



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة حماة
كلية الزراعة

التقنية الحيوية الميكروبية

Microbial Biotechnology

(الجزء العملي)

الجلسة التاسعة

إعداد

الدكتور عبد الواحد الططي



2019 - 2018

السماذ العضوي (الكومبوست)

The Organic Fertilizer (Compost)

• مقدمة:

إنّ تحسين الإنتاج الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة يعتمد على الاستفادة من مصادر التربة والمياه مع تدوير المخلفات العضوية وتحويلها إلى سماذ عضوي Organic Manure، ويتفق الباحثون على ضرورة إضافة كميات كبيرة من المادة العضوية للتربة مقابل تخفيض التسميد الكيميائي حتى يمكن إعادة العناصر الغذائية الموجودة في المخلفات النباتية إلى الأرض ويعتبر الاستفادة من المخلفات النباتية والحيوانية في إنتاج الأسمدة العضوية أحد السبل الرئيسية لرفع محتوى التربة من المادة العضوية، وتقوم الأحياء الدقيقة بدور أساسي في إنتاج الأسمدة العضوية وإعادة العناصر الغذائية للتربة.

• مفهوم الكومبوست Compost:

الكومبوست مصطلح لاتيني يعني خليط أو مجموعة مواد متعددة المصادر، وهي طريقة بيولوجية طبيعية تقوم فيها الأحياء الدقيقة النافعة بتحليل وتحويل المواد العضوية إلى منتج نهائي مفيد ثابت بيولوجياً وآمن بيئياً يمكن استخدامه في تسميد الأراضي الزراعية وزيادة خصوبتها.



السماذ العضوي الصناعي Compost

هو السماذ الناتج من التخمر الهوائي للمخلفات النباتية والحيوانية (قش الأرز والحطب والحشائش وتقليم الأشجار وغيرها...)، وهو عبارة عن مادة نشطة بيولوجياً تنتج من التحلل الميكروبي للمادة العضوية تحت ظروف متحكم فيها وهو يشبه في مظهره السماذ البلدي

المتحلل جيداً مع خلوه من الروائح الكريهة علاوة على ارتفاع قيمته من حيث المحتوى النيتروجيني والعضوي وخلوه من بذور الحشائش والممرضات والنيماتودا، وهناك نوعان من الكومبوست بحسب نظام وطريقة إنتاجه (الكومبوست الهوائي، والكومبوست اللاهوائي).

• فوائد السماد العضوي وأهميته:

- 1- يقوم الكومبوست بإمداد النبات بجميع احتياجاته من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى.
- 2- يقوم الكومبوست بتحسين قوام التربة فيساعد على تفكيك الأراضي الثقيلة المندمجة ويحسن تهويتها كما يعمل على تماسك الأراضي المفككة والرملية وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.
- 3- يقضي الكومبوست على بعض أمراض النبات وعلى الحشرات الضارة.
- 4- لا غنى عن استخدامه في الزراعة العضوية لخلوه من بذور الحشائش والمسببات المرضية التي يتم التخلص منها بواسطة الحرارة العالية المنطلقة أثناء عملية التصنيع.
- 5- يقوم الكومبوست بإمداد التربة بملايين الكائنات الحية الدقيقة مثل الميكروبات المثبتة للآزوت الجوي والمذيبة للفوسفور والبوتاسيوم مما يساعد على نمو المحاصيل بكفاءة عالية.
- 6- الكومبوست غني بالهرمونات ومنشطات النمو والمضادات الحيوية المقاومة للفطريات والجراثيم الممرضة مما يقلل من استخدام المبيدات.
- 7- الكومبوست الجيد يؤثر على العناصر الثقيلة السامة كالرصاص والكاديميوم ويجعلها غير قابلة للامتصاص بواسطة جذور النباتات.
- 8- يحافظ على الاتزان البيولوجي لميكروبات التربة كما يعمل على زيادة أعداد دود الأرض بالتربة.
- 9- رخيص الثمن، ويوفر التكلفة الزراعية من خلال تخفيض الحاجة إلى الأسمدة والمبيدات.



