

# КОМ ПОСТ



## Руководство по сельскохозяйственному компостированию

Департамент сельскохозяйственных ресурсов Массачусетса (MDAR)  
Отдел сельскохозяйственного сохранения и технической помощи

[mass.gov/agr](https://mass.gov/agr)

Пересмотрено в 2023 г.

**MDAR**  
MASSACHUSETTS DEPARTMENT  
OF AGRICULTURAL RESOURCES

# Содержание

Введение .....	1
<b>Часть I: Правила и процесс регистрации .....</b>	<b>2</b>
<b>Часть II: Основы науки о компосте .....</b>	<b>6</b>
<b>Часть III: Разработка рецепта компоста .....</b>	<b>11</b>
<b>Часть IV: Методы компостирования .....</b>	<b>14</b>
<b>Часть V: Выбор участка .....</b>	<b>17</b>
<b>Часть VI: Проектирование участка .....</b>	<b>20</b>
<b>Часть VII: Эксплуатация и обслуживание .....</b>	<b>23</b>
<b>Часть VIII: Процесс дальнейшего уменьшения количества патогенов .....</b>	<b>27</b>
<b>Часть IX: Подготовка плана компостного производства .....</b>	<b>29</b>
<b>Часть X: Подготовка плана управления запахами .....</b>	<b>32</b>
<b>Приложение А</b>	
Запись мониторинга температуры в валке/куче .....	35
<b>Приложение Б</b>	
План управления запахами .....	36



# Введение

Это руководство в первую очередь предназначено для фермеров Массачусетса, занимающихся сельскохозяйственным компостированием, и, в частности, для тех, кто хочет компостировать материалы, не полученные в результате их собственной сельскохозяйственной деятельности. Хотя Содружество Массачусетса признает и поощряет компостирование на ферме, существуют экологические соображения и государственные правила, которые диктуют обстоятельства, когда ферме может потребоваться либо разрешение, либо регистрация компоста.

В конечном итоге процесс компостирования должен привести к получению пригодного к использованию качественного материала, имеющего ценность для внесения в почву. В этом руководстве описываются элементы компостирования, которые все операторы должны понимать перед тем, как приступить к этой практике. В части I руководства описываются государственные нормативные акты, относящиеся к компостированию, и процесс регистрации. В части II описывается наука компостирования, которая является биологическим процессом и требует базового понимания. В части III описывается разработка рецепта компоста. В части IV описываются преобладающие методы компостирования. В частях V и VI определяются соображения по планированию выбора места и проектирования. В части VII описываются процедуры эксплуатации и обслуживания, необходимые для успешного управления операцией по компостированию. В части VIII описывается процесс дальнейшего уменьшения количества патогенов (PFRP) — важный элемент процесса компостирования, который является как наилучшей практикой, так и может устранить необходимость в интервале применения перед сбором урожая продовольственных культур. В части IX излагается информация, которую необходимо включить в подготовку Плана компостирования для регистрации сельскохозяйственного компостирования в Департаменте сельскохозяйственных ресурсов Массачусетса (MDAR), и, наконец, в части X описывается управление запахами и подготовка Плана управления запахами.



# 1 Правила и процесс регистрации

## Нормативная база

Правила Программы сельскохозяйственного компостирования MDAR, 330 CMR 25.00 [330 Кодекс нормативных актов штата Массачусетс 25.00], определяют компостирование как: «Процесс ускоренной биodeградации органических материалов с использованием микроорганизмов в контролируемых условиях в присутствии кислорода с использованием перевернутых валков или куч, аэрируемых статических куч или специальных систем». Сельскохозяйственное компостирование определяется как «Компостирование сельскохозяйственных материалов и других компостируемых материалов на сельскохозяйственном объекте, приводящее к получению стабилизированного компоста, пригодного для сельскохозяйственного и садоводческого использования». Сельскохозяйственное компостирование является отдельным подвидом деятельности по компостированию. В зависимости от масштаба операции, местоположения, типов и источников компостируемых материалов компостирование может рассматриваться как сельскохозяйственная практика или как управление твердыми отходами. Это важное различие, поскольку оно определяет, какие правила применяются и какой регулирующий орган осуществляет надзор. Департамент охраны окружающей среды (MassDEP) сохраняет за собой основные регулирующие полномочия по компостированию в Массачусетсе в соответствии с 310 CMR 16.00 [310 Кодекс нормативных актов штата Массачусетс 16.00], Назначение участка для объектов по переработке твердых отходов. Фермы, желающие заниматься сельскохозяйственным компостированием, могут использовать следующее исключение в рамках этого правила и могут подать заявку в MDAR для регистрации в качестве сельскохозяйственного компостера:

310 CMR 16:03 (c) Обработка или утилизация органических материалов.

1. Деятельность, осуществляемая на сельскохозяйственной единице. Деятельность, осуществляемая на сельскохозяйственной единице, как определено в 330 CMR 25.02: Определения, при условии, что владелец и оператор соблюдают правила и рекомендации Департамента сельскохозяйственных ресурсов (MDAR).

Если Департамент сельскохозяйственных ресурсов (MDAR) определяет, что деятельность на определенном сельскохозяйственном предприятии больше не регулируется MDAR, то владелец и оператор должны подпадать под действие 310 CMR 16.00.

## Роль Департамента сельскохозяйственных ресурсов (MDAR)

Департамент сельскохозяйственных ресурсов (MDAR) отвечает за администрирование Программы сельскохозяйственного компостирования для регистрации тех операций, которые соответствуют исключению «Деятельность, расположенная на сельскохозяйственной единице», упомянутому ранее. Положения Программы сельскохозяйственного компостирования MDAR, 330 CMR 25.00, можно найти на сайте [www.mass.gov/agricultural-composting-program](http://www.mass.gov/agricultural-composting-program). Сельскохозяйственному предприятию необходимо зарегистрироваться в Департаменте сельскохозяйственных ресурсов (MDAR) только в том случае, если оно планирует привозить материалы на свою территорию из-за пределов участка для целей компостирования.

**Компостирование с использованием только сырья, произведенного на месте, не требует регистрации в MDAR и не подпадает под действие 330 CMR 25.00.**

Для того чтобы MDAR зарегистрировал предприятие в качестве сельскохозяйственного компостера, предприятие должно располагаться на сельскохозяйственной территории, как определено в правиле 330 CMR 25.02: участок земли, в отношении которого Департамент определяет, что: (а) он используется преимущественно в сельскохозяйственных целях, как определено в M.G.L. с. 128, § 1A [Общие законы штата Массачусетс, Глава 128, Раздел 1A]; и (b) сельскохозяйственная продукция продается в рамках обычного хода деятельности.

В рамках Программы сельскохозяйственного компостирования MDAR зарегистрированная ферма может компостировать сельскохозяйственные или органические материалы. **Сельскохозяйственные материалы** производятся в результате выращивания и переработки растений и животных в рамках агрономических, садоводческих, аквакультурных или лесоводческих операций, включая, помимо прочего, навоз животных, продукты животного происхождения и побочные продукты (включая туши), подстилочные материалы и растительные материалы. **Органические материалы** включают в себя любой из следующих материалов, разделенных по источнику: растительный материал, пищевой материал, сельскохозяйственный материал, биоразлагаемые продукты, биоразлагаемая бумага, чистая древесина или садовые отходы.

**Органический материал не включает отходы очистных сооружений бытовых сточных вод, использование которых в земле регулируется Департаментом охраны окружающей среды (MassDEP).**

## Процесс регистрации сельскохозяйственного компостирования

Квалифицированные фермерские хозяйства, желающие получить регистрацию сельскохозяйственного компостирования («Регистрация») в MDAR, должны заполнить «Форму заявления на регистрацию сельскохозяйственного компостирования», которую можно найти на веб-сайте MDAR ([www.mass.gov/agricultural-composting-program](http://www.mass.gov/agricultural-composting-program)) или получить, позвонив в офис MDAR.

Когда MDAR получает заявку на регистрацию сельскохозяйственного компостирования, она проверяется на полноту, потом MDAR связывается с фермой и назначается посещение объекта сотрудниками MDAR для осмотра предлагаемого места компостирования и обсуждения плана работы. При оценке пригодности сельскохозяйственного исключения рассматриваются следующие типы вопросов:

- Находится ли участок используемый для компостирования на сельскохозяйственной единице?<sup>1</sup>
- Продается ли сельскохозяйственный продукт в рамках обычного хода бизнеса?
- Разрешены ли материалы, описанные в Компостном плане, в соответствии с 310 CMR 16.00 и 330 CMR 25.00 для компостирования?
- Насколько интегрировано компостирование в фермерское хозяйство? Правила Программы компостирования сельского хозяйства MDAR требуют, чтобы минимум 25% вложений от фермы, ИЛИ 25% готового продукта должно использоваться на ферме в сельскохозяйственных целях .
- Каковы характеристики района? Расположен ли объект в сельской местности или жилком районе? Какова близость предлагаемого участка используемого для компостирования к соседям? Какие типы дорог обеспечивают доступ к ферме? Находится ли участок не менее чем в 100 футах от границы участка? Достаточно ли отступа в 100 футов, исходя из материалов и объема, подлежащих компостированию? Скрыт ли участок от соседей расстоянием и экранированием?
- Каковы знания оператора о компостировании? Прошел ли оператор базовый курс по компостированию? Есть ли у оператора время, которое он

После посещения объекта, если регистрация предоставлена, заявителю будет отправлено по почте свидетельство о регистрации, которое действительно в течение периода, начинающегося с фактической даты выдачи и заканчивающегося 31 марта следующего года. Не менее чем за 30 дней до начала владелец или оператор недавно зарегистрированных сельскохозяйственных компостных операций должен представить копию своей регистрации в местный Совет по здравоохранению и предоставить подтверждение подачи в Департамент. По истечении этого 30-дневного периода свидетельство о регистрации позволяет регистратору компостировать указанные материалы способом и в месте, описанном в заявке.

