

About the authors:

MAKSIMOVA Sofya Alekseevna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: itssonyamaksimova@gmail.com

FEFILOVA Valentina Mikhailovna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: valy.fefilova@mail.ru

УДК 658.567.1: 62-932.4

ПРИРОДООХРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В.М. Фефилова, С.А. Максимова

© Фефилова В.М., Максимова С.А., 2025

Аннотация. Предложена природоохранная технология утилизации отходов животноводческого комплекса с использованием мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*). Технология направлена на извлечение ценных продуктов – хитина, зоокомposta и жира – из органических отходов (навоза, сточных вод, пищевых отходов). Подробно описаны все этапы процесса: от сбора сырья до получения конечных продуктов.

Ключевые слова: утилизация, органические отходы, муха Черная львинка, хитин.

В то время как общественность сконцентрирована на поиске безопасных альтернативных способов обработки отходов, пристальное внимание ученых обращено на создание передовых технологий для переработки органических отходов, включая те, что образуются в процессе агропромышленной деятельности. В этих исследованиях изучаются перспективы формирования широкого спектра ценных продуктов, пригодных для применения в разнообразных отраслях.

В числе подобных инновационных решений выделяют применение насекомых в процессе утилизации отходов. Данный метод отличается высокой эффективностью, поскольку он решает не только проблему накопившихся отходов, но и проблему извлечения хитина – уникального восстановляемого полимера, который обладает значительным потенциалом для использования в медицине, пищевой индустрии, сельском хозяйстве и других отраслях.

Цель исследования – разработка технологии утилизации органических отходов с использованием мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) и получением хитина.

Недалеко от города Твери, в поселке Заволжский, находится большой свиноводческий комплекс. Из-за огромного количества особей остро стоит вопрос утилизации органических отходов.

В качестве альтернативы имеющимся способам обработки органических отходов предлагается метод, основанный на использовании мухи Черная львинка. Это насекомое способно преобразовывать отходы свиноводческих предприятий, включая сложные субстанции, такие как осадки от сточных вод, имеющие большое количество химических элементов. Кроме того, в список материалов, подлежащих переработке с помощью указанной мухи, входят фрукты, не соответствующие стандартам качества и не удовлетворяющие потребностям клиентов, а также утратившие питательные свойства овощи и разнообразные пищевые отходы и продукты, которые уже не имеют первоначальных свойств и, соответственно, не могут быть использованы в пищевой промышленности (рис. 1) [1].



Рис. 1. Органические отходы [2]

В качестве ключевого элемента формирования питательной среды, необходимой для нормального функционирования Черной львинки, часто используется навоз. Под навозом понимают широкий спектр субстратов, включающий птичью пометную подстилку, которая может быть составлена из соломы, а также непосредственно фекалии птиц; навоз крупного рогатого скота, являющийся одним из наиболее распространенных источников органических отходов в аграрной отрасли; навоз свиней, обладающий ценностью и уникальностью. Эти компоненты можно использовать при создании благоприятных условий для Черной львинки, что приведет к повышению ее продуктивности [3].

Указанный подход к утилизации не требует таких значительных вложений, какие есть у метода сжигания в биоэнергетических комплексах. При этом достигается высокая степень биоконверсии

субстрата. Кроме того, выращивание Черных львинок не предполагает больших затрат времени. Вся жизнь этих насекомых (с момента откладывания яиц до стадии имаго) проходит примерно за 1,5–2 месяца, а скорость их развития тесно связана с температурой окружающей среды. Чтобы личинки развивались нормально, требуется поддерживать температуру в пределах 22–24 °C, в то время как взрослым насекомым (имаго) лучше всего подходит температура 28–30 °C. Это делает возможным их выращивание в лабораторных условиях вне зависимости от климатических особенностей конкретной местности [4].

