

Совершенствование способов переработки куриного помета на основе анализа их обобщенной классификации

Курочкин А.А., Потапов М.А.

Аннотация. Современные промышленные технологии в птицеводстве характеризуются высокой концентрацией поголовья и значительными объемами отходов производства. Применяемые в настоящее время технологии переработки куриного помета показывают, что реализация большей части из них связана с существенными затратами на приобретение и эксплуатацию специального оборудования с повышенной энергоемкостью и низким КПД. Анализ представленной в работе обобщенной классификации способов переработки куриного помета в органическое удобрение позволяет сделать вывод о том, что дальнейшее их совершенствование возможно за счет синергетического эффекта от совместного действия экструзионной и вакуумной технологий. Таким образом, одним из вариантов решения рассматриваемой в статье проблемы может быть разработка и обоснование рабочих параметров экструдера с термовакуумным принципом воздействия на обрабатываемое сырье.

Ключевые слова: технология, помет, влажность, термовакуумная обработка, органическое удобрение.

Для цитирования: Курочкин А.А., Потапов М.А. Совершенствование способов переработки куриного помета на основе анализа их обобщенной классификации // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 1. С. 46–51.

Improving methods for processing chicken manure based on the analysis of their general classification

Kurochkin A.A., Potapov M. A.

Abstract. Modern industrial technologies in poultry farming are characterized by a high concentration of livestock and significant volumes of production waste. Currently used technologies for processing chicken manure show that the implementation of most of them is associated with significant costs for the acquisition and operation of special equipment with increased energy intensity and low efficiency. Analysis of the general classification of methods for processing chicken manure into organic fertilizer presented in the work allows us to conclude that their further improvement is possible due to the synergistic effect of the combined action of extrusion and vacuum technologies. Thus, one of the options for solving the problem considered in the article may be the development and justification of the operating parameters of an extruder with a thermal vacuum principle of influence on the processed raw materials.

Keywords: technology, litter, humidity, thermal vacuum treatment, organic fertilizer.

For citation: Kurochkin A.A., Potapov M. A. Improving methods for processing chicken manure based on the analysis of their general classification. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 1. pp. 46–51. (In Russ.).

Введение

Одним из реальных путей перехода птицеводческой отрасли Российской Федерации на более эффективный уровень производства, является разработка и внедрении технологий, позволяющих включить в хозяйственный оборот в качестве материальных ресурсов отходы, образующиеся и накапливающиеся в хозяйствующих субъектах при выработке основной продукции.

Современные технологии в птицеводстве характеризуются высокой концентрацией поголовья и значительными объемами отходов производства (птичий помет, отходы инкубации и убоя птицы, павшая птица и др.), что в свою очередь создает проблемы с их утилизацией. При этом считается, что наиболее высокий удельный вес в этих отходах принадлежит помету.

Несмотря на большое количество научных публикаций, патентов и широкой номенклатуры продуктов переработки куриного помета, вырабатываемых специализированными предприятиями России, проблема утилизации птичьего помета далека от оптимального решения.

Анализ существующих способов переработки куриного помета в нашей стране и за рубежом показывает, что реализация большей части из них связана с существенными затратами на приобретение и эксплуатацию специального оборудования с повышенной энергоемкостью и низким КПД. Для большей части предприятий это зачастую неприемлемо, поэтому во многих случаях они предпочитают экстенсивный метод переработки помета путем относительно длительного хранения его на различных площадках с выработкой органического удобрения сомнительного качества [2, 5, 10]. При этом часть птицефабрик смирились с достаточно обременительными для своего бюджета штрафными платежами за негативное воздействие на окружающую среду отходов своей производственной деятельности.

Целью работы является обоснование концепции по совершенствованию способов переработки куриного помета на основе анализа их обобщенной классификации.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выбрана обобщенная классификация способов переработки куриного помета в органическое удобрение.