• مصادر المخلفات المهمة في تكوين الكومبوست:

- 1- المخلفات الحيوانية بجميع أنواعها (أبقار- أغنام- إبل- خيول وغيرها...) من الروث والبول والأظلاف والعظام وفرش الحظائر.
- 2- مخلفات جميع أنواع الطيور الداجنة ومياه أحواض الأسماك.
- 3- مخلفات النخيل (جريد وثمار متساقطة) أو نواتج فرم النخيل.
- 4- نواتج أعمال الخدمة الدورية طوال الموسم الزراعي كالتعشيب والتقليم والأوراق والثمار المتساقطة.
- 5- مخلفات المطابخ في المنازل والمطاعم ومخلفات أسواق الخضار ومصانع الأغذية والمسالخ.

• أنواع التخمر لإنتاج الكومبوست:

أولاً- السماد العضوي اللاهوائي:

يتم إنتاجه من خلال التخمر اللاهوائي تحت الأرض أو بوساطة مكمورة خاصة لإنتاجه ويكون مغطى بإحكام بغطاء بلاستيكي غير نفوذ لضمان انعدام الهواء أو الأوكسجين داخل كومة السماد مع وجود رطوبة عالية من خلال غمر الكومة بالماء فتزيد نسبة الرطوبة عن 60 %، وهذا النوع من التحلل لا يُفضّل لأنه يؤدي إلى اختناق وموت الجراثيم الهوائية النافعة وتنشط بدلاً منها الجراثيم اللاهوائية التي بدورها تقوم بهدم المادة العضوية بصورة بطيئة وتكون الحرارة الناتجة غير كافية للقضاء على المسببات المرضية حيث تكون أكسدة هذه المواد غير تامة مما يؤدي إلى تراكم الحموض العضوية والكحوليات ويلاحظ انطلاق غاز الميثان والهيدروجين وكبريت الهيدروجين المسؤول عن الرائحة الكريهة أثناء عملية التصنيع كما أنّ مدة تصنيع السماد بهذه الطريقة تحتاج إلى وقت أطول من الطريقة الهوائية ويرجع ذلك إلى الطاقة الحرارية المنطلقة في الظروف الهوائية لعمليات التحلل والتخمر فهي أعلى بكثير من مستويات الطاقة الحرارية الناتجة في ظروف التخمر أو التحلل اللاهوائي وبالتالي فإن السماد اللاهوائي رديء ورائحته كريهة ويضر بالنباتات.

❖ استخدامات التخمر اللاهوائي:

يمكن استخدام التخمر اللاهوائي لإنتاج الطاقة النظيفة (الغاز الحيوي) فروث الحيوانات ومخلفات الحقل عند خلطها بالماء بمعزل عن الهواء الجوي ويفعل أنواع متخصصة من الجراثيم ينتج عنها غاز الميثان بنسبة 50 إلى 70 % وهو الجزء القابل للاشتعال في المخلوط كما ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 20 إلى 25 % بالإضافة إلى عدد من الغازات الأخرى بنسب قليلة كالهيدروجين والنيتروجين وأثار من كبريتيد الهيدروجين.

ثانياً- السماد العضوي الهوائي:

الكومبوست الهوائي هو ناتج عملية التحلل الهوائي بوساطة الكائنات الحية الدقيقة التي يتم توجيهها للحصول على المنتج المطلوب بالتهوية المستمرة بوساطة آلة التقلاب الملحقة بالحرارة أو بالمعازيق اليدوية، وعملية التخمر الهوائي هي عملية حيوية تعتمد على نشاط التمثيل الغذائي لعديد من الكائنات الحية الدقيقة حيث تعتمد تلك الكائنات في تغذيتها على ما تحتويه المخلفات النباتية والحيوانية فتبدأ في تفتيت المواد الكربوهيدراتية والنيتروجينية والنشا وتنطلق كميات كبيرة من الحرارة

وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، ونتيجة لتلك الحرارة المنطلقة فإن درجة حرارة الكمورة تصل إلى 60 - 70° م ولمدة قد تصل إلى شهرين مما يؤدي إلى القضاء على أجنة بذور الحشائش والميكروبات والفطريات والنيماطودا، بالإضافة إلى إفراس الكائنات الحية الدقيقة للمضادات الحيوية التي تساعد في القضاء على الممرضات أثناء فترة التحلل أو عند إضافتها إلى التربة حيث يكون لها دور كبير في وقاية وحماية النبات وبالتالي عدم الحاجة لاستخدام المبيدات، وتقوم الكائنات الحية الدقيقة بإفراس بعض منظمات ومنشطات النمو الطبيعية التي تحسن من صفات المحاصيل الزراعية.

