المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي

جامعة القصيم
Qassim University

جامعة القصيم

مركز الأبحاث الواعدة
في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية

أمانة مراكز البحوث
Saudi Centers Of Research Excellence

BCARC

صناعة الكمبوست وفوائده

إعـــــداد

د. مصطفى عبدالرحمن العجمي

باحث أسمدة عضوية

إصـــــدار

مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية

(١٤٣٤ هـ/ ٢٠١٣ م)

مقدمة

من المعروف أن أراضي المملكة العربية السعودية فقيرة في محتواها من المادة العضوية حيث تقع في نطاق المناطق الجافة و التي تتميز بالمصادر المائية المحدودة و قلة الغطاء النباتي و الفقر الشديد في مستوى المادة العضوية

و لذلك فإنه يلزم إضافة المادة العضوية للأراضي الزراعية للمحافظة على خصوبة الأراضي المنزرعة أو رفع خصوبة الأراضي المستصلحة حديثا و هذا ينعكس على قدرة الأرض الإنتاجية و تحسين خواص المحصول كما و نوعا

و من ناحية أخرى نلاحظ استخدام المزارعين للأسمدة الكيماوية (المعدنية) لإمداد النبات باحتياجاته الغذائية و لكن المشكلة تكمن في أن مستخدمي الأسمدة الكيماوية و خاصة الأسمدة النتروجينية لا يلتزمون بالتوصيات السمادية الموصى بها للمحصول و إنما يفرطون في إضافتها رغبة في زيادة الإنتاج، و هذا يؤدي بنا إلى مشكلة صحية بالغة الخطورة وهي تراكم النترات في المنتج الزراعي مما ينعكس بآثاره السلبية على صحة الإنسان و التي أدت إلى تفشي الأمراض و خاصة السرطان و الفشل الكلوي و أمراض الكبد.

تعريف الأسمدة العضوية

هي تلك المخلفات التي تحتوي على المادة العضوية Organic matter أي أنها المخلفات التي تحتوي على الكربون و الذي يستخدم كأساس للتقييم.

تقسيم الأسمدة العضوية

١. أسمدة عضوية مزرعية و هي التي تشمل مخلفات المزرعة (نباتية،حيوانية) مثل السماد البلدي و السماد الأخضر و البيت Peat.

٢. أسمدة عضوية تجارية Organic commercial fertilizers و هي الأسمدة العضوية التي تنتج من معاملة المخلفات العضوية ببعض المعاملات التي تتيح الاستخدام الآمن لهذه المخلفات مثل السماد البلدي الصناعي Compost و سماد البيوجاز Biogas و سماد قمامة المدن Town refuse و مخلفات المجاري Sewage sludge حيث يجب أن تكون هذه المخلفات خالية من أي ملوثات كيميائية أو بيولوجية.

ما هو السماد العضوي الصناعي (الكمبوست) ؟

هو السماد العضوي الناتج من تخمر المخلفات النباتية سواء كانت (قش أرز – عروش النباتات – الأحطاب – الحشائش – ورد النيل – نواتج تقليم الأشجار و غيرها....) وكذلك المخلفات الحيوانية (روث مواشي-

سبلة دواجن – سبلة حمام و غيرها....) و الذي يضاف إلى الأراضي الزراعية بقصد إمدادها بالمواد العضوية مع تغذية النباتات النامية عليها بالعناصر الأساسية الثلاثة وهي الآزوت و الفوسفور و البوتاسيوم فضلا عن العناصر الأخرى المعروفة بالعناصر الثانوية.

و العملية التي بواسطتها يتم الحصول على السماد العضوي الصناعي تسمى **Composting process** و يمكن تعريفها بأنها عملية بيولوجية عن طريقها يتم تحويل المخلفات العضوية الخام إلى مواد أكثر ثباتاً تحتوي على الدبال وبعض العناصر الغذائية.

