

УДК 546.815:581.526.3:556.5(476.2-21Гомель)

## Анализ накопления свинца в погруженных растениях водоемов Гомеля и прилегающих территорий

Т.В. Макаренко<sup>1</sup>, Е.А. Попичева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины (г. Гомель);

<sup>2</sup>Гомельский государственный медицинский университет (г. Гомель);

<sup>1</sup>ORCID ID: 0000-0002-0361-2059; <sup>2</sup>ORCID ID: 0009-0002-5489-8250;

e-mail: <sup>1</sup>tmakarenko@gsu.by; <sup>2</sup>ekaterinapopicheva@mail.ru

**Резюме:** разные уровни накопления одного и того же металла в растениях разных видов в одном и том же водоеме показывают: 1) различную доступность металла; 2) различные пути поступления металла в растения; 3) различную физиологическую необходимость для растений в соединениях определенного металла.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, водные экосистемы, погруженные растения, донные отложения, коэффициент накопления.

## Analysis of the accumulation of lead in submersible plants of water bodies of Gomel and adjacent territories

Tatyana V. Makarenko<sup>1</sup>, Ekaterina A. Popicheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gomel State University named after F. Skorina (Gomel);

<sup>2</sup>Gomel State Medical University (Gomel);

<sup>1</sup>ORCID ID: 0000-0002-0361-2059; <sup>2</sup>ORCID ID: 0009-0002-5489-8250;

e-mail: <sup>1</sup>tmakarenko@gsu.by; <sup>2</sup>ekaterinapopicheva@mail.ru

**Abstract:** Different levels of accumulation of the same metal in plants in the same reservoir show: 1) different availability of the metal; 2) different routes of metal entry into plants; 3) different physiological need for plants in the compounds of a certain metal.

**Keywords:** heavy metals, aquatic ecosystems, submerged plants, bottom sediments, accumulation coefficient.

Отдельного исследования заслуживает проблема загрязнения водных экосистем. Некоторые загрязнители, такие как тяжелые металлы, способны не терять токсичность в результате трансформации в химических и биохимических реакциях, что делает их особо опасными.

Цель работы – изучить накопление свинца в тканях погруженных растений водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий.

Исследования проводились в течение 2019 – 2021 гг. на водоемах г. Гомеля и прилегающих территорий с различным характером антропогенной нагрузки. Для этого были отобраны водные растения III экологической группы – погруженные гидрофиты, способные поглощать вещества из водных масс и донных отложений [1].

Для оценки загрязнения макрофитов в водных объектах используется коэффициент накопления, который рассчитывается по следующей формуле:

$$K_n = \frac{C_x}{C_y}$$

где  $C_x$  – концентрация металла в растениях;  $C_y$  – концентрация металла в донных отложениях водоема.

Пробы растений после тщательного ополаскивания последовательно высушивали до воздушно-сухого, затем абсолютно сухого состояния и озоляли до белой золы в муфельной печи при 450 °С. Донные отложения отбирались по стандартной методике [2].

Содержание тяжелых металлов в золе растений и донных отложений определяли методом ISP масс-спектрометрии, на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Elan DRCe (Perkin Elmer), на базе лаборатории радиэкологии «Института радиобиологии НАН Беларуси».

Однонаправленное увеличение накопления свинца характерно для погруженных растений в старичном комплексе р. Сож, в озерах Володькино, У-образное и Любенское (рис. 1), причем в донных отложениях этих 4-х водоемов содержание металла, в основном, снижалось, но в оз. У-образное увеличивалось, а к 2021 г. снижалось (рис. 2). Обратная динамика между содержанием свинца в донных отложениях и величиной коэффициента накопления является следствием вторичного загрязнения водоемов, когда металлы из донных отложений переходят в биологические компоненты. Можно предположить, что в оз. У-образное поступают соединения свинца с поверхностным стоком, о чем свидетельствует максимальное содержание металла в донных отложениях

водоема, но снижение содержания свинца в отложениях и увеличение коэффициента накопления в погруженных растениях указывает на активные процессы самоочищения, идущие в водоеме.

