

УДК 636.087.2

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-3-227-236

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ БИООТХОДОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПТИЦЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

Д. Т. Миникаев, Ф. К. Ахметзянова, А. Р. Кашаева, Т. М. Закиров

*Казанская государственная академия ветеринарной медицины
им. Н. Э. Баумана, г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. В последние годы остро назрели экологические проблемы, связанные с накоплением биоотходов птицеводства. Большие объемы птичьего помета, накапливающиеся вблизи птицеводческих предприятий, являются опасными загрязнителями окружающей среды и могут угрожать здоровью человека и животных. Патентный поиск показал, что в России ведется активный поиск технических решений, направленных на эффективную переработку биоотходов жизнедеятельности птицы. Об этом свидетельствует множество патентов с описанием технологий обеззараживания, начиная от биохимических процессов разложения органических веществ до технологий обработки и консервирования полученных продуктов. В связи с этим **целью** настоящего исследования являлся анализ современных способов и технологий обеззараживания, переработки биоотходов жизнедеятельности птицы для создания кормовых добавок, отраженных в отечественных патентах за последние 20 лет. **Материалы и методы.** Проведен патентный поиск технологий и способов переработки и обеззараживания биоотходов жизнедеятельности животных и птицы. Информацию получали из публичных источников (научных изданий, специализированных веб-ресурсов, в том числе в базе данных ФИПС), содержащих патентные данные, зарегистрированные в России с 1992 года по настоящее время. В процессе исследования применяли метод сравнительного анализа. Полученный материал систематизировали с учетом применяемых методов обеззараживания (физических, биологических, физико-химических, комбинированных и других) с градацией по годам. **Результаты исследований.** В ходе анализа установлено, что существующие технологии переработки птичьего помета в зависимости от способа воздействия на субстрат делятся на физические, биологические, химические, комбинированные и др. способы обеззараживания. Однако многие из них сегодня не нашли широкого применения, так как не отвечают рациональному и экологичному подходу к сбережению окружающей среды, являются затратными. На современном этапе необходима экологически чистая и экономически выгодная технология переработки птичьего помета, которая позволит превратить органические отходы в ценное экологически безопасное сырье для получения кормов, удобрений, субстратов для химической и микробиологической промышленности. В этом отношении СВЧ-обработка является перспективной, так как при относительно короткой экспозиции и минимальных затратах энергии достигаются требуемые ГОСТ показатели качества и безопасности сырья, пригодного для использования в комбикормовой промышленности.

Ключевые слова: птицеводство, биоотходы, рециклинг, патенты, кормовые добавки, животноводство

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Анализ отечественных технологий переработки биоотходов жизнедеятельности птицы для получения кормовых добавок / Д. Т. Миникаев, Ф. К. Ахметзянова, А. Р. Кашаева, Т. М. Закиров // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 3. С. 227–236. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-3-227-236>

ANALYSIS OF DOMESTIC TECHNOLOGIES FOR PROCESSING BIOLOGICAL WASTE OF POULTRY FOR OBTAINING FEED ADDITIVES

D. T. Minikaev, F. K. Akhmetzyanova, A. R. Kashaeva, T. M. Zakirov

Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, Kazan, Russian Federation

Abstract. Introduction. In recent years, environmental problems related to the accumulation of bio-waste from poultry farming have become acute. Large amounts of bird droppings accumulating near poultry farms are dangerous environmental pollutants and can threaten human and animal health. The patent search showed that Russia is actively searching for technical solutions aimed at the effective processing of biological waste of

poultry. This is evidenced by many patents describing disinfection technologies, ranging from biochemical processes of decomposition of organic substances to technologies for processing and preserving the products obtained. In this regard, the purpose of this study was to analyze modern methods and technologies for disinfection and processing of biological waste from poultry to create feed additives, reflected in domestic patents over the past 20 years. **Materials and methods.** A patent search for technologies and methods of processing and disinfection of biological waste of animals and poultry was carried out. Information was obtained from public sources (scientific publications, specialized web resources, including the FIPS database) containing patent data registered in Russia from 1992 to the present. In the course of the study, the method of comparative analysis was used. The obtained material was systematized taking into account the applied disinfection methods (physical, biological, physico-chemical, combined and others) with graduation by year. **The results of the research.** During the analysis, it was found that the existing technologies for processing bird droppings, depending on the method of exposure to the substrate, are divided into physical, biological, chemical, combined, etc. methods of disinfection. However, many of them are not widely used today, as they do not meet a rational and environmentally friendly approach to environmental conservation, and are costly. At the present stage, an environmentally friendly and economically profitable technology for processing bird droppings is needed, which will turn organic waste into valuable environmentally safe raw materials for obtaining feed, fertilizers, substrates for the chemical and microbiological industries. In this regard, microwave processing is promising, since with a relatively short exposure and minimal energy consumption, the required GOST indicators of quality and safety of raw materials suitable for use in the feed industry are achieved.

