

Физико-химические и фармаколого-токсикологические свойства адсорбентов, полученных из цеолитсодержащих горных пород

Шапиев Б.И.¹,
Алиев А.А.^{1,2},
Магомедов М.М.¹,
Шапиева К.Б.³

¹ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала;
²ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова», Махачкала;
³ГБУ РД «Республиканский центр охраны здоровья подростков и студенческой молодежи» Минздрава Республики Дагестан, Махачкала



Цель исследования: определение химического состава, физических и адсорбционных свойств образцов природных цеолитов Левашинского месторождения.

Материал и методы. Для изучения токсикологических свойств исследуемых образцов, проведены опыты на белых мышах.

Результаты качественного и количественного исследования фазового состава цеолитсодержащих горных пород показывают, что более 98% от общей массы исследованного без предварительной физической и химической обработки образца цеолита составляют следующие фазы: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 . Все перечисленные фазы в мелкодисперсном состоянии имеют большую суммарную поверхность и обладают ярко выраженными адсорбционными свойствами, высокой кинетикой и большой адсорбционной емкостью. Практически все перечисленные фазы применяются в различных отраслях народного хозяйства для адсорбционного разделения веществ, очистки различных сред от примесей и токсикантов, в том числе в медицине и ветеринарии.

Заключение. При однократном введении в желудок белым мышам различных массовых доз цеолита не наблюдалось видимых изменений в общем состоянии и поведении мышей как в дни непосредственного введения, так и в последующие дни. Визуально не обнаружено признаков острого отравления. Из-за низкой токсичности исследуемых образцов цеолитов не определены их среднесмертельные дозы (LD50).

Для цитирования: Шапиев Б.И., Алиев А.А., Магомедов М.М., Шапиева К.Б. Физико-химические и фармаколого-токсикологические свойства адсорбентов, полученных из цеолитсодержащих горных пород. Экологическая медицина 2019;2(2):112-120. doi: 10.34662/2587-6988.2019.2.2.112-120.

Для корреспонденции: Шапиев Бамматгерей Исламгереевич, кандидат химических наук, Научно-исследовательский институт экологической медицины ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, 367000, Махачкала; e-mail: bammatsh@mail.ru,

Ключевые слова: цеолиты, химический состав, Левашинское месторождение, кинетика процесса, адсорбционная емкость, энтеросорбенты, фармаколого-токсикологические свойства

Physico-chemical and pharmacological-toxicological properties of adsorbents obtained from zeolite-containing rocks

Shapiev B.I.¹,
Aliev A.A.^{1,2},
Magomedov M.M.¹,
Shapieva K.B.³

¹ Dagestan State Medical University, Russia, Makhachkala.

² Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova, Makhachkala.

³ Republican Center for Adolescent and Student Health, Ministry of Health of Dagestan, Makhachkala

Objective: Physicochemical studies of natural zeolites of the Levashinskoye deposit were carried out in order to determine their chemical composition, physical and adsorption properties

Material and methods. To study the toxicological properties, experiments were carried out on white mice.

Results. of the qualitative and quantitative phase composition of celite-containing rocks show that more than 98% of the total mass studied without preliminary physical and chemical treatment of a zeolite sample consists of the following phases: SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, Fe₂O₃. All of these phases in a finely dispersed state have a large total surface and have pronounced adsorption properties, high kinetics, and large adsorption capacity. Almost all of these phases are used in various sectors of the national economy for adsorption separation of substances, purification of various media from impurities and toxicants, including in medicine and veterinary medicine.

Conclusion. With a single introduction into the stomach of white mice of various mass doses of zeolite, no visible changes were observed in the general condition and behavior of the mice, both on the days of direct administration and on the following days. Visually, there were no signs of acute poisoning. Due to the low toxicity of the studied zeolite samples, the average lethal doses (LD₅₀) have not been determined.

Keywords: zeolites, chemical composition of zeolite-containing rocks, physical and adsorption properties, Levashinskoe deposit, process kinetics, adsorption capacity of ground adsorbent, enterosorbents, pharmacological and toxicological properties

For correspondence: Bammaterrey I. Shapiev, Candidate of Chemical Sciences, Research Institute of Environmental Medicine, Dagestan State Medical University, Russia, Makhachkala, e-mail: bammash@mail.ru

В природе широко распространены различные минеральные и органические материалы, обладающие хорошими адсорбционными свойствами. Окружающая среда с их помощью нейтрализует негативное воздействие множества загрязняющих природу веществ естественного или антропогенного происхождения. Изучив механизмы и закономерности адсорбции, ее термодинамику и кинетику, можно создавать новые, перспективные сорбционные материалы, с заранее заданными необходимыми свойствами, в том числе способные к избирательной молекулярной или ионообменной адсорбции.

