SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS
International Scientific Journal
Theoretical & Applied Science
p-ISSN: 2308-4944 (print) **e-ISSN:** 2409-0085 (online)
Year: 2024 **Issue:** 04 **Volume:** 132
Published: 23.04.2024 http://T-Science.org

Issue Article

G. T. Kuandykova
Taraz Regional University named after Dulati
Master of Biology

M. Kaldybai
Taraz Regional University named after Dulati
Student,
Kazakhstan

THE EFFECT OF CHEMICALS ON THE FILTRATION ACTIVITY OF FRESHWATER BIVALVES

Abstract: *The article discusses the methods of studying abiotic factors on the filtration rate of shellfish and the effect of SMS and SPAV on the filtration activity of shellfish.*

Key words: *surfactants, synthetic detergents, SMS, synthetic surfactants, filtration activity, water filtration.*
Language: *Russian*
Citation: Kuandykova, G. T., & Kaldybai, M. (2024). The effect of chemicals on the filtration activity of freshwater bivalves. *ISJ Theoretical & Applied Science, 04 (132)*, 215-223.
Soi: http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-132-23 ***Doi***: crossref https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2024.04.132.23
Scopus ASCC: *1100.*

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ФИЛЬТРАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ПРЕСНОВОДНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Аннотация: *В статье рассматривается методы исследования абиотических факторов на скорость фильтрации моллюсков и влияние СМС и СПАВ на фильтрационную активность моллюсков.*

Ключевые слова: *поверхностно-активные вещества, ПАВ, синтетические моющие средства, СМС, синтетические поверхностно-активные агенты, СПАВ, фильтрационная активность, фильтрация воды.*

Введение

Бурное развитие химического производства, химизация сельского хозяйства, развитие водного транспорта приводит к возрастающему загрязнению внутренних водоёмов промышленными и коммунально-бытовыми стоками, что представляет собой серьёзную угрозу для всего живого. Одними из самых опасных веществ для загрязнения воды являются синтетические моющие средства и входящие в их состав поверхностно-активные вещества. При хроническом сбросе в водоёмы сточных вод, содержащих эти компоненты, возникает контакт живых организмов с новыми чуждыми их природе компонентами среды. Животные реагируют на них различными физиологическими реакциями, в результате которых возникают сильные отклонения от норм, вплоть до постепенного вымирания видов.

Антропогенное воздействие человека на водотоки становиться всё более многообразным. Зарегулирование рек, поступление в них промышленных и бытовых сточных вод, а так же стоков с сельскохозяйственных угодий в значительной степени оказывают отрицательное влияние на их флору и фауну, вызывая не только перестройку структурных сообществ, но и изменение экологии гидробионтов.

Необходимость индексации этих выбросов, равно как и любых других очевидна. Поэтому актуальность работ по исследованию токсических воздействий на физиологические параметры живых организмов, не вызывает сомнений.

Водные сообщества способны сами

справляться с внешними помехами, выступая как саморегулирующая система[1]. Поэтому представляет особое значение роль организмов участвующих в самоочищении водоёмов.

Важная роль моллюсков-фильтратов в этом хорошо известна. Известно так же, что двустворчатые моллюски весьма чувствительны к влиянию различных факторов окружающей среды.

I. Биология вида Anadonta stagnalis

Вид Anadonta stagnatis имеет следующее систематическое положение:

Тип: Моллюски Mollusca

Класс: Пластиножаберные Lamellibranchia или Двустворчатые Bivalvia

Отряд: Настоящие пластинчатожаберные Eulamellibranchia

Семейство: Униодиды Uniodidae

Род: Беззубки Anadonta

Тело беззубки продолговатое, более или менее сплюснутое с боков и билатерально симметричное. Голова редуцирована, так что тело состоит из туловища и ноги. На переднем конце туловища лежит рот, на заднем порошица. Между ними на брюшной стороне туловища выдаётся нога. Тело покрыто мантией, которая свешивается с боков в виде двух мантийных складок. Между складками и телом остаётся мантийная полость, в которую помещается нога и жабры.

С боков тело прикрывают створки, на спинной стороне тела они связаны между собой лигаментом.

Большинство видов семейства Uniodidae питается детритом (72%) в меньшей степени используется диатомеи и зелёные водоросли (14%).