Каждый год регистратор будет получать от MDAR форму годового отчета и заявление на продление, которые необходимо заполнить и вернуть до 15 февраля, чтобы продолжить регистрацию на следующий год (с 1 апреля по 31 марта). Регистратору может потребоваться предоставить в MDAR другую информацию, если потребуется. MDAR может взимать плату за регистрацию и продление, как разрешено законом. После выдачи регистрации регистратор должен гарантировать, что сельскохозяйственная операция по компостированию будет соответствовать установленным нормам.

Сельскохозяйственная операция по компостированию должна соответствовать требованиям, изложенным в 310 CMR 16.00 и 330 CMR 25.00. MDAR уполномочен приостановить или аннулировать регистрацию, если заявитель предоставляет ложную, вводящую в заблуждение или неточную информацию относительно сельскохозяйственной операции по компостированию или если зарегистрированная сельскохозяйственная операция по компостированию нарушает Регистрацию, государственный или федеральный закон или Правила по сельскохозяйственному компостированию. Эта приостановка или аннулирование регистрации также аннулирует статус освобождения, и, таким образом, операция будет подчиняться постановлению Департамента охраны окружающей среды (MassDEP) о назначении места для объектов твердых отходов, 310 CMR 16.00.

1 Сельскохозяйственная единица: участок земли, в отношении которого Департамент определяет, что (а) он используется преимущественно в сельскохозяйственных целях, как определено в M.G.L. с. 128, § 1A [Общие законы штата Массачусетс, Глава 128, Раздел 1A].

Внесение компоста на пахотные земли с помощью разбрасывателя.





# 2

## Основы науки о компосте

Компостирование — это управляемый биологический процесс, который использует микроорганизмы, естественным образом присутствующие в органическом веществе и почве, для разложения органического материала. Этим микроорганизмам требуются основные питательные вещества, кислород и вода для ускоренного разложения. Сырье, идущее в компост, часто называют «исходным сырьем». Конечный продукт, компост, представляет собой темно-коричневый, похожий на гумус материал, который можно легко и безопасно обрабатывать, хранить и вносить в почву в качестве ценного почвенного удобрения. Процесс компостирования зависит от нескольких факторов, включая: популяцию микроорганизмов, соотношение углерода и азота в исходном сырье, уровень кислорода, температуру, влажность, площадь поверхности, pH и время. Эти факторы, которые описаны ниже, зависят друг от друга, и их понимание важно для управления успешной операцией по компостированию.

### Микроорганизмы



Микроскопические организмы отвечают за разложение органических материалов, используя их в качестве пищи и выделяя в процессе углекислый газ, водяной пар и тепло.

Они быстро размножаются и разлагаются наиболее эффективно, когда у них есть пища (т. е. сырьё для компоста), содержащая сбалансированные питательные вещества, воду, достаточное количество кислорода и благоприятные температуры. Компостер несет ответственность за поддержание надлежащего баланса этих условий, чтобы способствовать микробной активности и ускорить процесс разложения. Подробнее о разработке рецепта можно узнать в **Части III**.

## Питательные вещества – соотношение углерода и азота (соотношение C:N)



Наличие и соотношение питательных веществ, в частности углерода и азота, может быть ограничивающим фактором в процессе компостирования. Микроорганизмам требуется углерод для получения энергии и азот для синтеза белка для роста и размножения.

Скорость разложения зависит от баланса углерода и азота в исходном сырье. Для быстрого разложения идеальное соотношение углерода и азота составляет 30 к 1 (30:1). Это соотношение представляет собой 30 частей углерода на 1 часть азота по весу. В целом, диапазон от 20:1 до 40:1 считается приемлемым.

При соотношении более 40:1 азот становится ограничивающим фактором, и скорость разложения замедляется. Примерами материалов с высоким соотношением C:N являются: сухие листья, опилки, щепа и бумажные изделия. Материалы с высоким содержанием углерода, как правило, сухие и пористые. Их можно смешивать с материалами с более низким содержанием C:N, чтобы достичь общего соотношения C:N в оптимальном диапазоне.

При соотношении C:N ниже 20:1 избыток азота может выделяться в виде аммиака или закиси азота. Результирующая потеря азота снизит питательную ценность конечного продукта. Примерами материалов с низким соотношением C:N являются птичий помет, свежая скошенная трава и пищевые отходы. Материалы с высоким содержанием азота, как правило, влажные, плотные и часто имеют запах. Поэтому важно смешивать их с материалами с высоким соотношением C:N, чтобы увеличить содержание углерода для микроорганизмов и поглотить избыточную влагу и обеспечить наполнитель для достижения большего порового пространства и кислорода в куче.

## Кислород



Микроорганизмы, которые в первую очередь ответственны за быстрое разложение, являются аэробными (нуждающимися в кислороде) организмами. Если содержание кислорода падает ниже 5%, эти аэробные организмы погибают и заменяются анаэробными организмами (которым не требуется кислород).

Анаэробные организмы работают менее эффективно, что приводит к более медленной скорости разложения. Кроме того, побочными продуктами анаэробного сбраживания являются метан, аммиак и сероводород, которые могут вызывать сильные неприятные запахи.

Если в процессе компостирования поддерживается достаточное количество кислорода, запахи можно свести к минимуму и можно поддерживать быстрое разложение. При компостировании перевернутыми рядами переворачивание ряда или кучи вводит больше кислорода в смесь. Другие методы компостирования, такие как статические аэрируемые или сосудные системы, используют механические средства закачивания воздуха в компостную кучу, гарантируя поддержание аэробных условий во время процесса. Размер валка и насыпная плотность материала также играют важную роль в аэрации кучи, поскольку большая, тяжелая куча не сможет «дышать» так же легко, как меньшая куча.

## Влажность



Микробная активность происходит в пленке влаги на поверхности частиц органического материала. Влага необходима для растворения питательных веществ, используемых микроорганизмами, и создания условий для роста популяции.

Оптимальная влажность компостируемых материалов составляет 50-60% по весу. Слишком низкая влажность подавляет активность микроорганизмов и замедляет процесс компостирования, а слишком высокая влажность ограничивает приток кислорода, так как все поровое пространство занято водой, а не воздухом, и начинаются анаэробные условия. Если уровень кислорода становится слишком низким, компостную кучу необходимо переворачивать.

## Температура



При разложении органического материала микроорганизмами выделяется тепло. Поэтому температура – лучший показатель скорости разложения в компостной куче. Существует два диапазона температур, в которых происходит основная часть процесса компостирования.

Каждый диапазон основан на типах микроорганизмов, наиболее активных при этих температурах. Как в мезофильном диапазоне (50-105°F), так и в термофильном (свыше 105°F) поддерживаются микроорганизмы, разлагающие органические материалы, но наиболее активная фаза компостирования – и наиболее быстрое разложение – происходит в основном в термофильном диапазоне. Именно в этом диапазоне уничтожаются патогенные микроорганизмы и семена сорняков. При компостировании в валках с переворачиванием температура компоста должна составлять 131°F или выше в течение минимум 15 дней (3 дня при статической аэрации или в емкости), в течение которых куча переворачивается пять раз, чтобы уничтожить патогенные для человека микроорганизмы. Более подробную информацию об уменьшении количества патогенов см. в разделе «Процесс дальнейшего уменьшения количества патогенов». Большинство семян сорняков уничтожается при температуре 140°F.

Когда температура превышает 140°F, скорость разложения начинает снижаться, поскольку преобладает класс теплолюбивых организмов, обладающих высокой эффективностью. Поэтому для эффективного компостирования в активной фазе рекомендуется поддерживать температуру в пределах 100-140°F. Если температура выходит за пределы оптимального диапазона, это обычно связано с тем, что уровень кислорода слишком низкий или уровень влажности уже не оптимальный (слишком сухой или слишком влажный). Мониторинг температуры в компостной куче позволяет определить, когда могут потребоваться меры по исправлению ситуации для поддержания или восстановления эффективных условий компостирования. Переворачивание компостной кучи значительно помогает снизить температуру.

## Площадь поверхности/размер частиц



Деятельность микроорганизмов при разложении происходит на поверхности органического материала. При меньшем размере частиц на единицу объема материала приходится большая площадь поверхности, на которой может происходить биологическая активность.

Кроме того, питательные вещества становятся более доступными при физическом расщеплении материала. Таким образом, компостное сырье с меньшим размером частиц, например, измельченные листья, а не неизмельченные листья, разлагается быстрее. Однако важно помнить, что материалы с очень маленьким размером частиц, такие как опилки, могут стать анаэробными из-за уплотнения и ограниченного притока кислорода, поэтому для оптимального компостирования рекомендуется использовать смесь частиц по размеру и текстуре.

