

Наиболее эффективным способом вегетативного размножения можжевельника обыкновенного сорта «Blue Fox» является использование зеленых черенков «с пяткой», обработанных стимулятором роста «Корневин».

Литература

- 1 Царев, А. П. Селекция и репродукция древесных растений: учебник / А. П. Царев, С. П. Погиба, В. В. Тренин. – Москва : Логос, 2002. – 520 с.
- 2 Александрова, М. С. Хвойные растения в вашем саду / М. С. Александрова – Москва : Фитон, 2000. – 120 с.
- 3 Торчик, В. И. Рекомендации по вегетативному размножению декоративных древесных растений стеблевыми черенками / В. И. Торчик, Е. Д. Антонюк, О. Г. Шилова // Введ. 14.01.03. – Минск : НАН Беларуси, ЦБС, 2003. – 21 с.

УДК 546.815:594.3(282.2)(476.2-21Гомель)

И. В. Елагин

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В МЯГКИХ ТКАНЯХ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ В ВОДОЕМАХ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

Во всех исследуемых водоемах наблюдается увеличение концентрации свинца в мягких тканях брюхоногих моллюсков к 2021 году в связи с увеличением доступности токсиканта в донных отложениях. Отсутствие единой динамики содержания в тканях моллюсков двух видов в изучаемых водных экосистемах свидетельствует как о разных путях поступления свинца, так и о различной доступности металла для каждого вида моллюсков в абиотических компонентах водных экосистем.

Цель работы – провести мониторинговые исследования содержания свинца в мягких тканях брюхоногих моллюсков в водоемах г. Гомеля и прилегающих территорий, имеющие различные характеры антропогенной нагрузки.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования были выбраны 2 вида брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*), таких как прудовик обыкновенный (*Lymnaea stagnalis* L.) и живородка речная (*Viviparus viviparus* L.), которые являются широко распространенными видами в водоемах Республики Беларусь. Отбор проб производился в летне-осенний период 2019–2021 гг. Использовался метод ручного сбора по стандартной методике [1, с. 21–38]. Для исследований были выбраны водоемы г. Гомеля и прилегающих к городу территорий с разным характером антропогенной нагрузки, а также пробы отбирались на разных участках р. Сож, испытывающих различную антропогенную нагрузку. Для анализа использовались только мягкие ткани. Содержание тяжелых металлов в золе брюхоногих моллюсков 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. Донные отложения оказывают опосредованное влияние на содержание токсикантов в мягких тканях живородки и прудовика. В изучаемых водных экосистемах особи прудовиков были собраны с листьев кубышки, которая произрастала близко у берега и имела тесный контакт с донными

отложениями, особой живородки собирали с камней и коряг, а также в илистой фракции донных отложений. Как показали исследования в донных отложениях оз. Шапор, концентрация свинца увеличивается за весь период исследований. Такая же динамика наблюдается и для мягких тканей как живородки, так и прудовика (рисунок 1). Однонаправленное увеличение содержания металла в биотических и абиотических компонентах водных экосистем дает возможность предположить, что соединения свинца поступают в компоненты водоема с поверхностным стоком, который идет в водоем с территорий таких предприятий, как гомельский фанерно-спичечный комбинат ОАО Гомельдрев и ЦБК-Консалт (Гомель-обои), а также с огородов частного сектора, расположенного вдоль одного из берегов водоема. Концентрация исследуемого металла в 2021 г. в тканях живородки и прудовика практически одинаковое, что говорит о высокой доступности свинца в воде и донных отложениях оз. Шапор для изучаемых видов моллюсков, хотя в 2019 и 2020 гг. содержание различалась в 2,23 и 1,34 раз соответственно.

