

Научная статья

УДК 663.031.1; 666.098.2

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-48-55

Евгений Борисович Никитин¹, Людмила Ивановна Проскурина^{2✉},
Светлана Анатольевна Берсенева³, Борис Александрович Шаров⁴,
Олеся Викторовна Слатвинская⁵

¹ Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Республика Казахстан

^{2,3} Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск, Приморский край, Россия

^{4,5} ТОО «БоНа», Павлодар, Республика Казахстан

¹ yegeniynikitin1964@gmail.com

² lyudmila_proskur@mail.ru

³ svshatal@mail.ru

^{4,5} bona-zavod15@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЕТОКСИКАЦИИ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Цель исследований – разработка технологии детоксикации отходов птицеводства с применением биокаталитических процессов. В настоящее время многие птицефабрики стали источниками загрязнения окружающей природной среды, тем самым создавая серьезные экологические проблемы, нанося экономический и социальный ущерб. Проблема надежной защиты окружающей природной среды от загрязнения птичьим пометом является в настоящее время актуальной. Птичий помет содержит различные кислоты, азот, фосфор и калий, тяжелые металлы. 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. 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. Способ получения органического удобрения решает задачу создания соответствующего метода, осуществление которого обеспечивает достижение технического результата, заключающегося в снижении временных затрат на ферментацию экскрементов птиц и животных, сохранении органических и минеральных веществ в конечном продукте и улучшении их качества, повышении экологичности способа благодаря использования гуминового сорбента для перевода в нерастворимое состояние солей тяжелых металлов и других токсических веществ. На основании проведенных исследований разработана технология получения органического удобрения из отходов птицеводства методом анаэробного сбраживания куриного помета влажностью при температуре 27–50 °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. На разработанную технологию подана заявка на получение Патента на изобретение РК «Способ получения органического удобрения» (приоритет № 2021-22818, от 13.07.2021).

Ключевые слова: гумат натрия, птичий помет, биокатализ, сбраживание, детоксикация, органическое удобрение

Для цитирования: Разработка технологии детоксикации отходов птицеводства с применением биокаталитических процессов / Е.Б. Никитин [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2. С. 48–55. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-48-55.

Благодарности: работа выполнена в результате выполнения проекта грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан (проект «Разработка технологии детоксикации отходов птицеводства с применением биокаталитических процессов», ИРН AP09562121»).

Evgeny Borisovich Nikitin¹, Ludmila Ivanovna Proskurina², Svetlana Anatolyevna Berseneva³, Boris Alexandrovich Sharov⁴, Olesya Viktorovna Slatvinskaya⁵

¹ Innovative Eurasian University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan

^{2,3} Primorye State Agricultural Academy, Ussuriysk, Primorsky Region, Russia

^{4,5} TOO BoNa, Pavlodar, Republic of Kazakhstan

¹ yegeniynikitin1964@gmail.com

² lyudmila_proskur@mail.ru

³ svshatal@mail.ru

^{4,5} bona-zavod15@mail.ru

POULTRY WASTE DETOXIFICATION TECHNOLOGY DEVELOPMENT USING BIOCATALYTIC PROCESSES

The purpose of research is to develop a technology for the detoxification of poultry waste using biocatalytic processes. Currently, many poultry farms have become sources of environmental pollution, thereby causing serious environmental problems, economic and social damage. The problem of reliable protection of the natural environment from pollution by bird droppings is currently relevant. Bird droppings contain various acids, nitrogen, phosphorus and potassium, heavy metals. Humic substances isolated from brown coal have a sufficiently high sorption activity and are used as cheap sorbents to solve a number of environmental problems in industry. The main disadvantage of the anaerobic digestion process is the low reaction rate, even with significant heating of the reaction mass, which leads to the need to create large-volume bioreactors and, accordingly, increases the capital costs for the construction of processing facilities. The method of obtaining organic fertilizer decides the task of creating an appropriate method, the implementation of which ensures the achievement of a technical result, which consists in reducing the time spent on the fermentation of bird and animal excrement, preserving organic and mineral substances in the final product and improving their quality, increasing the environmental friendliness of the method due to the use of a humic sorbent to convert salts into an insoluble state heavy metals and other toxic substances. Based on research, a technology has been developed for obtaining organic fertilizer from poultry waste by the method of anaerobic fermentation of chicken manure with moisture at a temperature of 27–50 °C with the addition of sodium humate. The fertilizer is intended for use in agricultural production, horticulture, floriculture, forestry, urban farming, household plots in order to increase productivity and quality of crop production. For the developed technology, an application was submitted to obtain a Patent for the invention of the Republic of Kazakhstan "Method to obtain organic fertilizer" (priority No. 2021-22818, dated 07/13/2021).

