأزهار، فضلاً عن زيادة الملغراموع الجذري الذي يسهم في زيادة كفاءة النبات لامتصاص الماء والمغذيات الضرورية من التربة وتمثيلها، ولا سيما الفوسفور والبوتاسيوم.

مصادر النتروجين

1. النتروجين الجوي ويشكل ٪79.8 سواء كان التثبيت بواسطة الأحياء المجهرية في التربة أو بواسطة ظاهرتي البرق والرعد. إن جزيئة النتروجين N2 الحاوية على ثلاث أواصر تعد غير فعالة كيمياويا على الرغم من ارتفاع نسبة النتروجين في الهواء الجوي إلى ٪79.8 إلا أن الكائنات الحية لا تستطيع الحصول عليه بسهولة علماً أنه يدخل في النبات مع CO_2 عن طريق الثغور بكميات قليلة جداً.



2. النتروجين العضوي الموجود في البقايا النباتية والحيوانية.
3. النتروجين المضاف إلى التربة كالأسمدة.
4. مصادر النتروجين غير العضوية للنباتات في التربة: وتكون بشكل مركبات نتراتية وامونيومية في محلول التربة المائي وعلى غرويات التربة تكون الصورة بهيئة امونيوم NH_4+ ونترات NO3، أوكسيد النتريك NO، النتريت NO_2، أوكسيد النتروز N_2O وكذلك يوجد بشكل هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH كناتج عرضي عن تحول NO_3 إلى NH_3 بعملية Denitrification.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

صور النتروجين في التربة

تختلف الترب في محتواها النتروجيني بسبب ارتباط هذه الكمية بعوامل عديدة يتعلق البعض منها بالظروف البيئية المحيطة وطبيعة النباتات المزروعة وخصائص التربة الكيمياوية والفيزيائية ويمكن إيجاز العوامل التي تحدد محتوى التربة من النتروجين الكلي بمحتوى التربة من المادة العضوية وكمية الغطاء النباتي والظروف المناخية وتأثير الطبوغرافية ومادة الأصل. أن محتوى المنطقة الجذرية من النتروجين يتراوح بين 0.02 ـ 0.4٪. ويمكن تقسيم صور النتروجين إلى صور عضوية Organic Forms.

تشكل الصور العضوية نسبة عالية جداً (أكثر من 90٪) من محتوى التربة من النتروجين بالمقارنة مع الصور المعدنية. يوجد النتروجين العضوي على هيئة مركبات عضوية متعددة أهمها الأحماض الأمينية والبروتينات والسكريات الأمينية والفيتامينات وغيرها من المعقدات العضوية ذات التركيب غير المتجانس. تشكل الأحماض الأمينية حوالي 20 ـ 40٪ من النتروجين الكلي والسكريات الأمينية 5 ـ 10٪. لا يستطيع النبات الاستفادة من الصور العضوية إلّا بعد أن تتحلل بوساطة إحياء التربة المجهرية إلى صور معدنية.

1. صور معدنية Inorganic Forms

أن الصور الآتية تمثل الصور المعدنية للنتروجين في التربة NO وN_2O و NO_2 و NO_3 و NH_4 وهايدروكسيد الامين (NH_2OH) وتعد الصورة الأخيرة الصورة الوسطية التي تتكون خلال عملية النترجة. أما الصور NO_3 و NH_4 و NO_2 فهي مهمة من ناحية خصوبة التربة وتغذية النبات وقد تشكل هذه الصورنسبة قد تقل عن 2٪ من كمية النتروجين الكلي بالتربة. ويتكون أيون الأمونيوم في التربة بعملية النشدرة نتيجة لتحول المركبات العضوية البروتينية إلى أحماض أمينية ومن ثم إلى أمونيوم. ويمكن إيجاز الاحتمالات التي ترافق الأمونيوم المتكون في التربة بالآتي:

1) يدخل في تفاعلات التبادل الأيوني.
2) قد يمتص من قبل النباتات النامية.
3) يستغل من قبل إحياء التربة المحللة للمادة العضوية.
4) يثبت في غرويات التربة التي تمتاز بقابليتها التثبيتية.
5) قد تتطاير الأمونيا المتكونة قبل تحويلها إلى أيون الأمونيوم لاسيما عند توفر الظروف المناسبة لذلك.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

ومن العوامل التي تؤثر في تطاير الأمونيا: درجة تفاعل الوسط ودرجة الحرارة والسعة التبادلية الكاتيونية ونوع الكاتيون المتبادل وتأثير الأملاح ومستوى السماد المضاف وطريقته ومحتوى التربة الرطوبي.

ومن العوامل التي تؤثر في عملية النشدرة: نسبة الكاربون إلى النتروجين والظروف البيئية المحيطة.

1. يتحول النتروجين من الصورة العضوية إلى المعدنية وبالعكس.

فقد النتروجين

يعاني النتروجين من فقدان كبير في التربة عن طريق:

1. تحول صور النتروجين من صورة إلى أخرى غير قابلة للاستفادة.
2. امتصاص كبير من قبل النباتات والكائنات الحية في التربة.
3. تثبيت بين طبقات بعض معادن الطين بحيث تصبح في صورة غير قابلة للاستفادة.
4. ادمصاص على أسطح الغرويات.
5. تطاير في درجات الحرارة الاعتيادية.
6. غسل إلى طبقات التربة السفلى.

وتؤثر عوامل عديدة في عملية تحول وفقد النتروجين منها:

1. درجة الحرارة: وان هنالك علاقة عكسية بين كمية النتروجين في التربة ومعدل درجات الحرارة فكلما قلت درجات الحرارة عن 10مْ، كلما زادت محتويات التربة من النتروجين بمقدار 2 – 3 أضعاف، وان ارتفاع درجة الحرارة المئوية من 2° إلى 32°، قد أدى إلى زيادة في كمية الأمونيا المتطايرة من الأسمدة النتروجينية المضافة بشكل عام.
2. درجة تفاعل التربة: تؤثر درجة تفاعل التربة في فقد النتروجين بشكل أمونيا متطايرة من الأسمدة الأمونيومية واليوريا المضافة إلى التربة (ارتفاعها أكثر من 8.5)، ان هناك زيادة تطاير الأمونيا من 1.7٪ إلى 20.5٪، من كمية النتروجين المضاف إلى التربة عند ارتفاع درجة تفاعل التربة من 5.6 إلى 7.2.
3. ارتفاع نسبة الكاربونات في التربة: هنالك علاقة ارتباط عالية المعنوية بين الأمونيا المتطايرة من الأسمدة النتروجينية المضافة للتربة ودرجة تفاعل التربة ومحتواها من الكاربونات.
4. نسجة التربة ومحتواها الرطوبي ومستويات الملوحة فيها ومحتواها من المعادن الطينية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

تأثيرا كبيرا في فقد النتروجين، إن كميات كبيرة من أيونات الأمونيوم تصبح قابلة للتبادل الأيوني الموجب مع مركبات أخرى إذا احتوت التربة على مقدار كبير من الغرين لذلك تقل تراكيز أيونات الأمونيوم في محلول التربة. وان فقد الأمونيا بالتطاير في الترب الرملية يكون أعلى منه في الترب الطينية وهذا يرتبط بالسعة التبادلية للأيونات الموجبة وحفظ الأمونيوم بشكله المتبادل والتقليل من فقده، ووجود علاقة ارتباط عالية المعنوية بين الأمونيا المتطايرة وزيادة مستويات ملوحة التربة، يعزى السبب إلى الملوحة العالية التي تثبط عملية Nitrification مما يؤدي إلى تراكم الأمونيوم وتطاير النتروجين بشكل أمونيا وأن غسل النترات ترافق مع الإضافات العالية من الأسمدة النتروجينية في الترب الرملية.

تثبيت النتروجين

أولا: عن طريق الإحياء:

1. البكتريا الحرة، (وأهمها Azotobacter وClostridium) وتثبت 5 ـ 10 كغم نتروجين.هكتار ـ 1 .
2. البكتريا التكافلية، لها القدرة بالتكافل مع كائن حي آخر، مثل العائلة البقولية، حيث تثبت 100 ـ 400 كغم نتروجين.هكتار ـ 1 .
3. التثبيت بواسطة الفطريات التي تعيش تكافليا مع جذور النباتات.
4. طحالب زرقاء مخضرة.

ثانيا: تثبيت النتروجين الجوي عن طريق تفريغ الشحنات الكهربائية في الجو (البرق).

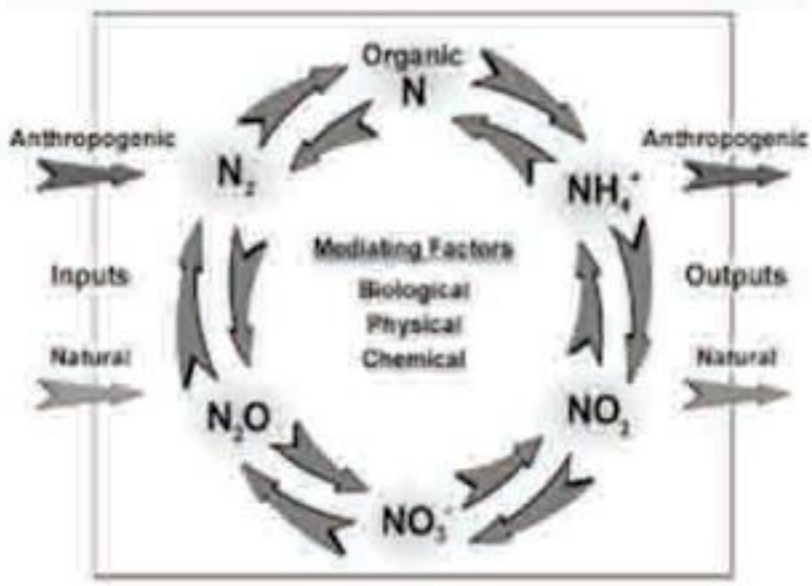
ثالثا: تثبيت النتروجين الجوي صناعيا.

تثبيت الأمونيوم

إن أيون الأمونيوم المضاف للتربة أو الناتج من عملية المعدنة يتعرض إلى التثبيت بين طبقات الطين مما يعرقل حركته ومقدرته التجهيزية للنبات وتعد معادن الطين2:1 مثل ملغراموعة معادن الفيرميكوليت والسمكتايت والالايت المسؤولة عن عملية التثبيت من خلال دخول ايون الأمونيوم للفجوة السداسية المتواجدة في تشكيلة طبقة التتراهيدراسليكا التي نصف قطرها 1.35 انجستروم. وان كمية الامونيوم المثبتة في معادن2:1 بحوالي2000 ـ 3000 كغم N.هـ$^{-1}$ وأن حوالي 100 ـ 300 كغمN.هـ$^{-1}$ ، قد يطلق خلال مدة النمو. أن للمادة العضوية دوراً كبيراً في زيادة مقدرة التربة على تثبيت الأمونيوم من خلال انجذابها إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

المجاميع الكاربوكسيلية والفينولية المتأينة في الوسط القاعدي.تتأثر عملية تثبيت الأمونيوم بعوامل متعددة يمكن إيجازها بالآتي: فترة التفاعل وكمية الأمونيوم المضافة ودورات الترطيب والتجفيف ونوع المعدن السائد ومحتوى مادة التربة العضوية ومحتوى التربة من معادن الكاربونات وتأثير الأيونات الأخرى مثل K^+ و Rb^+ و Cs^+ وأخيراً تأثير الأيون المرافق للأمونيوم.



تحولات النتروجين في التربة

الظاهرة	طبيعة الظاهرة	البكتريا القائمة بالعملية
النشدرة	تحول النتروجين العضوي إلى آزوت نشادري	بعض البكتريا الهوائية والفطريات (العفن)
النترتة (التأزت)	تحول النتروجين النشادري إلى آزوت نتريتي ثم إلى نتراتي صالح لامتصاص النبات	بكتريا ازوتوموناس بكتريا نتروباكتر
معاكس النترتة (التآزت)	ظاهرة عكسية تحول النترات إلى نتريت ثم إلى نشادر وأيضاً إلى آزوت غازي	بكتيريا مختلفة غير هوائية
التعضي	تشكل الأجسام الميكروبية من مختلف العناصر المعدنية الموجودة في التربة	كائنات حية دقيقة متعددة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

تثبيت النتروجين	بواسطة البقوليات	بكتريا العقد الجذرية بالتعايش مع جذور البقوليات
	بواسطة الطحالب	بكتريا هوائية بالتعايش مع الطحالب
	تثبيت مباشر	بكتريا ازوتو باكتر: هوائية بكتريا كلوستر يديوم: غير هوائية

فوائد النتروجين للنبات

1. يدخل عنصر النتروجين مكوناً أساسياً للبرتوبلازم والأغشية الخلوية وفي تكوين الأحماض النووية الـ DNA وRNA ومركبات الطاقة ATP و $NADH_2$ و $NADPH_2$ وفي تكوين الأحماض الأمينية التي تعد الحجر الأساس لتكوين البروتينات ويدخل في تكوين الأنزيمات وبعض الفيتامينات ولا سيما ملغراموعة فيتامينات B المعقدة ومنها (B12 و B6و B2 و B1) وفيتامين H، كما يدخل في تكوين مشتقات الأمينات مثل الكولين Choline.
2. يشترك في تركيب مجاميع الـ Porphyrins الداخلة في تركيب الكلوروفيلات والسايتوكرومات المهمة في عمليتي التركيب الضوئي والتنفس.
3. يزيد من خضرة النبات ويشجع النمو الخضري بشكل كبير ويشكل الجزء الأساسي من البروتوبلازم.
4. ينظم عمل الهرمونات النباتية (الأوكسينات والسايتوكينات) مما يزيد من عدد انقسامات الخلايا المرستيمية فينعكس إيجابياً على حجم الملغراموع الخضري وإنتاج الأزهار فضلا على زيادة حجم الملغراموع الجذري الذي يسهم في زيادة كفاءة النبات لامتصاص المغذيات الضرورية من التربة وتمثيلها ولا سيما عنصري الفوسفور والبوتاسيوم.
5. يؤدي إلى زيادة كفاءة النبات في استهلاك الماء ومقاومة الاجهادات الخارجية وإطالة مدة النمو وتأخير الشيخوخة. ويمكن تعريف الشيخوخة بأنها القصور أو التوقف الكامل عن انقسام خلايا المرستيم القمي في النبات إذ أن التغيرات الأيضية ذات الطابع الهدمي ينتج عنها هدم البروتينات بتفاعلات تعاكسية لتفاعلات بنائها وان بناء البروتين يتطلب الطاقة ATP كما أن الهدم يحدث بتفاعلات تحليلية تشقق فيها أواصر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

البيتايد بمساعدة الأنزيمات المسماة Protease والتي تعمل على البروتينات الأصلية وكذلك انزيمات Peptidase التي تشقق الـ Poly Peptides الصغيرة إلى أصغر. والشيخوخة هي نقص بناء البروتين وفيها تختفي رايبوسومات البلاستيدات الخضراء مع زيادة عمليات نقل الأحماض الأمينية نحو المناطق الحديثة التكوين مما يؤدي إلى قلة محتوى البروتينات الذائبة في الأوعية الناقلة وتحلل المزيد من بروتينات الأوراق السفلى ولا سيما بروتين البلاستيدات الخضراء والمايتوكوندريا في السايتوبلازم، فيقل معدل التنفس فيها وتنخفض معدلات البناء في الأوراق البالغة بشكل كبير وموتها وعلى هذا الأساس فإن شيخوخة أوراق الحنطة تحدث وفق نظام الشيخوخة المتعاقبة وفيه تبدأ شيخوخة الورقة السفلى الأكثر عمراً ثم تليها بقية الأوراق الأعلى منها بتعاقب منظم.

