

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ПРОБ ВОДЫ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И АКТИВНОСТЬ СУЛЬФАТВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ БАКТЕРИЙ

Четверикова А.Г.

Научный руководитель доцент А. А. Хвощевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ) – физиологическая группа бактерий, осуществляющих восстановление сульфат-анионов до сероводорода. СВБ привлекают внимание исследователей по ряду причин. С одной стороны, продуцируемый ими сероводород ухудшает качество нефти, приводит к забиванию пор нефтеносных горизонтов и биокоррозии оборудования [1]. С другой – широко обсуждаются возможности применения сульфатредукторов в биоремедиации и получении ценных компонент для промышленности [3]. Сульфатвосстанавливающие бактерии играют важную роль в круговоротах серы и углерода, участвуя в разложении органики и химических превращениях серосодержащих веществ. Существуют исследования, показывающие возможность оценки состояния водоема по активности биологической сульфатредукции [2], что делает возможным применение СВБ в роли одного из индикаторов качества природных вод.

Несмотря на имеющийся интерес к данной физиологической группе многие вопросы, связанные с выделением СВБ из природных сред остаются недостаточно изученными. На успешность культивирования сульфатредукторов в лаборатории влияют многие факторы: используемый органический субстрат, присутствие различных веществ, физико-химические условия (рН, температура, соленость и другие), сроки наблюдения, особенности хранения проб. Последние факторы играют особую роль при изучении активности сульфатредукторов в водах нефтяных месторождений.

Многие месторождения нефти в нашей стране имеют труднодоступное расположение. Микробиологический анализ на месте часто невозможен, а доставка проб в лабораторию занимает долгий срок в связи с удаленностью мест отбора от крупных населенных пунктов и отсутствием постоянно действующих транспортных путей. При этом оценка численности и активности СВБ в водах нефтяных месторождений имеет крайне важное значение в связи со способностью производимого ими водорода негативно отражаться на состоянии оборудования и нефтеотдачи пласта.

Цель исследований – установление влияния срока и условий хранения образцов воды на показатели численности и активности СВБ. В качестве объекта исследования выступали пробы подземных вод – соленых Куломбинского нефтяного месторождения (скважина) и пресные родника «Университетский» группы Университетские г. Томск.

Методика исследований включала повторный посев образцов воды спустя 10, 20 и 30 дней с даты первого посева. Для воды нефтяного месторождения наблюдения начались с 30 дня после отбора пробы, что связано со сроками доставки в лабораторию. Часть исходной пробы хранилась в условиях предполагающих сохранение ее первоначального состояния (консервация) при температуре +5 °С, а часть в условиях комнатной температуры +23 °С. Посев исследуемых вод проводился в исходной пробе и 5 последующих разведениях кратным десяти в двух проворностях. Образцы культивировались в термостате при температуре 32 °С. Срок культивирования составил 30 дней. В качестве питательной использовалась среда Таусона-Штурма [4]. Активность сульфатвосстанавливающих бактерий оценивали по появлению черного осадка сульфида железа с помощью шкалы Кузнецовой, численность – согласно требованиям нормативного документа на методику обнаружения СВБ [5] и определением числовой характеристики методом Мак-Креди. Численность СВБ рассчитывалась по формуле:

$$M = \frac{10^{n-1}}{V}$$

где М – количество клеток в водной пробе, КОЕ/мл, 10 – коэффициент разбавления, n – номер разведения, из которого сделан посев в последнюю пробирку, где отмечен рост бактерий (появление черного осадка), V – объем пробы, взятой на анализ, мл.

Таблица

Численность и активность СВБ в подземных водах при различных условиях хранения

Наименование пробы	Срок хранения пробы, дни	Температура хранения, °С	Численность, КОЕ/мл		Активность, баллы
			РД 39-3-973-83	Метод Мак-Креди	
скважина (Куломбинское месторождение)	0	24	100	1300	8
	1	24	100	1300	6
	10	5	1000	500	7
		24	1000	1	5
	20	5	Менее 1	Менее 1	0
		24	1000	1	5
	30	5	100	1	4
		24	Менее 1	Менее 1	0
Родник Университетский	0	24	100	2500	8
	1	24	10	2500	6
	10	5	Менее 1	Менее 1	0
		24	Менее 1	Менее 1	0
	20	5	1000	1	5
		24	Менее 1	Менее 1	0
	30	5	Менее 1	Менее 1	0
		24	1000	250	7

По методу Мак-Креди наиболее вероятная численность клеток определяется с помощью числовой характеристики из таблиц Мак-Креди для обработки результатов количественного учета бактерий методом титров.