Keywords: sodium humate, bird droppings, biocatalysis, fermentation, detoxification, organic fertilizer

For citation: Poultry waste detoxification technology development using biocatalytic processes / E.B. Nikitin [at al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(2):48–55. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-48-55.

Acknowledgments: the work has been carried out as a result of the implementation of the grant funding project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (project "Development of poultry waste detoxification technology using biocatalytic processes", IRN AP09562121).

Введение. В настоящее время многие птицеводческие и животноводческие комплексы стали источниками загрязнения окружающей природной среды, тем самым создавая серьезные экологические проблемы, нанося экономический и социальный ущерб. В зоне их функционирования возможно загрязнение атмосферного воздуха микроорганизмами, пылью, дурнопахнущими ор-

ганическими соединениями, являющимися продуктами разложения органических отходов, а также окислами азота, серы, углерода.

Птичий помет и навоз животных содержат кислоты, азот, фосфор, калий и тяжелые металлы. Содержание азота, фосфора и калия резко изменяется в зависимости от количества и качества корма. Азот в помете и навозе нахо-

дится в форме мочевой кислоты, которая быстро разлагается с образованием аммиака. Свежий помет и навоз очень сильно подкисляют почву, угнетая микроорганизмы, нарушая естественный метаболизм экосистемы.

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.

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 [1–4].

Применение гумата натрия в качестве катализатора процесса анаэробного сбраживания позволит ускорить химико-биологический процесс сбраживания, снизить энергозатраты на его проведение, 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.

Известные способы получения органических удобрений из помета птиц и навоза обладают значительной металлоемкостью и энергоемкостью, высокой себестоимостью, что ограничивает их использование на птицефабриках и животноводческих комплексах малой и средней мощности. Во всех способах отсутствует процесс связывания солей тяжелых металлов, находящихся в экскрементах, что снижает экологичность процессов [5].

Вместе с тем известен способ детоксикации земель сельскохозяйственного назначения с использованием гуминового сорбента [6]. Недостатком способа является необходимость отдельного от внесения удобрений процесса внесения сорбента, что снижает технологичность процесса и не обеспечивает в процессе внесения удобрений контроля их качества на содержание токсичных элементов.

Кроме того, недостатком известных способов анаэробного сбраживания является низкая скорость процесса. Для повышения его эффективности нами использовался в качестве биологического катализатора процесса стимулятор роста бактерий гумат натрия, полученный по ранее разработанной технологии из бурого угля Майкубенского месторождения в РК («Способ полу-

чения гумата натрия» Патент № 4600 РК) [7], 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. Кроме того, гумат натрия за счет комплексообразующих и адсорбционно-абсорбционных свойств обеспечивает детоксикацию реакционной массы от тяжелых металлов и их солей. В результате ферментации также выделяются тепло и биогаз, которые посылают на дальнейшее использование или утилизируют [8].

Цель исследований – разработка технологии детоксикации отходов птицеводства с применением биокаталитических процессов. Цель обеспечивает достижение технического результата, заключающегося в снижении временных затрат на ферментацию экскрементов птиц, в сохранении органических и минеральных веществ в конечном продукте и улучшении их качества, в повышении экологичности способа благодаря использованию гуминового сорбента для перевода в нерастворимое состояние солей тяжелых металлов и других токсических веществ.

Объекты и методы. В качестве исходного продукта использовали экскременты птиц, в опытно-промышленный реактор загружали 100 кг птичьего помета с исходной влажностью 60 %, добавляли 200 л воды и 1–2 л биологического катализатора гумата натрия. Реактор герметично закрывали и включали перемешивающее устройство (фекальный насос). Реакционная масса перемешивалась на протяжении 60 мин до получения однородной консистенции. Перемешивание содержимого реактора способствует более тесному контакту микроорганизмов и субстрата. После чего реакционная масса в результате экзотермической реакции разогревалась 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 % отводился в газгольдер и в дальнейшем использовался для выработки тепловой энергии или утилизировался. При прекращении выделения биогаза процесс анаэробного сбраживания считался законченным. После окончания процесса брожения проводилась детоксикация птичьего помета от тяжелых металлов и их солей путем добавления в реакционную массу гуминового сорбента в соотношении 1:0,01. Массу тщательно перемешивали до получения однородной консистенции. Выдерживали в течение 12 часов и по мере окончания контролируемого технологического процесса проводили выгрузку удобрения.

В качестве контроля использовался процесс анаэробного сбраживания куриного помета без применения гумата натрия в качестве катализатора процесса брожения и без использования гуминового сорбента для детоксикации получаемого продукта брожения от солей тяжелых металлов.