Двустворчатые моллюски в связи с особым строением их тела относятся к специализированной группе животных, приспособленных к питанию при помощи довольно совершенного отфильтровывающего и сортирующего аппарата, состоящего из ресничного механизма жабр и околоротовых лопастей.

Ресничный аппарат жабр способствует разделению пищевых частиц по размерам и направляет пищевую массу в пищевые бороздки и далее к ротовым лопастям. Ротовые лопасти снабжены рядами поперечных бороздок с ресничками, двигаясь к которым пищевая масса попадает в ротовое отверстие, а более крупные частицы, не пригодные для питания, попадают в мантию. Ресничками мантийных краёв частицы собираются к основанию выводного сифона; по мере продвижения они склеиваются, уплотняются и в виде так называемых псевдофекалий выбрасываются наружу.

Количество воды, пропускаемое моллюсками, может быть меньше, чем то, которое осветляется ими в результате коагуляции взвесей, выделяемой в воду слизью.

Однако от изменения химического состава среды зависит способность двустворчатых моллюсков менять периодичность и продолжительность фильтрационной активности. Также моллюски могут периодически закрывать створки раковин и в зависимости от трудноучитываемых эндогенных факторов, связанных с периодичностью обменных процессов. На реакцию моллюсков, кроме токсикантов, оказывает влияние ряд факторов внешней среды. Наиболее существенные из них - температура воды, содержание растворённого кислорода, активная реакция и количество взвешенных веществ.

Оптимальные параметры тестируемой воды находятся в следующих пределах: 12-25°С; содержание растворённого кислорода - не ниже 4 мг O_2/л; pH в пределах от 7,0 до 8,5; содержание взвешенных веществ не более 3 мг/л. Исследованиями установлено, что при благоприятных условиях количество особей с закрытыми створками не превышает 35% от их общего числа. В связи с этим показателем токсичности среды (наличия в воде ионов меди, кадмия, цинка, ртути, свинца, органических соединений ПАВ, формальдегида, аммиака, n-нитрофенола, Я-нафтола, активного хлора и ряда других соединений) может являться увеличение относительного числа моллюсков с открытыми створками до 70% и более. Таким образом, результатом внезапного изменения условий среды является закрытие створок и отсутствие активной фильтрации у моллюсков, что приводит к снижению очищения воды от взвешенных частиц[2].

Сульфаты могут изменять осмотический баланс биомембран. Изучалось влияние СПАВ на способность моллюсков открывать и закрывать створки раковины. При помещении ракушек Anadonta cygnea в воду с концентрацией детергента 10 мг/л у всех моллюсков преобладало полное закрытие створок в течении суток. За 24 часа опыта у каждого моллюска отмечалось не более 2 - 3 неполных открываний, тотчас же сменявшихся закрытием створок. Незначительные количества детергента в воде (2,5 и 1 мг/л.) вызывали полное закрытие раковины и прекращение двигательной активности не только в опытные сутки, но и в последующие, когда моллюски снова помещались в обычную воду. Длительность последействия находилась в зависимости от количества детергента. При увеличении количества детергента длительность и интенсивность последействия возрастала.

Синтетические моющие средства (СМС) - смеси сложного постоянного состава, ведущие компоненты в которых - поверхностно активные

вещества (ПАВ) составляют 15-30%. Так же в их состав в небольших количествах входят соединения придающие СМС специфические свойства. В состав СМС для смягчения воды входят фосфорно - кислые соли, такие, как тринатрий фосфат, тетрапирофосфат натрия, а так же сульфат натрия и силикат натрия. Для предотвращения повторного осаждения загрязнений на ткани, добавляют карбоксилметилцеллюлозу. Для улучшения пенообразования - алкилопоамиды, для повышения моющей способности ПАВ - тиколифосфат натрия. Так же в состав СМС входят вещества, придающие мягкость тканям и снимающие статические заряды (четвертичная соль замещённого аммония); придающие запах отдушки; отбеливающие средства - перборат натрия (оптический отбеливатель) и тому подобные.

СМС можно подразделить на порошкообразные, пастообразные, жидкие и кусковые.

В состав порошкообразных СМС включают алкилсульфаты; оксиэтипированные спирты, амиды; мыла природных и синтетических жирных кислот; алкиламиды жирных кислот; алкилсульфаты.

В состав пастообразных и жидких СМС входят алкилсульфаты C_{10}-C_{13}, сульфоэтоксилаты на спиртах C_{10}-C_{13} и C_{12}-C_{14} на основе натуральных спиртов кашалотового жира и хлопкового масла синтетических первичных и вторичных спиртов; алкилоламиды.

