

УДК 663.031.1; 666.098.2  
МРНТИ 62.13.53

DOI: <https://doi.org/10.37788/2021-4/92-99>

Е.Б. Никитин<sup>1\*</sup>, Т.И. Урюмцева<sup>1</sup>, Б.А. Шаров<sup>2</sup>, О.В. Слатвинская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Инновационный Евразийский университет, Казахстан

<sup>2</sup>ТОО «БоНа», Казахстан

\* (e-mail: yevgeniynikitin1964@gmail.com)

### **Разработка технологии получения органического удобрения на основе биокаталитических процессов**

#### **Аннотация**

*Основная проблема:* Статья посвящена разработке технологии получения органического удобрения из отходов птицеводства на основе биокаталитических процессов. В настоящее время многие птицефабрики стали источниками загрязнения окружающей природной среды, тем самым нанося серьезные экологические проблемы и экономические и социальный ущерб. Проблема надежной защиты окружающей природной среды от загрязнения птичьим пометом является в настоящее время актуальной. В зоне функционирования крупных птицефабрик возможно загрязнение атмосферного воздуха микроорганизмами, пылью, дурнопахнущими органическими соединениями, являющимися продуктами разложения органических отходов, а также окислами азота, серы, углерода. Птичий помёт содержит кислоты, азот, фосфор и калий, тяжёлые металлы. Содержание азота, фосфора и калия резко изменяется в зависимости от количества и качества корма. Гуминовые вещества, выделенные из бурого угля, обладают достаточно высокой сорбционной активностью и применяются в качестве дешевых сорбентов для решения целого ряда экологических проблем в промышленности.

*Цель:* Данные исследования направлены на минимизацию основного недостатка процесса анаэробного сбраживания низкой скорости реакции, приводящей к необходимости создания биореакторов большого объема.

*Методы:* На основании проведённых исследований разработана технология получения органического удобрения из отходов птицеводства методом анаэробного сбраживания куриного помета влажностью при температуре 27 °С – 50 °С с добавлением гумата натрия.

*Результаты и их значимость:* Полученное удобрение предназначено для применения в сельскохозяйственном производстве, садоводстве, цветоводстве, лесном, городском хозяйствах, на приусадебных участках в целях повышения урожайности, качества продукции растениеводства. На разработанную технологию подана заявка на получение патента на изобретение РК «Способ получения органического удобрения» (приоритет № 2021/0429.1 от 13.07.2021). Изобретение позволяет значительно сократить время ферментации, обогатить продукт органическими и минеральными продуктами, содержащимися в гумате натрия, перевести соли тяжелых металлов в нерастворимое состояние, повысить экологичность способа.

*Ключевые слова:* гумат натрия, птичий помёт, биокатализ, сбраживание, детоксикация, органическое удобрение.

#### **Введение**

В настоящее время многие птицеводческие и животноводческие комплексы стали источниками загрязнения окружающей природной среды, нанося серьезный экологический, экономический и социальный ущерб. В зоне их функционирования возможно загрязнение атмосферного воздуха микроорганизмами, пылью, дурно пахнущими органическими соединениями, являющимися продуктами разложения органических отходов, а также окислами азота, серы, углерода.

Птичий помёт и навоз животных содержит кислоты, азот, фосфор и калий, тяжёлые металлы. Содержание азота, фосфора и калия резко изменяется в зависимости от количества и качества корма.

Азот в помёте и навозе находится в форме мочевой кислоты, которая быстро разлагается с образованием аммиака. Свежий помёт и навоз очень сильно окисляет почву, угнетает микроорганизмы и разрушает гумус, нарушая естественную экосистему биоценоза.

Основным недостатком процесса анаэробного сбраживания является низкая скорость реакции, даже при значительном нагреве реакционной массы, что приводит к необходимости создания биореакторов большого объема и, соответственно, повышает капитальные затраты на строительство объектов переработки.

