

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ПОМЕТА**

**О. В. КОВАЛЕВА**

*ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья,  
г. Тюмень, Российская Федерация, 625003*

**О. Р. ИЛЬЯСОВ**

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»,  
г. Екатеринбург, Российская Федерация, 620000*

**А. П. ДУКТОВ**

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Крас-  
ного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 24.03.2025)*

*Утилизация птичьего помета для некоторых птицефабрик превратилась в трудно решаемую проблему, поскольку переработка требует денежных средств, наличия площадей под хранение помета и сельскохозяйственных угодий под внесение полученных удобрений и др. Также присутствует проблема замены привозных дорогих минеральных удобрений на местные удобрения, которые позволят оздоровить почвы сельхозугодий в условиях дефицита водных ресурсов. Основной задачей в разработке новых видов био- и органоминеральных удобрений является получение таких свойств, которые способствовали бы образованию доли гумуса в почве, пополняли бы дефицит биогенных элементов, а также повышали эффективность последних. Одним из положительных свойств таких удобрений будут являться их мелиорирующие свойства, в наличии которых нуждается сельскохозяйственное производство, особенно в зонах рискованного земледелия.*

*Для решения вышеперечисленных проблем по переработке птичьего помета и обеспечения производителей растениеводческой продукции эффективными удобрениями разработана технология переработки птичьего помета с безотходным производством комплексного органоминерального удобрения. Содержание органического вещества в новом органоминеральном удобрении составило 63 % и уступает лишь его содержанию в торфе. Так по содержанию азота органоминеральное удобрение превосходит навоз скота, свиней и торф на 1; 0,87 и 0,98 % соответственно. Содержание фосфора и калия так же выше. Поскольку почвенное плодородие ежегодно снижается, даже не смотря на поступление органики в виде растительных остатков, внесение оригинального органоминерального удобрения будет способствовать обратному процессу.*

**Ключевые слова:** *модифицированный диатомит, органоминеральное удобрение, помет, плодородие, углерод, биоморфный силицит.*

*The disposal of poultry manure has become a difficult problem for some poultry farms, since processing requires money, the availability of areas for storing manure and agricultural land for applying the resulting fertilizers, etc. There is also a problem of replacing imported expensive mineral fertilizers with local fertilizers, which will improve the soil of agricultural lands in conditions of water shortage. The main task in the development of new types of bio- and organomineral fertilizers is to obtain such properties that would contribute to the formation of a share of humus in the soil, replenish the deficit of biogenic elements, and also increase the efficiency of the latter. One of the positive properties of such fertilizers will be their ameliorative properties, which are needed for agricultural production, especially in risky farming areas.*

*To solve the above problems of processing poultry manure and providing crop producers with effective fertilizers, a technology for processing poultry manure with waste-free production of complex organomineral fertilizer has been developed. The organic matter content in the new organomineral fertilizer was 63% and is second only to its content in peat. Thus, in terms of nitrogen content, the organomineral fertilizer exceeds cattle and pig manure and peat by 1; 0.87 and 0.98%, respectively. The phosphorus and potassium content is also higher. Since soil fertility decreases annually, even despite the influx of organic matter in the form of plant residues, the introduction of the original organomineral fertilizer will contribute to the reverse process.*

**Key words:** *modified diatomite, organomineral fertilizer, manure, fertility, carbon, biomorphic silicite.*

**Введение.** Современные птицеводческие комплексы являются производителями не только мяса и яиц птицы, но и отходов, причем в количестве гораздо большем, чем основной продукции. Наибольший удельный вес среди них принадлежит помету (по приказу МПР России от 15.06.01 № 511 установлено пять классов опасности, птичий помет относится к отходам 3-го (умеренно опасные) и 4-го (малоопасные) класса. В настоящее время в Российской Федерации функционируют свыше 600 птицеводческих хозяйств. Они различны по своей мощности. На территории птицефабрик и других предприятий ежедневно скапливается помёт. Утилизация птичьего помета превратилась в трудно решаемую проблему, поскольку переработка требует денежных средств, наличия площадей под хранение помета и сельскохозяйственных угодий под внесение полученных удобрений и др. [15].

Принятие федерального закона №248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» имеет важное стратегическое значение, а именно закрепляет за побочными продуктами животноводства статус ценного ресурса для приготовления и использования органических удобрений.

Для обеспечения достижения цели закона и развития экологически ориентированного сельскохозяйственного производства необходимо решение следующих задач:

- внедрение современных технологий и технических средств подготовки и использования органических удобрений (НДТ);

- актуализация нормативно-технической базы для проектирования и внедрения современных экологически безопасных технологий и технических средств переработки побочных продуктов и их использования в качестве органических удобрений;

- внедрение отраслевых стандартов в организациях и производственный и экологический контроль на уровне предприятий [2, 8, 9].