Благодаря высокой скорости накопления биомассы получается извлечь значительное количество хитина. Более того, выращивание личинок *Hermetia illucens* дает дополнительные возможности, поскольку в ходе их размножения выделяются различные ценные компоненты, в том числе белки, жирные кислоты и аминокислоты. Основным продуктом переработки является хитин, но в достаточном количестве образуются зоокомпост (зоогумус) и жир (рис. 2, 3).



Рис. 2. Зоокомпост [5]

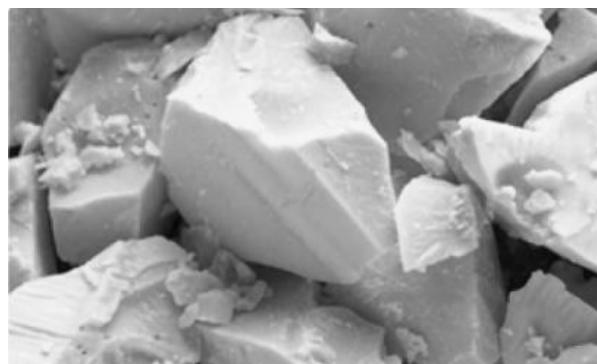


Рис. 3. Жир [6]

Личинки и предкуколки Черной львинки содержат примерно 40 % белков, 30 % жиров, а также 5–7 % хитина. Они также богаты жирными кислотами, среди которых 50 % приходится на лауриновую кислоту, а

также другими ценностными компонентами, включая кальций (5,0 %), фосфор (1,5 %) и железо (1,0 %). Личинки *Hermetia illucens* являются источником белка для производства кормов. Их применяют в аквакультурных системах как питательное средство для разных рыб, а также в качестве добавки к пище домашних животных. Они не представляют угрозы для человека, не проникают в окружающую среду и не являются переносчиками вредителей и заболеваний [4].

Технология утилизации состоит в следующем. В инсектарии, где происходит культивирование *Hermetia illucens*, подается питательная среда (отходы), а также в них поддерживаются необходимая влажность и температура. Переработанная питательная среда из инсектариев поступает в просеиватель с размером ячеек 4 мм для отделения личинок, которые имеют больший размер. Просеянные отходы поступают в емкость для сбора отходов культивирования, а затем поступают на фасовку. Личинки попадают в смеситель с рубашкой, туда же подается вода. В рубашку поступает пар для нагревания воды в смесителе до температуры кипения. Кипячение производят в течение 2–3 мин для обезжививания личинок. Затем варочный раствор с личинками поступает в просеиватель для отделения воды, после чего личинки попадают на маслопресс, где происходит отделение жира, который через емкость для сбора поступает на фасовку. Отжатые ткани личинок поступают в смеситель, куда также подается раствор H_3PO_4 с концентрацией 85 %, ткани личинок тщательно перемешивают и оставляют на 16 ч при комнатной температуре для растворения хитина в кислоте. По истечении времени раствор с биошротом поступает на фильтр для отделения отжатых тканей личинок. Осадок промывается на фильтре раствором H_3PO_4 с концентрацией 40 %. Осадок с фильтра поступает в емкость сбора тканей личинок, а затем на переработку. Раствор хитина попадает в смеситель, туда же подается вода, и происходит выпадение хитина из раствора. Далее раствор и хитин поступают на фильтр для разделения. Затем оставшейся на фильтре хитин промывается водой. Промытый хитин раскладывается по кюветам и переносится в лиофильную сушилку. Высушенный хитин проходит через дробилку, просеиватель. В конце продукт поступает на фасовку и марковку и попадает на склад [7].

В результате экономических расчетов при утилизации 10 т/г органических отходов будет получено 37 кг/г хитина, 9 т/г зоогумуса и 1 т/г жира.

Таким образом, данный метод переработки отходов не создает вреда окружающей среде, поскольку личинки обладают высокой устойчивостью к различным болезнестворным агентам. Выращенная на биоразлагаемых отходах муха Черная львинка служит ценным источником белков и жиров, в то время как ее продукты жизнедеятельности

(зоогумус) можно применять в качестве эффективного органического удобрения, а жир – в косметологии. Личинки характеризуются разнообразным питанием, способны к росту как на богатых белком и углеводами субстратах, так и на менее питательных материалах.