При этом известно, что гуминовые вещества, выделенные из бурого угля, обладают достаточно высокой сорбционной активностью и применяются в качестве дешевых сорбентов для решения целого ряда экологических проблем в промышленности [1, 2].

В настоящее время в Казахстане строится установка по переработке отходов птицефабрик, стоимость которой составляет 1,1 млрд тенге. Проект строительства биогазовой установки по переработке отходов птицеводства мощностью 1 МВт реализуется в рамках действующей государственной программы использования возобновляемых источников энергии.

Применение гумата натрия в качестве катализатора процесса анаэробного сбраживания позволит ускорить химико-биологический процесс сбраживания, снизит энергозатраты на его проведение, позволит использовать реакторное оборудование меньшего объема. Кроме того, гумат натрия за счет комплексообразующих и адсорбционно-абсорбционных свойств обеспечит детоксикацию реакционной массы от тяжелых металлов и их солей.

Известен способ утилизации куриного помета путем анаэробного термофильного сбраживания и последующего разделения сброженной массы на твердую и жидкую фракции центрифугированием, в котором перед разделением сброженную массу куриного помета подщелачивают концентрированным водным раствором едкого калия до pH 9,0-10,5, нагревают до температуры 70-80 °С, выдерживают в течение 3-5 минут [3].

Также известен способ утилизации и обеззараживания куриного помета, включающий разделение биомассы сепарацией на жидкую и твердую фракции, обеззараживание жидкой фракции обработкой в устройстве с нерастворимыми электродами. Причем пропущенную через сепаратор жидкую фракцию смешивают с известковым молочком в количестве  $\text{Ca}(\text{OH})_2=3,7 \cdot 10^{-6}$  г/л, после чего ее подают в горизонтальный отстойник с электродной системой, где выдерживают в течение семи с половиной часов, воздействуя нанотоками 40 [4].

Известные способы обладают значительной металлоемкостью и энергоемкостью, высокой себестоимостью, что ограничивает их использование на птицефабриках и животноводческих комплексах малой и средней мощности.

Также известно органоминеральное удобрение и способ его получения [5], содержащее кальциевые соли азотосодержащих органических кислот с добавлением от 10 до 5 вес. ч. молотой негашеной извести на 10 вес. ч. свежего куриного помета. Основными недостатками данного изобретения является то, что в куриный помет вводят вещества, одно из которых нейтрализует агрессивную кислотную среду другого, что явно ведет к увеличению стоимости процесса. Кроме того, данное удобрение ограничено в использовании, что также приводит к значительному расходованию энергии (на сушку) и повышает затраты. Кроме того, значительное количество извести способствует интенсивному течению химической реакции с обильным выделением вредных веществ, нуждающихся в дополнительной утилизации.

Из уровня техники также известен способ получения органического удобрения [6], который включает обработку выделений и отходов животных, птичьего помета водным раствором ферментных препаратов с добавлением негидрированного гипса и извести - пушонки.

Основным недостатком данного изобретения является то, что количество вносимых препаратов, включая негашеную известь, находится в зависимости от температуры окружающей среды. Кроме того, значительный временной разброс по этапам и большое их количество не позволяют сделать предлагаемый способ циклическим и целесообразным в конкретном временном промежутке.

Важно отметить, что во всех указанных способах отсутствует процесс связывания солей тяжелых металлов, находящихся в экскрементах, что снижает экологичность процессов.

Известен способ детоксикации земель сельскохозяйственного назначения с использованием гуминового сорбента [7]. Гуминовый сорбент содержит гидратированные гуминовые кислоты бурого угля и химически связанные с ними минеральные компоненты. Он получен гидратацией природного земельного бурого угля деионизированной водой в процессе тонкого помола до размера частиц не более 0,1 мм. Предложенный способ детоксикации земель и рекультивации почв сельскохозяйственного назначения основан на внесении в землю и почву гуминового сорбента. Использование изобретения позволяет препятствовать поглощению растениями ионов металлов и загрязняющих почву органических веществ, обеспечивать влагоудерживание почвы, повышая в конечном итоге её плодородие. Недостатком данного изобретения является необходимость отдельного от внесения удобрений процесса внесения сорбента, что снижает технологичность процесса и не обеспечивает контроля их содержания токсичных элементов.

