

التفاعل بين الأحياء الدقيقة



الأسمدة الحيوية أنواعها وأهميتها

أنواع الأسمدة الحيوية تبعاً لخصائص الكائن المنتج :

تكافلية Symbiotic

تنتج من نشاط كائنات دقيقة تعيش تكافلياً مع جذور النباتات، حيث تمد النبات باحتياجاته الغذائية كما تحصل على مصدر الكربون خاصة من النبات (تبادل منفعة).

تكافل إجباري: التكافل الداخلي مثل الميكوريزا الحويصلية الشجرية

VAM (Visceral-Arbuscular Mycorrhizae).

تكافل اختياري: غالباً المتكافل الخارجي يوجد حول الجذور مكوناً طبقة أو غلاف ملتصق بالجذر مثل

الميكوريزا الخارجية *Ectomycorrhiza* وكذلك *Rhizobium* و *Frankia*.

لا تكافلية A symbiotic

تعيش الكائنات الدقيقة حرة مثل *Azotobacter* , *Azospirillum* و الطحالب الخضراء المزرقّة والبكتيريا المذيبة للكبريت وبكتيريا الكبريت المعدنية.

أنواع الأسمدة الحيوية حسب نشاطها الحيوي:

1- أسمدة حيوية لإمداد النبات باحتياجه من عنصر النيتروجين:

• الكائنات المثبتة للنيتروجين تكافلياً:

مثل *Rizobium* والبقوليات – *Frankia* وجذور الأشجار – الطحالب الخضراء المزرقّة و نبات *Azolla*

(سرخس بسيط) – الطحالب الخضراء المزرقّة و الفطريات لتكون ما يسمى الأشن *Lichen*.

• الكائنات المثبتة للنيتروجين لا تكافلياً (الحرّة):

مثل البكتيريا التي تعيش في المنطقة حول النبات *Rhizosphere* وهي المنطقة المغلفة لجذور النبات وتتميز بثراء محتواها الغذائي والميكروبي وتساعد البكتيريا النباتات من خلال مدها بكثير من المركبات المهمة لتحسين نمو النبات بينما تحصل من النبات على العناصر الضرورية لنموها في التربة ومن أهمها : *Azotobacter* و *Azospirillum*

2- أسمدة حيوية لمعدنة الفسفور العضوي:

تقوم بعض الميكروبات بمعدنة الفسفور العضوي الموجود في بقايا النباتات والحيوانات الأخرى والتي تحتوي على الفسفور في كثير من مركباتها العضوية مثل الأحماض النووية DNA و RNA و لافسفوليبيدات (الليسيثين والسينالين) والفيتين والسكريات المفسفرة والمرافقات الإنزيمية ومركبات الطاقة ATP و ADP عادة يتواجد في صورة PO_4^{3-} .

من أنشط الميكروبات في تحليل مركبات الفسفور العضوية:

Flavobacterium, Enterobacter, Achroobacter, Streptomyces, Candida, Aspergillus

حيث يتم انتقاء أكفأ السلالات وتنشيطها معملياً ثم تلقح بها التربة أو البذور حيث تنشط في منطقة الريزوسفير وتحرر الفوسفات الذي يستفيد منه النبات مباشرة.

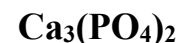
3- اسمدة حيوية لإذابة الفوسفات المعدني:

يوجد الفوسفات المعدني عادة في صورة فوسفات الكالسيوم الثلاثية $Ca_3(PO_4)_2$ وهي صورة غير ميسرة وغير قابلة للامتصاص بالنبات وذلك في التربة المتعادلة أو المائلة قليلاً إلى القلوية وعند إضافة أسمدة الفوسفات المعدنية إلى هذا النوع من التربة الزراعية فإن جزء يسير فقط يستفيد منه النبات وسرعان ما يتحول الباقي إلى صورة غير ذائبة وغير ميسرة للنبات فتكون التربة غنية بالفسفور لكن لا يستطيع النبات الاستفادة منه.