Известно широкое многообразие природных минеральных материалов и горных пород, которые без или после предварительной физической или химической обработки могут использоваться в качестве сорбентов для разделения веществ или очистки различных сред от токсических веществ: природных, хозяйственно бытовых и промышленных сточных вод. Но далеко не все из них обладают необходимыми свойствами и соответствуют предъявляемым им строгим требованиям, поэтому поиск и создание новых сорбционных материалов с требуемыми улучшенными свойствами для использования в медицине, про-

мышленности и сельском хозяйстве всегда актуален.

Доступным, экономичным и широко применяемым для адсорбционной очистки в промышленных технологических процессах, хозяйственно-бытовых условиях природным сорбентом является минеральное природное сырье, содержащее цеолит. Механическое измельчение цеолитсодержащих горных пород при помощи дробилок и мельниц различных конструкций, химическая или термическая обработка повышает их суммарную удельную поверхность, соответственно увеличивая сорбционную емкость.

Известны и широко применяются для получения минеральных адсорбентов горные породы на основе цеолитсодержащего сырья, с развитой адсорбционной поверхностью, высокой прочностью и водостойкостью.

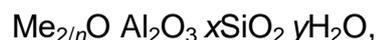
При быстром нагревании цеолитсодержащего сырья до температуры выше 1000°C, с добавлением солей хлорида и карбоната натрия происходит их вспенивание, за счет чего объем и пористость таких материалов возрастают в 5-20 раз. Такая обработка придает сорбционным материалам свойство не набухать в воде.

В качестве высокоэффективных перспективных адсорбентов, полученных переработкой природных материалов, для очистки воздуха, воды, почвы и извлечения загрязняющих неорганических веществ, соединений тяжелых металлов и органических примесей из различных сред и хозяйственно-бытовых и промышленных сточных водных растворов, достаточно широко используются природные цеолитсодержащие горные породы и различные по составу глинистые материалы. Для избирательной ионообменной очистки применяются, главным образом, многослойные и слоистоленточные кремние-алюмо-железо-магниево-карбонаты, силикаты и другие комплексные соли, подразделяющиеся на минералы с разнообразными по размерам и формам частицами, расши-

ряющейся или равномерной пористой и жесткой структурой [1-3, 15].

Природные цеолиты представляют собой алюмосиликаты, содержащие в своем составе оксиды щелочных и щелочноземельных металлов, имеющие строго регулярную структуру, систему пор, которые при обычных, естественных температурных условиях заполнены молекулами воды и адсорбированными газами.

В трудах академиков А.Е. Ферсмана и В.И. Вернадского представлена общая химическая формула цеолитов:



где Me – катион щелочного металла, n – его валентность.

В состав природных цеолитов в качестве катионов обычно входят щелочные и щелочноземельные металлы натрия, калий, кальций, реже барий, стронций и магний. Тетраэдры кристаллической структуры цеолитов образованы молекулами SiO_4 и AlO_4 . Избыточный отрицательный заряд анионной части алюмосиликатного скелета цеолита компенсирован катионами металлов.

При термической обработке цеолита поры освобождаются от молекул воды. Но этот процесс обратимый, и поры опять могут быть заполняться молекулами воды или другими веществами, которые образуют более прочные связи с активной поверхностью частиц адсорбента, что и предопределяет их использование в процессах очистки и разделения веществ. В 1840 г. А. Дамуром было открыто и описано явление обратимости процессов адсорбции и десорбции, а также адсорбционного равновесия.

Поглощение и связывание адсорбтивов происходит в основном в адсорбционных полостях цеолита. Однако не все вещества могут проникать в адсорбционные полости цеолитов и поглощаться в них. Это объясняется тем, что адсорбционные полости соединяются друг с другом входами – «окнами» строго определенного размера. Проникнуть через окно могут только те молекулы, кри-

тический диаметр которых меньше диаметра входного окна d_0 . Под критическим диаметром понимают диаметр по наименьшей оси молекулы [1, 2, 11, 12].

Пористая структура, содержащая активные обменные катионы K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , определяет уникальные адсорбционные, катионообменные и каталитические свойства, которые одновременно обладают высокой устойчивостью против агрессивных сред и термостабильностью.

