

1. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 142 с.
2. Гигиенические нормативы 2.17.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве» [Электронный ресурс]: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь, 25 февр. 2004 г., № 28 // Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Режим доступа: https://minzdrav.gov.by/upload/lcfiles/text_tnpa/000353_958310_Gigiena_2172B_2004_Sanpin.pdf. – Дата доступа: 12.09.2024.
3. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень / Е.И. Громадская [и др.]; под ред. Е.И. Громадской. – Минск: РУП «ЦНИИКИВР», 2023 г. – 151 с.
4. Красочко, И.А. Загрязненность тяжелыми металлами почв Республики Беларусь / И. А. Красочко, О. В. Нарбутович, В.А. Машеро // Экология и животный мир. – 2008. – №1. – С. 23-31.
5. Плеханова, И.О., Бамбушева, В.А. Экстракционные методы изучения состояния тяжелых металлов в почвах и их сравнительная оценка / И.О. Плеханова, В.А. Бамбушева // Почвоведение. – 2010. – №. 9. – С. 1081-1088.
6. Жерносок, А.К. Аналитическая химия для будущих провизоров. Часть 1. Учебное пособие / А.К. Жерносок, И.Е. Талут; Под ред. А.И. Жебентяева. – Витебск: ВГМУ, 2003. – 362 с.

ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ К САМООЧИЩЕНИЮ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ ПО РЕАКЦИИ ФЕНТОНА

Петроченко А.Д.¹, Штокина Е.А.²

¹выпускник ВГУ имени П.М. Машерова,

²магистрант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Балаева-Тихомирова О.М., канд. биол. наук, доцент

Ключевые слова. Природные водные экосистемы, водородный показатель, активные формы кислорода, процессы самоочищения воды.

Key words. Natural aquatic ecosystems, pH value, reactive oxygen species, water self-purification processes.

В процессе функционирования водной экосистемы между её компонентами осуществляется обмен веществом и энергией, который имеет циклический характер и подвергается трансформации. Данные изменения происходят под воздействием физических, химических и биологических факторов и сопровождаются постепенным разложением и синтезом веществ. Самоочищение природных водоемов осуществляется за счет поступающих из внешней среды веществ, которые включаются в происходящие процессы трансформации. При этом процессе осуществляется возврат вещества в свой резервный фонд [1]. Изучение биотических процессов водных экосистем, их функционирование и самоочищение является актуальным. Механизм самоочищения воды и поддержания водных параметров экосистемы относится к приоритетным проблемам экологии.

Цель работы – изучить влияние активных форм кислорода на процессы самоочищения природных водоемов Витебской области.

Материал и методы. Пробы воды были отобраны весной (апрель – май), летом (июнь-июль) и осенью (сентябрь-октябрь) из водоемов пяти районов Витебской области, характеризующихся различной степенью антропогенной нагрузки (р. Витьба, оз. Афанасьевское, оз. Будовесь, оз. Дубровское, оз. Селявское). Способность к самоочищению водоемов оценивалась по содержанию и составу активных форм кислорода спектрофотометрическим методом, в качестве генерирующего агента использовали Fe^{2+} (реакция Фентона) [2]. Данный метод основан на образовании окрашенного в кроваво-красный цвет комплекса железа (III) с тиоционат-ионами. Концентрация тиоционат-ионов во всех растворах была постоянной. Раствор $[\text{Fe}^{3+}] = 0,1$ моль/дм³, готовили непосредственно перед экспериментом. Регистрацию оптической плотности проводили на спектрофотометре СФ 2000 в герметично закрытых кюветах. В исследуемых системах ионов $[\text{Fe}^{3+}]$ максимум спектра поглощения найден при длине волны 440 нм. Оптическую плотность регистрировали через 60 секунд после введения в исходные пробы природной воды ионов $[\text{Fe}^{2+}]$. Измерения проводили в кислой среде (рН=2,5) в связи с тем, чтобы в ней исходная концентрация $[\text{Fe}^{2+}]$ была постоянна, а образующийся $[\text{Fe}^{3+}]$ не выпадал в осадок. Весь цифровой материал обрабатывался в программах Microsoft Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение. Выявлено, что в результате радикальных перегруппировок образуются более стабильные и долгоживущие радикалы. Рекомбинация углеродсодержащих радикалов приводит к образованию органических соединений и выпадению осадка в исследуемых пробах воды. Осадок может образовываться в чистых растворах гидрокарбонатов и водопроводной воде при длительном отстаивании. В природной воде образуется осадок темный рыжевато-коричневого цвета, что связано с включением в процессы радикальных превращений фрагментов гумусовых соединений, которые в значительном количестве содержатся в природных водных экосистемах. При накоплении карбонат ионов в природной воде восстановление гидроксидных радикалов происходит по уравнению: $\bullet\text{OH} + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{HCO}_3^\bullet + \text{OH}^-$. Лимитирующим фактором данной реакции является активность гидроксидных радикалов, концентрация которых составляет в природных водоемах 10^{-15} - 10^{-17} моль/дм³. При добавлении в пробы пероксида водорода фиксируется увеличение концентрации гидроксил-ионов и подщелачивание проб воды.

