

УДК 57.044:546.73:581.526.3:556.5

ГРНТИ 34.35.51

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КОБАЛЬТА В ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДОЕМОВ

Макаренко Татьяна Викторовна

к.б.н., доцент кафедры химии

Хаданович Альбина Викторовна

к.х.н., доцент кафедры химии

Пырьх Ольга Викторовна

старший преподаватель кафедры химии

УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, посвященные закономерностям накопления соединений кобальта растительностью водных экосистем г. Гомеля и прилегающих территорий. Показан неравномерный характер накопления изучаемого металла растениями изучаемых водоемов. Отмечено, что повышение концентрации металла в макрофитах является результатом вторичного загрязнения, что сопровождается переходом соединений металла из донных отложений в доступные для растений формы.

Ключевые слова: кобальт, водные экосистемы, загрязнение, мониторинг, растительность, донные отложения.

MONITORING STUDIES OF COBALT CONTENT IN AQUATIC VEGETATION OF WATER BODIES

Makarenko Tatyana Victorovna

Ph.D., Associate Professor of the Department of Biology

Hadanovich Albina Viktorovna

Ph.D., Associate Professor of the Department of Chemistry

Pyrh Olga Victorovna

Senior Lecturer, Department of Chemistry

Gomel State University named after Francysk Skorina

Republic of Belarus, Gome

Abstract: The article discusses issues related to the patterns of accumulation of cobalt compounds by vegetation of aquatic ecosystems of Gomel and adjacent territories. The uneven nature of the accumulation of the studied metal by the plants of the studied reservoirs is shown. It is noted that the increase in metal concentration in macrophytes is a result of secondary contamination, which is accompanied by the transition of metal compounds from bottom sediments to forms available to plants.

Keywords: cobalt, water ecosystems, pollution, monitoring, vegetation, bottom sediments.

Одним из способов контроля процессов антропогенного воздействия на экосистемы являются мониторинговые исследования накопления тяжелых металлов водной растительностью. Неотъемлемым компонентом водных экосистем являются макрофиты – индикаторы состояния водоемов. Тяжелые металлы являются важнейшими загрязнителями водной растительности, т.к. они обладают способностью к накоплению в тканях и органах и сохраняются в них в течение всего периода вегетации, что

предотвращает их участие в круговороте веществ в водоемах [1]. В малых количествах тяжелые металлы входят в состав биологических ферментов, регулирующих обмен жиров, белков и углеводов, принимают участие в синтезе нуклеиновых кислот. Тем не менее, при их избыточном содержании в окружающей среде динамическое равновесие нарушается, и они способны оказывать сильное токсическое воздействие [2].

В связи со снижением использования соединений кобальта в производственных процессах на предприятиях Республики Беларусь, и в соответствии с проводимой государством программой по улучшения состояния окружающей среды, актуальным является вопрос мониторинговых исследований доступности соединений кобальта в абиотических компонентах водных экосистем. В природных водах соединения кобальта находятся в растворенном и взвешенном состоянии; количественное соотношение между этими фазами определяется химическим составом воды, температурой и значениями pH. Растворенные формы представлены преимущественно комплексными соединениями, в том числе с органическими лигандами. Соединения двухвалентного кобальта наиболее характерны для поверхностных вод. В присутствии окислителей возможно существование в заметных концентрациях трехвалентного кобальта.

Целью исследований являлись мониторинговые исследования содержания кобальта в водной растительности водоемов с различной антропогенной нагрузкой.

Исследования проводились на территории г. Гомеля и пригородных районов. Выбраны водоемы с близкими физико-географическими условиями (географическое положение, климат, почвы, геологическое строение, растительность), но с существенным различием в степени и специфике хозяйственного освоения и техногенной нагрузки.

Определение содержания тяжелых металлов в пробах проводилось на базе Государственного научного учреждения «Институт радиобиологии НАН Беларуси» на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой с пробоподготовкой образцов в системе микроволнового вскрытия.

Результаты исследований представлены на рисунке 1.