Исследования проводились в трех вариантах.

Испытанию были подвержены следующие пробы: проба 1 – суспензия птичьего помета без добавления гумата натрия; проба 2 – суспензия птичьего помета с добавлением гумата натрия в стандартном количестве; проба 3 – с добавлением в пробу 2 гуминового сорбента в количестве, указанном в разработанной технологии.

Для повышения точности опыта использовался птичий помет, полученный из одного птицеводческого хозяйства в одно и то же время.

Исследования проводили в 5-кратной повторности.

Первичная информация собиралась, обрабатывалась и анализировалась с помощью аналитических методик (содержание азота, фосфора, калия, тяжелых металлов и их солей, массовой доли органического вещества, золы и т. д.) в лаборатории Инновационного Евразийского университета и лаборатории ТОО «БО-НА». Контроль достоверности осуществляли в аккредитованных лабораториях ТОО «Иртыш-Стандарт» и Павлодарского филиала Республиканской ветеринарной лаборатории.

Статистическая обработка полученных данных выполнена методом вариационной статистики по Фишеру – Стьюденту.

Результаты и их обсуждение. Нормативные химические и биологические показатели гумата натрия, полученного из углей Майкубенского месторождения по предложенной ранее нами технологии, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Нормативные химические и биологические показатели гумата натрия

Показатель	Количественное содержание показателя
1	2
Содержание солей гуминовых кислот, %, не менее	10–25
Содержание органических веществ в сухом веществе, %	40–60
Массовая доля общих фосфатов в пересчете на P ₂ O ₅ , %	5–20
Массовая доля общего калия в пересчете на K ₂ O, %	5–20
Массовая доля общего азота, %	5–20
Массовая доля кальция усваиваемого, в пересчете на CaO, %	5–10
Массовая доля соединений магния в пересчете на MgO, %	1–2,5
Массовая доля железа в пересчете на Fe ₂ O 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

Окончание табл. 1

1	2
кобальт	3,0–3,5
pH	6,5–8
Индекс санитарно-показательных микроорганизмов, клеток/г: – колиформы – энтеробактерии	1–10 1–10
Патогенные и болезнетворные микроорганизмы, в том числе энтеробактерии, энтерококки, энтеровирусы, клеток/г	Отсутствуют
Жизнеспособные яйца и личинки гельминтов, в том числе нематоды, трематоды, цестоды	Отсутствуют
Цисты кишечных патогенных простейших	Отсутствуют
Личинки и куколки синантропных мух	Отсутствуют

Как видно из данных, представленных в таблице 2, при санитарно-гигиеническом и химико-токсикологическом анализе в пробе 1 допущено некоторое превышение нормативных показателей по содержанию растворимых солей тяжелых металлов, наличию жизнеспособных яиц и личинок гельминтов и значительное снижение содержания солей гуминовых кислот. В пробах 2 и 3 все показатели находятся в границах нормы, при этом продолжительность процесса

ферментации снизилась в среднем на 7 часов по сравнению с пробой 1, что свидетельствует о каталитическом эффекте применения гумата натрия для активации ферментов анаэробных бактерий в процессе анаэробного брожения. При этом в пробе 3 (с применением гуминового сорбента) показатель массовой концентрации примесей отдельных токсичных элементов (водорастворимых солей тяжелых металлов) снизился в среднем в 5–15 раз ($P < 0,001$).

Таблица 2

**Результаты испытаний технологического регламента
по детоксикации птичьего помета, $M \pm m$, $n = 5$**

Показатель	НД на методы испытаний	Требования НД	Проба 1	Проба 2	Проба 3
1	2	3	4	5	6
Продолжительность ферментации, ч	Не нормируется	Не нормируется	57±14	50±21	50±11
Содержание солей гуминовых кислот, %, не менее	Свидетельство о регистрации KZ72VCF000048	10–25	7,0±2,1	16,0±4,3	18,0±4,9
Массовая концентрация примесей (валовое содержание), мг/кг сухого вещества, не более:					
– свинца	ГОСТ Р53218	130,0	132,0±46	122,0±34	11,9±3,5*
– кадмия	ГОСТ Р53218	2,0	2,1±0,7	1,8±0,6	0,3±0,01*
– ртути	ГОСТ 58663	2,1	2,1±0,8	1,7±0,6	0,4±0,01*
– мышьяка	ГОСТ 26930	10,0	9,8±1,9	9,5±1,7	1,2±0,02*
Массовая доля сухого вещества, %	ГОСТ 26713	Не менее 85	88,0±24,9	87,5±30,1	88,5±33,8
pH, ед.	ГОСТ 27979	6,0–8,5	6,5±1,9	6,3±2,7	6,4±3,1
Массовая доля органического вещества, % на сухое вещество, не менее	ГОСТ 27980	50	52,4±20,9	53,2±17,4	53,8±19,8
Массовая доля азота общего, %, не менее	ГОСТ 26716	2,0	2,2±0,91	3,2±0,98	3,2±0,97

