



Инновационные способы переработки биоотходов птицеводства

Василий Н. Попов	¹	pvn@vsuet.ru	 0000-0003-1294-8686
Ольга С. Корнеева	¹	korneeva-olgas@ya.ru	 0000-0002-2863-0771
Олег Ю. Искусных	¹	oleisk@ya.ru	
Анна Ю. Искусных	²	annaiskus@ya.ru	



¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² Воронежский государственный медицинский университет ул. Студенческая 10, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В работе представлен обзор методов переработки и утилизации куриного помета. Птицефабрики являются источником образования помета в количестве гораздо большем основной продукции. В помете содержится до 80% органического вещества, много микроэлементов, все незаменимые аминокислоты, регуляторы роста, витамины, азот и фосфор. По федеральному каталогу отходов свежий куриный помет относится к 3-ему классу опасности. В свежем помете, в значительном количестве содержатся семена сорных растений, яйца гельминтов и патогенных микроорганизмов. Помет является источником ядовитых газов - аммиака, сероводорода, метана, окиси углерода. Без переработки помет становится источником загрязнения окружающей среды. Утилизация куриного помета для многих хозяйств является трудноразрешимым вопросом. Современные направления по переработке и использованию птичьего помета: 1) Прямое внесение в почву без дополнительной обработки, 2) Переработка пассивным и активным компостированием, 3) Вермикомпостирование, 4) Переработка с помощью личинок домашней мухи, 5) Обезвоживание и сушка (механическая, термическая, вакуумная), 6) Пиролиз при $t = 450-550$ °C, 7) Плазменная газификация, 8) Технология термической деполимеризации, 9) Прямое сжигание в паровых и водогрейных котлах, 10) Микробиологическая конверсия, 11) Анаэробное сбраживание в метантенках с образованием биогаза, 12) Помет как составляющая комбикормов для крупного рогатого скота. Рассмотренные технологии утилизации птичьего помета в полной мере не способствуют сохранению окружающей среды и ведению производства. На современном этапе промышленности нуждается в экологически чистой и экономически выгодной биотехнологии переработки помета, которая позволяет превратить органические отходы в ценное сырье для получения кормов, горючих материалов, удобрений, субстратов для химической и микробиологической промышленности. Будущее утилизации отходов за природоподобными технологиями, т.к. в природе все необходимые механизмы переработки уже есть.

Ключевые слова: помет, компостирование, переработка, биотехнология, утилизация, микробиология, биогаз, экология

Innovative ways to process poultry waste

Vasily N. Popov	¹	pvn@vsuet.ru	 0000-0003-1294-8686
Olga S. Korneeva	¹	korneeva-olgas@ya.ru	 0000-0002-2863-0771
Oleg Yu. Iskusnykh	¹	oleisk@ya.ru	
Anna Yu. Iskusnykh	²	annaiskus@ya.ru	

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, 10, Studencheskaya Street, 394036 Voronezh, Russia

Abstract. This paper provides an overview of methods for processing and recycling chicken droppings. Poultry farms are a source of litter formation in an amount much larger than the main products. The litter contains up to 80% organic matter, many trace elements, all essential amino acids, growth regulators, vitamins, nitrogen and phosphorus. According to the Federal waste catalog, fresh chicken droppings belong to the 3rd hazard class. Fresh dung contains a significant amount of weed seeds, helminth eggs and pathogenic microorganisms. Dung is a source of toxic gases-ammonia, hydrogen sulfide, methane, carbon monoxide. Without recycling, manure becomes a source of environmental pollution. Disposal of chicken droppings is a difficult issue for many farms. Modern trends in the processing and use of poultry manure: 1) direct application to the soil without additional treatment, 2) Processing by passive and active composting, 3) Vermicomposting, 4) Processing with the help of housefly larvae, 5) Dehydration and drying (mechanical, thermal, vacuum), 6) Pyrolysis at $t = 450-550$ °C, 7) Plasma gasification, 8) thermal depolymerization Technology, 9) Direct combustion in steam and hot water boilers, 10) Microbiological conversion, 11) anaerobic digestion in Methane tanks with the formation of biogas, 12) Dung as a component of compound feed for cattle. The considered technologies of utilization of bird droppings do not fully contribute to the preservation of the environment and production. At the present stage, the industry needs an environmentally friendly and cost-effective biotechnology for processing manure, which makes it possible to turn organic waste into valuable raw materials for obtaining feed, fuels, fertilizers, and substrates for the chemical and microbiological industries. The future of waste management is in nature-like technologies, because in nature, all the necessary processing mechanisms are already in place.