Keywords: poultry farming, bio-waste, recycling, patents, feed additives, animal husbandry

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Minikaev D. T., Akhmetzyanova F. K., Kashaeva A. R., Zakirov T. M. Analysis of domestic technologies for processing biological waste of poultry for obtaining feed additives. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 227–236. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-3-227-236>

Введение

В настоящее время остро стоит проблема накопления отходов жизнедеятельности животноводства. Большие объемы птичьего помета, накапливающиеся вблизи птицеводческих предприятий, являются опасными загрязнителями окружающей среды (почвы, водных ресурсов, воздуха), и могут угрожать здоровью человека и животных [3; 11].

В то же время отходы птицеводства являются источниками ценных органических азотсодержащих веществ (протеина, незаменимых аминокислот), безазотистых экстрактивных соединений (крахмала, сахаров, органических кислот), а также эссенциальных макро- и микроэлементов. Рециклинг биоотходов птицеводства и животноводства для производства кормовых добавок и удобрений позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду и одновременно создать дополнительные ресурсы для получения новой энергии [2; 10].

Патентный поиск показал, что в России ведется активный поиск технических решений, направ-

ленных на эффективную переработку отходов АПК, в том числе биоотходов птицеводства. Об этом свидетельствует множество патентов, посвященных разработке высокоэффективных способов обеззараживания биоотходов птицеводства и животноводства с целью получения экологически безопасного сырья [1]. Эти исследования включают в себя различные аспекты, начиная от биохимических процессов разложения органических веществ до технологий обработки и консервирования полученных продуктов.

Цель: анализ отечественных патентов с описанием способов и технологий переработки биоотходов птицеводства и животноводства для создания кормовых добавок.

Материал и методы исследований

Исследования основаны на анализе работ отечественных ученых и специалистов, посвященных решению проблем утилизации биоотходов животноводства, отраженных в патентах. В процессе исследования применяли метод сравнительного

анализа. Информацию получали из публичных источников (научных изданий, специализированных веб-ресурсов), содержащих патентные данные, зарегистрированные в России с 1992 года по настоящее время. Полученный материал систематизировали с учетом применяемых методов обеззараживания (физических, биологических, химических, комбинированных и др.) с градацией по годам.

Результаты исследования, обсуждения

Актуальность данного исследования обусловлена современными экологическими требованиями к накоплению, хранению и утилизации птичьего помета, в связи с этим существенным увеличением платы сельхозпроизводителей за негативное воздействие отходов на окружающую среду (Федеральный Закон от 14.07.2022, № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении в изменение в отдельные законодательные акты Российской Федерации»).

В условиях, когда до 40,0 % сельскохозяйственного сырья и продуктов питания ввозится в Россию, разработка конкурентоспособных, экологически чистых технологий переработки птичьего помета становится особенно важной [6; 9].

Известно, что производство продукции животноводства осуществляется путем превращения органических материалов корма в органические вещества тела животных и птицы и их продукцию в результате сложных биохимических процессов. В животноводческую продукцию переходит только 16,4 % всей энергии кормов, 25,6 % идет на их переваривание и усвоение и более половины энергии (около 58,0 %) переходит в помет и навоз [1].

Патентный поиск показал, что в РФ к настоящему времени накоплен достаточно большой материал по описанию технологий и способов переработки птичьего помета. Согласно описанию, используемые в них биологические, физические, физико-химические, комбинированные и др. способы обеззараживания птичьего помета позволяют получать экологически безопасное сырье для сельскохозяйственного производства (органических кормов и удобрений).

Биологические методы, как правило, основаны на ферментативных процессах при культивировании анаэробных и аэробных бактерий.

Они способствуют повышению содержания полезных компонентов в конечном продукте и увеличению выхода биогаза, но могут быть сложными при реализации и контроле. Имеется описание технологий переработки экскрементов путем аэробной ферментации, внесения пробиотических препаратов, выращивания и получения биомассы дрожжей, червей и личинок мух на питательных средах с присутствием птичьего помета.

Переработка и обеззараживание птичьего помета физическими, физико-химическими и физико-механическими способами включает термическую, гидробаротермическую обработку, диспергирование, комплексное физико-механическое воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), химико-экстракционные способы отделения органической и минеральной частей из помета и др.

Отдельное внимание заслуживают способы получения кормовых добавок при смешивании биоотходов птицеводства с природными агроминералами (агроионитом, бентонитовой глиной, цеолитсодержащим сырьем и т. д.) в сочетании с термической обработкой. Применение их в данном направлении имеет определенные перспективы, поскольку природные минералы широко представлены в залежах во многих регионах РФ, обладают уникальными свойствами ионно-обменной сорбции, молекулярно-ситовыми, каталитическими и дезодорирующими функциями.

Интересными являются исследования Кудряшова В. А. [6; 7], в которых рассматривается инновационный способ переработки клеточного полужидкого птичьего помета в кормовые добавки и удобрения с использованием низкоэнергоемких мембранных процессов: ультрафильтрации, нанофильтрации, обратного осмоса. Приведены экспериментальные данные по селективности мембран и рекомендации по промышленному освоению этого метода.