Кусковые СМС включают в себя мыла природных и синтетических жирных кислот; производные сульфоянтарной кислоты; высокооксиэтипированные натуральные и синтетические спирты; амфолитные ПАВ.

Методика экспериментов.

Из года в год во всех странах мира наблюдается увеличение производства СМС, изготовляемых на основе ПАВ. Помимо экономии ценных пищевых жиров применение СМС, которые могут быть приготовлены с заранее заданными свойствами, значительно повышает качество стирки всех видов тканей и облегчает все процессы, связанные с чисткой помещений, мытьём посуды и тому подобное.

Незначительное содержание в воде водоёмов ПАВ (десятые доли мг/л) приводит к образованию на их поверхности пены, что вызывает нарушение кислородного режима водоёма, создаёт неблагоприятные условия для развития флоры и фауны.

При наличии пены ухудшается аэрация воды, вследствие чего замедляются процессы самоочищения и угнетения жизнедеятельности гидробионтов.

В настоящее время в быту и промышленности широко используются синтетические моющие средства (СМС). В состав коммерческих СМС обычно входят одна или более групп синтетических поверхностно-активных агентов (СПАВ), несколько связывающих компонентов, а также отбеливающие и придающие блеск вещества.

СПАВ наиболее активно деградируют в водах, богатых органикой или бактериально - обсеменённых. Аэрация ускоряет деградацию СПАВ.

Связывающие компоненты могут взаимодействовать с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+}, присутствующими в виде солей в воде (жёсткая вода), а также в твёрдых загрязнениях и текстиле Для смягчения воды вводят фосфорнокислые соли, такие, как полифосфат, тетрапирофосфат натрия, тринатрийфосфат, сульфат натрия и силикат натрия. Для предотвращения повторного осаждения загрязнений на ткань добавляют карбоксиметилцелюллозу.

Отбеливатели окисляют окрашенные вещества, последние бывают чаще лучше растворимы или не так сильно адсорбированы и легко удаляются, следовательно, отбеливание улучшает внешний вид очищенных предметов[3].

СМС можно подразделить на порошкообразные, пастообразные, жидкие и кусковые.

В состав порошкообразных СМС включают алкилсульфаты C_{12} - C_{16}; алкилбензолсульфонаты; оксиэтилированные спирты, амиды; мыло природных и синтетических жирных кислот; алкилоламиды жирных кислот; алкилсульфаты.

В состав пастообразных и жидких СМС входят алкилсульфаты C_{10} - C_{13} сульфоэтоксилаты на спиртах C_{10} - C_{13} и C_{12} - C_{14} на основе натуральных спиртов кашалотового жира и хлопкового масла, синтетических первичных и вторичных спиртов; алкилоламиды.

Около 20% СМС расходуется на "легкую" стирку вручную малозагрязненных изделий из тонких тканей. СМС для "легкой" стирки, во-первых, не должны оказывать раздражающего действия на кожу рук и создавать обильной пены, во-вторых, должны хорошо отстирывать при температуре воды 25-45°С.

Несмотря на то, что наступила эпоха СМС, мыло еще не сдало своих позиций: его рекомендуется использоваться для ручной стирки изделий из хлопчатобумажных и льняных тканей.

Хозяйственное твердое мыло - это смесь натриевых солей природных и синтетических жирных кислот. В зависимости от способа переработки твердое хозяйственное мыло подразделяют на пилированное (перетертое на вальцах), содержащее 72% натриевых солей жирных кислот, и обычное, содержание 60 и 70%

натриевых солей жирных кислот.

Пилированное мыло имеет светло-желтый цвет; обычное, содержащее 70% солей жирных кислот, - желтый и темно-желтый, а мыло содержащее 60% - темно-коричневый (применяется, главным образом, для технических целей). Из твердого хозяйственного мыла механическим путем в небольших объемах изготавливают мыльные порошки, гранулы, стружку.

Биологическое действие СПАВ является важным предметом исследования. Большой интерес представляет изучение механизма, который лежит в основе влияния ПАВ на живые организмы, т. е. изучение их действия с физиологической и биохимической точки зрения. В некоторых случаях эффект может наблюдаться непосредственно по взаимодействию ПАВ со специфическими белками. В другом случае - его можно проследить по изменениям поверхностной активности и некоторых других свойств биологических дисперсных систем, вызванным ПАВ.