• المكان المناسب لتجهيز الكومبوست (وحدة إنتاج الكومبوست):

1- يجب تجنب الأرض ذات المستوى المنخفض تجنباً لتجمع المياه فيها أثناء هطول الأمطار وتجنب ارتفاع مستوى الماء الأرضي لأن ذلك يؤدي إلى تقليل كفاءة التحلل داخل الكومة.
2- اختيار مساحة من الأرض المستوية المندمجة ويُفضّل أن تكون خرسانية ذات ميل ينتهي بمصارف يتم من خلالها جمع ما يتسرب من الراشح وإعادته ثانية إلى المصفوفة، وكذلك ضمان عدم اختلاط السماد بصخور وتربة الأرض بالإضافة إلى سهولة حركة المعدات أثناء عملية الخدمة للسماد.



3- أن يكون الموقع قريب من مكان طمر مخلفات المزرعة وبجوار آلات فرم المخلفات.
4- أن يكون مصدر المياه قريب من موقع إنتاج الكومبوست.

5- أن يكون موقع وحدة إنتاج الكومبوست مظلل (تحت الأشجار أو تحت مظلة مثلاً) بحيث يقي المصفوفات من أشعة الشمس العمودية خاصة في فصل الصيف التي تعمل على تبخير العناصر الغذائية، وكذلك لتجنب عمليات الغسيل لتلك العناصر عند هطول الأمطار ويجب أن تكون وحدة إنتاج السماد مفتوحة الجوانب لضمان وصول أشعة الشمس الجانبية النافعة ودخول الهواء من جميع الاتجاهات نظراً لأهميته أثناء فترة التحلل الهوائي.

6- يتم بناء المصفوفات بشكل هرمي عرض قاعدته من 2 م إلى 2.5 م وارتفاعه يكون 1.5 م إلى 2 م (بحسب نعومة وخشونة المكونات العضوية للكومة أو المصفوفة)، وبطول حر حسب المكان المتاح من المزرعة.

• متطلبات عملية إنتاج الكومبوست:

- 1- تنوع المواد الداخلة في عملية التخمر الهوائي بحيث تحتوي على مخلفات محاصيل حقلية جافة وخضراء وبقولية ومخلفات الحيوانات والدواجن.
- 2- فرز المخلفات وإزالة المواد البلاستيكية والمعدنية والزجاجية والأوراق الملونة.
- 3- ضبط المحتوى الرطوبي للمواد المكمورة للمحافظة على الحرارة خلال فترة التخمر الهوائي بحيث لا تتعدى 50 % بوساطة جهاز قياس الرطوبة أو بالطريقة البدائية بأخذ عينة من عمق 40 سم.
- 4- المتابعة الدورية لدرجة الحرارة بحيث لا تزيد عن 70° م بوساطة مقياس درجة الحرارة أو بأخذ عينة من عمق 40 سم.
- 5- التحكم في حجم المكمورة بحسب المكونات من المادة العضوية (كلما كانت مكونات السماد من المادة العضوية خشنة وثقيلة كان الارتفاع أكثر والعكس صحيح) أما طول المصفوفة فهو غير محدد بحسب المكان المتاح في المزرعة.
- 6- إجراء التهوية مرة كل أسبوع (أو حسب درجة الحرارة ونسبة الرطوبة الداخلية للمصفوفة بحيث لا تتعدى الحرارة 70° م والرطوبة 60 %) وتتم التهوية بالتقليب عن طريق استخدام الوسيلة الملائمة (المعازيق- المحراث)، وتتم عملية التهوية لثلاثة أسباب:
 - 1- التخلص من الحرارة الزائدة والتحكم في درجة حرارة الوسط ضمن الحدود المثلى.
 - 2- التخلص من الرطوبة الزائدة وتفتيت الكتل وتجانس مكونات السماد.
 - 3- توفير الأوكسجين لإتمام عملية التحلل الهوائي.