تصنيع السماد العضوي الصناعي (الكمبوست) :

هو عملية تحليل المادة العضوية بواسطة الميكروبات المتواجدة عليها بصورة طبيعية أو بواسطة اللقاحات الميكروبية المضافة إليها تحت ظروف يتم التحكم فيها بقصد الحصول على الكمبوست لإضافته للتربة الزراعية حيث تعمل عليه ميكروبات التربة .

هذا و يمكن إنتاج الكمبوست بطريقين :

الطريقة الأولى : الكمر الهوائي

تتم هذه الطريقة تحت الظروف الهوائية بواسطة ميكروبات هوائية و من مميزاتها :

أ. ارتفاع درجة حرارة المكمورة السمادية نتيجة التحلل الهوائي .

ب. تلف بذور الحشائش التي قد تتواجد بالمخلفات العضوية وفقدها لحيويتها بحيث لا يمكن أن تنبت مرة أخرى عند استخدام الكمبوست في تسميد التربة.

ج. القضاء على مسببات الأمراض الميكروبية و حويصلات النيماتودا و بويضات الطفيليات .

الطريقة الثانية : الكمر اللاهوائي

تحدث هذه الطريقة تحت الظروف اللاهوائية بواسطة ميكروبات لا هوائية و يعاب عليها:

أ. يتطلب إنتاج الكمبوست وقت أطول عن الطريقة الهوائية.

ب. إنتاج الروائح الكريهة مثل كبريتيد الهيدروجين.

ج. عدم إنتاج حرارة بالمكمورة السمادية بسبب إنخفاض كمية الطاقة المنتجة حوالي 19 مرة مقارنة بمثيلتها المنتجة تحت الظروف الهوائية.

بناء الكومة السمادية

تختلف طريقة بناء الكومة من مكان لآخر على حسب المخلفات و الظروف المتوفرة و عموما يمكن بناء الكومات كما يلي:

- تنشأ كومات (مكمورات) الكمبوست بعرض 2.5- 3 متر و بالطول الملائم لكمية المخلفات المراد تخميرها في موقع ملائم و يحتاج الطن الواحد من المخلفات إلى مساحة $6m^2$ (2x3m) و إرتفاع 1.5-2m و يجب أن يكون المكان المختار قرب مورد للمياه العذبه لتسهيل عمليات رش الكومات، و في مكان مجاور لحظائر الماشية، على أن تكون أرض المكان جافة لا يحدث بها نشع، و يمكن دك أرض الموقع جيدا، على أن يكون بها ميل بسيط، مع حفر قناة صغيرة حولها بعمق و عرض حوالي 30cm لتجميع السوائل الراشحة من الكومة فيها، حيث يمكن إعادة استخدامها في ترطيب الكومة.
- تفرش طبقة بارتفاع حوالي نصف متر من المخلفات العضوية المفرومة و التي تم تقطيعها و تكسيرها إلى أجزاء صغيرة (يمكن إتمام ذلك بواسطة ماكينات الفرم) ثم ترش بالماء، يساعد فرم أو تقطيع المخلفات في تسهيل عمليات الترطيب و التقليب و من ثم سرعة التحليل الميكروبي.

آلة فرم المخلفات

- يوضع فوقها طبقة بارتفاع حوالي 10cm من مخلفات الحيوانات كالماشية و الأغنام أو الطيور الداجنة ثم يرطب بالرش برذاذ من الماء مع مراعاة التوزيع بانتظام و تجانس.

- تكرر الطبقات السابقة بالتبادل حتى حوالي عشر طبقات ليصل الارتفاع 1.5-2m مع مراعاة ألا تكون الطبقة الخارجية المكمورة من مخلفات الحيوان أو الدواجن لتجنب توالد و تكاثر الذباب.
- يداوم على رش المكمورة بالماء لتحاشي جفافها و ذلك على حسب الظروف الجوية و في العادة ترش الكومة بمعدل 3-2 مرات أسبوعيا في الصيف و مرة واحدة في الشتاء، و يجب عند أخذ أي عينة من الكومة و ضغطه بين راحتي اليد أن ترطب اليد دون تساقط الماء (رطوبة 60%).

