



Барлығы-туристер де, үкіметтер де, жергілікті тұрғындар да жаппай, басқарылмайтын туризм бізді қоршаған табиғи және мәдени ортаға жойқын әсер ететінін түсінеді.

Әрбір дестинация өзінің шешімдер жиынтығын әзірлеуге, жүзеге асыруға және бақылауға міндетті, бірақ ол нөлден басталмауы керек. Осыған байланысты рұқсат етілген туристік жүктемелер мен дестинациялардың өсу шектерін бағалау, туризмнің жаңа конфигурациялары мен түрлерін, оның маркетингі мен менеджментін зерттеу бойынша ғылыми зерттеулер ерекше қасиетке ие. «Жауапты туризм», «тұрақты туризм» және сол сияқты терминдері туризмнің бір бөлігі ғана алға қойылған талаптарға сай болуға тырысатынын көрсетеді. Дегенмен, бүкіл туризм жауапты және тұрақты болуы керек.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Alessandro Capocchi, Cinzia Vallone, Mariarita Pierotti and Andrea Amaduzzi
2. Delgado, M.L. (2008). *Turistofobia*. URL: https://elpais.com/diario/2008/07/12/catalunya/-1215824840_850215.html (Accessed on March 29, 2018).
3. Overtourism: Between the Right to Travel and Residents' Rights. Dalia Perkumiene. Rasa Pranskuniene.
4. [Электрондық ресурс] <https://piligrim.ua/advice/turizm-v-tolpe-chto-takoe-overturizm-i-chto-s-etim-delat>
5. Овертуризм: локальные проблемы и глобальные решения. Новичкова Александра Владимировна, Новичков Николай Владимирович

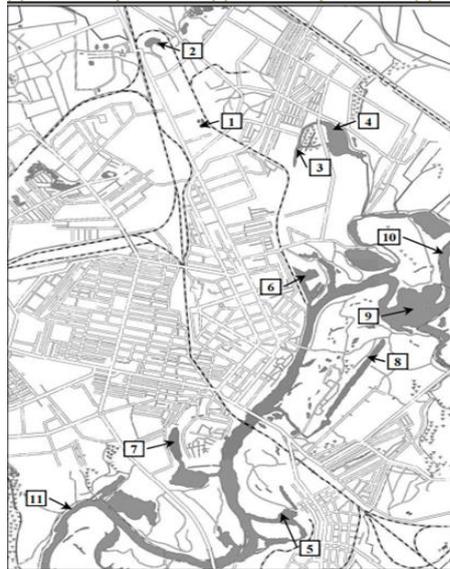
УДК: 504.5:549.25/.29:556.55(476.2)

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ ОЗЕРА У-ОБРАЗНОЕ

**Татьяна Викторовна Макаренко, Ольга Викторовна Пырх,
Альбина Викторовна Хаданович, Ксения Анатольевна Потемкина**
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины
Гомель, Беларусь

В связи с необходимостью оценки уровней загрязнения водоемов приоритетное значение приобретают методы биоиндикации. Среди многочисленных гидробионтов следует выбирать организмы, имеющие способность к аккумуляции различных токсикантов, в том числе и тяжелых металлов. При этом аккумулятивная способность может пониматься как показатель загрязненности водоема. Однако исследование загрязненности водных экосистем только по моллюскам не может отразить всей картины антропогенного воздействия на водоем, поэтому следует учитывать и иные компоненты акватории.

Цель работы – проведение сравнительного анализа содержания тяжелых металлов в донных отложениях, моллюсках и высших водных растениях в озере У-образное г. Гомеля.



3 – оз. У-образное

Рисунок 1 – Карта отбора проб

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследований были выбраны донные отложения, моллюски (прудовик обыкновенный – *Lymnaea stagnalis* L.) и макрофиты, принадлежащие к III и IV экологической группе согласно классификации В. Г. Папченкова [1, с. 24], отобранные в озере У-образном.

Для донных отложений основным источником поступления тяжелых металлов при значительной роли водной массы является атмосферное поступление веществ.

Отбор проб донных отложений, моллюсков и растений осуществляли при помощи стандартных методик [2, с. 12]. Содержание металлов в изучаемых объектах определяли методом ISP масс-спектрометрии, на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Elan DRCe (Perkin Elmer), на базе лаборатории радиоэкологии «Института радиобиологии НАН Беларуси».

