

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОСТА

Е.Г. ЛУМИСТЕ, Т.В. ПАНОВА, М.В. ПАНОВ

ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»

Рассмотрены фазы компостирования, микро- и макроорганизмы, участвующие в микробиологическом процессе, а так же последствия их воздействия на здоровье человека. Предложена механизированная установка с ворошителем и разработана технологическая схема приготовления компоста, снижающая время контакта человека с патогенной микрофлорой компостируемой массы.

Согласно ГОСТ Р 53042-2008 компостирование – это биотермический процесс минерализации и гумификации органических отходов, происходящий в аэробных условиях под воздействием микроорганизмов.

По ГОСТ Р 53116-2008 компостирование относят к способу обезвреживания бытовых, сельскохозяйственных и некоторых промышленных отходов. Компостированию не подлежат больничные отбросы, субпродукты из ветлабораторий и отдельно фекалии. К компосту не допускаются примеси ядохимикатов, радиоактивных, дезинфицирующих и других токсических веществ, а также смолы и гудрона в количествах, влияющих на процессы гумификации.

Обезвреживание отбросов при компостировании происходит в результате гибели большей части патогенных микроорганизмов (кроме споровых форм), яиц гельминтов и личинок мух под влиянием высокой температуры (не ниже 50 °) и антагонистического воздействия микроорганизмов, а также вследствие разложения органического вещества отбросов и синтеза гумуса (перегноя), безвредного в санитарном отношении, являющегося хорошим удобрением [1].

Процесс компостирования зависит от активности микро- и макроорганизмов (рис. 1), которые нуждаются в источнике углерода для получения энергии и биосинтеза клеточного матрикса, а также в источнике азота для синтеза клеточных белков.

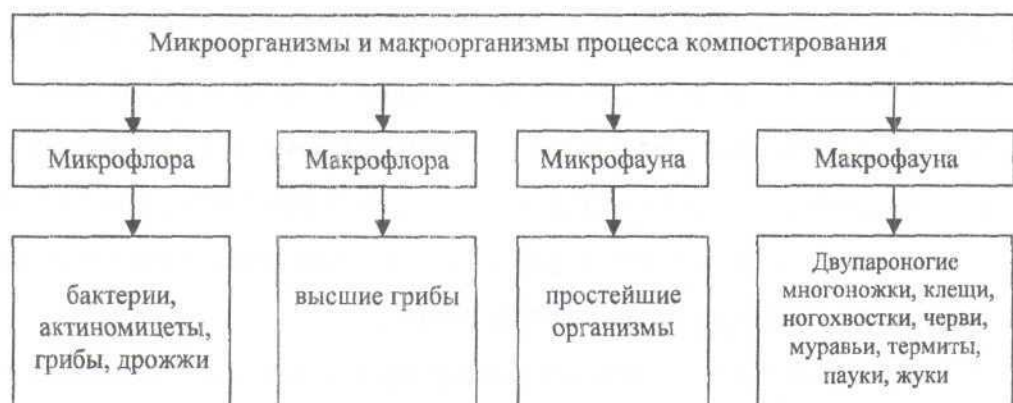


Рисунок 1 - Микро- и макроорганизмы, участвующие в процессе компостирования

Применение контроля основных параметров процесса и активизация жизнедеятельности микроорганизмов путем принудительной аэрации и ворошения органического сырья отличает компостирование от естественно протекающего гниения или разложения [3].

Считается, что приготовление компоста — это экологически чистый процесс, позволяющий, с одной стороны, утилизировать отходы, а с другой — получить органическое удобрение [1]. Однако обращение с отходами при использовании любой технологии сопряжено с множеством рисков, присущих опасным объектам. Приоритетными в списке профессиональных вредностей при компостировании выступают патогенные, аллергенные микроорганизмы и микробные токсины. Вторая опасность связана с развитием мезо- и термофильных, термотолерантных грибов и актиномицетов, играющих важную роль в деградации биологических отходов. Среди этих микроорганизмов обнаруживаются возбудители инфекционных, аллергических заболеваний [2, 3]. Практически все органические отходы содержат патогенные организмы. В результате эпидемиологических и экспериментальных исследований установлено, что в ходе изготовления компостов могут развиваться потенциально патогенные плесени. Была установлена четкая связь развития атипического аллергического ринита, конъюнктивита и бронхиальной астмы при контакте со спорами грибов. Количество и частота появления некоторых медицински значимых грибов, как правило, выше в вермикомпостах, нежели в обычных компостах. Наибольшая обсемененность среды отмечена для вермикомпоста на основе птичьего помета [2, 3].