- و في عملية الكمر الهوائي يراعى تقليب المكمورة و خلال التقليب تضبط الرطوبة، و يعاد بناء المكمورة لخلط مكوناتها جيدا، بحيث تتجانس الكومة في جميع أجزائها لضمان تنشيط عملية التحلل، و مثل هذه العمليات من شأنها أن تساعد في تهوية قلب المكمورة ، و رفع درجة حيويتها بيولوجيا ($55-70C^{o}$)، حيث تساعد الحرارة إلى جانب المضادات الحيوية Antibiotics التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة في القضاء على الميكروبات الممرضة و النيماتودا و بذور الحشائش.

آلة تقليب الكومة السمادية (ذات درفيلين)

التعرف على درجة حرارة الكومة السمادية

- تستغرق فترة نضج الكمبوست 1.5-5.5 شهر على حسب نوع المخلفات المستخدمة و نسبة المواد الخشبية بها بصفة خاصة، و يعطي الطن الواحد من المخلفات حوالي $2.5m^3$ سماد كمبوست، و هذه تتفاوت كثيرا على حسب نوع المخلفات المستخدمة.

دلائل (مظاهر) نضج الكمبوست

هناك عدة دلائل أو مظاهر يستدل منها على نضج الكمبوست منها:

١. انخفاض درجة حرارة المكمورة في حالة توافر درجة الرطوبة المثلى إلى حوالي $40\text{-}50C^o$ و هو أقل من المدى الحراري البيولوجي، فتمام نضج الكمبوست يقترن بتوقف التفاعلات المولدة للحرارة و انخفاض درجة حرارة المكمورة لتتساوى مع درجة حرارة الوسط المحيط.

٢. اختفاء رائحة الأمونيا و يرجع ذلك إلى تحولها إلى نترات، و ظهور رائحة أخرى مقبولة أقرب إلى رائحة التربة الجافة عندما ترش بالماء.

٣. اكتساب الكمبوست اللون البني الداكن المميز له.

٤. و صول نسبة الكربون / النيتروجين C/N ratio في الكمبوست الناتج إلى (15-20:1).

مواصفات الكمبوست

يختلف التركيب الكيماوي للكمبوست كثيرا حيث يعتمد على نوع المخلف المستخدم في بناء المكمورة السمادية و الطريقة المستخدمة في تصنيع الكمبوست و الجدول التالي يوضح مواصفات الكمبوست الناضج:

اللون	**بني غامق**
الرائحة	مقبولة (رائحة التراب المرشوش بالماء)
القوام	إسفنجي
وزن المتر المكعب رطب	لا يزيد عن 700 kg/m^3
الرطوبة	لا تزيد عن 30%
درجة PH (1:10)	أقل من 8
درجة الحرارة	5-10C^o فوق درجة حرارة الجو
النيتروجين الكلي	لا يقل عن 1%
النيتروجين الآمونيومي	لا يقل عن 100ملليجرام/كيلوجرام

النيتروجين النتراتي	لا يقل عن 50ملليجرام/كيلوجرام
النيتروجين النيتريتي	لا يوجد
المادة العضوية	لا تقل عن 30%
الفسفور الكلي	لا يقل عن 0.8%
البوتاسيوم الكلي	لا يقل عن 1.0%
نسبة C/N ratio	أقل من 20:1
الدبال	25-30% من المادة العضوية
كبريتيد الأيدروجين	لا يوجد
بذور الحشائش	لا يوجد
النيماتودا	لا يوجد

تخزين السماد العضوي

يخزن السماد العضوي الناضج لحين استخدامه بكبسه جيدا و تقليل حجمه مع حمايته من حرارة الشمس و الرياح و تغطيته بالقش أو قطع من الخيش، مع مداومة ترطيب المكمورة من الخارج بالماء.