Ученые из Башкирского государственного университета разработали метод извлечения белков из свежего куриного помета, которые затем можно вторично использовать в кормах для птиц. Для выделения белкового концентрата в растворенный в воде свежий помет добавляют реагент, который связывает белки. Затем фракцию выделяют и высушивают [8].

В исследовании Степановой А. М. и др. [5] приводятся результаты микробиологических и биохимических исследований, показывающих, что птичий помет после 10 дней выпаивания пробиотиком из штаммов *B. subtilis* ТНП-3 и *B. subtilis* ТНП-5 не содержит потенциальных энтеропатогенов и может быть использован в качестве сырья для кормовой добавки. Экструдирование при температуре до 120 °С обеспечивает высокое содержание полезных бактерий и незаменимых аминокислот, что делает помет

пригодным при производстве кормовых добавок, улучшая физиологическое состояние и продуктивность кур-несушек [4].

В таблице 1 представлены патенты с описанием технологий переработки биоотходов жизнедеятельности птицы для получения экологически безопасного сырья и создания на его основе кормовых добавок. Отражены основные характеристики каждой технологии, принципы работы, используемые материалы и предполагаемые преимущества.

Таблица / Table

Патенты на технологии обеззараживания биоотходов птицеводства и производство на их основе кормовых добавок /
Patents on technologies for disinfection of poultry biowaste and production of feed additives based on them

Метод / Method	Наименование патента / Name of the patent	Описание / Description
1	2	3
Физический	Патент № 2061386 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/16. Способ получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных: № 5037970/15: заявл. 11.11.1991: опубл. 10.06.1996 / В. М. Бодрова, Г. В. Веселовский, В. В. Богомолов и др. – 9 с.	Способ получения кормовой добавки путем смешения целлюлозосодержащего сырья (древесных отходов, торфа, подсолнечной лузги, корзинок подсолнечника и т. д.) с жидким птичьим пометом в определенном соотношении при влажности 50–60 %. Далее проводят гидробаротермическую обработку смеси при температуре 160–200 °С в течение 15–90 мин. Преимущества: Гидробаротермическая обработка при высоких температурах обеспечивает более эффективное обеззараживание и позволяет добиться глубокого осахаривания целлюлозы. Недостатки: Высокая энергозатратность, необходимость использования специализированного оборудования. Не обеспечивает требуемой степени раздревеснения растительной массы
Физический	Патент № 2063145 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/00. Корм для сельскохозяйственных животных: № 93008991/15: заявл. 16.02.1993: опубл. 10.07.1996 / А. Ю. Занкевич – 10 с.	Корм для сельскохозяйственных животных, содержащий стандартный комбикорм и пудрет, дополнительно содержит липрин и сорбозный маточник при следующем соотношении компонентов, %: пудрет 10–20, липрин 10–20, сорбозный маточник 10–20, стандартный комбикорм остальное. Преимущества: Создание комбикорма с оптимальным содержанием липрина, пудрета и сорбозного маточника повышает содержание протеина и эффективность кормления животных. Недостатки: Согласно описанию к патенту, этот корм может быть использован только для крупного рогатого скота
Физический	Патент № 2139667 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/16. Комбикорм для крупного рогатого скота на основе сухого гранулированного концентрата «Биофом»: № 99106624/13: заявл. 09.04.1999: опубл. 20.10.1999 / Ю. И. Фомин – 6 с.	Комбикорм для КРС, включающий ячмень, отруби пшеничные, минеральную добавку, соль поваренную, премикс, пшеницу фуражную, овес, семена рапса, жмых подсолнечниковый и сухой гранулированный концентрат, полученный предварительным отделением жидкости из куриного помета, отстаиванием до влажности 80–85 %, отделением жидкости прессованием до влажности массы 30–39 %, гранулированием и последующей сушкой в кипящем слое при подаче теплоносителя с температурой 300–350 °С до влажности 0,84–0,89 %. Преимущества: Способ обеспечивает достаточно простой процесс производства и позволяет комбикорму сохранять свои потребительские свойства при длительном хранении. Недостатки: Процесс имеет низкую производительность, а концентрат – высокую себестоимость

Продолжение табл.