Согласно современной науке о питании, продукты животноводства, используемые в рационе людей, должны быть получены от здоровых животных с ненарушенными процессами обмена веществ, при этом ткани тела животных не должны содержать вредные для здоровья человека химические примеси. По существующим международным требованиям продукция, полученная от сельскохозяйственных животных и птиц, должна быть изучена на безвредность для населения [5].

Вредные вещества, ионы тяжелых металлов, которые попали с пищей и водой, следует максимально быстро и полно извлечь из организма, связав с энтеросорбентами и заставив пройти желудочно-кишечный тракт транзитом. На этом этапе необходимо связать поллютанты в необратимые, неметаболизируемые комплексы, недоступные для усвоения ни животными, ни растениями, ни микроорганизмами. Этим самым мы исключаем рециклинг загрязнителей.

Для этого широко используются энтеросорбенты (энтеро – внутрь, сорбент – всасывать, или впитывать) – это вещества, которые, попадая в желудок и кишечник, впитывают в себя яды и токсины, а потом выводят их естественным образом во время дефекации [13, 14].

Проходя через желудочно-кишечный тракт цеолиты удаляют избыток жидкости, вредные газы, эндотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды, снижают заболеваемость тимпанией (вздутие газами), предотвращают некоторые расстройства пищеварения (поносы и другие). Цеолиты стимулируют активность

микробиального синтеза в рубце, способствуют лучшему использованию питательных веществ корма, повышают активность и стабильность пищеварительных ферментов, увеличивают прочность костей, шерсти и скорлупы куриных яиц. Все это в конечном счете обеспечивает повышение продуктивности животных при уменьшении затрат на единицу продукции [3-5].

В настоящее время проводится большой объем разносторонних токсикологических исследований цеолитового сырья. Экспериментально установлено, что при использовании внутрь, минералы острой токсичностью не обладают. При употреблении их в умеренных дозах они не вызывают патологических изменений в кишечнике и внутренних органах. При длительном кормлении крыс цеолитом не выявлено признаков эмбриотоксичности и тератогенности [5, 8].

Аналогичные циклы медикобиологических исследований выполнены для цеолитовых пород практически всех разведанных месторождений. Результаты их оказались однотипными и свидетельствовали, что при потреблении внутрь в допустимых дозах клиноптилолит-сметитовые породы безвредны для животных и обладают лишь в той или иной мере выраженными биологически активными свойствами. Показано, что цеолиты положительно влияют на метаболические процессы, связанные с поддержанием минерального баланса, выведением из организма ядовитых веществ и продуктов метаболизма, воздействием на симбиотическую микрофлору [1, 5, 8].

По данным сотрудников Ростовского государственного университета [5], первые систематизированные сведения о цеолитоносности Нагорного Дагестана были получены в процессе изучения кремнистых пород Восточного Предкавказья. В карбонатных, кремнистых, кремнисто-карбонатных (кремнистые известняки, диатомиты, трепелы, спонголиты) породах, глинах и мергелях толщи зеленых мергелей среднего эоцена они выявили Сулак-Рубасчайский цеолито-

носный район протяженностью более 150 км. Для первоочередного изучения были рекомендованы Левашинская и Рубасчайская площади. Специалистами ОАО «Севкавгеология» в 2007-2009 гг. были проведены поисковые работы по изучению цеолитов и цеолитсодержащих пород на Левашинской и Рубасчайской площадях. Ими обоснованы возможность и целесообразность создания здесь устойчивой минерально-сырьевой базы и строительства предприятий по добыче и переработке цеолитового сырья. В связи с тем, что этот вид минерального сырья для Северо-Кавказского региона является новым, основное внимание уделено обоснованности оценки прогнозных ресурсов, их качественной характеристике и рациональным сферам применения [5, 6].

С появлением новых месторождений цеолитов и цеолитсодержащих пород в Республике Дагестан перед специалистами и учеными различных областей и направлений встали совершенно новые задачи по изучению их составов, химических свойств, экологических, фармаколого-токсикологических аспектов применения, по разработке научно-обоснованных рекомендаций для эффективного использования их в различных отраслях народного хозяйства, в медицине, ветеринарии и животноводстве.

В связи с этим, перед нами была поставлена **цель** – изучить химический состав, экологические и фармаколого-токсикологические свойства цеолитов Акушинского месторождения Нагорного Дагестана для практического применения их в медицине, ветеринарии и животноводстве.

