



УДК: 613.32: 613.34:628.1:543.95

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ МОНТМОРИЛЛОНИТОВЫХ ГЛИН ПРОВИНЦИИ ЛАМДОНГ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПАТОГЕННЫМ МИКРООРГАНИЗМАМ

А.И. ВЕЗЕНЦЕВ¹
НГУЕН ХОАЙ ТЪЯУ²
В.Д. БУХАНОВ¹
П.В. СОКОЛОВСКИЙ¹

¹*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

²*Институт экологических
технологий Академии наук
и технологий Вьетнама*

e-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

В статье установлена сорбционная способность монтмориллонитовых глин провинции Ламдонг по отношению к патогенным микроорганизмам *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus Aureus* и *Candida albicans*. Исследование направлено на решение проблемы очистки питьевой и сточной воды Социалистической республики Вьетнам и Российской Федерации от патогенных микроорганизмов. Обнаружена высокая сорбционная активность исследуемых глин по отношению к патогенным микроорганизмам. Выявлены перспективные в плане подавления патогенных микроорганизмов образцы монтмориллонит содержащих глин TN 5/1, TN 5/2 и BT 6, которые можно использовать в качестве сорбционно-активных материалов для очистки питьевой и сточной воды Социалистической республики Вьетнам и Российской Федерации от патогенных микроорганизмов, а также в качестве эффективных комплексных антибактериальных препаратов.

Ключевые слова: вода, патогенные микроорганизмы, монтмориллонитовая глина, очистка питьевой и сточной воды.

Обеспеченность водными ресурсами, их качество и способность страны ими управлять определяют не только ситуацию в водном хозяйстве страны, но и перспективы ее экономического развития. В этой связи мониторинг состояния водных ресурсов представляет интерес, как в России, так и за рубежом. По данным Всемирной организации здравоохранения около 90% болезней человека вызывается употреблением для питьевых нужд некачественной воды, а также использование неподготовленной воды в бытовых целях: душ, ванна, бассейн, мытье посуды, стирка белья и т.д. С 2008 года в России действует государственная программа «Чистая вода». Одной из основных целей реализации этой программы является защита природной воды от попадания в неё загрязняющих химических веществ, патогенных микроорганизмов и предотвращение сбросов сточных вод в водные объекты. Наиболее остро проблема загрязнения питьевой и сточной воды наблюдается во Вьетнаме, КНР и Индии (странах, где курс на экономическое развитие породил серьезные проблемы, связанные с состоянием окружающей среды), на Ближнем Востоке (где дефицит водных ресурсов обусловил крайнюю степень напряженности межгосударственных отношений), в Австралии (развитая страна в сложных климатических условиях), в США и Евросоюзе, занимающих передовые позиции в области развития водного хозяйства [1]. Проблема еще и в том, что в развивающихся странах, таких как Вьетнам, КНР, Индия 95% канализационных стоков и 70% промышленных отходов сбрасываются в водоемы без очистки, поэтому очень остро стоит вопрос с обеспечением населения питьевой водой хорошего качества. Мощным источником загрязнения природы выступает промышленное производство, базирующееся преимущественно на отсталых технологиях. В частности, быстрое развитие топливно-энергетического комплекса СРВ оказывает техногенное воздействие на окружающую среду и здоровье людей. Все отрасли вьетнамской промышленности расходуют чрезмерное количество природных богатств. Особенно большое беспокойство вызывает расточительство в использовании основных видов ресурсов, таких как вода и энергия. Например, если среднемировая норма расхода воды при производстве пива составляет 4 литра, то здесь на это уходит в 3 раза больше. «Лидерами» по данному показателю выступают текстильная и бумажная промышленность. При выплавке стали затраты электроэнергии и сырья в 2,5 раза превосходят другие страны, а время плавки превышает передовые нормы в 3,6 раза.