Наиболее близким по технологическому решению, описанному в настоящей статье, является патент РФ 2504531 «Способ получения органического удобрения». Способ включает ферментацию исходного продукта, удаление биогаза, сепарацию, причем в качестве исходного продукта используют экскременты птиц или животных, которые предварительно ферментируют, после окончания ферментации и удаления биогаза из продукта ферментации посредством сепарации отделяют плотную составляющую исходного продукта, а жидкую составляющую смешивают с флокулянт, флокулируемый продукт отстаивают до достижения уровня разделения твердой фракции и жидкой в соотношении от 1 к 3 до 1 к 5, жидкую фракцию удаляют, а отстоявшийся продукт декантируют до влажности 40-50 %, жидкую составляющую удаляют, а декантированную массу смешивают с плотной составляющей продукта сепарации и отжимают шнековым устройством или же вначале отжимают шнековым устройством. При этом на выходе шнекового устройства продукт имеет влажность 20-30 %,

после чего продукт подвергают тепловой сушке при температуре 40-60 °С до влажности 10-15 %. Указанный способ имеет значительную энергоёмкость, длительность процесса ферментации, что снижает экономическую эффективность предложенного способа и повышает себестоимость конечного продукта. Кроме того, в этом способе отсутствует процесс связывания солей тяжелых металлов, находящихся в экскрементах, что снижает экологичность продукта.

Разработанный нами способ получения органического удобрения обеспечивает снижение временных затрат на ферментацию экскрементов птиц и животных, сохраняет органические и минеральные вещества в конечном продукте и улучшает их качество, повышает экологичность способа благодаря использованию гуминового сорбента для перевода в нерастворимое состояние солей тяжелых металлов и других токсических веществ.

### **Материалы и методы**

Недостатком известных способов анаэробного сбраживания является низкая скорость процесса. Для повышения его эффективности в изобретении используется в качестве биологического катализатора процесса стимулятор роста бактерий гумат натрия, получаемый по ранее разработанной нами технологии из бурого угля Майкубенского месторождения («Способ получения гумата натрия» Патент № 4600 РК) [8], а также сорбент на основе гумата натрия (сопутствующий продукт получения гумата натрия), который предлагается использовать для детоксикации исходного сырья и получаемого продукта от тяжелых металлов и их солей за счет его абсорбционно-адсорбционных и комплексообразующих свойств.

Гумат натрия в технологическом процессе значительно ускоряет процесс сбраживания (процесс развития бактерий) в анаэробной среде (без доступа кислорода), устраняет неприятный запах птичьего помета, а также увеличивает выход биогаза.

В результате ферментации анаэробные бактерии расщепляют сложные органические соединения (жиры, белки, углеводы), содержащиеся в ферментируемом продукте, до кислот жирного ряда, затем – до соединений, которые могут усваиваться растениями. В результате ферментации также выделяются тепло и биогаз, которые посылают на дальнейшее использование или утилизируют.

Применение гумата натрия в качестве катализатора процесса анаэробного сбраживания позволит ускорить химико-биологический процесс сбраживания, снизить энергозатраты на его проведение, позволяет использовать реакторное оборудование меньшего объема. Кроме того, гумат натрия обеспечит детоксикацию реакционной массы от тяжелых металлов и их солей за счет комплексообразующих и адсорбционно-абсорбционных свойств.

Сущность заявленного изобретения состоит в том, что в способе получения органического удобрения, включающем ферментацию исходного продукта, удаление биогаза, сепарацию, новым является то, что в качестве исходного продукта используют экскременты птиц или животных, которые предварительно ферментируют с добавлением 200 % воды и 1-2 % гумата натрия. После окончания ферментации происходит самонагревание ферментационной смеси до температуры от 37 до 51 °С и удаление биогаза из продукта ферментации. В реакционную смесь добавляют гуминовый сорбент в количестве от 1 до 2 % массовой доли, перемешивают в течение 12-24 часов, посредством седиментации отделяют плотную составляющую исходного продукта, а жидкую составляющую отстаивают до достижения уровня разделения твердой фракции и жидкой в соотношении от 1 к 5 до 1 к 7, плотную фракцию удаляют, а надосадочную фракцию используют в качестве органического удобрения.