Для использования в медицинских целях и ветеринарии вновь создаваемые энтеросорбенты должны отвечать следующим предъявляемым требованиям:

1. Не обладать прямыми или косвенными токсическими свойствами.
2. Быть нетравматичными для слизистых оболочек желудочно-кишечного

тракта и иметь для употребления удобную форму: коллоид, порошок, гранулы.

3. Иметь хорошие сорбционные свойства: скорость и емкость.



Рисунок 1. Цеолитсодержащая горная порода из месторождения Левашинского района без предварительной механической обработки (Фото Кахсуруева Б.А.).



Рисунок 2. Цеолитсодержащая горная порода из месторождения Левашинского района после механической обработки, измельчения в фарфоровой ступке (Фото Кахсуруева Б.А.).

4. Обладать максимальной молекулярной или ионообменной избирательностью.

5. Сорбенты и продукты их взаимодействия должны хорошо и максимально полностью эвакуироваться из кишечника.

Экспериментальная часть

Цеолитсодержащая горная порода из месторождения Левашинского района представляет собой глинистый материал серого цвета (рисунок 1), который легко измельчается при механическом воздействии (рисунок 2).

Микроструктурные и морфологические исследования показали, что образуется пылевидный рыхлый порошок с размерами частиц примерно 1-18 нм (рисунок 3).



Рисунок 3. Микроструктурные и морфологические исследования показали, что образуется пылевидный рыхлый порошок с размерами частиц примерно 1-100 нм.

Таблица 1. Содержание соединений в составе цеолита из Левашинского месторождения Дагестана

№	Фазы	%
1	SiO ₂	54,66
2	Al ₂ O ₃	11,70
3	CaO	13,12
4	Na ₂ O	3,37
5	MgO	3,71
6	K ₂ O	3,23
7	Fe ₂ O ₃	3,23

Были проведены рентгенофазовый и рентгеноспектральный анализы образцов цеолитов из Левашинского района Республики Дагестан. Результаты исследования приведены в таблице 1.

При этом получалась взвесь в виде водного раствора мелкодисперсных коллоидных частиц, с незначительным выпадением грубодисперсной фазы в виде осадка (рисунок 4).

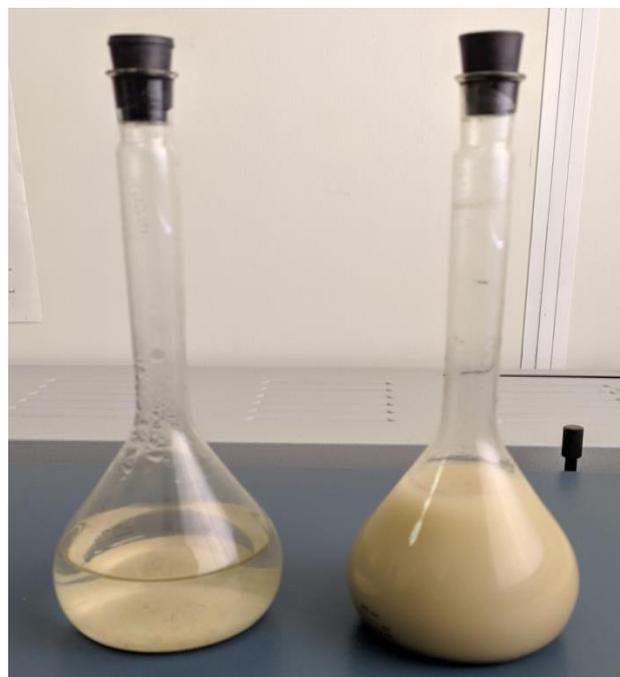


Рисунок 4. После механической обработки, измельченную цеолитсодержащую горную породу из месторождения Левашинского района с размерами частиц от 1 до 100 нм растворяли в дистиллированной воде.

Определяли pH полученного раствора и исследовали на электропроводность. pH раствора составил около 9. Измерение электропроводности показало, что происходило ее увеличение и падение электрического сопротивления, что свидетельствовало о генерации дополнительных электрических зарядов в виде катионов и анионов, источником которых являлся образец растворенной горной породы.

Приготовили растворы 4 образцов исследуемых горных пород. Полученные растворы отстаивались до полного осаждения взвешенных частиц и исследо-

вались на определение содержания катионов и анионов.

В ходе настоящей работы были проведены токсикологические исследования образцов природных цеолитов из Левашинского района РД на белых мышях.

Исследования проводили в лаборатории токсикологии Дагестанского государственного аграрного университета им. М.М. Джамбулатова и лаборатории биохимии Научно-исследовательского института экологической медицины Дагестанского государственного медицинского университета, согласно методическим указаниям [4]. Схема проведения опыта представлена в таблице 2.

