وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار – كلية الزراعة
قسم الاقتصاد الزراعي
المرحلة الثانية

بسم الله الرحمن الرحيم

خصوبة التربة (الجزء النظري)
المحاضرة الرابعة

يمكن تقسيم العناصر الغذائية حسب احتياجها للنبات :

١. العناصر الغذائية الأساسية : وهي العناصر يحتاجها النبات بكميات تفوق الالاف المرات العناصر الكبرى وهي موجودة في الماء والهواء والتربة وهذه العناصر هي : O , H , C
٢. العناصر الغذائية الكبرى (Macronutrients) وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً وهي N ,P, K , S , Ca , Mg
٣. العناصر الغذائية الصغرى (Micronutrients) وهي العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات قليلة وهذه العاصر هي : Fe , Zn , Mn , Cu , Mo , B , Cl

من الخطأ تسمية العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة بالعناصر الرئيسية ، والعناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة بالعناصر الضرورية فالواقع ان كل هذه العناصر هي عناصر ضرورية ولها نفس الاهمية ولكن الاختلاف الوحيد هو احتياج النبات من هذه العناصر لاكمال دورة نموه واعطاء نمو وحاصل جيد ، وكذلك وجد عند تحليل النبات ان العناصر الغذائية الكبرى توجد بكميات اكبر من العناصر الغذائية الصغرى والتي يحتاجها النبات بكميات صغيرة .

ان العنصر الغذائي يوجد في التربة باجزاء مختلفة من حيث حالتها الكيمياوية وجاهزيتها للامتصاص من قبل النبات ، وهذه تتضمن جزء العنصر الغذائي في محلول التربة وهو الجزء الذائب (الجزء الجاهز للامتصاص من قبل النبات)، والجزء المتبادل الذي يضم الايونات الممدصة على سطوح معادن الطين ، والجزء الثالث هو الجزء المثبت داخل تركيب معادن التربة ، اما الجزء الرابع فهو الجزء العضوي ويقصد به جزء العنصر الموجود في مادة التربة العضوية ، ان الاجزاء الثلاثة الاولى للعنصر الغذائي هي اجزاء كيمياوية تكون باستمرار في حالة توازن وهي المخزن الرئيسي للعنصر الغذائي الذي يمد النبات لإكمال دورة حياته .

ان محلول التربة يحتوي على الايونات (الكاتيونات والانيونات)أي العناصر الغذائية بصورة ذائبة سهلة الامتصاص من لدن النبات ، وصور امتصاص العناصر الغذائية من محلول التربة هي :

ت	العنصر	الرمز الكيميائي	صور الامتصاص من قبل النبات
١.	الكاربون	C	CO_2
٢.	الهيروجين	H	H_2O
٣.	الاوكسجين	O	H_2O
٤.	النيتروجين	N	NH_4^+ , NO_3^-

.٥	الفسفور	P	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}
.٦	البوتاسيوم	K	K^+
.٧	الكالسيوم	Ca	Ca^{2+}
.٨	المغنسيوم	Mg	Mg^{2+}
.٩	الكبريت	S	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , SO_2
.١٠	الصوديوم	Na	Na^+
.١١	الحديد	Fe	Fe^{2+} , Fe^{3+}
.١٢	الزنك	Zn	Zn^{2+} , $Zn(OH)_2$
.١٣	النحاس	Cu	Cu^+ , Cu^{2+}
.١٤	المنغنيز	Mn	Mn^{2+} , Mn^{3+}
.١٥	الموليبدنيوم	Mo	MoO_4^{2-}
.١٦	البورون	B	BO_3^{3-}
.١٧	الكلور	Cl	Cl^-
.١٨	السليكون	Si	$Si(OH)_4$
.١٩	الكوبلت	Co	Co^{2+}

النتروجين Nitrogen (N)

احد العناصر الضرورية لنمو النبات اذ يحتاجه بكميات كبيرة وله تأثير كبير في زيادة الانتاج لمختلف المحاصيل الزراعيه ، نقص النتروجين في التربة يؤدي الى قلة المحاصيل ورداءة نوعية . كمية النتروجين في التربة تختلف بأختلاف نوعية التربة وطبيعة تكونها وبشكل عام تتراوح نسبته في التربة بين 0.05 – ١%

مصادر النتروجين :

يعتبر الغلاف الجوي المصدر الطبيعي الوحيد للنتروجين، اذ لا تحتوي صخور ومعادن التربة الزراعية على النتروجين في تركيبها وباي صورة من الصور ويشكل النتروجين ٧٨% من الهواء الجوي ولكن لا يستفاد منه النبات بصورة مباشرة الا بعد ان يتحول الى صور أخرى يستطيع النبات الاستفادة منها . ولكن بصورة عامة يمكن تصنيف مصادر النتروجين الى :

- ❖ مركبات النتروجين المعدنية ،

١. تراكمات نتراتيه طبيعية على سطح التربة وموجودة بكميات كبيرة كما في تشيلي، بيرو ، مصر ، الهند

٢. بشكل اسمده كيمياويه تضاف للتربة والتي يعد تثبيت غاز النتروجين الجوي صناعيا الى غاز الامونيا مفتاحا لصناعة الاسمدة الكيمياوية. اذ يثبت النتروجين كيميائيا بطريقة Harber – Bosh حيث يتفاعل النتروجين الجوي و H_2 تحت ظروف ضغط عالي ودرجة حرارة عالية وعوامل مساعدة للحصول على الامونيا كما في المعادلة :

- ❖ المركبات العضوية ،

٣. يوجد N مستخدم مع C , H, O_2 ومصدر N العضوي هو تحلل المادة العضوية في التربة وتعتمد كميته على نوعية المادة العضوية وكميتها .