مقارنة بين التركيب الكيماوي للبقايا العضوية الخام و المادة العضوية بالتربة عن (Foth,H.D.and L.M. Turk,1972)

المكـــــون	٪ للمكون على أساس الوزن الجاف	
	أنسجة نباتية ناضجة	المادة العضوية بالتربة
سليلوز	20-50	2-10
هيميسليلوز	10-30	0-2
لجنين	10-30	35-50
بروتين	1-15	28-35
دهون- شموع- الخ	1-8	1-8

فترة عمر النصف لبعض مكونات المادة العضوية بالتربة عن

(Jenkinson,D.S. and J.H. RAYNER,1977)

المكـــــون	فترة عمر النصف (عام)
مواد نباتية قابلة للتحلل	0.17
مواد نباتية مقاومة للتحلل	2.31
أجسام الميكروبات	1.69
مادة عضوية مرتبطة بالتربة بروابط طبيعية	49.5
مادة عضوية مرتبطة بالتربة بروابط كيماوية	1980

العوامل التي تؤثر على عملية الكمبوست :

هناك العديد من العوامل التي يجب السيطرة عليها و التحكم فيها لإنتاج سماد عضوي ذات مواصفات جيدة و كذلك يكون آمن و خالي من مسببات الأمراض و بذور الحشائش حتى يمكن الوصول إلى الهدف المنشود من استخدام الأسمدة العضوية، و من هذه العوامل :

١. تقطيع المخلفات :

تؤدي عملية تكسير و تقطيع و طحن المخلفات إلى زيادة عملية التحلل و ذلك نتيجة لزيادة السطح المعرض للكائنات الحية المحللة للمخلفات ٠ كما تساعد على زيادة معدل التهوية و حفظ الرطوبة بالإضافة إلى سهولة نقل و تقليب المكمورة ٠

٢. نسبة الكربون إلى النيتروجين : C / N ratio

تعتبر من أهم العوامل التي تحدد مدى نجاح عملية الكمر فالكائنات الحية الدقيقة تقوم بتمثيل 30 جزء من الكربون مقابل جزء واحد فقط من النيتروجين و على هذا فإن وجود مخلفات نباتية ترتفع أو تنخفض بها هذه النسبة عن 30:1 تستدعي إتباع أسلوب معين في كمرها كما يلي :

- ففي حالة المخلفات التي تتسع بها النسبة عن 30:1 كما في حالة أغلب المخلفات النباتية الزراعية يفضل خلطها مع أسمدة نيتروجينية أو إضافة مخلفات الحيوانات أو الدواجن و ذلك لإحداث التوازن المطلوب الذي يساعد على سرعة التحلل و الحصول على منتج جيد ٠

- و في حالة المخلفات التي تضيق بها النسبة عن 30:1 يصاحب عملية الكمر فقد في النيتروجين و لذا يجب العمل على خلطها بمخلفات تتسع فيها هذه النسبة مثل الأتبان و القش و نشارة الخشب و تقليم الأشجار.

3- الرطوبة :

يجب المحافظة على رطوبة المكمورات في المدى ما بين 50-60% خلال فترة التخمير و يمكن التعرف عليها بأخذ عينات من داخل المكمورات و ضغطها في راحة اليد حيث تكون منداة مثل العرق عند وجود الرطوبة المناسبة.

4- التهوية :

الأكسجين ضروري لعملية التخمر الهوائي و لذا يجب أن تكون الرطوبة في حدود 50-60% فقط مع ضغط المخلفات مما يساعد على سريان الهواء داخل المكمورات و ضرورة إجراء التقليب بصفة دورية للتهوية.

و تسوء التهوية بزيادة الرطوبة عن 60% أو تضاغط المكمورات و هذا يؤدي إلى إنخفاض درجة الحرارة مباشرة و تصاعد الروائح الكريهة و ظهور اللون الأزرق أو الأسود داخل المكمورات، و خلال عملية الأكسدة البيولوجية للمواد العضوية تظهر رائحة الأمونيا أحيانا و خاصة في حالة المخلفات عالية المحتوى النيتروجيني و ذلك نتيجة ارتفاع حرارة المكمورة مع سيادة الوسط القلوي في المكمورات.

