

9. Kinetics of the acid catalyzed conversion of glucose to 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde and levulinic acid / S. W. McKibbins [etc] // Forest product journal. – 1962. – № 1, V. 66. – P. 17–23.
10. Токарев Б. И. Исследование образования оксиметилфурфурола при гидролизе целлюлозы / Б. И. Токарев, В. И. Шарков // Научные труды Ленинградской ЛТА. – 1963. – № 102. – С. 153–165.
11. Richard A. Levulinic acid from sucrose using acidic ion exchange resins / A. Richard // Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev. – 1975. – № 1, V. 14. - P. 40–43.
12. Патент WO 2013/106136 A1.
13. Патент US 2012/0261618 A1.
14. Патент України № 80708.

УДК 502.51:504.5:581:549.25/29 (476.2-25)

Новик Т. А., Макаренко Т. В.

Гомельский государственный институт имени Ф. Скорины

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ И ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Наиболее чистым является фоновый водоем, что позволяет использовать его для сравнения в экологических исследованиях. Наиболее загрязненной является вода озер Малое и У-образное. Основными загрязнителями воды водоемов являются медь и цинк. Для водных растений наблюдается высокое накопление меди.

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, поверхностная вода, водные растения, коэффициент накопления.

The cleanest pond is a background that can be used for comparisons in ecological research. The most contaminated water in lakes Small and U-shaped. The main pollutants of water reservoirs are copper and zinc. For aquatic plants there is a high accumulation of copper.

Основной проблемой современности является ухудшение качества воды вследствие ее загрязнения промышленными, сельскохозяйственными и коммунально-бытовыми отходами [1].

Цель работы – изучить степень загрязнения воды водоемов и водных растений г. Гомеля и прилегающих территорий.

Исследования тяжелых металлов в воде и водных растениях проводились в течении 2012–2013 гг. Пробы воды отбирались в полиэтиленовые бутылки емкостью 1 л. Пробы фильтровались через фильтр “синяя лента” и консервировались добавлением концентрированной  $\text{HNO}_3$  до  $\text{pH} = 2-3$ . Пробы растений после тщательного ополаскивания последовательно высушивали до воздушно-сухого состояния и озоляли до белой золы в муфельной печи при  $450^\circ\text{C}$  [3].

Содержание металлов определялось на базе РНИУП “Институт радиологии” в лаборатории массовых анализов методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAR M – 6.

При сравнении с допустимыми нормами рыбохозяйственного назначения установлено, что концентрация свинца во всех водоемах значительно ниже предельно допустимых показателей. Уровень содержания кадмия и железа также не превышает ПДК. Количество меди превышает ПДК во всех изучаемых водоемах в 1,1–4,9 раза. Наиболее значимые превышения нормы отмечаются для цинка в оз. У-образное и оз. Малое и составляют 7,5–16,8 раз.

Сравнительная характеристика показала, что повышенное содержание тяжелых металлов в воде характерно для таких элементов, как свинец, цинк, медь и кадмий.

При изучении содержания тяжелых металлов в поверхностных водах, было выявлено, что в фоновом водоеме, не испытывающем видимую антропогенную нагрузку, концентрация элементов была минимальна, следовательно, водоем может быть использован в качестве водоема сравнения при проведении экологических исследований.

Наибольшая концентрация свинца в воде зафиксирована в оз. У-образное и составляет 0,00170 мг/кг, что в 17 раз больше, чем в фоновом водоеме (0,00010 мг/кг). Возможно, это явилось следствием того, что водоем принимает поверхностный сток автотрассы и автостоянки рынка “Прудковский”, где ионы свинца являются основными загрязнителями поверхностного стока, поступающего в водоем. Наименьшая концентрация элемента характерна для оз. Малое (0,00020 мг/кг), т. к. оно испытывает меньшее антропогенное воздействие (находится в загородной зоне отдыха).

Для цинка наблюдается противоположная закономерность: его количество в воде оз. У-образное (0,00680 мг/кг) характеризуется наименьшей концентрацией среди всех водоемов, а наибольший показатель отмечен для воды оз. Малое (0,00930 мг/кг). Причем в отдельных случаях водоемы зоны отдыха (оз. Малое и оз. Круглое) загрязнены цинком больше, чем водоемы, принимающие стоки [2].

Повышенное содержание меди отмечено в воде оз. Малое и составляет 0,00490 мг/кг, что в 4,4 раза больше фонового водоема (0,00110 мг/кг). Низкая концентрация элементов характерна для оз. У-образное (0,00160 мг/кг), скорее всего медь не является источником загрязнения поверхностных вод, поступающих в водоем.

При изучении содержания кадмия необходимо отметить, что наименьшая концентрация данного элемента зафиксирована в оз. У-образное и составляет 0,00020 мг/кг, а наибольшая в оз. Малое – 0,00050 мг/кг, что в 2,5 раза больше, чем в фоновом водоеме (0,00020 мг/кг). Такое повышенное содержание металла, возможно из-за того, что водоем принимает поверхностный сток города.

Проведенные исследования показывают значительные различия содержания тяжелых металлов в изучаемых видах водных растений.

Высокое содержание железа, величина которого у растений III группы достигает 15122,0 мг/кг сухого вещества; далее в пределах до 4905,0–1346,0 мг/кг располагается цинк и свинец; затем на один-два порядка ниже содержание меди; в пределах до 28,0 мг/кг – кадмий. Концентрация железа имеет значительное различие у растений разных экологических групп: у III группы металла в 2,7–5,2 раз больше чем в IV группе. Для железа, цинка и свинца наблюдается аномально

высокое накопление у представителей III группы и незначительная вариабельность в содержании для растений IV группы. Самым низким уровнем содержания среди изучаемых элементов отличается кадмий, особенно у IV группы.