1	2	3
Физический	<p>Патент № 2330411 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/00. Способ переработки помета: № 2007103272/13: заявл. 26.01.2007: опубл. 10.08.2008 / В. Е. Наследников, А. В. Наследников, Р. Н. Гросул, Т. В. Пыльнева – 5 с.</p>	<p>Раздельное накопление помета и измельченной бентонитовой глины, раздельная подача помета и бентонитовой глины во вращающийся сушильный барабан, сушка помета, стерилизация бентонитовой глины, смешивание компонентов, выгрузка готового продукта из сушильного барабана. Сушку помета, стерилизацию бентонитовой глины и смешивание этих компонентов проводят совместно во вращающемся сушильном барабане. Преимущества: Совместная сушка помета и стерилизация бентонитовой глины при высоких температурах (600–850 °С) обеспечивает отсутствие патогенной микрофлоры, личинок гельминтов и остатков антибиотиков. Недостатки: Высокие энергетические затраты и сложности в контроле температурного режима</p>
Физический	<p>Патент № 2512366 С2 Российская Федерация, МПК А23К 1/16, А23К 1/00. Способ обработки на корм животным птичьего помета: № 2012122008/13: заявл. 14.05.2012: опубл. 10.04.2014 / Е. М. Долгушин – 6 с.</p>	<p>Способ заключается в термической обработке птичьего помета при температуре 95–100 градусов в течение более 30 минут и его смешивании с молочной сывороткой. Преимущества: Улучшение питательной ценности смеси за счет добавления молочной сыворотки приводит к существенному повышению среднесуточных приростов у откормочных бычков. Недостатки: Процесс включает несколько этапов (обеззараживание, смешивание, выдержка), каждый из которых требует точного контроля температурного режима и соотношения ингредиентов, что усложняет технологический процесс</p>
Физический	<p>Патент № 2648707 С2 Российская Федерация, МПК А23К 10/00. Кормовая добавка для рыб и способ ее получения: № 2016105479: заявл. 18.02.2016: опубл. 28.03.2018 / А. А. Калилец, М. Ю. Волков – 12 с.</p>	<p>Технический результат достигается созданием кормовой добавки для рыб, содержащей птичий помет и минеральный ингредиент – глауконит Тамбовского месторождения, при определенном соотношении ингредиентов (% масс.): обеззараженный куриный помет от 20 до 40, глауконит – остальное. Смешивание помета с глауконитом до получения нейтральной рН смеси. В ходе смешения происходит обеззараживание птичьего помета на частицах глауконита, которое обеспечивает оптимальные условия для обеззараживания путем термообработки. Преимущества: снижение стоимости комбикорма, повышение суточного прироста массы рыб, снижение себестоимости рыбной продукции. Недостатки: Достижение равномерного смешивания птичьего помета и глауконита для получения нейтрального рН может быть технологически сложным и требовать специализированного оборудования</p>
Физический	<p>Патент № 2714291 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/20, А23К 20/28. Состав для получения кормовой добавки, способ и технологическая линия: № 2018138559: заявл. 31.10.2018: опубл. 13.02.2020 / Р. А. Хафизов, С. В. Сулейманова, Р. Р. Хафизова и др. – 14 с.</p>	<p>Способ получения кормовой добавки характеризуется тем, что птичий помет или свиной навоз смешивают с оксидом кальция 1,5–3,0 %, затем с агроионитом 1,5–3,0 %, или птичий помет или свиной навоз смешивают со смесью оксида кальция и агроионита, после чего перемешивают и сушат. Технологическая линия включает приемник-смеситель, оснащенный смесителем и дозатором для сорбента, сушильный блок в виде барабанной сушилки, циклон, транспортеры, причем сушильный блок выполнен с теплогенератором. Преимущества: Кормовая добавка обеспечивает прирост живой массы откормочного молодняка КРС, не вызывая отклонений в развитии животных. Недостатки: Техническая сложность и существенные капитальные затраты на создание и эксплуатацию технологической линии</p>

Продолжение табл.

