

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Научная статья

Ахмадиев Г.М.<sup>1,\*</sup>, Сиппель И.Я.<sup>2</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-0167-1055;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-2635-2296;<sup>1</sup> Набережночелнинский институт Казанского федерального университета, Набережные Челны, Российская Федерация<sup>2</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (ahmadievgm[at]mail.ru)

**Аннотация**

В настоящее время современный аграрный промышленный комплекс сконцентрирован на урбанизированных сельских территориях. Образующие отходы сельского хозяйства могут быть причиной возникновения критических жизненных ситуаций на почве экологических и биотехносферных проблем.

Целью настоящей работы является разработка технологии переработки отходов сельского хозяйства, направленной на обеспечение безопасности окружающей среды, особенно при проявлении чрезвычайных ситуаций природного, климатического, сезонного характера.

Для решения поставленной цели применяется установка для получения минеральной и кормовой добавки, которая может быть резервным источником для растениеводства, животноводства и птицеводства.

Применение установки возможно особенно в неблагоприятных климатических условиях сезонов года. Получаемая минеральная и кормовая добавка может быть дополнительным источником в рационе питания диких животных и птиц в особо охраняемых природных территориях, в частности в заповедниках, национальных парках и природных заказниках. Зола, как обеззараженный продукт, может быть применена, как дополнительный компонент в рецептуре по созданию минеральных удобрений в растениеводстве агропромышленного комплекса.

**Ключевые слова:** технология, безопасность, окружающая среда, отходы сельского хозяйства, кормовая добавка.

**THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL WASTE PROCESSING TECHNOLOGY**

Research article

Akhmadiev G.M.<sup>1,\*</sup>, Sippel I.Y.<sup>2</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-0167-1055;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-2635-2296;<sup>1</sup> Naberezhnye Chelny Institute of Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny, Russian Federation<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

\* Corresponding author (ahmadievgm[at]mail.ru)

**Abstract**

Nowadays, the modern agrarian industrial complex is concentrated in urbanized rural areas. The generated agricultural wastes can be the cause of critical life situations, on the basis of environmental and biotechnosphere problems.

The aim of this work is to develop a technology for processing agricultural waste aimed at ensuring the safety of the environment, especially in case of emergencies of natural, climatic, seasonal nature.

In order to achieve this goal, an installation for the production of mineral and fodder supplement, which can be a reserve source for crop, livestock and poultry production, is applied.

Application of the installation is possible, especially in unfavourable climatic conditions of the seasons of the year. The resulting mineral and fodder supplement can be an additional source in the diet of wild animals and birds in specially protected natural areas, in particular in nature reserves, national parks and nature sanctuaries. The ash as a decontaminated product can be applied as an additional component in the formulation of mineral fertilizers in crop production of agro-industrial complexes.

**Keywords:** technology, safety, environment, agricultural wastes, fodder supplement.

**Введение**

В настоящее время современный аграрный промышленный комплекс сконцентрирован на урбанизированных сельских территориях и является жизненно важной биотехносферной антропогенной экосистемой. В ходе сельскохозяйственной деятельности образующие отходы аграрного промышленного комплекса, которые являются важным резервным сырьем для животноводства и птицеводства, могут быть и причиной возникновения критических непредвиденных опасностей, при проявлении как краткосрочных, так и долгосрочных чрезвычайных ситуаций, на почве нарушения экологических норм, правил обращения с отходами. Проявление негативных природных явлений и неблагоприятных климатических процессов также может быть причиной нарушения хозяйственной деятельности в сельскохозяйственном производстве сырья и продуктов потребления [1], [2], [3], [7].

Сегодня разработка технологии оздоровления сельских территорий агропромышленного комплекса от накопленных отходов жизнедеятельности животных, птиц, растительного происхождения и получение безопасной кормовой добавки является актуальной нерешенной экологической и технологической проблемой для растениеводства, животноводства и птицеводства.

В сельском хозяйстве, как чрезвычайно важной отрасли народного хозяйства, определяющей состояние экономики страны, запланированные текущие и перспективные экологические, технологические мероприятия должны быть научно-обоснованными и направлены на профилактику, срочное оперативное искоренение неинфекционной патологий

и заразных болезней, встречающихся среди различных видов животных и птиц. Научно-обоснованная технология переработки отходов особенно нужна при проявлении чрезвычайной ситуации природного или техногенного происхождения в любое время года и сезона. Накопленные отходы от прошлой и настоящей хозяйственной деятельности препятствуют сохранению безопасности среды и могут быть причиной возникновения общих заболеваний, как для животных, так и человека. Создание безопасных условий для живых организмов важно для природного незаменимого совместимого взаимоотношения и проявления комфортной жизнедеятельности различных видов флоры и фауны встречающихся в биотехносфере [4], [5], [6], [7].