В работе применялся аналитический метод исследований, основанный на системном подходе к изучаемой проблеме.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим обобщенную классификацию способов переработки куриного помета в органическое удобрение (рис. 1). Ее некоторые особенности и от-

личия от работ, опубликованных ранее, заключаются в следующем:

1. Рациональный подход к структуре, основанный на информации о степени сопряжения приведенных способов с наличием технических средств, выпускаемым промышленными предприятиями серийно.

2. Восприятие как должное того, что в общем случае куриный помет перерабатывается в две стадии – обезвоживание и отдельная переработка твердой и жидкой фаз.

3. Элементарная доказательная база в части экономической и экологической состоятельности способа, включенного в данную классификацию.

Следует заметить, что большинство ученых и специалистов, занимающихся вопросами переработки куриного помета в органическое удобрение, считают, что технологическая обоснованность и экономическая целесообразность этого процесса в первую очередь определяются составом и влажностью сырья.

Очевидно, что с позиций системного подхода к технологии производства органического удобрения, рациональная обработка данного сырья должна быть направлена на дезактивацию вредных ингредиентов и обеспечение сохранности полезных. Иными словами, представленные в классификации способы должны обеспечивать стерилизацию семян сорных растений (устранить возможность их прорастания), а также способствовать сохранению питательных веществ, входящих в состав сырья и полезных для растений.

С учетом приведенной классификации и анализа современных технологических решений в части переработки куриного помета можно отметить, что к наиболее часто применяемым на практике в настоящее время способам получения органических удобрений можно отнести следующие:

- аэробная твердофазная ферментация сырья;
- микробиологическая конверсия;
- термическая сушка сырья при атмосферном давлении;
- вакуумная сушка помета.

Остальные способы, приведенные в классификации, нашли применение как вспомогательные операции к базовым технологиям (механическое разделение на фракции и экструдирование) или недостаточно полно оснащены техническими средствами для их реализации (вермикомпостирование).

Первый из приведенных способов по существу своего технологического решения представляет собой компостирование помета. Он заключается в смешивании помета с другими органическими компонентами (торфом, соломой, древесными опилками и др.) в определенных соотношениях и хранение полученной массы в буртах, в результате чего происходит ее естественное созревание и превращение в органическое удобрение.

