

ПЕРВАЯ НАУЧНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЕЖНОГО НАУЧНОГО СООБЩЕСТВА ДГТУ «ИНТЕГРАЦИЯ: ГОСУДАРСТВО. НАУКА. БИЗНЕС»



УДК 631.86

Улучшение плодородия почвы при применении методов компостирования

Д.В. Московская

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрено современное состояние проблемы деградации почв и роль компостирования как экологичного метода повышения их плодородия. Сформулирована задача оценки эффективности компостирования и определения оптимальных технологических параметров процесса (состав сырья, влажность, температура, аэрация, pH) на основе анализа публикаций и данных международных организаций за 2013–2022 годы. Применены сравнительный анализ и систематизация материалов по видам компостирования и их влиянию на физико-химические и биологические свойства почвы. Показано, что компостирование улучшает структуру, водоудерживающую способность, питательный режим и микробиологическую активность почв, обеспечивая долгосрочный эффект и экологические преимущества по сравнению с альтернативными методами, что обосновывает актуальность дальнейших исследований и практического внедрения.

Ключевые слова: деградация почв, землепользование, эрозия, Ростовская область, сельское хозяйство, компостирование, плодородие почвы, органические отходы, гумус, аэробное разложение

Для цитирования. Московская Д.В. Улучшение плодородия почвы при применении методов компостирования. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(6):152–156.

Improving Soil Fertility by Using Composting Methods

Darya V. Moskovskaya

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article studies the current state of soil degradation and the capacity of composting as an environmentally friendly method of soil fertility improvement. The research objectives to assess composting efficiency and determine the optimal technological process parameters (raw material composition, moisture, temperature, aeration, and pH) were formulated based on the analysis of publications and international organizations' data for 2013–2022. A comparative analysis and systematization of materials according to the method of composting and its effect on the physicochemical and biological properties of soil were conducted. The capacity of composting methods to improve the structure, water-holding capacity, nutrient status and microbiological activity of soils was demonstrated, which ensures long-term effect and environmental benefits of composting methods compared to the alternative ones. The results obtained justify the relevance of further research and of its practical implementation.

Keywords: soil degradation, land use, erosion, Rostov Region, agriculture, composting, soil fertility, organic waste, humus, aerobic decomposition

For Citation. Moskovskaya DV. Improving Soil Fertility by Using Composting Methods. *Young Researcher of Don*. 2025;10(6):152–156.

Введение. В условиях глобальной тенденции деградации почв, обусловленной совокупным воздействием природных и антропогенных факторов, особое значение приобретают методы повышения их качества и устойчивости. По данным ЮНЕСКО, к 2050 году до 90 % поверхности суши планеты может подвергнуться различным формам деградации, что создает серьёзные риски для биоразнообразия и человечества в целом [1]. Деградация почвы сопровождается уменьшением видового разнообразия и численности почвенных микроорганизмов, что ведёт к нарушению биологических циклов и снижению плодородия.

Одним из наиболее распространённых подходов к повышению плодородия и улучшению агроэкологического состояния почв является компостирование. Под компостированием понимают процесс переработки органических отходов в натуральное органическое удобрение, обогащённое различными питательными элементами и гумусовыми соединениями. Этот процесс не только повышает обеспеченность почв питательными веществами, но и одновременно способствует уменьшению объёма органических отходов, подлежащих захоронению или сжиганию.

Компостирование рассматривается как экологический и экономически обоснованное решение задачи улучшения качества почв, что подтверждается широким спектром научных исследований, выполненных в различных природно-климатических условиях [2, 3]. Вместе с тем эффективность компостирования и оценка его долгосрочного влияния на почвенные экосистемы изучены не в полной мере [4]. В связи с этим целью настоящего исследования является анализ компостирования как метода повышения качества почв, а также определение оптимальных технологических параметров процесса (состав исходного сырья, температура, влажность и режим аэрации), обеспечивающих получение высококачественного компоста.