أضرار إضافة المواد العضوية غير المتحللة إلى التربة :

- تحول الآزوت النتراتي و النشادري في التربة إلى آزوت عضوي يتسبب في ظهور أعراض نقص مؤقت للنتروجين بالتربة.
- تؤدي ظروف التهوية المحدودة الناتجة عن تواجد المواد العضوية غير المتحللة إلى استخلاص الميكروبات لأكسجين النترات و انطلاق أكاسيد نتروجين.
- تسبب اختلال النسبة بين الأكسجين إلى ثاني أكسيد الكربون بالتربة مما يؤدي إلى التأثير على العمليات الحيوية و الكيماوية إلي تحدث بالتربة.
- تتزايد أعداد الميكروبات بدرجة كبيرة في حالة وجود المواد العضوية غير المتحللة و يتزايد نشاطها مما يؤدي إلى مهاجمتها لدبال التربة.
- تؤدي الظروف اللاهوائية و النشاط الزائد لميكروبات التربة إلى تكون مركبات سامة تؤثر في نمو النباتات.

أهمية المادة العضوية و تأثيراتها:

تعتبر المادة العضوية هي المسئولة عن تكوين البناء الأرضي المرغوب فيه للطبقة السطحية من التربة كما تشجع تكوين المسام الأرضية ذات الأقطار الواسعة و أيضا تعمل على تحسين العلاقات المائية الهوائية للتربة و تقلل من انجراف التربة سواء بالرياح أو المياه.

تأثيرات الأسمدة العضوية :

أولا : تأثيرات المواد الدبالية على خواص التربة الطبيعية :

١. تحسن المواد الدبالية بناء التربة كالآتي:

أ. بطريقة مباشرة نتيجة تفكك حبيبات الأراضي الثقيلة بواسطة الجزيئات الدبالية الكبيرة (ويلاحظ أن التفكك الزائد له تأثير ضار).

ب. بطريقة غير مباشرة عن طريق زيادتها لنشاط و أعداد الميكروبات التي تقوم بربط الحبيبات الدقيقة و تكوين حبيبات هيومية ثابتة.

٢. تؤدي المواد الدبالية إلى زيادة السعة المائية للتربة كالآتي:

أ. بطريقة مباشرة نتيجة ارتباط الماء مع المادة العضوية.

ب. بطريقة غير مباشرة عن طريق تحسين البناء.

٣. تحسن المواد الدبالية التهوية بالتربة حيث تكوين بناء جيد يؤدي إلى مسام واسعة و بذلك يؤدي إلى:

أ. إمداد الأكسجين للجذور .

ب. خروج ثاني أكسيد الكربون من الفراغات الجذرية.

٤. تزيد المواد الدبالية من حرارة التربة كالآتي:

أ. بطريقة مباشرة نتيجة لونها الداكن الذي يزيد امتصاص الحرارة بواسطة التربة.

ب. بطريقة غير مباشرة نتيجة تحسين البناء.

ثانيا : تأثيرات المواد الدبالية على خواص التربة الكيماوية :

١. تقوم المواد الدبالية بتخزين العناصر الغذائية على سطوحها في صورة متبادلة و هذا هام في حالة الأراضي ذات المحتوى المنخفض من الطين .

٢. تقوم بالتزويد بالعناصر و الطاقة من خلال تحلل دبال العناصر الغذائية غير الثابت مثل ثاني أكسيد الكربون و النتروجين و الفسفور و الكبريت و بعض العناصر الصغرى .

٣. تحلل الدبال يؤدي إلى تيسير و انطلاق العناصر الغذائية لتصبح أكثر حركة و ذلك من مخازنها غير العضوية .