Исходя из вышеизложенных экологических проблем и технологических тезисов настоящей работы, требуется поиск новых методологических принципов, подходов и способов обращения с отходами различного биологического происхождения, образованных в агропромышленном комплексе в различных регионах России. Предлагаемые настоящие научно-технические приемы могут быть основанием и для повышения эффективности проводимых экологических и технологических мероприятий, как в растениеводстве, так и животноводстве и птицеводстве агропромышленного комплекса.

В настоящей разработке методологической и технологической основой обращения с отходами сельского хозяйства для получения кормовой или минеральной добавки положен модифицированный инновационный пиролиз на основе низких температурных условий. Пиролиз на низкой температурной основе проводится на установке обеззараживания, утилизации и переработки отходов животноводства, птицеводства и растениеводства для получения резервной кормовой добавки.

Агропромышленный комплекс региональных территорий России, производящих сельскохозяйственную продукцию, должен быть ориентирован на принятие технологических решений в случаях возникновения неблагоприятных условий. В таких случаях необходимо находить правильный способ на основе поиска и далее применять эффективное технологическое решение для внедрения альтернативных методов и технологий ведения животноводства, ориентированное на повышение эффективности экологически безопасной технологической и цифровой хозяйственной деятельности.

Целью настоящей работы является разработка технологии переработки отходов сельского хозяйства, направленной на обеспечение безопасности окружающей среды агропромышленного комплекса, особенно при проявлении чрезвычайных ситуаций природного, климатического и сезонного характера.

#### **Методы и принципы исследования**

Для решения поставленной цели и задач применяется установка с целью получения минеральной кормовой добавки, которая может быть и резервным источником для включения в рацион питания сельскохозяйственных животных и птиц. Особенно резервная минеральная кормовая добавка может быть включена в рацион питания для сельскохозяйственных животных и птиц при проявлении чрезвычайных ситуаций климатического или погодного характера на агропромышленных территориях региона. Предложенная установка имеет научно-обоснованное положительное экспертное заключение, основанное на последовательно расположенных механизмах, включающая конструктивных, функционально-целевых технических и технологических узлов [6].

#### **Основные результаты**

Конструктивные функционально-целевые, технические и технологические узлы установки предназначены для получения резервного минерального удобрения и минеральной кормовой добавки из отходов сельского хозяйства, и их техническая характеристика представлена на рис.1.

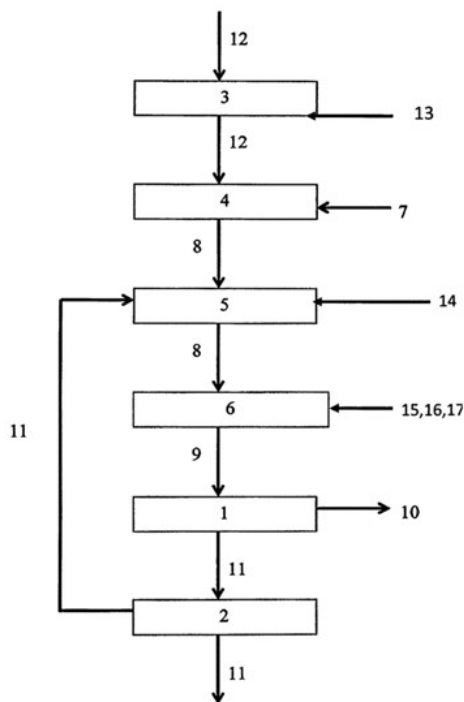


Рисунок 1 - Схема модели для получения резервной кормовой добавки из отходов сельского хозяйства: 1 – газогенератор; 2 – сепаратор (центрифуга), для очистки горячего газа; 3 – стерилизатор для обеззараживания отходов животноводства (навоза, птичьего помета) и растениеводства; 4 – установка с емкостью для смешивания навоза (птичьего помета) с отходами растениеводства; 5 – установка (регулятор) для регуляции влажности и просушивания полученной смеси из навоза или птичьего помета и отходами растениеводства; 6 – установка для гранулирования кормов; 7 – отходы растениеводства; 8 – смесь навоза (птичьего помета), с отходами растениеводства; 9 – кормовые гранулы, содержащие органические и минеральные вещества; 10 – зола с микроэлементами; 11 – горячий газ; 12 – емкость для отходов жизнедеятельности животных (птичьего помета) и растительных отходов (опилка с опавшими листьями); 13 – датчик для определения содержания вредных химических и биологических веществ в исходном материале (отходы жизнедеятельности животных, птиц и растений); 14 – датчик стерилизатора для определения температуры обеззараживаемого и утилизируемого материала; 15 – датчики для определения поступающего объема отходов животноводства и растениеводства и образуемых кормовых гранул и золы; 16 – датчик, контролируемый создаваемого давления в установке, 17 – информационные цифровые датчики для контроля качества и количества в готовых гранулированных кормах