## pH



Процесс компостирования дает конечный продукт с почти нейтральным pH, независимо от pH исходного сырья. Обычно нет необходимости повышать pH путем добавления извести или золы, и, на самом деле, это может привести к слишком высокому pH, что приведет к образованию и потере аммиака.

Некоторые виды сырья, например, клюква, имеют очень низкий pH и требуют тщательно продуманного рецепта и процесса, чтобы избежать проблем при компостировании.

## Время



Компостирование – это ускоренный процесс разложения, однако время, необходимое для перехода от сырья к стабилизированному, готовому компосту, может значительно различаться. При использовании метода компостирования в валках (при правильном уходе) вполне разумно производить готовый компост в течение одного года.

Если кучи переворачиваются редко или соотношение C:N в смеси слишком высокое, то компостирование может занять год или больше. Усовершенствованные системы компостирования, такие как статическая аэрация или компост в сосуде, могут значительно сократить время компостирования.

Существует две основные фазы компостирования. Первая фаза – это наиболее активная фаза компостирования. В этот период температура колеблется между термофильным и мезофильным диапазонами, и разложение происходит быстро. Только что сформированная компостная куча быстро достигнет высоких температур, а затем, по мере того как микробы будут использовать доступный кислород, они станут менее активными, и температура упадет. Внесение в кучу большего количества кислорода путем переворачивания приведет к очередному быстрому размножению микробов, и активная фаза будет продолжаться до тех пор, пока кислород снова не закончится.

Этот цикл будет повторяться – снижение температуры, аэрация, повышение температуры – до тех пор, пока весь легкоусвояемый органический материал не будет потреблен микробами. Если после переворачивания температура больше не повышается, значит, компост готов к фазе «затвердевания».

В фазе затвердевания различные популяции микробов продолжают разлагаться, но при более низких температурах. Эта фаза может длиться от одного до нескольких месяцев, в течение которых компост стабилизируется в том смысле, что побочные продукты, такие как аммиак, больше не образуются в количествах, которые были бы вредны для растений при внесении компоста в почву.

**Новая компостная подложка  
перед использованием.**



# 3

## Разработка рецепта компоста



Как и в случае выпечки торта, правильный рецепт является важной частью контролируемого процесса компостирования. Целью рецепта компостирования является обеспечение питательных веществ и условий, благоприятных для аэробного микробного роста и эффективного разложения органических материалов, которые вы выбрали для объединения для компостирования. Каждое сырье содержит питательные вещества и имеет другие свойства, которые определяют как его пригодность для компостирования, так и то, какие материалы могут быть объединены с ним для создания более благоприятного рецепта для активного аэробного микробного роста. Знание ваших материалов имеет важное значение при разработке рецепта компостирования. Для большинства видов сырья доступно множество «балансовых значений», однако лабораторные испытания могут быть полезны, а иногда и необходимы. Многие факторы влияют на пригодность материала для компостирования, однако три из них наиболее важны: соотношение углерода к азоту, содержание влаги и насыпная плотность.

### Углерод:Азот (C:N)

Все органические материалы содержат углерод и азот в разных соотношениях, называемых «соотношением C:N». Обычно материалы с более высоким соотношением C:N, как правило, более сухие и легкие (листья, опилки, древесная стружка и т. д.), тогда как материалы с более низким соотношением C:N, как правило, более влажные, тяжелые и часто более пахучие (навоз, пищевые отходы, рыбные отходы и т. д.). **Эффективный рецепт компоста предполагает смешивание материалов для достижения соотношения C:N 30:1.** В качестве общего руководства это обычно соответствует трем-пяти частям (по объему) источника углерода, смешанного с одной частью источника азота. Например, такой рецепт: одно ведро коровьего навоза (источник азота), смешанное с одним ведром древесной щепы (источник углерода) и тремя ведрами древесной стружки (источник углерода) может дать благоприятную смесь для компостирования.

## Влага

Всем живым существам нужна вода — и компост (и микробы, его производящие) ничем не отличается. Однако, как и люди не могут дышать под водой, так и аэробные микроорганизмы не могут. Уровень влажности 50–60% идеален для компостирования. Бактерии и другие микробы живут на влажной пленке на поверхности частиц компоста. Слишком много влаги может вытеснить воздух из порового пространства и привести к тому, что куча станет анаэробной — более медленный и гораздо более пахучий процесс. Слишком мало влаги может остановить процесс или, в некоторых случаях, способствовать созданию условий, благоприятных для горения — это **ОЧЕНЬ** плохо. Один из способов, которым влага попадает в кучу, — через сырье (которое содержит влагу), поэтому важно сочетать влажное сырье в вашем рецепте с достаточным количеством сухого материала, чтобы сбалансировать его.

## Насыпная плотность

Вес объема материала называется «насыпной плотностью». Он часто измеряется в фунтах материала на кубический ярд. Избыточная насыпная плотность может стать препятствием для процесса компостирования, ограничивая способность кучи «дышать». Слишком тяжелый (плотный) материал будет уплотняться, уменьшая поровое пространство в материале, и куча, скорее всего, станет анаэробной гораздо быстрее. Насыпная плотность иногда может определять, насколько большой может быть куча, поскольку большие кучи с высокой насыпной плотностью не допускают поток воздуха, поэтому рецепты с более высокой насыпной плотностью, вероятно, потребуют, чтобы кучи были меньше.

Как правило, рецепты начинаются с материалов, имеющихся в наличии. Например, на молочных фермах, коневодческих фермах и птицефермах обычно есть некоторое количество навоза на месте. Иногда навоз (и подстилочный материал) будет компостироваться довольно хорошо без дополнительных материалов. Однако иногда влажность, азот или насыпная плотность (вес) будут неблагоприятными и потребуют добавления дополнительного материала. Как отмечалось выше, цель состоит в том, чтобы создать благоприятные условия для роста микроорганизмов, поэтому, если навоз слишком плотный или влажный, дополнительным сырьем будет то, которое распределяет влагу и снижает плотность. В этом случае для достижения этих целей можно использовать материалы с более высоким содержанием углерода, такие как стружка или листья, смешанные с навозом.

Материалы с высоким содержанием азота и высокой влажностью часто имеют запах, когда они поступают — если не по прибытии, то вскоре после этого. Такие материалы требуют немедленного включения с использованием **соответствующего рецепта** — того, который уравнивает:

- Высокая влажность влажного материала с сухим материалом с высоким содержанием углерода, таким как листья или стружка, для достижения влажности 50-60%.

- Высокий уровень азота во влажном материале с высоким уровнем углерода в сухом материале, чтобы получить соотношение 30:1 C:N.

- Высокая насыпная плотность (вес) влажного материала при более низкой насыпной плотности сухого материала для достижения насыпной плотности 800-1000 фунтов/куб. ярд.



«Тест на сжатие» должен напоминать ощущение отжатой губки.

Обычно это не так сложно, как может показаться. Во многих случаях рецепт можно определить, соединив 3-5 частей источника углерода (листья, опилки и т.д.) с одной частью источника азота (навоз, например).

Содержание влаги в смеси можно определить с помощью простого теста на сжатие: Возьмите в руку в перчатке горсть материала и сожмите. На ощупь материал должен напоминать выжатую губку. Жидкость не должна капать из кулака, но между пальцами должно быть заметно легкое «поблескивание». Если влаги слишком много, скорее всего, потребуется дополнительный объем сухого высокоуглеродистого материала, чтобы сбалансировать рецепт.



«Ведрный тест» может помочь определить насыпную плотность.

Простой «ведрный тест» позволяет определить насыпную плотность материала или рецепта и облегчить модификацию рецепта компоста. Тест проводится при помощи 5-галлонного ведра и весов:

1. Поставьте ведро на весы и тарируйте вес ведра (обнулите весы).
2. С помощью лопаты заполните ведро на 1/3, а затем бросьте ведро на землю 10 раз, чтобы материал осел.
3. Наполните ведро до уровня 2/3 и снова бросьте 10 раз для осадки материала.
4. Наполните ведро до верха и снова бросьте, чтобы материал осел.
5. Наполните ведро до самого верха.
6. Поставьте ведро на весы, вес должен составлять 20-25 фунтов. Это соответствует 800-1000 фунтам на кубический ярд.
7. Если материал слишком тяжелый или слишком легкий, скорректируйте рецепт компоста соответствующим образом.



# 4 Методы компостирования

Существует четыре основных метода компостирования, три из которых будут рассмотрены здесь. Четвертый метод, пассивное компостирование, является неуправляемым методом компостирования, который трудно осуществить без образования запаха, требует очень длительного времени компостирования и не рекомендуется Департаментом сельскохозяйственных ресурсов Массачусетса (MDAR) в большинстве случаев.

## Компостирование в валках

Компостирование в валках – это метод, наиболее часто используемый для компостирования на ферме. Компост формируется в длинные, узкие кучи. Размер валков является важным фактором эффективности компостирования и должен определяться характером компостируемых материалов, оборудованием, используемым для переворачивания, а также температурой и влажностью кучи. В большинстве случаев высота свежеложенных валков не должна превышать 7 футов при формировании, поэтому они оседают примерно до 6 футов. Часто, исходя из условий кучи, целесообразно использовать еще меньшие валки. Такая практика позволяет поддерживать в куче более аэробные условия и способствует поддержанию оптимальной температуры в диапазоне 120-140 F. Если валок слишком большой или материал слишком плотный, он не будет дышать, создавая анаэробные условия, что приведет к медленному компостированию и неприятному запаху. Длина валка обычно определяется ограничениями участка или логическим объемом пропускной способности, необходимым для поддержания партий с материалами одного возраста.





