

Лилия Евгеньевна Тюрина^{1✉}, Анастасия Анатольевна Мороз², Владимир Тарасович Пампуха³

^{1,2}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹lilija-tjurina@yandex.ru

²9607720155@mail.ru

³vpampukha@mail.ru

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ БЕЛИТОВОГО ШЛАМА В ОТНОШЕНИИ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

Цель исследования – определить сорбционную активность белитового шлама *in vitro*. Объект исследования – белитовый шлак, отход Ачинского алюминиевого глиноземного комбината Красноярского края, содержит 20 минеральных элементов, основные из них: фосфор, кальций, кобальт, цинк, марганец, медь, хром, молибден, магний, калий, селен, галлий, бор, серебро, золото, платина, – а также оксиды: CaO – 0,055; Al_2O_3 – 0,036, Fe_2O_3 – 0,038 и SiO – 0,03 г/кг. Сорбционную активность белитового шлама определяли по количеству колониеобразующих единиц *E. coli*, *St. aureus* с экспозицией 10, 30 и 60 мин. По сравнению с контрольной относительная сорбционная активность белитового шлама для *E. coli*, *St. aureus* была отмечена при экспозиции 60 мин, что соответствовало снижению числа КОЕ на 75 и 49 %. Исследования эффективности сорбции при разной экспозиции показали, что снижение на 75 % КОЕ штамма *E. coli* и 49 % штамма *St. aureus* произошло уже при экспозиции 10 мин, далее при больших выдержках снижение числа КОЕ происходило незначительно и плавно вплоть до численности КОЕ при экспозиции 60 мин. Число КОЕ *St. aureus* золотистого стафилококка в данном эксперименте было существенно ниже (в 5 раз), чем при посеве из 60-минутной суспензии, что может свидетельствовать о более длительной и медленной сорбции данного патогена. Поэтому использование в рационах сельскохозяйственных животных и птицы белитового шлама в качестве источника минеральных веществ может способствовать уменьшению антипенной нагрузки, подавлению патогенной микрофлоры и, как следствие, улучшению пищеварения сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: белитовый шлак, минеральная добавка, сорбция, бактерии, *E. coli*, *St. aureus*

Для цитирования: Тюрина Л.Е., Мороз А.А., Пампуха В.Т. Сорбционная активность белитового шлама в отношении условно-патогенных бактерий // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 199–203. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-199-203.

Lilia Evgenievna Tyurina^{1✉}, Anastasia Anatolyevna Moroz², Vladimir Tarasovich Pampukha³

^{1,2}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹lilija-tjurina@yandex.ru

²9607720155@mail.ru

³vpampukha@mail.ru

BELITE SLUDGE SORPTION ACTIVITY IN REGARD TO OPPORTUNITY BACTERIA

The purpose of the study is to determine the sorption activity of belite sludge *in vitro*. The object of research is belite sludge, a waste of the Achinsk aluminum alumina plant in the Krasnoyarsk Region, contains 20 mineral elements, the main ones are: phosphorus, calcium, cobalt, zinc, manganese, copper, chromium, molybdenum, magnesium, potassium, selenium, gallium, boron, silver, gold, platinum, – as

well as oxides: CaO – 0.055; Al₂O₃ – 0.036, Fe₂O₃ – 0.038 and SiO – 0.03 g/kg. The sorption activity of belite sludge was determined by the number of colony-forming units of *E. coli*, *St. aureus* with an exposure of 10, 30 and 60 minutes. Compared to the control, the relative sorption activity of belite sludge is the share of *E. coli*, *St. aureus* was noted at 60 min exposure, which corresponded to a decrease in the number of CFU by 75 and 49 %. Studies of the sorption efficiency at different exposures showed that a 75 % decrease in CFU of the *E. coli* strain and 49 % of the *St. aureus* occurred already at an exposure of 10 min; then, at long exposures, the decrease in the number of CFUs occurred insignificantly and smoothly up to the number of CFUs at an exposure of 60 min. Number of CFU *St. aureus* of *Staphylococcus aureus* in this experiment was significantly lower (5 times) than when inoculated from a 60-minute suspension, which may indicate a longer and slower absorption of this pathogen. Therefore, the use of belite sludge in the diets of farm animals and poultry as a source of minerals can help reduce the antifoam load, suppress pathogenic microflora and, as a result, improve the digestion of farm animals.

