

- 20 Borjigin, L. Risk assessment of bovine major histocompatibility complex class II DRB3 alleles for perinatal transmission of bovine leukemia virus [Text] / L. Borjigin, C.-W. Lo, L. Bai et al. // Pathogens. – 2021. – V. 10. – P. 502. doi: 10.3390/pathogens10050502
- 21 Hamada, R. BoLA-DRB3 Polymorphism Associated with Bovine Leukemia Virus Infection and Proviral Load in Holstein Cattle in Egypt [Text] / R. Hamada, S. Metwally, R. Matsuura et al. // Pathogens. – 2023. – V. 12(12) – P. 1451. doi:10.3390/pathogens12121451
- 22 Dung, T. Association between BoLA-DRB3 polymorphism and bovine leukemia virus proviral load in Vietnamese Holstein Friesian cattle [Text] / T. Dung, L. Vu, S. Nguyen et al. // HLA. – 2022. – V. 99. – P. 105–112. doi: 10.1111/tan.14503.
- 23 Farias, M.V.N. novel association of BoLA DRB3 alleles in BLV infected cattle with different proviral loads [Text] / M.V.N. Farias, M.E. Caffaro et al. // Archives. – 2017. – V. 54 (3). – P. 215–224. doi: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2017.123769.
- 24 Hayashi, T. Cattle with the BoLA class II DRB3*0902 allele have significantly lower bovine leukemia proviral loads [Text] / T. Hayashi, H. Mekata, S. Sekiguchi et al. // J. Vet. Med. Sci. – 2017. – V. 79. – P. 1552–1555. doi: 10.1292/jvms.16-0601.
- 25 Van Eijk, M.J.T. Extensive polymorphism of the BoLA-DRB3 gene distinguished by PCR-RFLP [Text] / M.J.T. Van Eijk, J.A. Stewart-Haynes, H.A. Lewin // Animal genetics. – 1992. – T. 23. – №. 6. – P. 483–496.
- 26 Ye, J. Primer-BLAST: a tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction [Text] / J. Ye, G. Coulouris, I. Zaretskaya et al. // BMC bioinformatics. – 2012. – V. 13. – P. 134. DOI: 10.1186/1471-2105-13-134.

ТҮЙІН

Ірі қара малдың лейкозы бүкіл әлемде кең таралған вирустық ауру. Ауру ірі қара малдың сүтті және етті тұқымдарында кездеседі, алайда лейкоз ауруының таралуы сүтті бағытындағы жоғары өнімді жануарларда жоғары. Лейкозға төзімді жануарларды іріктеу және өндірудің тиімді шешімін табу өзекті мәселе болып табылады. Инфекцияға төзімділік механизмдері әртүрлі гендермен ассоциацияланған негізгі гистосәйкестік кешенімен және цитокиндік желімен байланысты. Зерттеушілер BoLA-DRB3 генотипі мен лейкозға төзімділік арасында байланысы бар екенің анықталды. DRB3*0902 II класты BoLA аллелі вирустың репликациясын басуда маңызды иммунологиялық рөл атқаратыны белгілі, бұл аурудың өршуіне төзімділікке және вирустық жүктеменің төмендеуіне әкеледі. Бұл зерттеулер малдың лейкоз вирусымен күресудің тиімді бағдарламаларын әзірлеуде үлкен маңызға ие. Біз жүргізген жұмыстың нәтижесінде ұзындығы 284 ж.н. BoLA-DRB3 генінің жоғары полиморфты арнайы бөлігін күшейтуге мүмкіндік беретін праймерлер таңдалды. ПТР- РФҰП (полимеразды тізбекті реакция - рестрикциялық фрагменттерінің ұзындығының полиморфизмі) қоюдың оңтайлы хатамассы оңтайландырылды және пысықталды. Rsa I, BstY I және Hae III эндонуклеазді рестрикциямен ПТР өнімін өңдеуінен кейін BoLA-DRB3 гені бойынша ірі қара мал үлгілерін типтеу нәтижесінде электрофореграммаларда аллельді нұсқаларға сәйкес келетін рестрикция өнімдері алынды.

УДК 661.158.553.575
МРНТИ 61.45.36; 61.41.37; 38.35.21

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-1-191-205

Монтаева Н. С., доктор философии (PhD), **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0003-2614-1592>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, montaeva-n@mail.ru

Наметов А.М., доктор ветеринарных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-8113-1912>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, anametov@mail.ru

Монтаев С. А., доктор технических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, montaevs@mail.ru

Montayeva N.S., Doctor of Philosophy (PhD), **the main author**, <https://orcid.org/0000-0003-2614-1592>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir Khana 51, 090009, Kazakhstan, montayeva-n@mail.ru

Nametov A.M., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-8113-1912>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir Khana 51, 090009, Kazakhstan, anametov@mail.ru

Montayev S. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir Khana 51, 090009, Kazakhstan, montaevs@mail.ru

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПРИРОДНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ
МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ ПРОТИВ
МИКОТОКСИНОВ
PROSPECTS FOR CREATION OF NATURAL MODIFIED MINERAL SORBENTS FOR
VETERINARY MEDICINE AGAINST MYCOTOXINS**

Аннотация

В статье представлены результаты исследования по созданию природных модифицированных минеральных сорбентов на основе кремнистой породы-опоки Таскалинского месторождения Западно - Казахстанской области против микотоксинов. Установлено, что исследуемая кремнистая порода – опока отличается высокой пористостью за счет наличия микро и мезопор, что определяет их активную сорбционную способность в жидкой среде. Для повышения биоактивности тонкодисперсный порошок опоки насыщен 90% спиртовым настоем полыни рода *Artemisia austriaca* Jacq. Установлено, что в процессе насыщения спиртовым настоем полыни наблюдается увеличение истинной плотности предложенного сорбента по сравнению с аналогами, что можно объяснить тем, что жидкая фаза спиртового настоя полыни глубоко проникает микро и мезопоры исходного сорбента и переходит в химически связанную форму. Проведены исследования по определению адсорбционных свойств разработанного модифицированного сорбента в отношении наиболее распространенных сочетаний микотоксинов, встречающихся в хозяйствах Западного Казахстана (Т-2 токсин, охратоксин, зеараленон, фумонизин). Предлагаемый модифицированный сорбент обладают адсорбционными свойствами в отношении микотоксинов Т-2, охратоксина, зеараленона и фумонизина. Модифицированный сорбент - от 5,0% до 71,0% в зависимости от токсина в большей степени адсорбировал в порядке убывания Фумонизин > Зеараленон > Т-2.

Модифицированный сорбент лучше действуют при повышении РН среды с кислой до щелочной и в наивысшей концентрации ввода 3,0 -5,0%.

Внедрение в практику перспективных модифицированных сорбентов на основе натуральных природных компонентов решит проблему производства экологически безопасной и биологически полноценной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем.