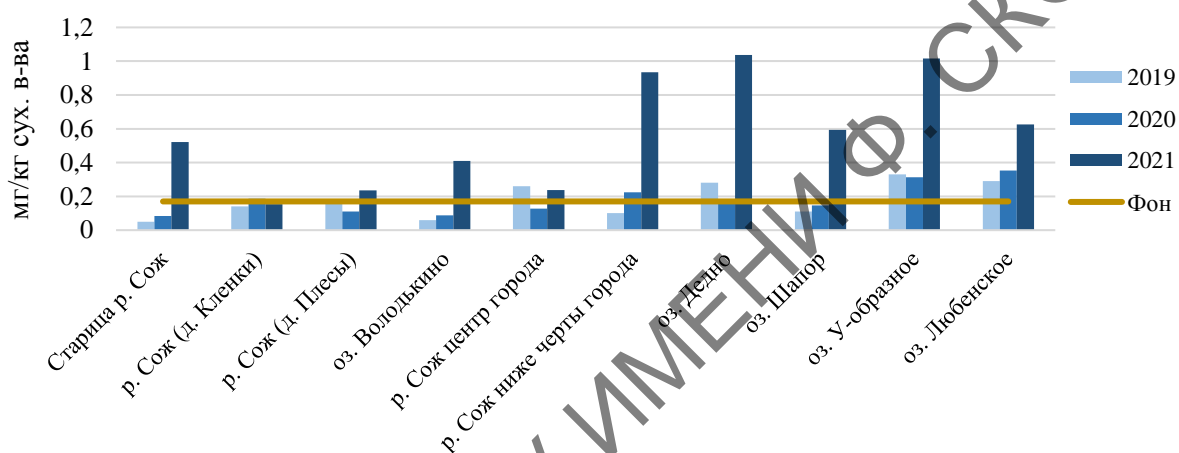


Рисунок 1 – Концентрация свинца в мягких тканях прудовика

В донных отложениях оз. Дедно концентрация соединений свинца в 2020 г. увеличивалась в сравнении с 2019 г. и практически не изменилась в 2021 г., но в тканях живородки содержание свинца в 2021 г. достигло максимальной величины, определенной для тканей изучаемых видов моллюсков во всех водных экосистемах. В тканях прудовика в оз. Дедно концентрация токсиканта снижается к 2020 г. в сравнении с 2019 г., но в 2021 г. достигает уровня, близкого к максимальному. Как и в случае с оз. Шапор можно предположить о поступлении соединений свинца в оз. Дедно с поверхностным стоком в доступных для изучаемых видов моллюсков формах. Схожая динамика содержания соединений металла как в тканях живородки, так и прудовика характерно для озер Володькино, Шапор, Любенское, участков р. Сож парковой зоны и ниже административной черты города. Но если в парковой зоне р. Сож динамика изменения концентрации свинца и у живородки, и у прудовика следующая: снижение содержания металла в 2020 г. в сравнении с 2019 г. и увеличение в 2021 г., то в озерах Володькино, Шапор и Любенское содержание токсиканта увеличивается в течение всего периода исследования. У прудовика в парковой зоне р. Сож содержание металла в 2021 г. не превышало величину, определенную для 2019 года, тогда как у живородки в 2021 г. содержание металла в 1,5 раз выше, чем в 2019 г. На фоне общего снижения содержания свинца в донных отложениях увеличение концентрации элемента в мягких тканях брюхоногих моллюсков свидетельствует о вторичном загрязнении водных экосистем, когда металл в донных отложениях и воде переходит в биологически доступные формы.

Для тканей перловицы было характерно снижение содержания большинства металлов в 2020 г. в сравнении с 2019 г. и увеличение – в 2021 г. [2, с. 46]. Данный факт связывали со снижением антропогенной нагрузки на окружающую среду, которая является следствием проведения природоохранной политики в Республике Беларусь [3]. Для соединений свинца у брюхоногих моллюсков динамика, характерная для перловицы, была отмечена у живородки только в двух водных экосистемах: Старичный комплекс р. Сож и участок р. Сож в районе городского парка. Для прудовика вышеупомянутая динамика характерна для особей парковой зоны р. Сож, озер Дедно, У-образное, Круглое и участка р. Сож в районе д. Плесь.

Разнонаправленное изменение содержания свинца в разных видах брюхоногих моллюсков в одном и том же водоеме может быть связано с разными путями поступления металла в организм живородки и прудовика, и различной работой механизма блокировки поступления токсикантов в организм моллюсков. В тканях живородки концентрация металла в большинстве водоемов превышала величины, определенные для тканей прудовика. Максимальное превышение составило 3,6 раза, что характерно для парковой зоны р. Сож.

Сложно объяснить высокое содержание свинца в тканях живородки в 2019 г. в Старичном комплексе (рисунок 2), тогда как в тканях прудовика в этом водоеме концентрация металла была в 10,0 раз ниже в сравнении с тканями живородки. Различия в содержании токсиканта в тканях прудовика и живородки в Старичном комплексе указывают на различную доступность металла в абиотических компонентах водоема. Можно сделать предположение о более совершенной работе механизма блокировки поступления соединений свинца у прудовика по сравнению с живородкой.