Микробиологическая конверсия птичьего по-

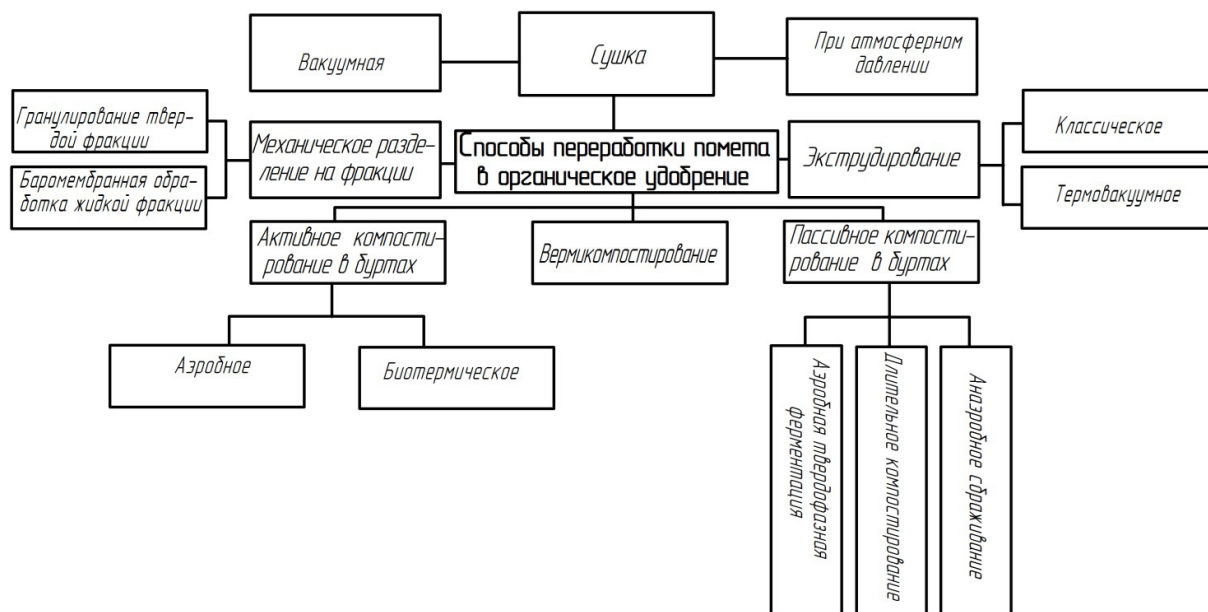


Рис. 1. Способы переработки куриного помета в органическое удобрение

мета обычно подразумевает его смешивание с влагопоглощающим материалом с последующей аэробной ферментацией смеси в присутствии тех или иных штаммов микроорганизмов или микробиологических препаратов.

При этом считается, что базовый технологический процесс, предполагающий применении обычного способа компостирования, обеспечивает получение готового продукта через 10-16 месяцев; внедрение метода ускоренной ферментации позволяет уже через 3-4 недели превратить свежий куриный помет в качественное органическое удобрение.

При этом, как правило, полученный ускоренным способом продукт необходимо гранулировать с последующей дополнительной сушкой [5, 10].

Термическая сушка куриного помета при атмосферном давлении может быть реализована в нескольких, и порой существенно отличающихся друг от друга вариантах: термическое высушивание помета в виде порошка с помощью различного вида сушилок и при существенно отличающихся температурных режимах; сушка помета в виде гранул, брикетов и пр.

Вакуумная сушка помета осуществляется помощью специальных реакторов периодического действия, где при температуре примерно 500С и низком давлении происходит выпаривание жидкости. Через определённое время температуру в аппарате повышают до 900С и сырьё выдерживается ещё около 20 минут. Вторая фаза сушки с более высокой рабочей температурой обеспечивает гарантированное уничтожение всех патогенных бактерий и семян сорных растений. После этого температура в реакторе снижается, давление доводится до атмосферного и происходит выгрузка готового продукта. Этот способ является относительно новым для птицефабрик и может быть использован при переработке помета, поступающего из клеточных батарей, а также для ликвидации многолетних накоплений

пометных стоков. Комплексные линии по переработке куриного помета в органическое удобрение на основе данного способа в стационарном и мобильном вариантах предлагает компания ТАТРУС (Краснодар). При этой технологии затраты на получение сухого помета будут тем меньше, чем ниже влажность пометной массы [4].

Практический интерес вызывает безотходная технология переработки птичьего помета, позволяющая получать несколько востребованных продуктов, таких как органо-минеральное удобрение, топливные брикеты и горючий газ.

Технология основана на применении способа глубокой переработки птичьего помета, включающего подогрев сырья до температуры 30-35°, механическое обезвоживание сырья, сушку и подачу части сырья в реактор для газификации. В реакторе помет обрабатывают методом термохимической конверсии без доступа кислорода и получают горючий газ и золу.

При этом горючий газ используется в качестве топлива для производства тепловой и электрической энергии.

Полученную в реакторе золу охлаждают, измельчают, дозируют и смешивают для получения органоминеральной смеси с соотношением 30% измельченного обезвоженного сырья и 70% золы. Полученную смесь гранулируют и применяют в качестве удобрений.

Оставшуюся часть обезвоженного и измельченного помета используют для изготовления топливных брикетов [8].

Кроме перечисленных выше теоретически возможны и иные комбинации представленных выше способов. Отметим также, что достаточно сложные с точки зрения набора применяемого оборудования, а также сомнительные в части экономической состоятельности, способы переработки помета в данной статье не рассматриваются.