6. كما يمكن تلخيص وظائف النتروجين الفسلجية بما يأتي:

1) يدخل في تكوين الأحماض الأمينية والنووية ومركبات الطاقة.
2) يدخل مع المغنيسيوم في تكوين جزيئة الكلوروفيل.
3) يدخل في بناء الأغشية الخلوية مثل غشاء البلازما والمايتوكوندريا والبلاستيدة الخضراء وغشاء الفجوة.
4) يدخل في تكوين الأنزيمات والفيتامينات وخاصة ملغراموعة فيتامين B المعقدة وفيتامينH.
5) يدخل في تكوين الأميدات مثل الاسبارجين والكلوتامين ومشتقات الأمينات مثل الكولين.
6) يؤدي إلى زيادة كفاءة النباتات في استهلاك الماء ومقاومة الإجهادات الخارجية وتأخير الشيخوخة وإطالة عمر النبات.

أعراض نقص النتروجين



1. يبقى النبات قصير وصغير وضعيف.
2. السيقان طويلة ورفيعة.
3. الأوراق القديمة تتساقط قبل الأوان.
4. لا تحصل تفرعات للجذور.
5. تتلون الأوراق بالأصفر على جميع الورقة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

6. موت موضعي لأنسجة الورقة.

أعراض نقصه على التفاح تظهر أولا على الأوراق المتقدمة في العمر فتصبح شاحبة صفراء اللون، وفي حالات النقص الشديد فإن الأوراق الحديثة تصبح شاحبة اللون أيضا وتبدأ الأوراق المتقدمة بالعمر في التساقط، إضافة إلى تحديد النمو وقلة نسبة الملغراموع الخضري إلى الملغراموع الجذري، وقلة استطالة الأغصان وحجم الثمار ولونها، إضافة إلى صغر حجم الأوراق وانخفاض محتواها من الكلوروفيل مما يسبب انخفاض معدل عملية التمثيل الضوئي وبالتالي انخفاض كمية الكاربوهيدرات المصنعة في الأوراق، كما تتأثر الثمار بنقص هذا العنصر فتبدو صغيرة الحجم، وتظهر أعراض نقص هذا العنصر على الأجزاء الأخرى للشجرة كالأفرع والأفرخ فتبدو ضعيفة النمو وينخفض عدد البراعم الزهرية المتكونة عليها، ويصبح حمل الأشجار من الثمار غير منتظم. أعراض نقص النتروجين: تؤدي التغذية النتروجينية غير الكافية إلى إعاقة نمو النباتات حيث يبطؤ النمو ويكون الملغراموع الخضري مختصراً وتسقط الأوراق باكراً وينقص المردود تأخذ الأوراق في البداية لوناً أخضر مصفراً مميزاً دالاً على علائم الجوع للأزوت ثم يتطور بعدئذٍ إلى ظهور بقع برتقالية أرجوانية أو بنفسجية على قمم وحواف الأوراق السفلية أولاً ثم على الأوراق الفتية لأن النتروجين يمكن أن ينتقل من الأنسجة القديمة إلى الأنسجة الفتية حديثة التكوين. يعود الاصفرار إلى ظهور الأصبغة الصفراء في الأوراق كالكاروتين والكزانثوفيل بعد فقدان صبغة الكلوروفيل. إذا لم نعالج أعراض نقص النتروجين يتابع الاصفرار إلى العرق الوسطي للأوراق وبعد أيام قليلة من اصفرار نسيج الأوراق تجف وتموت ويدعى موت الأوراق السفلى بالاحتراق الذي يمكن أن يحدث تحت الظروف الرطبة والجافة ويميز الاحتراق الناتج عن نقص النتروجين بأنه يظهر أولاً على الأوراق السفلى ثم ينتقل إلى الأوراق العليا بينما يظهر الاحتراق الناتج عن الجفاف على كافة الأوراق. تعالج أعراض نقص النتروجين بإضافة سماد آزوتي فور ظهورها ويفضل أن يحتوي السماد على جذر النترات سريع الذوبان والصالح لامتصاص النبات مباشرة. ويجب ري الحقل مباشرة بعد إضافة السماد النتروجيني في حالة الزراعات المروية أما في الزراعات البعلية فيفضل إضافته قبل انحباس الأمطار وعندما يكون محتوى الرطوبة في التربة كافياً لإذابته وجعله في صورة ميسرة لامتصاص النبات.

أعراض زيادة النتروجين

تؤدي زيادة النتروجين في التربة عن احتياج النبات إلى نمو خضري زائد يمكن أن

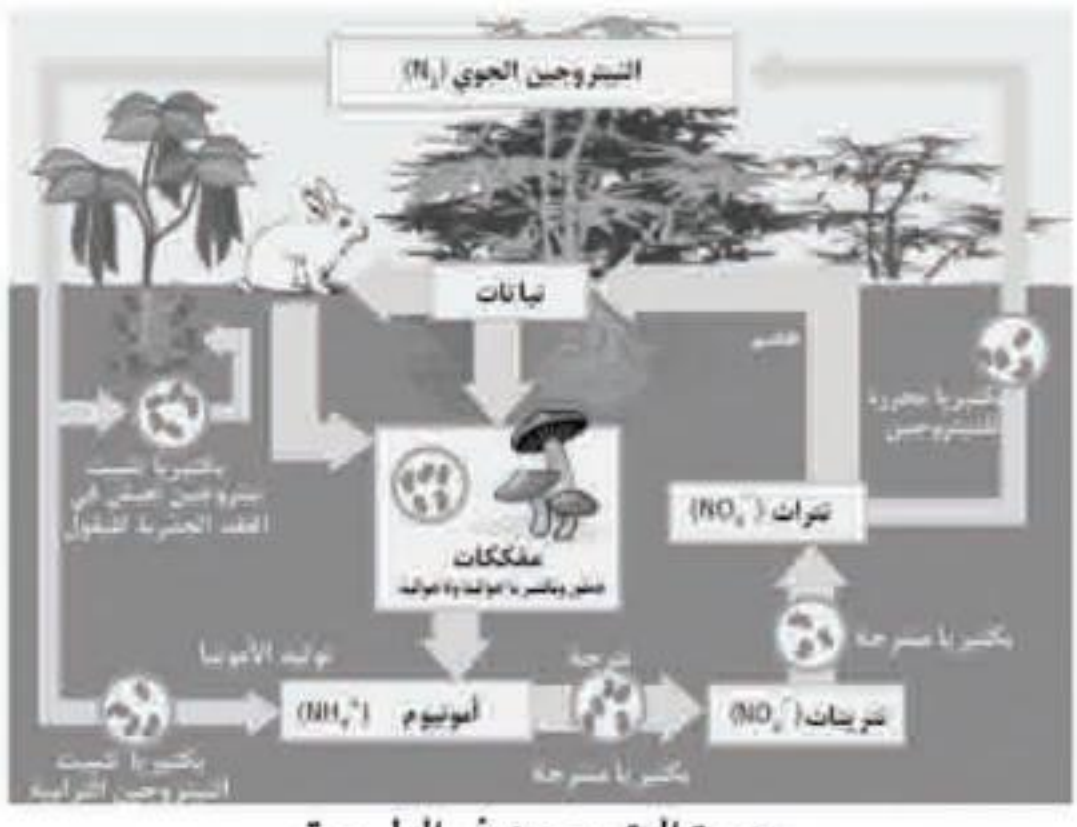
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

يؤدي إلى:

1. تأخر النضج: حيث يستمر ويتأخر النضج ويتعرض النبات للأخطار (لفحة في الحبوب) محتوى قليل من السكر في الشوندر السكري والثمار.
2. حساسية أشد للأمراض: حيث تكون النسج النباتية رهيفة وجدر الخلايا رقيقة فتصبح أسهل اختراقاً من قبل الفطريات الممرضة كما أن غنى العصارة النباتية بالنتروجين يسمح بتغذية أفضل لجراثيم الفطر فتتكاثر بسرعة وتكون الإصابة أكبر وأشد تأثيراً.
3. ميل أكبر للرقاد: حيث تكون السوق أقل صلابة ويسبب النمو الزائد للأوراق حجب الضوء عن قاعدة الساق فتميل ويحدث رقاد (ضجعان) الحبوب نتيجة اختلال التوازن بين الجلوسيدات والنتروجين إذ أن كل ما يعد من تمثيل الجلوسيدات وخاصة نقص أشعة الشمس يشجع الرقاد.



وإلى حد معين



دورة النتروجين في الطبيعية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

الفصل الرابع
الفوسفور

استهلال

هو مفتاح الحياة The Key to Life

يوجد في الترب الزراعية بين 0.02 – 0.15 ٪ والفوسفور الذائب في محلول التربة قليل جداً يتراوح بين 0.3 – 3 ppm اعتمادا على نوع مادة التربة الأصلية والعمليات الطبيعية التي تحصل فيها ونسجه التربة ودرجة الحرارة والمحتوى الرطوبي وكذلك عمر التربة. وبصورة عامة فإن محتوى خلايا الجذر وعصير الخشب من الفوسفور يقارب 100 – 1000 ضعف عن محتوى محلول التربة وهذا يعني أن امتصاص الفوسفور من قبل خلايا النبات هو ضد التغير بالتركيز أي امتصاص حيوي، هذا في الترب المعدنية حيث تكون كمية الفوسفور الكلي قليلة نسبيا، أما الترب العضوية فإن محتواها من الفوسفور الكلي أعلى.

تزداد نسبته في الطبقة السطحية للتربة بسبب زيادة سرعة تحلل المادة العضوية فيها.

أتربة المناطق الجافة وشبه الجافة يكون محتواها من الفوسفور الكلي أعلى من محتوى ترب المناطق الرطبة المشابهة لها بالنسجة.

محتوى التربة الخشنة من الفوسفور الكلي أقل من محتوى التربة ذات النسجة الناعمة يمتص الفوسفور من النبات بهيئة معدنية PO_4^{-3} و HPO_4^{-2} و $H_2PO_4^-$ يتحول داخل النبات وبعد 10 ثواني إلى فوسفور عضوي، وبهذه الصورة يتحرك داخل النبات ليعوض أي نقص فيه.

الفوسفور عنصرا معدنيا غير غازي.

صور الفوسفور في التربة

1. الفوسفور الذائب Soluble _ P: يمثل هذا الجزء الفوسفور الأكثر تيسراً للامتصاص من قبل جذور النباتات ويرتبط بشكل جيد مع الفوسفور الممتص من قبل النبات، ان الفوسفور الذائب في الماء يعد مؤشرا مناسبا للجاهزية الحيوية لأنه الوسط الذي تأخذ منه النباتات الراقية حاجاتها من المغذيات المعدنية.
2. الفوسفور غير المستقر Labile _ P: ويمثل هذا الجزء الفوسفور الموجود على أسطح حبيبات التربة ويكون في حالة توازن مع الفوسفور الذائب ويعد بذلك مخزنا للفوسفور

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

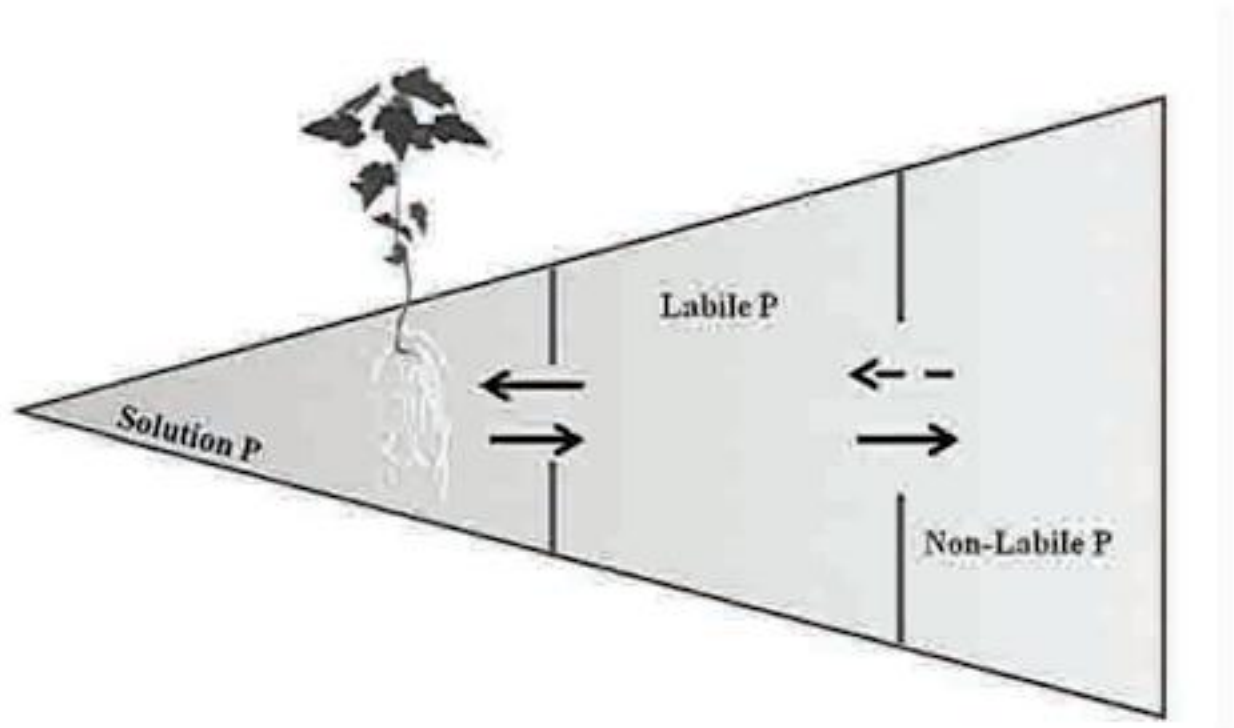
في محلول التربة ويقوم بالتعويض عند استنزاف الفوسفور الذائب من قبل النبات.

3. الفوسفور المستقر Non ـ Labile ـ P: يكون هذا الجزء من الفوسفور بطيء الحركة جدا نحو الجزء غير المستقر ويتحرر منه الفوسفور بصورة بطيئة جدا، وان استفادة النباتات من هذا الجزء قليلة جدا مقارنة ببقية الصور الأخرى.