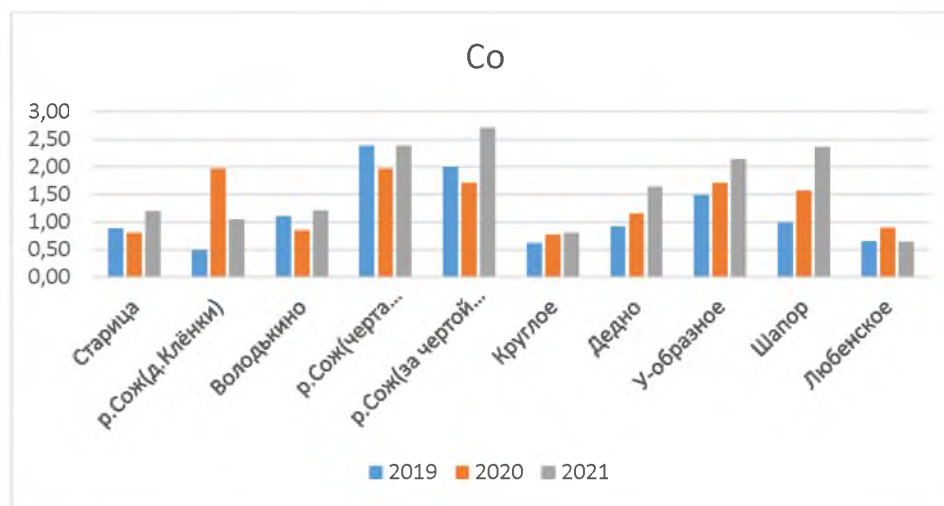


Рисунок 1 – Динамика накопления соединений кобальта (мг/кг) водной растительностью водоемов г. Гомеля

Предполагалось, что в 2021 году будет происходить увеличение содержания кобальта в растениях во всех изучаемых водоемах в связи с высокой среднемесячной температурой и отсутствием осадков в летний период, что обусловило резкое снижение уровня воды в р. Сож и во всех водоемах более чем на метр. Это способствовало изменению условий состояния водоема: изменение pH и увеличение температуры воды в придонных слоях. Исходя из этого, можно предположить, что именно вследствие этого

соединения тяжелых металлов перешли в более доступные для высших водных растений формы, об этом может свидетельствовать увеличение содержания металлов в растениях и их снижение в донных отложениях. Однако, увеличение содержания кобальта в 2021 г. в макрофитах отмечено не для всех изучаемых водоемов. Только в семи из одиннадцати изучаемых водоемов в 2021 г. в растениях содержание кобальта увеличилось в сравнении с 2019 г. и в 2020 г., однако для двух из них (озер Володькино и Круглое) концентрация металла в макрофитах в 2021 г. незначительно отличается от содержания его в 2019 г. и 2020 г. У водной растительности, отобранной на участке р. Сож выше черты города, максимальное содержание кобальта пришлось на 2020 г., также как и у растений оз. Любенского. Макрофиты оз. Любенского подвергались более высокой антропогенной нагрузке, чем растительность реки, так как в данный водоем поступали поверхностные стоки с крупной автомагистрали, расположенной рядом с озером, а также стоки с огородов близлежащего частного сектора и микрорайона Любенский. Воды реки Сож выше черты города также загрязняются поверхностными стоками, которые поступают в реку с огородов дачных поселков и частного сектора.