Устройство предназначено для получения резервной минеральной кормовой добавки и минерального удобрения из отходов сельского хозяйства. Установка работает следующим образом: с транспортера животноводческого помещения навоз собирается в емкость (12), где подвергается обеззараживанию с помощью пристроенного стерилизатора (3) и далее осушается в установке (5). После чего к стерильной навозной массе добавляются растительные отходы, смесь перемешивается в емкости установки (4). Полученная биоотходная смесь подвергается просушиванию и обезвреживанию в установке, за счет создаваемой и регулируемой температуры в газогенераторе (1).

Полученная просушенная биоотходная смесь гранулируется в шнековом прессе в кормовые минеральные гранулы (9), которые размещаются в емкости установки предназначенной для размещения гранулированных кормов (6). Газогенератор работает на автоматизированном термическом режиме, т.е. часть вырабатываемого горячего газа (около 50 процентов) идет на собственное поддержание технологического процесса путем выработки тепла.

Предложенная технология также обеспечивает безопасность окружающей среды и обслуживающего технического персонала. Установка имеет газогенератор, центрифугу для очистки горячего газа, бактерицидную ультрафиолетовую лампу и устройство для размешивания илового осадка с древесными опилками и опавшими листьями в соотношении 1:1. В устройстве предусмотрен конструктивный функциональный узловый технологический механизм для просушивания смеси илового осадка, древесных опилок и опавших листьев. К конструктивно-функциональному узловому технологическому механизму подключен цифровой модульный элемент и пристроен шнек-пресс для гранулирования просушенной смеси в кормовые брикеты. Цифровой модульный элемент обеспечен информационными датчиками с целью контроля температуры, влажности, давления и определения объема кормовых брикетов и образуемой золы. Для сбора отходов установка дополнительно оснащена транспортером, рабочей емкостью, стерилизатором и уникальным умным сепаратором для очистки горячего газа от аэрозольных взвешенных неорганических веществ. В установке предусмотрено устройство с цифровым механизмом для контроля соотношения размешанной смеси, навоза с отходами растениеводства. Контроль температуры биологической смеси в период просушивания поддерживается в пределах от 70 до 120 градусов Цельсия и осуществляется температурным датчиком. На технологическом узле устройства предусмотрен датчик для контроля рабочего давления. Смесь навоза (или помета) с растительными остатками, предназначенная для переработки, за счет разности рабочего давления переходит в шнек-пресс для гранулирования после просушивания обеззараженной смеси биоотходов. К установке пристроены информационные цифровые датчики для первоначального и окончательного контроля наличия вредных веществ, содержания органических и неорганических веществ и влажности, температуры, давления и объема посторонних

механических, химических и иных примесей, входящих в состав минеральных кормовых гранул. Предлагаемая установка дополнена стерилизатором для обеззараживания навоза или помета с добавляемыми отходами растениеводства. В установке предусмотрена возможность использования и древесных опилок, опавших листьев при необходимости и дефиците минеральной кормовой базы, которые зависят от погодных сезонных, метеорологических условий и времени года. Установка имеет информационные цифровые датчики, которые предназначены для контроля содержания органических и неорганических веществ получаемой продукции. Все новые технологические элементы установки используются для производственного, технологического цикла и контроля: температурных условий, концентрации вредных веществ, давления и объема смеси поступающих отходов с транспортера в емкость для образования конечных продуктов: кормовых гранул. В основе получения резервных безопасных гранулированных минеральных кормовых добавок лежит технология для переработки отходов сельского хозяйства в продукцию основанная на использовании низкотемпературного пиролиза. С газогенератора неорганическая масса после сепарирования удаляется с помощью транспортера в виде золы содержащих различных макроэлементов и микроэлементов. Минеральная зола может быть использована для обогащения почвы сельскохозяйственных угодий или в качестве минеральной кормовой добавки в рационе питания сельскохозяйственных животных и птиц.