1	2	3
Физико-химический	Патент № 2516759 С2 Российская Федерация, МПК В01D 11/04. Способ промышленной переработки белоксодержащих органических отходов: № 2012137636/05: заявл. 30.08.2012; опубл. 20.05.2014 / В. В. Рябинин, В. Ф. Рябинин – 8 с.	Способ промышленной переработки белоксодержащих отходов (отходов жизнедеятельности животных и птиц, преимущественно птичий помет), включающий экстракцию аминокислот из водной фазы с использованием органических или неорганических реагентов, поэтапно, отделяя жировую составляющую с помощью органических растворителей, а затем выделяют органическую часть, включающую полипептиды и аминокислоты, и минеральную, которую удаляют, а оставшуюся массу отправляют на сушку. Преимущества: Этот способ позволяет разделить белоксодержащие отходы на компоненты для дальнейшего использования. Недостатки: Многоступенчатая экстракция при использовании различных реагентов усложняет процесс, а применение органических и неорганических реагентов требует строгих мер безопасности и соответствующего оборудования, что увеличивает эксплуатационные затраты
Физико-химический	Патент № 2680682 С1 Российская Федерация, МПК С02F 11/04, С12Р 5/00, С05F 3/00. Способ экологизации технологий агропромышленного комплекса: № 2014119975: заявл. 19.05.2014: опубл. 25.02.2019 / В. В. Голубев, К. В. Голубев, Ю. И. Шишков, А. К. Ершов. – 11 с.	Способ комплексной экологичной переработки навоза, при котором навоз сепарируется на твердую и жидкую фракции. В ходе сепарации с целью получения кормовой добавки твердую фракцию навоза подвергают обработке – диспергированию на шаровой мельнице с последующим обогащением раствором предшественников активных центров внутриклеточных ферментов с добавлением 10 % муравьиной кислоты. Преимущества: Экологичность. Недостатки: Существенные затраты на оборудование и процессы, включая сепарацию, диспергирование, обогащение растворами и проведение метанового брожения
Биологический	Авторское свидетельство № 1703029 А1 СССР, МПК А23К 1/00. Способ переработки экскрементов животных для получения белково-витаминного корма, биогаза и удобрения: № 4734364: заявл. 29.06.1989: опубл. 07.01.1992 / Г. М. Карагезян. – 3 с.	Переработка экскрементов путем ферментативного культивирования анаэробных бактерий. Процесс проводится в три стадии: при температуре 37–40 °С в первой стадии, 40–45° во второй и 54–56° в третьей с использованием в качестве сорбента для накопления микроорганизмов древесных опилок. Выделенный кормовой продукт из сброженной массы коагулируют, фильтруют и высушивают при t U5 – 120°С. Этот способ позволяет повысить в полученном корме содержание сырого протеина с 9,4 до 33 %, снизить клетчатку с 39 до 10–16 %, повысить выход биогаза с 0,25 до 0,7 м3/кг и увеличить выход биомассы в 3–4 раза по отношению к прототипу. Конечный продукт коагулируется, фильтруется и высушивается. Преимущества: Увеличивает выход биогаза и биомассы, повышает содержание сырого протеина и снижает содержание клетчатки в корме. Недостатки: Необходимость поддержания разных температурных режимов и использование сорбентов (древесных опилок) требует специального оборудования и инфраструктуры, что увеличивает капитальные и операционные затраты
Биологический	Патент № 2352137 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/00. Биологически активная кормовая добавка для крупного рогатого скота и способ ее получения: № 2007133900/13: заявл. 11.09.2007: опубл. 20.04.2009 / В. М. Суханов, Н. В. Моценская, А. Р. Должич, А. В. Ретуев. – 9 с.	Способ получения кормовой добавки из органического сырья (торфа, подстильного навоза КРС – 12–18 %, птичьего помета 8–12 %, свежей спиртовой барды 12–13 %), включающий приготовление исходной смеси, предварительное ее перемешивание, измельчение, последующее проведение двухстадийной аэробной ферментации в течение 4–6 суток с последующей грануляцией и сушкой готового продукта. Изобретение позволяет увеличить привесы и сохранность поголовья на 9–11 %. Преимущества: Применение торфа и спиртовой барды в составе смеси способствует улучшению качества кормовой добавки, что позволяет увеличить привес и удои у КРС, а также стимулировать рост и развитие молодняка. Недостатки: Поддержание условий для двухстадийной аэробной ферментации и сушки готового продукта требует значительных энергетических затрат

Окончание табл.

