



## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 693.879.4

### ОСОБЕННОСТИ КОМПОСТА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

© 2010 Смольникова В.В.

Северо-Кавказский государственный технический университет

В статье рассмотрены особенности компостирования органических материалов при использовании традиционного способа и ферментирующих добавок. Исследованы показатели качества компостов, полученных с использованием молочной сыворотки и бактериального препарата в качестве ферментирующей добавки. Проведено сравнение полученных образцов компостов по таким показателям качества как: влажность, кислотность, содержание органического вещества в пересчете на сухую массу, количество общего и аммонийного азота.

In the article features of composting of organic materials are considered at use of a traditional way and fermenting additives. Indicators of quality of the composts received with the use of dairy whey and a bacterial preparation as the fermenting additive are investigated. Comparison of the received samples of composts on such indicators of quality as is spent: humidity, acidity, the maintenance of organic substance in recalculation on dry weight, quantity of the general and ammonium nitrogen.

**Ключевые слова:** компостирование, органические отходы, молочная сыворотка, дождевые черви.

**Keywords:** composting, an organic waste, dairy whey, earthworms.

Компосты представляют собой органические удобрения, образующиеся при разложении органических веществ растительного и животного происхождения под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов. Их используют в сельском и садово-парковом хозяйстве как органическое удобрение, для рекультивации нарушенных земель, восстановления плодородия и первичного окультуривания мелиорированных земель. Компост является оптимальным субстратом при вермикультивировании [1].

Агрохимические свойства компоста не уступают традиционным органическим удобрениям, таким как навоз, птичий помет и торф, а в некоторых аспектах и превосходит их. Свежий навоз всегда содержит мочевины, которая при разложении образует аммиак, углекислый газ и воду:



Аналогичные превращения с образованием аммиака как конечного продукта происходят с гиппуровой и мочевой кислотами. Поэтому внесение свежего навоза в почву может привести к ожогам корней растений. Для удобрения почв, предназначенных для выращивания корнеплодов, свежий навоз не пригоден. Отмечено, что при использовании свежего навоза для подкормки сельскохозяйственных культур заметно активизируется рост вегетативных частей растений, что не всегда означает повышение урожайности. Напротив, в ряде случаев было отмечено снижение урожайности и устойчивости к вредителям и болезням у сельскохозяйственных культур [2, 3].

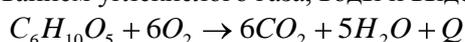


Птичий помет является ценным органическим удобрением, но использование без предварительной обработки нельзя. Кроме того, как навоз, так и птичий помет содержат большое количество семян сорных растений и патогенную микрофлору. Перед использованием навоз и птичий помет рекомендуется подвергнуть компостированию.

Компост представляет собой органический материал, полученный из различных органических материалов под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов. При компостировании протекают процессы ферментации органических веществ, обусловленные деятельностью аэробной микрофлоры. Наряду с трансформацией органических веществ, протекает минерализация до простых соединений и гумификация с образованием устойчивых к разложению сложных органических веществ. Условно компостирование протекает в две стадии. Первая стадия характеризуется разложением органических веществ под действием микрофлоры на более простые органические и минеральные соединения. Начальная стадия разложения органических веществ сопровождается саморазогревом компостируемого материала. На 2-3 сутки температура внутри компостного бурта может достигать 60°C. На 4-5 сутки температура несколько снижается. Продолжительность первой стадии зависит от климатических условий и состава компостируемого материала и занимает около 12-14 недель. Положительные температуры, оптимальная влажность и хорошая аэрация субстрата активизирует компостирование. Аэробные условия ускоряют процесс разложения органических веществ, что позволяет заметно сократить время, требующееся для протекания этой стадии. На этом этапе получается сырой компост. Как удобрение сырой компост не используют, однако его рекомендуется вносить в почву для увеличения влагоемкости и воздухопроницаемости почвы. Сырой компост является источником и субстратом для почвенных микроорганизмов, под действием которых уже в почве может протекать вторая стадия компостирования.