٤. النتروجين المثبت بواسطة الشحنات الكهربائية في الجو (البرق) عن طريق الامطار خلال العواصف الرعدية اي تفريغ الشحنات الكهربائية والتي تؤدي الى اكسدة النتروجين الجوي وتحويله اكاسيد النتروجين (N_2O_5, N_2O,NO_2,NO) الى والتي تصل الى سطح التربة مع ماء المطر بهيئة نترات NO_3 وهي الصيغة التي يمتصها النبات.

٥. التثبيت البايولوجي للنتروجين .

اختزال N الجوي بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الى امونيا (NH_3) في ظروف الحرارة والضغط للتربة وهذه الاحياء تلعب دورا وهما في دورة النتروجين في الطبيعة وذلك عن طريق تحويل N الجزئي الى نتروجين عضوي وبهذا يصبح N الجوي جاهز لكائنات حية اخرى تسمى هذه العملية بتثبيت N بيولوجيا. ويمكن تقسم احياء تثبيت N بايولوجيا الى :

أ- الكائنات ذات المعيشة الحرة Non Symbiotic هذه تشمل عدد من انواع البكتريا ومن اهمها Azotobacter و Beijernckia وبعض سلالات Clostridium وكذلك بعض فطريات التربة والطحالب الخضر المزرقة تعتمد هذه الكائنات الكاربون العضوي المولد للطاقة . اثبت بعض الدراسات زيادة حاصل بعض النباتات غير البقولية عند تلقيح بذورها ببكتريا الازوتوبكتر.

ب- الكائنات ذات المعيشة التكافليه Symbiotic اصناف من الكائنات الحية الدقيقة ذات حياه تعايشيه مع النباتات الراقية ، تقوم الاحياء بتجهيز النتروجين المثبت الى النبات المضيف الذي بدوره يجهز الكاربوهيدرات لها ، ومن اشهر الاصناف رازبيوم Rhizobium و Actinomyces ، هذه الاحياء ذات المعيشه تكافلية مع النباتات البقولية مثل الجت والبرسيم التي تستطيع ان تثبت ٤٠-١٠٠ كغم نيتروجين/هكتار/سنة. والاكتينومايستس تثبت ما يقارب ١٥٠ كغم نتروجين.هكتار.سنة.

الاقسام الرئيسية للنتروجين في التربة .

للنيتروجين قسمان او صورتان هما النتروجين العضوي والنتروجين المعدني (غير العضوي) وان النتروجين المعدني يفوق النتروجين العضوي من حيث الكمية .

١- اشكال النتروجين المعدني (غير العضوي) Mineral Nitrogen: يوجد النتروجين اللاعضوي بهيئة مركبات نتراتيه NO_3او امونيوميه NH_4 وفي محلول التربة المائي وعلى معقدات او غرويات التربة ان اهم الاشكال التي تعتبر مصدرا لتغذية النبات هي ايون الامونيوم (NH_4^+) وايون النترات (NO_3^-) والنتريت (NO_2) اما No و N_2O فهي وصف الاشكال الثانوية التي تحدث اثناء عملية عكس النترجه

٢- اشكال النتروجين العضوية : وتقدر نسبته بـ ٩٥% من النتروجين الكلي في التربة ان اهم اشكاله هي الامينات والحوامض الامينية والبروتينات والحوامض الامينيه السكرية (Amminosugar) واتحاد اللكنين مع الامونيوم واتحاد السكريات والامينات . وهي من اهم صيغ النتروجين والذي يوجد في المخلفات النباتية والحيوانية.

ولكي يستفاد النبات من النتروجين العضوي يجب ان يتحول الى نتروجين معدني لذلك يمر النتروجين العضوي في المادة العضوية بعمليات تعدين يتحول بها الى صور جاهزة للامتصاص من قبل النبات NO_3 , NH_4 .

معدنة النتروجين العضوي (Mineralization)

يمر النتروجين العضوي للمادة العضوية بعمليات تعدين (تحويل النتروجين العضوي الى نتروجين معدني) عديدة والتي يتحول بعدها الى صورة متيسرة للنبات وجاهزة للامتصاص وهذه العمليات هي :

١- تكوين النتروجين الاميني(Ammonization):

تعد عملية تكوين النتروجين الاميني من المادة العضوية العملية الاولى في عملية تعدين النتروجين العضوي وتحويله الى مركبات ابسط كما في المعادلة التالية

Soil organic N(protein) ⟹ R------NH_2+CO_2 مواد اخرى + طاقة

٢- عملية النشدرة (تكوين الامونيا) (Ammonification):

هي عملية اختزال تتحول فيها الامينات والاحماض الامينd النتاجة من الخطوة الاولى الى امونيا بوجود الماء والكائنات الحية غير الذاتيه التغذية حسب المعادلات التالية.