Keywords: litter, composting, recycling, biotechnology, recycling, microbiology, biogas, ecology

Введение

Птицеводство в России является экономически выгодным производством, обеспечивающим население мясом птицы, яйцами и продуктами их переработки. Птицефабрики

являются источником образования помета в количестве гораздо большем основной продукции (более 25 млн тонн в год). В год одна птица (курица) дает около 250 шт. яиц (16–17 кг) и выделяет до 50–60 кг помета влажностью в среднем около 70%.

Для цитирования

Попов В.Н., Корнеева О.С., Искусных О.Ю., Искусных А.Ю. Инновационные способы переработки биоотходов птицеводства // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 194–200. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-194-200

For citation

Popov V.N., Korneeva O.S., Iskusnykh O.Yu., Iskusnykh A.Yu. Innovative ways to process poultry waste. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 194–200. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-1-194-200

Птичий помет – продукт выделения птиц, серо-зеленый комковатый коллоидный субстрат, в частицах помета содержится от 30 до 80% органического вещества.

Помет является источником ядовитых газов – аммиака, сероводорода, метана, окиси углерода, загрязняющих атмосферу и неблагоприятно влияющих на состояние озонового слоя.

В свежем помете, как правило, в значительном количестве содержатся семена сорных растений, яйца гельминтов, он является благоприятной средой для развития патогенных микроорганизмов (1). По данным Всемирной организации здравоохранения более 100 видов различных возбудителей болезней животных и человека могут успешно развиваться в этой среде. В помете также содержатся медикаменты, используемые для дезинфекции птичников.

Внесение в почву помета без предварительного карантинирования и переработки не разрешается. Известно, что при попадании в почву свежего помета возбудитель сальмонеллеза сохраняет жизнеспособность до 5 мес, туберкулеза-17 мес. Почва при внесении такого помета в значительной степени обсеменяется микрофлорой, что создает экологическую и санитарную опасность. По федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) свежий куриный помет относится к 3-ему классу опасности, а перепревший уже относится к 4 классу опасности является ценным органическим удобрением, содержащим все необходимые питательные вещества для роста и развития растений.

В помете содержится: азот (N) – 1,6%, фосфор (P) – 1,5%, калий (K) – 0,8%, кальций (Ca) – 2,4%, магний (Mg) – 0,7%, сера (S) – 0,4%, а также микроэлементы: медь, марганец, кобальт, цинк, бор, все незаменимые аминокислоты, регуляторы роста – ауксины, многие витамины (каротин, В 12, никотиновая кислота, витамин К, витамин Е и др.) (2). Азота и фосфора в помете в несколько раз больше, чем в навозе КРС и свиней.

Обсуждение

Проблема переработки отходов птицеводства стоит особенно остро, она неотделима от проблем плодородия почвы и экологической безопасности. При несвоевременной переработке помет становится источником загрязнения окружающей среды (атмосферы, водоемов, почв, подземных вод). Утилизация куриного помета для многих хозяйств является трудноразрешимым вопросом, который требует существенных материальных затрат и наличия свободных площадей.

Одно из наиболее распространенных решений – использование помета в качестве удобрения или для их производства. Однако, этот ресурс используется только на 30%, что объясняется отсутствием эффективных технологий такого производства, так как одни из них приводят к потере ценных веществ, другие – недостаточно полно обеззараживают.

Основные современные направления по переработке и использованию птичьего помета:

1. Прямое внесение в почву без дополнительной обработки.

Наиболее простой и дешевый способ, почти не использующийся на данный момент, т. к. вызывает ряд экологических проблем, связанных с заражением почвы, поверхностных и подземных вод. Свежий помет является источником аммиака и сероводорода, в нем содержатся семена сорных растений, яйца гельминтов, антибиотики, пестициды, соли тяжелых металлов.