Non-available P ← - - - → Potentially available P ⟷ Available P

غير جاهز قابل للتجهيز جاهز

والشكل يبين العلاقة بين صور الفوسفور المختلفة من ناحية جاهزيتها للنبات.



اقسام فوسفور التربة:

الفوسفور المعدني، ويوجد في معادن:

أ – الاباتيت Apatite مثل (هايدروكسي وفلور وكلورو وكاربونيت).

ب – فوسفات ثنائي وثلاثي الكالسيوم

(Dicalcium) pHospHate (Tricalcium).

ج – الفرسكايت Variscite .

د – السترنكايت Strengite (فوسفات الكالسيوم وفوسفات الحديد وفوسفات الألمنيوم).

يمتاز الفوسفور المعدني في الترب الكلسية على سطح كاربونات الكالسيوم، وفي الترب الحامضية على أسطح أكاسيد الحديد والألمنيوم.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

2. الفوسفور العضوي: يكون أكثر من نصف الفوسفور الكلي، وتوجد الكميات الكبيرة منه عادة في الترب العضوية.

ومن أهم مركبات الفوسفور العضوي الموجود في التربة هي الآتي:

Inositol phosphat: وهي بصورة عامة جزيئات سكرية مع ملغراموعة أو أكثر من الفوسفات التي تحل محل أيونات الهيدروجين، ويشكل 30 ـ 50٪.

Nucleic acid: الأحماض النووية للنبات والحيوان والكائنات الدقيقة والتي عند تحللها داخل التربة تشكل ما يقرب من 10٪، من فوسفور التربة العضوي.

Phospholipids: هذه المركبات ناتجة من اتحاد الفوسفور بمركبات دهنية، وتصل نسبة هذا الجزء في الفوسفور العضوي بمعدل 5 – 14٪.

ان المادة العضوية المضافة إلى التربة تؤدي إلى زيادة حركة الفوسفور في الترب الكلسية ويصاحب ذلك زيادة في كمية الفوسفور العضوي في محلول التربة.

وتتراوح كميته في التربة بين 30 – 70 ٪ من الفوسفور الكلي بالطبقة السطحية (في الترب الكلسية يشكل 15٪)، ويتأثر هذا النوع من الفوسفور بعدة عوامل:

1. محتوى التربة من المادة العضوية.
2. يقل مع ارتفاع درجة حرارة الجو وزيادة كمية الأمطار الساقطة.
3. يزداد المحتوى من الفوسفور مع ارتفاع قيم تفاعل التربة.
4. زيادة كثافة الغطاء النباتي تقلل من محتوى الفوسفور.

(المعدنة) Mineralization تحول الصور العضوية من الفوسفور إلى صور معدنية، وتعتمد على نشاط الكائنات الحية الدقيقة المتخصصة ودرجة الحرارة والرطوبة والتهوية وكثافة النباتات ودرجة تفاعل التربة والوقت.

تلعب ميكروبات التربة دوراً رئيسياً في تحويل الفوسفور من الصورة الغير ذائبة إلى الصورة الميسرة الصالحة للاستفادة بواسطة النبات ويوجد عديد من البكتيريا التابعة لجنس الباسيلس والباسيدرمونس وكذلك فطريات البنسيليوم لها القدرة على تحويل الفوسفور الغير ذائب إلى صورة ذائبة نتيجة إفرازها أحماض عضوية تخفض الـ pH في الترب القاعدية مما يساعد في تيسر الفوسفور. كما أن الفطريات الميكموريزا التي ترتبط بجذور بعض النباتات دورا هاماً في إذابة وانتقال الفوسفات.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

العوامل التي تؤثر في وجود صور الفوسفور المعدني وجاهزيته

ان دورة الفوسفور في الطبيعة أبسط من دورة النتروجين فيها لعدم احتواء الفوسفور على تبادل غازي بين التربة والجو، وفوسفور التربة يوجد بشكلين أساسيين، هما الفوسفور المعدني ويكون على شكل مركبات تحتوي على الكالسيوم والألمنيوم والحديد والفلور أو عناصر أخرى، وهي قليلة الذوبان في الماء لذا فإن جاهزيتها للنبات محدودة جداً أو معدومة وبشكل معدن الـ Apatite، وأكثرها شيوعا في الترب المعدنية معدن الهايدوركسي ابتايت ومعدن الفلوروابتايت.

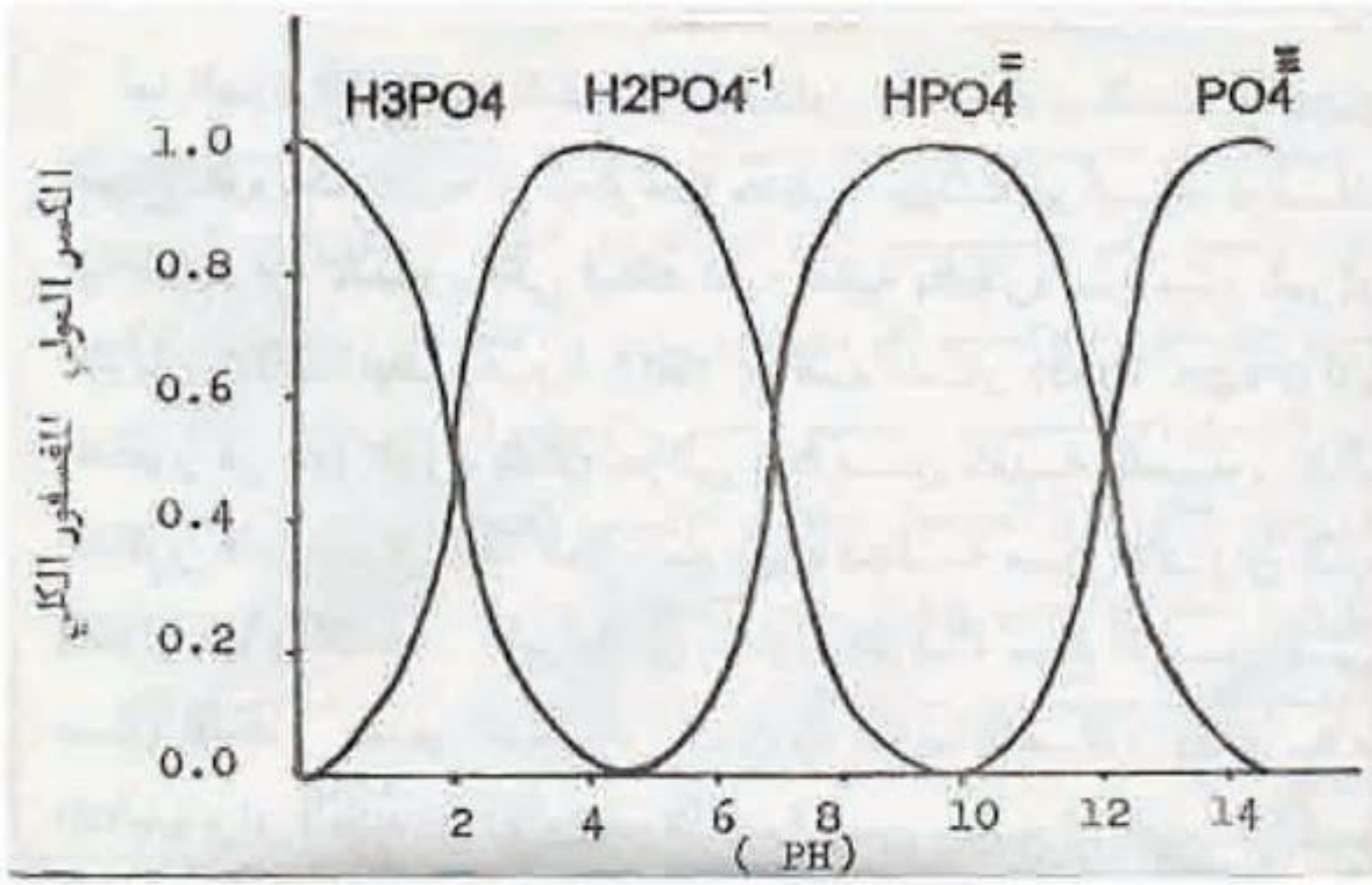
وتؤثر عوامل عديدة في وجود صور الفوسفور المعدني وجاهزيته للامتصاص من قبل النبات وأهمها:

درجة تفاعل التربة: إن أكثر الفوسفات تمتص من قبل النبات على شكل ايون الاورثوفوسفات وبصورة أحادية $H_2PO_4^-$ وثنائية HPO_4^- الذائبة في محلول التربة وان نسبة امتصاصها من قبل النبات تتأثر بدرجة تفاعل التربة إذ تسود الصورة الاحادية في الترب الحامضية في حين تسود الصورة الثنائية في الترب القاعدية لأكثر من 7.2، وحسب المعادلة الآتية:

$$H_3PO_4 \xleftrightarrow{pH=2.0} H_2PO_4^- \xleftrightarrow{pH=7.2} HPO_4^= \xleftrightarrow{pH=12} PO_4^{\equiv}$$

أما الترب المتعادلة عند درجة pH (7.2) فتتساوى الصورتين في محلول التربة حيث تتساوى الصورتان ($H_2PO_4^-$) و (HPO_4^-) عند درجة تفاعل التربة7.2. وإن أفضل رقم pH لجاهزية الفوسفور هو (6.5 – 7.5). يترسب الفوسفور المضاف بشكل فوسفات الحديد والألمنيوم في الترب الحامضية التي يقل الـ pH فيها عن 5.5 اما الترب القاعدية التي يرتفع فيها الـ pH عن 7.5 يترسب الفوسفور المضاف على شكل فوسفات الكالسيوم والمغنيسيوم مما يقلل من جاهزيته في محلول التربة. كما في الشكل:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



نسجة التربة ونوع معدن الطين: ان للترب ذات المحتوى العالي من الطين تأثيرا كبيرا في حجز الفوسفات، فقد وجد في نتائج تجربة مختبرية على ثلاث نسجات مختلفة مزيجة ومزيجة طينية وطينية بإضافة سماد سوبر فوسفات P 20٪ بأن كمية الفوسفور الذائب في محلول التربة المزيجة كان أكبر من المزيجة الطينية والطينية بسبب عملية التثبيت التي يتعرض لها السماد الفوسفاتي من قبل الجزء الطيني، كما وجد اختلافا واضحا في جاهزية الفوسفور عند إضافة سماد فوسفاتي إلى تربتين مختلفتين بالنسجة (الرميلية والأخرى مزيجية رملية) ولمدة سنة كاملة وفسر ذلك بأن الفوسفور يتعرض لعملية الغسل في الترب الرملية لذلك تنخفض جاهزيته فيها أما التربة المزيجية الرملية فإن حبيبات الطين تمتز وتحجز الفوسفور وتحوله إلى صور غير جاهزة. ويزداد حجز الفوسفور في معادن الطين 1:1 مثل الكاؤولينات مقارنة بمعادن الطين 1:2 مثل المونتمورلينات، ويعزى السبب إلى زيادة الأكاسيد المائية للحديد والألمنيوم في معادن 1:1 والتي لها القابلية على التثبيت مقارنة بأكاسيد الكالسيوم والمغنيسيوم، فضلاً عن احتوى معادل 1:1 على ثماني ملغراميع OH في حين تحتوي معادن 1:2 على أربعة مجاميع OH وان عملية امتزاز الفوسفات تتم بتبادل مع مجاميع الـ OH في هذه المعادن.

كاربونات الكالسيوم: ان كاربونات الكالسيوم من الأملاح السائدة في الترب الكلسية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

والتي تشكل نسبة عالية في أغلب ترب الوطن العربي تتراوح بين .15٪ ـ .35٪ فضلا عن وجود بعض الترب في المناطق الشمالية تحتوي على أكثر من .35٪ وتوجد بعض الترب في المناطق الجنوبية فيها الأقل من .15٪. توجد كاربونات الكالسيوم بصورة حبيبات دقيقة وقد يكون لها خواص الغرويات والتي تسيطر على أغلب التفاعلات الكيمياوية عند إضافة السماد الفوسفاتي لتلك الترب إما بوساطة ربط الفوسفات لسطوحها في التراكيز المخففة أو أن أيون الكالسيوم يرسب أيون الفوسفات الذائب والذي مصدره كاربونات الكالسيوم. ان ترطيب وتجفيف التربة يؤثر بشكل كبير في سلوك الكاربونات، إذ تسبب رفع قيم الامتزاز الأعظم وخفض قيم طاقة الربط على ضوء معادلة لنكمیار، وتوصل أيضاً إلى وجود ارتباط موجب ومعنوي بين المساحة السطحية الكلية لكاربونات الكالسيوم وكمية الفوسفات الممتزة. ان محتوى الترب العالي من كاربونات الكالسيوم يؤثر في حالة العناصر الغذائية في التربة وجاهزيتها للنبات من خلال تأثيرها في تفاعلات السماد المضاف إلى التربة. أن عمليات تكوين فوسفات الكالسيوم في التربة هي عمليات ترسيب نتيجة لتفاعل أيونات الفوسفات مع أيونات الكالسيوم. ان الفوسفور الموجود في التربة أو المضاف إليها خلال السنوات السابقة يكون بأحد الأشكال الآتية والمرتبة حسب درجة ذوبانيتها:

$$FA < HA < B.TCP < OCP < DCP < DCPD < MCP$$

وهناك علاقة ارتباط عالية المعنوية بين الفوسفور الجاهز ومحتوى التربة من كاربونات الكالسيوم. ان الامتزاز السطحي والترسيب للفوسفور في الترب الكلسية هو العامل الأساس لخفض محتوى الفوسفور الجاهز في هذه الترب عن طريق تكوين ايونات معقدة من الفوسفور والكالسايت أو عن طريق تكوين فوسفات الكالسيوم الثنائية (DCP). ان الترب الكلسية ذات درجة تفاعل التربة القاعدي والتي تحتوي على وفرة من ايونات الكالسيوم وكاربونات الكالسيوم تتصف بأن محتواها من الفوسفور إما يكون ممتزا على الأسطح الصلبة خصوصاً اسطح كاربونات الكالسيوم أو مترسبا على هيئة فوسفات الكالسيوم. وان فوسفات الكالسيوم هي السائدة في ترب الوطن العربي مقارنة بالأشكال الأخرى.