1	2	3
Биологический	Патент № 2654220 С1 Российская Федерация, МПК С05F 3/00, С05F 9/04. Способ переработки органических отходов личинками мух <i>Hermetia illucens</i> с получением белка животного происхождения и биогуруса: № 2017109420: заявл. 21.03.2017; опубл. 17.05.2018 / Н. А. Бабасев, А. И. Бастраков, И. В. Соколов. – 8 с.	Яйца мух <i>Hermetia illucens</i> инкубируют и подрачивают личинки на питательной среде. Отделяют личинки II–III возраста и заселяют ими субстрат из органических отходов с плотностью 2,5–5,0 экз./см ² . Осуществляют биоконверсию субстрата в течение 7–14 суток, отделяют биомассу личинок от полученного биогуруса. Преимущества: Предлагаемый способ обеспечивает возможность переработки кормовых субстратов с высоким содержанием целлюлозы. Недостатки: Длительность процесса, снижение производительности и выхода биомассы личинок. При этом личинки мух <i>Hermetia illucens</i> могут жить только в контролируемых условиях микроклимата, при высоких температурах с повышенным требованием к освещенности
Биологический	Патент № 2677027 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/12, А23К 10/26. Способ приготовления кормовой добавки из птичьего помета с применением штаммов бактерий <i>Bacillus subtilis</i> ТНП-3-ДЕП и <i>Bacillus subtilis</i> ТНП-5-ДЕП: № 2016128353: заявл. 12.07.2016; опубл. 15.01.2019 / М. П. Неустроев, Н. П. Тарабукина, Д. Д. Неустроев и др. – 8 с.	Способ включает предварительное скармливание курам-несушкам пробиотика, состоящего из штаммов бактерий <i>Bacillus subtilis</i> ТНП-3-ДЕП и <i>Bacillus subtilis</i> ТНП-5-ДЕП в 1 %-ном растворе глюкозы в концентрации 5×10 ⁸ КОЕ на голову. Затем помет кур ферментируют пробиотиком с теми же штаммами бактерий в той же концентрации на 100 г помета. Полученную массу подвергают инфракрасной сушке при температуре 90 °С в течение 30 минут. Преимущества: Получение микробиологически безопасной кормовой добавки с высоким содержанием аминокислот, питательных веществ и являющуюся. Недостатки: Процесс требует специального оборудования для инфракрасной сушки и строгого контроля за дозировкой и качеством пробиотиков, что может увеличить затраты на производство
Физико-механический	Патент № 2772491 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/12. Белково-минеральный концентрат: № 2021122506: заявл. 28.07.2021; опубл. 23.05.2022 / Ф. К. Ахметзянова, Р. Х. Равилов, Ш. К. Шакиров и др. – 11 с.	Для приготовления кормового концентрата компоненты предварительно смешивают, затем смесь обеззараживают на устройстве «Волна 100» при температуре не более 90 °С в течение 90 секунд. Концентрат содержит 80 % птичьего помета и 20 % активированного цеолита. Преимущества: Минимум парниковых газов, сохранение протеина в сырье, не требует длительного хранения, минимальные затраты
Комбинированный	Патент № 2126779 С1 Российская Федерация, МПК С05F 9/00, А23К 1/00. Способ получения кормовой добавки и удобрения из органических отходов: № 98100353/13: заявл. 20.01.1998; опубл. 27.02.1999 / Н. Г. Ковалев Г. Ю. Рабинович, Э. М. Сульман и др. – 7 с.	Способ получения удобрения и кормовой добавки включает приготовление исходной смеси из органических отходов и торфа, загрузку смеси в реактор и проведение четырех стадийного биоконверсионного процесса с продувкой смеси кислородсодержащим газом. Преимущества: Обогащение субстрата солями аскорбиновой кислоты и мегатерином способствует повышению питательной ценности кормовой добавки и удобрения, улучшая их характеристики для использования в сельском хозяйстве. Недостатки: Каждая стадия процесса требует поддержания специфических температур, что требует значительных энергетических затрат
Комбинированный	Патент № 2214990 С1 Российская Федерация, МПК С05F 3/00, С05F 11/00. Способ переработки органических отходов: № 2002128125/13: заявл. 22.10.2002; опубл. 27.10.2003 / Ю. М. Лужков, А. Ф. Джафаров, С. М. Лужков. – 1 с.	Способ включает смешивание навоза, торфа и соломы, предварительно измельченной и запаренной до 50–55 °С с добавлением мочевины; загрузку смеси в открытые емкости в камере ферментации под действием термофильных бактерий и ферментов с подогревом. Смесь приготавливается в соотношении, мас. %: пропаренная солома 30–40, навоз 20–30, торф 40–50. Получаемый продукт представляет белково-витаминную добавку с содержанием сырого протеина 20–25 %. Преимущества: Обработка смеси при относительно низких температурах (50–60 °С) позволяет сохранить питательные вещества, обеспечивая высокое качество продукта. Недостатки: Многоэтапный процесс требует строгого выполнения каждого этапа и специализированного оборудования

Заключение

Анализ представленных отечественных патентов по технологиям обеззараживания птичьего помета демонстрирует широкий спектр подходов и решений. Каждый из рассмотренных способов, несомненно, имеет свои достоинства. Физико-механические методы, такие как использование агроминералов (оксида кальция и агроионита) при смешивании с биоотходами птицеводства, обеспечивают длительное обеззараживание и нейтрализацию вредных газов за счет адсорбционных и молекулярно-ситовых свойств агроминералов, что положительно сказывается на здоровье животных. Однако такие методы могут потребовать значительных затрат на материалы и оборудование. Биологические методы, основанные на ферментативном культивировании бактерий, способствуют повышению содержания полезных компонентов в конечном продукте и увеличению выхода биогаза, но могут быть сложными при реализации и контроле. При использовании комбинированных методов, совмещающих физические, химические и биологические методы, прослеживается стремление к объединению преимуществ каждого из методов, однако их эффективность и устойчивость к изменениям условий могут вызывать вопросы.

Одним из перспективных методов обеззараживания птичьего помета является воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), преимущества которого заключаются в следующем: 1) высокая скорость процесса. СВЧ-обработка позволяет достичь необходимого уровня обеззараживания за короткий промежуток времени; 2) энергоэффективность: требуется сравнительно меньшее количество энергии по сравнению с термическими методами; 3) равномерность обработки: электромагнитное поле проникает вглубь материала, обеспечивая равномерное воздействие и полное обеззараживание всей массы; 4) сохранение питательных свойств. Метод позволяет минимизировать разрушение питательных компонентов и биологически активных веществ, что делает конечный продукт более полезным для использования в качестве кормовой добавки.

Внедрение СВЧ-технологий может существенно повысить эффективность и экономичность процессов обеззараживания птичьего помета. Это направление требует дальнейших исследований для полного раскрытия потенциала и интеграции в существующие системы переработки органических отходов.

1. Афанасьев А. В. Сравнительная эколого-экономическая оценка технологий переработки навоза и помета // АгроЭкоИнженерия. 2012. № 83. С. 82–93. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-ekologo-ekonomicheskaya-otsenka-tehnologiiy-pererabotki-navoza-i-pometa> (дата обращения: 13.06.2024).