2. Переработка пассивным и активным компостированием.

Этот способ отличает простота использования, он широко распространен и востребован из-за дефицита в почве органики, что является интегральным показателем ее плодородия. При пассивном компостировании за 6 месяцев реутилизируются неусвоенные птицей питательные вещества кормов. При интенсивном компостировании с введением специальных микроорганизмов или химических реагентов (фосфоритной муки, суперфосфата, карбоната кальция) за 6–10 сут.

Компостирование – преобразование органических отходов разложением, увеличивающий скорость природной минерализации. Компостирование может протекать как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Анаэробное компостирование с участием мезофильных и термофильных бактерий протекает быстрее. При компостировании используют различные наполнители – торф, опилки, солома и т. д. Недостатками процесса компостирования является значительная длительность процесса и существенное загрязнение окружающей среды.

Компостирование навоза и помета – один из перспективных и экономичных методов. Главный фактор, влияющий на интенсивность компостирования – соотношение С к N (C:N). Эффективное протекание процесса компостирования возможно при соотношении C:N равном 20–30:1. В бесподстилочном навозе углерода недостаточно (5–10:1). Тогда как в подстилочном показатель близок к оптимальному (19:1). Добавление углеродсодержащих субстратов (торфа, соломы, опилок и т. д.) позволяет оптимизировать процесс компостирования.

В сельском хозяйстве используют три основных способа компостирования-площадочный, очаговый, послойный (наиболее эффективный и широко распространенный).

При компостировании протекают процессы ферментации органических веществ, обусловленные деятельностью аэробной микрофлоры, одновременно протекает минерализация до простых соединений и гумификация с образованием сложных органических веществ, устойчивых к разложению. На разных стадиях компостирования наблюдается интенсивное развитие мезофильной микрофлоры и активизация окислительных процессов. При этом происходит саморазогрев компостируемого материала. При температурах выше 55 °С наступает полная дегельминтизация и теряют всхожесть семена сорных растений. Продолжительность этой стадии зависит от многих условий и составляет примерно 12–14 недель. Процесс заметно ускоряется при положительных температурах, оптимальной влажности и в аэробных условиях. Затем происходит повышение температуры до 80 °С, при которой мезофилы гибнут и начинают размножаться термофильные бактерии, происходят процессы синтеза гумусовых соединений.

Зрелый компост – однородная рассыпчатая масса, которая содержит до 20% гумуса.

Пассивное компостирование – наиболее известная и распространенная технология. Органическая смесь помета и подстилочного материала вывозится на поле и через полгода происходит созревание смеси. Образуется компост, используемый в качестве удобрения. Недостатки технологии-неприятный запах, загрязнение почвы и вод гельминтами, появление сорных растений. При клеточном бесподстилочном содержании птицы для компостирования помета требуется добавление наполнителя, что делает процесс дороже. Данный способ требует значительных площадей под компостирование и в целом его нельзя назвать перспективным.

Интенсивное компостирование позволяет получить готовый компост в буртах всего за неделю. При этом способе значительно сокращаются используемые площади, но требуются дополнительные затраты на приобретение микробиологических и химических препаратов, организацию продувки буртов подогретым воздухом. При пониженных температурах этот процесс возможен только в закрытых помещениях, что делает его экономически несостоятельным (3).

3. Вермикомпостирование – способ переработки помета калифорнийским (дождевым) червем *Eisenia foetida* Andrei в вермикомпост. Процесс осуществляют в ящиках, контейнерах на стеллажах и грядках с наполнителями (песком, почвой) при регулярном добавлении

органики и насыщении воздухом. Его продолжительность 1–3 мес. при $t = 20\text{--}28$ °С, влажности 75–80% и pH = 5–8.

Вермикомпост по содержанию гумуса превосходит навоз и помет в 4–8 раз, при этом повышение гумуса на 1% повышает урожайность зерновых на 5–6 ц/га. Черви содержат от 68 до 82% белка и являются кормом для рыб и птицы.