Таблица 2. Схема проведения опыта на белых лабораторных мышях

Группа	Доза цеолита на 1 кг живой массы	Количество животных	Смптомы интоксикации
1 (контроль)	не получала	10	Не наблюдали
2 (опыт)	5 г/кг	10	Не наблюдали
3 (опыт)	8 г/кг	10	Не наблюдали
4 (опыт)	11 г/кг	10	Не наблюдали
5 (опыт)	14 г/кг	10	Не наблюдали
6 (опыт)	17 г/кг	10	Не наблюдали
7 (опыт)	20 г/кг	10	Не наблюдали

Учитывали следующие показатели: внешний вид и поведение животных, состояние шерстного покрова и видимых слизистых оболочек, отношение к корму, подвижность, ритм и частоту дыхания, время возникновения и характер интоксикации, ее тяжесть, обратимость, сроки гибели животных или их выздоровления.

Для проведения опыта были сформированы 7 подопытных групп белых мышей (по 10 мышей на каждую дозу). Первая группа служила контролем, а остальные были опытными. Средняя живая масса лабораторных белых мышей составляла 18-20 г. Животным вводили цеолит в виде взвеси в 20-50% водного раствора, чтобы общая доза сохранилась в 0,5-1 мл. Цеолит вводили мышам в желудок натошак при помощи шприца с металлическим зондом (игла с тупым концом). Контрольной группе жи-

вотных вместо цеолита давали водопроводную воду в количестве от 0,5 до 1 мл.

Результаты и их обсуждение

Из результатов исследования химического состава образца цеолита, приведенного в таблице 1, видно, что более 98% от его массы представлены следующими фазами: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 , которые обладают ярко выраженными адсорбционными свойствами.

Из таблицы 2 видно, что однократное введение в желудок цеолита в дозах 5, 8, 11, 14, 17 и 20 г на 1 кг живой массы не вызывало видимых изменений в общем состоянии и поведении мышей как в дни введения цеолита, так и в последующие дни. На протяжении 21 суток наблюдений мыши находились в хорошем состоянии и прибавляли в весе.

При пероральном введении белым мышам максимального количества цеолита из Левашинского месторождения нагорного Дагестана – 20 г/кг – нами не установлено признаков острого отравления. Из-за низкой токсичности цеолитов мы не могли определить среднесмертельной дозы (LD_{50}).

Дальнейшие экологические и токсикологические исследования влияния цеолитсодержащих горных пород месторождений Республики Дагестан на организм животных продолжаются.

Заключение

Полученные результаты проведенных исследований показали, что цеолиты месторождения в Левашинском районе Нагорного Дагестана обладают адсорбционными свойствами, при этом не обладают острой токсичностью и могут использоваться в качестве энтеросорбентов для сорбции и удаления из живых организмов токсических веществ и ионов тяжелых металлов.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поисково-аналитическая работа по подготовке рукописи проведена на личные средства членов авторского коллектива.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Шапиев Б.И., сбор и об-

работка материалов – Магомедов М.М., Шапиева К.Б., анализ полученных данных – Алиев А.А., написание текста, редактирование – Алиев А.А., Шапиев Б.И.