Быстрое увеличение городского населения также отрицательно воздействует на экологическую обстановку, создает мощное давление на слабую коммунальную инфраструктуру Вьетнама [2]. Наблюдается рост неконтролируемых свалок мусора, вследствие чего, происходит загрязнение водных источников патогенными микроорганизмами, которые в условиях жаркого климата провоцируют рост желудочно-кишечных инфекционных заболеваний. По данным Всемирного государственного альянса WaterSHED asia, работающего под руководством университета UNC Gillings school of global public health при поддержке организации USAID's Regional Development Mission-Asia (RDMA) [3] наблюдается высокий уровень смертности детей до 5 лет,



который связан с отсутствием системы централизованного водоснабжения и доступа к чистой питьевой воде в бедных районах Вьетнама. Уровень смертности составляет 48%, причем 14% приходится на желудочно-кишечные инфекции, которые развиваются в колодцах и источниках воды, используемой населением. Предложенные методы очистки [3] питьевой и сточной воды позволяет уничтожить до 60 - 90% патогенной микрофлоры, однако проблема остается нерешенной. Даже хлорирование воды не приводит к полной стерилизации.

По заключению медиков и экологов, необходимы срочные действенные меры, чтобы хоть как-то снизить риск, которому подвергается население Вьетнама [4]. В связи с этим, сотрудники Института экологических технологий Академии наук и технологий Вьетнама поручили сотрудникам Белгородского государственного национального исследовательского университета провести исследования по определению сорбционной способности монтмориллонитовых глин провинции Ламдонг по отношению к патогенным микроорганизмам. Сотрудники Белгородского государственного национального исследовательского университета имеют многолетний опыт по выявлению вещественного состава глин, определению их сорбционных характеристик и модифицированию монтмориллонитовых глин с целью получения сорбентов для очистки воды от условно-патогенных и патогенных микроорганизмов [5 - 13].

Материал и методы. Были исследованы образцы монтмориллонитовых глин провинции Ламдонг месторождения Тамбо, которым присвоена следующая маркировка TN 1, TN 4/1, TN 5/1, BT 6. Все образцы представляли собой тонкодисперсные порошки серовато-желтого цвета. Чувствительность *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans* к образцам экспериментальных сорбентов проводили методом разведений мясopетонного агара (МПА), содержащего 2 масс. % агара. Навески исследуемых глин помещали в пробирки и стерилизовали в сушильном шкафу при температуре 160-180°C. Затем в эти пробирки вносили по 5 мл расплавленного МПА. При этом в расплавленный МПА, температура которого была 43-45°C, заранее вливали взвесь одного из исследуемых штаммов микроорганизмов, из расчёта 1×10^7 КОЕ (Колониеобразующих единиц) в 1 мл МПА.

В одну контрольную пробирку вносили только МПА с исследуемой культурой микроорганизмов, а в следующие – только МПА с исследуемыми навесками глин.

Далее содержимое пробирок тщательно суспендировали и укладывали в специальный штатив с целью получения скошенной поверхности МПА. После уплотнения агара опытные и контрольные пробирки помещали в термостат и культивировали при 37°C в течение 16-18 ч.

После культивирования с поверхности скошенного агара готовили смывы с последующим определением в них концентрации микроорганизмов с помощью оптического прибора – «Денсилметра». Показатели прибора в смывах контрольных пробирок, в которых содержался МПА и исследуемая глина, использовали для корректировки подлинной концентрации микроорганизмов в смывах контрольных пробирок, т.к. оптическая разница мутности, выраженная в единицах по Мак-Фарланду, в смывах опытных и контрольных пробирок отражала истинную концентрацию микроорганизмов в 1 мл. Смывы производили стерильным изотоническим раствором натрия хлорида, объём которого составлял 5 мл.

Результаты. В таблице 1 представлены результаты определения сорбционной способности глин провинции Ламдонг по отношению к патогенным микроорганизмам.