Материалы и методы. Оценка эффективности компостирования как способа повышения плодородия почв проводилась на основе анализа научных публикаций, монографий и информационных материалов международных организаций за период 2013–2022 годов. Были систематизированы данные по современным технологиям компостирования, их влиянию на физические, химические и биологические свойства почв, а также по оптимальным режимам проведения процесса [2, 3, 5].

Основными методами исследования являлись сравнительный анализ и систематизация данных. Сравнительный анализ использовался для оценки результативности различных технологических схем компостирования и их влияния на физико-химические характеристики почвенного профиля [3, 6]. Метод систематизации применялся для классификации технологических параметров компостирования, определения их оптимальных диапазонов и проведения сравнительной оценки эффективности компостирования относительно других способов повышения плодородия почв [5, 7].

Результаты исследования. Процесс компостирования, методы. Компостирование представляет собой направленную переработку органических отходов путём их минерализации и гумификации под действием комплекса микроорганизмов [7, 8].

Сырьевой базой для компостирования служит широкий спектр органических материалов, объединяющий различные агропромышленные и коммунальные ресурсы:

- природные органические субстраты, к которым относят навоз сельскохозяйственных животных, птичий помёт, растительные остатки (солома, ботва, листья), а также торф с высокой влагоёмкостью и значительной биологической активностью [2, 5];

- промышленные биологические отходы – побочные продукты целлюлозно-бумажного производства и отходы пищевой промышленности, обогащённые питательными элементами [5];

- коммунальные и урбанизированные органические потоки – осадки сточных вод (ОСВ), содержащие ценные макро- и микроэлементы [3, 5].

Такое разнообразие исходных материалов позволяет не только эффективно утилизировать органическое сырьё, но и формировать компосты с широким спектром агрохимических и почвоулучшающих свойств [2, 3].

В практике применяют различные методы компостирования, среди которых наибольшее распространение получили аэробный и анаэробный варианты [7, 8].

Аэробное компостирование — наиболее простой и широко используемый способ, ключевым условием которого является постоянное присутствие кислорода в массе перерабатываемых отходов [6, 7]. Процесс аэробного компостирования включает несколько последовательно сменяющих друг друга этапов:

- интенсивное размножение микроорганизмов (прежде всего аэробных бактерий), сопровождающееся выделением тепла и повышением температуры массы до 50–70 °C [7];

- разложение сложных органических соединений с образованием более простых веществ и выделением диоксида углерода и воды [6, 7];

- формирование зрелого компоста — однородного продукта, близкого к почве по структуре и цвету [7, 8].

Органические материалы размещают в бурты, кучи или ящики и периодически перемешивают для обеспечения доступа кислорода. При соблюдении оптимальных условий компост достигает зрелости за 2–6 месяцев [6].

Анаэробное компостирование протекает при отсутствии либо резком ограничении поступления кислорода, что создаёт условия для развития микроорганизмов, приспособленных к безвоздушной среде [7, 8]. Отходы закладывают в яму, уплотняют и изолируют плотной плёнкой. Продолжительность процесса в таких условиях возрастает — от 3 до 5 месяцев. При анаэробном разложении формируются летучие соединения с резким запахом (метан, аммиак, сероводород), а также выделяется значительное количество метана как парникового газа [7]. Вследствие большей продолжительности и специфики газовыделения анаэробное компостирование применяется ограниченно и не получило широкого промышленного распространения [6, 8].

Аэробное компостирование гораздо чаще используют для получения компоста в сельском хозяйстве и при домашних условиях, тогда как анаэробные технологии внедряются реже [6–8].

Выделяют несколько основных видов компостирования:

- горячее компостирование – интенсивный и относительно быстрый метод (несколько недель) с поддержанием повышенной температуры (55–75 °C) и регулярным переворачиванием массы [6];
- холодное компостирование – более медленный процесс (до года) без строгого контроля температуры и частого перемешивания [7];
- вермикомпостирование (получение биогумуса) – разложение органики при участии дождевых червей, формирующих высококачественный питательный биогумус [8];
- технология бокаши – ферментирование отходов в герметичной ёмкости с добавлением микробной закваски [8].

