

К вопросу обоснования базового элемента технологии переработки птичьего помета

Курочкин А.А., Аширов Р.Р.

Аннотация. Актуальность представленного в статье материала вытекает из требований современного технологического уровня развития птицеводческой отрасли в части вовлечения в хозяйственный оборот возобновляемого сырья, образующегося в процессе получения основной продукции. На основе анализа ассортиментного портфеля переработки помета в нашей стране, рассмотрены качественные характеристики исходного сырья и возможность получения готового продукта требуемого качества путем реализации существующих и перспективных технологий. Представлены аргументы в пользу разработки технического регламента и средств механизации термовакуумной экструзии как одного из базовых элементов процесса переработки птичьего помета в органическое удобрение.

Ключевые слова: помет, обезвреживание, обеззараживание, утилизация, удобрение, термовакуумная экструзия.

Для цитирования: Курочкин А.А., Аширов Р.Р. К вопросу обоснования базового элемента технологии переработки птичьего помета // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 1. С. 66–71.

On the issue of substantiation of the basic element of the technology of processing bird droppings

Kurochkin A.A., Ashirov R.R.

Abstract. The relevance of the material presented in the article follows from the requirements of the modern technological level of development of the poultry industry in terms of involving renewable raw materials generated in the process of obtaining the main products in economic circulation. Based on the analysis of the assortment portfolio of manure processing in our country, the qualitative characteristics of the raw materials and the possibility of obtaining a finished product of the required quality by implementing existing and promising technologies are considered. Arguments are presented in favor of developing technical regulations and mechanization means for thermal vacuum extrusion as one of the basic elements of the process of processing poultry manure into organic fertilizer.

Keywords: litter, neutralization, disinfection, utilization, fertilizer, thermal vacuum extrusion.

For citation: Kurochkin A.A., Ashirov R.R. On the issue of substantiation of the basic element of the technology of processing bird droppings. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 1. pp. 66–71. (In Russ.).

Введение

Современный технологический уровень развития птицеводства Российской Федерации предполагает более полное использование ресурсного потенциала отрасли путем вовлечения в хозяйственный оборот в качестве возобновляемого сырья побочной продукции, образующейся и накапливающейся в птицеводческих хозяйствах в процессе получения основной продукции. В птицеводстве к такому сырью относятся помет, падеж птицы, пух, перо, а

также непищевые отходы цехов переработки. При этом наибольший удельный вес среди перечисленных видов побочной продукции занимает птичий помет [4-6].

При производстве мяса птицы и яиц побочная продукция превышает выход целевого продукта в 2-4 раза. По статистическим материалам и обзорам, касающихся состояния и перспектив переработки побочной продукции животноводства и птицеводства в настоящее время в России образуется до 17 млн тонн птичьего помета в год [4].

Обычно проблема накопления, хранения, переработки и использования птичьего помета рассматривается в двух аспектах: его нативной и переработанной форм.

В первом случае свежий помет относят к опасным отходам (3 класс) и он представляет серьезную экологическую и эпидемиологическую опасность для окружающей среды и здоровья человека. При этом хранение свежего помета связано с весьма обременительными платежами хозяйствующих субъектов государству за негативное воздействие на экологию. Так, несложный расчет показывает, что плата за помет, выделяемый одной взрослой курицей, составляет примерно 100 рублей в год.

Между тем переработанный помет снижает класс своей опасности на одну единицу и при этом содержит большое количество биогенных веществ, которые при строгом соблюдении технологических процессов могут трансформировать эту побочную продукцию в ценное органическое удобрение.

Таким образом, потери, которые несут птицефабрики в качестве платежей этой категории, убедительно свидетельствуют об актуальности исследований в области технологии переработки куриного помета. С учетом того, что в результате переработки помета может быть получен продукт с высокой добавленной стоимостью (органическое удобрение), это направление исследований актуально не только для ученых, но и имеет практическую значимость для производства [6-8].

Проблемы, связанные с переработкой помета, известны всем заинтересованным сторонам: экологам (Минприроды России), специалистам Россельхознадзора (Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору) и технологам.