Руководствуясь представленными в таблице сведениями, следует заключить, что из семи вьетнамских монтмориллонит содержащих глин наиболее эффективным бактериостатическим действием, в отношении изучаемых бактерий и микроскопических грибов рода кандиды, обладали образцы глин под номерами TN 5/1, TN 5/2 и BT 6. При этом проба TN 5/1 подавляла рост *Staphylococcus aureus* (концентрация глины 400 мг/мл МПА), образец TN 5/2 полностью тормозил развитие *Escherichia coli* (400 мг/мл МПА), *Proteus mirabilis* (400 мг/мл МПА) и *Candida albicans* (200-400 мг/мл МПА), а глина BT 6 проявила эффективное ингибирующее действие на *Escherichia coli* (400 мг/мл МПА), *Proteus mirabilis* (400 мг/мл МПА), *Staphylococcus aureus* (200-400 мг/мл МПА) и *Candida albicans* (200-400 мг/мл МПА).

Менее результативными оказались остальные пробы глин, которые не задерживали рост исследуемых штаммов микроорганизмов на МПА, содержащем высокую концентрацию (400 мг/мл) исследуемых проб (TN 1), а стимулировали рост и размножение микроорганизмов. Так, например, количество микроорганизмов в опытных пробирках с глиной TN 1 превышало число КОЕ микроорганизмов, выросших в опытных пробирках в 1,5 - 7 раз. Стимуляция роста микроорганизмов происходила, вероятно, в связи с наличием в глинах микроэлементов, способствовавших их росту.



Таблица

Сорбционная способность глин провинции Ламдонг по отношению к патогенным микроорганизмам

Микроорганизм	Концентрация глины, мг/мл в МПА	Нативные глины из различных месторождений					Контроль
		TN 1	TN 4/1	TN 5/1	TN 5/2	BT 6	
		количество КОЕ/ мл					
Enterococcus faecalis	400	9×10 ⁸	3×10 ⁸	1×10 ⁸	1×10 ⁸	1×10 ⁸	2×10 ⁸
	200	7×10 ⁸	3×10 ⁸	2×10 ⁸	1×10 ⁸	2×10 ⁸	
	100	9×10 ⁸	6×10 ⁸	2×10 ⁸	2×10 ⁸	3×10 ⁸	
Escherichia coli	400	12×10 ⁸	6×10 ⁸	2×10 ⁸	0,0	0,0	3×10 ⁸
	200	13×10 ⁸	6×10 ⁸	2×10 ⁸	1×10 ⁸	0,0	
	100	21×10 ⁸	10×10 ⁸	3×10 ⁸	3×10 ⁸	2×10 ⁸	
Proteus mirabilis	400	2×10 ⁸	2×10 ⁸	1×10 ⁸	0,0	0,0	5×10 ⁸
	200	3×10 ⁸	3×10 ⁸	1×10 ⁸	1×10 ⁸	2×10 ⁸	
	100	5×10 ⁸	4×10 ⁸	2×10 ⁸	2×10 ⁸	10×10 ⁸	
Pseudomonas aeruginosa	400	3×10 ⁸	2×10 ⁸	1×10 ⁸	2×10 ⁸	2×10 ⁸	5×10 ⁸
	200	3×10 ⁸	3×10 ⁸	1×10 ⁸	2×10 ⁸	3×10 ⁸	
	100	5×10 ⁸	5×10 ⁸	3×10 ⁸	3×10 ⁸	3×10 ⁸	
Salmonella typhimurium	400	6×10 ⁸	2×10 ⁸	1×10 ⁸	1×10 ⁸	3×10 ⁸	4×10 ⁸
	200	8×10 ⁸	3×10 ⁸	2×10 ⁸	2×10 ⁸	4×10 ⁸	
	100	9×10 ⁸	5×10 ⁸	3×10 ⁸	4×10 ⁸	5×10 ⁸	
Staphylococcus aureus	400	6×10 ⁸	2×10 ⁸	0,0	2×10 ⁸	0,0	3×10 ⁸
	200	9×10 ⁸	6×10 ⁸	1×10 ⁸	3×10 ⁸	0,0	
	100	9×10 ⁸	7×10 ⁸	3×10 ⁸	4×10 ⁸	1×10 ⁸	
Candida albicans	400	1×10 ⁸	4×10 ⁸	1×10 ⁸	0,0	0,0	5×10 ⁸
	200	3×10 ⁸	5×10 ⁸	1×10 ⁸	0,0	1×10 ⁸	
	100	3×10 ⁸	6×10 ⁸	2×10 ⁸	3×10 ⁸	3×10 ⁸	