المادة العضوية: تؤثر المادة العضوية تأثيراً إيجابياً في ذوبان الفوسفور الممتز والمترسب بسبب تكوين مركبات مخلبية مع ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والالمنيوم تمنع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

ارتباط هذه الأيونات مع ايونات الفوسفور الجاهز للامتصاص وتقلل من ترسيبها. وان فعالية الأحماض العضوية الهيومك والفولفك الناتجة من عملية التحلل تقلل من كمية الفوسفات الممتزة وذلك في تكوين مركبات مخلبية مع الحديد والألمنيوم اللذان يعدان أكثر العناصر تأثيراً في جاهزية الفوسفور في التربة. لمحتوى التربة من المادة العضوية دور مهم في التقليل من كمية الفوسفات المحتجزة من خلال منافسة الأحماض العضوية الناتجة من تحلل المادة العضوية للفوسفات على اسطح الامتزاز وكذلك التقليل من دور أكاسيد الحديد والألمنيوم من خلال عملية الخلب Chelation لهذه المركبات ومن ثم يقلل تفاعلها مع الفوسفات، فضلا عن دور المادة العضوية في خفض درجة تفاعل التربة. ان المادة العضوية تعد مصدرا رئيسيا لطاقة الاحياء المجهرية في التربة وكذلك مصدرا للالكترونات في ظروف الاختزال البيولوجي في التربة مما يؤدي إلى زيادة جاهزية الفوسفور. ان دور المادة العضوية مهم في التقليل من حجز الفوسفور في الترب ذات المحتوى العالي من المادة العضوية أما الترب المعدنية ذات المحتوى الواطىء من المادة العضوية كترب المناطق الجافة وشبه الجافة، فأهميتها أقل، ومع هذا فإن دور المادة العضوية يصبح مهما من خلال الإضافات المستمرة لهذهِ المواد إلى التربة. ان تحلل المادة العضوية ينتج عنه تحرر غاز ثنائي أوكسيد الكاربون الذي يذوب في الماء مكونا حامض الكاربونيك وهذا يعمل على إذابة بعض المركبات الفوسفاتية المترسبة وبعض المعادن الأولية الحاملة للفوسفور مما يؤدي إلى تحرر الفوسفور منها. ان المادة العضوية تزيد من نسبة الامتزاز ذات الطاقة الواطئة على حساب الامتزاز ذات الطاقة العالية ومن ثم تزيد من جاهزية الفوسفور للنبات بسبب التوازن السريع بين الفوسفور المرتبط بطاقة واطئة ومحلول التربة.

ملوحة التربة: تؤثر الأيونات الموجبة للاملاح المختلفة تأثيرا سلبيا في إذابة الفوسفور في محلول التربة، ان زيادة تركيز الأملاح كالنترات والكلوريدات لكل من Ca^{+2} K^{+} و NH_4^{+}و Na^{+}و Mg^{+2} في محلول التربة تزيد من امتزاز الفوسفات في المحاليل المعلقة لكل من التربة والطين والأكاسيد المتأينة للحديد والألمنيوم ويعود السبب إلى انخفاض فعالية ايون $H_2PO_4^{-}$ الذي يمتصه النبات بنسبة 40٪ مقارنة بالترب غير المتأثرة بالملوحة وانعكاس ذلك على نمو النبات كما ان تأثير الملوحة في تركيز الفوسفور بالتربة قد يعود إلى أنه من العناصر المحدودة الحركة بالتربة وان امتصاصه من قبل النبات يعتمد على المساحة السطحية للجذر وان ضعف نمو الجذور الناجم من تأثير الملوحة يقلل من قابليتها على

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

امتصاص الفوسفور. إن الفوسفور الموجود أصلاً في التربة الكلسية أو الذي يضاف في التربة كسماد فوسفاتي يتعرض إلى تفاعلات مع أيون الكالسيوم الذائب في محلول التربة ويتحول إلى مركبات مختلفة في درجة ذوبانها فالناتج الأول لتفاعل الفوسفات مع الكالسيوم هو تكوين ثنائي فوسفات الكالسيوم المائية (DCPD) ثم يليها ثنائي فوسفات الكالسيوم (DCP) ومن ثم ثماني فوسفات الكالسيوم (OCP) وأخيراً الأباتايت بأنواعها المختلفة كالهايدروكسي أباتابت (HA) وفلورابايت (FA). إن سرعة تحول هذه المركبات من الأكثر إلى الأقل ذوبانية في نظام التربة يتأثر بعدد من العوامل منها درجة التفاعل، الأيونات الموجبة وخاصة الكالسيوم والمغنيسيوم ومحتوى وفعالية كاربونات الكالسيوم في التربة ونوعية معادنها وتركيز الأملاح في التربة. إن تركيز الأملاح من مصادرها المتعددة في التربة تُعد أحد العوامل التي تؤثر في ذوبانية وجاهزية الفوسفور في التربة حيث تؤدي زيادة الأملاح في التربة إلى خفض جاهزية الفوسفور. في دراسة لتأثير نوعية الأملاح وتركيزها في تفاعلات الفوسفور إلى وجود انخفاض معنوي في جاهزية الفوسفور مع زيادة تركيز الأملاح في التربة وان ترتيب الكاتيونات (الايونات الموجبة) السائدة على سطح المعدن الطيني حسب تأثيرها في جاهزية الفوسفور تكون كالآتي:

$$Ca^{++} > Mg^{++} > K^{+} > Na^{+}$$

إن التأثير السلبي للملوحة في جاهزية الفوسفور في التربة تعود إلى انخفاض فعالية أيون ($H_2PO_4^-$ الذي يمتصه النبات) بنسبة 40٪ مقارنة بالترب غير المتأثرة بالملوحة وانعكاس ذلك على نمو النبات. أن تأثير الملوحة في تركيز الفوسفور في التربة قد يعود إلى أن الفوسفور من العناصر المحدودة الحركة بالتربة وأن امتصاصه من قبل النبات يعتمد على المساحة السطحية للجذور وأن ضعف نمو الجذور الناجم عن تأثيرات الملوحة يقلل من قابليتها على امتصاص الفوسفور. أما بالنسبة لتأثير ملوحة مياه الري في جاهزية الفوسفور في التربة فإن زيادة ملوحة مياه الري من (2 ـ 4) ديسي سيمنز.م$^{-1}$، سببت انخفاضاً معنوياً في تركيز الفوسفور الجاهز في التربة.

أن تركيز الفوسفور في التربة قد انخفض معنوياً مع زيادة ملوحة ماء الري عند استعماله لثلاث نوعيات من مياه الري ملوحتها (1 و3 و5) ديسي سيمنز.م$^{-1}$.

درجة الحرارة: ان لدرجة الحرارة تأثيرا كبيرا في جاهزية الفوسفور خلال زيادة سرعة التفاعلات الكيمياوية في التربة لاسيما عند درجات الحرارة العالية.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

السعة التنظيمية: أن السعة التنظيمية للفوسفور تمثل الانحدار للعلاقة بين كل من كمية الفوسفات في التربة وتركيز الفوسفور في محلول التربة، وتمثل مقدار التغير الذي يحدث في تركيز ايون الفوسفات في محلول التربة. إذن فإن السعة التنظيمية للتربة لعنصر الفوسفور تمثل مقدار مقاومة هذه التربة للتغير الذي يحدث في تركيز الفوسفات في محلول التربة نتيجة لإضافة ايون الفوسفات في محلول التربة أو سحبه وهي تمثل الانحدار للعلاقة بين (Q /I) والمحسوب في محلول الاتزان للتربة في محلول عياريه (0.01) من كلوريد الكالسيوم مع تراكيز متدرجة لايون الفوسفات. أن المصدر الأساس للفوسفات الممتصة من قبل جذور النبات هو محلول التربة ونتيجة لسحب الممتز فإن تركيز الفوسفات في محلول التربة سيقل ويتم تعويض المحلول من قبل الفوسفات الممتزة على سطوح دقائق التربة، ولذا فإن العاملين الأساسين المهمين بجاهزية الفوسفور للنبات هو كل من كمية الفوسفات الممتزة، وكذلك تركيزه في محلول التربة. وان القابلية التنظيمية للفوسفور من قبل التربة هي نتيجة لعملية متداخلة تشترك فيها كل من تفاعلات الامتزاز والترسيب والإذابة والتحرر. وصفة التفاعلات تؤثر في كمية الفوسفور المجهزة لمحلول التربة يمكن تمثيلها بكفاءة عالية باستخدام النموذج الرياضي لمعادلة لانكماير وحسبت السعة التنظيمية للاتزان ((EBC Equilibrium Buffering Capacity) والذي يمثل ميل المماس لمنحنى الامتزاز الفوسفات عند تركيز معين من الفوسفات في محلول التربة عند الاتزان وتمثل مشتقة معادلة لانكماير ذات السطحين عندما يكون تركيز معين من ايون الفوسفات. لاحظ النموذج الرياضي التالي:

$$\frac{dx}{dc_{c\to c1}} = \frac{k_1 Xm_1}{(1+K_1C_1)^2} + \frac{K_2 Xm_2}{(1+K_2C_1)^2}$$

ان معادلة الانتشار لتخمين الاحتياجات السمادية لثلاث ترب تختلف في صفاتها الامتزازية، واستنتجوا بأن الترب الفقيرة في سعتها التنظيمية والمتمثلة في الترب الرملية المزيجية تحتاج إلى ثمانية أضعاف لتركيز الفوسفور في محلولها بمقارنة مع الترب الطينية. وأن الحد الحرج لكمية الفوسفور في المستودع غير المستقر (Labile ـ P) والمؤثر في نمو النباتات سيزداد بزيادة السعة التنظيمية حيث أن زيادتها في التربة تؤدي إلى انخفاض في

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

قابلية استخلاص الفوسفور بالطريقة نفسها وأدى أيضا إلى انخفاض في كمية الفوسفور الممتصة من قبل النبات وكان العامل الرئيس المحدد لامتصاص الفوسفور من قبل النبات هو تركيز ايونات الفوسفات على سطح الجذور والتي تتناسب طرديا مع تركيز الفوسفات في محلول التربة المجاورة للجذور، ولذا فإن معدل امتصاص الفوسفور من جذور النباتات يزداد بزيادة تركيز الفوسفور في محلول التربة إلى مدى معين. وقد وجد بالنسبة لمعظم المحاصيل أن التركيز لعنصر الفوسفور الذي يتراوح بين (0.2 ـ 0.3) مايكروغرام P.سم$^{-3}$ هو التركيز الأمثل الذي حدث فيه أعلى نمو. وبالرغم من أن التركيز الأمثل لأصناف مختلفة من المحاصيل تراوح بين (0.3 ـ 0.7) مايكروغرام P.سم$^{-3}$ إلا أن معدل الامتصاص للفوسفور يتغير تبعا لمرحلة نمو وعمر النبات حيث يقل معدل الامتصاص مع تقدم عمر النبات. إن أحد المعايير التي تربط كلاً من الكمية (Q) والشدة (I) والسعة التنظيمية للاتزان للتربة (EBC) بوصفها العوامل الثلاثة التي تحدد قابلية التربة على تجهيز الفوسفور إلى جذور النباتات، وأطلق على هذا المعيار معامل التجهيز (Supply Parameter) المعروف اختصارا (SP)، والذي اشتق من معادلة لانكماير ذات السطح الواحد وقد وجد الارتباط العالي بين كل معامل التجهيز ومعدل امتصاص الفوسفور من قبل النباتات وان معامل التجهيز:

$$S\ p = \sqrt{(C \times q)/\ \sqrt{(K_1 \times K_2)}}$$

الذي يصف قابلية التربة على تجهيز الفوسفور بالربط بين كل من عامل كمية الفوسفور الممتزة وعامل الشدة (Intensity) (C). ولقد لاحظ الباحثون اعلاه أن إنتاج المادة الجافة لمحصول الحنطة يزداد بصورة خطية (Linear) مع زيادة قيمة معامل التجهيز الذي تم حسابه عند كل مستوى سمادي حيث وصل معدل الإنتاج إلى 90٪ عند القيم (0.3) لمعامل التجهيز. والذي استنتج أن قيمة (Sp) تعطي قياساً لمدى جاهزية الفوسفور للنبات مقارنة بمعيار الكمية والشدة لوحدهما. ومن الجدير بالذكر إن طبيعة منحنى الامتزاز لايون الفوسفات هي التي تتحكم في قيمة السعة التنظيمية للفوسفور في التربة، ولذا يمكن تحديد قيمة السعة التنظيمية باستخدام النموذج الرياضي الذي يصف منحنى التربة للفوسفات بكفاءة عالية، وان الاختلاف في قيم السعة التنظيمية في الترب يعود إلى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

اختلاف طبيعة منحنى الامتزاز للفوسفات، كما أن لتباين كل من قيم الامتزاز الأعظم وطاقة الربط في مواقع الطاقة المرتفعة والمنخفضة أدى إلى اختلاف جاهزية الفوسفور عند المواقع المختلفة لمنحنى الامتزاز حيث أن ارتفاع كمية الفوسفور الممتزة وانخفاض طاقة الربط لايون الفوسفات في الترب يعني سهولة تحرره من سطوح الامتزاز إلى محلول التربة مما يؤدي إلى زيادة معدلات الانتشار لهذا الأيون ووفرة امتصاصه من قبل النبات.

التغيرات التي تحدث للفوسفور في التربة

يتعرض الفوسفور الموجود أصلاً في التربة أو المضاف على شكل أسمدة إلى سلسلة من التغيرات الناتجة عن التفاعلات المختلفة مما يؤثر في جاهزيته والكمية الممتصة منه من قبل النباتات. فقد وجد ان أفضل درجة تفاعل للتربة الذي يكون عنده الفوسفور في أعلى جاهزية بين 5.5 – 7.0، وعندما تزداد درجة تفاعل التربة عن 7.0 تحدث تفاعلات الامتزاز والترسيب للفوسفات على شكل فوسفات الكالسيوم والمغنيسيوم، أما عندما تنخفض درجة التفاعل عن 5.5 فيترسب على شكل فوسفات الحديد والالومنيوم. ان دور معادن الأطيان في تثبيت الفوسفور إذ أن نسبة التثبيت ازدادت مع زيادة نسبة معدن الكلورايت غير المتبلور، كما ان الحجوم الصغيرة من دقائق معدن الكاؤولينايت أبدت استعداداً أكثر في امتزاز أو حجز الفوسفور من الحجوم الكبيرة، وان معادن الطين ازداد حجزها للفوسفور عندما ترافقها معادن الكاربونات أو الأكاسيد الحرة أو كلاهما. إنّ زيادة محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم يقلل من قدرة حامض اللاكتيك والكلايكولك والسترك والسكسنيك التي تفرزها الأحياء الدقيقة لإذابة الابتايت. وقد وجدت علاقة خطية موجبة بين احتجاز الفوسفات ومحتوى التربة من الكاربونات.

أوضحت العديد من الدراسات والتجارب العلمية بأن إضافة المادة العضوية إلى الترب الفقيرة بها لاسيما الترب الكلسية منها تعمل على زيادة جاهزية الفوسفور من خلال خفض درجة تفاعل التربة ولو بصورة محدودة. كما ان تحللها ينتج عنه غاز CO_2 الذي عند إذابته في الماء يكون حامض الكاربونيك الذي يعمل على خفض درجة تفاعل التربة ومن ثم إذابة المركبات الفوسفاتية فضلاً عن مقدرة المادة العضوية على تغليف غرويات الطين مانعة بذلك امتزاز أو حجز الفوسفور بين طبقاتها، كما تعمل على خلب الأيونات الموجبة ولاسيما Ca^{+2} فتقلل من ارتباطها بالفوسفور ومن ثم زيادة جاهزيته. وتؤثر نسجة التربة في جاهزية الفوسفور، فقد تبين أن الفوسفور الممتز في التربة المزيجة الطينية يكون أعلى من التربة المزيجة الغرينية. كما ان التربة خشنة النسجة تقلل من معدل انتشار الفوسفور إلى الجذور بعكس

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

التربة الناعمة النسجة. وعلى الرغم من الامتزاز أو الحجز العالي للفوسفور في التربة الناعمة النسجة، فقد وجدت علاقة طردية بين كمية الطين والفوسفور الجاهز في التربة علاقة خط مستقيم بين رطوبة التربة وامتصاص الفوسفور من قبل الجذور بسبب اعتماد عملية انتشار الفوسفور من محلول التربة إلى سطح الجذر على حركة الماء في التربة.