Снижение в 2021 г. концентрации изучаемого металла в растительности р. Сож выше черты города в сравнении с 2020 г. составило 1,9 раза. Сложно предположить, что такое изменение содержания кобальта вызвано снижением антропогенной нагрузки на водную экосистему. Факт высокой концентрации металла в водной растительности и его последующее резкое снижение в макрофитах реки требует более детального изучения. Растительность на участке р. Сож ниже черты города содержит значительное количество кобальта, эти величины являются максимальными для 2021 г. и составляют 2,7 мг/кг сухой массы, это указывает на влияние поверхностного стока города на экосистему р. Сож. На данном участке реки в 2020 г. произошло снижение концентрации металла практически в 1,2 раза по сравнению с 2019 г., но в 2021 г. содержание кобальта выросло в 1,6 раз по сравнению с 2020 г., что является следствием не только антропогенной нагрузки на водоем, но и вторичного загрязнения водных экосистем. Следует отметить, что содержание кобальта в растениях, отобранных в р. Сож в черте города (парковая зона), было незначительно выше по сравнению с содержанием в макрофитах водоемов, принимающих поверхностный сток города и сток с территорий предприятий (озера Шапор, У-образное и Дедно) в течение всего периода исследований, хотя в донных отложениях реки в парковой зоне концентрация данного металла не является максимальной. Кроме загрязнения поверхностными стоками участка р. Сож выше черты города и высокой доступности кобальта в донных отложениях причиной повышенной концентрации металла в водной растительности может являться малое количество растений на данном участке реки и тогда макрофиты поглощают все доступные формы кобальта и накапливают его в своих тканях.

Только для растений оз. Володькино, Старичного комплекса и участков р. Сож ниже черты города и в черте города (парковая зона) была выявлена схожая динамика: снижение содержания кобальта в 2020 г. в сравнении с 2019 г., и увеличение концентрации металла в 2021 г. Данная динамика хорошо укладывается в следующее предположение: при снижении антропогенной нагрузки на водные экосистемы содержание металла в биологических объектах снижается, но в 2021 г. доступность соединений металлов увеличивается, вследствие изменения физико-химических условий существования водоема. Соединения кобальта переходят в более доступные для растений форму и беспрепятственно поступают в макрофиты.

Все участки р. Сож и оз. Володькино испытывают различное антропогенное воздействие, но Старичный комплекс не испытывает видимой антропогенной нагрузки, однако, динамика содержания изучаемого металла в этих водоемах одинакова. Полученные данные указывают на тот факт, что содержание токсикантов в макрофитах, в том числе соединений кобальта, зависит не только от антропогенной нагрузки, которое

испытывает водоем, но и от ряда иных факторов, таких как: доступность металлов в водной экосистеме, работающий механизм блокировки, физико-химические свойства, наличие водного течения, количество растений в водоеме и др.

В растительности озер Круглое, Дедно и Шапор, которая подвергалась значительной антропогенной нагрузке, содержание кобальта в течение всего периода исследований увеличивается, а в донных отложениях, за исключением оз. Шапор, снижается. Повышение концентрации металла в макрофитах является результатом вторичного загрязнения, когда соединения металла переходит в донные отложения в доступные для растений формы. Увеличение содержания кобальта в донных отложениях и макрофитах оз. Дедно подтверждает поступление соединений изучаемого металла в водоем с поверхностными стоками. В оз. Круглое, которое расположено за чертой города, но принимающее поверхностные стоки с ул. Лепешинского г. Гомеля и в оз. Любенское, которое загрязняется поверхностными стоками территории города, что было указано выше, содержание кобальта в водной растительности ниже, чем в других изучаемых водоема, что указывает на работу механизма блокировки. Концентрация металла в макрофитах Старичного комплекса не является минимальным. Низкий уровень содержания кобальта характерен для растений озер Любенское и Круглое.

Следовательно, ожидать быстрого очищения водных экосистем не стоит, так как в почвах водосборных территорий и в донных отложениях водоемов накопилось значительное количество соединений кобальта, которые при изменяющихся физико-химических и метеорологических условиях переходят в более доступные для биологических объектов формы и активно переходят в водную растительность. Вторичное загрязнение водных экосистем оказывает большее влияние на растительность водоемов, чем атмосферные выбросы предприятий.

Список использованных источников:

1. Шашуловская, Е.А. О накоплении тяжелых металлов в высшей водной растительности Волгоградского водохранилища / Е.А. Шашуловская // Поволжский экологический журнал. – 2009. – № 4. – С. 357 – 360.
2. Мурашко, Ю.А. Содержание тяжелых металлов в осоке водяной (*Carex aquatilis* Wahlenb.) прибрежно-водных биоценозов природного парка «НУМТО» / Ю.А. Мурашко, И.В. Кравченко // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 8. – С. 104 – 110.

