

водохранилище вследствие острой гипоксии зимой 2009-2010 гг. Установлено, что полноценное воспроизводство структуры ценоза произошло лишь на третий год.

Ключевые слова: макрозообентос, Киевское водохранилище, ценоз, гипоксия, дрейссена, понто-каспийская фауна

Yu.V. Pligin, S.F. Matchinska, N.I. Zheleznyak

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

PROCESS OF RESTORATION OF “DREISSENA BUGENSIS + DREISSENA POLYMORPHA / PSAMMO-PELO-CONCHIOPHILIC” BENTHIC CENOSIS STRUCTURE IN THE KYIV WATER RESERVOIR AFTER THE ACUTE HYPOXIA IN WINTER 2009–2010.

The paper considers the process of restoration of “*Dreissena bugensis* + *Dreissena polymorpha* / psammo-pelo-conchiophilic” macrozoobenthos cenosis in the Kyiv water reservoir after its partial death, caused by acute hypoxia in winter 2009-2010. The full-fledged reproduction of the cenosis structure was found to take place only three years later.

Keywords: macrozoobenthos, Kyiv water reservoir, cenosis, hypoxia, dreissena, ponto-caspian fauna

УДК 504.064.4:622.34

И.Н. ПОДРЕЗЕНКО, Н.С. ОСТАПЕНКО, О.К. ТЯПКИН, С.В. КРЮЧКОВА

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины
ул. Московская, 6, Днепропетровск, 49000, Украина

ОБОСНОВАНИЕ НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ГИДРОЭКОСИСТЕМЫ

Показано, что биота существенным образом влияет на формирование щелочности природных вод, и, как следствие, на их карбонатное равновесие. Установлены обратные закономерности в динамике массы сухого остатка, содержания бикарбонатов, углерода и общей щелочности по отношению к бихроматной и перманганатной окисляемости и мутности природных вод. Предложен гидробиогеохимический коэффициент (отношение величины перманганатной окисляемости к общей щелочности), который наиболее полно характеризует общность взаимодействия органических и неорганических компонентов водной среды и позволяет определять условия формирования карбонатного равновесия в природных водах различной минерализации.

Ключевые слова: гидросфера, антропогенное влияние, щелочность, окисляемость, гидробиогеохимический коэффициент, мониторинг, экосистема

Решение эколого-экономических проблем мониторинга гидросферы в пределах сложных городских техноэкосистем, оценки влияния технологий разработки (как природных, так и техногенных) месторождений на безопасность жизнедеятельности и др. признаны наиболее насущными задачами [3]. При рассмотрении этих аспектов, весьма актуальным является формирование оценки, которая наиболее полно объединит учет органических и неорганических составляющих водных экосистем.

Целью представленных исследований является обоснованная оценка влияния городских техноэкосистем на гидросферу с помощью нового показателя, характеризующего общность взаимодействия органических и неорганических компонентов водной среды.

Материал и методы исследований

В процессе работы были использованы следующие методы: химического анализа проб воды; статистической обработки, обобщения и анализа на основе построенных структурно-графических схем.

Результаты исследований и их обсуждение

Несмотря на многолетнюю историю образования водохранилищ, их водный режим, баланс и влияние на окружающую среду изучены все еще недостаточно. Нами были проведены мониторинговые исследования гидросферы в условиях функционирования городских техноэкосистем. В частности, из Днепровского водохранилища, в которое сбрасываются промышленно-коммунальные стоки города Днепропетровска [4], производился отбор проб воды (дважды в месяц в течение года 12.03.2013-12.03.2014). На рис. 1, 2 приведены результаты анализов бикарбонатов, общей щелочности и перманганатной окисляемости в местах отбора проб.