Литература / References

1. Кельцев НВ. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984:512 [Keltsev NV. Osnovy adsorbtsionnoi tekhniki. Moscow: Khimiia, 1984:512 (In Russian)].
2. Киселев АВ, Яшин ЯИ. Химия поверхности и адсорбция. Газо-адсорбционная хроматография. М.: Наука;1967:288 [Kiselev AV, Iashin IaI. Khimiia poverkhnosti i adsorbtsiia. Gazo-adsorbtsionnaia khromatografiia. Moscow: Nauka, 1967:288 (In Russian)].
3. Алиев АА. Особенности минерального обмена у коров и телят в условиях равнинной и горной зон республики Дагестан и разработка методов его коррекции: Дис. ... д-ра биол. наук. Дубровицы, 2015:465 [Aliiev AA. Osobennosti mineralnogo obmena u korov i teliat v usloviakh ravninnoi i gornoj zon respublikii Dagestan i razrabotka metodov ego korrektsii: Dissertatsiia ... doktora boil. nauk. Dubrovitsy, 2015:465 (In Russian)].
4. Белкин БЛ, Кубасов ВА. Использование хотынецких природных цеолитов в ветеринарии и птицеводстве. *Вестник ОрелГАУ* 2011;6(33):35-39 [Belkin BL, Kubasov VA. Ispolzovanie khotynetskiikh prirodnykh tseolitev v veterinarii i ptitsevodstve. *Vestnik Ore/GAU* 2011;6(33):35-39 (In Russian)].
5. Курбанов ММ. Цеолиты и цеолитсодержащие породы нагонного Дагестана, ОАО «Севкавгеология». Ессентуки, Россия. 9 с. [Kurbanov MM. Tseolity i tseolitsoderzhashchie породы nagonnogo Dagestana. ОАО «Sev-kavgeologiia». Essentuki, Rossiia. 9 s. (In Russian)].
6. Смирнов АМ, Дорожкин ВИ. Научно-методологические аспекты исследования токсических свойств фармакологических лекарственных средств для животных. М., 2008:120 [Smirnov AM, Dorozhkin VI. Nauchno-metodologicheskie aspekty issledovaniia toksicheskikh svoistv farmakologicheskikh lekarstvennykh sredstv dlia zhivotnykh. Moscow, 2008:120 (In Russian)].
7. Трухина ТИ. Использование цеолитов вангинского месторождения в кормлении цыплят-бройлеров в условиях амурской области: Дис. ... канд. сельскохозяйств. наук. Благовещенск. 2014:115 [Trukhina TI. Ispolzovanie tseolitev vanginskogo mestorozhdeniia v kormlenii tsypliatbroilerov v usloviakh amurskoi oblasti: Dis. ... kand. Selskokhoz. Nauk. Blagoveshchensk, 2014:115 (In Russian)].
8. Хардииков АЭ. Цеолиты Северного Кавказа. Ростов-н/Д: Изд-во Рост, ун-та, 2005:224 [Khardikov AE. Tseolity Severnogo Kavkaza. Rostov-n/D, Izd-vo Rost, un-ta, 2005:224 (In Russian)].
9. Чижов АЯ. Современные проблемы экологической патологии человека: Учеб. пособие. М.: РУДН, 2008:611 [Chizhov AYa. Sovremennye problemy ekologicheskoi patologii cheloveka: Ucheb. posobie. Moscow: RUDN, 2008:611 (In Russian)].
10. Шовкоплас ВП. Минерал 21 века против «чумы» 21 века! ООО «Геолстрим», 2015 [SHovkopliias VP. Mineral 21 veka protiv «chumy» 21 veka. ООО «Geolstrim», 2015 (In Russian)].
11. Цицишвили ГВ. Природные цеолиты. М., 1985, 224 с. [Tsitsishvili GV. Prirodnye tseolity Moscow, 1985. 224 s. (In Russian)].
12. Беляков НА, Королькова СВ. Адсорбенты: Каталог-справочник. СПб.: СПб МАПО, 1997:80 [Beliakov NA, Korolkova SV. Adsorbenty. Katalog-spravochnik. SPb.: SPb MAPO, 1997:80 (In Russian)].
13. Энтеросорбция. Под ред. НА Белякова. Л.,1991:336 [Enterosorbtsiia. Pod red. NA Beliakova. Leningrad,1991:336 (In Russian)].
14. Беляков НА, Соломенников АВ. Энтеросорбция (введение в проблему). Л., 1990:35 [Beliakov NA, Solomennikov AV. Enterosorbtsiia (vvedenie v problem). Leningrad, 1990:35 (In Russian)].
15. Нагиев ЭР, Дадашева СА, Евсеева СН, Керимханова НИ, и др. Воздействие экстремальных факторов на метаболизм и некоторые пути направленной коррекции. *Экология промышленного производства* 2005;1:49-51 [Nagiev ER, Dadasheva SA, Evseeva SN, Kerimkhanova NI, i dr. Vozdeistvie ekstremalnykh faktorov na metabolism i nekotorye puti napravlennoi korrektsii. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva* 2005;1:49-51 (In Russian)].

Сведения об авторах

Шапиев Бамматгерей Исламгереевич, кандидат химических наук, доцент кафедры общей и биологической химии, научный сотрудник Научно-исследовательского института экологической медицины ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала; e-mail: bammatah@mail.ru.

Алиев Абдулгамид Асадуллаевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой фармакологии ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова», Махачкала; e-mail: gamid-utamish@mail.ru.

Магомедов Магомед Мусаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры медицинской биофизики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала.

Шапиева Камилла Бамматгереевна, врач-невропатолог студенческой поликлиники Минздрава Республики Дагестан, Махачкала.