Библиографический список

1. Способ стимуляции продуктивности и плодовитости мухи Черной львинки: пат. № 2692659 Рос. Федерация. № 2018140421 / Бабаев Н.А., Соколов И.В., Ильин Д.Ю., Бастраков А.И.; заявл. 15.11.2018; опубл. 25.06.2019, Бюл. № 18. 9 с. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2692659C1_20190625 (дата обращения: 19.11.2024).
2. Издательский дом «Сфера». URL: <https://sfera.fm/news/reoplaniruet-uchastvovat-v-pererabotke-pishchevykh-otkhodov-s-pomoshchyu-mukh-chernoi-lvinki> (дата обращения: 20.11.2024).
3. Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства: постановление Правительства РФ от 31.10.2022 № 1940. 2022. С. 1–7.
4. Песцов Г.В., Третьякова А.В., Прокудина О.В. Экологически безопасная утилизация отходов сельского хозяйства с использованием насекомого вида *Hermetia illucens* // Биосфера. 2022. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheski-bezopasnaya-utilizatsiya-otходов-selskogo-hozyaystva-s-ispolzovaniem-nasekomogo-vida-hermetia-illucens> (дата обращения: 20.11.2024).
5. Пендин Е.А., Сапронова Ж.А., Токач Ю.Е. Зоокомпост личинок мухи Черная львинка как влагоудерживающий агент в почвах // Природообустройство. 2023. № 3. С. 59–65.
6. КарелБиоТех. URL: <https://karelbiotech.ru/fish-farming> (дата обращения: 20.11.2024).
7. Способ получения хитина из личинок Черной львинки *Hermetia illucens*: пат. 2680691 Рос. Федерация. № 2018117669 / Лопатин С.А., Хайрова А.Ш., Варламов В.П., Соколов И.В.; заявл. 14.05.2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 6. 5 с. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2680691C1_20190225 (дата обращения: 19.11.2024).

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY FOR WASTE UTILIZATION CATTLE BREEDING COMPLEX

V.M. Fefilova, S.A. Maksimova

Abstract. The environmental technology of utilization of wastes of livestock complex using the Black Lion (*Hermetia illucens*) is proposed. The technology is aimed at extracting valuable products – chitin, animal compost

and fat – from organic waste (manure, sewage, food waste). All stages of the process are described in detail: from the collection of raw materials to the final products.

Keywords: recycling, organic waste, fly Black Lion, chitin.

Об авторах:

ФЕФИЛОВА Валентина Михайловна – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: valy.fefilova@mail.ru

МАКСИМОВА Софья Алексеевна – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: itssonyamaksimova@gmail.com

About the authors:

FEFILOVA Valentina Mikhailovna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: valy.fefilova@mail.ru

MAKSIMOVA Sofya Alekseevna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: itssonyamaksimova@gmail.com

УДК 503.56

ТОРФЯНЫЕ БОЛОТА КАК ИНСТРУМЕНТ БОРЬБЫ С ПАРНИКОВЫМИ ГАЗАМИ

Т.Б. Яконовская

© Яконовская Т.Б., 2025

Аннотация. В статье рассмотрена болотная экосистема как карбоновый полигон для улавливания парниковых газов. Приведено описание методики мониторинга концентрации CO_2 в болотных экосистемах.

Ключевые слова: болото, парниковые газы, мониторинг, углерод, карбоновый полигон, экология.

Уже сегодня в мире можно наблюдать последствия изменения климата: более частые, чем раньше, ураганы, масштабные пожары в тропических лесах, наводнения в одних регионах и длительные засухи в других. Чтобы ситуация не стала хуже, в 2016 г. 175 стран подписали Парижское соглашение подписали 175 стран. согласно которому они взяли на себя обязательства бороться с изменением климата. Россия вошла в их число, и одним из ее решений в рамках соглашения стало