الصخور الفوسفاتية

تعد الصخور الفوسفاتية المصدر الأساسي الأكثر أهمية في صناعة الأسمدة الفوسفاتية. وهناك الكثير من المعادن التي تكون هذهِ الصخور أهمها وأكثرها شيوعاً هي معادن الأبتايت. ان أغلب صخور الأبتايت تكون على شكل ترسبات تسمى بالفوسفورايت Phosphorite deposite والتي تتميز بكونها غروية وغالبا ماتكون متحدة مع كاربونات الكالسيوم، فضلاً عن وجود العديد من الشوائب فيها كالحديد والألومنيا والسليكا غير أنها بكميات أثرية. إن مجاميع الابتايت ليست ابتايت فلوري بل هي سلسلة من مجاميع الابتايت الكاربوناتي يحدث فيها استبدال جزئي للفوسفات (PO_4^{3-}) بوساطة الكاربونات (CO_3^{2-}) والفلور (F^-)، وكذلك استبدال الكالسيوم بوساطة الصوديوم والمغنيسيوم.

ويمكن تقسيم معادن الابتايت إلى:

$3Ca_3(PO_4)_2.CaX_2$ Calciumaptite

$3Mn(PO_4)_2.CaX_2$ Mangnaaptite

$3Sr_3(PO_4)_2.CaX_2$ Stroniaptite

وان الابتايت من المركبات التي يكون فيها الاستبدال شائعا، ومن الايونات الشائعة الاستبدال هي (Mg و Sr و Na) والتي يحدث استبدالها بـ Ca و OH و Cl و V وAs بدلا عن P و ($F+CO_3$) بدلا عن (PO_4). ان الصخور الفوسفاتية تمتد من الابتايت الفلوري ($Ca_{10}(PO_4)_6F_2$) إلى الابتايت الكاربوني ذي الاستبدال الكامل. هناك عدة عوامل تؤثر في جاهزية الفوسفور من الصخر الفوسفاتي، ان إضافة الصخر الفوسفاتي مباشرة إلى الترب ذات درجة التفاعل الحامضي تعطي استجابة واضحة وجيدة في كمية الفوسفور الجاهزة في التربة. في حين لا يكون الصخر الفوسفاتي فعالاً في الترب المتعادلة والقاعدية كمصدر مباشر للفوسفور ولا سيما للمحاصيل الحبوبية. كما تختلف النباتات في مدى تأثيرها في كمية الفوسفور الجاهز من الصخر الفوسفاتي، وان النباتات تحافظ على طبيعتها الاليكتروليتية عن طريق إفراز الجذور ايون الهيدروجين مؤدية إلى خفض درجة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

تفاعل التربة أو قد تعمل العكس فترفع درجة تفاعل التربة عن طريق إفراز ايون OH^- في منطقة الجذور. إن إفرازات الجذور الحامضية يمكن أن تزيد من معدل إذابة الصخر الفوسفاتي عن طريق خفض درجة تفاعل التربة. إن زيادة تنعيم الصخر الفوسفاتي يجعل منه أكثر عرضة للتفاعلات التي تحدث في التربة بسبب زيادة المساحة السطحية للدقائق.



فوائد الفوسفور للنبات

1. الفوسفور عنصر ضروري لعملية انقسام الخلايا.
2. يدخل في تركيب السايتوبلازم بالخلية لأنه من مكونات الفوسفوليبيدات التي تلعب دورا هاما في بناء البروتوبلازم.
3. يدخل في تركيب النواة في الخلية.
4. يدخل في تركيب الأحماض النووية لأنه يدخل تركيب النيوكليتيدات التي تعد الحجر البنائي للأحماض النووية، ونقل الصفات الوراثية عن طريق DNA و RNA.
5. يدخل في تركيب مشتقات الدهون.
6. يلعب دورا هاما في الفترة الضوئية أثناء عملية التمثيل الضوئي.
7. يدخل في تكوين مركبات الطاقة في النبات مثل Adenosine diphosphate (ADP)، Adenosine triphosphate (ATP).....الخ.
8. يدخل في تركيب بعض الأنزيمات التي تقوم بهدم السكريات أثناء عملية التنفس. وكذلك بعض المرافقات الانزيمية مثل NAD وNADP.
9. وجود الفوسفور بنسبة عالية بالأشجار يؤدي إلى الإسراع من إزهار الأشجار.
10. وجود أن الفوسفور يعطي مناعة لأشجار الفاكهة من البرد.
11. الفوسفور يسرع من التكوين المبكر للجذور ويزيد من نموها وانتشارها بالتربة.
12. يجعل النبات يبدأ نموه مبكرا وسريعا وقويا.
13. يسرع من نمو الثمار ونضجها مبكرا.
14. يبكر بدخول النباتات في الطور الزهري وينشط عملية تكوين البذور بالثمار إذ وجد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

أن أكثر من 50٪ من كمية الفوسفور الكلية بالنبات (بالشجرة) توجد في الثمار والبذور وهذا يفسر احتياج أشجار الفاكهه ذات الثمار البذرية إلى كميات سمادية فوسفورية أكثر من الأشجار التي تعقد ثمارها بكريا.

15. تحليل الكاربوهيدرات والمواد الناتجة عن عملية البناء الضوئي.

16. يشترك الفوسفور مع النتروجين في وظائف عديدة منها تكوين الأغشية النباتية الحيوية (غشاء البلازما وغشاء الفجوة والمايتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء) وفي تكوين المركبات الغنية بالطاقة $NADH_2$ و $NADPH_2$ و ATP والتي تنتج من عملية التركيب الضوئي عن طريق الفسفرة الضوئية Photo Phosphorylation أو من عملية التنفس بالفسفرة التأكسدية Oxidative Phosphorylation ويدخل في تكوين المركبات شبيهة بالـ ATP (Adenosine triphosphate) ومنها المركب CTP (Cytidine triphosphate) الضروري لتكوين الفسفوليبيدات ومركب UTP (Uridine triphosphate) الذي يشترك في تكوين السكروز والكالوس Callose وكذلك مركب GTP (Guanidinetriphosphate) الذي يشترك في تكوين السليلوز - كما يشترك الفوسفور مع النتروجين في تكوين الأحماض النووية DNA الحامل للصفات الوراثية وفي الأحماض النووية RNA المهمة في عملية تكوين البروتين.



أعراض نقص الفوسفور

1. الفوسفور عنصر متحرك داخل النبات، لذا تظهر الأعراض على الأوراق القديمة.
2. تتوقف عمليات تكوين البروتينات والأحماض النووية بسبب نقص الطاقة التي يوفرها الفوسفور.
3. تراكم مركبات النتروجين غير العضوية في أنسجة النبات.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

4. انصهاره: 62.2 م5.
5. درجة غليانه: 760م5.
6. تكافؤه: 1.
7. عدد نظائره: 8.

والمقصود بالنظائر ومفردها نظير ـ عنصر ذو عدد ذري مماثل ووزن ذري مخالف (نظائر العنصر تشاركه المكان في الجدول الدوري).

8. نصف قطره الأيوني: 1.33 A^{O} وعدد أحاطته 8.12 ذرة أوكسجين تحيط به في التركيب البلوري مما يجعل قوة الربط للاصرة البوتاسية ـ الأوكسجينية ضعيفة نسبياً.
9. أن الاستقطابية polarizability للبوتاسيوم أعلى من الاستقطابية للـ Ca وLi وMg وNa وتبلغ 0.088 nm لكنها أقل من Ba وCs و NH_4 وRb مما يجعل للبوتاسيوم تفضيلاً عالياً نسبياً في تفاعلات التبادل الأيوني.
10. طاقة تأدرته Hydration energy تبلغ 142.5 كيلوجول.غم $^{-1}$.أيون $^{-1}$ مما يجعل للبوتاسيوم قدرة قليلة نسبيا على أحداث جهد انتفاخ في التربة.
11. حرارة تأدرته Hydration heat تبلغ ـ 75 كيلوسعرة.مول $^{-1}$.
12. الصورة المعلّمة للبوتاسيوم هي K^{42}.

أشار باحثون كثيرون بأن التعبير عن البوتاسيوم حسابياً بأوكسيد البوتاسيوم K_2O غير دقيق علمياً وذلك بسبب عدم وجود البوتاسيوم بشكل K_2O في أي من أسمدته أو أملاحه المستعملة حالياً ولما كان البوتاسيوم يؤخذ من قبل النبات بشكله الأيوني K^{+} سواء كان في محلول التربة أم متبادلاً على غروياتها لذا أستعيض في التعبير عن K_2O بـ K في حسابات استعمال الأسمدة البوتاسية وتطبيقاتها ولأجل تحويل K_2O إلى K حسابياً يستعمل المعامل 0.83 والمحسوب على أساس الوزن الذري للبوتاسيوم.

مصادر البوتاسيوم

يوجد البوتاسيوم بكميات كبيرة في التربة تصل إلى 2.6٪ وزنا، وأهم مصادره هو تحلل الصخور الحاوية على معادن البوتاسيوم الأولية وتشتمل:

المعادن الأولية، مثل (الفدسبار) و (المايكا).

المعادن الثانوية، مثل (الاليت) و (الفيرمايكوليت) و (الكلورايت).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

أن البوتاسيوم غير المتبادل لا يعد سريع الجاهزية لكنه يسهم وبشكل معنوي في المحافظة على البوتاسيوم المتبادل فيصبح جزء منه جاهزاً عندما يزال البوتاسيوم المتبادل وبوتاسيوم محلول التربة من قبل المحاصيل أو يفقد خلال موسم النمو لكن هذه العملية بطيئة في سد متطلبات المحصول خلال موسم النمو، وتتراوح كمية البوتاسيوم غير المتبادل بين 50 ـ 750 ملغم. كغم $^{-1}$ وذكروا أن معدل سرعة تحرر البوتاسيوم غير المتبادل إلى محلول التربة وسطوح التبادل تتحكم به عملية تجوية المعادن الحاوية على البوتاسيوم مثل المايكا والفلدسبارات البوتاسية وأن سهولة عملية التجوية تعتمد على الصفات المعدنية والبيئية وأن التحرر التدريجي للبوتاسيوم من المواقع في شبكة المايكا تؤدي إلى تكوين مايكا مائية وأخيراً Eventually معدن الفيرميكولايت ويصاحب ذلك زيادة في CEC للتربة.

افتقار الأدبيات العلمية للبحوث الخاصة بتحرر البوتاسيوم من الترب الرملية أو إلى دور مفصول الرمل الذي غالباً ما يحتوي على الفلدسبارات البوتاسية والذي يؤدي دوراً في القوة التجهيزية للبوتاسيوم.الدراسات الحديثة تشير إلى حصول عدد كبير من المحاصيل على حاجتها من البوتاسيوم من المصادر غير المتبادلة ولاسيما نباتات ذوات الفلقة الواحدة.

إن البوتاسيوم الجاهز قد انخفض في ترب البنجاب الهندية والمزروعة بالمحاصيل بشكل مستمر من دون تسميد من 166 إلى85 كغم. هـ $^{-1}$ وبالرغم من هذا الانخفاض فإنه لم يلاحظ أي استجابة للأسمدة المستعملة بسبب أن 90٪ من متطلبات المحصول كانت تأتي من تحرر البوتاسيوم من الشكل غير المتبادل أو المثبت. أن مقدرة البوتاسيوم غير المتبادل للانطلاق تحتاج إلى وقت قد يزيد عن شهر. إن الحد الحرج لانطلاق البوتاسيوم من الصورة غير المتبادلة في ست ترب مختلفة في المحتوى والتركيب المعدني هو بحدود 0.1 ـ 2 مليمول. لتر $^{-1}$ كما أشار إلى أن مساهمات البوتاسيوم غير المتبادل في تجهيز النبات قد تصل 80 ـ 90٪ من الكمية الكلية الممتصة. هناك العديد من الطرق لاستخلاص البوتاسيوم غير المتبادل ومنها الاستخلاص بـ HNO_3 1M المغلي وأطلق عليه بالبوتاسيوم بطيء التبادل.

البوتاسيوم المعدني Mineral potassium

البوتاسيوم المعدني أنه البوتاسيوم الداخل في تكوين المعادن الأولية والثانوية وأشار إلى أن تحرر البوتاسيوم المعدني لا يحدث إلّا بتجوية هذه المعادن وتكوين معادن جديدة مثل معادن الأطيان ويمثل البوتاسيوم المعدني الجزء الأكبر من بوتاسيوم التربة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

5. تأثير أيون الأمونيوم، لتقارب أنصاف أقطار البوتاسيوم والأمونيوم، فإن إضافة أحدهما يؤثر على الثاني.

المعايير التقليدية المتبعة في تقييم بوتاسيوم التربة

أن المستخلصات الكيمياوية المستعملة في دراسة وتقييم بوتاسيوم التربة يمكن تصنيفها إلى مستخلصات مائية وملحية وحامضية ومركبات مخلبية وراتنجات.استعملت الطرائق التقليدية أو ما يسمى اختبار التربة Soil test لتقدير البوتاسيوم الذائب بعد استخلاصه بالماء المقطر واعتبر دليلاً على جاهزية البوتاسيوم فيما وجد بعض الباحثين أن هذه الصيغة غير كافية للتعبير عن القوة الامدادية للبوتاسيوم واستعملت خلات الأمونيوم لاستخلاص البوتاسيوم الجاهز في التربة، أن الاستخلاص بخلات الأمونيوم هي الطريقة المثلى في تقدير البوتاسيوم الجاهز. واعتماداً على مستخلص خلات الأمونيوم وتصنف الترب إلى الأصناف الآتية بناءً على محتواها من البوتاسيوم المستخلص والتسميد المطلوب لكل مستوى.

