

РОЛЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ РАНЖИРОВАНИИ ВОДОЕМОВ

О.М. Балаева-Тихомирова, Е.О. Данченко, Т.А. Толкачева, А.А. Чиркин
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Согласно Водному кодексу Республики Беларусь оценка гидробиологического и гидрохимического статусов водоемов аналогична практике Европейского союза. Основными компонентами, определяющими качество поверхностных вод являются соединения, поступающие в составе бытовых, сельскохозяйственных и промышленных стоков. В 2020 году предусмотрен пересмотр Водной стратегии Республики Беларусь, что делает актуальным проведение дополнительных исследований по оценке экологического состояния водоемов.

Целью работы явилось использование биохимических методов в гидробиологической и гидрохимической характеристике 6 водоемов Витебской области.

Материал и методы. В качестве эталонного (модельного) водоема принято озеро Селявское Россонского района (д. Селявщина). Обследованы 6 водоемов Витебской области, отличающиеся по экологическим характеристикам. 1. Река Витьба, которая в черте города Витебска перегорожена плотиной, что сформировало выше по течению слабо проточный водоем длиной до 2 км с признаками антропогенного загрязнения и эвтрофикации. 2. Озеро Вордовье Дубровенского района (д. Ляды) имеет признаки загрязнения стоками животноводческого комплекса. 3. Озеро Малое Бешенковичского района (д. Соколово) собирает стоки от населенных пунктов, ферм и автомагистрали Витебск-Минск. 4. Озеро Сенненское Сенненского района (г. Сенно) интенсивно загрязняется бытовыми и сельскохозяйственными стоками при недостаточности городских очистных сооружений. 5. Озеро Дубровское Ушачского района (д. Дубровка) отличается чистой водой из-за низкого уровня промышленных и бытовых стоков. 6. Озеро Будовесь Шумилинского района (а/г Башни) отличается чистой водой из-за практически полного отсутствия промышленных и бытовых стоков. Химическому исследованию подвергались образцы воды (7 катионов), почвы (3 катиона и 3 ферментативных активности) и ткани легочных пресноводных моллюсков, отличающихся по механизмам транспорта кислорода: обыкновенный прудовик (*Lymnaea stagnalis* L., переносчик кислорода медь-содержащий гемоцианин) и роговая катушка (*Planorbarius corneus* L., переносчик кислорода железо-содержащий гемоглобин). В гемолимфе определяли содержание белка, мочевины, мочевой кислоты и глюкозы; в гепатопанкреасе определяли содержание РНК, ДНК, белка, гликогена, ТБК-позитивных веществ (малоновый диальдегид), восстановленного глутатиона и активность каталазы. Химические показатели, характеризующие экологическое состояние водоемов, были разделены на 6 рангов: от 1 (самое низкое значение показателя) до 6 (самое высокое значение показателя). Обследованные озера сравнивались по суммарной величине рангов группы показателей. Средняя величина каждого показателя определялась в 8-10 повторностях, и сравнительный анализ производился методом параметрической статистики с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе работы вода водоемов была ранжирована по содержанию 7 катионов в диапазоне от 7 (в образцах воды самое низкое содержание каждого катиона) до 42 (в образцах воды самое высокое содержание каждого катиона). В результате водоемы были распределены в последовательности р. Витьба (38) > оз. Малое (32) > оз. Вордовье (24) > оз. Сенненское (23) > оз. Дубровское (13) > оз. Будовесь (11). Полученное распределение рангов соответствует приведенной выше макроэкологической характеристике озер. Наиболее высокие ранги для отдельных катионов были следующими: р. Витьба – медь, натрий, магний, кальций по 6 и железо и цинк по 5; оз. Вордовье – калий и кальций по 5; оз. Малое – железо и калий по 6, натрий и магний по 5; оз. Сенненское – медь 5. Наиболее низкие ранги для отдельных катионов были следующими: оз. Будовесь – железо, медь, цинк, натрий по 1, магний и кальций по 2 и калий 3; оз. Дубровское – цинк, магний, кальций по 1, медь, калий и натрий по 2, но железо – 4. На следующем этапе работы было изучено содержание 3 катионов и 3 ферментативных активностей в образцах почвы, полученной в 10-метровой прибрежной зоне водоемов. В образцах почвы по 6 изученным показателям диапазон рангов находился в пределах 6–36, и исследуемые водоемы распределились в последовательности: оз. Малое (28) > р. Витьба (24) > оз. Дубровское (23) > оз. Вордовье и оз. Сенненское (по 20) > оз. Будовесь (11).