Черви перерабатывают органику быстрее микроорганизмов. Они поглощают вместе с почвой растительные остатки, простейших, микроорганизмы грибы, водоросли, переваривают их и выделяют вместе с копролитами гумус, аминокислоты, ферменты, витамины, биологически активные вещества, подавляющие патогенную микрофлору. Органическая масса приобретает гранулярную форму и запах почвы, обеззараживается.

Недостатками вермикомпостирования является возможность использования только перепревшего в компост помета, большие затраты ручного труда, отсутствие специализированных средств механизации, необходимость утепления в холода, все это повышает себестоимость вермикомпоста. Вермикультивирование – экологически целесообразный метод, получивший широкое распространение в Европе, Азии, Австралии.

4. Переработка с помощью личинок домашней мухи (*Musca domestica* L.). Эту технологию считают экологически чистой, она рассчитана на производство биогуруса и белковую биомассу личинок. При этом процесс осуществляется быстро – за 5–6 суток из 1 т помета можно получить 640–700 кг биогуруса и 60–100 кг биомассы личинок.

Биогурус при дозе внесения 3–5 т/га (что ниже дозы внесения традиционной органики в 8–10 раз) повышает в 1,2–1,5 раза урожайность, при этом погибают нематоды и другие вредители. Цена биогуруса на мировом рынке в зависимости от влажности \$/т 400–1500. Биомасса личинок (содержание белка 48–52%) служит кормом для рыбы и птицы. Из куколок, личинок и мух можно получать высококачественный хитин и хитозан для пищевой, парфюмерной, медицинской и фармацевтической промышленности (4).

Недостатки те же, что и при вермикомпостировании. В данном случае оборудование для механизации процесса не разработано и не выпускается.

5. Обезвоживание, сушка.

А) Механическая сушка в пресс-фильтрах или центрифугирование. Нативный клеточный помет (КП) на ряде птицефабрик имеет высокую влажность (твердый до 80%, полужидкий – до 90% и жидкий – до 97%) обусловленную его гидросмывом или разбавлением водой твердого помета в помехохранилищах для облегчения его загрузки насосами в транспортные средства.

Поэтому, в случае переработки такого помета его необходимо обезвоживать. Обезвоживать необходимо также подстилочный помет перед его сжиганием. Утилизация образующихся при этом сильнозагрязненных стоков (БПК порядка 15 г/л) также представляет серьезную проблему.

Б) Термическая сушка. Сушка помета при высоких температурах способствует его обеззараживанию, при этом сырой помет превращается в сыпучее вещество, не имеющее неприятного запаха. Его можно вносить в почву любыми машинами, предназначенными для разбрасывания минеральных удобрений. Наиболее распространены сушилки барабанного типа, в которых помет сушат в потоке топочных газов, имеющих температуру 600–1100 °С. Разработаны конструкции таких сушилок производительностью от 0,5 до 10 т/ч. Система ВРS для сушки и измельчения биоматериала применяется во многих странах мира, в США, Японии, Корее и т. д.

В России разработаны сушилки барабанного типа УСПП-1 производительностью 1 т/ч по сухому продукту и УСПП-03 производительностью до 3 т/ч. Комплекты используются на ряде птицефабрик и зарекомендовали себя с положительной стороны. Зарубежные установки не находят в РФ применения из-за их высокой стоимости и малой производительности.

В) Вакуумная сушка. Технология является инновационной, затраты на получение сухого помета будут напрямую зависеть от влажности пометной массы. Технология позволяет вести обработку при щадящих температурах, что позволяет сохранить ценные компоненты удобрения. Достоинством метода является экологическая безопасность производства, необходимость минимальной площади застройки, высокое качество удобрения.

6. Пиролиз при $t = 450\text{--}550$ °С с производством газообразного и жидкого топлива, а также минерального сорбента. Недостатки: низкий КПД = 74,7%; необходимость предварительного высушивания помета; предназначен только для подстилочного помета; отсутствие отечественного производства соответствующего крупнотоннажного оборудования. Кроме того, полученная пиролизная масса более токсична, чем сам помет и нуждается в захоронении.