1	2	3	4	5	6
Массовая доля общего фосфора (в пересчете на P ₂ O ₅), %, не менее	ГОСТ 26717	2,0	2,3±0,77	2,5±0,98	2,6±0,87
Массовая доля общего калия (в пересчете на K ₂ O), %, не менее	ГОСТ 20851.3	0,8	0,9±0,2	1,1±0,5	1,2±0,55
Наличие яиц и личинок гельминтов, экз/кг	ГОСТ Р54627-2011	Не допускается	2±0,4	0	0

Примечание. Разница по отношению к первой пробе достоверна: * – P < 0,001.

По результатам исследования выявлено, что осуществление разработанной технологии обеспечивает полную и безопасную утилизацию чрезвычайно агрессивных отходов птицефабрик, а следовательно – существенное улучшение экологической обстановки, в частности в регионах расположения птицефабрик. Разработанный способ получения органического удоб-

рения позволяет также значительно сократить время проведения ферментации.

В ходе проведения исследовательских работ разработаны и утверждены технологические параметры биокаталитического процесса анаэробного сбраживания отходов птицеводства с использованием гумата натрия, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3

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

Параметр	Показатель
Влажность куриного помета	80 %
Время перемешивания реакционной массы после окончания загрузки исходного сырья (куриный помет, гумат натрия, вода)	60–120 мин
Диапазон температуры подогрева реакционной массы	27–50 °С
Продолжительность процесса сбраживания	От 2 до 3 недель
Время проведения процесса детоксикации птичьего помета от тяжелых металлов и их солей путем добавления в реакционную массу гуминового сорбента	Выдерживается в течение 12 ч
Время перемешивания реакционной массы после добавления гуминового сорбента	60–120 мин до получения однородной массы

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 путем добавления в реак-

ционную массу гуминового сорбента собственного производства.

В результате исследований нами разработан и утвержден технологический регламент процесса детоксикации отходов птицефабрик с помощью комплекса биокаталитических процессов, обеспечивающих полную ликвидацию (связывание) токсических компонентов в исходном сырье и продукте.

По мере окончания контролируемого технологического процесса проводили выгрузку удобрения. Полученные образцы удобрения и биогаза отправляли 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; 0,5; 0,75; 1 л и герметичные пластиковые канистры объемом 5 л. На каждую единицу заполненной тары наклеивается этикетка утвержденного содержания и дизайна. Коэффициент заполнения тары не превышал 0,9–0,95. Временное хранение готовой продукции до его реализации производится в складе готовой продукции, максимальная норма хранения – 2 т средства в потребительской таре. Для хранения использовались хорошо вентилируемые помещения с защитой от атмосферных осадков и солнечного света при температуре от 0 до 30 °С. Выдача продукта потребителю осуществлялась со склада готового продукта.

В результате проведенных 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 °С, и удаления биогаза из продукта ферментации в реакционную смесь производят добавку гуминового сорбента в количестве от 1 до 2 % массовой доли, перемешивают в течение 12–24 ч, 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 при температуре 27–50 °С с добавлением гумата натрия.

Удобрение предназначено для применения в сельскохозяйственном производстве, садоводстве, цветоводстве, лесном, городском хозяйстве, на приусадебных участках в целях повышения урожайности, качества продукции растениеводства. Рекомендуется для подкормки всех видов сельскохозяйственных культур, а также для рекультивации почв.

На разработанную технологию подана заявка на получение Патента на изобретение РК «Способ получения органического удобрения» (приоритет № 2021-22818, от 13.07.2021).