Форма валков – еще один важный фактор в процессе компостирования. Правильно построенный валок будет «вдыхать» воздух у основания и «выдыхать» через центр/вершину кучи. Слишком высокие и широкие кучи склонны к перегреву и могут стать анаэробными в своей основе. Правильно подобранные валки треугольной формы способствуют аэробному компостированию, а также помогают отводить воду во время дождя, снижая вероятность развития анаэробных условий.

Если температура в валках регулярно слишком высока, это может быть признаком того, что куча слишком велика, так как большие кучи будут удерживать тепло за счет изоляции. Уменьшение размера валка может стать средством решения этой проблемы. В более холодные месяцы валки могут быть немного больше, чтобы удерживать тепло и поддерживать условия активного компостирования. Кроме того, более старый компост, который требует меньше кислорода и вырабатывает меньше энергии, по мере созревания можно укладывать в более высокие кучи. Также важно помнить, что большие кучи удерживают влагу, что может быть как полезно, так и вредно, в зависимости от существующих условий влажности материала.

Частота переворачивания валков определяется на основе мониторинга кучи, наблюдения за процессом и погодных условий. По мере разложения объем кучи уменьшается на 25-75% от первоначального размера в зависимости от плотности исходной смеси. Затем два или более валков могут быть объединены, чтобы освободить место для нового сырья.

## Статические аэрируемые кучи

Базовый слой пористого материала, например, крупной древесной стружки (так называемый «пленум»), формируется вокруг длинной перфорированной трубы. Сырье, подлежащее компостированию, тщательно перемешивается и затем формируется в кучи на базовом слое.



Система компостирования в статическом аэрируемом баке

Куча может быть накрыта геотекстилем или слоем готового компоста, чтобы сохранить запахи, тепло и влагу. Кучи не переворачиваются, а скорее аэрируются механическими воздуходувками, которые нагнетают воздух в кучи (или всасывают его через трубы).



## Компостирование в установках

В этом методе используются различные методы аэрации, все из которых предполагают сдерживание компоста. Время начального процесса компостирования может быть довольно коротким – всего несколько недель, что может быть полезно для сдерживания запахов на этом этапе, однако материал все еще биологически активен, и его необходимо обрабатывать до полного затвердевания.

Первоначальные затраты на такие установки (покупка и установка) могут быть высокими, но они могут быть очень эффективными при правильных обстоятельствах.



Компостная система с вращающимся барабаном.

# 5

## Выбор участка



Правильный выбор участка является необходимым условием для организации безопасных и эффективных операций по компостированию. Место расположения компостного производства напрямую влияет на объем необходимой подготовки площадки и меры, необходимые для выполнения экологических и нормативных требований.

### Охрана водных ресурсов

Необходимо оценить потенциальное воздействие объектов на водные ресурсы. В первую очередь, это близость к источникам водоснабжения, водно-болотные угодья, поймы, поверхностные воды и глубина залегания грунтовых вод.

- 1) Объекты не должны располагаться в 250 футах от частного колодца.
- 2) Операции должны быть размещены в соответствии с Законом о защите водно-болотных угодий штата Массачусетс. В соответствии с правилами по защите водно-болотных угодий, размещение площадок для компостирования и хранения считается «нормальным улучшением земель сельскохозяйственного назначения», если оно происходит на землях сельскохозяйственного назначения, если оно **непосредственно связано с производством или выращиванием определенных сельскохозяйственных товаров**, и если оно осуществляется таким образом, чтобы предотвратить эрозию и заиливание прилегающих водоемов и водно-болотных угодий.
- 3) Участки должны располагаться на таком расстоянии, чтобы исключить потенциальное негативное воздействие стоков с компостной площадки на поверхностные воды.

- 4) На участках, где планируется компостировать более минимального количества материала, следует соорудить площадку для компостирования с пологим уклоном или площадку с улучшенным покрытием (щебень, гравий, основание подъездной дороги и т. д.), чтобы уменьшить колейность от многократного использования техники и обеспечить надлежащий уход за компостными кучами.
- 5) Для уменьшения потока «чистой» воды, стекающей на компостную площадку, рекомендуется установить отводную берму со стороны верхнего склона, а со стороны нижнего склона – фильтр, например, небольшой вал из древесных опилок или травяную полосу, чтобы уменьшить сток питательных веществ и осадков с площадки во время дождя. Для сбора воды, богатой питательными веществами, можно также использовать водосборник, расположенный ниже по склону.
- 6) Следует избегать мест, где грунтовые воды поднимаются ближе, чем на 4 фута, или где подстилающие породы находятся ближе, чем на 5 футов от поверхности. Такие условия могут привести к тому, что рабочая поверхность будет слишком влажной, и это увеличит вероятность просачивания питательных веществ в грунтовые воды.

## Буфер от чувствительных видов землепользования

В связи с тем, что в последнее время в Массачусетсе наблюдается активное развитие землепользования, многие фермеры сталкиваются с новыми соседями, которым нравится идея жить рядом с фермой, но не нравится ее запах и шум. В таких ситуациях близкое расположение жилых домов, школ или парков может оправдать использование компостирования вместо альтернативной практики разбрасывания или складирования сырого навоза. Однако управление участком компостирования становится **особенно важным**, когда рядом находятся чувствительные виды землепользования.

Буферы в виде расстояния и/или визуальных экранов могут значительно уменьшить реальные или предполагаемые проблемы, связанные с шумом, запахом, мусором и эстетическими проблемами, которые часто ассоциируются с компостированием. Рекомендуется расстояние не менее 300 футов от ближайшего дома до места компостирования, а **место компостирования должно находиться на расстоянии не менее 100 футов от границы участка**. Самое главное – буфер должен быть достаточным, чтобы удовлетворить разумные опасения соседей. Расположите место компостирования как можно дальше от линии участка.

## Требования к площади

Площадки должны быть достаточного размера для обработки предполагаемого объема компостируемого материала. Согласно правилам MDAR, площадь компостирования должна быть привязана к размеру фермы и составлять не более 10% от коммерческой производственной площади фермы, при этом максимальная площадь компостирования (независимо от размера фермы) должна составлять 10 акров.

На один акр компостной площадки разрешено размещать не более 5 000 кубических ярдов компостного материала, а общий объем компостного материала (включая сырье, готовый компост и процесс производства) составляет 15 000 кубических ярдов. Таким образом, если ферма хочет компостировать 10 000 кубических ярдов материала, площадь компостной площадки должна составлять не менее 2 акров, а площадь коммерческого производства фермы – не менее 20 акров.

Помимо фактической площади компостных куч или валков, необходимо учитывать площадь, требуемую для подвоза и смешивания материалов, маневрирования оборудования, зон полимеризации, хранения готового компоста и буферных зон между компостной площадкой и чувствительными видами землепользования. Площадь, используемая для этих видов деятельности, учитывается при расчете допустимого размера компостной площадки фермы, зарегистрированной MDAR.

Главное, чтобы на участке не было неуправляемого объема материала. В целом, чем менее интенсивно обрабатываются компостные кучи, тем больше места требуется, так как время компостирования увеличивается. Если кучи часто переворачивать или нагнетать воздух в статичные кучи через перфорированные трубы, время компостирования сократится, и для данного объема материала потребуется меньшая площадь.

## Топография

Подготовка площадки может стать существенной статьёй расходов на начальном этапе производства компоста. На участках, где будет компостироваться более чем минимальное количество материала, следует соорудить площадку для компостирования с пологим уклоном или площадку с улучшенным покрытием (щебень, гравий, основание подъездной дороги, бетон, асфальт и т.д.), чтобы уменьшить образование колеи от многократного использования оборудования и обеспечить надлежащий уход за компостными кучами. Предпочтительны открытые, почти ровные участки, требующие минимальной подготовки поверхности. Пологий склон (1-3%) оптимален для стока воды и предотвращения образования прудов. Компостирование на крутых склонах может затруднить маневренность оборудования и вызвать проблемы со стоком и эрозией. По возможности таких участков следует избегать.

## Доступность

Компостные операции должны быть легкодоступны для всех транспортных средств и оборудования, обычно ожидаемых на участке. Площадки должны быть защищены от беспорядочного доступа, который может привести к вандализму или сбросу нежелательного материала. Если основной въезд на ферму находится рядом с жилыми домами или другими важными объектами землепользования, рассмотрите, по возможности, альтернативные, более удаленные въезды для грузовиков, связанных с компостной операцией.



# 6

## Проектирование участка

После выбора компостной площадки ее необходимо спроектировать таким образом, чтобы обеспечить эффективную работу и свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду. Требования к проектированию зависят от метода компостирования, типа используемого оборудования и физических характеристик участка. При планировании компостирования значительных объемов материалов фермеры должны учитывать следующие вопросы.