Для определения стационарной концентрации АФК в воде природных водоемов в качестве генерирующего агента использовали Fe^{2+} и учитывали константы скоростей реакций кинетической модели реакции Фентона, что, позволяет по соотношению концентраций определить вид преобладающего свободного радикала в природных водоемах. Для случая $[\text{Fe}^{2+}] > [\text{H}_2\text{O}_2]$ при $[\text{H}_2\text{O}_2] = 10^{-3}$ - 10^{-5} моль/дм³ предельная концентрация образующегося $[\text{Fe}^{3+}]$ определяется тем, что одна молекула H_2O_2 распадается на два гидроксильных радикала, каждый из которых окисляет одну молекулу двухвалентного железа [1]. Влияние реакции существенно только для природной системы, в которой $[\text{Fe}^{2+}] > [\text{H}_2\text{O}_2]$: $\text{O}_2 + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2$. В проведенных экспериментальных исследованиях природной воды из водоемов Витебской области таких соотношений не выявлено. Анализ кинетической модели реакции Фентона при данных условиях показал, что основной активной частью в исследуемых природных водных экосистемах является гидроксидный радикал.

Из таблицы следует, что существуют значительные отличия в окислительной способности природных водных экосистем. Максимальная оптическая плотность, а следовательно, и содержание активных форм кислорода обнаружена в воде из оз. Селявское и оз. Будовесть, а минимальное – в воде из р. Витьба, оз. Афанасьевское, оз. Дубровское.

Таблица – Оптическая плотность природной воды из водоемов Витебской области через 60 секунд после введения в исходные пробы природной воды ионов $[\text{Fe}^{2+}]$

Название водоема	Оптическая плотность
р. Витьба (n=9)	0,12±0,009 ¹
оз. Афанасьевское (n=9)	0,15±0,015 ¹
оз. Будовесть (n=9)	0,61±0,020
оз. Дубровское (n=9)	0,16±0,013 ¹
оз. Селявское (n=9)	0,68±0,018

Примечание: ¹p<0,05 по сравнению с оптической плотностью проб воды из оз. Селявское

По результатам анализа следует, что чем меньше зафиксированная оптическая плотность природной воды, тем меньше способность у водной экосистемы генерировать достаточное количество активных форм кислорода, что приводит к их эвтрофированию. Реакция Фентона в природной воде из водоемов Витебской области зависит от трофности водоемов [3]. Природная вода из озера Будовесть и озера Селявское обладают сходными значениями оптической плотности, данный тип озер относится к олиготрофным. Показатели других озер имеют низкие значения и относятся к мезотрофному и мезоэвтрофному типу. Таким образом, активные формы кислорода играют важную роль в биологических и природных водных экосистемах, влияя на процессы самоочищения в природной воде. Выявлено, что эффективность процесса самоочищения определяется способностью природных водных экосистем генерировать активные формы кислорода, участвующих в процессах пероксидного окисления.