В общем случае для анализируемых способов переработки куриного помета присущи следующие недостатки:

1. В процессе буртового компостирования помета с использованием наполнителей (торф, опилки, солома, мел, шрот и т.д.) продолжительность созревания сырья превышает разумные пределы; способ сопряжен с обширными загрязнениями окружающей среды.

2. При использовании заглублённых накопителей (бетонных хранилищ) зачастую образуются «помётные озёра»; разгерметизация накопителей приводит к загрязнению окружающей среды; затраты на строительство и эксплуатацию бетонных сооружений для птицефабрик весьма обременительны.

3. Реализация сложных технологий с применением сушки помета (при влажности сырья 30-89%) приводит к повышенным затратам на технологические операции и экономически не состоятельны.

4. Применение вакуумных технологий для обезвоживания птичьего помета связано с эксплуатацией дорогостоящего оборудования периодического действия с невысокой производительностью и повышенными эксплуатационными расходами.

5. В процессе термической сушки помет теряет полезные качества активатора биохимических процессов в почве. При этом термическая сушка слишком дорога в эксплуатации [5,10].

Рассмотрим, каким образом перечисленные недостатки могут быть устранены.

1-2. Альтернативный способ созревания помета в буртах и бетонных хранилищах – применение для этих целей полимерных рукавов. Данная технология предполагает доставку навоза или птичьего помета с помощью сменных контейнеров на место переработки, закладку с помощью специальной машины («BioPacker») в полимерные рукава диаметром 2 метра и длиной 60 метров (общая вместимость – примерно 150 м³). При повышенной влажности помета в него добавляют солому, торф или опилки.

Машина для заполнения рукавов имеет два мощных шнека; одновременно в рукав автоматически в массу помета подаются две дренажные трубы, через которые в рукав поступает воздух для улучшения деятельности вносимых в сырьё микроорганизмов.

Летом процесс компостирования длится примерно 3 месяца, зимой – до полугода. Помимо времени года, сроки зависят и от того, подается ли внутрь воздух, добавлены ли бактерии. Компостирование заметно ускоряется на солнце, и если в рукаве есть отверстия. Готовый компост выбирается из рукава, например, ковшом. Консистенция компоста позволяет вносить его по всходам и травам [4].

В качестве недостатка технологии можно считать необходимость сбора и утилизации полимерной массы, оставшейся после применения рукавов.

3. Реализация сложных (комбинированных) технологий с применением термической сушки, в

том числе и с применением вакуумной составляющей, экономически целесообразна при наличии оборудования для предварительного механического обезвоживания навоза или помета. Для этой цели можно применять различное оборудование, работающее по принципу отделения части влаги путем прессования сырья или подсушивания.

В первом случае можно применять винтовую прессовую машину непрерывного действия, позволяющую снизить влажность помета с 70-75 до 50-55 %, что существенно уменьшит энергозатраты на последующую термическую или иную сушку [1]. Также возможно использование экструдеров, работающих по схеме пресса для получения растительного масла или имеющие конструктивные особенности – перфорацию рабочего цилиндра, межфланцевом зазоре между мундштуком и корпусом экструдера и т.д. [6, 7].

Во втором варианте могут быть использованы экструдеры с предварительным подсушиванием обрабатываемого помета. Например, запатентован экструдер для переработки влажной массы в виде птичьего помета или навоза, состоящий из загрузочной камеры, шнека, корпуса, фильеры матрицы, воздушной камеры, двух шлюзовых затворов, вакуумной камеры, вакуум-баллона, вакуум-регулятора, вакуумметра, вакуумного насоса, конвейера, вентилятора и ТЭНов. Воздушная камера экструдера расположена соосно шнеку и фильере матрицы. Вакуумная камера с обеих сторон ограничена шлюзовыми затворами и с помощью трубопровода соединена

с вакуумным насосом. Воздушная и вакуумная камера, а также трубопроводы, соединяющие их с вентилятором и вакуум-баллоном, с внешней стороны покрыты теплоизоляционным материалом. В верхней части экструдера

смонтирован конвейер, выполненный в виде сетчатой ленты, перемещаемой с помощью приводного и ведомого валов. Между конвейером и экструдером находятся воздушные ТЭНы и вентилятор, соединенный с воздушной камерой посредством воздуховода. Использование полезной модели позволит снизить энергозатраты на выполнение рабочего процесса экструдера и обрабатывать сырьё без применения сорбентов [9].