Для второй стадии компостирования характерно протекание процессов синтеза органических веществ. При этом происходит образование специфических гумусовых соединений. Процессы, протекающие на этой стадии образования компоста, сходны с процессами, протекающими в почве, однако интенсивность последних намного ниже. Полученный после окончания второй стадии компост называют созревшим. Зрелый компост содержит до 20% гумуса, представляет собой однородную, рассыпчатую массу, имеет характерный коричневый цвет и запах.

Для компостирования используются дешевые и доступные материалы растительного и животного происхождения. Целесообразно использование отходов послеуборочной сельскохозяйственной обработки сельскохозяйственных культур. Легко подвергается компостированию ботва овощных культур, очистки овощей и фруктов, скошенная трава, послеуборочные остатки, плодовые жмых, испорченные корма. Продолжительность компостирования лузги подсолнечника и гречихи, соломы, древесных опилок и стружек значительно выше, однако введение этих компонентов в смесь для компостирования улучшает структуру компостируемого материала, способствуя улучшению его рыхлости и гигроскопичности. Клетчатка, содержащаяся в растительных остатках, разлагается с образованием углекислого газа, воды и выделением тепла:



Компостная масса может разогреться до 80°C. Повышение температуры компостируемой массы обеспечивается деятельностью термофильных бактерий. Этой температуры достаточно для уничтожения патогенной микрофлоры, семян сорных растений, возбудителей заболеваний сельскохозяйственных культур. На биологическую ценность компоста как удобрения положительно влияет внесение органических материалов животного происхождения. В растительных остатках имеется избыток углерода и дефицит азота. Добавка птичьего помета и навоза в качестве источника соединений азота позволяет получить высококачественный компост.

Интенсивность процесса компостирования зависит от соотношения азота и углерода в компостируемых материалах. Повышенное содержание углерода замедляет процесс компостирования, пока избыточный углерод не превратится в диоксид, а избыточный азот выделяется в виде аммиака и окислов азота, при этом потери аммиачных соединений могут достигать 30%. Для минимизации потерь аммонийных соединений и интенсификации процесса разложения органических материалов компостируемые материалы обрабатывают микробными препаратами.



В настоящее время широкую известность получили препараты «эффективных микроорганизмов», в частности «Байкал – ЭМ-1», зарекомендовавший себя, как высокоэффективный микробиологический препарат, повышающий урожай садово-огородных культур. В наших исследованиях компост получали традиционным способом, с применением бактериального препарата «Байкал – ЭМ-1» и с использованием молочной сыворотки.

Молочная сыворотка содержит активную аэробную микрофлору, способную вызвать гомоферментативное и гетероферментативное брожение в сырье, содержащем углеводы. Ферментированные продукты, полученные за счет жизнедеятельности аэробной молочнокислой микрофлоры, имеют более высокую биологическую и энергетическую ценность. Кроме того, в процессе жизнедеятельности молочнокислой микрофлоры подавляется развитие чувствительных к кислоте гнилостных микроорганизмов и плесени [4].

Для компостирования использовался лиственный опад, плодовой жмых, ботва, солома и подсолнечная лузга. При получении компоста традиционным способом без ферментирующих добавок, органический материал при необходимости измельчался и укладывался в пластиковые контейнеры. В случае использования биопрепаратов или молочной сыворотки для компостирования органические материалы послойно обрабатывались из ручного пульверизатора. Заполненные емкости оставались для ферментации. Опыты проводились в трехкратной повторности в летний период, экспериментальные емкости содержались под навесом, при температуре окружающей среды 26-32°C. Готовность компоста определялась по характерному внешнему виду, специфическому запаху. Все образцы компоста, полученные различными способами, имели темно-коричневый или черный цвет, характерную рыхлую, рассыпчатую, немного комковатую структуру.