ANNOTATION

The article presents the results of a study on the creation of natural modified mineral sorbents based on siliceous rock-opoka of the Taskalinsky deposit of the West Kazakhstan region against mycotoxins. It has been established that the studied siliceous rock - opoka, is characterized by high porosity due to the presence of micro and mesopores, which determines their active sorption capacity in a liquid medium. To increase bioactivity, fine opoka powder is saturated with 90% alcohol infusion of wormwood of the genus *Artemisia austriaca* Jacq. It has been established that in the process of saturation with an alcoholic infusion of wormwood, an increase in the true density of the proposed sorbent is observed in comparison with analogues, which can be explained by the fact that the liquid phase of the alcoholic infusion of wormwood deeply penetrates the micro and mesopores of the original sorbent and passes into a chemically bound form. Research has been carried out to determine the adsorption properties of the developed modified sorbent in relation to the most common combinations of mycotoxins found on farms in Western Kazakhstan (T-2 toxin, ochratoxin,

zearalenone, fumonisin). The proposed modified sorbent has adsorption properties against mycotoxins T-2, ochratoxin, zearalenone and fumonisin. The modified sorbent - from 5.0% to 71.0%, depending on the toxin, adsorbed to a greater extent in descending order Fumonisin > Zearalenone > T-2. The modified sorbent works better when the pH of the environment increases from acidic to alkaline and at the highest input concentration of 3.0 -5.0%. The introduction into practice of promising modified sorbents based on natural components will solve the problem of producing environmentally safe and biologically valuable livestock products in conditions of technogenic pollution of agroecosystems.

Ключевые слова: *модифицированный сорбент, микро и мезопоры, кремнистая порода – опока, полынь, спиртовой настой, микотоксин, энтеросорбция.*

Key words: *modified sorbent, micro and mesopores, siliceous rock – opoka, wormwood, alcohol infusion, mycotoxin, enterosorption.*

Введение. В современный период развития промышленного птицеводства за счет ввода большого количества химических соединений в рацион птицы для увеличения хозяйственных показателей, таких как повышение привесов, ускорение интенсивности роста и усвоение питательных веществ корма, а также для лечения и профилактики болезней, приводит к загрязнению получаемой продукции, что является опасным для человека при потреблении мяса птицы и яиц.

Поступая внутрь организма человека, вредные вещества вызывают нарушения обмена веществ, острые и хронические токсикозы, снижают резистентность организма и вызывают аллергические реакции [1].

Микотоксины – токсичные вторичные метаболиты, продуцируемые грибами. виды, которые обычно загрязняют основные продукты питания и корма. Одиночные специальные грибы могут продуцировать более одного микотоксина одновременно, и на одном и том же растении могут размножаться разные виды грибов. обстоятельства, приводящие к одновременному появлению двух или более микотоксинов [2].

Грибы могут проникать в организм и продуцировать микотоксины. растущих растений перед сбором урожая или во время хранения и транспортировки урожая. Наиболее опасными микотоксинами, обнаруженными в кормах для животных, являются: афатоксин В1 (AFB1), охратоксин А (ОТА), фумонизин В1 (FB1), дезокси - ниваленол (ДОН), токсины Т-2 и НТ-2 (Т-2 и НТ-2 соответственно) и зearаленон (ЗЕН) [3].

Другие микотоксины, известные как новые микотоксины, такие как боверицин (ВЕА) и энниатины (ENN), сообщается, что они присутствуют в кормах [4].

Микотоксины могут появиться в корме цепи из-за грибкового поражения посевов, а также из-за использования плесени зерно и фураж как компоненты корма для животных [5].

Мировой опыт использования антибиотиков для лечения и профилактики желудочнокишечных болезней человека и животных показал, что их продолжительное применение ведет к развитию множественной антибиотикорезистентности у микроорганизмов, образованию в организме токсичных метаболитов, снижению эффективности лечебно-профилактических мероприятий.

Загрязнение кормов патогенной микрофлорой и микотоксинами представляет серьезную угрозу как для животных, так и для человека.

Учеными [6] были определены степени риска появления микроскопических грибов, отдельных бактерий и микотоксинов из группы трихотеценов в кормах для птиц западной Польши. Результаты исследования показали, что в кормосмесях определена концентрация эргостерина (ЭРГ), являющегося специфическим количественным биомаркером содержания микроскопических грибов. Корма для выращивания и откорма характеризовались более высоким содержанием бактерий и грибов по сравнению со стартовыми кормами.

Значительные различия были обнаружены в количестве эргостерина в анализируемых кормах. Среднее содержание эргостерина в кормах составило 19,34 мг/кг. Наиболее распространенные роды грибов, обнаруженные в тестируемых кормах, включали *Aspergillus*, *Rhizopus* и *Mucor*.

Независимо от типа корма доля трихотеценов группы Б в пять раз превышала долю трихотеценов группы А по отношению к общему содержанию этих микотоксинов в пробах. По

анализируемым микотоксинам корма содержали самую высокую концентрацию дезоксиниваленола (ДОН).

Охратоксины (ОТА) продуцируются преимущественно *Aspergillus ochraceus* (A. охрацеус). Однако их могут производить и другие виды. *Aspergillus* (A. Carbonarius) и *Penicillium* (*P. verrucosum*, *P. nordicum*). С другой стороны, ОТА является мощным нефротоксином, вызывающим почечную недостаточность. токсичностью и обладает канцерогенным, тератогенным, иммунотоксичным и возможно нейротоксическими свойствами. Это связано с фатальной почечной болезнью, типичной для балканских стран (балканская эндемическая нефропатия), и классифицирован как потенциально канцерогенный для человека. Кроме того, существует обеспокоенность общественного здравоохранения в отношении переноса ОТА на продукты животного происхождения, такие как мясопродукты, сыровяленые мясные субпродукты или на съедобные ткани [7, 8].

Открытие афлатоксинов (АФ) и последующие выводы о широком распространении различных микотоксинов в кормах, вызвало о последствиях заражения микотоксинами зерна для здоровья животных и человека.

В целом условия окружающей среды, такие как высокие температуры, высокий уровень влажности и повреждение насекомыми, вызывают стресс и предрасполагают растения в полевых условиях к росту плесени и заражению микотоксинами [9].

Более того, неправильные методы сбора урожая, неправильная сушка, обработка, упаковка и условия транспортировки способствуют увеличению риска образования микотоксинов.

Экономические последствия заражения микотоксинами очень значительны, и зачастую посевы с большим количеством микотоксинов приходится уничтожать. Наиболее восприимчивыми к загрязнению микотоксинами культурами являются такие зерновые культуры, как пшеница, кукуруза, ячмень, рожь и овес [10].

Зерновые составляют основную часть ежедневного рациона животных и являются важными ингредиентами комбикормов для животных.

Сообщается, что высокий процент образцов корма загрязнен микотоксинами, и, более того, большинство из них заражены более чем одним микотоксином [11,12].

Однако было показано, что у сельскохозяйственных животных проявляются симптомы хронических микотоксикозов при контакте с кормами, загрязненными токсинами ниже нормативных уровней.

На глобальном уровне 30–100% проб продуктов питания и кормов загрязнены [13].

По данным ученых [14, 15] 72% исследованных образцов кормов содержали обнаруживаемые уровни микотоксинов, в то время как только 1–18% образцов (в зависимости от токсина) имели уровни, превышающие нормы или правила ЕС.