Разработанная технология осуществляется следующим образом. В опытно-промышленный реактор загружается 100 кг птичьего помёта с исходной влажностью 60 %, добавляется 200 л воды и 1-2 л биологического катализатора гумата натрия. Реактор герметично закрывается. Включается перемешивающее устройство (фекальный насос). Реакционная масса перемешивается на протяжении 60 мин до получения однородной массы. Перемешивание содержимого реактора способствует более тесному контакту микроорганизмов и субстрата. После этого реакционная масса в результате экзотермической реакции разогревается до температуры в диапазоне от 27 до 50 °С. С увеличением температуры увеличивается метаболическая активность микроорганизмов, что приводит к более высокой степени стабилизации отходов и практически полному уничтожению вирусных и бактериальных патогенов. Завершение процесса сбраживания в анаэробной среде характеризуется прекращением образования биогаза и экзотермической реакции. Продолжительность процесса сбраживания от 2 до 5 суток.

Выделяющийся биогаз с содержанием метана 60-70 % отводится в газгольдер, в дальнейшем используется для возможной выработки тепловой энергии или утилизируется. При прекращении выделения биогаза процесс анаэробного сбраживания считается законченным. После окончания процесса брожения проводится детоксикация птичьего помета от тяжелых металлов и их солей, путём добавления в реакционную массу гуминового сорбента в соотношении 1:0,01. Тщательно перемешивается до получения однородной массы. Выдерживается в течение 12 часов. По мере окончания контролируемого технологического процесса проводят выгрузку удобрения. Полученные образцы удобрения отправляются в лабораторию для определения качественных и количественных показателей.

Предлагаемый способ получения органического удобрения, в отличие от способа по прототипу, значительно сокращает время проведения ферментации, обеспечивает полную и безопасную утилизацию агрессивных отходов птицефабрик и животноводческих комплексов, что существенно улучшает экологическую обстановку, в частности, в регионах расположения птицефабрик и животноводческих комплексов.

### Результаты

Проведенные исследования составов органического удобрения, полученного заявленным способом из куриного помета, навоза коров, показали высокое содержание основных составляющих: азота, фосфора, калия и гуминовых кислот и отсутствия в продукте растворимых солей тяжелых металлов. Из этого следует, что предлагаемая в способе последовательность технологических операций и режимов обеспечивает сохранение органических и минеральных веществ в конечном продукте, удаление из него растворимых токсических элементов, а, следовательно, обеспечивает получение высококачественного комплексного органического удобрения из экскрементов птиц и животных, характеризующегося хорошей усвояемостью почвой.

Состав удобрений, полученных с помощью заявленного способа, приведен ниже в таблице 1.

Таблица 1– Состав удобрений, полученных на основе биокаталитических процессов

Наименование показателя	Значение
Содержание солей гуминовых кислот, %, не менее	10-25
Содержание органических веществ в сухом веществе, %	40-60
Массовая доля общих фосфатов в пересчёте на $P_2O_5$ , %	5 - 20
Массовая доля общего калия в пересчёте на $K_2O$ , %	5 - 20
Массовая доля общего азота, %	5 - 20
Массовая доля кальция усваиваемого, в пересчёте на $CaO$ , %	5 - 10
Массовая доля окиси магния ( $MgO$ ), %	1 - 2,5
Массовая доля железа в пересчете на $Fe_2O_3$ , %	0,5 – 2,5
Массовая доля микроэлементов, мг/кг	
Сера	40,0 - 42,0
Марганец	60 - 80
Бор	4,2 - 4,8
Цинк	28 - 35
Медь	3,5 – 5,1
Молибден	0,05 – 0,07
Кобальт	3,0 – 3,5
pH	6,5 - 8
Индекс санитарно-показательных микроорганизмов, клеток/г:	
- колиформы	1 - 10
- энтеробактерии	1 - 10
Наличие патогенных и болезнетворных микроорганизмов, в том числе энтеробактерий, энтерококков, энтеровирусов, клеток/г	Отсутствуют
Наличие жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, в том числе нематод, трематод, цестод	Отсутствуют
Цисты кишечных патогенных простейших	Отсутствуют
Наличие личинок и куколок синантропных мух	Отсутствуют