### **Обсуждение**

В реальном мире известны оригинальные, значимые разработки по технологии переработки отходов сельского хозяйства, направленные на обеспечение безопасности окружающей среды, особенно при проявлении чрезвычайных ситуации природного климатического и сезонного характера.

Одним из таких технических решений связанных с переработкой отходов сельского хозяйства является научная разработка китайских ученых. Авторы рассматривают городскую систему для экологической утилизации отходов сельского хозяйства и животноводства, основанную на современных информационных технологиях. Система включает в себя систему сбора и транспортировки сырья, систему централизованной обработки органических отходов, систему выращивания органической сельскохозяйственной продукции и современную систему управления информационными технологиями. Программная система содержит системную базу данных, уровень доступа к данным, библиотеку системных компонентов, интерфейс данных, клиент и т.п. Через базу данных сырья, GPS автомобиля или базу данных информации о местоположении Weidou, база данных спроса фермеров и уездная комплексная платформа управления информацией, обеспечено управление информационными услугами для центра централизованного удаления органических отходов, а также повышена степень информатизации, уездного управления отходами сельского хозяйства и животноводства. На основании информационной технологии построена система экологической циркуляции, уездных сельскохозяйственных и пастбищных отходов, обеспечена локальная очистка и близлежащая абсорбция, снижено загрязнение, а также улучшено качество обрабатываемых земель. Технология включает следующие этапы:

- измельчение соломы урожая, растительных остатков, сорняков и опавшей листвы, стерилизация при высокой температуре;
- смешивание указанных выше сырьевых материалов в пропорции и доведение соотношения C/N до (25-30):1;
- добавление инокулята, добавление воды для доведения содержания воды до 88-92%, полное и равномерное перемешивание и подача полученной смеси в ферментационный резервуар CSTR, а также проведение влажного анаэробного брожения при средней температуре;
- транспортировка остатков в ферментационное оборудование канавочного типа, накрытие полиэтиленовой пленкой и проведение ферментации в течение 20-30 дней;
- добавление кондиционера почвы и функциональной флоры, выдерживание полученной смеси в течение 4-6 ч при 20-24°C, сушку смеси в вакууме до содержания воды менее 5%, транспортировку смеси в гранулятор и гранулирование смеси с получением органического удобрения.

Технология способа имеет некоторые преимущества, т.е. одновременно проводится два процесса анаэробное брожение и компостирование. Известная разработка реализует рециклинг, безвредность, сокращение и экономичную переработку отходов, по мнению авторов, представленная разработка имеет большую перспективу для дальнейшего применения в агропромышленном комплексе [8].

### **Заключение**

Таким образом, предложенная технология переработки отходов сельского хозяйства предназначенная для получения минеральной кормовой добавки построена на основе применения настоящей установки. Применение установки возможно, особенно в неблагоприятных климатических условиях сезонов года. Минеральная кормовая добавка может быть и дополнительным средством в рационе питания животных и птиц, в особо охраняемых природных территориях, в частности в заповедниках, национальных парках и природных заказниках. Зола, как обеззараженный продукт, может быть применена, как дополнительный компонент в рецептуре по созданию удобрения, как минеральной добавки для растениеводства агропромышленного комплекса.

### **Конфликт интересов**

Не указан.

### **Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### **Conflict of Interest**

None declared.

### **Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

## Список литературы / References

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 // kremlin.ru. — 2018 — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения 05.10.2018).
2. Концепция создания территориального обособленного инновационно-производственного центра «ИнноКам»: распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 июня 2016г. № 1257-р. — 2016. — 11 с.
3. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. — 84 с.
4. Мишустин О.А. Обзор развития и применения технологии пиролиза для переработки отходов / О.А. Мишустин, В.Ф. Желтобрюхов, Н.В. Грачева и др. // Молодой ученый. — 2018. — 45. — с. 42-45. — URL <https://moluch.ru/archive/231/53604/> (дата обращения: 09.01.2019).
5. Пат. 72829 Российская Федерация, МПК C02F 11/10, C02F 11/12, F23G 7/00. Устройство для обеззараживания и утилизации илового осадка очистных сооружений / Ахмадиев Г.М., Ахметшин Р.С. — № 1; Бюл. № 2.
6. Пат. 2709324 Российская Федерация, МПК A23 K10/12 (2016.01) A23K40/10 (2016.01). Установка для обеззараживания, утилизации и получения универсального гранулированного корма из отходов сельского хозяйства / Ахмадиев Г.М., Маврин Г.В. Мифтахов М.Н. и др. — Дата подачи заявки: 13.02.2018; опубликовано: 17.12.2019, Бюл. № 35.
7. Сафаров Р.Н. Разработка технологии переработки накопленных отходов в России / Р.Н. Сафаров, Г.М. Ахмадиев// Бюллетень науки и практики. — 2017. — 11(24). — с. 221-226.
8. Пат. 111153749А Китай, МПК C05G3/00; C05G3/80; C12P39/00; C12P5/02; C12R1/01; C12R1/07; C12R1/10; C12R1/125; C12R1/685. Технология переработки сельскохозяйственных отходов / Лу Иньянь. — CN111153749A; Опубликовано 15.05.2020.
9. Vasilyev A.V. Development of methods for the estimation of impact of physical factors on the health of population / A.V. Vasilyev, V.V. Zabolotskikh, V.A. Vasilyev // Safety of Technogenic Environment. — 2013. — 4. — p. 42-45.
10. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories / A.V. Vasilyev // Safety of Technogenic Environment. — 2014. — 6. — p. 43-46.