По данным литературы, ПАВ обладают относительно низкой активностью для человека и теплокровных животных.

Можно принять в качестве общего правила, что неионогенные вещества наименее токсичны, а катионактивные - самые токсичные. Анионактивные вещества по своей токсичности занимают промежуточное положение между катионактивными и неионогенными ПАВ. $ЛД_{50}$ для теплокровных животных 1000 - 10300 мг/кг (анионные), 3500 - 9650 мг/кг (неионогенные).

Токсическое воздействие СМС на животных обусловлено составом моющих средств и композициями смесей.

ПАВ - вещества, которые при растворении в воде понижают её поверхностное натяжение на границе с воздухом, а так же на границе раздела с другими телами.

ПАВ - полярное соединение, состоящее из гидрофобной и гдрофильной частей. Гидрофильная часть способствует растворению молекулы ПАВ в воде, а гидрофобная - в масле.

С начала XX века стали всё больше применять синтетические ПАВ, ранее получаемые на основе натуральных жиров, а в настоящее время - из синтетического сырья.

Выделяют два больших класса ПАВ, различающихся характером абсорбции и механизмом стабилизации дисперсных систем.

К первому классу относят низкомолекулярные соединения дифильного характера, то есть соединения, имеющие гидрофильную «голову» (одну или несколько неполярных групп, например: -OH, -COOH, -SO_3H, -OSO_3H, -COOMe, -NH_2) и гидрофобный «хвост» (как правило, алифатическую цепь, иногда включающую и ароматическую группу). По своему применению ПАВ данного класса делят на смачиватели, солюбилизаторы, эмульгаторы, моющие агенты, пенообразователи и так далее.

По химическим свойствам (характеру гидрофильных групп) они разделяются на ионогенные и неионогенные. Ионогенные делятся на анионактивные и катионактивные ПАВ и амфолитные[4].

Поверхностно активные вещества.

I. Ионогенные

А) Анионактивные чисто алифатические:

- С одной гидрофильной группой на конце молекулы;
- С одной гидрофильной группой в середине молекулы;
- С несколькими гидрофильными группами;

алифатические - циклические с изоциклическими и кольцевыми системами:

- гидрированные алкилбензосульфонаты;
- алкилнафталинсульфонаты;
- алкилбензосульфонаты;

Б) Катионактивные чисто алифатические:

- соли первичных аминов;
- соли вторичных аминов;
- соли третичных аминов;
- четвертичные соли аммония;

Алифатические - циклические соли пиридина.

В) Амфолитные (амфотерные)

II. Неионогенные

- чисто алифатические;
- полиглицериновые эфиры;
- полиэтиленовые эфиры жирных спиртов;
- полиэтиленовые эфиры жирных кислот;
- полиэтиленовые эфиры жирных меркантанов;
- полиэтиленовые эфиры жирных аминов;
- полиэтиленовые эфиры жирных полиаминов;

Алифатические - циклические полиэтиленовые эфиры из алкилфенолов. Ко второму классу относятся высокомолекулярные соединения, в которых чередуются гидрофильные и гидрофобные группы равномерно распределённые по всей длине полимерной цепи.

От них следует отличать высокомолекулярные ПАВ, построенные из двух или трёх отрезков, каждый из которых состоит из гидрофильного или гидрофобного блоков - мономеров [5].

По внешнему виду ПАВ представляют собой пасты, жидкости или твёрдые мылообразные продукты, белого или желтоватого цвета с ароматическими запахами. Все они сравнительно хорошо растворяются в воде, образуя в определённых концентрациях большое

количество пены.

В пене на поверхности водоёма концентрируются сами ПАВ, другие органические загрязнения, а так же микроорганизмы, в том числе потогенные, что создаёт эпидемиологическую угрозу населению при разнесении пены ветром.

Важнейшими свойствами ПАВ так же являются способность к адсорбции на поверхностях, смачиванию, эмульгированию и солюбилизации (повышению коллоидальной растворимости) других, плохо растворимых в воде веществ.

Моющие свойства ПАВ улучшаются при добавлении к ним ряда других соединений, чем и пользуются при изготовлении СМС.