Каждый из перечисленных подходов ориентирован на определённые условия и задачи, что учитывается при выборе технологии [7, 8]. В сельскохозяйственной практике наибольшее распространение получил аэробный способ как технологически простой и надёжный [6, 7].

Влияние компоста на состав почвы. В научной литературе наибольшее внимание уделяется влиянию так называемого сложного компоста на агрономически важные свойства почвы [2, 3, 9]. Сложный компост рассматривают как органическое удобрение, полученное путём совместной переработки различных видов органических отходов (растительные остатки, отходы пищевых производств, навоз и др.) с добавлением ускорителей разложения, например, фосфогипса [2].

Применение сложного компоста оказывает комплексное положительное воздействие на физические, химические и биологические свойства почвы [2, 3, 9].

Физические свойства:

- улучшается структура почвы – снижается плотность, возрастает пористость и степень агрегирования частиц, что повышает аэрацию и уменьшает риск водной и ветровой эрозии [3];
- увеличивается водоудерживающая способность, особенно значимая для лёгких (песчаных и супесчаных) почв [9].

Химические свойства:

- возрастает содержание органического вещества, способствующего накоплению гумуса [2, 3];
- происходит обогащение почвенного поглощающего комплекса макро- и микроэлементами, что улучшает питание растений [2];
- ослабляются процессы денитрификации, что способствует сохранению азота в доступных формах и повышает коэффициент его использования культурами [9].

Биологические свойства:

- активизируется почвенная микробиота (бактерии, грибы, актиномицеты), ускоряющая разложение органического вещества и формирование гумусовых соединений [2, 9];
- усиливаются процессы азотфиксации и минерализации, что в совокупности ведёт к росту биологической продуктивности почв [9].

Таким образом, внесение компоста способствует повышению плодородия, улучшению структуры и водно-физических свойств, а также активизации биологических процессов в почве, что делает данный вид удобрения важным элементом системы устойчивого земледелия [2, 3].

Факторы и технологические параметры, влияющие на эффективность компостирования. Эффективность процесса определяется совокупностью технологических параметров, включающих химические, физические и биологические факторы, которые необходимо поддерживать в оптимальных диапазонах [5, 6].

Таблица 1
Параметры компостирования и их оптимальные значения [5–7]

Параметр	Оптимальные величины
pH	5,0–6,0 (в конце мезофильной стадии) до 9,0 (в термофильной стадии) 6,8–7,0 (для зрелого компоста)
Влажность	50–60 %
Содержание кислорода	16–18,5 %
Температура	<65°C (максимум в термофильной фазе)
Размер частиц	0,3–5,0 см
Размер бурта	≤1,5 м в высоту ≤ 2,5 м в ширину
Объем газовой фазы	≥30 %

Для эффективного компостирования важно поддерживать баланс между влажностью, аэрацией и температурой. Регулярное перемешивание, контроль pH и выбор правильного сырья ускоряют процесс и повышают качество компоста [5, 6].

Эффективность компостирования в сравнении с другими методами улучшения качества почвы представлена в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение с другими методами улучшения почвы [7]

Метод	Преимущества	Недостатки
Компостирование	Экологичность, улучшение структуры почвы, дешевизна	Длительный процесс (3–12 мес.), требует контроля
Минеральные удобрения	Быстрый эффект, точный состав питательных веществ	Закисление почвы, риск передозировки
Сидерация	Естественное обогащение азотом, подавление сорняков	Требует времени, не всегда эффективен на бедных почвах
Навоз	Богат питательными веществами	Риск занесения сорняков и патогенов, запах

Компостирование — один из наиболее устойчивых методов улучшения почв, сочетающий экологичность, экономичность и длительный последействующий эффект. Для достижения наилучших результатов целесообразно комбинировать его с другими агротехническими приёмами, включая сидерацию и рациональное использование минеральных удобрений [6, 7].