• الإضافات التي يمكن اضافتها إلى الكومبوست:

1- بعض المحسنات والصخور الطبيعية:

مركب وخليط من المحسنات والخامات المعدنية الطبيعية التي تضاف إلى خط إنتاج السماد المتخمر عند النضج وبعد الانتهاء من عملية التخمر الهوائي مثال:

صخر الفوسفات كمصدر للفوسفور، وأكسيد الحديد المغناطيسي، الكبريت الزراعي، صخر الدولوميت كمصدر للكالسيوم والمغنيزيوم.



2- إضافات ميكروبية (اللقاح):

أ- حيث يتم استخدام سلالات بكتيرية فعالة بصفة خاصة من أجناس مثبتة للآزوت الجوي مثل: *Azospirillum*, *Azotobacter*، كما يمكن استخدام جراثيم ميسرة للفوسفور مثل *Bacillus*. وتضاف هذه المستحضرات الميكروبية المركزة إلى كومات السماد العضوي الصناعي بمعدل 1- 2 لتر لكل طن من المخلفات الجافة ويراعى أن يتم ذلك بعد انتهاء المراحل الأولى للتحلل الهوائي وانخفاض درجة حرارة الكومة إلى أقل من 40°م، وبعد عملية الترتيب مباشرة لتفادي إزالة الميكروبات المضافة من الأجزاء النباتية مع ماء الترتيب.

ب- استخدام الأحياء الدقيقة النافعة (EM (Effective Microorganisms وهي خليط من الأحياء النافعة (جراثيم التمثيل الضوئي- جراثيم حمض اللاكتيك- الخمائر وأنواع أخرى) التي لها تأثير مفيد على حياة الانسان والحيوان والبيئة، ويستخدم EM في عمل كومات السماد العضوي الصناعي في فترة زمنية قصيرة نسبياً وذلك من خلال تخمر لا هوائي حيث لا تحتاج إلى تقليب وإنما إلى ترطيب فقط. ويضاف بمعدل 1- 2 لتر لكل طن من المخلفات الجافة. من الاتجاهات الحديثة في إنتاج الكومبوست أن يتم تلقيح الطبقات المكونة للكومة بالميكروبات المحللة للسيلولز والهيميسيلولز للإسراع في انضاج الكومة، ويحضّر الآن اللقاح الميكروبي بشكل تجاري تحت أسماء مختلفة مثل الريزوباكترين، والنثروبين، والفوسفاتين، والبوتاسيوماج وغيرها.

• المواد التي يجب عدم إضافتها إلى الكومة:

النباتات التي تم رشها حديثاً بالمبيدات، والنباتات المصابة بالأمراض أو التي تحتوي على أشواك، وعدم إضافة الحشائش المعمرة مثل النباتات النجيلية التي يُفضّل حرقها ثم الاستفادة من الرماد في الكومة، كما لا يفضل إضافة بقايا اللحوم حتى لا تجذب الحشرات وكذلك المواد غير العضوية مثل المعادن والبلاستيك.

• التغييرات التي تحدث أثناء عملية التخمر الهوائي:

يوجد ثلاث مراحل رئيسية يمر فيها السماد المخمر خلال فترة التحلل التي تحدث من بداية فترة الاعداد وحتى الوصول للنضج والتحلل لمحتويات السماد حسب الجدول التالي:

المرحلة	درجة الحرارة	الكائنات الحية	العمل	المنتجات
مرحلة التسخين	20 - 50 درجة مئوية	الجراثيم والفطريات التي تعيش بدرجة حرارة معتدلة	تفتيت الكربوهيدرات والبروتينات والنشاء	الأمونيا والنترات وثنائي أكسيد الكربون والسكريات
	50 - 70 - 50 درجة مئوية	الكائنات الحية الدقيقة المتحملة للحرارة	تفتيت إضافي للمركبات المعقدة كالسيللوز	المتعددة والمياه والمعادن
مرحلة التبريد	25 - 50 درجة مئوية	الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في درجة حرارة معتدلة	تفتيت السيللوز واللجنين	الأمونيا والنترات وثنائي أكسيد الكربون والمياه والمعادن والذبال
مرحلة التحلل (النضج)	20 - 25 درجة مئوية	الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في درجة حرارة معتدلة	تركيبة من المواد الغذائية المعدنية	الذبال والمزيد من العناصر الصلبة
		الديدان والعناكب	خلط العناصر المركبة العضوية والمعدنية	السماذ المتخمر (المتحلل)

تتوالى عدة خطوات أثناء عملية التخمر الهوائي بدءاً من توفر الظروف المناسبة كما يلي:

1- عندما تتوفر الرطوبة والتهوية بدرجة مناسبة للمخلفات النباتية المكسرة يبدأ نشاط الميكروبات والفطريات في تحليل هذه المخلفات، وتتكاثر هذه الكائنات مستخدمة السكريات السهلة والذائبة كمصدر للطاقة في وجود العناصر الضرورية لها مما يؤدي إلى زيادة أعداد هذه الكائنات التي ينتج عنها انطلاق الحرارة نتيجة لأكسدة المواد العضوية.