## Список литературы на английском языке / References in English

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 07.05.2018 g. № 204 [Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2018 № 204] // kremlin.ru. — 2018 — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (accessed 05.10.2018). [in Russian]
2. Konceptcija sozdaniya territorial'nogo obosoblennogo innovacionno-proizvodstvennogo centra "InnoKam" [Concept of creating a territorial isolated innovation and production center "InnoKam"]; Decree of the Government of the Russian Federation of June 17, 2016 No. 1257-r. — 2016. — 11 p. [in Russian]
3. Strategija razvitija promyshlennosti po obrabotke, utilizacii i obezvrezhivaniju othodov proizvodstva i potreblenija na period do 2030 goda [Strategy for the development of industry for the treatment, utilization and neutralization of production and consumption waste for the period up to 2030]: Decree of the Government of the Russian Federation of January 25, 2018. — 84 p. [in Russian]
4. Mishustin O.A. Obzor razvitija i primenenija tehnologii piroliza dlja pererabotki othodov [Review of the development and application of pyrolysis technology for waste recycling] / O.A. Mishustin, V.F. Zheltobryuhov, N.V. Gracheva et al. // Molodoy uchenyj [Young Scientist]. — 2018. — 45. — p. 42-45. — URL <https://moluch.ru/archive/231/53604/> (accessed: 09.01.2019). [in Russian]
5. Pat. 72829 Russian Federation MPK S02F 11/10, S02F 11/12, F23G 7/00. Ustrojstvo dlja obezzarazhivaniya i utilizacii ilovogo osadka oclhstnyh sooruzhenij [Device for disinfection and utilization of sludge from treatment facilities] / Akhmadiev G.M., Akhmetshin R.S. — No. 1; Bul. No. 2. [in Russian]
6. Pat. 2709324 Russian Federation, IPC A23 K10/12 (2016.01) A23K40/10 (2016.01). Ustanovka dlja obezzarazhivaniya, utilizacii i poluchenija universal'nogo granulirovannogo korma iz othodov sel'skogo hozjajstva [Installation for decontamination, utilization and obtaining the universal granulated fodder from agricultural wastes] / Akhmadiev G.M., Mavrin G.V. Miftakhov M.N. et al. — Date of application submission: 13.02.2018; published: 17.12.2019, Bul. No. 35. [in Russian]
7. Safarov R.N. Razrabotka tehnologii pererabotki nakoplennyh othodov v Rossii [Development of technology for processing of accumulated wastes in Russia] / R.N. Safarov, G.M. Ahmadiev// Bjulleten' nauki i praktiki [Bulletin of Science and Practice]. — 2017. — 11(24). — p. 221-226. [in Russian]
8. Pat. 111153749A China, IPC C05G3/00; C05G3/80; C12P39/00; C12P5/02; C12R1/01; C12R1/07; C12R1/10; C12R1/125; C12R1/685. Tehnologija pererabotki sel'skohozjajstvennyh othodov [Technology for processing agricultural waste] / Lu Inyan. — CN111153749A; Published 05/15/2020. [in Russian]
9. Vasilyev A.V. Development of methods for the estimation of impact of physical factors on the health of population / A.V. Vasilyev, V.V. Zabolotskikh, V.A. Vasilyev // Safety of Technogenic Environment. — 2013. — 4. — p. 42-45.
10. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories / A.V. Vasilyev // Safety of Technogenic Environment. — 2014. — 6. — p. 43-46.