Keywords: belite sludge, mineral additive, sorption, bacteria, *E. coli*, *St. aureus*

For citation: Tyurina L.E., Moroz A.A., Pampukha V.T. Belite sludge sorption activity in regard to opportunity bacteria // Bulliten KrasSAU. 2022;(7): 199–203. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-199-203.

Введение. В последнее время возрастает спрос потребителей на экологически чистую продукцию, осуществляется поиск наиболее эффективных способов выведения из организма животных токсических соединений и патогенных агентов, для этого подходят некоторые минеральные добавки природного происхождения. С целью снижения себестоимости производимой продукции и для сбалансирования рационов по минеральному составу также можно использовать местные доступные сырьевые ресурсы [1].

Известно, что основным способом удаления микотоксинов из кормов является нейтрализация их с помощью сорбентов таких как вермикулит, глауконит, бентонитовые глины, цеолиты. Особенно перспективно с учетом экономических затрат и практичности применения является использование минеральных кормовых добавок с адсорбирующими свойствами [2, 3].

Кроме того, применение минеральных сорбентов, особенно в комбинации с пробиотиками оказывают благоприятный эффект на уровень прироста живой массы молодняка животных. В настоящее время применяются разнообразные способы оценки сорбционной активности различных групп сорбентов [4].

В связи с этим представляют большой научный и практический интерес комплексные исследования по изучению эффективности применения местных минеральных сорбентов в рационах сельскохозяйственной животных и птицы [5, 6].

Поиск новых источников макро- и микроэлементов с использованием местного сырья, которым является белитовый шлак, представляет практический интерес и является актуальным направлением для животноводства и птицеводства [7].

Цель исследования – определить сорбционную активность белитового шлака *in vitro*.

Объект и методы. Объект исследования – белитовый шлак, отход Ачинского алюминиевого глиноземного комбината Красноярского края [2], содержит 20 минеральных элементов, основные из них: фосфор, кальций, кобальт, цинк, марганец, медь, хром, молибден, магний, калий, селен, галлий, бор, серебро, золото, платина, а также оксиды: CaO – 0,055; Al₂O₃ – 0,036, Fe₂O₃ – 0,038 и SiO – 0,03 г/кг (рис. 1).

Сорбционную активность белитового шлака *in vitro* в отношении условно-патогенных микроорганизмов проводили в тест-системе – водный раствор белитового шлака в 1 % концентрации, что явилось оптимальным при кормлении молодняка свиней и птицы, и 30-часовые культуры *E. coli* и *St. aureus*, выращенные в чашках Петри на плотных питательных средах, соответственно агар-эндо и желточно-солевой агар (ГОСТ 25336-82Е), смытые и разведенные физиологическим раствором по оптическому стандарту мутности до концентрации $9,3 \cdot 10^9$. Оптическая плотность соответствовала 10 ед. по стандартному образцу мутности ГИСК им. Л.А. Тарасевича (ОСО-42-28-85 П), использовали экспозиции в течение 10, 30 и 60 мин [8].