Кроме того, ученые изучали распространенность микотоксинов в кормах и готовых кормах во всем мире в период с 2009 по 2010 год.

Их результаты показали, что 81% из 6000 образцов дали положительный результат по крайней мере на один микотоксин, хотя во многих случаях нормативные и руководящие уровни не были превышены. Наиболее часто встречающимися микотоксинами были дезоксиниваленол (ДОН) (65%), FB (56%) и ZEN (44%), за которыми следовали AF (31%) и ОТА (27%).

Обнаружение Афлатоксинов (AF) наблюдалось в основном в образцах зерновых из регионов с тропическим или субтропическим климатом, таких как Южная Европа, Африка, Южная и Юго-Восточная Азия. Количество AFB1 часто было самым высоким в смесях AF. Хотя загрязнение ДОН наблюдалось во всем мире, более 60% положительных образцов было обнаружено в образцах (пшеница, кукуруза и ячмень) из Северной Америки, Северной и Центральной Европы и Северной Азии. Самый высокий уровень заражения ZEN (более 30% положительных проб) был обнаружен в Северной и Южной Америке, Центральной Европе, Африке, Северной и Юго-Восточной Азии [16].

Кроме того, фермеры, как правило, отмечают острые негативные последствия для продуктивности животных, такие как низкий прирост веса, репродуктивные и метаболические нарушения с последующими экономическими потерями, поскольку не все микотоксины, обнаруженные в кормах для животных, регулируются. Поэтому производителям часто

приходится устанавливать внутренние лимиты, более строгие, чем регулируемые, чтобы избежать потерь.

Для нейтрализации микотоксинов в кормах для животных были разработаны различные стратегии, включая профилактические меры до и после сбора урожая, такие как надлежащая сельскохозяйственная практика и надлежащая практика хранения.

Эти действия считаются лучшим способом борьбы с загрязнением микотоксинами; однако даже применение передовой практики не может полностью избежать или устранить микотоксины в кормовой цепи [17].

Более того, использование физических и химических методов детоксикации сельскохозяйственной продукции, загрязненной микотоксинами, ограничено из-за проблем, связанных с безопасностью, возможных потерь качества питания в сочетании с ограниченной эффективностью и финансовыми последствиями [18].

Поскольку микотоксины вызывают серьезные заболевания у сельскохозяйственных животных, Европейский союз (ЕС) одобрил использование средств, детоксицирующих микотоксины, включив новую группу кормовых добавок, определяемых как «вещества, которые могут подавлять или уменьшать всасывание, способствовать выведению микотоксинов или изменять способ их выведения».

В то же время ЕС сообщило об обзоре средств, детоксицирующих микотоксины, используемых в качестве кормовых добавок, который охватывал такие аспекты, как механизм действия, эффективность и безопасность кормов и пищевых продуктов.

С тех пор были опубликованы многочисленные исследования эффективности адсорбентов [19].

Для полноценного освоения микроэлементами организмов животных ученые предлагают метод биосорбции [20].

Достоинствами процесса биосорбции являются низкие затраты, наблюдаемые при использовании недорогих сорбентов, а сам процесс очень прост в осуществлении и аналогичен классической адсорбции или ионному обмену, с той разницей, что сорбент имеет биологическое происхождение [21].

Этот процесс может быть использован в современном животноводстве, где все больше внимания уделяется высокой биодоступности микроэлементов, содержащихся в кормах [22].

Проведенные к настоящему времени исследования показали, что биомасса растительных компонентов, таких как водоросли или соевый шрот (СШМ), после процесса биосорбции выбранными микроэлементами может быть успешно использована в питании кур-несушек, а также способствует биофортификации кормов. содержание яиц этими питательными веществами [23]. Однако большинство исследований по-прежнему сосредоточено на эффективности адсорбции конкретного микотоксина, обычно проверяемой на высоких уровнях, что, как упоминалось ранее, в реальных условиях встречается редко. В свете высокой распространенности микотоксинов в сельскохозяйственной продукции задача разработки более универсального решения для обеззараживания кормов мультитоксинами является сложной задачей.

Поэтому усиленно предпринимаются шаги в области разработки эффективных и безопасных мер по обеззараживанию и восстановлению корма, загрязненные микотоксинами, в том числе АФ и токсин Т-2.

Одной из областей, которым в последнее время уделяется большое внимание, стала использование неорганических адсорбирующих материалов в рационах домашней птицы и скота для связывания и иммобилизации микотоксинов в желудочно-кишечном тракте [24].

В работе установлено, что добавление 0,5% гидратированного алюмосиликата натрия и кальция в рационы, состоящие из кукурузы, загрязненной афлатоксином, значительно снижало вредное воздействие микотоксина на прирост живой массы и потребление корма. Гепатоцеллюлярные изменения, обычно связанные с потреблением афлатоксина, не обнаружены гистопатологически в срезах печени свиней, получавших загрязненный рацион плюс алюмосиликатный сорбент [25].

В работе отмечают, что афлатоксикоз является серьезной проблемой, связанной с птицеводством в тропиках. Авторами проведены исследования трех недорогих и доступных на местном уровне адсорбентов (активированный уголь, бентонит и фуллерова земля) для

детоксикации кормов для птиц, загрязненных афлатоксином. Bentonит оказался наиболее эффективным адсорбентом и снизил общую концентрацию афлатоксина со 120 ± 38 мкг/кг до $15 \pm 5,0$ мкг/кг.

Три обработки адсорбентом привели к увеличению веса птиц на 63–100% по сравнению с птицами, которых кормили необработанным кормом, содержащим афлатоксин.

Количество лейкоцитов в пробах крови было увеличено на 13–17% у птиц, потреблявших корм, обработанный адсорбентом, по сравнению с необработанным кормом, загрязненным афлатоксином.

Поражения печени также были заметными в печени птиц, которых кормили загрязненным, но необработанным кормом, но они были снижены в группе, которой давали корм, обработанный адсорбентом, особенно корм, обработанный бентонитом. Наконец, адсорбенты смогли снизить концентрацию афлатоксина в корме, и это положительно отразилось на общей продуктивности птиц [26].

В связи с этим возникла необходимость поиска альтернативных методов лечения животных с целью обеспечения максимального выхода безопасной продукции животноводства.

Применение энтеросорбентов – одно из перспективных направлений в профилактике и лечении желудочно-кишечных болезней разной этиологии. Использование сорбентов позволяет исключить или снизить интенсивность другой медикаментозной терапии, в том числе антибиотико- и гормонотерапии, десенсибилизирующего лечения.

Одним из основных путей решения этой проблемы является ввод в состав кормовых добавок и рацион энтеросорбентов природного происхождения.

Энтеросорбенты — вещества многообразной структуры, осуществляющие связывание экзо- и эндогенных веществ в желудочно-кишечном тракте путем адсорбции, абсорбции, ионообмена, комплексообразования.

Преимущество сорбентов по отношению к другим препаратам фармакологических групп является их опосредовательность, то есть действуют на саму причину — токсин, оказывая при этом ослабление аллергических и воспалительных реакций в организме [27,28].