2. Ахметзянова Ф. К., Кашаева А. Р. Создание и внедрение полифункциональных кормов на основе рециклинга отходов АПК // Высокоэффективные научно-технологические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (в рамках реализации программы «Приоритет – 2030»): сб. научных трудов по материалам III международной научно-практической конференции. Махачкала : Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джембулатова, 2024. С. 93–101. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=66546859> (дата обращения: 03.07.2024).

3. Вербицкий С. Б. Птичий помет: экологические проблемы и рациональные способы // Химия, экология и рациональное природопользование : матер. Международной научно-практической конференции (г. Магас, 21–23 октября 2021 г.) / ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет». Магас : АЛЕФ, 2021. С. 169–174. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47920514_16974618.pdf#page=169 (дата обращения: 27.04.2024).

4. Инновационные способы переработки биоотходов птицеводства / В. Н. Попов, О. С. Корнеева [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. № 82 (1). С. 194–200. DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-194-200>

5. Кормовая добавка из помета – источник аминокислот и полезных бактерий / Степанова А. М., Тарабукина Н. П., [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2019. Т. 14. № 4. С. 466–480. DOI: <http://doi.org/10.22363/2312-797X-2019-14-4-466-480>

6. Кудряшов В. Л. Эффективность и перспектива переработки клеточного птичьего помета в кормовые добавки на основе мембранных процессов // Качество и безопасность производства продукции из мяса птицы и яиц : матер. международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию – ВНИИПП (пос. Ржавки, Московская обл., 26 ноября 2014 г.). пос. Ржавки, Московская обл. : Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности, 2014. С. 120–125. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23802983> (дата обращения: 08.05.2024).

7. Кудряшов В. Новая технология переработки жидкого куриного помета в удобрения и корма // СФЕРА: Птицепром. 2017. № 1 (35). С. 54–59. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30622443> (дата обращения: 22.06.2024).

8. Мурзина А. Р. Использование достижений современной науки при изучении школьного курса биологии // Методика преподавания в современной школе: проблемы и инновационные решения : матер. российско-узбекского образовательного форума по проблемам общего образования. Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. 2022. С. 54–58. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50137806> (дата обращения: 01.07.2024).

9. Потапов М. А., Курочкин А. А. К вопросу совершенствования технологии переработки птичьего помета // Инновационная техника и технология. 2018. № 1 (14). С. 25–29. URL: <http://130.255.170.222/index.php/itit/article/view/238> (дата обращения: 24.06.2024).

10. Смоленцев С. Ю. Влияние пробиотиков на росто-весовые показатели молодняка крупного рогатого скота // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 2. С. 197–204. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-197-204>

11. Технологические направления по переработке органических отходов / С. Ю. Миронов, М. В. Протасова, [и др.] // Auditorium. 2017. № 1 (13). С. 30–42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-napravleniya-po-pererabotke-organicheskikh-othodov> (дата обращения: 27.04.2024).

Статья поступила в редакцию 16.07.2024 г.; одобрена после рецензирования 20.08. 2024 г.; принята к публикации 04.09.2024 г.

Об авторах

Миникаев Данис Тимурович

аспирант кафедры кормления, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9628-847X>, danis_minickaew@mail.ru

Ахметзянова Фиряя Казбековна

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой кормления, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0448-8026>, lady.firaya@bk.ru

Кашаева Алия Ринатовна

доктор биологических наук, доцент кафедры кормления, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3079-3403>, aliam_81@mail.ru

Закиров Тагир Мунирович

кандидат биологических наук, доцент кафедры эпизоотологии и паразитологии, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2193-2993>, tagir0410907@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Afanasyev A. V. Sravnitel'naya ekologo-ekonomicheskaya otsenka tekhnologii pererabotki navoza i pometa [Comparative ecological and economic assessment of animal/poultry manure processing technologies]. *AgroEkoInzheneriya = AgroEcoEngineering*, 2012, no. 83, pp. 82–93. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-ekologo-ekonomicheskay-a-otsenka-tehnologiy-pererabotki-navoza-i-pometa> (accessed 13.06.2024). (In Russ.).

2. Akhmetzyanova F. K., Kashayeva A. R. Sozdanie i vnedrenie polifunktional'nyh kormov na osnove retsiklinga othodov APK [Creation and introduction of multifunctional feeds based on recycling of agricultural wastes]. *Vysokoeffektivnye nauchno-tekhnologicheskie razrabotki v oblasti proizvodstva, pererabotki i khraneniya sel'skokhozyaistvennoi produktsii (v ramkakh rea-lizatsii programmy "Prioritet – 2030") : sb. nauchnykh trudov po materialam III mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konfe-rentsii* = In the collection: Highly effective scientific and technological developments in the field of production, processing and storage of agricultural products (within the framework of the implementation of the Priority 2030 program). Collection of scientific papers based on the materials of the III international scientific and practical conference, Makhachkala, Dagestan State Agrarian University, 2024, pp. 93–101. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=66546859> (accessed 03.07.2024). (In Russ.).