العوامل البيئية والأرضية المؤثرة على تحلل الأسمدة العضوية

هناك مجموعة من العوامل البيئية و الأرضية التي تتحكم في معدل تحلل الأسمدة العضوية المضافة للتربة و بالتالي تؤثر في معدل تراكم الدبال بها و هذه العوامل يمكن تلخيصها في النقاط الآتية:

١. درجة الحرارة:

حيث يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى الإبطاء من تحلل الأسمدة العضوية مما يعمل على تراكمها سواء في أو على سطح التربة و باستمرار الظروف الباردة تنخفض كمية الدبال في التربة لقلة كميات المادة العضوية المنتجة مع ضعف النشاط الميكروبي بينما يعمل ارتفاع درجة الحرارة في الصيف الدافئ على زيادة نمو النباتات و بالتالي زيادة كميات المادة العضوية المضافة إلى الأرض مع زيادة النشاط الميكروبي مما يؤدي إلى تشجيع تكوين الدبال و تراكمه.

أما في المناخ الحار فإن معدلات تحلل المادة العضوية المضافة و حتى الدبال تفوق معدلات تراكمها و بالتالي يحدث نقص مستمر و هذا هو الحال في أراضينا الصحراوية٠

٢. رطوبة التربة:

يحتاج كل من نمو النبات و تحلل المادة العضوية إلى رطوبة ملائمة و تعتبر ظروف الرطوبة القريبة أو الأكثر قليلا من السعة الحقلية مناسبة لكل من العمليتين و يعمل الجفاف و كذلك الظروف الغدقة على تقليل نمو النبات و التحلل الميكروبي (باستثناء الحشائش المائية و كذلك نباتات الأرز التي تنمو تحت الظروف الغدقة)٠ و عادة تكون الأراضي سيئة الصرف ذات محتوى عال نسبيا من الدبال و تتسبب مثل هذه الظروف في بعض الأماكن إلى تكوين بعض الأراضي العضوية٠

٣. المغذيات:

يؤدي نقص المغذيات (خاصة النيتروجين) إلى خفض نمو النباتات بمعدل أكبر من خفض معدل تحلل المادة العضوية لأن الكائنات الدقيقة يمكنها أن تستخدم المغذيات المنفردة من البقايا العضوية قبل أن تمتصها جذور النباتات٠

٤. رقم حموضة التربة:

تنمو معظم الكائنات الدقيقة المعروفة بصورة أفضل عند رقم حموضة من 8-6 و لكن هذا النمو يثبط تحت رقم 4.5 و فوق رقم 8.5 و تعمل الحموضة الشديدة على تثبيط نمو الميكروب بدرجة أكبر من القلوية الشديدة٠

٥. قوام التربة:

تميل الأراضي ذات المحتوى العالي من معادن الطين إلى مسك كميات كبيرة من الدبال و ترتبط معظم المركبات العضوية بالأسطح المعدنية خاصة معادن الطين بروابط كثيرة الأنواع و أكثر مواقع الارتباط فعالية سواء على المعادن أو على الدبال هي الروابط التالية:

$-Fe-OH$ و $-AL-OH$ و $-OH$ و $-O$

و كذلك مواقع التبادل الكاتيوني للمعادن و أيضا المجاميع التالية:

$-COOH$ و $-OH$ و $-SH$ و $-NH_3$

للمواد العضوية و عندما تدمص الجزيئات الزيتية أو الشمعية تصبح التربة نافرة للماء نتيجة لتغليف جزء التربة الصلب٠

6- عوامل أخرى:

تعمل المستويات السامة لبعض العناصر مثل الألومنيوم و المنجنيز و البورون و السلينيوم و الكلوريد الواصلة للتربة كملوثات و كذلك الملوحة الزائدة على تثبيط عملية التحلل٠

كما يعتبر نوع البقايا النباتية من العوامل الهامة في عملية التحلل حيث تكون بقايا النباتات البقولية سهلة في التحلل عن بقايا الحشائش أو النباتات النجيلية٠

على ذلك نرى أن تراكم المادة العضوية في التربة يتأثر بالعوامل السابق ذكرها إضافة إلى درجة الخلط داخل التربة لأن عملية الخلط الجيد بالتربة تسرع من عملية التحلل و تقلل من التراكم٠