Обсуждение и заключение. Компостирование следует рассматривать как эффективный и экологически безопасный метод улучшения качества почв, способствующий восстановлению их физических, химических и биологических свойств. Процесс компостирования не только обогащает почву гумусом и элементами питания, но и обеспечивает утилизацию значительных объёмов органических отходов, тем самым снижая антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Оптимизация ключевых технологических параметров (влажность, аэрация, температурный режим, гранулометрический состав и сочетание компонентов сырьевой смеси) позволяет существенно ускорить компостирование и повысить качество получаемого продукта. Несмотря на определённые ограничения, связанные с длительностью переработки и необходимостью постоянного контроля, компостирование остаётся экономически оправданной и устойчивой альтернативой использованию исключительно минеральных удобрений и другим методам мелиорации.

Для максимальной реализации потенциала компостирования рекомендуется интегрировать его в систему агротехнических мероприятий, включающую сидерацию и взвешенное применение минеральных добавок. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются углублённое изучение долгосрочного влияния компоста на почвенные экосистемы, а также разработка и внедрение технологий ускоренного компостирования с учётом специфики исходного сырья и региональных условий.

Список литературы

- ЮНЕСКО предупреждает, что к 2050 году 90% поверхности земли на планете может подвергнуться деградации, что создает серьезные риски для биоразнообразия и человечества. URL: <https://www.unesco.org/ru/articles/yunesko-bet-trevogu-v-svyazi-s-bystroy-degradaciyey-pochv> (дата обращения: 30.11.2025).
- Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю. и др. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур. Монография. Краснодар : КубГАУ; 2015. 181 с.
- Антоненко Д.А., Никифоренко Ю.Ю., Мельник О.А. Особенности формирования сложного компоста на основе полуперепревшего навоза КРС и фосфогипса. Экологический вестник Северного Кавказа. 2019;15(4):37–42.
- Антоненко Д.А., Никифоренко Ю.Ю., Мельник О.А. Оценка воздействия компоста на экологические свойства чернозема выщелоченного при переходе на органическое земледелие. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021;(8):7–12. <https://doi.org/10.37882/2223-2966.2021.08.02>
- Горепекин И. Компостирование: обзор промышленных технологий. Аграрный центр МГУ. URL: <https://ecfs.msu.ru/about/official-info> (дата обращения: 30.11.2025).
- Куликова Н.А., Басевич В.Ф. Компостирование. Большая российская энциклопедия : научно-образовательный портал. URL: <https://bigenc.ru/c/kompostirovanie-249790?ysclid=mipnts7ork359036477> (дата обращения: 30.11.2025).
- Что такое, метод и виды компостирования. TutorialsPoint. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.d5bcda95-692fe12c-829b79fa-74722d776562/https/www.tutorialspoint.com/what-is-compost-method-and-types (дата обращения: 30.11.2025).

8. *Деградация почв и земель: причины и последствия.* МГУ имени М. В. Ломоносова. Евразийский центр по производственной безопасности. URL: <https://ecfs.msu.ru/napravleniya-rabotyi/prirodnyie-resursyi-i-selskoe-hozyajstvo/degradaciya-pochv-i-zemel-prichinyi-i-posledstviya?ysclid=mipnzmeiug537142932> (дата обращения: 30.11.2025).

9. Никифоренко Ю.Ю. *Влияние сложного компоста на динамику почвенной фауны и свойства чернозема обыкновенного в агроландшафте.* Дис. канд. биол. Наук. Москва; 2013. 24 с. URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/09a/09a858f2d52e6d20ab0c94ab8dc9b6fe.pdf> (дата обращения: 30.11.2025).

Об авторе:

Дарья Владимировна Московская, студент кафедры «Инженерная и компьютерная графика» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина), 1), daria.moskovskaya05@gmail.com

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Darya V. Moskovskaya, Student of the Engineering and Computer Graphics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq. Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), daria.moskovskaya05@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.