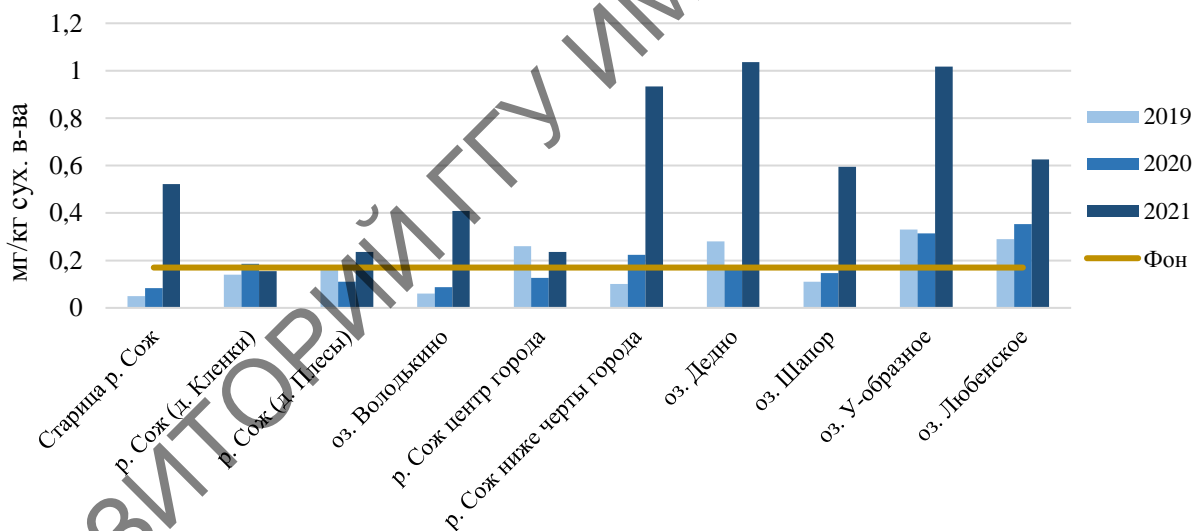


Рисунок 2 – Концентрация свинца в мягких тканях живородки

Высокая концентрация металла в тканях живородки на протяжении всего периода исследований отмечена для особей, обитающих на участке реки ниже черты города по течению и в озере Дедно, тогда как у прудовика высокий уровень содержания отмечен у особей озер У-образное и Любенское. Однако максимальное и близкое к максимальному значение концентрации металла в 2021 г. характерны для особей живородки и прудовика на участке реки ниже административной черты города, оз. Дедно, а для прудовика – еще и в оз. У-образное. В тканях прудовика в 2020 г. на участке реки выше города у д. Кленки концентрация свинца превышала таковую на участке реки в районе д. Плесь, хотя участок р. Сож у д. Плесь испытывает более высокую антропогенную нагрузку

(принимает поверхностные стоки с огородов частного сектора, железнодорожного моста и улиц д. Плесы), чем участок реки у д. Кленки. Объяснить данный факт довольно сложно, можно только предположить о высокой доступности соединений металла для прудовика на участке реки у д. Кленки. В 2021 г. содержание токсиканта в тканях прудовика на участке у д. Плесы превысило в 1,6 раза данные, полученные для особой участка реки у д. Кленки.

Для живородки содержание свинца вниз по течению реки увеличивалось за весь период исследований, с максимальной величиной, как было сказано раньше, ниже административной черты города. Для прудовика единой динамики изменения содержания металла на разных участках р. Сож в период исследований не обнаружено, и только в 2021 г. концентрация токсиканта вниз по течению реки увеличивалась, что свидетельствует о большей доступности металла в донных отложениях реки и об увеличении загрязнения р. Сож поверхностным стоком, идущим с территории города в реку, соединениями свинца. Во всех изучаемых водоемах и для живородки, и для прудовика содержание свинца в 2021 г. значительно превышает данные 2020 г., за исключением концентрации металла в тканях прудовика, собранного на участке р. Сож в районе парковой зоны.

Во всех водоемах, за исключением участка р. Сож выше черты города у д. Кленки и участка реки у д. Плесы, в 2019 и 2020 гг. концентрация металла в тканях живородки не превышала фоновую величину. Низкие концентрации свинца характерны для обоих видов в Старичном комплексе р. Сож в 2020 г. и в озерах Володькино и Шапор – в 2019 г.