Энтеросорбция, как и другие способы лечения, непрерывно совершенствуется. Тенденции в развитии этого направления зависят от технологических возможностей при создании энтеросорбентов, методов детоксикации и метаболической коррекции, экологической ситуации, особенностей кормления разных видов животных [29].

Выбор сорбента с той или иной пористой структурой позволяет влиять на избирательность сорбции тех или иных токсинов и предопределяет его терапевтический эффект. Например, при острых отравлениях эффективны микропористые сорбенты, в то же время терапия эндотоксикозов, аутоиммунных заболеваний должна быть ориентирована на сорбенты с мезо- и макропористой структурой.

Необходимо отметить, что на ветеринарном фармацевтическом рынке Казахстана отсутствуют энтеросорбенты пролонгированного и биоспецифического действия. Это связано со сложностью их производства и высокой стоимостью.

Поэтому целью настоящей работы является создания отечественного минерального сорбента против микотоксинов на основе природного сырья Западного Казахстана.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования были использованы кремнистые породы – опоки Таскалинского месторождения и полыни рода *Artemisia. austriaca* Jacq.

Кремнистая порода – опока представляет собой горная порода светло серого цвета с желтоватым оттенком с пористой структурой. Анализ макроструктуры показали, что опока состоит из частиц преимущественно аморфного кремнезема составляющего сцементированного тонкодисперсными пористыми частицами. Кроме того имеются глинистые частицы и органические остатки. Под микроскопом они представлены в виде частиц темного цвета. Средняя плотность опоки составляет $1,32 \text{ г/см}^3$, обладает естественной пористостью (43,8 %) и сорбционной активностью.

Общая оценка пористости характеризуется суммарным объемом пор сорбента. Принимая во внимание, что пористость адсорбентов обусловлена наличием пор с радиусами различных размеров.

Микро- и переходные поры играют основную роль в процессе сорбции, определяя техническую ценность сорбентов и их применимость. Характер пористой структуры адсорбентов определяет величину их удельной поверхности, которая характеризует количество адсорбируемого вещества, а также служит для вычисления величин адсорбции, работы и теплоты адсорбции и смачивания, отнесенных к единице поверхности [30].

В связи с этим изучение морфологии поверхности и пористой структуры сорбента на основе опои является особенно актуальным для прогнозирования эффективности их практического использования.

Морфологию поверхности сорбента оценивали по микрофотографиям, полученным на сканирующем электронном микроскопе марки JSM – IT 200 .

Первоочередное применение электронной микроскопии объясняется тем, что они позволяют анализировать макропористые структуры в интервале размеров пор недоступном для исследования другими методами.

Электронная микроскопия незаменима при изучении макропор для выявления общего характера, обоснованного моделирования структуры и объяснения результатов других методов порометрии.

При проведении исследования для определения пористости, макро- и мезопор использовали ртутный порозиметр PoreMaster 60. Ртутный порозиметр определяет макропоры, микропоры, мезопоры, общий объем пор и удельную площадь поверхности в зависимости от приложенного давления по измерениям интрузии/экструзии ртути. Диапазон определяемых размеров пор 0,0064...950 мкм.

Ртутная порометрия, основанная на капиллярных явлениях, использована для изучения распределения пор опои по размерам вдавливанием ртути в поры. Жидкая ртуть не смачивает исследуемый материал и практически не взаимодействует с ними. Каждому давлению соответствует определённый объем ртути, вдавленной в поры определённого радиуса. Повышая давление, и одновременно измеряя объем ртути, вдавленной в поры, можно построить интегральную кривую распределения удельного объема пор по их диаметрам, определить пористость и удельную поверхность.

Для изучения витаминно-минерального состава полыни рода *Artemisia. austriaca* Jacq использовали метода капиллярного электрофореза с помощью прибора «Капель103P» с программным обеспечением «МультиХром для Windows».

Погрешность измерения прибора $\pm\delta$ для калия (K) составляет 8%, а для кальция (Ca), магния (Mg) и натрия (Na) – 10%. За основу проведения исследований была взята стандартизированная методика выполнения измерений массовых концентраций катионов в воде, включающая следующие стадии: отбор проб, подготовку проб, градуировку прибора, проведение измерений, обработку результатов. Отбор проб осуществляли по стандартной методике.

Для пробоподготовки отобранных образцов анализируемого растительного сырья использовали метод сухого озоления. С этой целью отобранные пробы полыни измельчали, отбирали навески требуемой массы, помещали в тигли и на электроплитке осторожно проводили обугливание, не допуская сильного дымления.

Концентрацию микотоксинов в кормах определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА). При этом в пробирки с пробами комбикорма (с заведомо известным сочетанием микотоксинов), добавляли определенное количество испытуемого разработанного сорбента (до 5 %) и доводили pH среды до 2 (кислая) и 8 (щелочная) с целью определения сорбционных свойств модифицированного сорбента при значительных колебаниях pH среды.

Результаты исследования. Для создания сорбента использовали полынь рода *Artemisia. austriaca* Jacq с завершённым вегетационным периодом. Полный завершённый вегетационный период полыни горькой (созревший полынь) наступает после первых заморозков.

После первых заморозков полынь горькая высыхает в естественных природных условиях. При этом доказано, что полезные вещества у полыни горькой с полным вегетационным периодом выше 1,5 – 2 раза, чем у полыни не с законченным вегетационным периодом.

В таблице 1 представлены витаминно-минеральный состав содержащихся в 100 граммах полыни

Таблица 1 – Витаминно-минеральный состав полыни рода *Artemisia. austriaca* Jacq

| Содержание основных веществ | Единица измерения, г | Название минералов | Единица измерения, мг | Название витаминов | Единица измерения, мг |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| Вода | 6,12 | Калий | 2740 | Витамин С | 45 |
| Белки | 19,4 | Кальций | 1013 | Витамин РР | 8,12 |
| Жиры | 5,12 | Магний | 248 | Витамин В6 | 2,13 |
| Углеводы | 46,1 | Фосфор | 274 | Витамин В2 | 1,18 |
| Пищевые волокна | 5,9 | Натрий | 56 | Витамин В9 | 0,23 |
| Насыщенные жирные кислоты | 1,1 | Железо | 28,9 | Витамин В1 | 0,22 |
| Калорийность, ккал | 278 | Цинк | 2,7 | Витамин А | 0,19 |

Кроме того полынь содержит гликозиды, эфирное масло, дубильные вещества, аскорбиновую кислоту, каротин, органические кислоты, флавоноиды, полисахариды, алкалоиды, фенолкарбоновые кислоты, сесквитерпеновые лактоны.

В медицине его применяют как повышающее аппетит, улучшающее пищеварение, противогрибковое, антимикробное, противосудорожное, мочегонное, противовоспалительное, ранозаживляющее, ветрогонное, успокоительное средство.

Использование высушенной полыни горькой исключает процесс специальной сушки в процессе приготовления сорбента.