3. Verbitsky C. B. Ptichii pomet: ekologicheskie problemy i ratsional'nye sposoby [Bird droppings: environmental problems and rational ways of disposal]. *Khimiya, ekologiya i ratsional'noe prirodopol'zovanie : mater. Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Magas, 21–23 oktyabrya 2021 g.) / FGBOU VO "Ingushskii gosudarstvennyi universitet"* = Chemistry, ecology and rational nature management, Materials of the International Scientific and Practical Conference, Magas, October 21–23, 2021, Ingush State University, Magas, ALEPH, 2021, pp. 169–174. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47920514_16974618.pdf#page=169 (accessed 27.04.2024). (In Russ.).

4. Popov V. N., Korneeva O. S., [et al.] Innovatsionnye sposoby pererabotki biootkhodov ptitsevodstva [Innovative ways to process poultry waste]. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzhenernykh Tekhnologii* = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies, 2020, no. 82 (1), pp. 194–200. (In Russ.). DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-194-200>
5. Stepanova A. M., Tarabukina N. P. [et al.] Kormovaya dobavka iz pometa – istochnik aminokislot i poleznykh bakterij [Litter feed additive as source of amino acids and beneficial bacteria]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* = Rudn Journal of Agronomy and Animal Industries. Series: Agronomy and animal husbandry, 2019, vol. 14, no. 4, pp. 466–480. (In Russ.). DOI: <http://doi.org/10.22363/2312-797X-2019-14-4-466-480>
6. Kudrjashov V. L. Effektivnost' i perspektiva pererabotki kletochnogo ptich'ego pometa v kormovye dobavki na osnove membrannykh protsessov [Efficiency and prospects of processing cellular bird droppings into feed additives based on membrane processes]. *Kachestvo i bezopasnost' proizvodstva produktov iz myasa ptitsy i yaits : mater. mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konfe-rentsii, posvyashchennoi 85-letiyu – VNIIPP (pos. Rzhavki, Moskovskaya obl., 26 noyabrya 2014 g.)* = Quality and safety of production of poultry meat and eggs: Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary – VNIIPP, village. Rzhavki, Moscow region, November 26, 2014. – village Rzhavki, Moscow region: All-Russian Scientific Research Institute of Poultry Processing Industry, 2014, pp. 120–125. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23802983> (accessed 08.05.2024). (In Russ.).
7. Kudrjashov V. Novaya tekhnologiya pererabotki zhidkogo kurinogo pometa v udobreniya i korma [A new technology for processing liquid chicken manure into fertilizers and feed]. *SFERA: Ptitseprom* = SPHERE: Poultry industry, 2017, no. 1 (35), pp. 54–59. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30622443> (accessed 22.06.2024). (In Russ.).
8. Murzina A. R. Ispol'zovanie dostizhenii sovremennoi nauki pri izuchenii shkol'nogo kursa biologii [Using the achievements of modern science in the study of a school biology course]. *Metodika prepodavaniya v sovremennoi shkole: problemy i innovatsionnye resheniya : mater. rossiisko-uzbeksogo obrazova-tel'nogo foruma po problemam obshchego obrazovaniya* = Teaching methods in modern schools: problems and innovative solutions, Materials of the Russian-Uzbek educational forum on problems of general education, Saint Petersburg, The Herzen State Pedagogical University of Russia, 2022, pp. 54–58. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50137806> (accessed 01.07.2024). (In Russ.).
9. Potapov M. A., Kurochkin A. A. K voprosu sovershenstvovaniya tekhnologii pererabotki ptich'ego pometa [The question of perfection of technology for processing poultry litter]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya* = Innovative Machinery and Technology, 2018, no. 1 (14), pp. 25–29. Available at: <http://130.255.170.222/index.php/itit/article/view/238> (accessed 24.06.2024). (In Russ.).
10. Smolentsev S. Yu. Vliyanie probiotikov na rosto-vesovye pokazateli molodnyaka krupnogo rogatogo skota [The effect of probiotics on the growth and weight indicators of young cattle]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2023, vol. 9, no. 2, pp. 197–204. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-197-204>
11. Mironov S. Ju., Protasova, M. V., Protsenko, E. P. [et al.] Tekhnologicheskie napravleniya po pererabotke organicheskikh otkhodov [Technological directions for the processing of organic waste]. *Auditorium* = Auditorium, 2017, no. 1 (13), pp. 30–42. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-napravleniya-po-pererabotke-organicheskikh-otkhodov> (accessed 27.04.2024). (In Russ.).

The article was submitted 16.07.2024; approved after reviewing 20.08.2024; accepted for publication 04.09.2024.

About the authors

Danis T. Minikaev

Postgraduate student of the Department of Feeding, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9628-847X>, danis_minickaew@mail.ru

Firaya K. Akhmetzyanova

Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the of the Department of Nutrition, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0448-8026>, lady.firaya@bk.ru

Aliya R. Kashaeva

Dr. Sci. (Biology), Associate Professor of the Department of Feeding, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3079-3403>, aliam_81@mail.ru

Tagir M. Zakirov

Ph. D. (Biology), Associate Professor of the Department of Epizootology and Parasitology, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2193-2993>, tagir0410907@mail.ru

The author has read and approved the final manuscript