



УДК 546.47:561.526.32:556.5:627.157(476.2-21Гомель)

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ ЦИНКА В РАСТЕНИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ВОДОЕМОВ ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Макаренко Татьяна Викторовна

Кандидат биологических наук, доцент

Попичева Екатерина Александровна

Магистрант биологического факультета ГГУ им. Ф. Скорины

Савченко Александра Романовна

Студент медико-диагностического факультета ГГМУ

***Аннотация:** Статья посвящена изучению динамики накопления цинка в погруженных и воздушно-водных растениях водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий. Минимальная величина накопления была отмечена на участке р. Сож за чертой города. Максимальные значения коэффициентов накопления определены на участке р. Сож в парковой зоне.*

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

Введение. Водные экосистемы являются элементами окружающей среды, на которых в первую очередь проявляется техногеохимическое воздействие человека. В исследованиях по эколого-геохимической оценке состояния водных объектов большее значение придается анализу депонирующих сред: высшей водной растительности и донным осадкам. Способность макрофитов накапливать химические элементы положена в основу мониторинга за состоянием высших водных растений, а также среды их произрастания.

Материалы и методы исследования. Для исследований, проводимых в течение 2019–2021 гг. были выбраны водоемы г. Гомеля и прилегающих территорий, испытывающие различную антропогенную нагрузку. В связи с разными источниками поступления элементов в ткани растений, важным является дифференцированное распределение накопления элементов растениями различных экологических групп. Деление макрофитов на экологические группы в настоящей работе основывается на классификации, предложенной В. М. Катанской, В. Г. Папченковым и другими авторами [1]. В ходе исследования были отобраны водные растения, относящиеся к III и IV экологическим группам. Растения III группы – гидрофиты, погруженные или почти погруженные, способны поглощать вещества для жизнедеятельности как из водных масс, так и из донных отложений. Растения IV группы надводные растения; для представителей этой группы донные отложения являются основным источником поступления вещества при значительной роли водной массы и атмосферного поступления веществ.

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 [1]. Отобранные образцы высушивались до воздушно-сухого состояния. Ситовым методом выделялась фракция менее 1 мм, затем пробы озолялись при 450 °С. Содержание свинца в золе тканей растений и донных отложений определяли атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре PGS-2 в лаборатории аналитического контроля ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси».



Результаты и их обсуждение. В большинстве исследуемых водоемов в донных отложениях содержание цинка снижается, что может быть следствием снижения антропогенной нагрузки на водные экосистемы, а также перехода металла в донных отложениях в биологически доступные формы. На фоне снижения металла в донных отложениях можно было предположить, что в растениях соединения цинка будут накапливаться, так как доступность металла в донных отложениях увеличивается. Но только в 3-х водных экосистемах с разной антропогенной нагрузкой (старица р. Сож, участок реки ниже административной черты города и оз. Круглое) у погруженных и воздушно-водных растений накопление цинка однонаправленно увеличивается. Старичный комплекс не имеет видимой антропогенной нагрузки, на участке реки ниже черты города собирается сток практически со всей территории г. Гомеля, а в оз. Круглое поступает поверхностный сток с железной дороги, автодороги на выезде из города, ул. Лепешинского. И если в донных отложениях оз. Круглое и старичного комплекса содержание металла снижается за период исследований, и повышение накопления в растениях этих водоемов является следствием вторичного загрязнения водных экосистем, то на участке р. Сож за чертой города концентрация цинка в донных отложениях на протяжении исследований практически не менялась и была высокой, а увеличение накопления соединений металла на участке реки является следствием поступления цинка в водную экосистему с поверхностным стоком. У растений обеих групп величины накопления на данном участке реки минимальные или близкие к минимальным, что показывает работу механизма блокировки. В большей части исследуемых водоемов в донных отложениях содержание цинка снижается, что может быть следствием снижения антропогенной нагрузки на водные экосистемы, а также перехода соединений цинка в донных отложениях в доступные формы и удаления токсикантов из донных отложений. На фоне снижения металла в донных отложениях можно было предположить, что в растениях соединения цинка будут накапливаться, так как доступность металла в донных отложениях увеличивается. Но только в 3-х водных экосистемах с разной антропогенной нагрузкой (старица р. Сож, участок реки ниже административной черты города и оз. Круглое) у погруженных и воздушно-водных растений накопление цинка однонаправленно увеличивается. Старичный комплекс не имеет видимой антропогенной нагрузки, на участке реки ниже черты города собирается сток практически со всей территории г. Гомеля, а в оз. Круглое могут поступать загрязненные поверхностные стоки. На участке р. Сож за чертой города концентрация цинка в донных отложениях на протяжении исследований не менялась и была высокой, а увеличение накопления соединений металла на участке реки является следствием поступления цинка в водную экосистему с поверхностным стоком. У растений обеих групп величины накопления на данном участке реки минимальные или близкие к минимальным, что показывает работу механизма блокировки (рисунки 1–2).