На основе предложенного экструдера может быть реализована технология переработки как подстилочного так и бесподстилочного помета. В первом варианте она предусматривает измельчение сырья с помощью дробилки до размеров частиц не более 10 мм с последующей обработкой в экструдере, оборудованном одной или двумя вакуумными камерами. В процессе экструзионной обработки в таком экструдере смесь помета с подстилкой подвергается следующим изменениям:

- стерилизуются и обеззараживаются болезнетворные микроорганизмы, грибки, плесень и семена сорных растений;
- увеличивается в объёме (вследствие разрыва

молекулярных цепочек крахмала и стенок клеток наполнителя растительного происхождения);

– гомогенизируется (процессы измельчения и перемешивания сырья в тракте экструдера продолжают, продукт становится более однородным);

– обезвоживается (влажность снижается на 50-70% от исходной).

Реализация предлагаемой технологии может быть осуществлена с помощью запатентованных авторами статьи технических средств [3, 9].

Литература

- [1] Запечалов, М. В. Механическое обезвоживание птичьего помета при его глубокой переработке /М.В. Запечалов, В.В. Качурин //Птицеводство. 2020. №. 5-6. С. 75-78.
- [2] Иванов, В. В. Разработка опытного образца технологической установки по переработке куриного помета /В.В. Иванов, Ф.К. Сергеев // Техника и технологии: пути инновационного развития. 2020. С. 191-194.
- [3] Курочкин, А. А. Энергосберегающая технология переработки куриного помета в органическое удобрение /А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2018. Т. 5. №. 3. С. 16-19.
- [4] Линия по переработки куриного помета в органическое удобрение. [Электронный ресурс]. URL: <https://tatus.ru/%d0%bb%d0%b8%d0%bd%d0%b8%d0%b8-%d0%bf%d0%be-%d0%bf%d0%b5%d1%80%d0%b5%d1%80%d0%b0%d0%b1%d0%be%d1%82%d0%ba%d0%b5/> (дата обращения 25.04.2024).
- [5] Лысенко В.П., Горохов А.В. Утилизация птичьего помета на птицефабриках – пути решения. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (дата обращения 10.04.2024).
- [6] Пат. 2439870 Российская Федерация МПК А01С 3/00 Устройство для прессования птичьего помета /заявители: А.В. Старунов, Ж.А. Нурписов, Ю.И. Аверьянов и др.; патентообладатель: ФГБОУ ВО Челябинская ГАА. – №2010134206/13; заявл. 16.08.2010; опубл. 20.01.2012 Бюл. № 2. 8 с.
- [7] Пат. 2491265 Российская Федерация МПК С05F 3/06 А01С 3/00 Способ переработки подстильного помета и навоза крупного и мелкого рогатого скота в топливные брикеты /заявители: М.А. Николаев, А.И. Мазуров; патентообладатель: ООО «Аудиторская

Выводы

Анализ представленной в работе обобщенной классификации способов переработки куриного помета в органическое удобрение позволяет сделать вывод о том, что дальнейшее совершенствование соответствующей технологии возможно за счет синергетического эффекта от совместного действия экструзионной и вакуумной технологий. Одним из вариантов решения рассматриваемой в статье проблемы может быть разработка и обоснование рабочих параметров экструдера с термовакуумным принципом воздействия на обрабатываемое сырье.