2- تحتفظ الكومة بالحرارة لأن المادة العضوية عازلة للحرارة، وترتفع حرارة الكومة عن حرارة الجو العادي إلى 65 - 70°م مما يؤدي إلى القضاء على الميكروبات المحبة للحرارة المتوسطة في حين تتكاثر الكائنات المحبة للحرارة المرتفعة من بكتريا وفطريات وأكتينومييسيت، ويتم خلال هذه المرحلة تحلل معظم المواد العضوية وتحولها إلى صورة أكثر ثباتاً، وارتفاع درجة PH نتيجة انطلاق الأمونيا من البروتينات.

3- تبدأ درجة حرارة الكومة بالانخفاض حتى تصل إلى درجة حرارة الجو المحيط مع حدوث تغيرات في درجة الحموضة والنيتروجين الذائب فيها.

4- تحدث تغيرات عديدة في كومة السماد حيث يتناقص حجم الكومة وتنخفض درجة الحموضة في الفترة الأولى، وتتجه بعد ذلك إلى القلوية ثم التعادل في النهاية بالإضافة إلى تحلل المواد العضوية ووصولها إلى حالة الدبال.

• طرق بناء مصفوفة الكومبوست:

يتم بناء المصفوفة بطريقة التعاقب للطبقات من المواد العضوية المختلفة وفق التركيبة التالية:

- تحدد أرض مستوية بعرض 2 - 2.5 متر وبطول حر حسب المساحة المتاحة.
- رش الأرضية المحددة بالماء لتهيئة الرطوبة أسفل الكومة قبل البدء بفرش الطبقات.
- توضع طبقة من المخلفات النباتية الجافة كالعروش ومخلفات البيوت المحمية ليكون هناك مسامية تسمح بتخلل الهواء أسفل الكومة ثم ترش بالماء.
- يليها طبقة من مخلفات الإنتاج الحيواني (كالروث البقري) بسمك حوالي 30 سم ثم ترش بالماء.
- توضع طبقة بسمكة 30 سم من المخلفات النباتية الجافة الخفيفة كالأوراق أو النباتات التي تم فرمها وترش بالماء.
- ثم طبقة من مخلفات الدواجن بسمكة 15 سم وترش بالماء.
- يليها طبقة من السماد العضوي الناتج (كمبوست) بسمكة 15 سم ثم ترش بالماء.
- يأتي بعدها طبقة من المخلفات النباتية الخضراء الخفيفة الغضة (يفضل أن تكون بقولية) بسمكة 30 سم ثم ترش بالماء.
- يتم تكرار هذه الطبقات حتى ارتفاع 1.5 - 2 متر وأخيراً توضع طبقة خفيفة من التربة الزراعية بسمكة 5 - 10 سم وترش بالماء والهدف من التربة هو منع انتشار الذباب.

- ثم ترش طبقة من مسحوق صخور المعادن عند الوصول لمرحلة النضج.



- العوامل المؤثرة على عملية التخمر وإنتاج الكومبوست:

- تحتاج الكائنات الحية التي تصنع السماد العضوي إلى أربع مكونات مهمة لتعمل بشكل فعال هي:
- 1- الكربون لأجل الطاقة والنسبة العالية من الكربون تكون عادة في المواد العضوية البنية والداكنة.
 - 2- النتروجين ضروري لنمو ونشاط الميكروبات التي تُحلل الكربون، والمواد عالية النتروجين تكون خضراء (أو ملونة مثل الخضار والفواكه) ورطبة.
 - 3- الأوكسجين لأكسدة الكربون والمساعدة في عملية التحلل.
 - 4- الماء للمحافظة على نشاط العملية وذلك بالنسب الصحيحة بدون إحداث ظروف غير هوائية.