Список источников

1. *Фильченков О.А., Слюсаренко В.В.* Способ утилизации и обеззараживания куриного помета: заявка OS 3317241 ФРГ, МПК C05F 3/00; опубл. 1985. С. 1.
2. *Мигутин Г.В., Алкарев В.А., Минобудина Н.В., Сыркин Л.Н.* Способ получения органо-минерального удобрения: Пат. Рос. Федерация № C05F11/02 C05F17/00 МПК; опубл. 1997. С. 3.
3. *Коновалов М.Б., Коваленко О.П.* Органо-минеральное удобрение и способ его изготовления: Пат. № 2191764 Рос. Федерация № C05F 3/00 МПК; опубл. 2002. С. 6.
4. *Кочерга В.А., Андрианов В.Б.* Способ получения органического удобрения: Пат. Рос. Федерация № PCT/RU2014/000629; опубл. 2013. С. 1.
5. *Сухарев Ю.И., Апаликова И.Ю., Лебедева И.Ю., Ларионов Л.П., Бурмистров В.А., Кузьмина Н.В.* Способ утилизации и обеззараживания куриного помета: Пат. № C05F 3/00 МПК; опубл. 2015. С. 2.
6. *Шаповалов А.А., Пуцькин Ю.Г.* Гуминовый сорбент, способ его получения; способ детоксикации земель и рекультивации почв сельскохозяйственного назначения с использованием этого гуминового сорбента: Пат. № C05F 11/02(2006.01), A01B 79/02(2006.01), C09K 17/40(2006.01) МПК; опубл. 2003. С. 1.
7. *Шаров Б.А., Шарипиденов Б.С., Кисиль А.С., Комаров А.А.* Способ получения гумата натрия: Пат. Респ. Казахстан № 4600; опубл. 2020. С. 2.
8. *Дампилов Б.А., Петунов С.В., Арданов Ч.Е., Отбоев С.С.* Способ приготовления органо-минерального удобрения: Пат. Рос. Федерация № C05F3/00 МПК; опубл. 2006. С. 5.

References

1. *Fil'chenkov O.A., Slyusarenko V.V.* Sposob utilizacii i obezzarazhivaniya kurinogo pometa: zayavka OS 3317241 FRG, MPK C05F 3/00; opubl. 1985. S. 1.
2. *Migutin G.V., Alkarev V.A., Minobudina N.V., Syrkin L.N.* Sposob polucheniya organo-mineral'nogo udobreniya: Pat. Ros. Federaciya № C05F11/02 C05F17/00 MPK; opubl. 1997. S. 3.
3. *Konovalov M.B., Kovalenko O.P.* Organomineral'noe udobrenie i sposob ego izgotovleniya: Pat. № 2191764 Ros. Federaciya № C05F 3/00 MPK; opubl. 2002. S. 6.
4. *Kocherga V.A., Andrianov V.B.* Sposob polucheniya organicheskogo udobreniya: Pat. Ros. Federaciya № RST/RU2014/000629; opubl. 2013. S. 1.
5. *Suharev Yu.I., Apalikova I.Yu., Lebedeva I.Yu., Larionov L.P., Burmistrov V.A., Kuz'mina N.V.* Sposob utilizacii i obezzarazhivaniya kurinogo pometa: Pat. № C05F 3/00 MPK; opubl. 2015. S. 2.
6. *Shapovalov A.A., Pucykin Yu.G.* Guminovyy sorbent, sposob ego polucheniya; sposob detoksikacii zemel' i rekul'tivacii pochv sel'skohozyajstvennogo naznacheniya s ispol'zovaniem `etogo guminovogo sorbenta: Pat. № C05F 11/02(2006.01), A01B 79/02(2006.01), C09K 17/40(2006.01) MPK; opubl. 2003. S. 1.
7. *Sharov B.A., Sharapidenov B.S., Kisil' A.S., Komarov A.A.* Sposob polucheniya gumata natriya: Pat. Resp. Kazahstan № 4600; opubl. 2020. S. 2.
8. *Dampilov B.A., Petunov S.V., Ardanov Ch.E., Otboev S.S.* Sposob prigotovleniya organomineral'nogo udobreniya: Pat. Ros. Federaciya № C05F3/00 MPK; opubl. 2006. S. 5.

Статья принята к публикации 13.10.2021 / The article accepted for publication 13.10.2021.

Информация об авторах:

Евгений Борисович Никитин, профессор кафедры сельского хозяйства и биоресурсов, доктор ветеринарных наук, профессор

Людмила Ивановна Проскурина, профессор Института животноводства и ветеринарной медицины, доктор ветеринарных наук, профессор

Светлана Анатольевна Берсенева, проректор по учебной работе, кандидат биологических наук, доцент

Борис Александрович Шаров, заместитель генерального директора по производству

Олеся Викторовна Слатвинская, инженер промышленно-технического отдела

Information about the authors:

Evgeny Borisovich Nikitin, Professor at the Department of Agriculture and Bioresources, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Ludmila Ivanovna Proskurina, Professor at the Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Svetlana Anatolyevna Berseneva, Vice-Rector for Academic Affairs, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Boris Alexandrovich Sharov, Deputy General Director for Production

Olesya Viktorovna Slatvinskaya, Industrial and Technical Department Engineer