7. Плазменная газификация. Технология позволяет перерабатывать отходы сельскохозяйственного производства и получать дополнительную тепловую и электрическую энергию. Степень переработки достигает 99,7%, образование токсических веществ минимально. Применение низкотемпературной плазмы – одно из перспективных направлений в области утилизации

отходов, т. к. при этом достигается высокая степень обезвреживания канцерогенных веществ, на которые установлены жесткие нормы ПДК в воздухе, воде и почве.

Процесс основан на использовании дуговой плазмы в качестве источника нагрева для высокотемпературной газификации органической или другой углеродсодержащей компоненты. Плазмообразующим газом является водяной пар. Процесс нечувствителен к влажности субстрата, в газе отсутствуют окислы азота и кислород, поэтому он не взрывоопасен. Синтезированный газ может быть использован для автономного энергоснабжения, а значит можно сделать процесс энергонезависимым. Данная технология способна разрушить любые органические и биологические материалы, сократив объем отходов.

8. Технология термической деполимеризации (TDP) позволяет из органических и углеводородных отходов птицеводства получить твердое, жидкое и газообразное топливо, химикаты и удобрения. Первая стадия обработки проходит при температурах 250–350 °С, вторая – при 500–700 °С. Впервые TDP-установка была запущена в США. Благодаря ей можно получать масла, схожие с дизельным топливом. Ученые продемонстрировали также возможность использования куриного помета в твердооксидных топливных элементах (SOFC) для получения водорода и электричества.

9. Прямое сжигание в паровых и водогрейных котлах. Из 1 т подстилочного помета на отечественном оборудовании можно получить до 2-х Гкал тепловой энергии или 3 т пара или до 600 кВт/час электроэнергии, а из золы произвести минеральный кондиционер почвы. Сжигание обладает высокой производительностью, позволяет существенно снизить объемы отходов и затраты на их дальнейшее обращение.

Однако, работа дорогостоящих установок по переработке помета путем прямого сжигания сопровождается такими проблемами, как высокая степень минерализации, низкая температура плавления и летучесть зольно-шлаковых компонентов, приводящие к коксованию в теплообменниках, дымовых трубах, образованию газонепроницаемой пленки из расплава золы на поверхности топлива, высокая степень коррозии котлового и теплообменного оборудования. При прямом сжигании в воздух выделяются токсины, а выход золы составляет около 10% от исходной массы, поэтому технология сжигания помета нуждается в дальнейшем совершенствовании.

10. Микробиологическая конверсия. Известно, что использование смешанных консорциумов микроорганизмов позволяет перерабатывать сложные органические субстраты,

которые не поддаются утилизации с помощью монокультур. Использование биотехнологических препаратов на основе консорциумов эффективных микроорганизмов способствует очистке стоков, почв, сельскохозяйственных угодий является актуальным и востребованным. Определенный консорциум микроорганизмов может быть адаптирован и для переработки птичьего помета. Включение в состав удобрений экологически безопасных микробиологических компонентов способствует ускоренной минерализации и разложению органического вещества [5].

В основе метода биоконверсии отходов лежит специально подобранный микробный препарат с определенным соотношением групп микроорганизмов разных трофических групп с наличием целлюлозолитических, протеолитических, амилолитических ферментов, обладающих антибактериальными, азотфиксирующими, термотолерантными свойствами [6].

При этом подбираются штаммы с высоким деструктивным потенциалом по отношению к липидам, белкам, углеводам. Для микробиологической обработки птичьего помета используют ассоциации микроорганизмов: *Endomycopsis fibuligera*, *Erwinia sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Alcaligenes sp.* [7]. Показана обеззараживающая и антигельминтная активность микроорганизмов родов *Bacillus* и *Trichoderma*, под их воздействием исчезал аммиачный запах помета, значительно снижалась его влажность [8].

Поиск эффективных микроорганизмов-деструкторов органических отходов птицефабрик, создание полноценных консорциумов микроорганизмов и их внедрение-один из наиболее перспективных методов борьбы с органическими отходами сельхозпроизводства.