Теоретическими исследованиями процессов, происходящих в компостном бурте, занимались Гасевский Э.М., Маслов В.С., Мамченко И.П., Ковалёв Н.Г., Марфенина О.Е., Кларенс Г.Голуэк, Шаланда А.В.. Но вопросы, связанные с определением числа патогенных микроорганизмов, формирующих определенные риски для рабочих, контактирующих с компостируемым материалом, изучены недостаточно.

При компостировании принято выделять следующие фазы: лаг-фазу (распада), мезофильную (реконструкции), термофильную (синтеза), фазу созревания и гумификации. Анализируя труды, посвященные компостированию, можно сделать вывод о том, что температура является первоочередным и ведущим фактором компостирования. Температура является катализатором развития вредных для человека микроорганизмов [6]. В связи с этим можно утверждать, что термофильная фаза является ведущей в компостировании и обеспечивает активизацию жизнедеятельности микроорганизмов, многие из которых являются опасными для человека. Возникает необходимость в рассмотрении функциональной зависимости температуры от времени в течение всей термофильной фазы.

Анализируя работы по деятельности микроорганизмов в компостной массе, можно заключить, что число патогенных микроорганизмов зависит от следующих факторов: темпера-

туры компостной массы t_k ($^{\circ}\text{C}$); температуры воздуха t_b ($^{\circ}\text{C}$); водородного показателя pH; влажности φ (%); числа патогенов на начало термофильной фазы N_0 (1/кг); числа патогенов в конце термофильной фазы N (1/кг) [6].

Распределение температуры в компосте имеет вид

$$t_k = A \left(\tau + \frac{1}{r} \exp(-r\tau) - \frac{1}{r} \right) + 40. \quad (1)$$

где τ – время протекания термофильной фазы, с;

r – постоянная разложения органического вещества, 1/с.

На основании теории подобия с учетом значимых факторов составлено критериальное уравнение для определения числа микроорганизмов в конце термофильной фазы

$$N = R_n N_0 \cdot pH^{\psi_1} \varphi^{\psi_2} \left(\frac{t_a}{t_k} \right)^{\psi_3}. \quad (2)$$

где R_n – поправочный коэффициент, вводимый при планировании эксперимента;

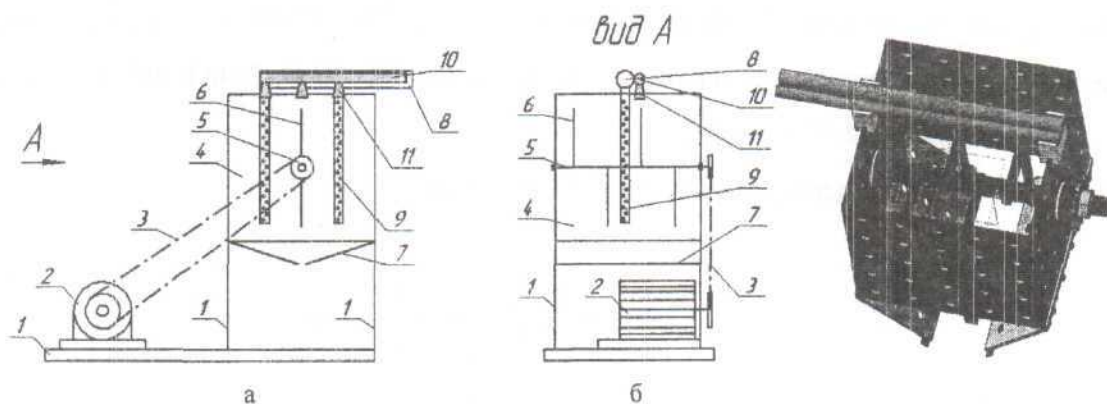
ψ_1, ψ_2, ψ_3 – коэффициенты, получаемые в результате эксперимента.