В зависимости от вида органического материала, используемого для компостирования, незрелый компост при традиционном способе получения образовывался за 12-17 недель, что соответствует литературным данным [5, 6]. Компост, полученный с применением ферментирующих добавок, заметно снижал время получения незрелого компоста до 6-12 недель в зависимости от использованного вида органики. Следует отметить, что достоверных отличий во времени, необходимом для образования незрелого компоста в случае использования биопрепарата «Байкал – ЭМ-1» и молочной сыворотки в качестве ферментирующей добавки выявлено не было. Замена значительно более дорогого препарата эффективных микроорганизмов на молочную сыворотку позволяет увеличить экономическую эффективность ферментативного компостирования и решить вопрос утилизации избытка молочной сыворотки. Время, требующееся для получения незрелого компоста, в зависимости от способа компостирования и используемого органического материала представлено на рисунке 1.

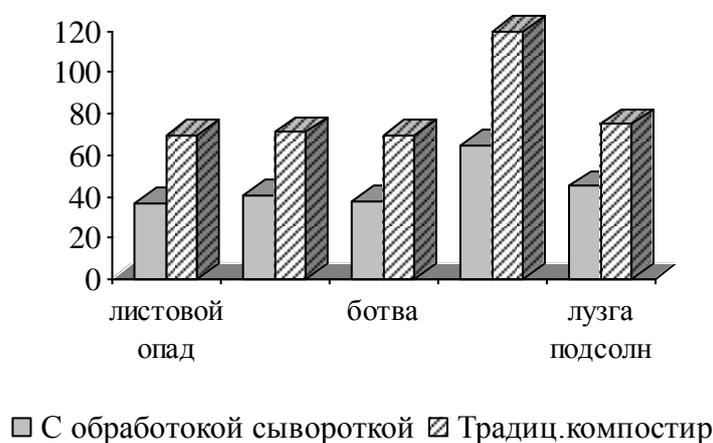




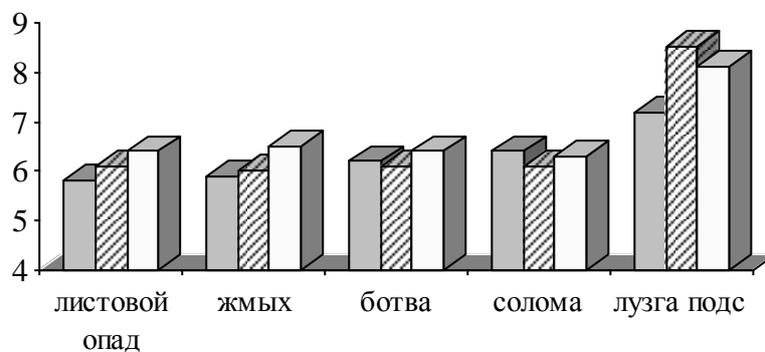
Рис. 1. Время подготовки компоста

Из представленных данных видно, что наиболее длительный процесс компостирования у соломы и лузги подсолнечника. Эти два вида отхода содержат в своем составе до 50% клетчатки, имеют исходную влажность около 5%, низкое водопоглощение и разбухание. Перечисленные особенности соломы и лузги подсолнечника обуславливают длительность процесса компостирования этих материалов. Однако использование ферментирующих добавок, в частности обработка молочной сывороткой, содержащие молочнокислые микроорганизмы, позволяет интенсифицировать процесс компостирования на 50-60%.

Качество полученного компоста определялось его влажностью, кислотностью, содержанием органического вещества в пересчете на сухую массу, количеством общего и аммонийного азота.