Кроме этого, существует проблема замены привозных дорогих минеральных удобрений на местные удобрения, которые позволят оздоровить почвы в условиях дефицита водных ресурсов. Основной задачей в разработке новых видов био- и органоминеральных удобрений (ОМУ) является получение таких свойств, которые способствовали бы накоплению гумуса в почве, восполняли бы дефицит органических удобрений и в значительной степени повышали эффективность последних. Одним из положительных свойств таких удобрений будут являться их мелиорирующие свойства, наличие которых крайне необходимо для сельскохозяйственного производства, особенно в зонах рискованного земледелия.

Цель работы – повышение эффективности утилизации и переработки птичьего помета с получением органоминеральных удобрений.

**Основная часть.** Производство нового органоминерального удобрения на основе помета птиц включало смешивание биоморфного силицита и помёта, гранулирование смеси и сушку. При этом предварительно фломбированные биоморфные силициты вносили в зоны содержания птиц в производственном цехе птицефабрики равномерным слоем, которые в процессе жизнедеятельности птицы смешивались с пометом. Далее смесь извлекали по мере необходимости в рамках технологических ритмов предприятия, смешивали с водой до однородной консистенции в соотношении компонентов: 10 частей смеси помета с биоморфными силицитами с 1,25 частями воды. Из полученной гомогенной смеси изготавливали гранулы и сушили [11, 12]. Лабораторные исследования образцов модифицированного диатомита и полученных органоминеральных удобрений проводили в лаборатории агрохимии и физических свойств почв института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. Согласно действующей нормативной документации, органоминеральные удобрения проверяли на соответствие ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства».

Решение проблемы по переработке птичьего помета и обеспечения растениеводческую отрасль эффективными удобрениями, разработана технология переработки птичьего помета с безотходным производством комплексного органоминерального удобрения.

Диатомит содержит в своем составе более 40 % по массе кремнезема в форме опала и кристобаллита, которые способны растворяться в щелочных растворах.

Основной идеей разработки адсорбента для использования в сельском хозяйстве было изменение химической структуры и установление оптимальных условий эффективности не только поверхности диатомита, но и внутри его структурных кластеров теми активными группами, которые могли бы взаимодействовать с ионами металлов и образовывать нерастворимые соединения [3, 6]. Основной химический состав используемого модифицированного диатомита представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав модифицированного диатомита

| Наименование              | SiO <sub>2</sub><br>общ. | SiO <sub>2</sub><br>аморф. | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Содержание,<br>% по массе | 72,12                    | 39,0                       | 7,7                            | 3,38                           | 0,35             | 1,13             | 1,25              | 11,29           |

При производстве удобрений должен использоваться только предварительно прокаленный диатомит. Влажность после модификации – 13 %, водопоглощение – 100 %. При обжиге диатомита происходит выгорание органических веществ и дополнительная активация кремнезема.

Средняя плотность диатомитов в сухом состоянии колеблется в пределах 150–600 кг/м<sup>2</sup>. Диатомиты в природном состоянии обладают способностью к адсорбции, плохой теплопроводностью, тугоплавкостью и кислотостойкостью, а также мелкой, равномерно распределенной, преимущественно замкнутой пористостью около 80–85 %. Диатомит является одним из самых эффективных сорбентов благодаря открытым и соединенным между собой капсулам, которые закрываются при температуре от 900 °С, а при добавлении щелочи – полностью закрываются, приобретая свойства вспененного стекла. Такое вещество использовать в качестве сырья для производства органоминеральных удобрений нецелесообразно [10, 16].

Полученный при модификации биоморфный силицит может применяться в качестве вяжущего в органоминеральных удобрениях.

Предварительное прокалывание позволяет полностью освободиться от органических примесей, которые обязательно присутствуют в оса-

дочных породах, что приводит к увеличению их сорбционной способности.

В результате исследований была разработана технология переработки помета, проведены промышленные испытания и произведена опытная партия гранулированных органоминеральных удобрений. На каждом этапе превращения загрязняющих отходов в удобрение почти полностью исключены потери органики и летучести вредных газов в атмосферу. Поступление действующих веществ удобрения в почву происходит постепенно, в течение 3–5 лет, по мере механического разрушения гранул.

Важным составляющим в произведенном органоминеральном удобрении «ЭкоСиб» является органическая часть, которая представлена отходами жизнедеятельности птицы и подстилочным материалом – одной из форм диатомита. В табл. 2 представлены агрохимические показатели образцов органоминерального удобрения.