Для приготовления модифицированного минерального сорбента кремнистая порода – опока сначала подвергались к сушке при температуре 90,0 – 95,0 °С в сушильном шкафу до остаточной влажности 5,0 – 7,0%. Затем высушенные пробы опоки подвергались предварительному дроблению с помощью лабораторной щековой дробилки до получения фракции 1,0 – 3,5 мм. Дробленные пробы опоки подвергались помолу в фарфоровой шаровой мельнице до получения тонкодисперсного порошка с удельной поверхностью 1500 – 2000 г/см². Полученный тонкодисперсный порошок подвергались термообработке без предварительной сушки при температуре 400 – 500 °С в электрической печи со скоростью подъема температуры 150 °С в час и охлаждались до комнатной температуры в отключенной печи.

Термообработанный тонкодисперсный порошок насыщался спиртовым настоем полыни рода *Artemisia. austriaca* Jacq в стеклянной посуде в течение не менее 12 часов до полного насыщения. При этом приготовление спиртового настоя осуществляется путем измельчения созревшей высушенной полыни до фракции 2-2,5 см и настаивался в стеклянной посуде в течение не менее 24 часов путем добавления 90% -го спирта в соотношении полынь : спирт 1:3, затем насыщенные тонкодисперсные порошки подвергались естественной сушке в проветриваемом помещении защищенных от солнечных лучей до остаточной влажности 7-8% с последующей фасовкой в герметичную тару.

Сорбционные свойства сорбента на основе природных силикатных материалов зависят от удельной поверхности, общего объема пор и истинной плотности. Совместный помол в фарфоровой шаровой мельнице позволяет получить чистые порошки без примеси с высокой удельной поверхностью (1500 – 2000 г/см²). На этом этапе происходит механоактивация сырьевых смесей с некоторым разрушением кристаллических решеток силикатной системы, что повышает реакционную способность с жидкой средой.

В процессе обжига при температуре 400-500 °С. происходит удаление свободной и химической связанной воды, а также полностью выгорает органические составляющие, содержащиеся в опоке. Кроме того тонкодисперсные частицы подвергается частичному спеканию и процессу аморфизации. В результате на данном этапе значительно увеличивается пористость тонкодисперсного порошка, что дополнительно усиливает сорбционную способность предлагаемого сорбента (рис. 1).

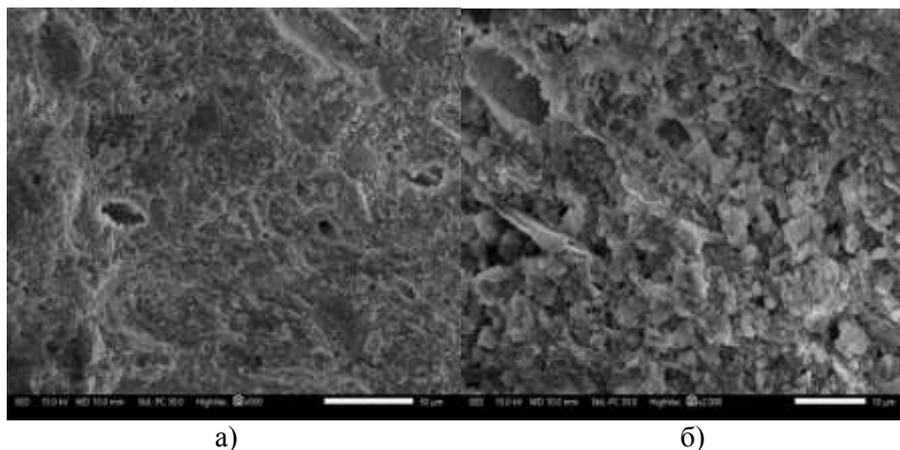


Рисунок 1 – Пористая структура кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения:
а – увеличение $x - 500$, б – увеличение $x - 2000$ (сканирующий электронный микроскоп JSM – IT 200)

Для сравнительного анализа представляем сорбционные свойства наиболее близкого аналога [31].

Итоги определения удельной поверхности, размера пор и истинной плотности прототипа и сорбента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Текстурные характеристики предлагаемого сорбента и прототипа

| Наименование образцов | Удельная поверхность, m^2/g | Общий объем пор, cm^3/g | Истинная плотность, g/cm^3 |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Предлагаемый модифицированный сорбент | 88,2 - 141,6 | 0,30 - 0,42 | 2,64 – 2,68 |
| Наиболее близкий аналог | 73,57 - 118 | 0,20 - 0,28 | 2,20 - 2,24 |

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что предельные величины удельной поверхности предложенного сорбента имеют больший диапазон по сравнению с величинами удельной поверхности наиболее близкого аналога. Повышена почти в полтора раза величина общего объема пор. Кроме того удельная поверхность предлагаемого модифицированного сорбента выше на 1,2 раза по сравнению с аналогом. Следует отметить, что в процессе насыщения спиртовым настоем полыни наблюдается увеличение истинной плотности предложенного сорбента по сравнению с прототипом, что можно объяснить тем, что жидкая фаза спиртового настоя полыни глубоко проникает микро и мезопоры исходного сорбента и переходит в химически связанную форму.

В результате истинная плотность модифицированного сорбента выше на 1,2 раза по сравнению с аналогом. Этот процесс положительно влияет усиление терапевтического эффекта модифицированного сорбента, так как основная часть полезных веществ полыни прочно сохраняются в их высокопористой структуре.

В следующей серии экспериментов на базе Западно – Казахстанского филиала Республиканской ветеринарной лабораторий проводили исследования по определению адсорбционных свойств разработанного модифицированного сорбента в отношении наиболее распространенных сочетаний микотоксинов, встречающихся в хозяйствах Западного Казахстана (Т-2 токсин, охратоксин, зеараленон, фумонизин). Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сорбционная активность модифицированного сорбента

| Наименование токсинов | Содержание токсинов в исходном материале | 1,0 % (PH 8) | 2,0 % (PH 8) | 3,0 % (PH 8) | 5,0 % (PH8), | 3,0 % (PH 2) | 5,0 % (PH 2) |
|-----------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Т-2 | 65,2 мкг/кг | 59,9 | 50,7 | 50,2 | 23,4 | 61,9 | 59,3 |
| | | 8% | 18% | 23% | 64% | 5% | 9% |
| Охратоксин | 39,3 мкг/кг | 33,4 | 31,4 | 31,0 | 26,7 | 35,7 | 34,9 |
| | | 15% | 19% | 21% | 32% | 9% | 11% |
| Зеараленон | 71.3 мкг/кг | 64,1 | 54,9 | 42,1 | 24,2 | 67,0 | 65,5 |
| | | 10% | 23% | 41% | 66% | 6% | 8% |
| Фумонизин | 2.123 мкг/кг | 1,825 | 1,549 | 1,316 | 0,615 | 1,762 | 1,677 |
| | | 14% | 27% | 38% | 71% | 17% | 21% |

Примечание: верхняя цифра в столбце — концентрация микотоксина после адсорбции; нижняя цифра - процент поглощения микотоксина.

Результаты исследований показывают, что в предельно кислой среде (PH = 2) сорбционная активность препаратов достаточно низкая и составляет от 5 до 21%. Однако с увеличением PH среды до средне-щелочной, данные показатели резко возрастают. Причем, в увеличении сорбционной активности большую роль играет концентрация сорбента. Так, наиболее выраженные скачки отмечаются при повышении количества с 1,0 до 2,0% и с 3,0 до 5,0% .