Для гигиенической практики большое значение имеет стабильность ПАВ в воде. Отмечают, что в отличие от мыл ПАВ в общем являются соединениями относительно устойчивыми в воде. Однако стабильность их неодинакова и зависит не только от характера веществ, но и условий среды водоёмов: температуры, количества растворённого в воде кислорода, присутствия микрофлоры и тому подобное. Известно, что обычная микрофлора воды и почвы способна использовать синтетические ПАВ в качестве пищи. Скорость такого разрушения веществ зависит от их молекулярной структуры. Вещества с прямой алкильной цепью в молекуле, как правило, легче усваиваются микрофлорой, чем соединения с разветвлённой цепью.

Анионные и неионогенные ПАВ обладают гораздо менее выраженным действием на микрофлору, чем катионные ПАВ.

К неионогенным ПАВ относятся соединения различного строения, самую большую группу которых составляют продукты присоединения окси этилена к гидрофобным основаниям (алкилфенолам, жирным спиртам, жирным кислотам, жирным аминам и другим), а так же производные жирных кислот, окси алкиламинов.

Неионогенные ПАВ в водном растворе не образуют ионов, растворимость их обусловлена функциональными группами, имеющими сильное сродство к воде.

Неионогенные ПАВ обладают наибольшей пенообразующей способностью.

Возросшее применение неионогенных ПАВ связано с быстрым снижением стоимости их получения и расширяющимися возможностями их использования в разных областях народного хозяйства. В результате их применения в промышленности, стали возникать затруднения при очистке производственных сточных вод, так как биоочистка с помощью активного ила не всегда оказывается эффективной. Поэтому неионогенные ПАВ вместе со сточными водами попадают в водоёмы, где изменяют санитарно гигиенический режим. Необходимость удаления неионогенных ПАВ из сточных вод требует разработки соответствующих методов и средств.

Развитие химической промышленности обусловило применение многочисленных веществ в различных отраслях народного хозяйства. Широкое применение в мире получило производство синтетических ПАВ и моющих средств на их основе. ПАВ нередко называют детергентами (от латинского слова deterge - очищать). Детергенты широко используются в различных отраслях народного хозяйства. Основные объекты применения связаны с использованием тех физических свойств ПАВ, которые обуславливают их адсорбционную и солюбилизационную способности.

Основным потребителем ПАВ является текстильная промышленность, большой процент их идёт на бытовые нужды. В производстве строительных материалов они используются, как связывающий материал, как заменители при производстве алебастра, а так же как стабилизаторы для почв. ПАВ находят применение в медицине.

Смачивающая способность их обусловила применение в косметических композициях. Наличие эмульгирующих способностей ПАВ привело к их употреблению в фармацевтической промышленности для приготовления водных экстрактов, эмульсий, оснований для мазей.

ПАВ широко применяются в кожевенной, меховой и бумажной промышленности в качестве компонентов моющих средств для обеззараживания, в сельском хозяйстве - для улучшения Физических свойств удобрений, для стимуляции роста сельскохозяйственных животных, в качестве инсектицидных, гербицидных и фунгицидных опрыскиваний.

В пищевой промышленности ПАВ используются в качестве замедлителей очерствения хлебобулочных изделий, для улучшения физических свойств кондитерских изделий и молочных продуктов.

В нефтяной промышленности они употребляются при бурении скважин, диэмульгировании сырой нефти, при операциях по очистке и транспортировке.

В химической промышленности эти вещества используются в качестве стабилизаторов веществ, обладающих способностью денатурировать белки, входят в состав пенообразующих, противопожарных средств и предотвращающих пенообразование средств.

ПАВ используются в борьбе с запотеванием стёкол и прозрачных пластмасс, для очистки промышленных дымов, в приготовлении типографических красок, чернил для шариковых ручек, при производстве киноплёнок и тому

подобное.

ПАВ, входящие в состав определённых моющих средств, выбирают исходя из условий использования и типа предполагаемой обработки. Анионактивные синтетические ПАВ применяются преимущественно в бытовых моющих средствах, катионактивные применяются в качестве дезинфицирующих средств[6].

Можно предположить, что не только отдельные группы СМС и их компоненты, оказывают губительное действие на гидробионтов, но еще большую опасность представляют смеси веществ.

Сведения в литературе о механизмах взаимодействия различных моющих средств и их компонентов отсутствуют, но, поскольку, введение дополнительного компонента в состав СМС резко изменяет его свойства, причём, эти свойства иногда даже невозможно предсказать, можно предположить, какое многообразие вариантов и комбинационных взаимодействий возможно между моющими средствами.