### Подготовка поверхности

Наиболее распространенный метод компостирования на ферме включает в себя формирование валков, которые переворачиваются фронтальным погрузчиком. Для этого требуется поверхность, способная выдержать частую работу тяжелой техники, выдерживающая скребущее действие ковша и предотвращающая образование колеи, вызванной шинами.

Часто рекомендуется сооружать компостную площадку или твердую поверхность, на которой происходит компостирование, используя материалы (такие как основание подъездной дороги, дробленый бетон, уплотненный гравий или непроницаемое покрытие из асфальта или бетона), пригодные для многократного использования тяжелой техники. При проектировании и строительстве компостных площадок основное внимание следует уделять тем зонам, которые подвергаются наибольшему использованию (например, зона выгрузки/смешивания и активная фаза компостирования в валках). Правильно построенная и поддерживаемая компостная площадка поможет предотвратить образование колеи или пруда, а также поможет отделить компостируемый органический материал от субстрата (компостной площадки).

В случае образования колеи площадку следует грейдировать, чтобы исключить образование прудов. Стоячая вода у основания валков может привести к анаэробным условиям в куче, что приведет к неэффективному компостированию и появлению неприятного запаха.

Необходимо любой ценой избегать образования прудов из-за колейности, вызванной работой оборудования. Проектирование и строительство зоны загрузки и смешивания компостного сырья на компостной площадке является важной частью операции. Поскольку эти зоны интенсивно используются – часто тяжелой техникой – особое внимание следует уделить типу материала, используемого для подготовки поверхности. Эта зона является одной из наиболее вероятных частей участка, требующих обслуживания, поэтому важно поддерживать ее в хорошем состоянии.

## Дренаж и управление водоотводом

Компостные валки должны быть ориентированы вверх и вниз по склону, а не поперек склона, чтобы дождевая вода могла стекать между рядами. Стоки, покидающие компостную площадку, должны быть направлены на предотвращение эрозии вниз по склону, а стоки не должны попадать в поверхностные воды. Простой способ замедлить сток и удалить загрязняющие вещества – использовать комбинацию бермы из крупной древесной стружки и ровной, широкой травянистой площадки под валками. Берма будет задерживать/фильтровать стоки с компостной площадки, а травянистая площадка будет фильтровать и утилизировать питательные вещества, содержащиеся в стоках. Более сложные системы, состоящие из отводных канав и водосборников, могут быть оправданы, если рельеф и планировка не позволяют использовать простую растительную зону обработки.

Кроме того, важным фактором является уменьшение количества воды, попадающей на компостную площадку с возвышенности. Вода должна отводиться по участку, чтобы компостная площадка оставалась как можно более сухой. Для того чтобы вода не попадала на компостную площадку с возвышенностей, можно соорудить бермы и отводные канавы.

## Дороги

Подъездные дороги должны быть спроектированы таким образом, чтобы максимально облегчить процесс подвоза и отвоза материала. По возможности, они должны быть спроектированы с учетом круговой схемы движения. Дороги должны выдерживать доставку и движение пожарных машин в течение всех четырех сезонов и быть спроектированы таким образом, чтобы свести к минимуму эрозию и пыль.

## Визуальные экраны

Визуальные экраны следует предусмотреть для ферм, расположенных в густонаселенных районах. Защита эстетической целостности района в значительной степени уменьшит противодействие компостированию. Существует множество вариантов блокирования видимости от соседей и дорог общего пользования, например, посадка или оставление на месте густых зарослей деревьев или высоких живых изгородей, сооружение высокой земляной насыпи, строительство забора или стратегическое размещение хозяйственных построек и других сооружений.

## Контроль доступа

Контроль доступа к участку предотвращает незаконное захоронение отходов и вандализм. Необходимый уровень безопасности зависит от потенциального риска противоправного поведения. Ворота, заборы или тросы в местах доступа предотвратят легкое проникновение. Природные барьеры также являются хорошими препятствиями.

## Знаки

Хотя большинству фермерских предприятий по производству компоста знаки не понадобятся, те предприятия, которые находятся на виду или поощряют сдачу отходов частными лицами, могут выиграть от установки соответствующих знаков. У каждого входа можно повесить табличку с указанием названия, характера и оператора. Указатели на территории могут помочь направить транспортные средства к местам разгрузки и сбора, определить схемы движения и запрещенные зоны.

## Водоснабжение на участке

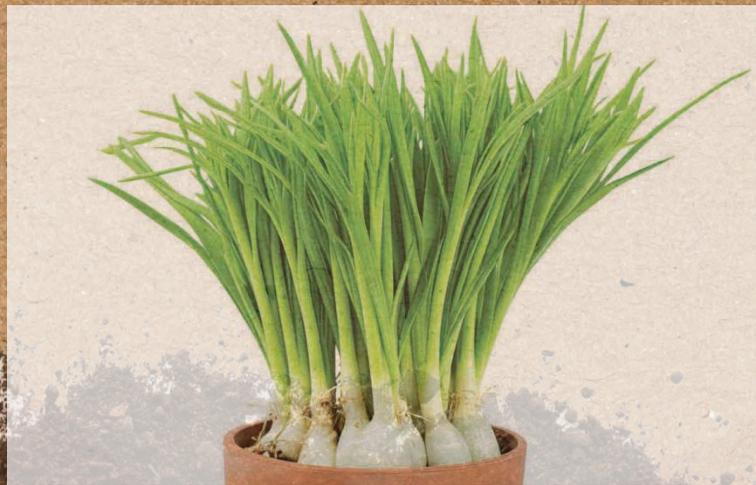
Операциям может потребоваться водоснабжение для смачивания куч, если они становятся слишком сухими, и для защиты от пожара в случае больших компостных площадок. Возможными источниками могут быть пруды, ручьи, колодцы, общественное водоснабжение или водовозки. Иногда потребность в воде может частично определяться на основе содержания влаги в поступающем сырье в дополнение к погодным условиям во время компостирования.

Хорошо сформированный валок с хорошо отремонтированной площадкой.



# 7

## Эксплуатация и обслуживание



Даже хорошо спроектированные предприятия, расположенные на удачно выбранных участках, окажутся проблемными, если их не эксплуатировать и не обслуживать должным образом. Компостирование подразумевает «управляемое» разложение, поэтому очень важно тщательно контролировать каждый аспект компостной операции, чтобы избежать неожиданных и нежелательных результатов, которые могут быстро привести к напряженным отношениям с соседями и местными властями, нарушению экологических норм и получению нежелательного конечного продукта. В следующих разделах кратко описаны ключевые области управления, которые помогут обеспечить успешное производство компоста.

### Контроль качества поступающих материалов

Типы и количество материалов с фермы, которые будут приниматься на предприятии, должны быть четко указаны – в идеале в письменном виде – перевозчиком. Такая практика поможет впоследствии разрешить споры, если в доставке будет обнаружен нежелательный материал (загрязняющие вещества) или если объем доставленного материала окажется больше, чем можно эффективно обработать. Однако, несмотря на то, что поставщики сырья четко оговаривают эти условия, каждая поставка на ферму должна быть проверена на качество. К сожалению, можно ожидать небольшого количества физических загрязнений, таких как куски пластика в отходах со двора, и они должны быть максимально удалены до смешивания материалов и компостирования.

### Оборудование и персонал

Оборудование, необходимое для компостирования, зависит от используемого метода компостирования и объема перерабатываемого материала. Фронтальный погрузчик, например, сельскохозяйственный трактор, погрузчик с бортовым поворотом, шарнирный погрузчик и т.д. это главное оборудование, которое понадобится.

Другое оборудование может потребоваться для следующих работ: доставка и транспортировка на участок и с участка; смешивание материалов; переворачивание/аэрация куч; контроль температуры; полив; просеивание; измельчение; упаковка в мешки; распределение готового компоста. Как и в любом другом сельскохозяйственном производстве, необходимо поддерживать все оборудование в хорошем рабочем состоянии.

Потребность в персонале зависит от типа используемого оборудования, объема и типа перерабатываемого материала. Желательно иметь оператора на месте для регистрации и проверки поступающих материалов; это становится критичным, когда поступающие материалы могут стать пахучими и требуют немедленного смешивания с высокоуглеродистым материалом. Компостирование может потребовать значительных временных затрат от операторов, поэтому с самого начала следует хорошо понимать количество персонала и количество часов, затрачиваемых на работу. Запланируйте известные периоды загруженности на ферме (например, время посадки и сбора урожая), либо выделите больше персонала для работы с компостом, либо рассмотрите возможность ограничения количества поступающих материалов в такие периоды. Не принимайте больше материала, чем может обработать ваше оборудование, персонал или предприятие.

## **Хранение материалов до и после компостирования**

Материалы могут доставляться на площадки для складирования и смешивания или непосредственно в зону формирования куч. Хотя доставка непосредственно в кучи экономит время и средства, места складирования ускоряют процесс доставки, обеспечивают более тщательное перемешивание и способствуют лучшему формированию кучи. Доставленные материалы должны быть заложены в компостные кучи до того, как возникнут анаэробные условия и появится неприятный запах. Фермы должны убедиться в наличии достаточного количества высокоуглеродистого материала на месте, до доставки любых высокоазотистых материалов, которые должны быть перемешаны сразу после доставки.