Первый уровень этих проблем связан с понятийным аппаратом. Есть разногласия и неясности в определениях ключевых понятий, связанных с побочной продукцией птицеводства, используемой в качестве сырья для дальнейшей переработки. Непоследовательность в применяемой терминологии приводит к путанице и ошибкам в интерпретации норм и требований, как к сырью, так и к продуктам его переработки. В конечном итоге это затрудняет управление технологическими процессами переработки помета и снижает их эффективность.

Например, перевод помета из субъекта «побочный продукт» в категорию «целевой продукт» связан с такими терминами как «утилизация», «обезвреживание», «обеззараживание», «ферментация» и др. Между тем однозначного трактования этих понятий в различных сферах нашей жизни до настоящего времени не существует.

Так, слово утилизация (от латинского «utile»), переводится как польза (полезный). В части отходов это слово может подразумевать как повторное их использование, так и ликвидацию, что не одно и то же.

Что касается «обеззараживание» и «обезвре-

живание», то в Федеральное законодательство России только в этом году введены официальные определения этих терминов, да и то – в части медицинских отходов [1].

С появлением этого документа формально можно считать, что спорам о том, чем обеззараживание отличается от обезвреживания, положен конец. Если вкратце, то в этом Федеральном Законе (ФЗ) обеззараживание определено как дезинфекция в целях устранения эпидемиологической опасности; а обезвреживание – это изменение состава и свойств отходов, предотвращение их вредного воздействия на здоровье человека.

Таким образом, в отличие от утилизации, в процессе обезвреживания отходов меняется их состав, а также химические, физические и другие свойства.

С технологической точки зрения, приведенные термины продолжают регламентироваться требованиями методических рекомендаций по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (РД-АПК 1.10.15.02-08) [9].

Целью работы являлся анализ соответствия качественных характеристик птичьего помета как исходного сырья, возможностям существующих и перспективных технологий его переработки.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются характеристики птичьего помета и технологический процесс его переработки.

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

Результаты и их обсуждение

Большинство ученых и специалистов, занимающихся вопросами переработки отходов птицеводства, склонны считать, что технологическая обоснованность и экономическая целесообразность переработки птичьего помета определяются спросом на ассортимент вырабатываемой из этого сырья продукции, а также количеством и составом объекта переработки.

Спрос на ассортимент вырабатываемой продукции в определенной степени может характеризоваться рыночным потенциалом по основным группам продуктов переработки птичьего помета для Российской Федерации, представленным с учетом мировых тенденций (рис. 1).

С целью обоснования вектора развития рыночного потенциала продуктов переработки помета, на наш взгляд, целесообразно проанализировать качественные характеристики исходного сырья и возможность получения готовых продуктов требуемого качества путем реализации существующих и перспективных технологий.

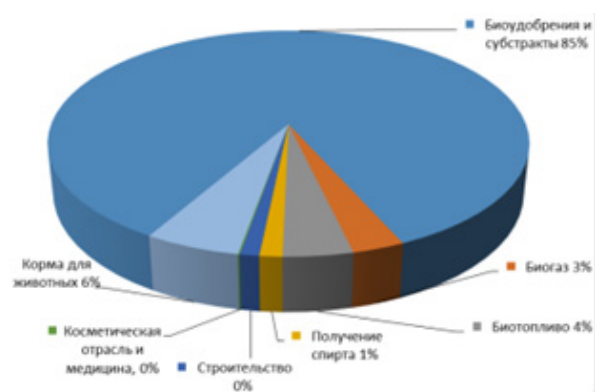


Рис. 1. Структура ассортимента переработки помета [4]

Действующий в настоящее время государственный стандарт подразделяет птичий помет в зависимости от его технологических свойств на три группы, и позволяет дать ему обобщенную характеристику с точки зрения объекта применения существующих способов и технических средств (табл. 1) [2, 10].

Как свидетельствуют данные таблицы 1, наиболее предпочтительным сырьем для производства органического удобрения является птичий помет с подстилкой: в нем содержится минимальное количество воды, а по содержанию азота, фосфора и калия, а также массовой доли органических веществ этот вид помета существенно превосходит помет двух других групп. Следует особо подчеркнуть, что внесение в птичий помет подстилки связывает с ней азот, находящийся в помете и позволяет существенно сократить его потери в процессе хранения и переработки сырья. С другой стороны, подстилка низкого качества увеличивает объем перерабатываемого сырья и время на его переработку, а подстилка высокого качества значительно повышает себестоимость готовой продукции.