Таблица 2. Химический состав удобрения

| Показатели           | Аммоний | Р вал. | N<br>общ. | K<br>общ. | pH  | Ca | Mg |
|----------------------|---------|--------|-----------|-----------|-----|----|----|
| Содержание,<br>мг/кг | 338     | 2,65   | 0,95      | 0,6       | 4,2 | 80 | 35 |

Содержание органического вещества в удобрении – показатель, обеспечивающий поддержание и воспроизводство плодородия почв. В соответствии с техническим регламентом содержание органического вещества должно находиться на уровне выше 50 %. Сравнительное содержание основных питательных элементов в разных видах удобрений представлено в табл. 3, в том числе и «ЭкоСиб».

Таблица 3. Содержание основных питательных элементов в удобрениях

| Вид удобрений | Орг. вещество, % | Вода, % | Азот, % | Фосфор, % | Калий, % |
|---------------|------------------|---------|---------|-----------|----------|
| ЭкоСиб        | 63               | 18-22   | 1,5     | 0,42      | 2,22     |
| Скота         | 20,6             | 71,1    | 0,5     | 0,25      | 0,55     |
| Свиной        | 23,8             | 66,5    | 0,63    | 0,38      | 0,61     |
| Торф          | 80               | 55      | 0,52    | 0,1       | 0,1      |
| Птицы         | 60               | 56      | 1,6     | 1,5       | 0,8      |

Анализ данных табл. 3 показывает, что содержание органического вещества в «ЭкоСиб» составило 63 % и уступает лишь его содержанию в торфе. Так по содержанию азота «ЭкоСиб» превосходит навоз крупного рогатого скота, свиней и торф на 1, 0,87 и 0,98 % соответственно. По фосфору и калию наблюдается аналогичная тенденция. Содержание калия даже выше, чем в чистом курином помете на 1,42 %.

Лабораторные исследования удобрения показали, что в опытных образцах не обнаружены ооцисты эймерий, снижен рост микробного числа и спор плесневых грибов. Это подтверждает, что диатомит обладает адсорбирующими и противомикробными свойствами и способен участвовать в обеззараживании помёта от микробного загрязнения.

Согласно действующим санитарным правилам, для животноводческих предприятий период дегильментизации навоза крупного рогатого скота биологическим методом проходит – в течение 12 мес. [4].

Разработанная нами технология позволяет перерабатывать помёт сразу после выгрузки из производственных цехов, гранулировать и складировать в виде готового органоминерального удобрения, сохраняющего все полезные свойства. Так как в состав удобрения входит модифицированный диатомит, который сорбирует излишнюю влагу, это позволяет усиливать эффект пролонгации удобрения.

Но решение проблемы почвенного плодородия может быть достигнуто только при полной мобилизации всех ресурсов органического сырья – навоза, соломы, торфа, бытовых отходов и др. [1, 13, 14]. Поскольку почвенное плодородие ежегодно снижается, даже не смотря на поступление органики в виде растительных остатков, внесение нового органоминерального удобрения будет способствовать его увеличению.

Из общего объема выбросов 44 % эмиссированного углерода поглощается атмосферой и 26 % – океаном, наземные автотрофы поглощают всего 30 %  $C-CO_2$ . Как полагает большинство авторов, в последние 150 лет выбросы  $CO_2$  в атмосферу вследствие техногенной деятельности увеличились на 31 %. В почве углерод представлен запасами органических и неорганических соединений. Агропроизводство влияет в основном на содержание почвенного органического вещества (ПОВ). Дегумификация почвы – следствие ее деградации, индуцирующей утрату плодородия, снижение продуктивности и здоровья почвы, в конечном счете – дефицит продовольствия. Поэтому секвестрация углекислого газа агроценозами (поглощение из атмосферы через фотосинтез и сохранение в виде ПОВ повышает устойчивость растениеводства [5, 7].

Сохранение в почве органического углерода, с одной стороны, и постоянные выбросы  $CO_2$  в атмосферу вследствие техногенеза, с другой, должны рассматриваться комплексно. Это позволит более объективно оценить потенциал смягчения воздействия различных сельскохозяйственных технологий на сокращение техногенной эмиссии  $CO_2$ . Для определения роли почвозащитных технологий также важно оце-

нить объем выбросов CO<sub>2</sub> при производстве удобрений и их использовании, что и будет проводиться в дальнейших исследованиях.

**Заключение.** Полученное органоминеральное удобрение на основе помета птиц обеспечивает переработку отходов сельскохозяйственно-го производства с получением органоминерального удобрения, предназначенного для улучшения структуры и свойств почвы.

В настоящее время необходимы способы получения сырья как можно меньшей влажности уже на стадии уборки помета из птичников. Необходимо ставить задачу снижения запаха, которую можно решать за счет использования природных сорбентов.