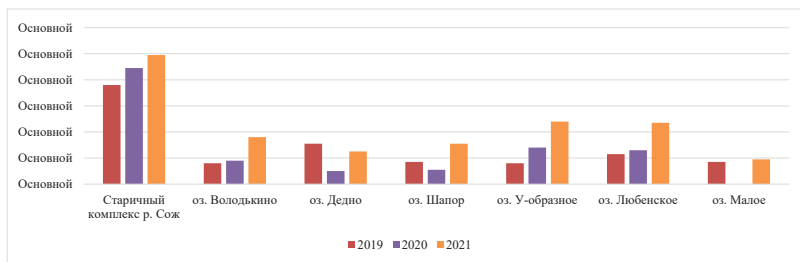


Рис. 1. Коэффициенты накопления свинца в водоемах г. Гомеля и прилегающих территорий в системе «макрофиты – донные отложения», мг/кг

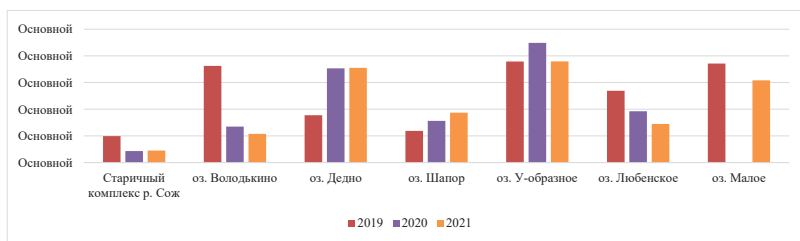


Рис. 2. Содержание свинца в донных отложениях водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий, мг/кг

Оз. Любенское расположено возле крупных автодорог г. Гомеля, и коэффициент накопления у растений вышеназванного водоема по величине такой же, как и в оз. У-образное, что подчеркивает значительное накопление металла в абиотических компонентах водных экосистем, со временем загрязняющих биологические компоненты водоемов.

Концентрация свинца в отложениях оз. Малое хоть и снижается незначительно к 2020 г., но в 2021 г. остается на том же уровне. И эта концентрация по величине уступает только содержанию в отложениях оз. У-образное. Однозначно в оз. Малое поступают соединения свинца с поверхностным стоком.

Неожиданной оказалась максимальная величина коэффициента накопления свинца в растениях старицы р. Сож, не испытывающей видимой антропогенной нагрузки и расположенной выше г. Гомеля по течению. Это объясняется как высокой доступностью металла в отложениях водоема, так и протеканием процессов самоочищения водной экосистемы.

Для макрофитов озер Дедно и Шапор определена единая динамика: снижение накопления к 2020 г. и увеличение накопления к 2021 г., что связано как со снижением антропогенной нагрузки в 2020 г., так и с увеличением доступности металла в 2021 г. в компонентах водных экосистем, когда идет вторичное загрязнение водоемов. Требуется дальнейшего изучения факт более высокого накопления соединений свинца погруженными растениями оз. Володькино, в сравнении с оз. Дедно, в 2020–2021 гг. Но здесь, скорее всего, причиной всему служит механизм блокировки, который предохраняет растения оз. Дедно от избыточного поступления металла в растения, так как в донных отложениях оз. Дедно в 2020 и 2021 гг. концентрация свинца выше, чем в оз. Володькино. Содержание металла в донных отложениях оз. Володькино в 2020 г. в 2,7 раза выше, в сравнении с 2019 г., но величина коэффициента накопления в 2020 г. незначительно выше, чем в 2019 г.

Разные уровни накопления одного и того же металла в растениях разных видов в одном и том же водоеме показывают: 1) различную доступность металла для растений; 2) различные пути поступления металла в растения; 3) различную физиологическую необходимость для растений в соединениях определенного металла. Для изучения загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами наиболее подходят растения III экологической группы, которые в большей степени отражают доступность тяжелых металлов в абиотических компонентах водных экосистем.

### Список литературы/ References

1. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: Методы изучения Л.: Наука, 1981. 187 с.
2. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.

**Сведения об авторах / Information about the authors**

**Макаренко Татьяна Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры химии; «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»; г. Гомель, e-mail: [tmakarenko@gsu.by](mailto:tmakarenko@gsu.by).

**Tatyana V. Makarenko**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; Associate Professor of the Department of Chemistry; «Gomel State University named after F. Skorina»; Gomel, e-mail: [tmakarenko@gsu.by](mailto:tmakarenko@gsu.by).

**Попичева Екатерина Александровна**, преподаватель кафедры общей и биорганической химии; «Гомельский государственный медицинский университет»; г. Гомель, e-mail: [ekaterinapopicheva@mail.ru](mailto:ekaterinapopicheva@mail.ru).

**Ekaterina A. Popicheva**, Lecturer of the Department of General and Bioorganic Chemistry; «Gomel State Medical University»; Gomel, e-mail: [ekaterinapopicheva@mail.ru](mailto:ekaterinapopicheva@mail.ru).