Заключение. Установлена высокая сорбционная активность исследуемых глин по отношению к патогенным микроорганизмам. Наиболее эффективным бактериостатическим действием, в отношении изучаемых бактерий и микроскопических грибов рода кандиды, обладали образцы глин под номерами TN 5/1, TN 5/2 и BT 6. При этом проба TN 5/1 подавляла рост Staphylococcus aureus (концентрация глины 400 мг/мл МПА), образец TN 5/2 полностью тормозил развитие Escherichia coli (400 мг/мл МПА), Proteus mirabilis (400 мг/мл МПА) и Candida albicans (200-400 мг/мл МПА), а глина BT 6 проявила эффективное ингибирующее действие на Escherichia coli (400 мг/мл МПА), Proteus mirabilis (400 мг/мл МПА), Staphylococcus aureus (200-400 мг/мл МПА) и Candida albicans (200-400 мг/мл МПА). Остальные пробы глин, которые не задерживали рост исследуемых штаммов микроорганизмов на МПА, содержащем высокую концентрацию глины (400 мг/мл) исследуемых проб (TN 1), а стимулировали рост и размножение микроорганизмов. Так, например, количество микроорганизмов в опытных пробирках с глиной TN 1 превышало число КОЕ микроорганизмов, выросших в опытных пробирках в 1,5 - 7 раз. Стимуляция роста микроорганизмов происходила, вероятно, в связи с наличием в глинах микроэлементов, способствовавших их росту.

Полученные результаты свидетельствуют о хороших сорбционных характеристиках монтмориллонитовых глин провинции Ламдонг по отношению к патогенным микроорганизмам. Самые лучшие результаты показали образцы BT 6, TN 4/1 и TN 5/1. Данные образцы можно рекомендовать для использования в качестве сорбционно-активных материалов для очистки питьевой и сточной воды Социалистической республики Вьетнам и Российской Федерации от патогенных микроорганизмов. Выявленные перспективные в плане подавления патогенных микроорганизмов образцы монтмориллонит содержащих глин TN 5/1, TN 5/2 и BT 6 можно использовать при создании эффективных комплексных антибактериальных препаратов. В то же время эти глины можно применять в животноводстве. Поскольку при расстройствах желудочно-кишечного тракта у молодняка сельскохозяйственных животных бактериальные токсины и продукты гнилостного распада содержимого кишечника являются одной из главных причин развития симптомокомплекса заболеваний системы пищеварения, то данные нативные глины можно использовать в ветеринарной практике в качестве энтеросорбентов в сочетании с традиционными антибактериальными препаратами. Сочетанное применение эффективных глин в ветеринарной практике почти в два раза снизит стоимость курса лечения и сократит период выздоровления больных животных.



