

Прокопова Дарья Олеговна, студент 3 курса естественно-географического факультета, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск

Жихарева Елизавета Юрьевна студент 3 курса естественно-географического факультета, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск,

Росина Елизавета Денисовна студент 3 курса естественно-географического факультета, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск,

Минаков Александр Михайлович студент 3 курса естественно-географического факультета, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск

Протасова Марина Викторовна доцент кафедры биология и экология,
кандидат сельскохозяйственных наук

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ ПЕРЕРАБОТКИ РЕСТОРАННЫХ ОТХОДОВ: ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ современных методов переработки пищевых отходов предприятий общественного питания. Рассмотрены технологические аспекты анаэробного и аэробного компостирования, инсектной биоконверсии, термохимических методов переработки, а также технологии Бокаши. Особое внимание уделено оценке эффективности методов с позиции экономической целесообразности и экологической безопасности.

Ключевые слова: комплексный анализ, пищевые отходы, утилизация, технология переработки, биоконверсия, количество газов/

Annotation. The article provides a comprehensive analysis of modern methods of processing food waste from public catering enterprises. Technological aspects

of anaerobic and aerobic composting, insect bioconversion, thermochemical processing methods, and Bokashi technology are considered. Special attention is paid to evaluating the effectiveness of methods from the standpoint of economic feasibility and environmental safety.

Keywords: complex analysis, food waste, recycling, processing technology, bioconversion, amount of gases

Введение. Загрязнение окружающей среды является одной из глобальных проблем 21 века. Негативное воздействие на экосистему нашей планеты оказывают не только промышленные объекты, но и предприятия по производству пищевых продуктов и заведения общественного питания. Их негативное воздействие связано с неправильным сбором и утилизацией пищевых отходов.

Под пищевыми отходами принято понимать продукты питания, которые полностью или частично утратили свои свойства во время их производства, переработки, хранения или употребления. Пищевые отходы имеют свои особенности сбора, хранения и утилизации. Тонны несъеденной еды, горы пластиковой упаковки, реки использованного масла и большое количество одноразовой посуды отправляются в мусорные контейнеры, становясь тяжким бременем для экологии и экономики. Ресторанный бизнес, чья цель — дарить гостям удовольствие, оказался одним из лидеров по образованию отходов[1].

Однако сегодня эта проблема перестала быть лишь вопросом экологической совести.

Растущее давление со стороны законодателей, осознанных потребителей и рациональная экономика заставляют владельцев заведений искать новые пути. Переработка ресторанных отходов из маргинальной идеи превращается в насущную необходимость и стратегический вектор развития для всей индустрии общественного питания.

Цель работы состояла в проведении комплексного анализа современных методов и технологий переработки пищевых отходов ресторанного сектора для оценки их экологической и экономической

эффективности и разработки практических рекомендаций по их внедрению. Все пищевые отходы имеют разновидность и представляют определенный класс опасности для людей и окружающей среды.

К пищевым отходам относятся:

1. Мясные кости, очистки от овощей, остатки еды.
2. Испорченные или просроченные продукты из прилавков магазинов.
3. Отходы или брак, возникшие во время производства.
4. Хлебные крошки; кофейная и чайная шелуха; скорлупа от яиц; овощные очистки; выжимки из продуктов и ягод.

Федеральный классификатор относит пищевые отходы к 4-5 классу опасности для окружающей среды[4].

В небольшом количестве пищевые отходы не опасны для жизни и здоровья человека. Однако, гниющие органические остатки являются благоприятной средой для размножения бактерий, что в дальнейшем может провоцировать опасные кишечные инфекции.

Согласно закону об утилизации отходов, любое заведение общественного питания (рестораны, кафе, столовые и .д.) обязаны сдавать все пищевые отходы специальным организациям или компаниям по утилизации отходов [4].

Несмотря на установленные законодательством нормы, обязывающие субъекты хозяйственной деятельности в сфере общественного питания передавать пищевые отходы специализированным организациям, на практике наблюдается систематическое несоблюдение данных требований. Значительная часть таких отходов несанкционированно направляется на полигоны твердых коммунальных отходов (ТКО), где их анаэробное разложение становится источником негативного воздействия на окружающую среду. Это воздействие проявляется в генерации парниковых газов, прежде всего метана, формировании фильтрата, загрязняющего почвенные и водные экосистемы, а также в нерациональной потере ресурсов, заключенных в органической фракции.