После подстановки выражения (1) в выражение (2) получено критериальное уравнение в окончательном виде с учетом поправочных коэффициентов

$$N = R_n N_0 \cdot pH^{\psi_1} \varphi^{\psi_2} \left(\frac{t_a}{A \left(\tau + \frac{1}{r} (\exp(-r\tau) - \frac{1}{r}) \right) + 40} \right)^{\psi_3}. \quad (3)$$

Данное выражение позволяет прогнозировать рост патогенных микроорганизмов и проектировать защитные мероприятия.

Для минимизации времени контакта человека с органическим сырьем разработана установка для приготовления компоста (рис. 3), на которую получены патенты и положительное решение о выдаче патента [4, 5].



а – принципиальная схема; б – общий вид

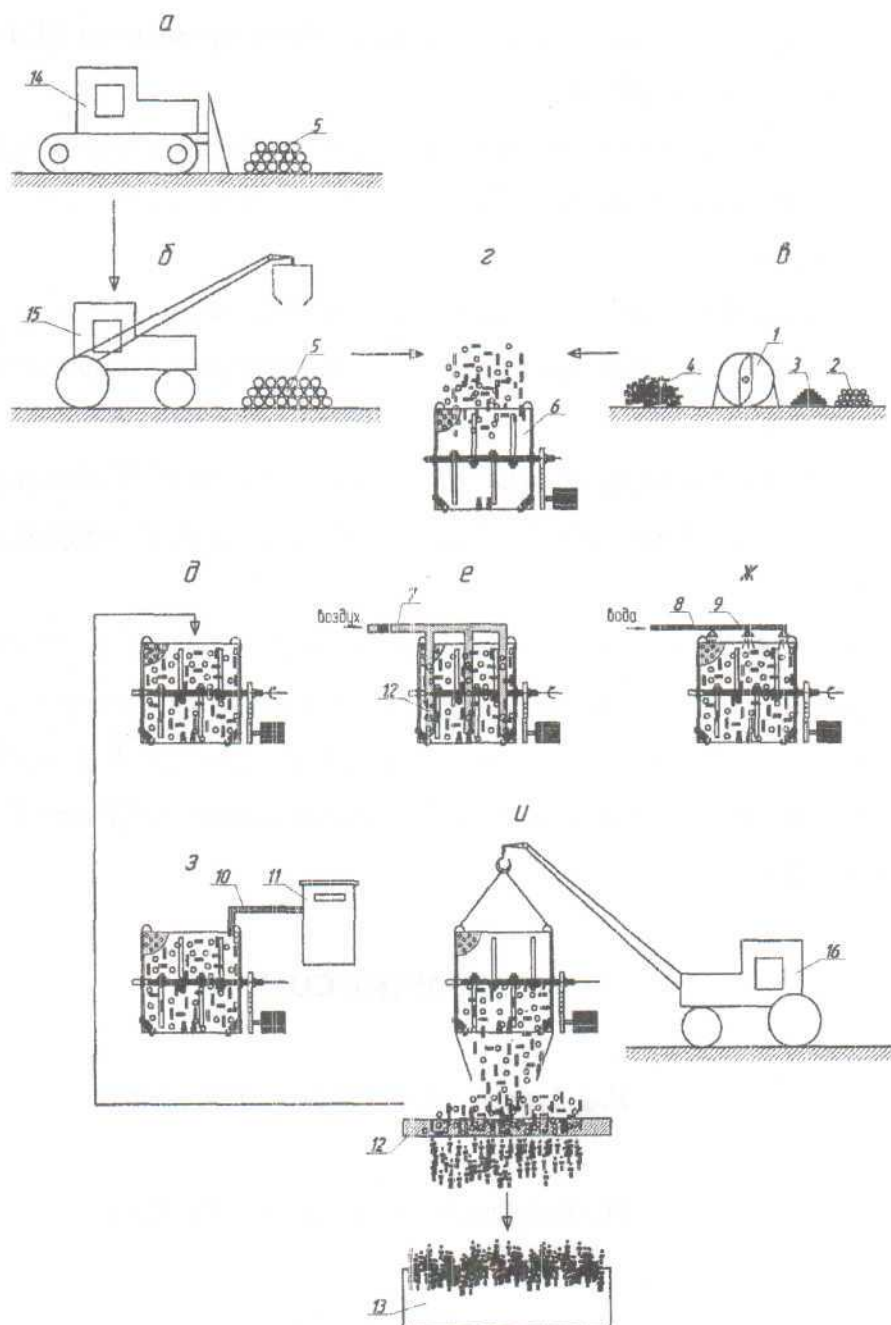
1 – рама, 2 – электродвигатель, 3 – цепная передача, 4 – контейнер, 5 – вал, 6 – пальцы, 7 – створки днища, 8 – труба аэрации, 9 – перфорированная труба, 10 – труба орошения, 11 – форсунка