В ходе исследования разработаны и утверждены технологические параметры биокаталитического процесса анаэробного сбраживания отходов птицеводства с использованием гумата натрия, которые представлены в таблице 2.

В качестве катализатора данного процесса добавляется гумат натрия собственного производства, который значительно ускоряет процесс сбраживания (процесс развития бактерий) в анаэробной среде (без доступа кислорода), устраняет неприятный запах птичьего помета, а также увеличивает выход биогаза.

После окончания процесса брожения проводится детоксикация птичьего помета от тяжелых металлов и их солей, путём добавления в реакционную массу гуминового сорбента собственного производства.

Таблица 2 – Технологические параметры биокаталитического процесса анаэробного сбраживания отходов птицеводства с использованием гумата натрия

№ п/п	Наименование параметра	Показатель
1	Влажность куриного помёта	80 %
2	Время перемешивания реакционной массы после окончания загрузки исходного сырья (куриный помёт, гумат натрия, вода)	60-120 мин
3	Диапазон температуры подогрева реакционной массы	27-50 °С
4	Продолжительность процесса сбраживания	от 2 до 3 недель
5	Время проведения процесса детоксикация птичьего помета от тяжелых металлов и их солей, путём добавления в реакционную массу гуминового сорбента	выдерживается в течение 12 часов
6	Время перемешивания реакционной массы после добавления гуминового сорбента	60-120 мин до получения однородной массы

В результате разработан и утверждён Технологический регламент Процесса детоксикации отходов птицефабрик с помощью комплекса биокаталитических процессов, обеспечивающих полную ликвидацию (связывание) токсических компонентов в исходном сырье и продукте. Помет, поступающий с птицефабрик и птицеводческих хозяйств, попадает в приемник инфлюента, после чего подвергается анализу согласно следующим государственным стандартам: ГОСТ 26713-85 «Удобрения органические. Методы определения влаги и сухого остатка», ГОСТ 26714-85 «Удобрения органические. Методы определения золы», ГОСТ 26715-85 «Удобрения органические. Методы определения общего азота», ГОСТ 26717-85 «Удобрения органические. Методы определения общего фосфора», ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных веществ», ГОСТ 27979-88 «Удобрения органические. Методы определения pH», ГОСТ 27980-88 «Удобрения органические. Методы определения органического вещества», ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов». Согласно результатам анализа помет подготавливается до необходимых параметров.

В опытно-промышленный реактор (300 л, 5000 л) загружается птичий помёт с исходной влажностью 60 %, добавляется вода и биологический катализатор гумат натрия. Реактор герметично закрывается. Включается перемешивающее устройство (фекальный насос). Реакционная масса перемешивается на протяжении 60 мин до получения однородной массы. Перемешивание содержимого реактора способствует более тесному контакту микроорганизмов и субстрата. После чего реакционная масса разогревается до температуры в диапазоне от 27 до 50 °С. С увеличением температуры увеличивается метаболическая активность микроорганизмов, что приводит к более высокой степени стабилизации отходов и практически полному уничтожению вирусных и бактериальных патогенов. Начало процесса сбраживания в анаэробной среде характеризуется выходом образовавшегося биогаза и экзотермической реакцией. Продолжительность процесса сбраживания составляет от 2 до 3 недель.