Проблема утилизации органических отходов является комплексной и

требует внедрения эффективных технологических решений. В качестве успешного примера можно рассмотреть агропромышленный комплекс, где на предприятиях птицеводства и животноводства активно применяются методы биологической конверсии, такие как анаэробное сбраживание и аэробное компостирование. Данные технологии позволяют не только обезвредить органическую массу, но и трансформировать ее в ценные продукты. Последовательная переработка обеспечивает переход к производству возобновляемой энергии в виде биогаза, кормовых добавок, биотоплива и органических удобрений (компост, биогумус).

В ответ на это промышленность переработки предлагает ряд технологий, среди которых аэробное компостирование является наиболее доступных и экологически ориентированных решений для замыкания биологического цикла.

Аэробное компостирование — это технология биоокисления сложной органической массы до стабильного, санитарно-безопасного продукта (компоста) под воздействием сообществ аэробных микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, грибов) в присутствии кислорода. Ресторанные отходы характеризуются высокой влажностью и плотностью. Для создания оптимальной структуры, обеспечивающей аэрацию, их смешивают с материалами-наполнителями: щепой, опилками, измельченным картоном или прошлогодним компостом. Это критически важный этап, предотвращающий анаэробное гниение. При достаточном доступе кислорода мезофильные, а затем термофильные микроорганизмы начинают бурно потреблять легкодоступные органические соединения (сахара, белки, жиры). Этот экзотермический процесс разогревает массу до 55–70°C. В результате получается компост — сыпучий, темный, пахнущий землей продукт, являющийся ценным органоминеральным удобрением. Экологическая замкнутость и снижение углеродного следа важное преимущество технологии, она позволяет трансформировать отходы в полезный продукт непосредственно на территории или вблизи города, минимизируя логистические выбросы от транспортировки на полигоны[2].

Углерод органики частично связывается в стабильном компосте, а не полностью выделяется в виде CO_2 или метана, как при захоронении. Также, полученный компост может использоваться для озеленения городских территорий, в тепличных хозяйствах[2].

Как и в любой технологии есть свои недостатки. Проблема эмиссии и парниковых газов. При нарушении технологии (недостаток кислорода, избыточная влажность) процесс переходит в анаэробную фазу с выделением сероводорода, аммиака и метана. Что частично нарушает озоновый слой нашей планеты. Даже в оптимальных условиях возможны потери азота в виде аммиака и выбросы CO_2 [3]. Это требует правильного размещения установок и иногда — дополнительных систем биофильтрации воздуха.

В комплексе с другими методами аэробное компостирование становится мощным и практичным инструментом, позволяющим ресторанному бизнесу не только снижать экологическую нагрузку, но и формировать новый имиджевый образ.

Методика переработки ресторанных отходов для получения биогаза представляет собой сложный технологический процесс, основанный на анаэробном сбраживании органических компонентов отходов в герметичных реакторах-метантенках. Органическая масса разлагается под воздействием микроорганизмов в условиях отсутствия (или минимального присутствия) кислорода. Энергия биогаза может использоваться для обеспечения тепла, выработки электроэнергии и питания систем охлаждения.

Первым и критически важным этапом является подготовка сырья, которая начинается с сепарации и сортировки поступающих отходов: из общей массы должны быть удалены все неорганические компоненты — пластиковая и стеклянная упаковка, металлические предметы, а также биохимически ингибирующие вещества, такие как моющие средства, дезинфектанты, растворители и антибиотики, которые подавляют активность метаногенных консорциумов. Получаемый биогаз состоит на 55-

70% из метана, 30-45% CO₂ и следовых количеств сероводорода, водяных паров и других примесей. Для повышения энергетической ценности газа требуется его очистка: от сероводорода с использованием биофильтров, осушение и при необходимости — удаление диоксида углерода. Эффективность переработки составляет 0,8-1,2 м³ биогаза с 1 кг сухого органического вещества, при этом технология позволяет не только утилизировать отходы с получением возобновляемой энергии, но и существенно снизить эмиссию парниковых газов по сравнению с захоронением на полигонах.

Особую ценность в этом процессе представляют белки животного и растительного происхождения, извлеченные из отходов. Высокое содержание в них питательных веществ делает их ключевым компонентом при производстве комбикормов, что закрывает цикл питательных элементов в экономике и способствует ее устойчивости. Анаэробная технология неустойчива к составу пищевых отходов. Высокая кислотность (например, отходы цитрусовых), жиры в больших объемах, дезинфицирующие средства могут подавить метаногенез[3]. Экологический риск утечек. Метан — мощный парниковый газ. Негерметичность системы или ошибки в управлении приводят к эмиссии, разрушая экологические преимущества.

