الجمهورية التونسية
وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري
المركز الفني للفلاحة البيولوجية

إنتاج الكمبوست في الفلاحة البيولوجية

ISO 9001:2015
ISO 14001:2015
ISO 45001:2018
BUREAU VERITAS
Certification

1. الكمبوست:

الكمبوست هو سماد عضوي غني بالدبال (Humus) والعناصر الغذائية المعدنية والكائنات الحية وعلى درجة عالية من الجودة ناتج عن عملية تخمير المخلفات العضوية النباتية والحيوانية. وهو من أهمّ الأسمدة التي تضاف للتربة بهدف زيادة خصوبتها والحصول على إنتاجية أعلى.

2. فوائد الكمبوست:

- إمداد التربة بالمواد العضوية والعناصر الغذائية الضرورية للنبات.
- القضاء على معظم أمراض النباتات والجراثيم وبذور الأعشاب الطفيلية.
- تحسين خصائص وتركيبة التربة.
- مقاومة الانجراف والتعرية.
- المساهمة في زيادة قدرة التربة الرملية خاصة على الاحتفاظ بالماء.
- زيادة المقاومة الطبيعية للنبتة.
- الزيادة من نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة مثل الفطريات والبكتيريا.
- التقليص من استعمال الأسمدة العضوية التجارية الباهظة الثمن.
- انحلال بقايا الرواسب الكيميائية.

3. عملية الكمبوستاج:

يمثّل الكومبوستاج :

- طريقة لتثبيت ومعالجة الفواضل العضويّة من أصل نباتي أو حيواني السهلة الإتلاف.

- تقنية بيولوجية لإعادة رسكلة المادة العضويّة أو إعادة تثمين القيمة الفلاحية للكتلة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة تحت ظروف معينة ومراقبة لتعطي خلال تطورها الدبال الذي يمثّل سبب ثبات وخصوبة الأرض.
- طريقة للعناية بكلّ أنواع الفواضل العضوية لكن خاصة الفواضل الصلبة والنصف صلبة.
- طريقة للقضاء بالحرارة و بعض العوامل الداخلية على الجراثيم و الطفيليات المسببة للأمراض و الحبات الغير مرغوب فيها.
- نتيجة لعمل ميكروبيولوجي وفق ظروف خاصة.
- تقنية بيئية إذ تمكّن من رجوع المادة العضوية في الأرض وبذلك إعادة إدخالها في أكبر الدورات الحياتية.
- عملية اقتصادية يتمّ من خلالها الاستفادة من الفواضل العضوية بمعالجتها وتحويلها إلى ثروة فلاحية.

1.3. مؤشرات الكمبوستاج:

أثناء الكمبوستاج، يقع إنحلال المواد العضوية مثلما في الأرض بناء على سلسلة من التحولات الطبيعية. تتدخل عدّة عوامل عند إنحلال المواد العضوية منها ما يتصل بالفضلات العضوية و منها ما يتصل بالأرض.

إنّ الهدف من عملية الكمبوستاج هو الإنحلال بواسطة الكائنات الحية الدقيقة و أهمّ مؤشرات الكومبوستاج هي تلك التي تؤثر على ظروف حياة هذه الأجسام (الحرارة، الرطوبة، نسبة الأكسجين، نسبة الكاربون على الآزوت).

- الحرارة :

تتغير درجة الحرارة خلال عمليّة الكمبوستاج :

* مرحلة التسخين : وهي المرحلة الأولى في عملية الكمبوستاج وتعرف بمرحلة تحلّل المواد العضوية. تبدأ هذه المرحلة عادة أيّام بعد تركيز الكوم وتستمر إلى حوالي أسبوعين. ترتفع درجة الحرارة تدريجيا بعد تركيز الكوم و ريه لتبلغ درجات عالية (حوالي 60°).

تختلف الحرارة حسب نوع المواد الأولية التي تمّ إستعمالها إذ أنّ انحلال المواد الغنية بالكاربون (قش، الأغصان، الأوراق، الخشب...) يؤدي إلى درجات حرارية أعلى من انحلال المواد الفقيرة لهذه المادة (البقوليات، مخلفات الخضر، نفايات المطبخ...).