11. Анаэробное сбраживание в метантенках с образованием биогаза (анаэробная биоконверсия). Стандартная биогазовая установка – герметически закрытая камера с теплообменником, оснащенная устройствами ввода и вывода сырья, а также для отвода образующегося газа. В основу работы биогазовой установки заложены процессы сбраживания и разложения органических веществ под воздействием анаэробных метаногенных ассоциаций бактерий, при температурах среды 15–20 °С – для психрофильных, 30–40 °С – для мезофильных, 50–70 °С – для термофильных бактерий. Высокой эффективностью обладают культуры *Clostridium thermocellum*, *Methanobacterium thermoformicium*, *Bacillus megaterium*, *Methylomonas methanica* [9–11].

Биогаз образуется в ходе биологического процесса анаэробной ферментации. Преимущественно он состоит из метана (50–87%) и углекислого газа (13–50%) с примесями водорода,

сероводорода, аммиака и др. газов. В результате очистки от примесей (сепарирования) получают биометан – аналог природного газа. Теплотворная способность биогаза составляет 4700–6000 ккал/м³ и зависит от содержания метана. Из биогаза получают электроэнергию, а оставшаяся фракция используется как удобрение. Термофильный процесс требует больших затрат тепла, но имеет наиболее высокую скорость распада, более высокий выход биогаза и наименее вреден для окружающей среды.

Данная технология уменьшает требуемые объемы хранилищ, значительно снижает выброс парниковых газов в атмосферу, отходы переработки используются как удобрения. Биогаз активно получают во всем мире. По сравнению с другими энергоносителями биогаз обладает преимуществами возобновляемости, наличием источников сырья, снижением парникового эффекта [12].

Недостатки технологии: неэффективность в холодное время года; отсутствие в РФ производства высокопроизводительного оборудования; невозможность обрабатывать пастообразный клеточный помет без разведения водой; необходимость дорогостоящей аэробной доочистки стоков выходящих из метантенков; необходимость выделения, обезвоживания и доочистки образующегося метана, взрывоопасность.

12. Помет как составляющая комбикормов для крупного рогатого скота.

Известно, что в животноводческую продукцию переходит только около 15–17% всей энергии кормов, около 27% идет на их переваривание и усвоение и более 50% переходит в помет и навоз, поэтому они могут выступать перспективным кормовым резервом. Пищеварительный тракт жвачных животных позволяет эффективно извлекать питательные вещества из корма и это делает возможным использование птичьего помета в качестве добавки к естественному рациону КРС. Необработанный помет из-за характерного запаха, неприятного вкуса и наличия в нем патогенной и условно-патогенной микрофлоры в этих целях применять нельзя. Сушка и термообработка позволяют устранить запахи и уничтожить микрофлору и открывают широкие возможности по использованию куриного помета. Подкормка в виде подготовленного куриного помета позволяет значительно увеличить привес животных при откорме, уменьшив затраты на обеспечение этого привеса. Как и в случае применения помета в качестве удобрений, требования, обеспечивающие широкое использование те же: низкая цена и удобство использования [13]. Зарубежный опыт показал эффективность использования помета в комбикормах для КРС, овец, свиней, бройлеров

и др. животных, в том числе до 20–30% снижение затрат на корма. В рационах с высоким содержанием грубого корма молодняк КРС использует его в качестве источника протеина лучше, чем др. источники небелкового азота. Импульсные технологии позволяют выделять из куриного помета высококачественные протеины для медицинского использования [14].

Заключение

Рассмотренные технологии утилизации птичьего помета в полной мере не способствуют сохранению окружающей среды и ведению производства. На современном этапе промышленность нуждается в экологически чистой и

экономически выгодной технологии. Использование биотехнологических методов позволяет превратить органические отходы в ценное сырье для получения кормов, горючих материалов, удобрений, субстратов для химической и микробиологической промышленности [15, 16].

Многие ученые сходятся во мнении, что будущее утилизации отходов за природоподобными технологиями, т. к. в природе все необходимые механизмы переработки уже есть. Необходимо разрабатывать и изучать новые идеи и новыетехнологии, а при оценке их конкурентоспособности учитывать показатели производительности процессов, ресурсоемкость и экологичность.