Влажность компоста определялась по методике определения влажности почв весовым методом [7]. Самая высокая влажность наблюдалась у компоста, полученного на основе листового опада и ботвы с применением молочной сыворотки – она составляла 78%. Наименьшая влажность (64%) была у компоста, полученного на основе подсолнечной лузги по традиционному способу компостирования. Влажность всех остальных образцов компостов занимала промежуточные значения. Оптимальной считается влажность компоста от 70 до 75%. Поэтому, можно считать, что все виды полученного компоста имели оптимальную влажность или близкую к ней. Следует отметить, что использование молочной сыворотки при компостировании положительно сказывалось на влажности компоста, особенно в тех случаях, когда начальная влажность, разбухание и водопоглощение органического материала было невысоким. Так, влажность компоста из подсолнечной лузги и соломы с использованием молочной сыворотки была соответственно 73% и 75%. Компост из этих же органических материалов с применением биопрепарата и без ферментирующей добавки имел, соответственно, влажность 68% и 64%. Оптимальная влажность компоста, полученного традиционным способом, наблюдалась при использовании органического материала с начальной высокой влажностью органического материала, например листовой опад и ботва.

Кислотность компоста определяет растворимость питательных веществ и доступность микро- и макроэлементов для растений. Оптимальная кислотность компоста близка к нейтральной и составляет от 6,5 до 8,5 рН. Кислотность компоста определялась по кислотности водного раствора на рН-метре при помощи универсального индикатора. В водную вытяжку переходит несвязанная или слабосвязанная почвенная влага, однако, этот слабонасыщенный раствор обеспечивает обмен биогенными элементами между субстратом и биотой. Кислотность незрелых компостов значительно варьировалась от способа получения, используемого органического материала и ферментирующей добавки. На рисунке 2 представлена кислотность компостов, полученных в различных условиях и из разных материалов.



■ С сывороткой ■ "Байкал-ЭМ-1" □ Без ферментир. добавок

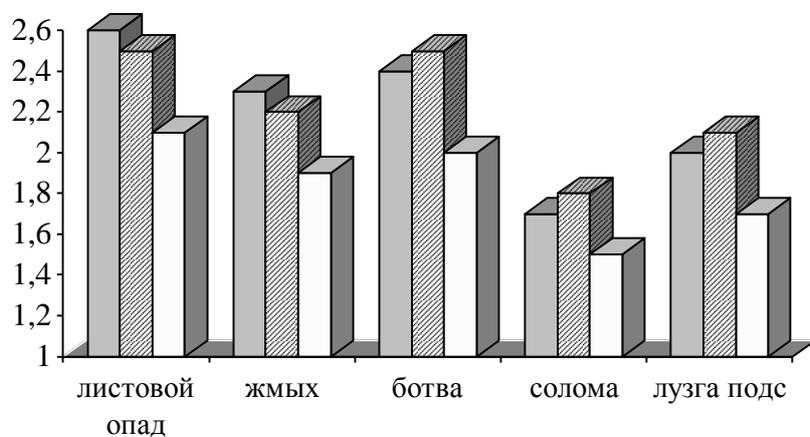


Рис. 2. Кислотность незрелого компоста

Компост, полученный на основе листового опада, жмыха соломы и ботвы оказался слабо-кислым. Повышенная кислотность этих видов компоста может быть объяснена высоким содержанием углеводов, которые при сбраживании образуют кислоту. Компост из лузги подсолнечника – при заквашивании с использованием молочной сыворотки, показал нейтральную реакцию, и слабощелочную – при использовании биопрепарата и в отсутствии ферментирующих добавок. Во всех случаях, кислотность полученного компоста была близка к оптимальной.

Биологическая ценность компоста как удобрения, способного увеличить плодородие почв или субстрата для культивирования дождевых червей во многом зависит от содержания в нем органических веществ. Содержание органического вещества в компосте определяли методом сухого сжигания навески в муфельной печи с определением золы и органической части. В наших экспериментах компост, полученный с применением ферментирующих материалов, содержал 70-75% органического вещества в пересчете на сухую массу, причем значимых различий между компостами из одного и того же органического материала, но с разными ферментирующими добавками выявлено не было. Компост, полученный традиционным способом, содержал 68-74% органического вещества. Вероятно, увеличенное время приготовления компоста традиционным способом по сравнению с методом, предполагающим использование ферментирующих добавок, способствует более активной минерализации органических веществ. Однако все виды компоста имели высокое содержание органических веществ.