Таким образом, отмечаем, что предлагаемый модифицированный сорбент обладают адсорбционными свойствами в отношении микотоксинов Т-2, охратоксина, зеараленона и фумонизина. Модифицированный сорбент - от 5,0% до 71,0% в зависимости от токсина в большей степени адсорбировал в порядке убывания Фумонизин > Зеараленон > Т-2;

Модифицированный сорбент лучше действуют при повышении PH среды с кислой до щелочной и в наивысшей концентрации ввода 3,0 -5,0%.

Предлагаемый модифицированный сорбент рекомендуется применять как ветеринарный препарат лечебно-профилактического действия при желудочно-кишечных заболеваниях неинфекционной этиологии, анемии, коррекции минерального обмена и смешанных микотоксикозах.

Заключение. Установлено, что исследуемая кремнистая порода – опока отличается высокой пористостью за счет наличия микро и мезопор, что определяет их активную сорбционную способность в жидкой среде. Для повышения биоактивности тонкодисперсный порошок опоки насыщен 90% спиртовым настоем полыни рода *Artemisia. austriaca* Jacq. Установлено, что в процессе насыщения спиртовым настоем полыни наблюдается увеличение истинной плотности предложенного сорбента по сравнению с аналогами, что можно объяснить тем, что жидкая фаза спиртового настоя полыни глубоко проникает микро и мезопоры исходного сорбента и переходит в химически связанную форму. Проведены исследования по определению адсорбционных свойств разработанного модифицированного сорбента в отношении наиболее распространенных сочетаний микотоксинов, встречающихся в хозяйствах Западного Казахстана (Т-2 токсин, охратоксин, зеараленон, фумонизин). Предлагаемый модифицированный сорбент обладают адсорбционными свойствами в отношении микотоксинов Т-2, охратоксина, зеараленона и фумонизина. Модифицированный сорбент - от 5,0% до 71,0% в зависимости от токсина в большей степени адсорбировал в порядке убывания Фумонизин > Зеараленон > Т-2;

Модифицированный сорбент лучше действуют при повышении PH среды с кислой до щелочной и в наивысшей концентрации ввода 3,0 -5,0%.

Таким образом, применение данного препарата позволит снизить всасывание бактериальных токсинов, а также продуктов гнилостного распада содержимого кишечника, что в значительной мере ускорит процесс выздоровления больных животных. Кроме того снижает их заболеваемость, нормализует и оптимизирует иммуно - биохимический статус и интенсифицирует обменные процессы.

Предлагаемый модифицированный сорбент рекомендуется применять как ветеринарный препарат лечебно-профилактического действия при желудочно-кишечных заболеваниях неинфекционной этиологии, анемии, коррекции минерального обмена и смешанных микотоксикозах.

Внедрение в практику перспективных модифицированных сорбентов на основе натуральных природных компонентов решит проблему производства экологически безопасной и биологически полноценной продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мигина, Е. И. Применение энтеросорбентов в ветеринарии . [Текст] / Е. И. Мигина // Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 21 (125). — С. 291-295. — URL: <https://moluch.ru/archive/125/34800/> (дата обращения: 23.04.2024).
- 2 Feijo Correa, J.A. Toxicological effects of fumonisin B1 in combination with other Fusarium toxins. [Text] / J.A. Feijo Correa // Food Chem. Toxicol. 121, 483–494. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.09.043>.
- 3 Marin, S., Ramos, A.J., Cano-Sancho, G., Sanchis, V., 2013. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. Food Chem. Toxicol. 60, 218–237. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.047>.
- 4 Tolosa, J. Mycotoxin incidence in some fish products: quechers methodology and liquid chromatography linear ion trap tandem mass spectrometry approach. [Text] / J. Tolosa// Molecules 24, 527. <https://doi.org/10.3390/molecules24030527>.
- 5 Rodríguez-Blanco, M. Usefulness of the analytical control of aflatoxins in feedstuffs for dairy cows for the prevention of aflatoxin M 1 in milk. [Text] / M. Rodríguez-Blanco// Mycotoxin Res. 36, 11–22. <https://doi.org/10.1007/s12550-019-00362-y>.
- 6 Cegielska-Radziejewska, R. Microflora and mycotoxin contamination in poultry feed mixtures from western Poland [Text] / R. Cegielska-Radziejewska // Annals of Agricultural and Environmental Medicine, Volume 20, Issue 1, 2013, Pages 30-35
- 7 Persi, N. Ochratoxin A in raw materials and cooked meat products made from OTA-treated pigs. [Text] / N. Persi // Meat Sci. 96 (1), 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.005>.
- 8 Sanchez-Montero, L. Effects of environmental conditions and substrate on growth and ochratoxin A production by *Penicillium verrucosum* and *Penicillium nordicum*: relative risk assessment of OTA in dry-cured meat products. [Text] / L. Sanchez-Montero // Food Res. Int. 121, 604–611. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.025>.
- 9 Medina, A. Climate change factors and *Aspergillus favus*: effects on gene expression, growth and aflatoxin production. [Text] / A. Medina // World Mycotoxin J. 8, 171–179. <https://doi.org/10.3920/WMJ2014.1726>.
- 10 Rodríguez-Carrasco, Y. Exposure estimates to Fusarium mycotoxins through cereals intake. [Text] / Y. Rodríguez-Carrasco, Chemosphere 93, 2297–2303. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.086>.
- 11 Kosicki, R. Multiannual mycotoxin survey in feed materials and feedingstuffs. [Text] / R. Kosicki Anim. Feed Sci. Technol. 215, 165–180. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.012>.
- 12 Streit, E. Current Situation of mycotoxin contamination and Co-occurrence in animal feed-focus on Europe. [Text] / E. Streit// Toxins 4, 788–809. <https://doi.org/10.3390/toxins4100788>.
- 13 Pinotti, L., Ottoboni, M., Giromini, C., Dell’Orto, V., Cheli, F., 2016. Mycotoxin contamination in the EU feed supply chain: a focus on cereal Byproducts. [Text] / Pinotti, L. // Toxins 8, 45. <https://doi.org/10.3390/toxins8020045>.
- 14 Streit, E. Mycotoxin occurrence in feed and feed raw materials worldwide: long-term analysis with special focus on Europe and Asia. [Text] / E. J. Streit // Sci. Food Agric. 93, 2892–2899. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6225>.