Литература


- 1 Алиева А.К., Дмитриченко М.И., Пеленко В.В. Микробиологическая безопасность и контроль качества продуктов птицеводства реализуемых в торговых сетях Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 290–296. doi: 10.20914/2310–1202–2017–1–290–296
- 2 Башкиров В.Н., Халитов А.З., Грачев А.Н., Тунцев Д.В. и др. Исследование термохимического метода переработки куриного помета и определение материального баланса продуктов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 1. С. 105–107.
- 3 Иванов А.Н., Белов В.В. Способы и установки для утилизации птичьего помета // Образование и наука: современные тренды. 2017. С. 151–167.
- 4 Курченко В.П., Буга С.В., Петрашкевич Н.В., Буткевич Т.В. и др. Технологические основы получения хитина и хитозана из насекомых // Труды БГУ. 2016. Т. 11. № 1. С. 110–126.
- 5 Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Сметов Д.Б. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9.
- 6 Кузина Е.В., Рафикова Г.Ф., Логинов О.Н. Разработка эффективной микробной композиции для биооконверсии отходов птицеводства // Экобиотех. 2018. Т.1. № 1. С. 33–38.
- 7 Седых В.А., Карауш П.Ю. Перспективы создания органических удобрений с заданными свойствами на основе птичьего помета (обзор) // Плодородие. 2010. № 6. С.14–16.
- 8 Сидоренко М.Л., Бузалева Л.С., Слепцова Н.А., Бойко А.Н. Определение деструктивного потенциала штаммов микроорганизмов по отношению к куриному помету // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (162).
- 9 Занина И.А., Молев М.Д., Костромина Е.И., Рожкова О.В. Утилизация техногенных ресурсов с использованием микробной биооконверсии // Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 38. № 4–1.
- 10 Kim J.M., Lim W.J., Suh H.J. Feather-degrading Bacillus species from poultry waste // Process Biochemistry. 2001. V. 37. № 3. P. 287–291.
- 11 Ramzan N., Ashraf A., Naveed S., Malik A. Simulation of hybrid biomass gasification using Aspen plus: A comparative performance analysis for food, municipal solid and poultry waste // Biomass and Bioenergy. 2011. V. 35. № 9. P. 3962–3969.
- 12 Dong X., Tollner E. W. Evaluation of Anammox and denitrification during anaerobic digestion of poultry manure // Bioresource Technology. 2003. V. 86. № 2. P. 139–145.
- 13 Дерканосова А.А. Анализ перспективы производства отечественных кормовых препаратов // Вестник ВГУИТ. 2012. № 2. С. 194–196. doi: 10.20914/2310–1202–2012–2–194–196
- 14 Хазан М.А., Месхи Б.Ч., Павлов А.В. Экологическая необходимость и экономическая целесообразность переработки куриного помета // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2005. № S9.
- 15 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Borodovicyn A.M. et al. Preparation and application of fodder vitamin additive choline chloride B4 on the basis of dried beet pulp in premix composition // International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences. 2017. V. 6. № 1. P. 217–226.
- 16 Vasilenko V.N. et al. Energy-efficient press for oil-bearing crops // Russian Engineering Research. 2017. V. 37. № 4. P. 330–331.
- 17 Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Orinicheva A.A. et al. Study of feed protein supplement with the properties of phytobiotics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2020. V. 422. № 1. P. 012086. doi: 10.1088/1755–1315/422/1/012086


References

- 1 Alieva A.K., Dmitrichenko M.I., Pelenko V.V. Microbiological safety and quality control of poultry products sold in retail chains of St. Petersburg and the Leningrad Region. Proceedings of VSUET. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 290–296. doi: 10.20914/2310–1202–2017–1–290–296 (in Russian).
- 2 Bashkirov V.N., Halitov A.Z., Grachev A.N., Tuntsev D.V. et al. Study of the thermochemical method for processing chicken manure and determination of the material balance of products. Bulletin of Kazan Technological University. 2012. vol. 15. no. 1. pp. 105–107. (in Russian).