СПАВ представляют собой обширную группу соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным классам. Эти вещества способны адсорбироваться на поверхности раздела фаз и понижать вследствие этого поверхностную энергию (поверхностное натяжение). В зависимости от свойств, проявляемых СПАВ при растворении в воде, их делят на анионактивные вещества (активной частью является анион), катионактивные (активной частью молекул является катион), амфолитные и неионогенные, которые совсем не ионизируются.

Главными факторами понижения их концентрации являются процессы биохимического окисления, сорбция взвешенными веществами и донными отложениями. Степень биохимического окисления СПАВ зависит от их химического строения и условий окружающей среды.

С повышением содержания взвешенных веществ и значительным контактом водной массы с донными отложениями скорость снижения концентрации СПАВ в воде обычно повышается за счет сорбции и соосаждения. При значительном накоплении СПАВ в донных отложениях в аэробных условиях происходит окисление микрофлорой донного ила. В случае анаэробных условий, СПАВ, могут накапливаться в донных отложениях и становиться источником вторичного загрязнения водоема.

Максимальные количества кислорода (БПК), потребляемые 1 мг/дм^3 различных ПАВ колеблется от 0 до 1,6 мг/дм^3. При биохимическом окислении СПАВ, образуются различные промежуточные продукты распада: спирты, альдегиды, органические кислоты и др. В результате распада СПАВ, содержащих бензольное кольцо, образуются фенолы.

В поверхностных водах СПАВ находятся в растворенном и сорбированном состоянии, а также в поверхностной пленке воды водного объекта.

Попадая в водоемы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством ПАВ является их высокая пенообразующая способность. Хотя СПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионтов. При концентрациях 5-15 мг/дм^3 рыбы теряют слизистый покров, при более высоких концентрациях может наблюдаться кровотечение жабр.

Для гигиенической практики больщое значение имеет стабильность ПАВ в воде. Снижение концентрации детергентов определяется комплексом физико-географических условий водоёмов, характером водообмена, физическими свойствами и химическим составом воды, физико-химическими свойствами и химической структурой самих ПАВ. Биохимический распад детергентов - это сложный, многостадийный процесс, в котором каждая стадия катализируется собственными ферментами. Окисление детергентов под влиянием ферментов активного ила обычно начинается с конечной метильной группы алкильной цепи, у анионных ПАВ - наиболее удаленной от сульфатной или сульфонатной группы. Окисление метильной группы, являющееся наиболее трудным этапом в цепи биохимического распада ПАВ, начинается с окисления конечного атома углерода, с образованием гидроперекиси путем присоединения кислорода. Затем гидроперекиси превращаются в спирт, альдегид и далее в карбоновую кислоту, которая, в свою очередь подвергается в окислению [7].

Образующаяся в процессе в - окисления уксусная кислота легко используется микроорганизмами в качестве источника энергии, окисляясь до углекислоты и воды. При этом ПАВ с четным числом атомов в алкильной цепи, аналогично природным карбоновым кислотам, окисляются быстрее, чем соединения с нечетным числом атомов углерода. После завершения окисления алкильных цепей в таких соединениях, как алкилбензолсульфонаты, начинается расщепление бензольного кольца с образованием в процессе ряда последовательных реакций в - кетоадипиновой кислоты, которая также

подвергается в - окислению. Процесс окисления анионных ПАВ резко затормаживается при наличии в алкильной цепи четвертичного атома углерода или при присоединении бензольного кольца к алкильной цепи с помощью четвертичного атома углерода. Отсутствие у четвертичного атома углерода атома водорода препятствует протеканию в - окисления. Распад алкилбензолсульфонатов приостанавливается, как только процесс доходит до четвертичного атома углерода. Поэтому к биохимическому окислению наиболее устойчивы алкилбензолсульфонаты, у которых четвертичный атом углерода находится в конце алкильной цепи при отсутствии другого открытого конца. Биохимический распад неионогенных ПАВ также зависит от длины и степени разветвления алкильной цепи и от длины полиэтиленгликолевой цепи. Неионогенные соединения с длиной алкильной цепи менее 6 - 7 атомов углерода распадаются биохимически медленно. Наиболее полно и быстро разрушаются соединения, полученные на основе нормальных первичных и вторичных спиртов, алкильная цепь которых содержит более 7 атомов углерода, а полиэтиленгликолевая - не более 10 - 12 молей окиси этилена.