- 15 Streit, E. Current Situation of mycotoxin contamination and Co-occurrence in animal feed-focus on Europe. [Text] / E. Streit // *Toxins* 4, 788–809. <https://doi.org/10.3390/toxins4100788>.
16. Rodrigues, I. Prevalence of mycotoxins in feedstuffs and feed surveyed worldwide in 2009 and 2010. *Phytopatol.* [Text] / I. Rodrigues // *Mediterr.* 51, 175–192. <https://www.jstor.org/stable/43872365>
- 17 De Oliveira, C.P. Afatoxin M1 occurrence in ultra-high temperature (UHT) treated fluid milk from Minas Gerais [Text] /C.P. De Oliveira // *Brazil. Food Control* 30, 90–92. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.07.026>.
- 18 Krízova, L. Feedborne mycotoxins beauvericin and enniatins and livestock animals. [Text] L. Krízova // *Toxins* 13, 32. <https://doi.org/10.3390/toxins13010032>.
- 19 Magnoli, A. P. Chiacchiera Effect of low levels of aflatoxin B1 on performance, biochemical parameters, and aflatoxin B1 in broiler liver tissues in the presence of monensin and sodium bentonite. [Text] /A. P. Magnoli // *Poultry Science*, Volume 90, Issue 1, January 1, 2011, pages 48-58
- 20 Damian, K. Fermented rapeseed meal subjected to a biosorption process: A potential new feed additive with microelements for laying hens [Text] / K. Damian // *Animal Feed Science and Technology* Volume 308, February 2024, 115855
- 21 Katarzyna Ch. Biosorption and bioaccumulation – the prospects for practical applications [Text] / Ch. Katarzyna // *Environment International* Volume 36, Issue 3, April 2010, Pages 299-307
- 22 Z. Witkowska, K. Soybean meal enriched with microelements by biosorption – A new biological feed supplement for laying hens. Part I. Performance and egg traits [Text] / Z. Witkowska // *Food Chemistry* Volume 151, 15 May 2014, Pages 86-92
- 23 Agnieszka, S. Biomass of *Spirulina maxima* enriched by biosorption process as a new feed supplement for laying hens [Text] / S. Agnieszka // *Algal Research* Volume 19, November 2016, Pages 342-347
- 24 Bailey, R.H. Efficacy of various inorganic sorbents to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens [Text] / R.H. Bailey // *Poultry Science* Volume 77, Issue 11, 1 November 1998, Pages 1623-1630
- 25 Colvin, B.M. Effect of high affinity aluminosilicate sorbent on prevention of aflatoxicosis in growing pigs [Text] / B.M. Colvin // *Veterinary and Human Toxicology*, Volume 31, Issue 1, 1989, Pages 46-48
- 26 Anthony, C. Detoxification of Aflatoxin-Contaminated Poultry Feeds by 3 Adsorbents, Bentonite, Activated Charcoal, and Fuller’s Earth [Text] / Anthony, C. // *Journal of Applied Poultry Research* Volume 27, Issue 4, 1 December 2018, Pages 461-471
- 27 Мачнева, Н. Л. Использование пробиотической кормовой добавки в птицеводстве/ А. Н. Гнеуш, К. П. Федоренко, Д. В. Гавриленко, Е. И. Мигина [Текст] / Н. Л. Мачнева // *Молодой ученый*. –2015. –№ 13. –С. 249–252
- 28 Мачнева, Н. Л. Эффективность использования функциональной кормовой добавки в перепеловодстве [Текст] / Н. Л. Мачнева //А. Н. Гнеуш, Е. И. Мигина, К. П. Федоренко, Д.В. Гавриленко//*Молодой ученый*. –2015. С№ 13. –С. 246–249.
- 29 Кузнецов, А.Ф. Энтеросорбция как метод эфферентной терапии в ветеринарной медицине [Электронный ресурс] / А.Ф. Кузнецов [и др.] // URL: <http://www.invetbio.spb.ru/journal/articles/n6x4.html> (Дата обращения 25.03.2016).
- 30 Lin, S.H. Heavy metal removal from water by sorption using surfactant-modified montmorillonite [Text] / Lin, S.H. *Journal of Hazardous Materials*, 92, 3, Pp. 315-326.
- 31 Патент РФ № 2 471 549 заявл. 04.04.2011. Оpubл. 10.01.2013 Бюл. № 1

REFERENCES

- 1 Migina, E. I. Primenenie enterosorbentov v veterinarii . [Tekst] / E. I. Migina // *Tekst : neposredstvennyj* // *Molodoj uchenyj*. — 2016. — № 21 (125). — S. 291-295. — URL: <https://moluch.ru/archive/125/34800/> (data obrashcheniya: 23.04.2024).
- 2 Feijo Correa, J.A. Toxicological effects of fumonisin B1 in combination with other Fusarium toxins. [Text] / J.A. Feijo Correa // *Food Chem. Toxicol.* 121, 483–494. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.09.043>.
- 3 Marin, S., Ramos, A.J., Cano-Sancho, G., Sanchis, V., 2013. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food Chem. Toxicol.* 60, 218–237. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.047>.

- 4 Tolosa, J. Mycotoxin incidence in some fish products: quechers methodology and liquid chromatography linear ion trap tandem mass spectrometry approach. [Text] / J. Tolosa // *Molecules* 24, 527. <https://doi.org/10.3390/molecules24030527>.
- 5 Rodríguez-Blanco, M. Usefulness of the analytical control of aflatoxins in feedstuffs for dairy cows for the prevention of aflatoxin M1 in milk. [Text] / M. Rodríguez-Blanco // *Mycotoxin Res.* 36, 11–22. <https://doi.org/10.1007/s12550-019-00362-y>.
- 6 Cegielska-Radziejewska, R. Microflora and mycotoxin contamination in poultry feed mixtures from western Poland [Text] / R. Cegielska-Radziejewska // *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, Volume 20, Issue 1, 2013, Pages 30-35
- 7 Persi, N. Ochratoxin A in raw materials and cooked meat products made from OTA-treated pigs. [Text] / N. Persi // *Meat Sci.* 96 (1), 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.005>.
- 8 Sanchez-Montero, L. Effects of environmental conditions and substrate on growth and ochratoxin A production by *Penicillium verrucosum* and *Penicillium nordicum*: relative risk assessment of OTA in dry-cured meat products. [Text] / L. Sanchez-Montero // *Food Res. Int.* 121, 604–611. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.025>.
- 9 Medina, A. Climate change factors and *Aspergillus favus*: effects on gene expression, growth and aflatoxin production. [Text] / A. Medina // *World Mycotoxin J.* 8, 171–179. <https://doi.org/10.3920/WMJ2014.1726>.
- 10 Rodríguez-Carrasco, Y. Exposure estimates to *Fusarium* mycotoxins through cereals intake. [Text] / Y. Rodríguez-Carrasco, *Chemosphere* 93, 2297–2303. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.086>.
- 11 Kosicki, R. Multiannual mycotoxin survey in feed materials and feedingstuffs. [Text] / R. Kosicki *Anim. Feed Sci. Technol.* 215, 165–180. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.012>.
- 12 Streit, E. Current Situation of mycotoxin contamination and Co-occurrence in animal feed-focus on Europe. [Text] / E. Streit // *Toxins* 4, 788–809. <https://doi.org/10.3390/toxins4100788>.
13. Pinotti, L., Ottoboni, M., Giromini, C., Dell’Orto, V., Cheli, F., 2016. Mycotoxin contamination in the EU feed supply chain: a focus on cereal Byproducts. [Text] / Pinotti, L. // *Toxins* 8, 45. <https://doi.org/10.3390/toxins8020045>.
- 14 Streit, E. Mycotoxin occurrence in feed and feed raw materials worldwide: long-term analysis with special focus on Europe and Asia. [Text] / E. J. Streit // *Sci. Food Agric.* 93, 2892–2899. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6225>.
- 15 Streit, E. Current Situation of mycotoxin contamination and Co-occurrence in animal feed-focus on Europe. [Text] / E. Streit // *Toxins* 4, 788–809. <https://doi.org/10.3390/toxins4100788>.
16. Rodrigues, I. Prevalence of mycotoxins in feedstuffs and feed surveyed worldwide in 2009 and 2010. *Phytopatol.* [Text] / I. Rodrigues // *Mediterr.* 51, 175–192. <https://www.jstor.org/stable/43872365>
- 17 De Oliveira, C.P. Aflatoxin M1 occurrence in ultra-high temperature (UHT) treated fluid milk from Minas Gerais [Text] / C.P. De Oliveira // *Brazil. Food Control* 30, 90–92. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.07.026>.
- 18 Krízova, L. Feedborne mycotoxins beauvericin and enniatins and livestock animals. [Text] / L. Krízova // *Toxins* 13, 32. <https://doi.org/10.3390/toxins13010032>.
- 19 Magnoli, A. P. Chiacchiera Effect of low levels of aflatoxin B1 on performance, biochemical parameters, and aflatoxin B1 in broiler liver tissues in the presence of monensin and sodium bentonite. [Text] / A. P. Magnoli // *Poultry Science*, Volume 90, Issue 1, January 1, 2011, pages 48-58
- 20 Damian, K. Fermented rapeseed meal subjected to a biosorption process: A potential new feed additive with microelements for laying hens [Text] / K. Damian // *Animal Feed Science and Technology* Volume 308, February 2024, 115855
- 21 Katarzyna Ch. Biosorption and bioaccumulation – the prospects for practical applications [Text] / Ch. Katarzyna // *Environment International* Volume 36, Issue 3, April 2010, Pages 299-307
- 22 Z. Witkowska, K. Soybean meal enriched with microelements by biosorption – A new biological feed supplement for laying hens. Part I. Performance and egg traits [Text] / Z. Witkowska // *Food Chemistry* Volume 151, 15 May 2014, Pages 86-92
- 23 Agnieszka, S. Biomass of *Spirulina maxima* enriched by biosorption process as a new feed supplement for laying hens [Text] / S. Agnieszka // *Algal Research* Volume 19, November 2016, Pages 342-347