مستويات الجاهزية	البوتاسيوم المستخلص بـ NH4OAC ملغم. كغم – 1	التسميد المطلوب(كغمK_2O. هـ$^{-1}$)
منخفض جدا	أقل من 40	134 _ 179
منخفض	80 _ 41	90 _ 134
متوسط	120 _ 81	45 _ 90
عالي	160 _ 121	0 _ 45
عالي جدا	أكثر من 160	0

وأن مستخلص NaTPB (Sodium Tetra phenyl Boron) يستخلص كميات من البوتاسيوم توافق حاجة النبات خلال الموسم الزراعي، قابلية هذا المركب في تحرير البوتاسيوم من أربعة معادن حامله له (البايوتايت، المسكوفايت، مايكروكلاين، الأورثوكليز) وفق مبدأ عملية التبادل الكاتيوني وكانت سرعة تحرر البوتاسيوم من هذه المعادن حسب الترتيب الآتي:

Biotite > Muscovite > Microcline = Orthoclase

أن ميكانيكية تحرر البوتاسيوم باستعمال (NaTPB) تتلخص بإحلال الصوديوم محل البوتاسيوم في البناء المعدني بعملية التبادل الكاتيوني فيما يقوم TPB بالاتحاد مع البوتاسيوم المنطلق وترسيبه لتشجيع استمرارية انطلاق البوتاسيوم بتفاعل التبادل،هذه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

Σ =حاصل الجمع.

من المهم معرفة تركيز كل الأيونات التي تؤثر في القوة الأيونية للمحلول وفي حالة محلول التربة سيؤثر وجود أنواع مختلفة للأيون الواحد على القوة الأيونية لمحلول التربة وبصورة عامة تدفع زيادة القوة الأيونية لمحلول التربة الأيونات المختلفة في الشحنات للتداخل مع بعضها مما يؤدي ذلك إلى أحداث تأثير مباشر على الطبيعة الأيونية في المحلول وفي النهاية تنخفض فعالية الأيونات.

ويمكن حساب القوة الأيونية في المستخلصات المائية للتربة من خلال قياس الايصالية الكهربائية (EC) للمستخلص

$$I=0.013\times EC$$

EC=الايصالية الكهربائية ($dS.m^{-1}$) عند درجة حرارة 25م^{0}.

لا يمكن التقليل من أهمية هذه المعادلة إذ وجد أنها ذات أهمية خاصة عندما يكون محتوى محلول التربة غير معروف نظراً لتكوين الأملاح المختلفة التي تحول دون قياس الصور الأيونية المختلفة وتركيزها بالمحلول.

فعالية ومعامل فعالية الأيونات في المحاليل

لوصف النظم الطبيعية أو الكيمياوية لا بد من معرفة صفات معينة لمكونات النظام مثل نوع وكمية ومستوى الطاقة. وأن أي نظام في حالة توازن لا يحدث به تفاعل كيميائي ولا انتقال لمكوناته من مكان إلى آخر يكون الجهد الكيميائي لجميع مكوناته متساو في جميع أجزاء النظام، وبالنسبة للنباتات فإن دخول الأيونات إلى الجذور من محلول التربة يتوقف على الجهد الكيميائي لهذه الأيونات ولا بد أن حركتها تكون في الاتجاه الذي يكون فيه الجهد أقل. في المحاليل غير الغروية يكون معامل الفعالية للأيونات دالة لمسافة التداخل بين الأيونات ولشحنة الأيونات أما في المحاليل المخففة فيكون التداخل متوقفاً على مقدار التجاذب بين الأيونات المختلفة في الشحنة.

يمكن حساب معامل الفعالية للأيونات.

$$\text{Log fi} = - Azi^{2} (I)^{1/2} / 1+Bd(I)^{1/2}$$

fi= معامل فعالية الأيون.

A = 0.509.

Z = تكافوء الأيون.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

يكون سهل التبادل وهذا الجزء يعد القسم الأساسي في مكونات عامل الكمية بشكل عام. ولكن يحدث أحياناً أن يكون تحرر العنصر من شكله بطيء الجاهزية مصدراً رئيسياً في تجهيز العنصر وحصول هذه الحالة لا يعتمد على العنصر الغذائي فقط وإنما يشاركه في ذلك ظروف وخواص التربة مثل pH التربة والحرارة والرطوبة وتهوية التربة وعوامل أخرى. مثلاً في الترب الاستوائية تكون عمليات التجوية سريعة مما تشكل مصدراً رئيسياً للعناصر الغذائية، لهذا فإن عامل الكمية يعتمد بصورة كبيرة على الظروف المناخية وظروف التربة وعلى حجم التربة الذي تشغله الجذور وهذا يعني في الحقيقة أن كل العوامل التي تؤثر في توزيع الجذور بمقدار التربة تشارك بعامل الكمية. أن العامل الآخر المهم في جاهزية البوتاسيوم هو قابلية التربة في المحافظة على شدة البوتاسيوم في محلول التربة Soil Buffering Potential وهي عبارة عن مقياس دقيق جامع لخصائص التربة الكيمياوية والفيزيائية والبايولوجية.

أن جاهزية المغذيات النباتية تعتمد على تركيزها في محلول التربة وبشكل أدق على قابلية التربة في المحافظة على هذا التركيز. وبيّنوا أن السعة التنظيمية Buffering capacity تعني قابلية التربة على أعادة تجهيز Resupply محلول التربة بأيون ما. تتضمن السعة التنظيمية كل المكونات الصلبة في نظام التربة ولهذا فإن الكاتيونات والأنيونات يجب أن تتواجد في الترب كمكونات صلبة ممتزة إلى مواقع التبادل المعدنية والعضوية في التربة وأوردوا مثالين في هذا المجال، المثال الأول: عند معاملة أيونات H^+ في محلول التربة بإضافة الكلس فإن أيونات H^+ سوف تنطلق Desorbs من مواقع التبادل وبهذا فإن pH المحلول سينظم بواسطة أيونات H^+ المتبادلة. المثال الثاني: هو عند امتصاص أيونات البوتاسيوم من قبل جذور النباتات أو إزالتها من محلول التربة بالغسل فإن البوتاسيوم المتبادل سينطلق لإعادة تجهيز محلول التربة بأيونات البوتاسيوم.في استعمال الأسلوب الكمي فإن السعة التنظيمية للبوتاسيوم يمكن أن تمثل بالعلاقة الآتية:

$$P.B.C.^{K} = D K_{exch} / DAR_e^{K}$$

$P.B.C.^{K}$ = قابلية السعة التنظيمية للبوتاسيوم $Cmol.\ kg^{-1}.(mol.L^{-1})^{-1/2}$

ΔK_{exch} = التغير في كمية البوتاسيوم المتبادل ($Cmol.\ kg^{-1}$)

ΔAR_e^{K} = التغير في نسبة فعالية البوتاسيوم إلى فعالية الكالسيوم+ المغنيسيوم $(mol.\ L^{-1})^{1/2}$

إن الأهمية الفائقة لمعيار $P.B.C.^{K}$ في تقييم حالة البوتاسيوم ومن ثم إدارته إدارة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

أهم الأغذية التي تحتوي بوتاسيوم

النباتية: هليون، أفوكادو، موز، فاصوليا، بطيخ، جزر، شوندر، الحمضيات، الطماطة، السبانغ، البندق، بزاليا، بطاطا، زبيب، تفاح، اجاص، التمر، العنب، الشعير.

الحيوانية: السردين المعلب، الحليب.



من المفيد أن تعلم: نقص البوتاسيوم بجسم الإنسان يؤدي إلى اضطرابات في ضربات القلب وانخفاض ضغط الدم، جفاف الجلد، انتشار حب الشباب، قشعريرة، الاكتئاب، العصبية المزاجية، الإجهاد والإعياء، الضعف العضلي، الغثيان، التقيؤ، تشنجات.

وإن الإفراط بتناول البوتاسيوم يؤدي إلى الضعف العضلي والقيء والكمية المطلوبة للعمر 7 – 10 سنوات 1600 ملغرام يومياً، وللعمر 11 – 50 سنة 2000 ملغرام يومياً.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

والفتية (الحديثة التكوين).

2. يظهر اصفرار أو تلون باللون البني المبقع والتفاف وتشوه في الأوراق الحديثة.

3. على أشجار الفاكهة توقف في نمو البراعم والجذور واصفرار الأوراق الحديثة وسقوطها قبل الأوان.



أهم الأغذية التي تحتوي كالسيوم

النباتية: اللوز، الجوز، البروكلي، الأرز، أوراق الفجل، اللهانة، السبانغ.

الحيوانية: الجبن، الحليب، السلمون، اللبن، الكافيار، البيض.

فوائد عنصر الكالسيوم للإنسان

1. يحمي من ترقق العظام.
2. يعالج كساح الأطفال ولين العظام وقصور عمل الغدة الدريقية.
3. يستخدم لمعالجة التشنجات العضلية.
4. ترياق للتسمم بالمغيسيوم.
5. يعزز نمو العظام والأسنان.
6. يخفف الحامض في المعدة.
7. ينظم خفقان القلب وتخثر الدم وتقلص العضلات.
8. يساعد في إطلاق بعض هرمونات الجسم.
9. يخفض ضغط الدم المرتفع.
10. يعالج تسمم النساء الحوامل ويخفف من سرطان القولون.
11. تنظيم انتقال النبضات العصبية في الجهاز العصبي المركزي.
12. يساهم في التركيب البروتيني للحمضين النوويين DNA و RNA.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

ملحوظات حول التسميد بالمغنيسيوم

كبريتات المغنيسيوم أفضل من كاربونات المغنيسيوم.

في الترب الحامضية يفضل إضافة الدولومايت.

فوسفات الأمونيوم ـ المغنيسيوم، عالي الذوبانية ويحتوي النتروجين والفوسفور، ينصح باستعماله لنباتات البستنة.

أهم الأغذية التي تحتوي مغنيسيوم

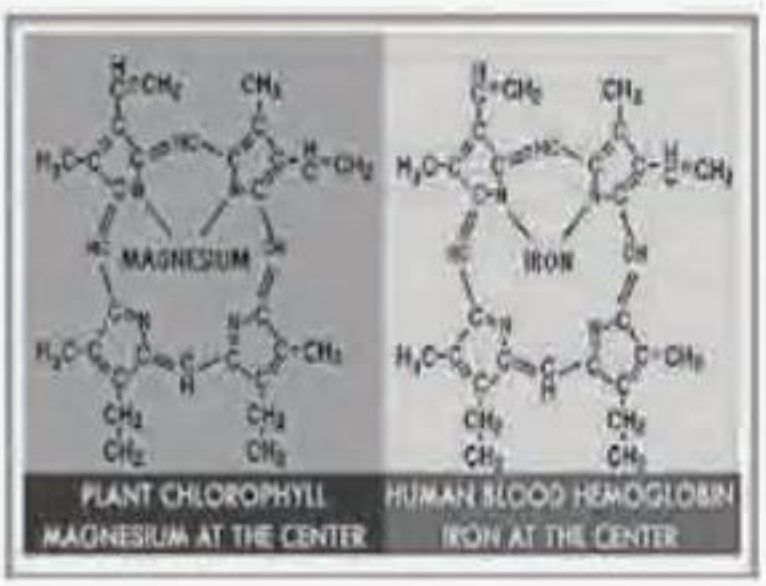
النباتية: اللوز، افوكادو، الموز، المكسرات، اللهانة، الحنطة.

الحيوانية: السمك، الحليب ومشتقاته.



فوائد عنصر المغنيسيوم للإنسان

1. يساعد في نمو العظام ويساعد العضلات والأعصاب في عملها.
2. تنظيم الإيقاع الطبيعي للقلب ويراقب الدفعات العصبية.
3. ملين عند الجرعات الكبيرة يعالج بعض أمراض القلب.
4. مضاد لحموضة المعدة عند الجرعات الصغيرة.
5. يخفف من التسمم بالرصاص ويخفف من حصى الكلى.
6. ينشط الأنزيمات الأساسية.



من المفيد أن تعلم:

في هيموكلوبين دم الإنسان، الحديد في المركز. في كلورفيل النبات، المغنيسيوم في المركز لمركب واحد، سبحان الواحد الأحد.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

4. يلعب الكبريت دورا في تكوين الكلوروفيل على الرغم من عدم اشتراكه في تركيبها.
5. يشترك في بناء المرافق الإنزيمي Co enzymes A الذي يشترك في عمليات الأكسدة وبناء الأحماض الدهنية والأحماض الأمينية.
6. يشترك الكبريت في عمليات الأكسدة والاختزال، وله أهمية في اختزال النترات إلى أمين الذي يتحد مع الأحماض العضوية لإنتاج أحماض أمينية ومن ثم إلى بروتين.

أعراض نقص الكبريت:



1. لأنه عنصر متحرك، لذا تظهر أعراض النقص على الأوراق القديمة.
2. تتلون الأوراق باللون الأصفر وهي صفة تشترك مع نقص النتروجين، ولكن الاصفرار في حالة نقص الكبريت يتحرك إلى جميع أجزاء النبات ويكون شاحب ولا تسقط الورقة كما هو الحال عند نقص النتروجين.
3. تكون النباتات صلبة وقابلة للتكسر والسيقان والجذور ضعيفة وفي الأشجار تجف فروع الأشجار.

أهم الأغذية التي تحتوي كبريت:



النباتية: الفاصوليا، الثوم، البصل، الكراث، الحنطة، القرنبيط.

الحيوانية: البيض، السمك، لحم الغنم، الحليب، الدواجن.

فوائد عنصر الكبريت للإنسان:

1. يخفف من تفاعلات الأكسدة.
2. يساعد على إفراز الصفراء من الكبد.
3. يحمي الجسم من تأثيرات المواد السامة.
4. يخفف من أعراض التهاب المفاصل.
5. يعالج بعض أنواع الحساسية.
6. يعالج بعض أمراض الجلد.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

صور الحديد في التربة:

أهم العوامل التي تؤدي إلى سلوكية الحديد في التربة، هي درجة تفاعل التربة والأكسدة والاختزال وقوة الارتباط، وأهم صور الحديد:

- الحديد الذائب، موجود في محلول التربة.
- الحديد المتبادل، على مواقع التبادل في الطين والمادة العضوية.

مصادر الحديد في التربة:

1. الأكاسيد مثل معدن Hematite Fe_2O_3
2. الكبريتيدات مثل معدن Pyrite FeS_2
3. الكاربونات مثل معدن Siderite $FeCO_3$
4. الكبريتات مثل معدن Jarosite $KFe_3.6(SO_4)_4$
5. السيليكات مثل معدن الأولفين Olivene

العوامل المؤثرة على جاهزية الحديد في التربة:

1. مادة الأصل: كلما زاد الحديد في مادة الأصل زاد الحديد في التربة (علاقة طردية).
2. كاربونات الكالسيوم: والعلاقة عكسية بسبب منافسة الكالسيوم Ca^{++} للحديد Fe^{++} واتحاد الكاربونات CO_3^{-2} معه في مركبات غير قابلة للذوبان، ويمكن القول إن النباتات التي تنمو في الترب الكلسية تعاني من نقص الحديد.
3. المستويات العالية من الفوسفات: حيث الترابط على أشده بين HPO^{4-} والحديدوز Fe^{++} وبين PO_4^{-3} والحديديك Fe^{+3}.
4. العناصر الصغرى الأخرى، يحصل تنافس للحديد عندما تكون العناصر (Zn^{++} و Mn^{++} و Cu^{++}) بكميات عالية.
5. درجة تفاعل التربة 7.4 ـ 8.5 هي درجة التفاعل التي عندها يتوفر حديد التربة وبصورة عامة زيادة درجة تفاعل التربة درجة واحدة تؤدي إلى انخفاض جاهزية الحديد بمقدار 1000 مرة.
6. المادة العضوية، وتزيد من جاهزية الحديد.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

الخارصين Zn Zinc

استهلال

- يوجد في التربة بمعدلات تتراوح بين 10 ـ 300 جزء بالمليون.
- تتراوح الكمية الكلية من الخارصين بالقشرة التربة 0.2٪ من وزنها.
- يوجد في معادن الطين والمادة العضوية بصورة متبادلة.
- الطبقات السطحية للتربة أكثر احتواء للخارصين بسبب وجود المادة العضوية.
- يمتص في صورة Zn^{++}.
- تحتوي أنسجة النبات 25 ـ 150 جزء بالمليون.
- يحتوي البصل 150 جزء بالمليون، والتفاح والإجاص تقل لتصل إلى 20 جزء بالمليون.
- يحتوي جسم الإنسان (70 كغم) 2 غرام من الخارصين.
- الخارصين للإنسان مهم لعمل الأنزيمات، وعملية النضوج الجنسي وفي التئام الجروح ولحاسة التذوق.