Выделяющийся биогаз с содержанием метана 60-70 % отводится в газгольдер и используется в дальнейшем для выработки тепловой энергии.

При прекращении выделения биогаза процесс анаэробного сбраживания считается законченным. Объем выделяемого газа в пересчете на 1 кг сухого помёта составил 300-350 л. После окончания процесса брожения проводится детоксикация птичьего помета от тяжелых металлов и их солей, путём добавления в реакционную массу гуминового сорбента в соотношении 1:0,01. Тщательно перемешивается до получения однородной массы. Выдерживается в течение 12 часов. По мере окончания контролируемого технологического процесса проводят выгрузку удобрения. Полученные образцы удобрения и биогаза отправляются в лабораторию для определения качественных и количественных показателей.

Процесс фасовки готовой продукции в тару осуществляется в помещении фасовки на специально оборудованных столах. Места фасовки оборудованы местной вытяжной вентиляцией для обеспечения безопасных условий процесса. В качестве тары используются герметичные пластиковые флаконы объемом 0,3 л, 0,5 л, 0,75 л, 1 л и герметичные пластиковые канистры объемом 5 л. На каждую единицу заполненной тары наклеивается этикетка утвержденного содержания и дизайна. Коэффициент заполнения тары не должен превышать 0,9-0,95.

Временное хранение готовой продукции до его реализации организуется в складе готовой продукции, максимальная норма хранения 2 тонны средства в потребительской таре. Хранят в хорошо вентилируемом помещении, с защитой от атмосферных осадков и солнечного света при температуре 0 - + 30 °С. Выдача продукта потребителю осуществляется со склада готового продукта. В результате процесса получают удобрение органическое, по физико-химическим показателям соответствующее требованиям и нормам, указанным в таблице 1.

### Обсуждение

В результате исследований разработан способ получения органического удобрения, включающий ферментацию исходного продукта, удаление биогаза, седиментацию, отличающийся тем, что реакционную смесь предварительно ферментируют с добавлением 200 % воды и 1-2 % гумата натрия. После окончания ферментации, в процессе которой происходит самонагревание ферментационной смеси до температуры от 37 до 51 градуса цельсия, и удаления биогаза из продукта ферментации, в реакционную смесь добавляют гуминовый сорбент в количестве от 1 до 2 % массовой доли, перемешивают в течение 12-24 часов. Посредством седиментации отделяют плотную составляющую исходного продукта, а жидкую составляющую отстаивают до достижения уровня разделения твердой фракции и жидкой в соотношении от 1 к 5 до 1 к 7, плотную фракцию удаляют, а надосадочную фракцию используют в качестве жидкого органического удобрения.

### Заключение

На основании проведенных исследований разработана технология получения органического удобрения из отходов птицеводства методом анаэробного сбраживания куриного помета влажностью при температуре 27 °С – 50 °С с добавлением гумата натрия. Удобрение предназначено для применения в сельскохозяйственном производстве, садоводстве, цветоводстве, лесном, городском хозяйствах, на приусадебных участках в целях повышения урожайности, качества продукции растениеводства. Рекомендуется для посадки, подкормки всех видов сельскохозяйственных культур, а также для реанимации и рекультивации почв.

Сделанное изобретение позволяет значительно сократить время ферментации, обогатить продукт органическими и минеральными продуктами, содержащимися в гумате натрия, перевести соли тяжелых металлов в нерастворимое состояние, повысить экологичность способа.

### Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан «Разработка технологии детоксикации отходов птицеводства с применением биокаталитических процессов», ИРН АР09562121.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Способ утилизации и обеззараживания куриного помета. Патент: RU2645901C1 Рос. Федерация: МПК C05F3/00, 2018.
- 2 Способ получения органо-минерального удобрения. Патент: RU086 522C1 Рос. Федерация: МПК C05F11/02 C05F17/00, 1997.
- 3 Способ приготовления органо-минерального удобрения. Патент: RU2270825C2 Рос. Федерация: МПК C05F3/00, 2006.
- 4 Способ утилизации и обеззараживания куриного помета. Патент: RU2541399C1 Рос. Федерация: МПК C05F 3/00, 2015.
- 5 Органо-минеральное удобрение и способ его изготовления. Патент: RU2191764C1 Рос. Федерация: МПК C05F 3/00, 2002.
- 6 Способ получения органического удобрения. Патент: RU2013139068A Рос. Федерация: МПК C05F 3/00, 2015.
- 7 Способ получения гумата натрия. Патент: RU2191798C1 Рос. Федерация: МПК C10F7/00, 2002.
- 8 Гуминовый сорбент, способ его получения; способ детоксикации земель и рекультивации почв сельскохозяйственного назначения с использованием этого гуминового сорбента. Патент: RU2205165C2 Рос. Федерация: МПК C05F 11/02, A01B 79/02, C09K 17/40, 2018.

## REFERENCE

- 1 Sposob utilizatsii i obezzarazhivaniya kurinogo pometa [Method of disposal and disinfection of chicken manure]. (2018) Russian Federation patent RU2645901C1 [in Russian].
- 2 Sposob polucheniya organo-mineral'nogo udobreniya [Method of obtaining organo-mineral fertilizers]. (1997) Russian Federation patent RU086 522C1 [in Russian].
- 3 Sposob prigotovleniya organomineral'nogo udobreniya [Method of preparing organic fertilizer]. (2006) Russian Federation patent RU2270825C2 [in Russian].
- 4 Sposob utilizatsii i obezzarazhivaniya kurinogo pometa [Method of disposal and disinfection of chicken manure]. (2015) Russian Federation patent RU2541399C1 [in Russian].
- 5 Organomineral'noye udobreniye i sposob yego izgotovleniya [Organomineral fertilizer and method for its production]. (2002) Russian Federation patent RU2191764C1 [in Russian].
- 6 Sposob polucheniya organicheskogo udobreniya [Method of obtaining organic fertilizer]. (2015) Russian Federation patent RU2013139068A [in Russian].
- 7 Sposob polucheniya gumata natriya [Method for producing sodium humate]. (2002) Russian Federation patent RU2191798C1 [in Russian].

8 Guminovyy sorbent, sposob yego polucheniya; sposob detoksikatsii zemel' i rekul'tivatsii pochv sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya s ispol'zovaniyem etogo guminovogo sorbenta [Humic sorbent, method for its production; method of land detoxification and soil reclamation for agricultural purposes using this humic sorbent]. (2018) Russian Federation patent RU2205165C2 [in Russian].

**Е.Б. Никитин<sup>1\*</sup>, Т.И. Урюмцева<sup>1</sup>, Б.А. Шаров<sup>2</sup>, О.А. Слатвинская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Инновациялық Еуразия университеті, Қазақстан

<sup>2</sup>«БоНа» ЖШС, Қазақстан

### **Каталитикалық үрдістерге негізделген органикалық тыңайтқыштар өндіру технологиясын әзірлеу**

Мақала биокаталитикалық процестерге негізделген құс қалдықтарынан органикалық тыңайтқыш алу технологиясын дамытуға арналған. Қазіргі уақытта көптеген құс фабрикалары, елеулі экологиялық мәселелер мен экономикалық және әлеуметтік зиян келтіре отырып, қоршаған табиғи ортаны ластау көздеріне айналды. Табиғи ортаны құстардың ластануынан сенімді қорғау мәселесі қазіргі уақытта өзекті болып табылады. Ірі құс фабрикаларының жұмыс істеу аймағында атмосфералық ауаны органикалық қалдықтардың ыдырау өнімі болып табылатын микроорганизмдермен, шаңмен, иісті органикалық қосылыстармен, сондай-ақ азот, күкірт, көміртек тотықтарымен ластауға болады. Құстардың тамшыларында қышқылдар, азот, фосфор және калий, ауыр металдар бар. Азот, фосфор және калий мөлшері жем мөлшері мен сапасына байланысты күрт өзгереді. Қоңыр көмірден оқшауланған гуминді заттар өте жоғары сорбциялық белсенділікке ие және өнеркәсіптегі бірқатар экологиялық мәселелерді шешу үшін арзан сорбенттер ретінде қолданылады.