صورة ذائبة
وميسرة للنبات

ترتبة قلوية



صورة غير ذائبة
وغير ميسرة للنبات

تقوم بعض الميكروبات بتحويل الصورة غير الذائبة (فوسفات كالسيوم ثلاثية) إلى صورة ذائبة (فوسفات كالسيوم أحادية) ودور هذه الميكروبات مهم جدا في التربة المتعادلة أو المائلة إلى القلوية .
إذا وجدت في كثافة عالية في منطقة المحيطة بالجذور فإنها تنمو وتنشط نتيجة للإفرازات الجذرية وما بها من مواد عضوية وتخرج نواتج التحولات الغذائية خارج خلاياها وعادة تكون عبارة عن أحماض عضوية وثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى تحويل الفوسفات إلى صورة ميسرة مره أخرى:



صورة غير ذائبة
وغير ميسرة للنبات

البكتيريا المذيبة للفوسفات



صورة ذائبة
وميسرة للنبات

تشمل كل من

1- ميكروبات غير تكافلية :

وهذه تعيش حرة في منطقة الريزوسفير وتسمى الميكروبات المذيبة للفوسفات وتضم عدد من البكتيريا والفطريات والأكتينومييسيتات التي تنتج الأحماض العضوية أثناء نموها مثل *Bacillus*, *Aspergillus* ومن أهم البكتيريا المستخجمة في التلقيح كسماد حيوي بكتيريا *Bacillus megatherium* var. *Phosphaticum*. وتنتج عادة باسم فسفوبكتيرين او فسفورين .

2- ميكروبات تكافلية:

وهي الميكوريزا *Mycorrhizae* وهي كلمة يونانية تعني الجذور الفطرية *Fungus roots* تقوم بإنشاء علاقة تكافلية مع النباتات. تكون العلاقة على مستوى الجذور حيث تغزو الهيفات الفطرية جذور النبات العائل سواء خارج الخلايا أو يخترق خلايا الجذر داخل النسيج النباتي. من خلال العلاقة التكافلية يحصل الفطر على احتياجاته من مصادر السكريات الناتجة من عملية التمثيل الضوئي في النبات، وفي المقابل يحصل النبات على منفعة كبيرة حيث تقوم شبكة الخيوط الفطرية المنبسطة في مساحات شاسعة حول جذور النبات بامتصاص كميات كبيرة من العناصر الغذائية اللازمة للنبات من التربة حيث تكون أماكن بعيدة ويصعب على النبات الوصول إليها منفرداً، مثل حالات حصول النبات على الفسفور المرتبط بقوة بأكاسيد الحديد مما يجعله غير متاحاً للنبات برغم تواجده في التربة فتقوم الفطريات بدور رئيسي في تحريره ونقله إلى النبات بصورة ميسرة. قد يعزى ذلك إلى مساحة السطح المعرض من خيوط الفطريات للتربة وكذلك دقة خيوط الفطريات بالمقارنة مع الشعيرات الجذرية كما أن الاختلافات في تركيب الكيميائي لأغشية الجذور وهيفات الفطر تساعد الأخير على امتصاص العناصر.

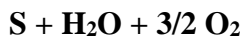
4- أسمدة حيوية لأكسدة الكبريت:

يضاف الكبريت المعدني كمخصب للتربة القلوية للحد من قلويتها، وزيادة محتواها من الكبريتات اللازمة لتغذية النبات. ويعتبر الكبريت المعدني مسحوق غير ذائب في الماء وتقوم بكتيريا الكبريت بالتغذية الكيمو معدنية *Chemolithotrophes* بأكسدة الكبريت المعدني في التربة جيدة التهوية وفي وجود حمض الكبريتيك ومن أهم هذه الميكروبات:

Thiobacillus, Leptospirillum, Sulfobolus, Sulfobacillus, Acidianus

كما يمكنها أكسدة أملاح الكبريتيد والثيوسلفات والتتراثيونات في الظروف الهوائية ويمكن لبعضها أكسدة

الكبريت لا هوائياً مثل *Thiobacillus denitrificans*.



بكتيريا أكسدة الكبريت



☞ نورة الكبيسي ☞

تعتبر هذه الميكروبات حساسة جداً لدرجة حموضة التربة pH حيث تفضل التربة التي تتراوح بين 5.5 – 6 .
فيجب إكثارها بطريقة خاصة للمحافظة على حيويتها وتلقح التربة جسدة التهوية مع عدم إضافة أسمدة كيميائية
عضوية في الفترات الأولى من التلقيح لأنها كائنات كيمومعدنية التغذية فقط .
وينصح بإضافة الكبريت المعدني إلى التربة التي ينتشر فيها الجرب العادي في البطاطس potato scabies
الذي يسببه *Streptomyces scabies* الذي يفضل الوسط المائل للقلوية*.