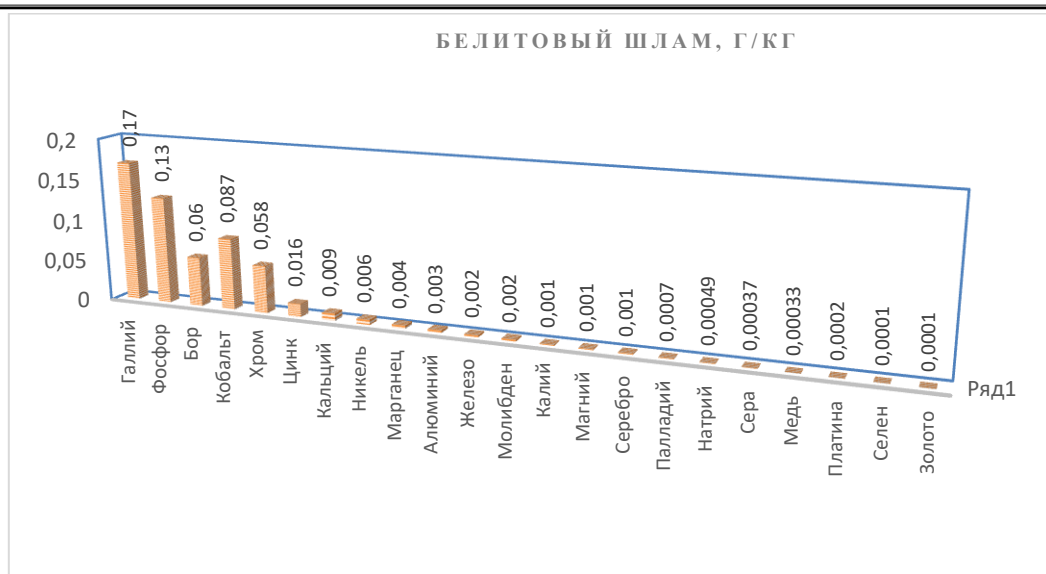


Рис. 1. Минеральный состав белитового шлама, г/кг

Количественный учет показателей эффективности сорбционной активности белитового шлама определяли по показателям (ГОСТ 26670-91 «Методы культивирования микроорганизмов») [9] титров микроорганизмов до и после контакта с изучаемым сорбентом (КОЕ) по ме-

тодике количественного определения жизнеспособных бактерий на питательных средах.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования влияния белитового шлака на КОЕ/мл условно-патогенных микроорганизмов *E. coli* и *St. aureus* представлены в таблице.

Сорбционная активность белитового шлака на условно-патогенные микроорганизмы *E.coli* и *St.aureus*, КОЕ /мл

Экспозиция, мин	На среде Эндо	На среде ЖСА
Контроль*	165	175
10	40	75
30	10**	71
60	15	49
30 ч	40	1,9
Пересчет на объемные концентрации		
Теоретическая концентрация тест-объектов в изначальной суспензии	$5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$
Контрольное значение в перерасчете на изначальную суспензию	$1,12 \cdot 10^5$	$1,19 \cdot 10^5$
Концентрация тест-объектов в изначальной суспензии при экспозиции 10 мин	$2,72 \cdot 10^4$	$5,10 \cdot 10^4$
Концентрация тест-объектов в изначальной суспензии при экспозиции 30 мин	$6,800 \cdot 10^3$	$4,828 \cdot 10^4$
Концентрация тест-объектов в изначальной суспензии при экспозиции 60 мин	$1,020 \cdot 10^4$	$3,332 \cdot 10^4$
Концентрация тест-объектов в изначальной суспензии при экспозиции 30 ч	$2,72 \cdot 10^4$	$6,50 \cdot 10^3$
Контроль чистоты суспензии препарата	0	$0,56 \text{ КОЕ/мл} = 1,9 \cdot 10^4 \text{ КОЕ/мл} = 1,9 \text{ КОЕ} \cdot 10^5/\text{г (препарата)}$

Здесь и далее: **P ≤ 0,05.

Установлено, что при экспозиции 10 мин концентрация *E. coli* снижалась с $5 \cdot 10^5$ до $1,12 \cdot 10^5$ КОЕ/мл, а концентрация *St. aureus* с $5 \cdot 10^5$ КОЕ/мл снижалась до $1,19 \cdot 10^5$ КОЕ/мл. При экспозиции 30 мин концентрация снижалась по *E. coli* до $6,800 \cdot 10^3$ КОЕ/мл, а по *St. aureus* – до $4,828 \cdot 10^4$ КОЕ/мл. При дальнейшей экспозиции было отмечено повышение концентрации микроорганизмов.