В сравнении с фоновым водоемом наблюдаются следующие превышения концентраций металлов: меди, свинца и цинка в 3,6–1,3 раза, железа в 3,6–2,3 раз и кадмия в 7,02–1,0 раз.

Погруженные растения III группы, отобранные в озере Малом, накапливают свинец из поверхностных вод до уровней, которые в 1,37 раза выше, чем у надводных растений IV группы (982,0 мг/кг). Такая же тенденция при накоплении металла наблюдается для представителей оз. Круглое и оз. У-образное.

Низкое содержания свинца характерно для водных растений IV группы оз. Круглое (177,5 мг/кг), а высокое для III группы (1346,0 мг/кг) оз. Малое.

Погруженные виды III группы поглощают свинец в 16 раз интенсивнее надводных растений. Похожая картина наблюдается при накоплении цинка растениями. Представители III группы, произрастающие в оз. Малое, аккумулируют металл в 3,5–2,1 раза интенсивнее в сравнении с растениями той же группы из всех остальных водоемов опробования. Это свидетельствует о высокой поглотительной способности погруженных растений и об их очистительной роли в водоеме [5].

Повышенный интерес к свинцу вызван его приоритетным положением в ряду основных загрязнителей окружающей природной среды. Металл токсичен для микроорганизмов, растений, животных и людей. Избыток свинца в растениях, связанный с высокой его концентрацией в почве, ингибирует дыхание и подавляет процесс фотосинтеза, иногда приводит к увеличению содержания кадмия и снижению поступления цинка, кальция, фосфора, серы [4].

При низких концентрациях элементов в поверхностных водах у водных растений отмечаются высокие значения коэффициента накопления. Примером может служить накопление кадмия растениями оз. Малое. Поверхностная вода характеризуется низкой концентрацией металла (0,00050 мг/кг), а коэффициент накопления кадмия водными растениями имеет высокие значения (1,9 мг/кг).

Значения коэффициента накопления водными растениями элемента цинка у представителей IV группы (25,48 мг/кг) оз. Круглое в 5,7–1,4 раза выше по сравнению с другими водоемами и в 1,7 раза выше по сравнению с фоновым водоемом. Накопительной способностью обладают растения озер, находящихся в зоне влияния промышленных выбросов. Погруженные виды растений накапливают цинк из поверхностных вод интенсивнее, чем водные растения IV группы.

Наибольшая концентрация содержания железа водными растениями оз. Малое у представителей III группы (15122,0 мг/кг), что превышает фоновый водоем в 3,6 раза.

По отношению к кадмию оз. У-образное, имеет максимальное значение коэффициента накопления водными растениями III группы и превышает в 4,1–1,9 раза оз. Малое и оз. Круглое. Растения IV группы с максимальной величиной коэффициента накопления данного металла оз. Круглое в 14–7 раз выше оз. У-образное и оз. Малое. Кадмий достаточно легко поступает из почвы и атмосферы в растения [4].

Минимальный коэффициент накопления меди обнаружен в растениях IV группы (500,0 мг/кг) оз. У-образное, а максимальное содержания тяжёлого металла в оз. Круглое (2050,0 мг/кг). Различие между коэффициентом накопления меди III и IV группой превышает 4,75–1,75 раза.

Погруженная растительность наиболее плотно характеризует состояние гидроэкосистемы и изменения, происходящие в воде, так как отличается наибольшей способностью к накоплению химических элементов [5].

Содержание изучаемых элементов, за исключением свинца, кадмия и железа, выше допустимых норм для рыбохозяйственного пользования в 1,1–16,8 раз.

Наиболее чистым является фоновый водоем, что позволяет использовать его для сравнения в экологических исследованиях. Наиболее загрязненной является вода озера Малое и У-образное.

Максимальное содержание в воде тяжелых металлов меди, свинца и цинка характерно для водоемов, принимающих поверхностный сток автодорог, автостоянок.

Основными загрязнителями воды водоемов являются медь и цинк (в сравнении с фоновым водоемом), причем максимальное превышение отмечено для цинка, а минимальное для меди.

Оз. Малое отличается высокой концентрацией железа (15122,0 мг/кг) и низким показателем кадмия (1,9 мг/кг).

Накопление меди в водных растениях III и IV группы в значительных количествах говорит о повышенном содержании доступных форм меди во всех водоемах. Максимальный уровень накопления изучаемых металлов, за исключением кадмия, характерен для представителей III группы.

### Литература

1. Черных Н. А. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах / Н. А. Черных, М. М. Овчаренко. – М. : Агроконсалт, 2002. – С. 198.
2. Макаренко Т. В. Загрязнение воды водоемов Гомеля и прилегающих территорий тяжелыми металлами / Т. В. Макаренко // ГГУ имени Ф. Скорины. Химия. – 2011. – № 4. – С. 147–153.
3. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж. Мур, С. Рамамурти: Пер. с англ. – М. : Мир, 1987. – С. 288.
4. Макаренко Т. В. Содержание тяжелых металлов в растениях различных экологических групп водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий / Т. В. Макаренко // ГГУ имени Ф. Скорины. Химия. – 2011. – № 4. – С. 101–106.