Закключение. Установлено, что все изучаемые водоемы имеют сходную окислительную способность и основным видом преобладающих активных форм кислорода

является гидроксильный радикал. Максимальным содержанием активных форм кислорода характеризуется вода из оз. Селявское и оз. Дубровское, а минимальным – р. Витьба, оз. Афанасьевское, оз. Будовесь, что влияет на трофность данных водоемов.

1. Гурикова, Ю.В. Природная вода как окислительная среда / Ю.В. Гурикова, Н.Ф. Бондаренко // Журнал физической химии. – 2001. – Т.75, №7. – С.640.

2. Влияние люминола на интенсивность хемилюминесценции в реакции Фентона // Н.А. Аристова [и др.] // Химия высоких энергий. – 2011. – Т.45, № 6. – С. 543–547.

3. Балаева-Тихомирова, О.М. Корреляционные зависимости физико-химических характеристик воды и почв прибрежной зоны природных водоемов Витебской области / О.М. Балаева-Тихомирова, Е.И. Кацнельсон, Т.В. Сидорова // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та. – 2021. – № 2(58). – С. 3–7.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДИАБЕТОГЕНОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТРЕТИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ФЕРМЕНТА ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ У ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС И ЛЕГОЧНЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ

Пинчук П.Ю.,

аспирант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Чиркин А.А., доктор биол. наук, профессор

Ключевые слова. Аллоксан, стрептозотоксин, лактатдегидрогеназа, сайт связывания, молекулярный докинг, 3D-модель фермента.

Keywords. Alloxan, streptozotocin, lactate dehydrogenase, binding site, molecular docking, 3D-model of the enzyme.

Сахарный диабет (СД) – заболевание, сопровождаемое выраженным нарушением гормональной регуляции обмена углеводов с проявлением в разной степени молекулярно-биологических, биохимических, патоморфологических изменений в сердечно-сосудистой, иммунной, выделительной системах организма [1]. В настоящее время диабетом страдает около 422 миллионов человек, что составляет 6,028% от всего населения планеты. Если ситуация будет развиваться такими темпами, то к 2030 году сахарный диабет станет 7-й причиной смерти во всем мире. Существует общепринятая абсолютно справедливая точка зрения, что хроническая декомпенсация обмена углеводов, являющаяся следствием неадекватной коррекции гликемии и неудовлетворительного самоконтроля заболевания, является причиной прогрессирования осложнений, инвалидизации и преждевременной смерти больных диабетом II типа.

Для моделирования процессов данного заболевания во всем мире используют таких лабораторных животных, как собаки, кошки, свиньи, хомяки, крысы, мыши и кролики. Для обоснованного выбора модели в зависимости от поставленной задачи эксперимента и последующей объективной его интерпретации необходимо знание биологических и биохимических особенностей возникновения и проявления диабетического синдрома у животных независимо в естественных или экспериментальных условиях. Беспозвоночные животные служили моделями для исследований и обучения с конца 1800-х годов. Их использовали для выделения биологически активных веществ (ферментов, гормонов, витаминов и др.) в течение 4000 лет. Интерес к моделям беспозвоночных возрос за последние несколько десятилетий, поскольку исследовательское сообщество отреагировало на опасения общественности по поводу использования позвоночных животных в исследованиях. В результате беспозвоночные оцениваются и признаются моделями для многих болезней и состояний. Их использование привело к открытиям практически во всех областях медицины – от эмбрионального развития до процессов старения. Виды варьируют от наземных беспозвоночных, таких как нематоды и насекомые, до пресноводных и морских обитателей, включая планарий, ракообразных, моллюсков и многих других [2].

Большое значение для выявления вопросов патогенеза, клиники, лечения и профилактики заболевания имеет экспериментальная диабетология. Экспериментальные модели сахарного диабета позволяют получить ценные сведения не только для понимания