* مرحلة التبريد : تنخفض درجة الحرارة في هذه المرحلة. وتستمر عدّة أشهر حسب مكونات المواد الأولية المستعملة وتوفير العوامل المناسبة للتحلّل.

* مرحلة النضج : تنخفض درجة حرارة الكوم حتى تصل إلى درجة حرارة الجوّ المحيط بها.

يجب مراقبة الحرارة الداخلية بشكل منتظم خلال عملية التخمّر لتفادي الدرجات الحرارية الكبرى (أكثر من 65°) التي تساهم في إبطاء حيوية أغلبية الأجسام الدقيقة و أيضا الدرجات الصغرى (أقل من 40°) التي لا تمكننا من التحصل على الأهداف المنتظرة من الكمبوستاج.

إنّ إنخفاض درجة الحرارة بشكل ملحوظ بعد إرتفاعها مؤشر على ضرورة القيام بعملية قلب الكوم وريه وعدم إرتفاعها من جديد دليل على إنتهاء أنشطة الأحياء الدقيقية وبداية عملية نضج الكمبوست.

يمكّن إرتفاع درجة حرارة الكوم من تحلّل المواد العضوية إضافة إلى تطهير والقضاء على الجراثيم والطفيليات المسببة للأمراض وبذور الأعشاب الطفيلية الغير مرغوب فيها.

نسبة الأكسيجان :

يستهلك تحلل المواد العضوية كميات كبيرة من الأكسيجان لذلك يجب وصول الهواء إلى كلّ أجزاء كوم الكمبوست خلال عملية التخمر.

تتطور احتياجات الكائنات الدقيقة للأكسيجان خلال عملية التخمر. فهي كبيرة في بداية عملية الكمبوستاج وخلال تحلل المواد العضوية السريعة التخمر. وتتقلص هذه الاحتياجات بالفقدان التدريجي للمواد العضوية. تتأمّن التهوئة بقلب منتظم لكوم الكمبوست.

- الرطوبة :

تحتاج جميع الأحياء الدقيقة في الكمبوست إلى مقدار معين من الماء والهواء للاستمرارية والتكاثر. تختلف نسبة الرطوبة حسب المواد الأولية المختارة و يستحسن أن تتراوح هذه النسبة بين 50 و 70% و يمكن تعديل هذه النسبة بالري بعد تركيز الكوم.

يتمّ ري ورش كوم الكمبوست بالماء عند الضرورة لترطيب المواد العضوية وذلك بإستعمال كميات مناسبة حتى يتسنى دخول الماء تدريجيا في كلّ الكوم والمحافظة على نسبة الرطوبة الملائمة لنشاط الكائنات الدقيقة. تنتهي عملية الري عند بداية ظهور الماء على حافتي الكوم.

يستحسن وضع المواد الخشبية والجافة مثل التبن ومخلفات التقليم (بعد رحيها) في حوض من الماء مع إضافة قليل من الغبار الحي للبقر لمدة 48 ساعة قبل إضافتها للكوم أو رش هذه المواد بالماء بطريقة متجانسة.

تتمّ مراقبة نسبة الرطوبة باستعمال آلة أو عن طريق أخذ حفنة من الكمبوست من مواقع متعددة من الكوم وعجنها بين أصابع اليد وتكون الرطوبة المناسبة هي التي ترطب اليد فقط أمّا إذا تقاطر الماء منها بطريقة مسترسلة فذلك دليل على أنّ نسبة الرطوبة أعلى من اللزوم بالإضافة إلى قلّة الهواء في الكوم مما يؤدي إلى بطء في تخمر المواد و إنبعاث روائح كريهة. و لتجاوز هذه الإشكاليات ينصح بتأمين صرف المياه و قلب الكمبوست في أقرب وقت دون الري مع إمكانية زيادة مواد بنيوية كالتبن و نجارة الخشب. أمّا إذا كانت الرطوبة منخفضة ,إضافة إلى وجود خطوط بيضاء أفقية داخل الكوم فيجب رشه بالماء بصفة تدريجية.