Содержание азота в компосте является важным показателем его качества. При недостатке азота замедляется синтез белков, ферментов, хлорофилла. Особенно важен азот для образования новых клеток. Активное развитие микроорганизмов, обеспечивающих ферментацию органического материала, достигается при содержании общего азота в компосте от 1,5 до 3%. Все полученные виды компоста были исследованы на содержание общего и аммонийного азота. В каждом образце общий азот определяли по методу Кьельдаля по общепринятой методике [8]. Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 3. Из представленных материалов видно, что при получении компоста традиционным способом содержание общего азота меньше, чем в компостах, полученных с применением ферментирующих добавок. Однако, при сравнении содержания общего азота в компостах, полученных с использованием молочной сывороткой и биопрепаратом «Байкал – ЭМ-1», нельзя сделать однозначного вывода о положительном влиянии на накопление общего азота в компосте одной из используемых ферментирующих добавок.



■ С сывороткой ■ "Байкал-ЭМ-1" □ Без ферментир. добавок



**Рис. 3. Содержание общего азота в компостах**

Важный показатель качества компоста – содержание в нем аммонийного азота. Его повышенное содержание снижает качество компоста. В компосте высокого качества содержание аммонийного азота не должно превышать 1,2%, поскольку более высокие концентрации этого вещества вызывают ожоги проростков и корневых волосков [5, 6].

Все полученные образцы компостов были исследованы на содержание аммонийного азота. Определение аммонийного азота в компостах проводили по общепринятой методике [9]. Во всех образцах компоста содержание аммонийного азота было менее 1%.

В завершении исследований качества полученных компостов было проведено их биотестирование. Для этого использовалась проба на закапывание беспозвоночных. Это экспресс-метод, позволяющий быстро и достоверно определить пригодность субстрата для культивирования дождевых червей [2, 10]. В лабораторные кюветы отбирались образцы компоста, на его поверхность помещалось по 25 красных дождевых червей *L. rubellus*. При этом отмечалось время закапывания и особенности поведения дождевых червей. Отмечалось, что беспозвоночные активно перемещаются по поверхности субстрата и закапываются за 12-25 минут во всех рассмотренных случаях, что соответствует высокой пригодности субстрата для выращивания дождевых червей.

В результате проведенных исследований получены данные, свидетельствующие о том, что использование ферментирующих добавок при приготовлении компостов позволяет заметно интенсифицировать процесс. При этом использование молочной сыворотки в качестве ферментирующей добавки положительно сказывается на снижении себестоимости полученного продукта и обеспечивает высокое качество компоста.

#### Библиографический список

1. Смольникова В.В. Использование органических отходов для культивирования дождевых червей *Lumbricus rubellus*. // Экологический вестник Северного Кавказа. – Краснодар, № 4, Том 5. 2009. – С. 46-50.
2. Игонин А.М. Дождевые черви: Как повысить плодородие почвы в десятки раз, используя дождевого червя-"старателя". – Ковров: Маштекс, 2002. – 189 с.
3. Лер Р. Переработка и использование сельскохозяйственных отходов: Пер. с англ. / Под. ред. А.Н. Шамко. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
4. Квасников Е.И. Молочнокислые бактерии и пути их использования. – М.: Наука, 1975. – 389 с.
5. Миронов В.В. Влияние режимов подготовки на агрохимический состав компоста. // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005. № 2. – С. 146-148.
6. Коваленко В.П. Компостирование отходов животноводства и растениеводства. – Краснодар: Кубан. гос. аграр. ун-т, 2001. – 146 с.: ил.
7. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Метеоиздат, 1982. – 109 с.
8. ГОСТ Р.51417-99. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Метод Кьельдаля.
9. ГОСТ 27753.8-88. Грунты тепличные. Метод определения аммонийного азота.
10. Дмитриева В.И., Степанов А.И., Мерзлая Г.Е. и др. Вермикультивирование: Теория, опыт, практика. – Якутск: Сахаполиграфиздат, 2000. – 120 с.