Для проведения эксперимента в лабораторных условиях направленного на изучение зависимости изменения скорости фильтрации воды пресноводными двустворчатыми моллюсками от вида токсиканта, необходимо:

Заполнить сосуды отстоянной водопроводной водой до метки 1 л. Приготовить взвесь тонкодисперсного мела для каждого сосуда в концентрации 300 мг/л. Определить первоначальную мутность раствора в каждом сосуде (концентрация мела во взвеси по показаниям ФЭК будет отличаться от навески в 300 мг/л, так как наиболее крупные частицы мела быстро оседают на дно). Для этого, тщательно перемешав взвесь в сосуде, отобрать в кювету пробу воды из центральной части сосуда с помощью стеклянной трубки и проколориметрировать её на ФЭКе (E_0).

Рассчитать скорость фильтрации по формуле Виллиамсена:

$$F = V(\ln Co - \ln Ct - \lambda)t$$

где F- объём воды профильтрованной моллюсками в единицу времени (скорость фильтрации (мл/ч)), V- объём воды в сосуде (1000 мл), Co- начальная (в момент времени t_1) концентрация взвеси (мг/л), Ct- конечная (в момент времени t_2) концентрация взвеси (мг/л), t- продолжительность опыта в часах, λ - поправка на небиологическое оседание в сосуде № 1, равная разности логарифмов концентраций в моменты времени t_1 и t_2 в сосуде без моллюска, делённая на время t.

Заключение.

По данным исследования в лабораторных условиях (на моллюсках Anadonta cygnea) и в условиях естественного водоёма (на моллюсках Unio pictorum), получены данные о действии хлорфенолов в концентрациях 1,10 и 20 мг/л. По данной методике определилась фильтрационная способность перловиц в норме и после 48 - часового воздействия на них диметилсульфида, фенола, пирогаллола, гидрохинона, резорцина и пирокатехина (0,01 мг/л). Экспозицию в токсических растворах производили в аквариумах объёмом 10 л, куда помещали по 2 - 3 моллюска; токсические растворы готовились на речной воде. Всего поставлено 150 опытов.

Изучение скорости фильтрации беззубок показало, что в норме моллюски фильтровали воду со скоростью 825,0 ± 190,3 мл/час. Моллюски, помещенные в токсические растворы различных хлорфенолов заметно снижали свою фильтрационную активность. Так, трихлорфенол в концентрации 1 мг/л снижал процесс фильтрации на 61,5%, дихлорфенол на 72,4%, но наибольшее угнетение биофильтрации происходило при воздействии парахлорфенола: при той же концентрации фильтрация снизилась до 210,4 мл/час и составляла 24,0% от контроля[8].

При увеличении концентрации токсикантов до 10 мг/л происходило дальнейшее угнетение фильтрационной активности моллюсков. Ди - и трихлорфенолы почти одинаково снижали скорость фильтрации, которая составляла в данном случае 215,3 и 217,8 мл/час. Моллюски помещённые в раствор парахлорфенола концентрации 10 мг/л, имели минимальную фильтрационную активность - 105,0 мл/час, что составило всего 12,0% от контроля.

Увеличение концентрации хлорфенолов до 20 мг/л не приводило к дальнейшему снижению фильтрации беззубок. Возможно предположить, что максимальное сокращение фильтрационной активности моллюсков происходит уже на малых концентрациях хлорфенолов, а увеличение содержания токсиканта в растворе вызывает такую же картину снижения биофильтрации, как и при меньших концентрациях[9].

Таким образом, среди изученных хлорфенолов наибольшее угнетающее действие на фильтрационную активность моллюсков оказывали монохлорфенолы, а среди них наибольшим токсическим эффектом обладал парахлорфенол.

Влияние диметилсульфида (ДМС) в концентрациях 0,005 и 0,05 мг/л так же выразилось в подавлении фильтрационной активности моллюсков.

Скорость фильтрации под влиянием ДМС снизилась по сравнению с контролем соответственно на 24,1 и 49,2%.