- نسبة الكاربون على الآزوت

تحتوي المواد العضوية على نسبة معينة من الكاربون (C) والآزوت (N) ويجب الأخذ بعين الاعتبار هذين العنصرين عند اختيار المواد الأولية وتعتبر نسبة الكاربون على الآزوت (C/N) للخليط متوازنة ومثالية عندما تتراوح بين 20 و 40 لأنّ ميكروبات الكمبوست تعمل بشكل جيد عندما تكون نسبة C/N للخليط مقدارها ما يقارب 30 جزء من الكاربون مقابل جزء واحد من الآزوت. وهذه النسبة يمكن التحصل عليها عن طريق خلط المواد الخضراء (الغنية بالآزوت) مع المواد البنيوية (الغنية بالكاربون). ويساعد الجدول التالي في تقدير نسبة C/N لمكونات الكمبوست من بعض المواد العضوية الأولية.

نسبة الكاربون/الآزوت (C/N) لبعض المواد الأولية

كمبوست الغبار القديم	10	أوراق	60-30
فواضل الخضر	13	قش البقوليات	50-40
غبار الدواجن	18-13	الأوراق الميتة	45
مخلفات زراعة البقوليات	15	قش القصيبة	60-50
غبار فقير في القش	20	قش القمح	150-70
غبار الأبقار	20	خشب التقليم	150-100
مخلفات زراعة البطاطا	25	فواضل القصب السكري	150
غبار الحصان	25	نجارة في طريقة الإنحلال	200

يؤدي إستعمال مواد أولية ذات نسبة عالية من الكاربون إلى امتداد مدّة الكمبوستاج بينما تؤدي المواد الأولية ذات نسبة عالية من الآزوت إلى تبخر الأمونياك أو إتلاف النترات.

2.3.المواد العضوية القابلة للتخمر:

يسمح في الفلاحة البيولوجية إستعمال المواد الأولية العضوية القابلة للتخمر والغير ملوثة والمطابقة لما جاء في الملحق عدد 1 الخاص بالأسمدة ومخصبات التربة من كراس الشروط النموذجي للإنتاج النباتي وفق الطريقة البيولوجية (قرار وزير الفلاحة المؤرخ في 4 جانفي 2013). فغبار الحيوانات (الأبقار، الأغنام، الدواجن، الإبل، الخيل...)، مخلفات الزراعات (الأوراق، الأغصان، الجذور...)، الأعشاب الطفيلية، القش، الفواضل المنزلية النباتية والحيوانية، إفرازات الحيوانات السائلة، الطحالب ومشتقاتها، فيتورة الزيتون، النجارة وفواضل الخشب الغير معالج كيميائيا بعد القطع... كلّها مواد مؤهل باستعمالها.

يوجد بعض الإضافات التي تسرّع الإنحلال وتحسّن الناتج النهائي كالأسمدة المعدنية الطبيعية مثل الفسفاط الطبيعي، الكبريت، رماد الخشب... كما يمكن إضافة بعض المستحضرات من أجل تنشيط المادة المخمّرة مثل المستحضرات المتكونة من المواد الحيوية والنباتية والمستحضرات البيوديناميكية.

يمنع إستعمال الفضلات العضوية المتأتية من إنتاج نباتي أو حيواني خارج التربة (Hors sol) وفضلات محطّات التطهير. ويجب تجنب إضافة بعض المواد إلى كوم الكمبوست مثل المواد الشحمية، الزيوت، مشتقات الحليب، بقايا اللحوم والأسماك ... لأنّها تعتبر جاذب للزواحف والحشرات الضارة والفئران وكذلك العظام لأنّها تتطلب عدّة سنوات للتحلّل.

3.3. مراحل تحضير الكمبوست:

*** جمع و فرز المواد الأوليّة :**

يتمّ جمع مختلف المواد الأوليّة العضوية القابلة للتخمر والمسموح باستعمالها في الفلاحة البيولوجية ثمّ فرزها في المحطة المخصّصة للكمبوستاج.