Когда активная, высокотемпературная фаза компостирования завершена, куча может быть перемещена в зону для фазы затвердевания. Поскольку на этом этапе запахи не являются проблемой, и куча не нуждается в аэрации, ее можно сделать больше. Когда фаза затвердевания завершена и компост готов к использованию или продаже, его можно переместить в другое место, чтобы было удобнее забирать или перевозить материал. Площадка должна быть спроектирована таким образом, чтобы сырье и активные компостные валки находились на нижней стороне площадки, а по мере приближения компоста к фазе затвердевания его перемещали вверх по склону к новому материалу. Это позволяет гарантировать, что сток воды из необработанной кучи не попадет в готовый (переработанный) компост.

Все места складирования, смешивания и хранения должны содержаться в порядке и аккуратности.



Слишком  
высокая  
температура!



В самый раз!

## Мониторинг и управление компостными кучами

В компостной куче необходимо контролировать и управлять всеми условиями, необходимыми для жизнедеятельности микроорганизмов. Температуру в компостной куче можно контролировать с помощью циферблатного термометра с достаточно длинным стержнем (36 дюймов), чтобы достать до внутренней части кучи. Измерения следует проводить в нескольких местах, чтобы получить более точные показания для данной кучи (или участка кучи). Когда температура становится слишком высокой ( $>160^{\circ}\text{F}$ ), кучу следует перевернуть, чтобы выпустить тепло. Аналогично, когда температура падает ниже  $100^{\circ}\text{F}$  до стабилизации, кучу следует перевернуть, чтобы дать микробам больше кислорода. Куча, которая продолжает выделять тепло при температуре  $>160^{\circ}\text{F}$ , может быть слишком большой (удерживает тепло за счет изоляции) или может нуждаться в изменении рецепта.

Как описано в части III, влажность можно контролировать с помощью теста на «сжатие». Горсть компоста должна сжаться в шарик и стать влажной на ощупь, но не до такой степени, чтобы с нее капала вода. Если куча становится слишком сухой, можно добавить воды из шланга или дождевателя во время переворачивания, или переворачивать кучу во время дождя. Еще одной стратегией добавления влаги в валок может быть разравнивание верха перед дождем, а затем перемешивание и повторное формирование формы валка после прекращения дождя. Простого разбрызгивания воды сверху обычно недостаточно, поскольку вода имеет тенденцию стекать с валка. Если куча слишком влажная, ее можно перевернуть в сухой день, перемешать с более сухими материалами и/или сформировать валок меньшего размера.

## Ведение учета

Ведение учета – это часто упускаемый из виду, но важный компонент компостирования, который также является нормативным требованием для всех компостеров зарегистрированных в Департаменте сельскохозяйственных ресурсов Массачусетса (MDAR). Необходимо вести журнал учета поступающих материалов, записывая дату доставки, тип материала, объем и/или вес, а также источник. Записи должны документировать смесь или «рецепт» сырья, используемого для формирования компостной кучи, чтобы можно было вносить коррективы с целью

достижения оптимального рецепта. В этих записях также должны быть указаны даты формирования кучи, показания температуры, даты переворачивания, количество/дата добавления воды, дата объединения с другим валком и дата перемещения в кучу для затвердевания. При необходимости следует добавить примечания.

Если валки формируются в течение определенного периода времени, в них можно установить флажки или кольца, чтобы отличить более молодую секцию от более старой. Эти записи помогут оператору компоста понять потенциал производительности.

Важен индикатор ветра, показывающий, в какую сторону дует ветер. Скорость и направление ветра должны регистрироваться ежедневно и подсказывать оператору, когда (не) переворачивать кучи, исходя из близости к соседям.

Образец формы учета мониторинга температуры в валках/кучах см. в Приложении А. Зарегистрированные в MDAR компостеры обязаны вести точные записи по управлению компостом в течение как минимум трех лет, чтобы продемонстрировать соответствие требованиям 330 CMR 25.00. Департамент оставляет за собой право запрашивать и проверять такие записи в любое время.

## Планы на случай непредвиденных обстоятельств

План на случай непредвиденных обстоятельств важен, поскольку он позволяет разработать альтернативный план управления в случае загрязненных поставок, стихийных бедствий, финансовых проблем и отказов оборудования. Следует определить приемлемое резервное место, куда при необходимости можно переместить материал. Если готовый компост не продается или не используется, а складские площади заполнены, **новые материалы не должны приниматься**. В случае поставки загрязненных материалов следует связаться с поставщиком и потребовать, чтобы он забрал груз обратно.



# 8

## Процесс дальнейшего уменьшения количества патогенов



Одним из факторов, который необходимо учитывать при производстве и использовании компоста в сельскохозяйственных целях, является безопасность продуктов питания. Поскольку компостирование осуществляется в основном микроорганизмами, необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы защитить компост от патогенных микроорганизмов. В соответствии с Законом о модернизации безопасности пищевых продуктов, Управление по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA) установило стандарты безопасности сельскохозяйственных продуктов, включая применение почвенных добавок (в том числе компоста) для выращивания пищевых культур.

Правила FDA и Национальной органической программы (NOP) Министерства сельского хозяйства США не требуют соблюдения интервала между внесением навоза и сбором урожая продовольственных культур, если навоз обрабатывается в процессе компостирования, который соответствует стандартам NOP по компостированию.

Для компостирования навоза и других кормов животного происхождения, таких как пищевые отходы, содержащие мясо, FDA (21 CFR 112.54) [21 Свод федеральных нормативных актов 112.54] одобрило два научно обоснованных контролируемых процесса компостирования, или «Процесс дальнейшего уменьшения количества патогенов» (PFRP):

- Статическое компостирование, при котором поддерживаются аэробные (т.е. насыщенные кислородом) условия при температуре не менее 131°F (55°C) в течение трех дней подряд, а затем следует адекватное затверждение; и
- Компостирование с переворачиванием, при котором аэробные условия поддерживаются при температуре не менее 131°F (55°C) в течение 15 дней (не обязательно подряд), минимум с пятью переворачиваниями, с последующим достаточным затверждением.

После периода затвердения крайне важно, чтобы готовый компост НЕ смешивался и не контактировал с материалом, не прошедшим PFRP, так как он уже не будет соответствовать стандарту FDA/NOP. Документальное подтверждение того, что стандарт был соблюден, скорее всего, потребуется фермерским хозяйствам, которые будут покупать ваш компост для улучшения своей почвы.

Всем зарегистрированным в MDAR предприятиям по производству компоста настоятельно рекомендуется развивать свою деятельность таким образом, чтобы их процесс компостирования соответствовал стандарту PFRP.

Переворачивание валков  
фронтальным погрузчиком.



# 9

## Подготовка плана компостного производства

Хорошо продуманный план облегчает процесс получения разрешения на производство компоста. Компостер должен убедиться, что каждый компонент операции – от получения исходного сырья до конечного использования готового продукта – полностью продуман и спланирован. В большинстве случаев план не требует инженерных разработок или подробного научного описания процесса компостирования. Однако он должен включать письменные описания, карты и эскизы, чтобы передать физическое расположение и планировку участка, план эксплуатации и управления, а также планы по получению конечного продукта. Ниже приводится более подробная информация о том, что должно быть включено.

**План компостного производства** включает каждый из следующих элементов:

**Описание** предполагаемого метода компостирования.

**Информация о местоположении** площадки компостирования.

**Описание** каждого типа компостируемого сырья, включая источник, объем, частоту доставки и т.д.

**Объемный рецепт** преобразования исходного сырья в компост, например: 1 часть подстилки для лошадей: 2 части листьев: 1 часть куриного помета.

**Информация о конечном использовании компоста:** (внесен на поля, продан и т.д.), включая предполагаемый объем и процент от общего количества произведенного компоста, который будет использован на сельскохозяйственной единице.

**Расстояние до чувствительных видов землепользования:** Опишите наличие близких соседей, школ, игровых площадок и т.д. Укажите расстояние до каждого из них.

**Дренаж и управление стоками:** Опишите, как будет контролироваться сток на участке. Укажите на прилагаемой карте или эскизе любые бермы, отводные каналы, водосборные бассейны или растительные зоны обработки.

**Процедуры складирования:** Опишите доставку и выгрузку сырья, включая местоположение, методы смешивания и т. д..

**Контроль качества:** Как будет контролироваться качество исходного материала и готового компоста? Как будут удаляться и утилизироваться некомпостируемые материалы (например, пластик)?

**Смешивание и укладка материалов:** Как будут перемешиваться и создаваться компостные кучи/валки? Укажите количество, высоту, длину и ширину куч.

**Аэрация:** Опишите метод и тип оборудования, которое будет использоваться для аэрации компостных куч .

**Продолжительность компостирования:** Оцените, сколько времени займет компостирование от начала до получения готового продукта.

**Персонал:** Какой персонал будет задействован и как он будет обучен?

**Оборудование:** Какое оборудование будет использоваться и для каких целей?

**План действий в чрезвычайных ситуациях:** Существует ли альтернативная временная площадка, на которую можно переместить компост, если основная площадка станет непригодной для использования?

**План управления запахами:** Требуется для регистрации – см. раздел X.

## Карты

**Две карты** должны быть включены в заявку на регистрацию MDAR. Допускаются карты Google Earth или эквивалентные карты в масштабе:

**Карта местности** (с уменьшенным масштабом), показывающая компостную площадку относительно дорог, границ города и природных объектов, таких как ручьи и водоемы, водно-болотные угодья.