- 3 Ivanov A.N., Belov V.V. Methods and installations for the utilization of bird droppings. Education and science: modern trends. 2017. pp. 151–167. (in Russian).
- 4 Kurchenko V.P., Buga S.V., Petrashkevich N.V., Butkevich T.V. et al. Technological foundations of obtaining chitin and chitosan from insects. Transactions of BSU. 2016. vol. 11. no. 1. pp. 110–126. (in Russian).
- 5 Zavalin A.A., Chebotar V.K., Aritkin A.G., Smetov D.B. Biologization of mineral fertilizers as a way to increase the efficiency of their use. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2012. no. 9. (in Russian).
- 6 Kuzina E.V., Rafikova G.F., Loginov O.N. Development of an effective microbial composition for bioconversion of poultry waste. Ecobiotech. 2018. vol. 1. no. 1. pp. 33–38. (in Russian).
- 7 Sedykh V.A., Karaush P.Yu. Prospects for creating organic fertilizers with desired properties based on bird droppings (review). Fertility. 2010. no. 6. pp. 14–16. (in Russian).
- 8 Sidorenko M.L., Buzoleva L.S., Sleptsova N.A., Boyko A.N. Determination of the destructive potential of microorganism strains in relation to chicken droppings. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2018. no. 4 (162). (in Russian).
- 9 Zanina I.A., Molev M.D., Kostromina E.I., Rozhkova O.V. Utilization of technogenic resources using microbial bioconversion. Engineering Bulletin of the Don. 2015. vol. 38. no. 4–1. (in Russian).
- 10 Kim J.M., Lim W.J., Suh H.J. Feather-degrading Bacillus species from poultry waste. Process Biochemistry. 2001. vol. 37. no. 3. pp. 287–291.
- 11 Ramzan N., Ashraf A., Naveed S., Malik A. Simulation of hybrid biomass gasification using Aspen plus: A comparative performance analysis for food, municipal solid and poultry waste. Biomass and Bioenergy. 2011. vol. 35. no. 9. pp. 3962–3969.
- 12 Dong X., Tollner E. W. Evaluation of Anammox and denitrification during anaerobic digestion of poultry manure. Bioresource Technology. 2003. vol. 86. no. 2. pp. 139–145.
- 13 Derkanosova A.A. Analysis of the prospects for the production of domestic feed preparations. Proceedings of VSUET. 2012. no. 2. pp. 194–196. doi: 10.20914/2310-1202-2012-2-194-196 (in Russian).
- 14 Khazan M.A., Meskhi B.Ch., Pavlov A.V. Ecological need and economic feasibility of processing chicken manure. News of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural Sciences. 2005. no. S9. (in Russian).
- 15 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Borodovicyn A.M. et al. Preparation and application of fodder vitamin additive choline chloride B4 on the basis of dried beet pulp in premix composition. International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences. 2017. vol. 6. no. 1. pp. 217–226.
- 16 Vasilenko V.N. et al. Energy-efficient press for oil-bearing crops. Russian Engineering Research. 2017. vol. 37. no. 4. pp. 330–331.
- 17 Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Orinicheva A.A. et al. Study of feed protein supplement with the properties of phytobiotics. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2020. vol. 422. no. 1. pp. 012086. doi: 10.1088/1755-1315/422/1/012086

Сведения об авторах

Василий Н. Попов д.б.н., профессор, ректор, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, pvn@vsuet.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-1294-8686>

Ольга С. Корнеева д.б.н., профессор, проректор, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, korneeva-olgas@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-2863-0771>

Олег Ю. Искусных к.б.н., соискатель, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 39406, Россия, oleisk@ya.ru

Анна Ю. Искусных к.б.н., ассистент, кафедра биохимии, Воронежский государственный медицинский университет, ул. Студенческая 10, г. Воронеж, 394036, Россия, annaiskus@ya.ru


Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Vasily N. Popov Dr. Sci. (Biol.), professor, rector, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, pvn@vsuet.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-1294-8686>

Olga S. Korneeva Dr. Sci. (Biol.), professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, korneeva-olgas@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-2863-0771>

Oleg Yu. Iskusnykh Cand. Sci (Biol.), applicant, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, oleisk@ya.ru

Anna Yu. Iskusnykh Cand. Sci (Biol.), assistant, biochemistry department, Voronezh State Medical University, 10 Studentskaya str. Voronezh, 394036, Russia, annaiskus@ya.ru

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 03/02/2020	После редакции 15/02/2020	Принята в печать 24/02/2020
Received 03/02/2020	Accepted in revised 15/02/2020	Accepted 24/02/2020