Считается, что масса помета, выделяемого птицами в течение суток, примерно в 2 раза больше количества съеденного ими сухого вещества корма.

Исходя из этого и с учетом норм технологического проектирования в птицеводческой отрасли, ориентировочный выход помета натуральной влажности от одной головы для кур различного производственного назначения приведен в таблице 2.

С учетом примерного химического состава помета можно сделать вывод о том, что взрослая курица выделяет с пометом 0,26-0,39 кг азота, 0,13-0,20 кг фосфора и 0,11-0,171 кг калия в год.

Одним из факторов, влияющих на влажность получаемого помета, является система содержания птицы на птицефабриках. В настоящее время в птицеводстве России применяются две основные системы содержания: напольная и клеточная.

В первом варианте птица содержится на подстилке (глубокой подстилке) или на полах (сочетание подстилки или глубокой подстилки с сетчатым или планчатым полами). При таком выращивании и содержании птицы, помет смешивается с подстилкой и подсушивается (как за счет поглощения определенной части влаги подстилкой, так и за счет естественной усушки) [6-8].

При таком содержании птицы влажность подстильного помета в основном зависит от вида и влажности применяемого подстильного материала, а также микроклимата в птичнике. С условием соблюдения основных технологических параметров выращивания (содержания) птицы и норм расхода подстилки, влажность подстильного помета на основе торфа обычно составляет 35-45 %, а при применении в качестве подстилки измельченной соломы, опилок, лузги подсолнечника и т.п. – 25-35 %.

При клеточном содержании птицы существенное влияние на влажность помета оказывает тип клеточного оборудования и, как следствие этого, конструкция используемых в нем поилок и средств уборки помета.

В клеточных батареях, оснащенных ленточным транспортером, помет обычно убирают один раз в 5-7 дней. Находясь, все это время на ленте

Таблица 1 – Характеристика птичьего помета

Наименование показателя	Вид помета		
	птичий с подстилкой (ПП)	птичий от молодняка (ПМ)	птичий от взрослого поголовья ПВ
Консистенция (фазовое состояние), визуальный осмотр	сыпучее	вязко-сыпучее	вязкое
Массовая доля влаги, г/кг, не более	400	550	750
Массовая доля органического вещества, г/кг, не менее	450	350	180
Массовая доля золы, г/кг, не менее	150	100	70
$pH_{КСД}$	6,8-8,0		
Азот общий, г/кг, не менее	25	15	20
Фосфор общий (в пересчете на P_2O_5), г/кг, не более	12	10	7
Калий общий (в пересчете на K_2O), г/кг, не более	5	4	3

Таблица 2 – Выход куриного помета, его влажность и примерный химический состав

Группы птиц по производственному назначению	Среднее количество выделяемого помета в год, кг	Относительная влажность выделяемого помета, %	Химический состав, % на сухое вещество		
			азот	фосфор	калий
Куры: родительское стадо яичных пород	70	72	1,31	0,68	0,58
молодняк	36,5	66	1,65	1	0,62
родительское стадо мясных пород	105,1	72	1,31	0,68	0,58
молодняк	40,2	65	1,7	1,12	0,72

транспортера, помет весьма заметно теряет влагу и подсушивается.

Клеточные батареи с ленточной системой уборки помета могут дополнительно комплектоваться встроенными воздуховодами с системой аэрации помета. В этом случае влажность удаляемого помета можно снизить до 30-40 % [6-8].

Рассматривая структуру ассортимента продуктов переработки птичьего помета, следует отметить, что наибольший удельный вес в ней занимают биоудобрения и субстраты (85 %).

В части технологических решений при получении биоудобрений ученые ВНИТИП (Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства) на основании многочисленных исследований сделали вывод, что из всех предложений по переработке птичьего помета для крупных и средних птицефабрик России наиболее рациональным способом можно считать производство органических удобрений [7, 8].