Рисунок 3 – Установка для приготовления компоста с ворошителем

Для обеспечения аэрации компостируемого материала предусмотрена приточная система труб, состоящая из основной горизонтальной трубы и вертикальных перфорированных труб аэрации. Увлажнение компостируемого материала осуществляется посредством системы орошения, состоящей из водопроводной трубы и форсунок. Перемешивание компостируемого материала в процессе приготовления обеспечивается ворошителем битерного типа. По истечении срока компостирования выгрузка готового компоста осуществляется через открывающиеся створки днища самотеком.

Технологический процесс приготовления компоста из растительных материалов без добавления помета или навоза в устройстве с ворошителем состоит из следующих основных операций: сбор растительного сырья, не требующего измельчения и погрузка его в контейнер с помощью средств механизации; измельчение (при необходимости) и закладка растительного сырья на компост; регулярное перемешивание ворошителем битерного типа; аэрация через систему приточных воздухопроводов; орошение через систему водоснабжения с форсунками; утилизация избыточной теплоты (при разогревании компоста до температуры 65°C и выше); выгрузка готового компоста на сито, просеивание, отправка неразложившихся остатков на повторное компостирование, затаривание; транспортировка к месту хранения или использования (рис. 2).

В крестьянских, фермерских хозяйствах, а так же на личных подворьях технологический процесс может быть упрощен и состоять из следующих основных операций: сбор, измельчение и закладка растительного сырья в контейнер вручную; перемешивание растительного сырья в установке с ворошителем; орошение и аэрация через систему водо- и воздухоподведения; выгрузка готового компоста на сито, просеивание и отправка неразложившихся остатков на повторное компостирование.



1 – измельчитель, 2 – растительное (недревесное) сырье, 3 – обрезь, 4 – измельченное растительное сырье, 5 – остатки корма, 6 – контейнер, 7 – система подачи воздуха, 8 – труба орошения, 9 – форсунки, 10 – система воздухоотведения, 11 – отопляемое помещение, 12 – сито, 13 – тара для готового компоста, 14 – бульдозер, 15 – грейферный погрузчик, 16 – кран

Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления компоста

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамченков, И. П. Компосты, их приготовление и применение [Текст] / И. П. Мамченков. - М. : Сельхозиздат, 1962. - 80 с.
2. Марфенина, О.Е. Антропогенные изменения комплексов микроскопических грибов в почвах [Текст]. Автореф. дис. докт. биол. н. - М. : МГУ, 1999. - 48 с. Специальность 03.00.27 – Почвоведение.
3. Шаланда, А. В. Оценка риска здоровью при компостировании органических отходов [Текст] / А. В. Шаланда // Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие № 04-2009 - 01-2010 г.
4. Пат. № 107893 Российская Федерация, МПК A01F 25/14. Контейнер для растительных материалов [Текст] / Лумисте Е. Г., Панова Т. В., Панов М. В. ; опубл. 10.09.2011, Бюл. №25. – 2 с. : ил.
5. Пат. № 107894 Российская Федерация, МПК A01F 25/22, F28F 25/00, F28F 13/00. Приточно-вытяжная установка для получения органического удобрения и утилизации тепла [Текст] / Лумисте Е. Г., Панова Т. В., Панов М. В. ; опубл. 10.09.2011, Бюл. №25. – 2 с.
6. Чернова, Н. М. Зоологическая характеристика компостов [Текст] / Н. М. Чернова. – М.: Наука, 1966. – 213 с.

SET TO MAKE COMPOST

E.G. Lumiste, T.V. Panova, M.V. Panov

The Bryansk State Agricultural Academy

SUMMARY

We consider the phase of composting, micro-and macro-organisms, microbiological processes involved in the-se, and as a consequence of their effects on human health. Flow diagrams for making com-position, minimizing human contact with kopostiruemoym mass while minimizing the negative impact of harmful factors of the composting process.