Результаты исследований представлены в таблице. Проведенные исследования показали, что значительных различий в численности СББ, установленной по расчету согласно [5], в зависимости от срока хранения проб не наблюдается. При использовании расчета по Мак-Креди прослеживается тенденция к уменьшению обнаруживаемых бактериальных клеток, при этом уменьшение численности проявляется как при хранении в условиях комнатной температуры, так и при хранении в холоде. Активность СББ при этом снижается не значительно. Для вод родника данная тенденция не установлена, что может быть связано с отличием в химическом составе анализируемых вод.

Таким образом, значимого влияния сроков и условия хранения проб на численность и активность СББ не установлено, и данный вопрос требует дополнительного исследования.

Литература

1. Габдрахимова Э. Р. Биологическая коррозия магистральных нефтепроводов и резервуарных парков [Текст] / Э. Р. Габдрахимова, Р. Р. Худайбердин // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 4. – С. 33–35.
2. Муравьев Е. И. Микрофлора поверхностных вод и донных отложений речных систем в районе воздействия Белореченского химзавода [Текст] / Е. И. Муравьев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2007. – №. 3. – С. 40–45.
3. Xu Y. N. Advances in heavy metal removal by sulfate-reducing bacteria [Text] / N. Xu, Y. Chen // Water Science and Technology. – 2020. – V. 81. – №. 9. – P. 1797–1827.
4. Обнаружение микроорганизмов, участвующих в превращениях фосфора, серы, железа и марганца [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bibliotekar.ru/2-7-78-biologiya-pochvy/65.htm>.
5. РД 39-3-973-83 Методика контроля микробиологической зараженности нефтепромысловых вод и оценка защитного и бактерицидного действия реагентов. Министерство нефтяной промышленности, ВНИИСПТнефть, 1984. – 35 с.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ПОДТОПЛЕНИЯ И ЗАТОПЛЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ И ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Чилингер Л.Н., Гатина Н.В.

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Современные методы съемки территории позволяют получать актуальные и достоверные данные о водных, инфраструктурных и жилых объектах, что позволяет использовать полученную информацию для определения границ зон затопления и подтопления. К современным методам съемки можно отнести аэрофотосъемку с применением беспилотных воздушных судов (далее – БВС) высокого пространственного разрешения.

В мировой литературе широко отражается эффективность применения беспилотных воздушных судов для мониторинговых наблюдений, планирование управления на основе экосистем в водных сферах, анализ и визуализация данных, полученных с камеры, установленной на БВС, используемой в зонах городского транспорта [1]. При этом следует отметить, что БВС повсеместно применяется и для высокопроизводительного фенотипирования растений, измерения городских лесов, для сохранения биоразнообразия сельскохозяйственных ландшафтов, производится мониторинг пастбищ, а также изучение изменений растительности за столетие и много другого. В том числе, цифровые модели рельефа, полученные с помощью беспилотных воздушных судов, применяются для археологической интерпретации аномалий местности. Помимо БВС, многие авторы также оценивают современное состояние приложений для обработки данных дистанционного зондирования [2] и аэрофотосъемки.

В Российской Федерации БВС применяются для осуществления панорамной и плановой аэрофотосъемки и аэровидеосъемки, для мониторинга обширных территорий и наблюдения за крупными и локальными объектами, а также для выполнения задач наблюдения и разведки при чрезвычайных ситуациях, в том числе природного и техногенного характера.

В связи с этим на территории Российской Федерации, не только на уровне органов государственной и муниципальной власти, но и многими учеными, активно обсуждаются вопросы определения границ водных объектов, а также зон затопления и подтопления, в том числе с применением беспилотных воздушных судов и ГИС-технологий.

Несмотря на огромный вклад вышеперечисленных авторов, методические указания в части определения границ зон затопления и подтопления, а также действующие нормативно-правовые акты, регламентированная методика, которая предусматривала бы порядок определения и оценку точности границ таких зон, на сегодняшний день, отсутствует, что негативно сказывается на выявлении объектов, подверженных затоплению и подтоплению, и предотвращению стихийных бедствий.

Это обусловлено нехваткой информации специального назначения для оценки условий развития подтоплений, которое вызвано отсутствием работ по районированию территорий в условиях залегания подземных вод промышленной и гражданской застройки [3]. Данные работы имеют высокую стоимость, которая вызвана необходимостью проведения большого объема исследований, что является, сдерживающим фактором для конкретного исследования в определении зон подтопления. По этой причине действия, направленные на исследование таких процессов ограничены только локальными участками, где выявлена реальная угроза нарушения условий эксплуатации инженерных сооружений.

Кроме того, территории, на которых осуществляется хозяйственная деятельность или проектируются объекты жилого и производственного назначения, должны удовлетворять достоверной оценке подверженности таких земель не только подтоплению, но и затоплению. Работы, которые производятся в рамках данной проблемы,