У прудовика в 2019 г. превышение фонового значения характерно для представителей парковой зоны, озер Дедно и У-образного в 1,1–2,4 раза. Все вышеперечисленные водоемы испытывают значительное антропогенное воздействие. Неожиданным оказался факт превышения фона в 2,7–3,7 раза для прудовика в оз. Любенском на протяжении всего периода исследований. Оз. Любенское принимает стоки объездной автомобильной дороги г. Гомеля, конечных остановок некоторых городских маршрутов автобусов, также в водоем поступают стоки с городских улиц микрорайона «Любенский» и улиц частного сектора района «Монастырек», что, возможно, является причиной загрязнений экосистемы водоема. В 2020 г. превышение фона в 1,3–2,1 раза характерно для прудовика, обитающего в водоемах с высокой антропогенной нагрузкой. Это участок р. Сож ниже черты города, озера У-образное и Любенское. В 2021 г. у прудовика и живородки только на участке реки выше города, у д. Кленки, не отмечено превышение фона. И у живородки, и у прудовика концентрация металла на данном участке реки приблизительно одинакова.

Заключение. Во всех исследуемых водоемах наблюдается увеличение концентрации свинца в мягких тканях брюхоногих моллюсков к 2021 году в связи с увеличением доступности токсиканта в донных отложениях за счет изменения физико-химических условий состояния водных экосистем вследствие изменения погодных условий, когда донные отложения выступали в качестве вторичного загрязнителя водоемов. Отсутствие единой динамики содержания в тканях моллюсков двух видов в изучаемых водных экосистемах свидетельствует как о разных путях поступления свинца, так и о различной доступности металла для каждого вида моллюсков в абиотических компонентах водных экосистем.

Литература

1 Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.

2 Анализ загрязнения тяжелыми металлами мягких тканей двустворчатых моллюсков в водоемах г. Гомеля и прилегающих территорий / Т. В. Макаренко [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2022. – № 2. – С. 39–47.

3 Уровень и температура воды в р. Сож по гидропосту г. Гомель сегодня [Электронный ресурс] // AllRivers. Уровень воды онлайн. – Гомель, 2019. – Режим доступа: <https://allrivers.info/gauge/sozh-gomel>. – Дата доступа: 19.04.2023.

УДК 631.465:504.5:549.25/29

Д. М. Емельянов

ИЗМЕНЕНИЕ УРЕАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИТРАТОМ СВИНЦА (II)

Статья посвящена изучению влияния соединений свинца на уреазную активность дерново-подзолистой почвы. Установлен ингибирующий эффект ионов свинца в концентрациях, равных 1, 2 и 5 ПДК, на ферментативную активность почвы. Дана оценка возможности применения активности уреазы как индикаторного показателя на загрязнение почвенного покрова свинцом.

Введение. Проблема оценки антропогенного воздействия на окружающую среду сохраняет высокую актуальность. Многочисленные загрязнители, поступаая в природные объекты агроландшафтов, урбанизированных и техногенных территорий, оказывают существенное влияние на каждый компонент биогеоценоза. Наиболее распространенным методом изучения влияния, оказываемого на биогеоценозы, является мониторинг с применением чувствительных индикаторных показателей, позволяющих определить и охарактеризовать наблюдаемые изменения, биологические и экологические нагрузки, оказываемые на живые объекты и их биохимические функции [1, с. 14].

Проблема поиска и выбора биологических показателей, способных адекватно характеризовать техногенную нагрузку на почвы, не теряет своей актуальности. К оптимальным показателям предъявляется ряд требований, которые включают точность, чувствительность, корреляцию с нагрузкой, универсальность для разных типов почв и загрязнений [2, с. 101].

Рядом авторов к числу чувствительных индикаторных показателей относится ферментативная активность почв. Активность почвенных ферментов ранее всего откликается на стрессовые ситуации, оказываемые техногенным воздействием, и отражает характер влияния загрязнителей на их главных продуцентов – микроорганизмы. Токсическое воздействие проявляется в ингибировании метаболических процессов, изменении численности и состава почвенной микробиоты [3, с. 48].

Одними из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды являются тяжелые металлы (ТМ). Из этой обширной группы высокой токсичностью обладают соединения свинца, относящегося к первому классу опасности. Данный металл входит в группу обязательного контроля при мониторинге состояния окружающей среды. Характер и степень воздействия свинца на почву определяются комплексом факторов: буферной способностью почвы, формой существования металла в почве, спецификой его взаимодействия с почвенными микроорганизмами, ферментами, растениями и др. [4, с. 689]. Ингибирующее действие свинца на ферменты обусловлено прежде всего его способностью образовывать комплексные соединения с белками. Ионы свинца обладают высоким сродством к сульфгидрильным группам, образует биокластеры хелатного типа и вытесняют другие металлы из активных центров ферментов [5, с. 61].