Было установлено стабильное уменьшение количество жизнеспособных бактерий *E. coli* и *St. aureus* в КОЕ/мл при экспозициях 10, 30, 60 мин.

Наибольшее снижение КОЕ/мл отмечено при экспозиции 60 мин. Для *E. coli* – 10 200 КОЕ/мл, что составило 75 %, а для *St. aureus* – 14 320 КОЕ/мл, что составило 49 %. Таким образом, была доказана сорбционная активность белитового шлама *in vitro* в отношении условно-патогенных бактерий *E. coli* и *St. aureus* (рис. 2).

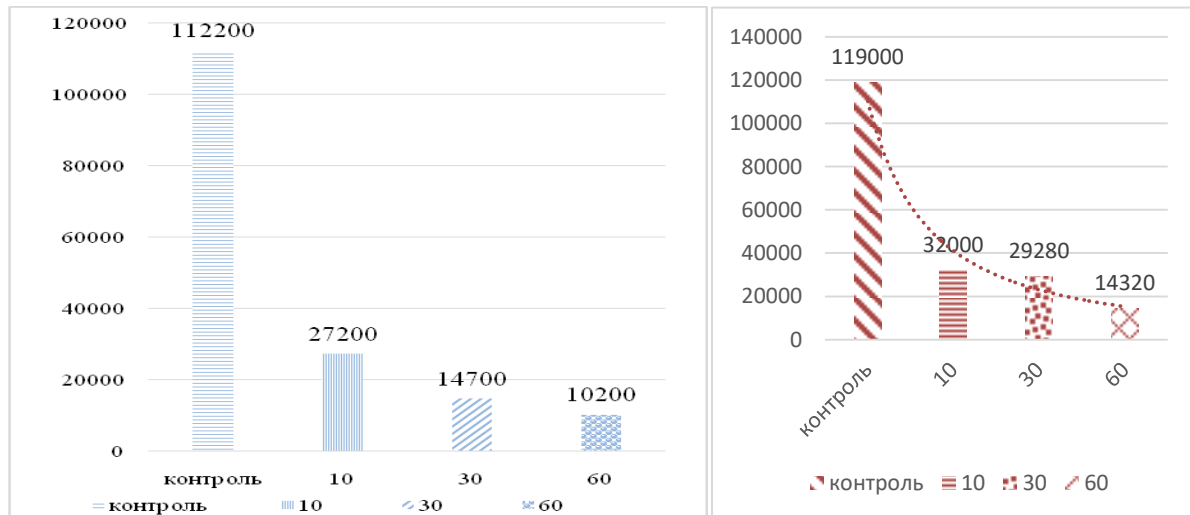


Рис. 2. Обсемененность суспензий *E. coli* (слева) и *St. aureus* (справа) в КОЕ/мл по вертикали в зависимости от длительности взаимодействия с белитовым шламом по горизонтали при экспозиции 10, 30 и 60 мин

Заключение. Белитовый шлам содержит широкий спектр макро- и микроэлементов и обладает высокой сорбционной активностью в отношении условно-патогенных микроорганизмов, что было установлено в опытах *in vitro*. Белитовый шлам в течение 60 мин способствовал снижению количественных показателей жизнеспособных бактерий тестовых культур *E. coli* на 75 % и *St. aureus* на 49 %.