Бұл зерттеулер анаэробты ашыту үрдісінің негізгі жетіспеушілігін - реакцияның төмен жылдамдығын азайтуға бағытталған, бұл үлкен көлемдегі биореакторларды құру қажеттілігіне әкеледі.

Жүргізілген зерттеулер негізінде натрий гуматын қоса отырып, ылғалдылығы 27 °C – 50 °C болатын тауық көңін анаэробты ашыту әдісімен құс шаруашылығы қалдықтарынан органикалық тыңайтқыш алу технологиясы әзірленді.

Алынған тыңайтқыш өсімдік шаруашылығы өнімінің шығымдылығын, сапасын арттыру мақсатында ауыл шаруашылығы өндірісінде, бау-бақша шаруашылығында, гүл өсіруде, орман, қалалық шаруашылықтарда, үй жанындағы учаскелерде қолдануға арналған. Әзірленген технологияға «органикалық тыңайтқыш алу тәсілі» ҚР өнертабысына патент алуға өтінім берілді (13.07.2021 ж. № 2021-22818 басымдық). Өнертабыс ашыту уақытын едәуір қысқартады, өнімді натрий гуматындағы органикалық және минералды өнімдермен байытады, ауыр металдардың тұздарын ерімейтін күйге келтіреді және әдістің экологиялық тазалығын арттырады.

Түйін сөздер: натрий гуматы, құс тамшылары, биокатализ, ашыту, детоксикация, органикалық тыңайтқыш.

**Ye.B. Nikitin<sup>1\*</sup>, T.I. Uryumtseva<sup>1</sup>, B.A. Sharov<sup>2</sup>, O.A. Slatvinskaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Innovative University of Eurasia, Kazakhstan

<sup>2</sup>«BoNa» LLP, Kazakhstan

### **Development of a technology for producing organic fertilizers based on catalytic processes**

The article is devoted to the development of a technology for obtaining organic fertilizers from poultry waste based on biocatalytic processes. Currently, many poultry farms have become sources of environmental pollution, thereby causing serious environmental problems and economic and social damage. The problem of reliable protection of the natural environment from pollution by bird droppings is currently relevant. In the area of operation of large poultry farms, air pollution by microorganisms, dust, foul-smelling organic compounds, which are decomposition products of organic waste, as well as nitrogen, sulfur, and carbon oxides, is possible. Bird droppings contain acids, nitrogen, phosphorus and potassium, heavy metals. The content of nitrogen, phosphorus and potassium changes dramatically depending on the quantity and quality of the feed. Humic substances isolated from brown coal have a sufficiently high sorption activity and are used as cheap sorbents for solving a number of environmental problems in industry.

These studies are aimed at minimizing the main disadvantage of the anaerobic digestion process, the low reaction rate, which leads to the need to create large-volume bioreactors.

On the basis of the research carried out, a technology has been developed for obtaining organic fertilizers from poultry waste by the method of anaerobic fermentation of chicken manure with humidity at a temperature of 27 °C - 50 °C with the addition of sodium humate.

The resulting fertilizer is intended for use in agricultural production, horticulture, floriculture, forestry, municipalities, in household plots in order to increase the yield and quality of crop production. For the developed technology, an application has been submitted for obtaining a Patent for the invention of the Republic of Kazakhstan «Method for producing organic fertilizers» (priority No. 2021-22818, dated July 13, 2021). The invention allows to significantly reduce the time of fermentation, to enrich the product with organic and mineral

products contained in sodium humate, to convert the salts of heavy metals into an insoluble state, to improve the environmental friendliness of the method.

Key words: sodium humate, bird droppings, biocatalysis, fermentation, detoxification, organic fertilization.

**Дата поступления рукописи в редакцию:** 01.10.2021 г.