5- أسمدة حيوية لمعدنة المادة العضوية:

تتحلل المادة العضوية الموجودة في التربة أو المضافة إليها ببطء نظراً لعد توفر أنواع خاصة من الكائنات
الدقيقة أو تواجدها بأعداد قليلة لا تكفي لمعدن المواد العضوية وبالتالي تحتاج إلى فترات زمنية طويلة.
لذلك يتم إكثار الأنواع النشطة في هذا المجال معملياً بحيث نحافظ على حيويتها ثم تلقح أكفأ السلالات لكل نوع
من التربة الزراعية والتي تتحمل الظروف الطبيعية والكيميائية بها مثل الحرارة والجفاف.

يستخدم عادة أنواع خاصة من الفطريات والاكيتينوميسيتات والبكتيريا ومن أهمها :

Bacillus, Cytophaga, Pseudomonas, Clostridium, Aspergillus, Penicilliumm
Trichoderma, Chaetomium

6- أسمدة حيوية لاستخلاص معدن البوتاسيوم من الطين:

يحتاج النبات إلى عنصر البوتاسيوم بكميات كبيرة فهو من العناصر الهامة في تغذية النبات وجزء كبير من
البوتاسيوم يوجد مرتبطاً بالجزء المعدني للتربة في صورة غير قابلة للتبادل.

وقد وجد أن بعض الميكروبات مثل

Penicillium, Mucor, Pseudomonas, Bacillus, Aspergillus, Streptomyces

يمكنها تحليل سليكات الأمونيوم الموجودة في معادن الطين ويتحرر منها البوتاسيوم وتستطيع بكتيريا *Bacillus circulans* تحليل السليكون والبوتاسيوم من معادن الطين السليكاتية مثل Biotite والأرثوكلاز Orthoclase. يتم تنمية الميكروبات على أوساط خاصة ثم تجمع ويلقح بها التربة.

7- أسمدة حيوية لإذابة بعض العناصر الصغرى:

هناك بعض العناصر الصغرى التي توجد في صورة غير ميسرة في التربة مثل الحديد والزنك والمنجنيز وغيرها. وعادة تقوم الميكروبات المستخدمة لتحليل المواد العضوية أو إذابة الفوسفات بهذا الغرض. وقد يلجأ بعض المزارعين إلى رش المجموع الخضري لبعض المحاصيل بمحلول معد من المولاس المتخمر مع إضافة بعض العناصر الصغرى وأثناء التخمر بالخمائر والبكتيريا تتكون بعض الأحماض العضوية والكحولات التي تزيد من معدل امتصاص هذه العناصر.

8- أسمدة حيوية للتخلص من بعض ملوثات التربة:

تصل إلى التربة العديد من المواد الغريبة عنها أو الدخيلة عليها ويطلق عليها Xenobiotics ويكون لها تأثير ضار على خواص التربة الطبيعية والكيميائية والحيوية ولذلك يطلق عليها ملوثات التربة Soil pollutants. مثل: المبيدات كالمبيدات الفطرية والمبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش. وتؤدي بعض المبيدات إلى تثبيط نشاط وحيوية كثير من البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى التي تقوم بالعمليات الحيوية المهمة مثل تثبيت النيتروجين الجوي وبكتيريا التآزت (النترتة) ومحللات المواد العضوية ومعدنتها ومذيبات الفوسفات وغيرها.

لبعض الكائنات الدقيقة قدرة هائلة على تحليل والتخلص من هذه الملوثات وقد تتكون عنها مواد سامة جداً مثل:

Streptomyces , Pseudomonas, Xanthomonas, Mucor, Aspergillus, Trichoderma

عند تلوث التربة بمخلفات بترولية يتم التخلص منها باتخدام لقاح من الكائنات الدقيقة القادرة على أكسدة المواد الهيدروكربونية وتحويلها إلى كحولات أولية ثم ألدهيدات ثم أحماض دهنية والتي تتأكسد بدورها بطريقة الأكيدة من نوع بيتا b إلى أبسط صورة وهي ثاني أكسيد الكربون وماء.