Литература

1. Проблема качества питьевой воды. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.istokpenza.ru/root/encyclopedia/water/quality>.
2. В.М.Мазырин. Вьетнам: угроза экологического кризиса. // Политекс (Политическая экспертиза), Изд-во СПбГУ Санкт-Петербург, т.5, №4, 2009. – с. 180 – 190;
3. Health impacts of expanding access to piped water in rural Vietnam: a post - implementation assessment. Final report 14 April 2010 [Электронный ресурс] //USAID, Water SHED, Eastmeetswest foundation, 2010. URL: http://www.watershedasia.org/wp-content/watershed_resources/Research_and_TA_Docs/EMW_Piped_Water_Study_Final%20Report.pdf.
4. В.М.Мазырин. Вьетнам на пути преодоления экономического спада. // Азия и Африка сегодня, №7, 2009. – с. 11 – 15.
5. Патент РФ №2404921. Везенцев А.И., Воловичева Н.А. «Способ модифицирования глины». Оpubл. 27.11.2010 г.
6. Патент РФ №2471549. Буханов В.Д., Везенцев А.И., Воловичева Н.А., Королькова С.В., Скворцов В.Н., Козубова Л.А., Фролов Г.В., Панина А.В., Сафонова Н.А. «Сорбент». Оpubл. 10.01.2013 г.
7. А.И.Везенцев, Нгуен Хоай Тъяу, Н.Г.Габрук, П.В.Соколовский, Т.А.Шутеева, М.Н.Харитоновна. Сорбенты на основе монтмориллонитовых глин и кофейной шелухи // Материалы XV Всероссийского симпозиума с участием иностранных ученых «Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности. Приоритетная проблема - нанопористые функциональные материалы», 15-19 апреля 2013 года, Москва-Клязьма. - с.89.
8. В.Д.Буханов, А.И.Везенцев, Н.А.Сафонова, Л.А.Козубова, Н.А.Воловичева. Антиадгезивное действие на *Escherichia coli* литевой формы монтмориллонит-содержащего сорбента. // Материалы конференции (23-26 мая 2011 года) «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения». – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2011. – с. 67.
9. В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, Л.И. Науменко, Н.И. Мячикова. Современные проблемы качественного питания и получение экологически чистых продуктов животного происхождения // Прогрессивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. Наук. Пр. – Харків: ХДУХТ, 2009 май. – с.474-479.
10. В.Д.Буханов, А.И.Везенцев, Н.А.Сафонова, Л.А.Козубова, С.В.Королькова, Н.А.Воловичева. Чувствительность микроорганизмов к унифицированным наноструктурным монтмориллонитсодержащим сорбентам // Материалы III съезда фармакологов и токсикологов России: «Актуальные проблемы ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации». – Санкт-Петербург, 2011. – с.83-86.
11. А.И.Везенцев, Н.А.Воловичева. Вещественный состав и сорбционные характеристики монтмориллонитсодержащих глин.// Сорбционные и хроматографические процессы. 2007, Том 7. Вып. 4. – С. 639-643.
12. Е.В.Савченко, Е.М.Понеделко, А.И.Везенцев, Н.А.Воловичева, Л.Ф.Перистая. Минеральные сорбционно-активные материалы для экологического рафинирования природных и сточных вод // Всероссийская конференции с элементами научной школы для молодежи «Экотоксикология-2010», Тула, 18 – 19 октября 2010, – С. 48.
13. В.Д.Буханов, А.И.Везенцев, Н.Ф.Пономарева, Л.А.Козубова, С.В.Королькова, Н.А.Воловичева, В.А.Перистый. Антибактериальные свойства монтмориллонит содержащих глин // Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, №21(116), вып. 17. 2011. – С. 57 – 63.

RESEARCH OF SORPTION CAPACITY OF MONTMORILLONITE CLAYS LAM DONG PROVINCE IN RELATION TO PATHOGENIC MICROORGANISMS

A.I. VEZENSEV¹
NGUEN HOAI CHAU²
V.D. BUHANOV¹
P.V. SOKOLOVSKIY¹

¹*Belgorod National
Research University*

²*Institute Environmental
Technologies, Vietnam
Academy of Science
and Technology*

e-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

This article determines the sorption capacity of montmorillonite clays Lam Dong province in relation to pathogenic microorganisms *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus Aureus* and *Candida albicans*. The study addresses the problem of clean drinking water and wastewater Socialist Republic of Vietnam and the Russian Federation against pathogens. A high sorption activity clays studied against pathogenic microorganisms. Identify promising in terms of suppression of pathogenic microorganisms samples containing montmorillonite clay TN 5/1, TN 5/2 and HT 6, which can be used as sorption-active materials for purification of drinking water and wastewater Socialist Republic of Vietnam and the Russian Federation against pathogens and as well as effective and comprehensive antimicrobial drugs.

Key words: water, pathogens, montmorillonite clay, purification of drinking water and wastewater.