По их мнению, с учетом специфических сторон производственного процесса птицеводческих хозяйств (получаемая продукция, вид птицы, способ содержания и некоторые другие), производство органических удобрений может быть организовано по четырем технологиям, каждая из которых предполагает наличие соответствующих базовых элементов (рис. 2).

В общем виде базовые элементы этих технологий можно охарактеризовать следующим образом [6-8, 11]:

1. Пассивное компостирование – это простейший способ, который включает получение органических смесей (птичий помет + птичий помет с различными видами подстилки). Такая смесь формируется в штабели высотой не более 2,5 метров и хранится на специальных площадках в течение 6-8 месяцев. В процессе созревания в ней создаются благоприятные условия для роста и развития мезофильных и термофильных микроорганизмов, в результате чего и образуется компост, пригодный для использования в земледелии.

2. Интенсивное компостирование представляет собой технологию, включающую загрузку помета в специальные ферментеры, в нижнюю часть которых нагнетается воздух. В результате этого значительно интенсифицируется рост и развитие

мезофильных и термофильных микроорганизмов, а процесс созревания перерабатываемого помета ускоряется до 6-7 суток. Как правило, полученный таким способом продукт необходимо гранулировать с последующей дополнительной сушкой.

3. Термическая сушка помета в специальных установках. Этот способ приемлем для птицефабрик с содержанием птицы в клеточных батареях, а также на предприятиях, расположенных в курортных зонах или районах Крайнего Севера, где отсутствуют источники постоянного поступления органических компонентов: торфа, соломы, опилок и др.

4. Вакуумная сушка помета. Этот способ является относительно новым для российских птицефабрик и может быть использован для ликвидации многолетних накоплений пометных стоков, а также при производстве сухого помета, поступающего из клеточных батарей.

К недостаткам анализируемых способов переработки помета в органическое удобрение обычно относят следующее:

1. Длительность процесса, обширные загрязнения среды; потребность в специальных площадках, техники и значительного количества подстилочного материала.

2. Дополнительные трудовые и финансовые затраты, в том числе на приобретение микробиологических и химических препаратов, организацию продувки сырья воздухом, а также гранулирования с последующей дополнительной сушкой. При пониженных температурах процесс возможен только в закрытых помещениях.

3. Термическая сушка помета дорога в эксплу-



Рис. 2. Базовые элементы технологии переработки птичьего помета

атации; обрабатываемое сырье теряет полезные качества активатора биохимических процессов в почве.

4. Вакуумная сушка – длительность процесса, сложное и дорогое оборудование.

Следует отметить, что для переработки побочных продуктов сельского хозяйства в нашей стране и за рубежом в последние годы появились инновационные решения, которые позволили не только обосновать технические средства для их реализации, но и довести эти идеи до промышленного использования. Все они основаны на синергетическом эффекте от применения двух и более технологий – аэробной ферментации, термовакуумной экструзии и т.д.

Например, технология аэробной ферментации побочных продуктов, как перспективное направление в производстве органических удобрений, обеспечивает круглогодичное производство компоста. Она имеет относительно низкие капитальные, энергетические и трудовые затраты и позволяет существенно сократить сроки компостирования до 28-72 часов [5].

Технологический регламент ускоренной аэробной ферментации включает следующие операции: агрохимический анализ и расчёт состава смеси помета и наполнителя, весовое дозирование и смешивание компонентов, очаговое внесение полученной смеси, контроль качества смешивания, контроль продолжительности подачи воздуха в биоконвертер, выгрузка из биоконвертера и выдерживание компостируемой массы для созревания.

Литература

- [1] Федеральный закон от 08.08.2024 № 306-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
- [2] ГОСТ 31461-2012. Помёт птицы. Сырьё для производства органических удобрений. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 6 с.
- [3] ГОСТ 33830-2016. Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020. 12 с.
- [4] Зазыкина, Л.А. Рыночный потенциал побочной продукции птицеводства / Л.А. Зазыкина // Journal of Agriculture and Environment. 2023. №8(36). – URL: <https://jae.cifra.science/archive/8-36-2023-august/10.23649/JAE.2023.36.4> (дата обращения: 22.02.2025).
- [5] Зеников, В.И. Обоснование и разработка технологий и технических средств аэробной ферментации побочных продуктов сельского хозяйства: автореф. дис. ... д. т. н. /В.И. Зеников; Пензенский государственный аграрный университет. Пенза, 2024. 38 с.