تختلف المواد الأوليّة المستعملة في الكمبوست حسب الجهات :

- في الشمال : التبن، بقايا الزراعات الكبرى والأعشاب الطفيلية...
- في الوسط : الفيتورة وأعواد تقليم الأشجار ...
- في الواحات : سعف النخيل والتمور المتساقطة ...

وتجدر الإشارة أنّ غبار الحيوانات تستعمل في كل الجهات لأنّ وجودها ضروري لنجاح عملية التخمر.

• الرحي :

يتمّ استعمال آلة الرحي لتسهيل عملية التخمير والتحلّل ولتقليص حجم بعض المواد العضوية كأعواد التقليم الخشنة، سعف النخيل والتبن...

• تركيز الأكوام :

في البداية، يجب اختيار المساحة المخصصة لتحضير الكمبوست ومن المستحسن أن يكون المكان الذي سيتمّ فيه تخمير الكومة على التربة مباشرة، مظللا نوعا ما، غير معرّض لأشعّة الشمس الحارّة، قريب من مصدر مياه، مناسبا لتسهيل عملية صرف المياه وثابت لتقليل فقد المياه وبالتالي العناصر الغذائية معه ولتسهيل تحرّك الآلات المستعملة خلال عملية الكمبوستاج. توضع المواد الأوليّة النباتية والحيوانية على شكل طبقات فوق بعضها في أكوام عرضها 2 متر و ارتفاعها من 1 إلى 1.5 متر، أمّا طولها فيختلف حسب كمية المواد الأوليّة المتوفرة. ومن المستحسن تناوب المواد الكربونية والآزوتية عند بناء الكوم.

يجب المحافظة على حجم الكومة، خلال مرحلة تحضير الكمبوست، لعدم التأثير على الحرارة ونسبة الرطوبة ونسبة الأكسيجان داخل كومة الكمبوست للإحتفاظ بالنشاط الميكروبي.

* التجنيس أو القلب :

يجب أن يؤمّن التجنيس عند تركيز الكوم مباشرة وأثناء عملية التخمر لزيادة التهوية وتنشيط عملية التحلّل والتقليص من الروائح الكريهة ويتمّ ذلك عبر قلب الكوم إمّا يدويا أو بإستعمال آلة قلب ميكانيكية.

يفضل قلب الكوم كلّما دعت الحاجة إلى ذلك (حسب درجة الحرارة و نسبة الرطوبة المذكورتين في الفقرة 3-1) مع مراعاة إعادة بناء الكوم وضبط الرطوبة.

* التخمير :

التخمير هي عملية بيولوجية تتحول من خلالها المخلفات العضوية النباتية والحيوانية عن طريق الانحلال بواسطة الكائنات الحية الدقيقة مثل الفطريات والبكتريات إلى مادة شبيهة بالدبال "الكمبوست".

ويتمّ تثبيت الكمبوست في القدرة الأفضل للتخمر وذلك بتوفير الظروف الملائمة للكائنات الدقيقة بمراقبة المؤشرات الهامة في مختلف مراحل تطوره خاصة الحرارة ونسبة الرطوبة ونسبة الأكسيجان.

مع العلم أنّ عملية التخمير يمكن أن تتمّ بطريقتين هوائية أو لا هوائية أي بوجود أو عدم وجود الأكسيجان غير أنّه من المستحسن أن يتمّ التخمّر بطريقة هوائية لتسريع تحلّل المواد العضوية. لتفادي انبعاث الروائح الكريهة وللتقليص في مدّة الكمبوستاج.

* تقدير نضج الكمبوست :

يعتبر الكمبوست ناضج وجاهز للاستعمال عندما يفقد رائحة المواد العضوية الأوليّة وتصبح رائحته شبيهة برائحة الدبال. لونه داكنا. لين عند اللمس وأين لا يمكن معرفة مكوناته الأصلية بالعين المجردة. وكذلك عندما تصبح درجة الحرارة داخل الكوم نفس الدرجة خارجه ولا ترتفع هذه الحرارة حتى بعد قلب كوم الكمبوست.