Безотходная утилизация отходов III класса опасности или побочных продуктов животноводства и восстановление природной среды обитания в регионах их образования принесут дополнительный экономический и экологический эффект. Создание такой отрасли может стать драйвером развития отдалённых территорий, источником создания сотен тысяч вакансий. Она должна стать новым экономически выгодным направлением международного евроазиатского сотрудничества и способна удовлетворить мировую потребность в органоминеральных удобрениях, и в первую очередь, партнеров России по ЕАС (Китай, Индия, Иран, страны ЮВА и др.)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко, А. М. Переработка полужидкого навоза животноводческих предприятий в органические удобрения / А. М. Бондаренко, М. А. Мирошников, Т. Ф. Самойлова // Вестник АПК Ставрополья. – 2013. – № 1(9). – С. 60–64.
2. Бочарова, А. А. Основы эколого-экономического обоснования переработки отходов птицеводческих предприятий в удобрения / А. А. Бочарова, В. В. Пунегова, О. В. Ковалева // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сборник трудов национальной научно-практической конференции, Тюмень, 01–03 ноября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 38–44.
3. Гармонизация баланса азота для устойчивой интенсификации производства продукции птицеводства / О. В. Ковалева, Е. А. Демин, Н. М. Костомахин, В. В. Пунегова // Главный зоотехник. – 2023. – № 1(234). – С. 3–13. – DOI 10.33920/sel-03-2301-01.
4. Глазунова, Л. А. Особенности микробиоценозов скотоводческих помещений Тюменской области / Л. А. Глазунова, И. В. Плотников, Ю. В. Глазунов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 227–230.
5. Голубятников, Л. Л. Цикл азота в земной климатической системе и его моделирование / Л. Л. Голубятников, И. И. Мохов, А. В. Елисеев // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. – 2013. – Т. 49, № 3. – С. 255.
6. Использование природного сорбента в птицеводстве / О. В. Шулепова, О. В. Ковалева, Н. В. Санникова, А. А. Бочарова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 6 (183). – С. 131–140.
7. Касторнова, М. Г. Экологическая оценка влияния сельскохозяйственной деятельности на эмиссию углекислого газа из чернозема выщелоченного тобол-ишимского

междуречья / М. Г. Касторнова, Е. А. Демин, Д. И. Еремин // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 10 (213). – С. 9–20.

8. Ковалева, О. В. Использование природных сорбентов в качестве подстилочного материала / О. В. Ковалева, Н. В. Санникова, О. В. Шулепова // Селекция и технологии производства экологически безопасной продукции растениеводства в условиях меняющегося климата: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием посвящённая 80-летию со дня рождения заслуженного агронома РФ профессора, доктора с.-х. наук Ю.П. Логинова, Тюмень, 12.04.2022. – Тюмень: Научно-исследовательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022. – С. 198–206.

9. Ковалева, О. В. Эколого-экономические предпосылки переработки помёта в удобрения / О. В. Ковалева // Реализация приоритетных программ развития АПК : Сборник научных трудов по итогам X Международной научно-практической конференции, посвящённая памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Бориса Хажмуратова Жерукова, Нальчик, 24–26 ноября 2022 года. Том Часть II. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова", 2022. – С. 306–309.

10. Минерально-сырьевые ресурсы и отходы птицеводства для повышения плодородия почвы / Н. В. Санникова, О. В. Ковалева, О. В. Шулепова и др. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2021. – № 11 (196). – С. 3–11. DOI: 10.33920/sel-05-2111-01.

11. Патент № 2797415 С1 Российская Федерация, МПК C05G 3/00, C05G 1/00, C05F 11/00. Удобрение органоминеральное пролонгированного действия: № 2022126384: заявл. 10.10.2022; опубл. 05.06.2023 / С. А. Дегтянников, О. В. Ковалева.

12. Патент № 2802190 С1 Российская Федерация, МПК A01K 1/015, A01K 23/00. Способ получения подстила для животноводческих помещений на основе модифицированного диатомита: № 2022113843: заявл. 24.05.2022; опубл. 22.08.2023 / Н. Ф. Филатов, О. В. Ковалева, Н. Л. Русаков, В. В. Пунегова; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

13. Пендюрин, Е. А. Органоминеральное удобрение на основе побочных продуктов промышленности / Е. А. Пендюрин, С. Ю. Рыбина, Л. М. Смоленская // Природообустройство. – 2019. – № 2. – С. 54–59. – DOI 10.34677/1997-6011/2019-2-54-59.

14. Перспективы создания экологических центров промышленной переработки органических отходов животноводства / В. Д. Попов, М. Н. Ерохин, А. Ю. Брюханов [и др.] // Агроинженерия. – 2020. – № 3(97). – С. 4–11. – DOI 10.26897/2687-1149-2020-3-4-11.

15. Суховеркова, В. Е. Способы утилизации птичьего помёта, представленные в современных патентах / В. Е. Суховеркова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9(143). – С. 45–55.

16. Natural reserves of diatomite areas a component of organomineral fertilizers based on chicken manure / N. Sannikova et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science this link is disabled. – 2021. – Vol. 937(3). – P. 032093. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032093.