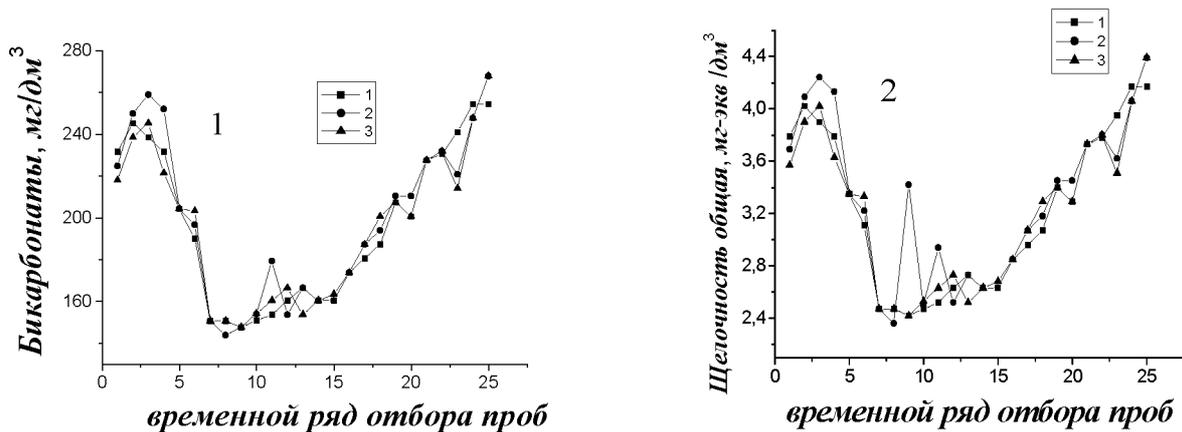


Рис. 1. Содержание бикарбонатов (1) и общая щелочность воды (2) в Днепровском водохранилище: 1,2,3 – станции отбора проб, соответственно в районах: Кайдакского моста, Монастырского острова и Южного моста (г. Днепропетровск)

Были установлены обратные закономерности в изменении в течение года содержания сухого остатка, бикарбонатов, углерода и общей щелочности по отношению к бихроматной и перманганатной окисляемости. Такое положение свидетельствует об общей взаимосвязанности динамики данных показателей.

Обычно предполагается, что щелочность природных вод создается в основном гидролизом карбонатных ионов, так как в природных водах среди анионов слабых кислот преобладает ион HCO_3^- [2]. Однако, при высокой интенсивности процессов фотосинтеза в летний период, когда утилизируется не только растворенный в воде, но и связанный другими соединениями CO_2 , карбонатное равновесие смещается в сторону разложения гидрокарбонатов с образованием карбонатов и свободного CO_2 . Последний утилизируется водными растениями в процессе фотосинтеза, а карбонаты вступают в реакцию с кальцием и магнием, образуя осадок из трудно растворимых солей CaCO_3 и MgCO_3 . Зимой, при ослаблении фотосинтеза, происходит обратный процесс растворения карбоната кальция [1]. В большинстве внутренних водоемов ион HCO_3^- является основным компонентом солевого состава вод. Содержание его в речных водах может колебаться от 50 до 500 мг/дм³. Источником HCO_3^- в воде являются главным образом карбонатные породы. Растворяясь в воде, содержащей CO_2 , они обогащают воду ионами Ca^{2+} и HCO_3^- . Следует отметить, что основным источником кальция для беспозвоночных является кальций, содержащийся в воде, поскольку эти организмы могут его утилизировать непосредственно из водной среды. Установлено, что на протяжении 74 дней обыкновенный прудовик может утилизировать из воды до 80% кальция. Интенсивность использования кальция зависит как от его содержания в воде, так и от ее общей минерализации. В мягкой воде эти моллюски получают из воды лишь 30%, а с пищей – 70% кальция, поступающего в организм. В обогащенной кальцием воде эти источники играют одинаковую роль.

В процессе фотосинтеза водные растения могут существенным образом влиять на карбонатно-кальциевое равновесие водоемов, способствуя тем самым выпадению карбоната кальция в осадок. Так, тростник обыкновенный с воздушно-сухой фитомассой 40 т/га утилизирует до 200 кг/га кальция, а в зарослях элодеи в течение 10 ч световой части суток выпадает в осадок до 2 кг соединения кальция на 100 кг сухой массы.

Процесс фотосинтеза можно охарактеризовать количеством кислорода, который выделяется водными растениями. Карбонатная система представляет собой систему равновесий, самую сложную в природных водах. Общее содержание ее компонентов выражается в виде суммы:

$$\Sigma \text{CO}_2 = [\text{CO}_2] + [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}], \text{ моль - экв / дм}^3$$

Ранее при изучении карбонатного равновесия не учитывалось равновесие с органической составляющей природных вод.

Окисляемость, установленная методом перманганатометрии, характеризует некоторую сумму органических соединений в воде, как правило, легкоокисляемых. Следовательно, показатель перманганатной окисляемости косвенно отражает содержание этой группы органических веществ в природных водах. Действительно, несмотря на разную минерализацию воды в Днепровском водохранилище (200-370, в среднем 263 мг/дм³) и устье р. Самара (1600-2440, в среднем 1892 мг/дм³), ход кривых динамики показателя перманганатной окисляемости имеет примерно одинаковый характер в местах отбора проб – станции 1, 2, 3 и 4 (рис. 2). Аналогично ведет себя и показатель общей щелочности (рис. 1). Наиболее информативными являются показатели перманганатная окисляемость (отражает биологическую часть этого процесса, заключающегося в осаждении и утилизации биотой карбонатных соединений) и общая щелочность (отражает неорганическую часть общего процесса). Для полного учета общности взаимодействия органических и неорганических компонентов водной среды предлагается показатель величины отношения перманганатной окисляемости к общей щелочности (рис. 2). Это взаимодействие отражается на состоянии природных вод, прежде всего, на уменьшение массы сухого остатка в воде в летний период за счет выпадения карбонатов в осадок и утилизации их гидробионтами.