أ- الحرارة والرطوبة:



كلما زادت حرارة الكومة احتاجت إلى التقليب وإضافة الماء، وتوازن الماء/الهواء ضروري في المراحل الأولى للحفاظ على الحرارة العالية (50 - 70°م) حتى تتحطم المواد. يجب المحافظة على الحرارة المنطلقة للوصول لكفاءة تخميرية عالية وذلك

بتقليل السطح المعرض للهواء الخارجي، ويجب المحافظة على الرطوبة بنسبة 60 % خلال فترة التخمر ويمكن التعرف عليها بأخذ عينات من داخل الكومة وضغطها براحة اليد فتكون ندية في حالة الرطوبة المناسبة.

ب- التهوية:

إنّ توفر الأوكسجين ضروري لعملية التخمر الهوائي ويتم ذلك بتقليب الكومة بشكل دوري لأن سيادة الظروف اللاهوائية تؤدي إلى انخفاض الحرارة وتصاعد الروائح الكريحة (رائحة النشادر) وظهور اللون الأزرق والأسود نتيجة ارتفاع القلوية مما يقلل من جودة السماد.

ت- حجم جزيئات المخلفات النباتية:

يؤدي تقطيع المخلفات إلى زيادة عملية التحلل والحصول على الميزات التالية:

1- زيادة السطح المعرض للكائنات الدقيقة المحللة للمخلفات.

2- زيادة معدل التهوية.

3- تحسين احتفاظ المخلفات بالرطوبة.

4- تسهيل عملية تقليب الكومة.

ث- نسبة الكربون إلى النيتروجين:



تؤثر نسبة الكربون إلى النيتروجين على سير عملية التخمر فمن الضروري أن تكون في حدود 1:25 لأنّ الزيادة في كمية الكربون تعطل عملية الهضم وتؤثر على تكاثر الكائنات الدقيقة التي تتطلب عنصر النيتروجين بنسبة مكافئة لنسبة الكربون كي تتمكن من بناء خلايا جديدة أما زيادة النيتروجين فتسبب في تصاعد الأمونيا التي تعتبر من المواد السامة للكائنات الحية ويمكن أن تعيق عملية التخمر. جميع المواد النباتية والحيوانية تحوي نسب من النيتروجين والكربون لكن تختلف بشكل واسع في الخصائص المذكورة سابقاً (جاف/ رطب، أخضر/ بني) مثلاً يملك العشب الأخضر نسبة متوسطة من الكربون والنيتروجين تقدر بحوالي 1:15، والأوراق الجافة التي تسقط في الخريف حوالي 1: 50 حسب النوع. يجب الملاحظة والانتباه لكميات المواد المختلفة أثناء بناء الكومة.

• علامات نضج الكومبوست:

(1) يتم النضج عادة بعد 2.5 - 3 أشهر (أحياناً 4 أشهر شتاءً).

(2) عدم تمييز مكوناته الأصلية.

(3) أن يكون ذو قوام اسفنجي متحلل وناعم الملمس والتركييب وليس متكتلاً (حبيبي).

(4) انخفاض درجة الحرارة حتى الدرجة المحيطة أو 5 درجات مئوية فوق درجة حرارة الجو المحيط.

(5) اختفاء رائحة الأمونيا وله رائحة التربة المبلولة.

(6) لونه رمادي إلى بني غامق.

(7) الرطوبة من 20 - 30 %.

(8) درجة الحموضة يجب أن لا تزيد عن 8.

• خصائص الكومبوست الجيد:

لابد أن تتوفر في الكومبوست الجيد الخصائص الآتية:

- يحتوى على المادة العضوية الدبال حيث تعتبر مخزن للعناصر.
- خالي من بذور الحشائش.
- خالي من الكائنات الحية الممرضة مثل *E.Coli* و *Salmonella spp*.
- خالي من مسببات أمراض النبات مثل فطريات *Rhizoctonia* و *Fusarium*.
- خالي من الطفيليات والنيماطودا والحشرات الممرضة للنبات.
- غني بالكائنات الحية الدقيقة النافعة.
- درجة الحموضة متعادلة.
- خالي من العناصر الثقيلة.
- اللون بني.
- الرائحة المقبولة قريبة من رائحة الأرض المحروثة.



انتهت المحاضرة