ومن أمثلة الكائنات الدقيقة المحللة للبنزين بكتيريا *Arthrobacter* حيث يتحول من الصورة الحلقية خلال عدة خطوات إلى استيل Acetyl Co-A ثم يتحول بدوره إلى ثاني أكسيد الكربون وماء.

من الأمثلة الهامة أيضاً هو استخدام مياه المجاري المعالجة لري المحاصيل الزراعية نظراً لاحتوائها على كثير من الملوثات مثل مركب الكيل بنزيل سلفونيت وهو مركب صعب التحلل بواسطة الكائنات الدقيقة فيستمر وجوده لفترة طويلة ويصل الى التربة فيؤثر على خواص التربة ويتم التخلص منه بعمل مرشحات ميكروبية من أنواع خاصة بتحليل المواد الهيدروكربونية ومركبات ABS وتمتص في ذات الوقت العناصر الثقيلة التي تصل لمياه المجاري كالرصاص والزنك والكاديوم ومن أهم الميكروبات في هذا المجال :

Pseudomonas, Algae, Mucor, Arthrobacter, Xanthomonas, Cyanobacteria

أهم اللقاحات المتوفرة تجارياً

المثبتة للنيتروجين هي الأكثر شيوعاً.

وينتج لقاح بكتيريا *Rhizobium* على نطاق تجاري ويأخذ أسماء مختلفة مثل النيتراجين Nitragin و البريلليون Prillion والعقدين Nodulin أو الريزوبكتيرين.

يلاحظ أن الكثير من الميكروبات المستخدمة في لقاحات الأسمدة الحيوية تنتج منظمات لنمو النبات (Plant growth regulators) مثل الجبريلينات وما يشبهها وتفرزه بعض الكائنات الدقيقة في المنطقة حول الجذور

مثل *Azotobacter, Arthrobacter, Mucor*.

وقد تفرز الأوكسينات Auxins مثل اندول حمض الخليك (Indole acetic acid) IAA وينتج بواسطة الميكوريزا الخارجية وتشارك مع الريزوبيا في إنتاج السيتوكينين أي أن هذه الميكوربات تلعب دوراً هاماً عند

نورة الكبسي

إضافتها كأسمدة حيوية فتقوم بدورين مهمين أحدهما إمداد النبات بالعناصر الغذائية والآخر إفراز المواد المنظمة لنمو النبات.

قد يتم إكثار بعض الميكروبات معملياً وتلقيح التربة بها لغرض القضاء على كائنات دقيقة أخرى غير مرغوب بها ويطلق عليها في هذه الحالة الميكروبات المستخدمة في المقاومة الحيوية Biocontrol. تتميز بقدرتها على إفراز مضادات حيوية أو مواد مثبطة لنمو الكائنات الحية الأخرى مثل الكائنات الدقيقة المخفضة لحموضة التربة وبالتالي عدم انتشار بعض أنواع البكتيريا المرضية .

كما قد تلقح التربة بفطر يطلق عليه صائد الديدان Nematoda-trapping Fungi مثل فطر *Arthrobotrys conoides* فيهاجم الديدان ويحللها ويقلل من خطر وجودها في التربة على جذور بعض النباتات.

أهمية الأسمدة الخلوية

آلية التأثير	السماد الحيوي
تثبيت الأزوت الهوائي إنتاج منشطات النمو	بكتيريا العقد الجذرية (<i>Frankia, Rhizobium</i>)
تثبيت أزوت الهوائي إنتاج منشطات النمو الحماية من مسببات المرضية	البكتيريا المثبتة للأزوت بصورة حرة (<i>Azospirillum, Azotobacter</i>)
تثبيت الأزوت الهوائي إنتاج منشطات النمو	الطحالب الخضراء المزرقة (<i>Cyanobacteria</i>)
تثبيت الأزوت الهوائي	نبات سرخسي بسيط الأزولا (<i>Azolla</i>)

مقرر 345 حدق- التفاعل بين الأحياء الدقيقة
المحاضرة السابعة

إنتاج أحماض عضوية إنتاج منشطات النمو الحماية من مسببات المرضية	مذيبات الفوسفات البكتيرية
زيادة امتصاص العناصر الغذائية زيادة المقاومة للجفاف الحماية من مسببات المرضية	فطريات الميكوريزا
إنتاج أحماض عضوية	بكتيريا السليكات
إنتاج مخلبيات الحديد	بكتيريا السودوموناس
إنتاج منشطات النمو	الخميره