Таким образом, переработка любых пищевых отходов стоит из двух важных пунктов: извлечение ценности и экологическая безопасность. С одной стороны, технологии позволяют рециркулировать жизненно важные ресурсы, такие как белки для комбикормов, замыкая биогеохимические циклы и усиливая устойчивость экономики. С другой — этот процесс сопряжен с серьезными технологическими рисками, особенно в случае анаэробного сбраживания. Его уязвимость к составу сырья и потенциальные утечки метана требуют тщательного контроля.

В контексте поиска локальных решений для утилизации пищевых отходов предприятий общественного питания методика Бокаши представляет собой технологию анаэробного брожения с использованием специальных микробных консорциумов. Технологический процесс

заключается в послойном складировании органических отходов в герметичных ёмкостях с их немедленным перемешиванием, содержащим молочнокислые бактерии, дрожжи и фотосинтезирующие микроорганизмы. После заполнения ёмкость герметично закрывается для создания анаэробных условий, в которых происходит процесс ферментации продолжительностью 2-4 недели[5].

К несомненным преимуществам данной методики относится ее высокая технологическая гибкость и применимость в условиях ограниченного пространства, что актуально для городских ресторанов. Процесс протекает без выделения значительного количества газов, что позволяет организовывать его в непосредственной близости от пищеблока. Кроме того, технология минимизирует потери питательных веществ, таких как азот, которые сохраняются в ферментированной биомассе, а конечный продукт после созревания обогащает почву не только органикой, но и полезной микробиотой, выполняя функцию биоудобрения. Однако методика имеет и существенные ограничения. Она требует строгого соблюдения герметичности процесса и использования специализированных, зачастую коммерческих. Стоит отметить, что метод не обеспечивает полной утилизации отходов на месте, а лишь трансформирует их в промежуточный продукт, требующий дальнейшей логистики и обработки[5].

Наибольшую экономическую эффективность для крупных предприятий демонстрирует анаэробное сбраживание, позволяющее достичь положительного энергобаланса. Для средних и малых ресторанов оптимальным решением может стать аэробное компостирование или технология Бокаши. Инсектная биоконверсия представляет интерес для предприятий, имеющих возможность сбыта кормового белка. Современные методы переработки ресторанных отходов обладают значительным потенциалом для решения как экологических, так и экономических задач. Выбор оптимальной технологии должен основываться на комплексной оценке объема и состава образующихся отходов, доступных площадей,

экономических возможностей предприятия и требований к конечным продуктам переработки.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: разработка комбинированных технологий переработки, оптимизация параметров процессов для различных типов отходов, разработка стандартов качества для продуктов переработки.

Внедрение эффективных систем переработки пищевых отходов позволит не только снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, но и получить значительный экономический эффект за счет вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот.

Список литературы

1. Отходы в России: мусор или ценный ресурс? – URL: <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2018/04/Othody-v-RF.pdf> (дата обращения: 30.03.2024).
2. Федоров А.С., Мельникова А.А. Биоконверсия органических отходов в условиях мегаполиса // Экология и промышленность России. — 2022. — Т. 26, № 1. — С. 58-63.
3. Капранова Е.В., Сидоренко О.Д. Современные технологии переработки пищевых отходов: монография. — М.: Издательство МГУ, 2021. — 245 с
4. Орлова С.И., Демиденко О.В. Правовое регулирование обращения с отходами производства и потребления: учебное пособие. — СПб.: Издательство СПбГЭУ, 2020. — 178 с.
5. Липатов П.Н., Горбунов К.А. Экономическая эффективность методов утилизации пищевых отходов предприятий общественного питания // Проблемы экономики и менеджмента. — 2021. — № 5 (93). — С. 44-51.

List of literature

1. Waste in Russia: is it garbage or a valuable resource? – URL: <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2018/04/Othody-v-RF.pdf> (date of publication: 30.03.2024).
2. Fedorov A.S., Melnikova A.A. Bioconversion of organic waste in a

megalopolis // Ecology and industry of Russia. — 2022. — Vol. 26, No. 1. — pp. 58-63.

3. Kapranova E.V., Sidorenko O.D. Modern technologies of food waste processing: a monograph. — M.: Publishing House of Moscow State University, 2021. — 245 p.

4. Orlova S.I., Demidenko O.V. Legal regulation of production and consumption waste management: a textbook. St. Petersburg: St. Petersburg State University Publishing House, 2020. 178 p

. 5. Lipatov P.N., Gorbunov K.A. Economic efficiency of food waste disposal methods of catering enterprises // Problems of economics and management. — 2021. — № 5 (93). — Pp. 44-51.