أثناء الكمبوستاج ينقص الحجم الجملي والكتلة للمواد العضوية وتتراوح خسارة المادة العضوية بين 35 و 50% وتنخفض نسبة C/N عند تخمر المواد العضوية لكي تتثبّت نحو 10 (بين 8 و 15) في الكمبوست النهائي.

- الغربلة :

تمكّن عملية الغربلة من الحصول على مواد عضوية دقيقة ومن استرجاع جزء من المواد الخشنة والغير مخمّرة وإعادة تخميرها.

- الخزن و التكييف :

إنّ الكمبوست الناضج المغربل هو مادة ذات تطور بطيء، نشاطه البيولوجي قليل و حرارته الداخلية ليست عالية. لحفظه من التقلبات الجوية والشمس والأمطار يجب خزنه تحت مأوى في مكان مهوّى ومظلل وبعيد عن مجاري المياه حتى لا يفقد العناصر الغذائية مع قلبه في بعض الأحيان إذا طالت مدّة خزنه. ويمكن تغطية كوم الكمبوست بغطاء بلاستيكي أو بالقش.

4. مدّة الكمبوستاج

تختلف مدّة الكمبوستاج حسب المواد العضوية، حالة الطقس، النشاط الميكروبي داخل الكمبوست والأعمال المنجزة. ويستغرق عادة إعداد الكمبوست عدّة أشهر (من 4 إلى 6 أشهر).

ملاحظة :

إنّ طريقة الكمبوستاج ليست طريقة صعبة لكن تتطلب أحيانا بعض العناية الخاصة.

5.سائل الكمبوست:

إنّ سائل الكمبوست هو عبارة عن مادة عضوية سائلة ناجّة عن عملية تغطيس الكمبوست في الماء.

- فوائد سائل الكمبوست :
  - تحسين تركيبة التربة.
  - إمداد النباتات بالعناصر الغذائية.
  - تغذية أوراق النباتات.
  - مقاومة بعض الأمراض الفطرية.

- طريقة التحضير :

يمكن تحضير سائل الكمبوست على مستوى الضيعة، إمّا في برميل بالنسبة للكميات الصغيرة، أو تركيز حوض بالنسبة للكميات الكبيرة.

تتلخص عملية تحضير سائل الكمبوست كما يلي :

- خلط الكمبوست بكمية من الماء تقدّر بخمسة أضعاف كمية الكمبوست (1/5).
- تحريك الخليط على الأقل مرتين يوميا (لمدّة 10 دقائق) لتهويئته وذلك خلال مدّة تتراوح بين 5 و 7 أيّام .
- تصفية الخليط باستعمال قطعة من القماش اللين وذلك للحصول على سائل من ناحية وبقايا صلبة من ناحية أخرى يمكن إضافتها إلى التربة أو أكوام الكمبوست.

مراحل تحضير سائل الكمبوست في البرميل

مراحل تحضير سائل الكمبوست في الحوض

• طريقة الاستعمال :

بعد تحلل الكمبوست في الماء يتغير لون الماء ليصبح شبيها بلون الشاي (Jus de compost, Compost Tea).

يمكن استعمال سائل الكمبوست عبر :

- الريّ المركّز (وخاصة القطرة قطرة) بجرعة تتراوح بين 0.5 و 1 لتر للنبتة الواحدة حسب مراحل النمو وذلك مرّة في الأسبوع.
- الرشّ على أوراق النباتات بجرعة تتراوح بين 30 و 50 لتر في الهكتار (مع تخفيفه في الماء) حسب مراحل النمو وذلك مرّة في الأسبوع.

تمّ إعداد هذه الوثيقة من طرف السيدة هانم قريسة مهندس عام بالمركز الفني للفلاحة البيولوجية
ومراجعة السيد خالد ساسي المدير العام للمركز الفني للفلاحة البيولوجية

[FT.FERT.01]
V 07: Décembre 2021

العنوان : ص ب 54 – شط مريم 4042 سوسة
الهاتف : 73 327 278 / 73 327 279 الفاكس : 73 327 277
العنوان الإلكتروني : contact@ctab.tn
موقع الواب : www.ctab.nat.tn