Технология получения органического удобрения, основанная на термовакуумной экструзии, предусматривает измельчение птичьего помета с подстилкой с помощью дробилки до размеров частиц не более 10 мм с последующей обработкой в специальном экструдере, оборудованном вакуумной камерой. В процессе экструзионной обработки в таком экструдере смесь помета с подстилкой подвергается следующим изменениям:

- стерилизуется и обеззараживается 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 полностью однородным);
- обезвоживается (влажность снижается на 50-70% от исходной) [11].

Выводы

На основании выполненных аналитических исследований можно сделать вывод о том, что на современном уровне развития техники и технологии утилизации птичьего помета наиболее целесообразной с экономической и экологической точек зрения является переработка его в органическое удобрение путем термовакуумной экструзии.

References

- [1] Federal Law No. 306-FZ dated 08.08.2024 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation».
- [2] GOST 31461-2012. Pomet ptitsy. Syr'e dlya proizvodstva organicheskikh udobrenii. Tekhnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2014. – 6 p.
- [3] GOST 33830-2016. Organic fertilizers based on livestock waste. Specifications. Moscow: Standartinform, 2020. – 12 p.
- [4] Zazykina, L.A. Market potential of poultry by-products / L.A. Zazykina // Journal of Agriculture and Environment. 2023. №8(36). – URL: <https://jae.cifra.science/archive/8-36-2023-august/10.23649/JAE.2023.36.4> (date of reference: 02/22/2025).
- [5] Zenikov, V.I. Substantiation and development of technologies and technical means of aerobic fermentation of agricultural by-products farms: abstract of the dissertation of the Doctor of Technical Sciences /V.I. Zenikov; Penza State Agrarian University. – Penza, 2024. 38 p.
- [6] Kurochkin, A.A. Improving methods for processing chicken manure based on the analysis of their generalized classification / A.A. Kurochkin, M.A.

- [6] Курочкин, А.А. Совершенствование способов переработки куриного помета на основе анализа их обобщенной классификации /А.А. Курочкин, М.А. Потапов //Иновационная техника и технология. 2024. Т. 11, № 1. С. 46-51
- [7] Лысенко, В.П. Птичий помет – отход или побочная продукция? /В.П. Лысенко // Птицеводство. 2015. №6. С. 55-56.
- [8] Мерзлая, Г.Е. Ресурсы птицефабрик для производства органических удобрений /Г.Е. Мерзлая, В.П. Лысенко// Агрохимический вестник. 2005. №3. С.12-13.
- [9] Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта. РД-АПК 1.10.15.02-17. М. 2017. 167 с.
- [10] Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий. НТП-АПК 1.10.05.001-01 (утв. Минсельхозом РФ 28.08.2001).
- [11] Потапов, М.А. Обоснование рабочих параметров термовакуумного экструдера для переработки куриного помета в удобрение: автореф. дис. ... к. т. н. / М.А. Потапов; Пензенский государственный аграрный университет. Пенза, 2024. 20 с.
- Potapov // Innovative equipment and technology. 2024. Vol. 11, No. 1. pp. 46-51.
- [7] Lysenko, V.P. Bird droppings – waste or by-products? /V.P. Lysenko //Poultry farming. 2015. No. 6. pp. 55-56.
- [8] Merzlaya, G.E. Resources of poultry farms for the production of organic fertilizers /G.E. Merzlaya, V.P. Lysenko // Agrochemical Bulletin. 2005. No. 3. pp.12-13.
- [9] Methodological recommendations for the technological design of systems for the removal and preparation for the use of manure and manure. RD-APK 1.10.15.02-17. М. 2017. 167 p.
- [10] Standards of technological design of poultry enterprises. NTP-APK 1.10.05.001-01 (approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on 28.08.2001).
- [11] Potapov, M.A. Justification of the operating parameters of a thermovacuum extruder for processing chicken manure into fertilizer: abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences / M.A. Potapov; Penza State Agrarian University. Penza, 2024. 20 p.

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>Аширов Равиль Ринатович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Ashirov Ravil Rinatovich upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>