صور الخارصين في التربة:

1. الصورة الذائبة، ويوجد في محلول التربة.
2. الخارصين المدمص على سطوح المعادن.
3. الخارصين المدمص من المواد العضوية.

مصادر الخارصين في التربة:

1. الكبريتيدات مثل معدن SpHalerite ZnS.
2. الكاربونات مثل معدن Smithsonite ZnCO3.
3. السيليكات مثل معدن.

Hemimorp Hite $Zn_4(OH)2Si_2O_7.H_2O$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

فوائد الخارصين للإنسان:

1. يخفف من تفاعلات الأكسدة.
2. يحافظ على حاستي الذوق والشم.
3. يشجع النمو الطبيعي.
4. يساعد في شفاء الجروح.
5. يساعد في تحليل الأحماض النووية.
6. يشجع انقسام الخلايا وإصلاحها ونموها.
7. يحافظ على مستوى فيتامين A في الدم.
8. يحسن الخصوبة العادية.
9. يحسن الذاكرة.

المنغنيز Manganese Mn

استهلال

- يوجد على هيئة مركبات وقد يوجد بصورة حرة.
- يوجد في التربة بكميات تتراوح 200 ـ 3000 جزء بالمليون.
- يمتص المنغنيز من قبل النبات في صورة (Mn^{+2})، وهناك صور أخرى للمنغنيز مثل (Mn^{+3}) و (Mn^{+4}) ولكن أقل ذوبانية.
- في الإنسان ينتج الخلايا الذكرية ويؤثر في نشاط المبايض.
- يسبب نقصه في الإنسان إلى مرض انزلاق الأوتار ومرض سوء التغذية الغضروفي.
- الزيادات الكبيرة منه تسبب حالة تسمم تصيب المخ.
- تركيز المنغنيز في الإنسان البالغ (70 كغم) 12 ـ 20 ملغم.

مصادر المنغنيز في التربة:

1. الأكاسيد البسيطة مثل معدن Pyrolusite MnO_2
2. الأكاسيد المعقدة مثل معدن Braunite $(Mn_2Si)_2O_3$
3. الكاربونات مثل معدن Rhodochrosite $MnCO_3$
4. السيليكات مثل معدن Rhodonite $MnSiO_3$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

4. له دور في تكوين الأحماض النووية RNA و DNA.
5. يساهم في عملية امتصاص الماء والنتح.
6. له دور في اختزال النترات داخل النبات.
7. ينظم عمل الهرمونات النباتية والأنزيمات.
8. له دور في عملية التلقيح في الزهرة حيث يتحكم في نمو حبوب اللقاح.

احتياج النبات لعنصر البورون:

تختلف النباتات في احتياجها لعنصر البورون.

النباتات التي تحتاج إلى بورون عالي (أعلى من 0.5 جزء بالمليون)، التفاح واللهانة والقرنبيط والكرافس والثيل والجزر والشلغم والشوندر والسبانخ والفجل.

النباتات التي تحتاج إلى بورون متوسط (0.1 ـ 0.15 جزء بالمليون)، الكرز والخس والزيتون والبصل والخوخ والعرموط والبطاطا الحلوة.

النباتات التي تحتاج إلى بورون منخفض(أقل من 0.1 جزء بالمليون)، الباقلاء والحمضيات والفراولة.



أعراض نقص البورون في النبات:

1. البورون عنصر غير متحرك في التربة وفي أجزاء النبات.
2. تظهر الأعراض في الأجزاء الحديثة العليا.
3. تبدأ الأعراض في ظهور نمو غير طبيعي للأجزاء النباتية العليا.
4. تكون الأوراق الحديثة سميكة ومشوهة ومنكمشة ويغلب عليها اللون الأخضر المزرق.
5. موت القمم النامية والنموات الطرفية وإعاقة في تكوين الإزهار وتجويف (فراغ) في القرنبيط.

تسمم النبات بالبورون:

التركيز العالي للبورون في التربة سبب لحالة التسمم، تتجمع تراكيز البورون في الأوراق، تحصل حالة التسمم عندما يتجاوز البورون 1500 جزء لكل مليون في الأوراق، في حين ان النسبة الغير سامة (40 ـ 1000) جزء لكل مليون.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

س (س = الحجم الكلي للمستخلص مل)

X - - - - - - - - -

ص (ص = وزن التربة الجافة هوائيا غم)

الطرق الحيوية Microbiological methods

الطرق الحيوية أيضاً قد استعملت في اختبار جاهزية العناصر في الأتربة. وهنا الفطريات (Fungi) استعملت وليس النباتات. وهذا الأسلوب استعمل بصورة خاصة في تقدير العناصر الصغرى مثل Feو Cu و Zn و Mo. والمحلول الغذائي الذي لا يحتوي على العنصر المراد دراسته قد أضيف إلى التربة. ومعلق التربة لوث بعد ذلك بالكائنات الحية الدقيقة واعتيادياً بـ Aspergillus niger وحضنت لمدة بضعة أيام تحت درجة حرارة ثابتة. إن نمو الفطريات المقدر بوزن الخيوط التي تؤلف الجزء النباتي للفطر (mycelium) قد استعمل كقياس لجاهزية العنصر. اليوم هذه التقنيات المايكروبايولوجية من الصعوبة استخدامها لمعرفة جاهزية العناصر الصغرى في التربة والتي من الممكن أن تعرف وبشكل سريع بواسطة استخلاص التربة بالمواد المخلبية.

تقدير الأيونات

أولا: تقدير الكلوريد الذائب في مستخلص التربة

تختلف نسبة الكلوريد في التربة باختلاف درجة ملوحتها. وتعتبر نسبة 0.02 ٪ الحد الحرج للكلوريد في التربة. وان الكلوريد من أكثر الايونات انتشارا في الترب الملحية وقد يوجد بصورة كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم. ومن الجدير بالذكر ان الكلوريد من أكثر الأملاح ذوبانا مما يسهل تواجده في المناطق الجافة.

هناك طرق كثيرة لتقدير الكلوريد أهمها الطريقة المعروفة باسم طريقة مور (Mohr Method) باستخدام محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) ودليل كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) فعند إضافة نترات الفضة بوجود الدليل يتكون راسب ابيض من كلوريد الفضة. كما في المعادلة التالية:

$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$$

راسب ابيض

وعند اتمام معايرة الكلوريد بنترات الفضة وأن أي زيادة من نترات الفضة تتفاعل مع كرومات البوتاسيوم مكونة كرومات الفضة ذات اللون الأحمر الجلدي كما في المعادلة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

الحسابات:

$$\text{تركيز الكاربونات } (CO_3^{-}) \text{ (مليمكافئ/ لتر)} = \frac{\text{حجم الحامض الذي عادل الكاربونات} \times \text{عياريته} \times 100}{\text{حجم المستخلص المستخدم بالتقدير}}$$

$$\text{تركيز البيكاربونات } (HCO_3^{-}) \text{ (مليمكافئ/ لتر)} = \frac{\text{حجم الحامض الذي عادل البيكاربونات} \times \text{عياريته} \times 1000}{\text{حجم المستخلص المستخدم بالتقدير}}$$

تقدير الكاربونات النشطة

يتم تقديرها بطريقة اوكزالات الأمونيوم ثم التسحيح مع برمنكات البوتاسيوم حسب طريقة (Leoppert and Suarez, 1994).

Leoppert, R.H. and R.L. Suarez. 1994. Carbonate and Gypsum. In Bartels (ed.), Methods of soil analysis, Chemical Methods, Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. of Agronomy, Madison, Wisconsin.

ثالثا: تقدير الكبريتات في التربة

الكبريت يوجد في الطبيعة بصورة صلبة (مسحوق اصفر اللون) أو سائلة وعنصر متحرك، يمتص من قبل النبات على شكل كبريتات SO_4^{-2}.

تقدر الكبريتات بعدة طرق ومنها:

(أولا) الطريقة الوزنية:

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب الكبريتات على صورة كبريتات الباريوم بإضافة محلول كلوريد الباريوم كما في المعادلة:

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$

تتأثر هذه الطريقة بوجود أيون الكاربونات مما يتطلب إضافة حامض الهيدروكلوريك المخفف من أجل تفاعل الكاربونات مع الحامض من جهة وجعل الوسط الحامضي من

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

وبعدها يتم قياس التوصيل الكهربائي لحساب النسبة المئوية للجبس حسب ما ورد في (راهي وآخرون، 1991)

- راهي، حمد الله سليمان وخضير، اسماعيل ابراهيم والعبيدي، محمد علي جمال. 1991. التحليل الكيميائي للتربة. دار الحكمة للطباعة والنشر.

خطوات العمل:

زن 10 غرام تربة (ناعمة القوام) في دورق مخروطي سعة 250 مل

أضف له حجم منسب من الماء المقطر لإذابة الجبس، واغلق الدورق

رج الدورق يدويا أو في جهاز الرج الكهربائي ثم رشح

انقل 20 مل من الراشح إلى انبوبة الطرد المركزي

أضف 20مل أسيتون، وامزج جيدا حتى يتكون الراسب الأبيض

ضع الأنبوبة في جهاز الطرد المركزي 4000 دورة/ دقيقة لمدة 3 دقائق

اخلط الراسب بالأسيتون وانقل إلى جهاز الطرد لمدة 5 دقائق

أضف 40 مل ماء مقطر، وقس الناقلية التوصيلية

حدد تركيز الجبس من جداول خاصة لذلك



للمزيد من المعلومات، حول تقدير العناصر، كتابنا (تحليل التربة والنبات والماء). دار اليازوري. الأردن. 2016

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

حقليا وموقعيا قرب النبات كذلك تعد أكثر واقعية ومحاكات لجذور النباتات علاوة على ذلك تجنب الخطوات الأولية التي تسبق التحليلات الكيميائية للتربة.

وبما أن الراتنجات هي مواد عضوية فهي ذات سعة تبادلية عالية تعمل على امتزاز الأيونات المتحررة من طور التربة الصلب وذلك من خلال تفاعلات تبادل Exchange Reactions، إذ أن المغذيات سوف تنتشر باستمرار على المستودع الراتنجي (Resin Sink) استجابة لحالة انحدار التركيز الموجود بفعل الاتزان الديناميكي للعنصر المغذي.

الفائدة من استخدام الراتنج:

تزود الباحثين بمعلومات حول التراكيز البدائية الأيونية في محلول التربة.

كما تكشف عن ديناميكية تحرر الأيون من طور التربة الصلب وانتشار الأيون خلال جسم التربة.

تعد مقياسا مباشرا غير متحيز للجاهزية البايولجية لمغذيات النبات والأيونات الأخرى في التربة.

يمكن ملاحظة ديناميكية كل الايونات المختلفة في التربة في آن واحد بطريقة متماثلة للنبات في كل أنواع الترب.

اتخاذ القرارات الإدارية المناسبة من خلال البيانات المستحصلة عن العمليات الجارية فعلا في التربة والمعتمدة على الجاهزية الحيوية للمغذيات.

طرق الاستعمال:

الخلط مع التربة من دون رج المكونات سيعطي دليل واقعي عن الجاهزية البايولوجية للمغذيات والحصول على معلومات عن التراكيز البدائية للايونات في طور التربة السائل إضافة إلى معرفة ديناميكية تحرر الايون من طور التربة الصلب ومدى انتشاره خلال جسم التربة.

الكبسولات الراتنجية تصنع من قماش بولستر يحتوي على راتنج مشبع بالهيدروجين أو بالكاسيوم أو راتنج سالب أو خليط يدعى (Mixed bed ion exchange resin) يمكن وضعه مباشرة و بالحقل أو مع عينات تربة مثارة.