References

- [1] Zapevalov, M.V. Mechanical dehydration of poultry manure during its deep processing / M.V. Zapevalov, V.V. Kachurin // Poultry farming. 2020. no. 5-6. pp. 75-78.
- [2] Ivanov, V.V. Development of a prototype of a technological installation for processing chicken manure / V.V. Ivanov, F.K. Sergeev //Engineering and technology: ways of innovative development. 2020. pp. 191-194.
- [3] Kurochkin, A. A. Energy-saving technology for processing chicken manure into organic fertilizer / A. A. Kurochkin //Innovative equipment and technology. 2018. Vol. 5. No. 3. pp. 16-19.
- [4] Line for processing chicken manure into organic fertilizer. [Electronic resource]. URL: <https://tatus.ru/%d0%bb%d0%b8%d0%bd%d0%b8%d0%b8-%d0%bf%d0%be-%d0%bf%d0%b5%d1%80%d0%b5%d1%80%d0%b0%d0%b1%d0%be%d1%82%d0%ba%d0%b5/> (access date 04/25/2024).
- [5] Lysenko V.P., Gorokhov A.V. Disposal of bird droppings at poultry farms - solutions. [Electronic resource]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (accessed 10/04/2024).
- [6] Pat. 2439870 Russian Federation IPC A01C 3/00 Device for pressing bird droppings / applicants: A.V. Starunov, Zh.A. Nurpisov, Yu.I. Averyanov and others; Patent holder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Chelyabinsk State Aviation Administration. – No. 2010134206/13; appl. 08/16/2010; publ. 01/20/2012 Bulletin. No. 2. 8 p.
- [7] Pat. 2491265 Russian Federation IPC C05F 3/06 A01C 3/00 Method for processing bedding and manure of large and small livestock into fuel briquettes / applicants: M.A. Nikolaev, A.I. Mazurov; Patent holder: LLC Audit Company Alexo-Audit. – No. 2012105552/13; appl. 02/17/2012; publ. 08/27/2013, Bulletin. No. 24. 8 p.
- [8] Pat. 2760216 Russian Federation IPC C05F 3/00 C10L 5/46 Method for deep processing of bird droppings / applicants: M.V. Zapevalov, E.S. Narukov, V.V.

- компания «Алексо-Аудит». – №2012105552/13; заявл. 17.02.2012; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24. 8 с.
- [8] Пат. 2760216 Российская Федерация МПК C05F 3/00 C10L 5/46 Способ глубокой переработки птичьего помета /заявители: М.В. Запевалов, Е.С. Наруков, В.В. Качурин; патентообладатель: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. – №2021103311; заявл. 09.02.2021; опубл. 22.11.2021, Бюл. № 33. 6 с.
- [9] Пат. 204880 Российская Федерация МПК7 C05F 3/06. Экструдер для переработки влажной массы в виде птичьего помета или навоза / заявитель и патентообладатель: Потопов Максим Александрович.– № 2020136956; заявл. 10.11.2020; опубл. 16.06.2021, Бюл. № 17. 7с.
- [10] Суховеркова, В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах. //В.Е. Суховеркова //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 45-55.
- Kachurin; Patent holder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education South Ural State Agrarian University. – No. 2021103311; application 02/09/2021; publ. 11/22/2021, Bulletin. No. 33. 6 p.
- [9] Pat. 204880 Russian Federation MPK7 C05F 3/06. Extruder for processing wet mass in the form of bird droppings or manure / applicant and patent holder: Maxim Aleksandrovich Potapov. – No. 2020136956; application 11/10/2020; publ. 06/16/2021, Bulletin. No. 17. 7 p.
- [10] Sukhoverkova, V.E. Sposoby utilizatsii ptich'ego pometa, predstavlennye v sovremennykh patentakh. //V.E. Sukhoverkova //Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No 9 (143). – pp. 45-55.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Потопов Максим Александрович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440045, Пенза, ул. Ульяновская, д. 36, кв. 37 Тел.: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru</p>	<p>Potapov Maxim Alexandrovich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru</p>