Результаты исследований и их обсуждение. Озеро У-образное некоторое время имело связь с р. Сож и осталось после осушительной мелиорации в виде отдельного водоема. Озеро длительное время принимало сточные воды предприятия Северного промышленного узла, что явилось причиной накопления тяжелых металлов в донных отложениях. Кроме того, в донных отложениях водоема содержится большое количество органики, что способствует накоплению металлов в отложениях. Растения не убираются из водоема, и все накопившиеся соединения опять возвращаются в донные отложения, но уже в более доступной для биологических объектов форме.

Озеро У-образное является полностью замкнутым непроточным водоемом. Глубина водоема существенно колеблется от 1 до 6–8 м. Водоем широко используется населением для проведения культурно-массовых мероприятий.

Учитывая значительную антропогенную нагрузку, которую испытывает водоем в настоящее время и ранее, предполагается, что значительное количество изучаемых металлов содержится в донных отложениях и в меньшей степени в абиотических объектах (моллюсках и водных растениях).

Динамика содержания тяжелых металлов в компонентах водных экосистем в оз. У-образном за весь период исследования отражена в виде рядов:



Zn

2019: III гр. > Дно > IV гр. > Перловица > Прудовик;

2020: III гр. > Дно > IV гр. > Перловица > Прудовик;

2021: III гр. > Живородка > IV гр. > Перловица > Дно > Прудовик.

Mn

2019: III гр. > Перловица > IV гр. > Дно > Прудовик;

2020: III гр. > Перловица > IV гр. > Дно > Прудовик;

2021: III гр. > Перловица > IV гр. > Дно > Прудовик > Живородка.

В 2019 году содержание цинка и марганца превышало показатели, определенные для донных отложений, причем марганец в большей степени накапливается в растениях и моллюсках, чем в донных отложениях. Содержание в дне превышало концентрацию металла только в сравнении с тканями прудовика.

Соединения марганца в отложениях водоема находятся в доступной для биологически объектов форме. Соединения цинка активно поглощаются растениями третьей экологической группы, но концентрация металла растений четвертой группы и в моллюсках была ниже, чем в донных отложениях. В 2019 году доступность марганца и цинка была более высокой для погруженных растений и возможно это связано с участием данных элементов в растительных организмах, так как на протяжении всего периода исследований концентрация марганца и цинка была максимальной именно в погруженных растениях.

В 2020 году наблюдается такая же тенденция за исключением концентраций цинка и марганца в биологических объектах, которые были выше, чем в донных отложениях. В 2021 году после изменившихся физико-химических условий существования водных экосистем, содержание цинка и марганца в растениях и тканях живородки превысили таковые величины в донных отложениях. Известно [3, с. 9], что растения являются активными биофильтрами, и поглощают большое количество загрязняющих веществ как из воды, так из донных отложений. Растения третьей экологической группы активно накапливают различные соединения в тканях вследствие того, что в процессе жизнедеятельности они меняют пути поступления веществ в организм. Содержание цинка в погруженных растениях превышало концентрацию в остальных компонентах водоема.

В 2021 году количество осадков было незначительным, а среднесуточная температура была выше нормы в летний период, что повлияло на формы нахождения металлов в донных отложениях. При изменении физико-химических условий соединения металлов перешли в более доступные формы для биологических объектов, о чем свидетельствует превышенное содержание цинка и марганца в моллюсках и растениях.

Заключение. Донные отложения являются аккумуляторами изучаемых металлов. Как показали проведенные исследования, при изменении условий существования водных экосистем (в т.ч. погодных условий) формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях меняются, что увеличивает доступность токсикантов для биологических объектов. Об этом свидетельствует увеличение содержания соединений цинка и марганца в тканях пресноводных моллюсков и в макрофитах в 2021 году в сравнении с 2019 годом в 1,8–5,5 раза. Для изучения загрязнения водных экосистем соединениями тяжелых металлов в большей степени подходят погруженные растения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Папченков, В. Г. О классификации растений водоемов и водотоков / В. Г. Папченков // Гидробиотаника: методология, методы. – Рыбинск, 2003. – С. 23–26
2. Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов, Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
3. Вайсман, Я. И. Использование водных растений для доочистки сточных вод / Я. И. Вайсман, Л. В. Рудакова, Е. В. Калинина // Экология и промышленность России. – 2018. – № 11. – С. 9–11.