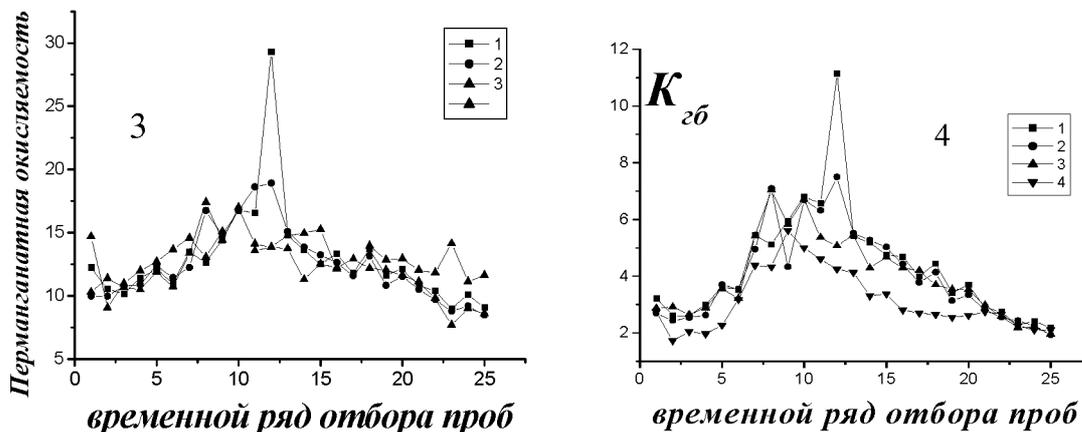


Рис. 2. Изменение перманганатной окисляемости (3) и отношение перманганатной окисляемости (мг О/дм³) к общей щелочности (мг-экв НСО₃⁻/дм³) (4) воды в Днепровском водохранилище и устье р. Самара: 1,2,3,4 – станции отбора проб, соответственно в районах: Кайдакского моста, Монастырского острова, Южного моста (г. Днепропетровск), устье р. Самара

Данное отношение перманганатной окисляемости к общей щелочности нами названо гидробиогеохимическим коэффициентом (K_{г.б.}). Показано, что при различной минерализации воды в Днепровском водохранилище и р. Самара, значение K_{г.б.} определяется совместным

воздействием органических и неорганических компонентов водной среды. Введенный коэффициент показывает изменения общей щелочности воды в зависимости от наличия органических компонентов в водоеме. Там, где наличие органических веществ в воде будет минимальным, значение этого коэффициента также должно быть минимальным. Наименьшим наличием органических соединений характеризуются подземные воды. Для проверки этих представлений были отобраны пробы воды из родников, колодцев, скважин и др. источников, имеющие минерализацию 310-2440 мг/дм³. Анализ данных показывает, что независимо от минерализации природных вод, значение $K_{г.б.}$ для подземных вод находится в пределах 0,18–0,64 мг О₂/ммоль-экв НСО₃⁻. Отметим существенное влияние температуры и продолжительности солнечного дня на развитие водной растительности и биоты, что определяет пониженные значения гидробиогеохимического коэффициента.

Выводы

В качестве нового интегрального показателя для наиболее полного учета общности взаимодействия органических и неорганических компонентов водной среды предложен гидробиогеохимический коэффициент, определяющий отношение величины перманганатной окисляемости воды к ее общей щелочности ($K_{г.б.}$). Установлено, что этот коэффициент характеризует условия формирования природных вод различной минерализации и в дальнейшем будет способствовать эффективному определению граничных значений при использовании воды для разных целей, в том числе, и пределов опасности для жизнедеятельности гидробионтов.

1. *Гидрогеология СССР. Влияние производственной деятельности человека на гидрогеологические и инженерно-геологические условия.* – М.: Недра, 1973. – Вып. 4. – 278 с.
2. *Коценко Е. Ф.* Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2000 році / Е. Ф. Коценко. – К.: Мінекоресурсів України, 2001. – 184 с.
3. *Шапар А. Г.* Еколого-економічні проблеми переводу екосистеми річки Дніпро до режиму сталого функціонування / А. Г. Шапар, О. О. Скрипник, С. М. Сметана // Екологія і природокористування. – Вип. 14. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 26–48.
4. *Ярошевич И. Н.* Техногенные изменения экологических параметров реки Днепр в пределах городской техносистемы / И. Н. Ярошевич, И. Н. Подрезенко, Н. С. Остапенко // Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. – М.: ИПКОН РАН, 2014. – С. 407–409.