24 Bailey, R.H. Efficacy of various inorganic sorbents to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens [Text] / R.H. Bailey // Poultry Science Volume 77, Issue 11, 1 November 1998, Pages 1623-1630

25 Colvin, B.M. Effect of high affinity aluminosilicate sorbent on prevention of aflatoxicosis in growing pigs [Text] / B.M. Colvin // Veterinary and Human Toxicology, Volume 31, Issue 1, 1989, Pages 46-48

26 Anthony, C. Detoxification of Aflatoxin-Contaminated Poultry Feeds by 3 Adsorbents, Bentonite, Activated Charcoal, and Fuller's Earth [Text] / Anthony, C. // Journal of Applied Poultry Research Volume 27, Issue 4, 1 December 2018, Pages 461-471

27 Machneva, N. L. Ispol'zovanie probioticheskoy kormovoj dobavki v pticevodstve/ A.N. Gneush, K. P Fedorenko, D. V Gavrilenko, E. I Migina [Tekst] / N. L. Machneva //Molodoy uchenyj_. –2015. –№ 13. –S. 249–252

28 Machneva, N. L. Effektivnost' ispol'zovaniya funkcional'noj kormovoj dobavki v perepelovodstve [Tekst] / N. L. Machneva //A. N. Gneush, E. I. Migina, K. P. Fedorenko, D.V. Gavrilenko//Molodoy uchenyj_. –2015. S№ 13. –S. 246–249.

29 Kuznecov, A.F. Enterosorbciya kak metod efferentnoj terapii v veterinarnoj medicine [Elektronnyj resurs] / A.F. Kuznecov [i dr.] // URL: <http://www.invetbio.spb.ru/journal/articles/n6x4.html> (Data obrashcheniya 25.03.2016).

30 Lin, S.H. Heavy metal removal from water by sorption using surfactant-modified montmorillonite [Text] / Lin, S.H. Journal of Hazardous Materials, 92, 3, Rr. 315-326.

31 Patent RF № 2 471 549 zayavl. 04.04.2011. Opubl. 10.01.2013 Byul. № 1

ТҮЙІН

Мақалада микотоксиндерге қарсы Батыс Қазақстан облысы Тасқала кен орнының кремнийлі жыныс-опока негізінде табиғи модификацияланған минералды сорбенттерді жасау бойынша зерттеу нәтижелері берілген. Зерттелетін кремнийлі тау жынысы опоканың сұйық ортада белсенді сорбциялық қабілетін анықтайтын микро және мезокеуектерінің болуына байланысты жоғары кеуектілігімен сипатталатыны анықталды. Биобелсенділігін арттыру үшін опоканың ұнтағын *Artemisia* тұқымдас жусанның 90% спирттік тұнбасымен қанықтырады. Жусанның алкогольдік тұнбасымен қанықтыру процесінде аналогтармен салыстырғанда ұсынылған сорбенттің шынайы тығыздығының жоғарылауы байқалатыны анықталды. Жусан бастапқы сорбенттің микро және мезокеуектеріне терең еніп, химиялық байланысқан түрге өтеді. Батыс Қазақстанның шаруашылықтарында кездесетін микотоксиндердің (Т-2 токсин, охратоксин, зеараленон, фумонизин) жиі кездесетін комбинацияларына қатысты әзірленген модификацияланған сорбенттің адсорбциялық қасиеттерін анықтау мақсатында зерттеулер жүргізілді. Ұсынылған модификацияланған сорбент микотоксиндер Т-2, охратоксин, зеараленон және фумонизинге қатысты адсорбциялық қасиетке ие. Модификацияланған сорбент – 5,0%-дан 71,0%-ға дейін, токсинге байланысты, Фумонизин > Зеараленон > Т-2 кему ретімен үлкен дәрежеде адсорбцияланады. Модификацияланған сорбент қоршаған ортаның рН қышқылдан сілтілігіе дейін жоғарылағанда және ең жоғары қоспа концентрациясы 3,0 -5,0% болғанда жақсы нәтиже береді. Табиғи компоненттер негізіндегі перспективті модификацияланған сорбенттерді тәжірибеге енгізу агроэкожүйелердің техногендік ластануы жағдайында экологиялық қауіпсіз және биологиялық құнды мал шаруашылығы өнімдерін өндіру мәселесін шешеді.

UDC 619:616.34

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-1-205-213

IRSTI 68.41.35

Boranbayeva T.K., PhD, Senior Lecturer, Department of Technology and food safety, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-1159-1200>

«Kazakh National Agrarian Research University», Kazakhstan, 050000, Almaty, Abay Avenue 8, togzhan.boranbayeva@kaznaru.edu.kz

Sansizbay A.R., Doctor of Veterinary sciences, Professor of Department of Biological Safety, Faculty of Veterinary, <https://orcid.org/0000-0001-8154-4672>