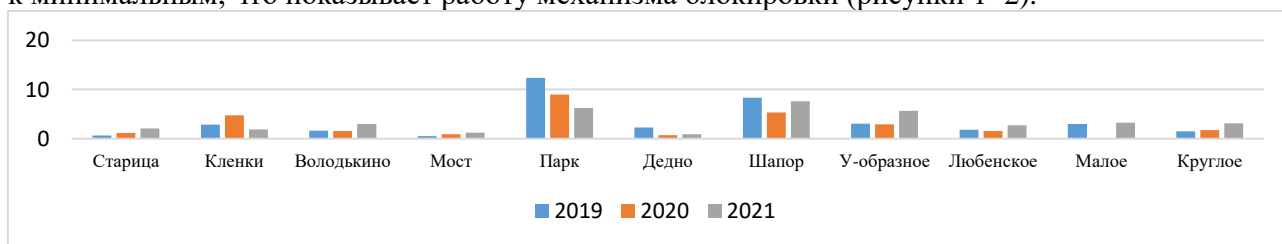


Рисунок 1 – Коэффициенты накопления цинка в водоемах г. Гомеля и прилегающих территорий в системе «макрофиты III группы – донные отложения», мг/кг



Рисунок 2 – Коэффициенты накопления цинка в водоемах г. Гомеля и прилегающих территорий в системе «макрофиты IV группы – донные отложения», мг/кг



На участке р. Сож выше черты города (д. Кленки) у погруженных растений в 2020 г. величина коэффициента накопления увеличилась в 1,6 раза, в сравнении с 2019 г., а у воздушно-водных растений – снизилась в 1,6 раза, в сравнении с 2019 г. В 2021 г. у погруженных растений значение коэффициента накопления снижается в 2,5 раза, а у воздушно-водных растений – увеличивается в 1,8 раза. В донных отложениях на данном участке реки концентрация цинка снижается, что показывает более совершенную работу механизма блокировки у растений IV-ой группы, в сравнении с III-ей группой.

В озерах Володькино, Дедно, Шапор, У-образное и Любенское отмечена одинаковая динамика накопления цинка у растений III-ей и IV-ой групп: накопление металла к 2020 г. снижается и увеличивается к 2021 г. В донных отложениях этих водоемов динамика содержания цинка различна. Единство в накоплении металла в растениях разных экологических групп дает возможность предположить о протекании процессов самоочищения водных экосистем.

В донных отложениях оз. Дедно содержание цинка увеличивается. Возможно, доступность металла в водоеме для водных растений невелика, так как коэффициент накопления минимальный для растений обеих групп и хорошо работает механизм блокировки у растений двух групп.

Высокие значения коэффициента накопления характерны для растений обеих групп на участке р. Сож парковой зоны при низком содержании в донных отложениях. И только на данном участке реки накопление цинка снижается за весь период исследования, что говорит о снижении поступления цинка на участке р. Сож с поверхностным стоком, идущим с центральной части города. Коэффициенты накопления металла на участке реки парковой зоны и у погруженных, и у воздушно-водных растений в 2,4 – 27,0 раза выше, чем у речных растений ниже административной черты города.

В старичном комплексе р. Сож накопление цинка превышает величины, рассчитанные для участка реки ниже черты города, для оз. Дедно и некоторых других изучаемых водоемов, хотя донные отложения старицы мало загрязнены соединениями металла, что подтверждает высокую доступность цинка в донных отложениях.

Как известно, минеральные удобрения и пестициды содержат соединения цинка, а участок р. Сож выше черты города у д. Кленки и в оз. Любенское поступает поверхностный сток с огородов поселков и дачных участков (участок реки у д. Кленки), а также с огородов частного сектора г. Гомеля (оз. Любенское). И предполагалось, что накопление металла в растениях вышеуказанных водоемов будет высоким, но величина коэффициента накопления цинка в растениях оз. Любенское ниже, чем у макрофитов большинства водоемов и значительно ниже, чем на участке реки выше черты города у д. Кленки. Возможно, на дачных участках контроль за использованием пестицидов и удобрений более низкий, чем на приусадебных участках на территории города.

Для погруженных макрофитов, отобранных на участке р. Сож выше города по течению в 2019 и 2020 гг. накопление металла превышало величину, рассчитанную для оз. Володькино в 1,8 – 2,9 раза, хотя в 2021 г. ситуация изменилась, и в растениях данного водоема накопление цинка превышало величину, рассчитанную для участка реки у д. Кленки. Для воздушно-водных растений на участке р. Сож у д. Кленки величина коэффициента накопления в 2020 и 2021 гг. была незначительно выше, чем у растений оз. Володькино. Вероятно, участок реки загрязняется поверхностным стоком, несущим соединения металла в большей степени, чем оз. Володькино.

Высокое накопление цинка отмечается у погруженных растений в оз. Шапор, тогда как у воздушно-водных растений данного водоема коэффициент накопления в 10,4 – 13,6 раза ниже. Такое значительное различие в величине коэффициента накопления у растений III-ей и IV-ой групп не наблюдается больше ни в одном из изучаемых водоемов. Полученные результаты требуют более детального изучения.