**Карта плана участка** (в увеличенном масштабе), показывающая расположение сельскохозяйственной операции по компостированию, включая следующие элементы:

- a. Граница участка с указанием расстояния отступа.
- b. Расположение и ориентация валков. Нанести на план предполагаемое количество валков с указанием длины, ширины и расстояния между валками.
- c. Расположение зон выгрузки, смешивания и погрузки.
- d. Расположение зон твердения и/или хранения.
- e. Расположение сельскохозяйственных дорог, дорог общего пользования.
- f. Средства контроля дренажа и стока (например, бермы, валы, травянистые площадки). Укажите направление потока воды.
- g. Окружающие сельскохозяйственные постройки и поля.
- h. Поверхностные воды и водно-болотные угодья, включая расстояние до них.
- i. Колодцы питьевой воды, включая расстояние до них.
- j. Заселенные здания в радиусе 300 футов от места компостирования.
- k. Высокие заборы, линии деревьев, живые изгороди или другие визуальные экраны между компостной площадкой и общественными местами.

# 10

## Подготовка плана управления запахами



Запахи – это причина номер один среди жалоб на работу компостных производств. По этой причине, а также для обеспечения рациональной практики компостирования, постановление MDAR требует, чтобы все зарегистрированные сельскохозяйственные компостеры имели (и реализовывали при необходимости) План управления запахами.

План управления запахами: План, соответствующий размеру и типу предприятия, который минимизирует производство и миграцию пахучих соединений. План должен, как минимум, включать следующее:

- a) Процедуры оценки, включая силу, продолжительность и частоту запаха.
- b) Диагностика источника запаха.
- c) Описать меры по исправлению ситуации, которые могут быть использованы для устранения образования и миграции любых запахов, включая конкретные действия, такие как изменения в работе, которые будут предприняты для рассмотрения жалоб, если запахи возникают за границей сельскохозяйственной единицы.

Постановление MDAR также требует:

- a. Заявитель должен обеспечить наличие письменного плана управления запахами. План должен храниться на территории сельскохозяйственного производства по компостированию и быть доступным для проверки Департаментом по запросу .
- b. После того, как заявитель заметит запах, или после получения жалобы на запах за границей сельскохозяйственной единицы от соседей или Департамента, заявитель должен реализовать План управления запахами.

В некоторых условиях компостирования запах неизбежен – однако, он поддается контролю. Управление запахами должно рассматриваться оператором комплексно, как часть понимания процесса компостирования и выявления проблем путем мониторинга, чтобы их можно было устранить до того, как они станут проблемой.

Запахи, связанные с компостированием, могут быть вызваны различными причинами, однако стойкие запахи часто являются результатом неправильной практики управления. Знание принципов компостирования, регулярный мониторинг, наличие соответствующего оборудования и сырья – все это необходимо для того, чтобы избежать проблемных запахов на компостных площадках. Понимание причины запаха позволит оператору внести коррективы и вернуть кучу в «равновесие» или предпринять другие действия для снижения вероятности нарушения соседских отношений.

Ваш участок может быть «без запаха» в течение 100 дней, но если возникнет проблема с запахом, то именно этот запах и запомнится. К счастью, при наличии определенных знаний, оборудования, материалов и регулярного мониторинга многие эксплуатационные проблемы, вызывающие неприятный запах, можно выявить и устранить до того, как они станут проблемой.

Причина запаха компоста часто относится к одной из нескольких категорий (или их комбинации):

- 1. Запахи от самого сырья (исходных материалов):** Материалы с высоким содержанием азота и влаги часто имеют неприятный запах – если не в момент поступления, то вскоре после него. Такие материалы требуют немедленного включения в **соответствующий рецепт** – такой, в котором сбалансированы:
  - a.** Высокая влажность влажного материала с сухим материалом из высокоуглеродистого источника, например, листьев или стружки, для достижения влажности 50-60%.
  - b.** Высокий уровень азота во влажном материале с высоким уровнем углерода в сухом материале, чтобы достичь соотношения 30:1 C:N.
  - c.** Высокая насыпная плотность (вес) влажного материала с более низкой насыпной плотностью сухого материала для получения насыпной плотности 800-1000 фунтов на кубический ярд.
- 2. Запахи от анаэробных условий в куче:** Анаэробное разложение органических материалов часто представляет собой очень неприятный процесс, в результате которого выделяется множество мощных парниковых газов, таких как метан и закись азота. Цель компостирования – создать условия, благоприятные для роста аэробных бактерий. Компостирование в валках достигается за счет формы и размера кучи: вытянутая форма пирамиды позволяет воздуху входить в кучу с подножия и боков кучи, а «выдыхать» – через верх. Валок должен быть достаточно маленьким для распределения воздуха в куче, но достаточно большим, чтобы удерживать тепло благодаря изоляции. Слишком большая куча будет удерживать слишком много тепла и, скорее всего, будет слишком тяжелой, чтобы хорошо функционировать. Когда кислород в куче израсходован, анаэробные бактерии становятся более активными, и обычно возникает неприятный запах.

Еще один очень важный параметр, который необходимо измерять при компостировании, – температура кучи. Это показатель метаболической активности микроорганизмов, который обычно измеряется с помощью термометра с трехфутовым стержнем. Как только температура в куче достигает 140°F, благоприятные для компостирования бактерии погибают или становятся неактивными, и на смену им приходят анаэробные бактерии, замедляющие процесс и обычно способствующие появлению запаха.

Распространенный метод контроля температуры, который дает представление об активности кучи, заключается в наблюдении за температурой валка на трехфутовой и однофутовой глубине. Как правило, разница в температуре между тремя футами и одним футом в активной куче более 20°F (например, показания в трех футах 110°F, а на глубине одного фута – 140°F) может указывать на то, что середина кучи хочет дышать, но не получает достаточно воздуха. Скорее всего, в этот момент необходимо перевернуть кучу.

Разумная стратегия управления при компостировании пахучего материала – это метод, известный как **«укупорка» кучи**. При этом вся куча покрывается 6-12 дюймами высокоуглеродистого материала, который действует как «биофильтр» для запахов. Это может быть эффективной стратегией и в том случае, если кучу необходимо развернуть, но ветер дует в сторону чувствительных рецепторов (соседей).

Шаблон плана управления запахами приведен в Приложении В, и может быть адаптирован фермой к условиям своей работы.





# Приложение Б

## План управления запахами при сельскохозяйственном компостировании

Название фермы: \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

Имя оператора: \_\_\_\_\_ Номер телефона: \_\_\_\_\_

Адрес электронной почты \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_

### Обзор

В этом документе описаны методы управления, которые будет использовать ферма, чтобы избежать проблемных запахов, связанных с компостированием на ферме, а также меры, которые будут приняты в случае возникновения проблемных запахов. Он поможет оператору предотвратить появление проблемных запахов и устранить их в случае возникновения.

### ПЛАН СОСТОИТ ИЗ ТРЕХ ЧАСТЕЙ:

- 1. Превентивное управление**, основанное на рациональных процедурах компостирования.
- 2. Процедуры оценки и устранения запаха**, использующие таблицы, на которые ферма будет ссылаться при оценке и реагировании на выявленный запах.
- 3. Форма подтверждения жалоб соседей**, используемая для документирования жалоб на запах и, при необходимости, соответствующего ответа руководства фермы.

## 1. Превентивное управление

Основные методы управления фермой изложены ниже. Кроме того, ферма будет обращаться к *Руководству по сельскохозяйственному компостированию* Департамента сельскохозяйственных ресурсов Массачусетса и соблюдать его.

### РЕЦЕПТ КОМПОСТА

Ферма разработает и будет придерживаться рецепта компоста, который соответствует следующим принятым в отрасли показателям:

- Соотношение углерода к азоту (Соотношение C:N) 25-40:1
- Содержание влаги в пределах 50-65%
- Насыпная плотность менее 1,000 фунтов/куб. ярд

### **БЫСТРАЯ ИНКОРПОРАЦИЯ**

Сырье, привлекающее переносчиков инфекций или обладающее высоким запахом, после доставки немедленно смешивается с высокоуглеродистым материалом, который содержит и стабилизирует соединения, вызывающие запах, обеспечивая активное аэробное компостирование, и предотвращает доступ потенциальных переносчиков инфекций.

### **УКУПОРИВАНИЕ КУЧИ**

Кучи, содержащие привлекающие переносчиков или потенциально пахнущие сырьевые материалы (например, пищевые отходы), будут при необходимости «укупориваться» по меньшей мере 6-сантиметровым слоем поглощающего запах высокоуглеродистого материала (древесная стружка, опилки, листья, высокоуглеродистая подстилка для лошадей и т.д.).