І.М. Подрезенко, Н.С. Остапенко, О.К. Тяпкін, С.В. Крючкова

Інститут проблем природокористування й екології НАН України, Дніпропетровськ

ОБҐРУНТУВАННЯ НОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОЦІНЮВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ГІДРОЕКОСИСТЕМИ

Показано, що біота істотним чином впливає на формування лужності природних вод, і, як наслідок, на їхню карбонатну рівновагу. Установлено зворотні закономірності в динаміці маси сухого залишку, вмісту бікарбонатів, карбону й загальної лужності стосовно біхроматної і перманганатної окиснюваності та каламутності природних вод. Запропоновано гидробиогеохимічний коефіцієнт (відношення величини перманганатної окиснюваності до загальної лужності), що найповніше характеризує спільність взаємодії органічних і неорганічних компонентів водного середовища та дозволяє визначати умови формування карбонатної рівноваги в природних водах різної мінералізації.

Ключові слова: гідросфера, антропогенний вплив, лужність, окиснюваність, гидробиогеохимічний коефіцієнт, моніторинг, екосистема

I.N. Podresenko, N.S. Ostapenko, O.K. Tyapkin, S.V. Kryuchkova

Institute for Nature Management Problems and Ecology of NAS of Ukraine, Dnipropetrovsk

SUBSTANTIATION OF NEW OPPORTUNITIES OF ESTIMATION OF ANTHROPOGENOUS INFLUENCE ON HYDROECOSYSTEMS

It is shown that biota significantly influences formation of natural waters alkali, and as a consequence, them carbonate balance. The return laws in dynamics of weight of the dry rest, concentration of bicarbonates, carbon and general alkali in relation to dichromate and permanganate oxidation and turbidity of natural waters are established. The new integrated parameter – hydrobiogeochemical factor (attitude of size of permanganate oxidation to general alkali) is offered and proved. It characterizes a generality of interaction of organic and inorganic components of water environment and allows to determine the conditions of formation of carbonate balance in natural waters with various mineralization.

Keywords: Hydrosphere, anthropogenous influence, alkali, oxidation, hydrobiogeochemical factor, monitoring, ecosystem

УДК 577.34:595.111(06)

Н.А. ПОМОРЦЕВА, Д.И. ГУДКОВ

Институт гидробиологии НАН Украины

пр. Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210, Украина

СТРУКТУРНЫЕ НАРУШЕНИЯ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ У КРАСНОПЕРКИ SCARDINIUS ERYTHROPHthalmus L. ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Исследованы гематологические показатели красноперки, обитающей в градиенте радионуклидного загрязнения в водоемах Чернобыльской зоны отчуждения. Оценена мощность поглощенной дозы излучения и проанализировано изменение лейкоцитарной формулы и цитологические нарушения эритроцитов периферической крови.

Ключевые слова: Чернобыльская зона отчуждения, радионуклидное загрязнение, рыбы, периферическая кровь, лейкоцитарная формула, нарушения эритроцитов

Одной из ключевых проблем современной радиоэкологии является оценка дозозависимых эффектов у биоты при хроническом радиационном воздействии. В связи с этим, особую важность приобретают исследования, выполненные в условиях радионуклидного загрязнения природных экосистем, позволяющие оценить последствия хронического воздействия малых доз ионизирующего излучения, а также степень радиационного риска для живых организмов.

При анализе хронического радиационного воздействия на водные организмы особый интерес представляют рыбы, занимающие в гидробиоценозах верхние трофические уровни, и характеризуются сравнительно низкой радиоустойчивостью. В частности радиобиологические исследования рыб в водоемах Чернобыльской зоны отчуждения (ЧЗО), отличающихся крайне низкими темпами самоочищения и повышенными дозовыми нагрузками на гидробионты, были ограничены в основном анализом морфометрических показателей, а также оценкой состояния репродуктивной системы. При этом кроветворная и иммунная системы, являющиеся наиболее чувствительными к воздействию ионизирующего излучения, не исследовались.

Материал и методы исследований

Объектом исследований была красноперка *Scardinius erythrophthalmus* L. Сбор материала проводили в августе 2011-2013 гг. в озерах Глубокое, Далекое и Яновском затоне, расположенных в ближней (10-километровой) ЧЗО. Референтным водоемом служило оз. Подборное (Киевская область) с фоновым уровнем радионуклидного загрязнения.