$R - NH_2 + H_2O$ ⟹ NH3 + R---OH + طاقه

والامونيا الناتجة تكون الامونيوم وحسب المعادلات الاتية :

$NH_3 + H_2O$ ⟹ NH_4 OH ⟹ NH_4^+ + OH

ايون الامونيوم المتكونة يمكن ان تطرأ عليها التغيرات والتحولات الآتية .

١- يمتص من قبل النبات .

٢- يتحول الى نتريت NO_2 ثم الى نترات NO_3 بفعل الاحياء المجهرية بعملية النترجة.

٣- تستخدم بواسطة الكائنات االدقيقة غير ذاتية التغذية في عمليات تحلل المادة العضوية.

٤- يثبت بين طبقات معادن الطين .

٥- يتحول الى صورة متبادلة على سطوح غرويات التربة وهي صورة جاهزة للامتصاص من قبل النبات .

٦- قد يتطاير على شكل امونيا عند توفر الظروف الملائمة لذلك.

اهم العوامل التي تؤثر في عملية النشدرة (تكوين الامونيا) ..... واجب

١- نسبة الكاربون الى النتروجين C/N Ratio :عندما تكون هذه النسبة اكثر من ٣٠ (١/٣٠) فان عملية تحلل المادة العضوية وتمعدن النايتروجين تكون بطيئة جدا وذلك بسبب استهلاك الاحياء المجهرية التي تقوم بهذه العملية للنيتروجين الموجود في المادة العضوية وعندما تكون هذه النسبة من ١/٢٠ الى ١/٣٠ فان عملية تحلل المادة العضوية تجري وتتحرر الامونيا من المادة العضوية والتي هي اول خطوة في عملية تمعدن النايتروجين وعندما تنخفض هذه النسبة الى اقل من ١/٢٠ فان عملية تمعدن الناستروجين تجري بسرعة لان محتوى المادة العضوية من النايتروجين يكون كبيرا

٢- الظروف البيئية المحيطة: لان عملية تمعدن النيتروجين تقوم بها الاحياء المجهرية فانها تتاثر بابالظروف البيئية اذ ان افضل pH لهذه العملية من 6.5 الى ٨ بينما انسب درجة حرارة تكون بين ٣٥م الى ٤٠م

٣- عملية النترجة التأزت (Nitrification)

هي عملية اكسدة بايولوجية يتحول فيها ايون الامونيوم الى ايون النترات تحت الظروف الهوائية وتتم هذه العملية بخطوتين .

الاولى : اكسدة الامونيوم الى نتريت (NO_2) ببكتريا ذاتيه التغذيه وهي Nitrosomonas وحسب المعادلة التالية :

$$2NH_4 + 3O_2 \Longrightarrow \text{Nitrosomonas} \Longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O + 2H$$

والثانية : اكسدة النتريت الى نترات (No_3) وتتم هذه العملية ببكتريا ذاتيه التغذية متخصصه Nitrobacter وحسب المعادلة التالية

$$2HNO_2 + O_2 \Longrightarrow 2No_3 + E$$

دمج المعادلتين الاولى والثانية بناتج

$$2NH4^+ + ٤O_2 \Longrightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O + E$$

في عملية النترجة هنالك نقاط مهمه يجب ملاحظتها لأهميتها التطبيقية وهي :

١- عملية النترجه تحتاج O_2

٢- في العملية يتحرر هيدروجين H^+

٣- اشتراك الكائنات الحية الدقيقه في هذه العملية ، ونشاط هذه الاحياء يتأثر بعوامل متعددة .

العوامل المؤثرة في عملية النترجه (التأزت)

٣- توفر ايون الامونيوم : توفر الامونيوم ضروري لعملية التأزت . ان انخفاض او عدم توفر الامونيوم في التربة يؤدي الى انخفاض معدل عملية التأزت .

٤- توفر الاحياء الدقيقة المسؤولة عن عملية النترجه . وجود البكتريا المتخصصه في عملية النترجه وزيادة عددها ونشاطها يزيد من معدل اكسدة الامنيوم الى نترات

٥- التهوية وتوفر الاوكسجين في التربة : يزيد منها بتحسين تهوية التربة

٦- رطوبة التربة : اعلى معدل لعملية التأزت عندما يكون محتوى التربة الرطوبي من نصف الى ٣/ ٢ مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء (WHC)

٧- درجة حراره التربة : افضل درجة حرارة لعملية النترجه بين ٢٧ – ٣٢ م

٨- درجة تفاعل التربة PH : تحصل هذه العملية بين ٥,٥ – ١٠ واعلى معدل للعملية يكون عند درجة تفاعل ٨,٥