### **ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ВЫТЕКАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА**

Вытекающий материал, или потеря «свободной влаги» из компостной кучи, представляет собой богатую питательными веществами жидкость и может быть источником загрязнения и запахов на участке компостирования. Будут предприняты все усилия для предотвращения и контроля вытекающего материала путем правильной разработки рецепта, смешивания и мониторинга кучи, размера и формы кучи. Валки будут иметь форму длинной пирамиды для сброса осадков. В периоды обильных дождей рецепты будут изменены с более низким начальным содержанием влаги, чтобы увеличить способность смеси впитывать осадки без высвобождения вытекающего материала. Регулярный визуальный осмотр куч позволит обнаружить наличие вытекающего материала и позволит оператору определить источник и устранить его. Если вытекание все же произойдет, сразу же вниз по склону от места возникновения вытекающего материала будет сооружена насыпь из опилок, щепы, готового компоста или другого абсорбирующего материала для удержания и поглощения вытекающего материала. Пропитанный материал будет включен в валок и компостирован. На территории участка не будет образовываться запруд, а при необходимости запруженные участки будут повторно выровнены..

### **МОНИТОРИНГ КУЧ**

Активные компостные кучи будут контролироваться (и регистрироваться) не реже двух раз в неделю, чтобы определить уровень биологической активности кучи и выявить любые проблемы, которые могут возникнуть. Записи мониторинга будут вестись, документируя результаты и любые необходимые корректирующие действия, а также документируя достаточную термическую обработку для уменьшения количества патогенов и семян сорняков. Записи мониторинга будут храниться в безопасном сухом месте в течение не менее трех лет. Мониторинг будет включать оценку и документирование следующих параметров:

- **Температура** – для контроля компостируемых материалов будет использоваться трехфутовый температурный зонд для компоста. Проверки температуры будут проводиться в середине кучи (вертикально) каждые 15–20 футов на глубине одного и трех футов в каждом месте и записываться.
- **Влажность** – для контроля влажности куч будет использоваться простой «тест на сжатие». Целевое содержание влаги составляет 50–60%, что имеет свойства влажности «выжатой губки» при сжатии. Если будут замечены значительные проблемы с влажностью, будет выявлена причина, и проблема будет оперативно устранена.
- **Запах** – оператор будет наблюдать и контролировать любые запахи, исходящие от участка и/или отдельных куч. Это будет делаться каждый раз при посещении участка. Во время контроля куч кучи будут оцениваться как: без запаха, минимальный запах, умеренный запах, сильный запах с описанием характера запаха. Если будут замечены значительные запахи, причина будет определена, и проблема будет оперативно решена в соответствии с процедурами, изложенными в разделе «Процедура оценки запаха» настоящего документа.
- Визуальный осмотр участка и куч будет проводиться всякий раз, когда оператор заходит на участок. Эти осмотры будут отмечать, есть ли на участке чрезмерная влажность и откуда она берется, размер и форму куч, признаки векторов (или материалов или условий, которые могут привлекать векторов), а также любые другие признаки потенциальных проблем. Если будут замечены проблемы, причина будет определена, и проблема будет оперативно решена в соответствии с процедурами, изложенными в разделе «Процедура оценки запаха» настоящего документа.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ШАГИ

1. Ферма будет реагировать на проблемы и/или жалобы соседей, будет конкретна и реалистична в отношении причин, мер реагирования и сроков устранения проблемы.
2. Если причину запаха или неприятного запаха невозможно легко определить или если он присутствует в большом объеме материала, ферма будет:
  - a. Обращаться к техническому консультанту.
  - b. Обращаться к соответствующим государственным и местным органам власти, чтобы сообщить им о возможной проблеме.
  - c. Работать с консультантом и государством, чтобы разработать и реализовать стратегию устранения последствий.
  - d. Поддерживать связь со всеми затронутыми сторонами.

## 2. Оценка запаха и процедуры устранения

Следующие таблицы будут использоваться для оценки и устранения выявленных запахов, а также для разработки стратегии профилактики на будущее.

1.0 Анаэробные условия, вытекающий материал				
Выявленная проблема	Перекрестная проверка	Главные причины	Действия по исправлению	Профилактические действия
Проблемный запах	Анаэробные условия кучи?	Высокое содержание влаги (недостаток влаги в оригинальном рецепте).	Добавьте сухое вещество.	Измените рецепт, чтобы снизить содержание влаги. Создайте меньшие кучи.
			Уменьшите размер кучи.	
			Переверните кучу, чтобы высохла.	
		Плотные условия насыпи (отсутствие крупных структурных частиц в исходном рецепте и/или редкое переворачивание/ перемешивание).	Добавьте пористые наполнители (древесную щепу, измельченный материал).	Отрегулируйте рецепт, чтобы добавить пористости (5-15% древесной щепы/ измельченного материала по объему).
	Переверните кучу, чтобы ее разрыхлить и проветрить.		Обеспечьте тщательное перемешивание	
	Большие кучи, препятствующие пассивной аэрации.		Уменьшите размер кучи.	Переворачивайте чаще.
	Вытекающий материал из кучи?	Условия повышенной влажности.	Поглотите вытекающий материал сухими углеродсодержащими материалами.	Поддерживайте влажность кучи в целевом диапазоне.
				Убедитесь, что инфраструктура участка обеспечивает достаточный дренаж

## 1.1 Проблемное сырье

Выявленная проблема	Перекрестная проверка	Главные причины	Действия по исправлению	Профилактические действия
Проблемный запах	Проблемное сырье?	Высокое содержание белка.	Если после укупорки запах не устраняется, исправьте рецепт с помощью углеродных материалов и наполнителя и снова закройте крышку.	Разработайте целевой рецепт для проблемного сырья. Потребуется значительные источники доступного углерода и пористых наполнителей.
		Высокая влажность.	Если после укупорки запах не устраняется, исправьте рецепт с помощью сухого вещества и наполнителя и снова закройте крышку.	Разработайте целевой рецепт для проблемного сырья. Потребуется сухое вещество и пористые наполнители.
	Низкий или высокий уровень pH.	Если после укупорки запах не устраняется, исправьте влажность и плотность рецепта, затем снова укупорьте и оставьте в покое, пока pH не станет буферным в процессе компостирования.	Контролируйте соотношение углерода к азоту и содержание влаги, чтобы минимизировать условия с высоким содержанием белка (N), высокой влажностью и низким pH или условия с высоким содержанием белка (N), низкой влажностью и высоким pH.	
	Особо сложные соединения или сырье.	Обратитесь за технической поддержкой, если традиционные методы борьбы с запахами не дают результата.	Используйте лабораторные испытания сырья для разработки целевого рецепта для проблемного сырья.  Испытайте сырье в небольшом масштабе, прежде чем вводить большой объем в процесс компостирования.	

## 1.2 Погодные факторы

Выявленная проблема	Перекрестная проверка	Главные причины	Действия по исправлению	Профилактические действия
Проблемный запах	Направление ветра?	Сильные запахи, исходящие от куч, могут распространяться за пределы участка.	Используйте перекрестные проверки для немедленного устранения запаха в кучах. (Таблицы 1.0-1.1)	Наблюдайте за ветром и за образованием запахов, чтобы свести к минимуму повороты и избежать выделения запахов, совпадающих с волнами ветра в направлениях рецепторов.  Установите метеостанцию или ветроуказатель для контроля направления ветра.
	Воздушная инверсия?	Нормальные схемы движения воздуха являются застойными, задерживая запахи низко над землей и увеличивая потенциальную опасность неприятностей.	Используйте перекрестные проверки для немедленного устранения запаха в кучах. (Таблицы 1.0-1.1)	Сократите количество переворотов утром и вечером, когда на уровне земли часто происходят инверсии.  Наблюдайте за погодными условиями и закономерностями возникновения запахов, чтобы свести к минимуму необходимость переворотов и избежать выделения запахов в период инверсии.  Поймите топологические факторы, такие как воздушные дренажи, которые могут перемещаться и улавливать запахи.

### ФОРМА ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ЖАЛОБЫ СОСЕДА

Дата жалобы: \_\_\_\_\_ Имя соседа/апеллянта: \_\_\_\_\_

Адрес апеллянта: \_\_\_\_\_

Контактная информация апеллянта: \_\_\_\_\_

Характер жалобы/проблемы (укажите местоположение, даты, погода или другую информацию):

---



---

Жалоба получена и получение подтверждено: \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_

## ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАССМОТРЕНИЕ ЖАЛОБ

Дата: \_\_\_\_\_ Имя лица, ответившего на жалобу: \_\_\_\_\_

Если жалоба касается запаха:

Наблюдается на месте?

Да  Нет

|  Минимальный  
запах

Умеренный  
запах

Сильный  
запах

Не наблюдается на месте?

Да  Нет

|  Минимальный  
запах

Умеренный  
запах

Сильный  
запах

Дата и время первого обнаружения: \_\_\_\_\_ Дата и время окончания: \_\_\_\_\_

Однократный или повторяющийся? \_\_\_\_ Если повторяющийся, то с какой частотой? \_\_\_\_\_

Немедленные действия, предпринятые по жалобе: \_\_\_\_\_

---

---

---

Долгосрочный план действий по исправлению положения: \_\_\_\_\_

---

---

---

Дата последующего обращения к апеллянту: \_\_\_\_\_

Результаты корректирующих действий: \_\_\_\_\_

---

---

## Благодарности

Целью данного Руководства является поощрение и защита сельскохозяйственного компостирования.

Первоначально данное Руководство было написано Sumner Martinson из MassDEP и покойным Maarten van de Kamp из MDAR. Оно было обновлено в 2010 году Saiping Tso из MDAR и дополнительно пересмотрено в 2023 году Sean Bowen для отражения изменений в нормативных актах MDAR.