Приведенный химический анализ почв береговой зоны оказался менее информативным, хотя распределение озер по экологическому состоянию в основном сохранилось. Однако, биохимическое исследование образцов прибрежной почвы оказалось полезным для анализа соответствия накопления катионов проявлению ферментативной активности почв. При сравнительном анализе рангов 3 катионов (диапазон 3–18) и активности 3 ферментов (диапазон 3–18) выявлены следующие соотношения (первая цифра ранг катионов, вторая цифра ранг ферментов): р. Витьба (12–12), оз. Дубровское (12–11), озеро Будовесь (7–4) и оз. Сенненское (8–10). Близкие ранги двух групп отличающихся показателей могут свидетельствовать об их взаимодействии.

На третьем этапе работы был проведен анализ 36 показателей, включающих результаты исследования химического состава воды, образцов прибрежной почвы и биохимических показателей гемолимфы и гепатопанкреаса моллюсков. По суммарному анализу изменений без учета направленности 36 показателей водоемы были распределены в последовательности: оз. Будовесь (23) > р. Витьба (21) > оз. Вордовье (18) > оз. Дубровское (17) > оз. Сенненское (13) > оз. Малое (11). По количеству повышенных показателей водоемы были распределены: р. Витьба (13) > оз. Дубровское (8) > оз. Малое и оз. Будовесь (по 6) > оз. Сенненское (4) > оз. Вордовье (2). По количеству сниженных показателей распределение озер оказалось иным: оз. Будовесь (17) > оз. Вордовье (16) > оз. Дубровское и оз. Сенненское (по 9) > р. Витьба (8) > оз. Малое (5). Анализ соотношения повышенных и сниженных показателей в каждом водоеме может явиться интегральной характеристикой «реактивности» водной экосистемы на внешнее воздействие. С избыточным содержанием меди в воде реки Витьба сопряжено у обитающих в ней обыкновенных прудовиков увеличение содержания ДНК, белка и активности каталазы в тканях гепатопанкреаса, что, вероятно, поддерживает жизнеспособность этих моллюсков с гемоцианиновым транспортом кислорода в загрязненной среде обитания. В то же время накопление железа в воде озера Малое существенно не влияет на биохимические показатели тканей роговых катушек, имеющих гемоглобиновый транспорт кислорода. Эти данные подтверждают предположение о дивергенции катушек и прудовиков 182 миллиона лет тому назад с образованием медь-содержащего гемоцианинового транспортера кислорода из малоспецифичных тирозиназ в условиях снижения биодоступности кислорода в результате избыточной вулканической активности Тоарского периода [1, 2].

Заключение. В результате проведенных исследований описан способ экологического ранжирования водоемов на основе использования биохимических методов исследования образцов воды, образцов прибрежных почв и обитающих в этих водоемах легочных пресноводных моллюсков, отличающихся по механизмам транспорта кислорода.

1. Proteolysis-antiproteolysis system and possible mechanism of the divergence of *Lymnaea stagnalis* and *Planorbis corneus* / A.A. Chirkin, V.V. Dolmatova, O.M. Balaeva-Tichomirova // The 3rd International symposium on EuroAsian Biodiversity. 05-08 July 2017, Minsk-Belarus: BSU, IPBB. – P. 236.
2. Чиркин, А.А. Альтернативный сплайсинг и посттрансляционная модификация белков в увеличении разнообразия белков в клетке: для адаптации и эволюции / А.А. Чиркин, В.В. Долматова // Биохимия и молекулярная биология. – Вып. 1: Посттрансляционная модификация белков. – Минск: «Беларуская навука», 2017. – С. 48–59.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ В 2012–2016 ГГ.

М.Ю. Бобрик, А.В. Новикова
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Последнее пятилетие характеризуется переломными тенденциями в динамике численности населения Республики Беларусь: после устойчивой депопуляции (в широком смысле) в 2014 г. начался устойчивый рост численности населения, и прирост численности за 2014–2016 гг. составил 0,43% [1]. Однако рост численности осуществляется только за счет столицы и столичного региона (Минской области). Остальные области Беларуси имеют убыль населения.

Цель работы – выявить особенности динамики численности населения Витебской области и ее административно-территориальных единиц (АТЕ) в 2012–2016 гг.