Список источников

1. Бураев М.Э., Луцкая Л.П., Шацких Е.В. Опыт применения минеральной сорбционной добавки БШ в рационе цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2015. № 1. С. 37–39.
2. Табаков Н.А., Скуковский Б.А., Тюрина Л.Е. Местные источники биологически активных веществ и их рациональное использование в кормлении сельскохозяйственных животных: монография / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2017. 112 с.
3. Тюрина Л.Е. Влияние комплексной минеральной смеси на основе белитового шлама на мясную продуктивность свиней на откорме // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12. С. 205–211.
4. Псхациева З.В., Юрина Н.А., Пышманцева А.А. Комплексное использование сорбента и пробиотика в кормах // Сб. науч. тр. СКНИИЖ. 2015. № 2. С. 52–54.
5. Биохимические показатели при определении оптимальных доз введения экобенто-корма и известняка в рацион утят / Г.А. Зеленкова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (49). С. 202–206.
6. Мороз А.А., Счисленко С.А. Перспективы применения лигниносодержащих сорбентов в ветеринарии // Ветеринария Кубани. 2020. № 4. С. 29–30.

7. Овчинников А.А., Фирсов А.С. Продуктивность цыплят-бройлеров при включении в рацион сорбентов и пробиотиков // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 4. С. 32–39.
8. Отраслевой реестр стандартных образцов, допущенных (рекомендованных) к применению при лабораторно-аналитическом обеспечении ГРР на ТПИ (1 квартал 2022). М.: ВИМС, 2022. 298 с.
9. ГОСТ Р 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов. М.: Издательство стандартов, 1992. 19 с.
4. Pshacieva Z.V., Yurina N.A., Pyshmanceva A.A. Kompleksnoe ispol'zovanie sorbenta i probiotika v kormah // Sb. nauch. tr. SKNIIZh. 2015. № 2. S. 52–54.
5. Biohimicheskie pokazateli pri opredelenii optimal'nyh doz vvedeniya `ekobentokorma i izvestnyaka v racion utyat / G.A. Zelenkova [I dr.] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 5 (49). S. 202–206.
6. Moroz A.A., Schislenko S.A. Perspektivy primeneniya ligninosoderzhaschih sorbentov v veterinarii // Veterinariya Kubani. 2020. № 4. S. 29–30.

References

1. Buraev M. E., Luckaya L.P., Shackih E.V. Opyt primeneniya mineral'noj sorbcionnoj dobavki BSh v racione cyplyat-brojlerov // Ptica i pticeprodukty. 2015. № 1. S. 37–39.
2. Tabakov N.A., Skukovskij B.A., Tyurina L.E. Mestnye istochniki biologicheski aktivnyh veschestv i ih racional'noe ispol'zovanie v kormlenii sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh: monografiya / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2017. 112 s.
3. Tyurina L.E. Vliyanie kompleksnoj mineral'noj smesi na osnove belitovogo shlama na myasnuyu produktivnost' svinej na otkorme // Vestnik KrasGAU. 2021. № 12. S. 205–211.
7. Ovchinnikov A.A., Firsov A.S. Produktivnost' cyplyat-brojlerov pri vkluchenii v racion sorbentov i probiotikov // Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. 2011. № 4. S. 32–39.
8. Otrasevoj reestr standartnyh obrazcov, dopuschennyh (rekomentovannyh) k primeniyu pri laboratorno-analiticheskom obespechenii GRR na TPI (1 kvartal 2022). M.: VIMS, 2022. 298 s.
9. GOST R 26670-91. Produkty pischevye. Metody kul'tivirovaniya mikroorganizmov. M.: Izdatel'stvo standartov, 1992. 19 s.

Статья принята к публикации 25.05.2022 / The article accepted for publication 25.05.2022.

Информация об авторах:

Лилия Евгеньевна Тюрина¹, доцент кафедры технологии переработки и хранения продуктов животноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Анастасия Анатольевна Мороз², доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, кандидат ветеринарных наук, доцент

Владимир Тарасович Пампуха³, студент 4-го курса

Information about the authors:

Lilia Evgenievna Tyurina¹, Associate Professor at the Department of Technology of Processing and Storage of Animal Products, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Anastasia Anatolyevna Moroz², Associate Professor at the Department of Epizootology, Microbiology, Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Vladimir Tarasovich Pampukha³, 4th Year Student