إذ تشبه هذه الميكانيكية النظام الجذري الذي يقوم بامتصاص المغذيات من محلول التربة عن طريق تحرير (Counter ions) مثل (HCO_3 – OH _ H)، كما أن استخدام المستودع الراتنجي (resin sink) يشبه حركة المغذيات إلى جذور النباتات وبذلك يكون

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

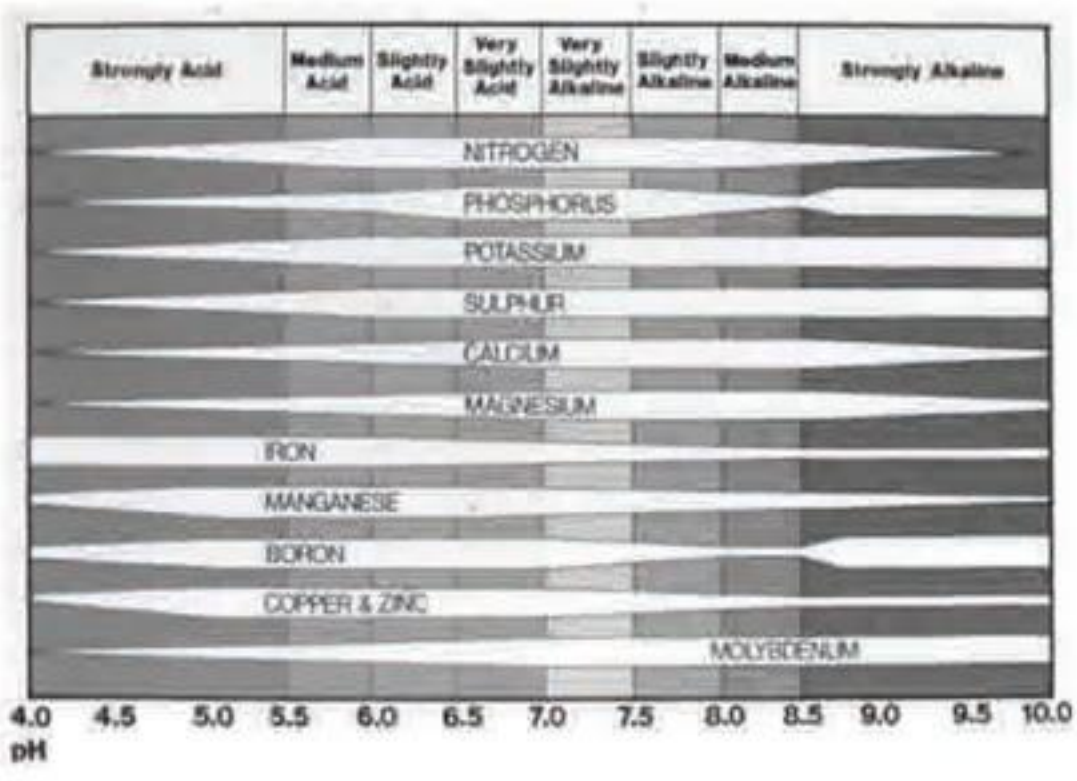


WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

حيث يمكن أن تحتفظ بكمية ماء تعادل أكثر من تسعة أضعاف وزنها وهذه النسبة أعلى حتى من الغرويات الطينية المعدنية وبسبب هذه الصفة تضاف المادة العضوية إلى الترب الرملية لتحسين قابليتها على الاحتفاظ بالماء،كما تضاف المادة العضوية إلى الترب الطينية لتحسين تركيب التربة وكذلك لسعة ادمصاصها العالية للعناصر الغذائية التي تعادل مئة ضعف السعة الإدمصاصية للطين فإنها تضاف لزيادة خصوبة التربة فضلا عن فائدتها في حماية البادرات الصغيرة من الموت بسبب الإنجماد ومنع التعرية بسبب الأمطار الغزيرة ولقدرتها على امتصاص الصدمات لحبيبات المطر وتقليل حركة المياه على السطح. لكن لا تخلو المادة العضوية والدبال من مضار مثل كونها-أحيانا ـ مصدرا لسمية النباتات، إذ لوحظ أن بقايا بعض النباتات تثبط بشدة نمو المحاصيل المزروعة بعدها، بينما يكون ضرر الدبال السطحي متحققا في كونه يمتص الماء لغاية (25ملم) من كمية المطر الساقط وعليه فإن الماء لا يصل مطلقا إلى الطبقات الموجودة تحتها إذ أن التربة المعدنية التي تقع ضمنها معظم جذور النباتات تجف فتؤدي إلى جفاف الجذور، كما أن الطبقة الدبالية السطحية نفسها تجف بسرعة جدا،لذا فإن البذور النباتية فيها تجف بسرعة أيضا وقبل وصول الجذيرات إلى الطبقة الموجودة تحتها.

من خلال ما تقدم فإن مثل هذه الدراسات بدأ التخطيط لها في الوقت الحاضر.



علاقة الـ pH بتيسر العناصر الغذائية بالتربة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

الفصل الحادي عشر
الأسمدة المعدنية

استهلال

الطلب على الغذاء والكساء في الوقت الحاضر لا يتحقق إلا من خلال استخدام الأسمدة، ولن يكون هناك إنتاج مريح ووفير بدون أسمدة، إذ استخدام الأسمدة من متطلبات الوقت الحاضر بعدما غادرت ترب الإنتاجية وأجهدت أخرى نتيجة الاستخدام العنيف لها، ولكن استخدام هذه الأسمدة يجب أن يتوافق مع التربة والنبات، وإلا كانت الأسمدة نوعا من الترف النقدي ومساهمة جادة في تلوث البيئة، من هنا **تنطلق ثلاث مفاهيم** :

1. استخدام الأسمدة المناسبة، عندما يحتاج النبات إلى نمو خضري اتجه إلى الأسمدة النتروجينية، مثلا وهكذا:
2. إضافة الجرعات المناسبة، فالزيادة كالنقصان
3. الإضافة بأفضل الطرق الملائمة للتربة والنبات، نثر أو خطوط أو بحفر

عليه يكون **برنامج التسميد** كما يلي:

استخدم الأسمدة العضوية وفضلها على الكيميائية

الدورات الزراعية وتعاقب النباتات مهم جدا

تعرف على خصوبة التربة قبل الزراعة

الناحية الاقتصادية مهمة في الاستثمار الزراعي

الاختيار ليس أمرا سهلا عندما تجد أمامك خيارات عدة، لكن تذكر صحتك وأموالك، ثم اختار.

إضافة العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات والتي لا توجد في التربة على صورة صالحة لامتصاص النبات أو لا تكون موجودة بالكميات اللازمة لإنتاج أكبر محصول اقتصادي ممكن من نبات معين.

يقصد بالسماد

كل مادة طبيعية أو صناعية يمكن إضافتها للتربة وتستطيع إمداد النبات المزروع بعنصر

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

الأسمدة التي تحتوي على العناصر مثل النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم تحتاجها المحاصيل بكميات كبيرة وتمتص بسرعة من قبل النبات. النتروجين يكون على شكل نترات أو أمونيوم أو يوريا، والأسمدة الأخرى الأكثر تخصصاً تحتوي على النيتروجين المتحرر بصورة صعبة الذوبان مثل Isobutylidene Urea و Urea Formaldehyde، ومثل هذه الأسمدة تكون مصدراً للنتروجين ببطء (Slow release nitrogen sources). الأسمدة الفوسفاتية بصورة عامة تحتوي على الفوسفور بشكل Orthophosphate وفي عدد قليل من الأسمدة الفوسفاتية يوجد الفوسفور على شكل Polyphosphates. الصفة المهمة في الأسمدة الفوسفاتية هي قابليتها على الذوبان، سماد السوبر فوسفات كمثال كثير الذوبان بالماء، بينما الصخور الفوسفاتية المطحونة غير قابلة للذوبان بالماء. البوتاسيوم يضاف إلى الأتربة بصورة رئيسة على شكل كلوريدات أو كبريتات. نترات البوتاسيوم وفوسفات البوتاسيوم المتعددة تلعب دوراً ثانوياً. الأسمدة الكبريتية يمكن الحصول عليها على شكل كبريتات من كبريتات الأمونيوم، سوبر فوسفات وكبريتات البوتاسيوم. وهذه الأسمدة فضلاً عن تجهيزها الكبريت فإنها أيضاً مصدر للنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم على التوالي. الكالسيوم والمغنيسيوم تضاف على شكل كبريتات أو على شكل كاربونات أو أوكسيدات. هذان المركبان الأخيران (الكاربونات، الأوكسيدات) لهما تفاعل قاعدي ولهذا فإنهما يستعملان بصورة رئيسة لرفع الرقم الهيدروجيني للتربة.

بالرغم من أن أكثر الأسمدة غير العضوية مثل كبريتات الأمونيوم ونترات الكالسيوم أو كلوريد البوتاسيوم هي أملاح ذات تفاعل متعادل إلا أنها تستطيع أن تؤثر في الرقم الهيدروجيني للتربة بتفاعلها الفسيولوجي. التسميد بالنترات ينتج عنه زيادة في درجة تفاعل التربة لكون أن امتصاص النترات من قبل جذور النبات يحصل بشكل رئيس كبروتون ناقل مساعد وبهذا فإن البروتونات التي تم ضخها إلى الرايزوسفير تعاد (re-cycled) إلى داخل السايتوسول، وإذا كان معدل إعادة H^+ إلى داخل السايتوسول أعلى من معدل ضخ H^+ بوساطة ATP_{ase} غشاء البلازملما إلى الرايزوسفير فإن درجة تفاعل التربة سوف تزداد. مع التغذية بالأمونيوم فإنه لايوجد إعادة تدوير رئيس للهيدروجين إلى داخل السايتوسول وإنه لهذا السبب التغذية بالأمونيوم تخفض من درجة تفاعل التربة. والشيء ذاته صحيح بالنسبة للتجهيز بالنيتروجين تكافلياً (Symbiotic N supply) ومثال على ذلك تثبيت N_2 تكافلياً بوساطة البكتريا التي تعيش تكافلياً مع النبات مادام

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر

النترات تمتص بصعوبة. أسمدة البوتاسيوم، كلوريد البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم هي متعادلة التفاعل.

الأسمدة الحاوية فقط على واحد من أهم العناصر الغذائية مثل النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم تسمى بالـ Straight fertilizers. مثال على مثل هذه الأسمدة السوبرفوسفات (P) وكلوريد البوتاسيوم (K) ونترات الأمونيوم (N) والمخلوط من نترات الأمونيوم مع كاربونات الكالسيوم (N) يسمى بـ nitro ـ chalk. الأسمدة المركبة والمخلوطة هي الأسمدة التي تحتوي على اثنين أو ثلاثة من العناصر الغذائية الرئيسة والتي هي النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

الأسمدة الحاوية على النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم مجتمعة من المعروف بأنها تحتوي على نسب مختلفة من هذه العناصر الثلاثة. المركب 15 ـ 15 ـ 15 من NPK كمثال يعني بأن النسبة بين ($N: P_2O_5: K_2O$) تساوي 1: 1: 1 وان تركيز هذه العناصر الغذائية الثلاثة في المركب هي 15٪ N و 15٪ P_2O_5 و 15٪ K_2O هذا المثال يوضح بأن محتوى الأسمدة المركبة أو الـ Straight Fertilizer من العناصر الغذائية قد مثل بـ ٪P_2O_5 و٪K_2O وليس بنسبة العنصر بحد ذاته.

مميزات الأسمدة المعدنية:

1. أملاح عناصر معدنية مختلفة
2. سريعة التعويض لنقص العنصر الغذائي
3. نستطيع التحكم بنوع العنصر والسماد المراد استخدامه
4. تحتوي على نسب عالية من العناصر الغذائية
5. سريعة الذوبان والتحلل بالماء
6. باختلاف تركيبها تؤثر على صفات التربة

مصادر الأسمدة المعدنية:

الصخور الجيولوجية، مثل صخور الفوسفات كمصدر للفوسفور

مصادر معملية، كتصنيع سماد اليوريا

أنواع الأسمدة المعدنية:

تقسم من حيث التركيب إلى:

1. أسمدة مفردة، تحتوي على عنصر واحد في سماد واحد، مثل سماد نترات الأمونيوم (النتروجين).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

ملحوظات حول التسميد النتروجيني

تضاف مباشرة وبطرق متعددة وفقا لطبيعة السماد والظروف الجوية وخصائص التربة

يفضل أن تخلط الأسمدة بالتربة عند الإضافة نثرا.

تضاف على شكل دفعات.

يفضل أن تضاف قبل الزراعة بفترة قصيرة.

لا يفضل خلط الأسمدة وإضافتها مع البذور.

كمية الأسمدة النتروجينية تتراوح بين 20 ـ 200 كغم.هكتار$^{-1}$ سنويا.

التسميد النتروجيني الواقع والبدائل

إن الأسمدة النتروجينية سجلت أعلى طلب مقارنة بالأسمدة الأخرى، وسجلت أسعار الأسمدة النتروجينية ارتفـاعا ملحـوظا. وهنا نطرح ثلاثة أسئلة مهمة حول الأسمدة المضافة:

إمكانية تقليل الأسمدة النتروجينية المعدنية المضافة.

أي شكل من أشكال النتروجين العضوي موجود في التربة.

إمكانية استخدام النتروجين الموجود في التربة بكفاءة أكثر.

إن التربة تعد مستودعا للنتروجين لأنه حتى في التربة ذات المحتوى الواطىء من المادة العضوية فإن الأفق السطحي منها (صفر ـ 20) سم يحتوي (2500 ـ 3500 كغمN.هكتار$^{-1}$) ويزيل النبات في السنة الواحدة (2 ـ 3٪) فقط من هذه الكمية، لقلة الجاهز منه.

أولا: تقنية التسميد العضوي ليست بالأمر الحديث ولكنها برزت كأحد الحلول المطروحة ولا سيما في الدول المحدودة الدخل، فهذه التقنية فضلا عما تحققه من تحسين لصفات التربة المختلفة كتحسين بناء التربة وتهويتها، ونفاذية الماء وتغلغل الجذور فيها وزيادة سعتها التبادلية، وإنها تعد مجهزا جيدا للمغذيات الأساسية للنبات كالنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فضلا عن احتوائها على عناصر غذائية صغرى لها أهمية في دورة حياة النبات كالحديد والزنك والكادميوم.

ثانيا: الاتجاه الآخر للتسميد هو استخدام النباتات والأشجار المثبتة للنتروجين حيث لاقت اهتماما كبيرا بسبب قيمتها واستعمالاتها المتعددة نظرا لسرعة نموها ودورة العناصر لها وخاصة النتروجين والفوسفور لتعزيز خصوبة التربة والمحافظة عليها. ومن ثم إنتاجية المحصول هي مهمة لتطوير الزراعة المتواصلة. فالأنظمة الزراعية الحديثة تعتمد بصورة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

الصخور الفوسفاتية $Ca_{10}F_2(PO_4)_{6X}CaCO_3$ إلى أسمدة فوسفاتية عمليات كيميائية يدخل الحامض أساساً في هذه العملية. حيث يخلط الصخر الفوسفاتي مع الفحم والسيلكا في فرن حراري ويسخن بواسطة الكهرباء في أقماع احتراق ويكون مركب مخلوط من الفوسفور والحديد ومواد أخرى ثم يجمع الفوسفور المتطاير من أسفل الفرن ويمر على ماء ليكون أحماض فوسفورية تختلف في نقاوتها ومحتواها من الفوسفور. وتعتمد نقاوة الفوسفور في صخر الفوسفات على نسبة كربونات الكالسيوم الموجودة في الصخر، حيث كلما زادت نسبة كربونات الكالسيوم كلما قلت نسبة الفوسفور في الصخر.

ومواصفات وتصنع مركبات الأسمدة الفوسفورية الأساسية كما يلي:

حامض الفوسفوريك

يصنع من إضافة حامض الكبريتيك والماء إلى صخر الفوسفاتي

$$Ca_{10}F_2(PO_4)_6 + 10H_2SO_4 + 2H_2O$$

ماء + حامض كبريتيك + صخر فوسفات

حيث يتكون.....

$$10CaSO_4.2H_2O + 2HF + 6H_2PO_4$$

حامض الفوسفوريك + غاز الفلور + جبس

يمكن حساب الفوسفور في الأسمدة كالآتي:

تحويل الفوسفور إلى خامس أكسيد الفوسفور $P_2O_5 = PX\ 2.29$

سماد السوبر فوسفات، وفيه نوعان:

سوبر فوسفات S P

ينتج السوبر فوسفات العادي من خلط نسب متساوية من حامض الكبريتيك وصخر الفوسفات المطحون كالآتي:

$$Ca10(PO_4)F_2 + H_2SO_4 + H_2O$$

ماء + حامض الكبريتيك + صخر الفوسفات

حيث يتكون.....

$$CaH_4(PO_4)_2H_2O + CaSO_4 + 2HF_3$$

غاز الفلور + جبس + سوبر فوسفات

ويحتوي على حوالي 20٪ خامس أكسيد الفوسفور

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر
مادة محمية بموجب حقوق النشر



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.