В целом среди изолированного влияния отдельных фенолов наибольшим угнетающим эффектом на фильтрационную способность перловиц обладали пирокатехин (0,01 мг/л) и ДМС (0,05 мг/л), которые почти в два раза уменьшали контрольные параметры ($P < 0,05$). Большой разброс данных не позволил статистически подтвердить изменения после воздействия других токсикантов, хотя происходящее ухудшение фильтрационной способности моллюсков является очевидным. Разброс данных, вероятно, связан с тем, что в реке изменялась температура воды, pH, колебались так же атмосферное давление и погодные условия. Влияние этих факторов в данном случае не учитывалось. Но как сказано выше температура и pH среды являются такими же абиотическими факторами, влияющими на фильтрационную активность моллюсков.

Кроме влияния фенолов на фильтрационную активность моллюсков было изучено комбинированное воздействие ДМС с веществом фенольного ряда в эквимолярных соотношениях на уровне ПДК. Комбинации токсикантов не приводили к суммации эффектов от составляющих компанентов, но и антагонистического действия при этом не наблюдалось. В целом воздействие комбинаций веществ угнетало процесс фильтрации моллюсков примерно в тех же размерах, что и отдельные компоненты. После воздействия ДМС и пирогаллола скорость фильтрации составила 75% от контрольного уровня, ДМС и гидрохинона - 61,7%, ДМС и фенола - 55,0%, ДМС и пирокатехина - 52,0%, ДМС и резорцина - 44,8%. Из приведённых данных следует, что наиболее выраженным действием обладали комбинации ДМС с пирокатехином и резорцином. При этих сочетаниях скорость фильтрации достоверно отличалась от контроля ($P < 0.05$). Следует отметить, что из изученных веществ фенольного ряда только пирокатехин обладал наиболее выраженным влиянием как при изолированном действии, так и в условиях комбинации. Но рассматривая полученные результаты, следует опять же учитывать разброс из-за экологических факторов.

Таким образом, анализ данных показал, что из рассмотренных веществ наибольшим угнетающим действием на фильтрацию перловицы обладали ДМС и пирокатехин, а при сочетании токсикантов - комбинации ДМС с резорцином и пирокатехином[10].

Двустворчатые моллюски являются организмами-фильтратами. Ресничный аппарат жабр способствует разделению пищевых частиц по размерам и направляет пищевую массу в пищевые бороздки и далее к ротовым лопастям. На активность фильтрации влияют как экологические факторы (температура, pH, содержание растворённого кислорода и т. д.), так и токсические вещества.

По данным литературы изучили влияние диметилсульфида, фенола, пирогаллола, гидрохинона, резорцина и пирокатехина на фильтрационную активность моллюсков, которые вызывают её угнетение. СМС и СПАВ изменяя поверхностное натяжение на границе раздела сред и нарушает функциональное состояние мембран, следовательно нарушают фильтрационную активность моллюсков.

References:

1. Grassi, O.A., & Sokolova, E.G. (1984). *Fil'tracionnaya aktivnost' presnovodnyh dvustvorchatyh mollyuskov i vliyanie na neyo toksicheskih faktorov*. YAroslavl'.
2. Mozhaev, E.A. (1976). *Zagryaznenie vodoyomov poverhnostno - aktivnymi veshchestvami*. (p.93). M.: Medicina.
3. (2007). *Biologicheskij kontrol' okruzhayushchej sredy: bioindikaciya i biotestirovanie:* ucheb. posobie dlya vuzov / pod red. O. P. Melekhovoj, E. I. Egorovoj. (p.288). Moscow: Akademiya.
4. Kaplin, V. G. (2007). Osnovy ekotoksikologii: ucheb. posobie dlya vuzov. (p.232). Moscow: Kolos.
5. Luk'yanenko, V. I. (1983). *Obshchaya ihtiotoksikologiya*. (p.320). Moskva.
6. Filenko, O. F., & Miheeva, I. V. (2017). *Osnovy vodnoj toksikologii*. (p.144). Moscow: Kolos.
7. Abramzon, A.A. (1981). *Poverhnostno - aktivnye veshchestva: svojstva i primenenie*. (p.304). L: Himiya.
8. Alimov, A.F. (1981). *Funkcional'naya ekologiya presnovodnyh dvustvorchatyh mollyuskov*. L: Nauka.

9. (2002). *Toksikologiya gidrobiontov (Vodnaya toksikologiya):* Metod. Rukovodstvo Sost. E.V. Ryabuhina; YArosl. Gos. Un-t. YAroslavl', CHast' 2. 2002. pp.15-16.
10. Cihan – Lukanina, E.A. (1987). *Trofologiya vodnyh mollyuskov*. (p.223). M.: Nauka.