



Биол. журн. Армении, 1-2, (72), 2020

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ЕРЕВАНСКОГО ОЗЕРА И ВОДОХРАНИЛИЩА АХПАРА

Р.О. КОБЕЛЯН, Ж.Г. МКРТЧЯН, Б.К. ГАБРИЕЛЯН

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА
hripsimekobelyan@mail.ru

В 2017-18 гг. были проведены микробиологические исследования в Ереванском озере и в водохранилище Ахпара. Дана сравнительная оценка качества воды на основе микробиологических показателей и инфузорий-индикаторов. Результаты исследования показали, что Ереванское озеро в основном загрязнено коммунально-бытовыми сточными водами.

Водохранилище Ахпара – Ереванское озеро – сапрофитные бактерии – коли-индекс – простейшие – качество воды

2017-18թթ. Երևանյան լճում և Ախպարա ջրամբարում իրականացրել են մանրէաբանական ուսումնասիրություններ: Մանրէաբանական ցուցանիշների և ինֆուզորիաների կենսաբազմադասակարգման հիման վրա կատարվել է ջրի որակի գնահատում: Ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տվել որ Երևանյան լիճը հիմնականում աղտոտված է կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով:

Ախպարա ջրամբար – Երևանյան լիճ – սապրոֆիտ բակտերիաներ – կոլի-ինդեքս – նախակենդանիներ – ջրի որակ

In 2017-18 microbiological studies were carried out on Lake Yerevan and in the Akhpara reservoir. A comparative assessment of water quality based on microbiological indexes and ciliates- indicators is given. The results of the study showed that Lake Yerevan is mainly polluted by municipal wastewater.

Akhpara reservoir – Yerevan Lake – saprophytic bacteria – coli – index – protozoa – water quality

Водохранилище Ахпара расположено на реке Раздан на территории города Раздан, Котайкской области. Площадь водохранилища составляет 1,7 км² и питается от рек Раздан и Мармарик. Высота над уровнем моря –1700м. Максимальная глубина 14,5 м. Зимой водохранилище замерзает. Водохранилище Ахпара входит в Севан-Разданский каскад. На водохранилище расположена Гюмушская ГЭС. [1].

Ереванское озеро – водохранилище в юго-западной части города Ереван. Создано в 1963-1966 гг. посредством перекрытия русла реки Раздан. Высота над уровнем моря 908м, площадь поверхности – 650 тысяч м², средняя глубина – 8 м, максимальная – 18 м, объём – 5 млн м³. Зимой озеро замерзает.

Оба водохранилища расположены в речном бассейне р. Раздан и подвержены влиянию различных антропогенных факторов на качество их вод, при этом если на качество воды Ереванского озера основное влияние оказывают промышленные и бытовые стоки, то на воды водохранилища Ахпара – сельскохозяйственные и бытовые сточные воды.

Целью работы являлось проведение микробиологического и гидро-биологического анализа воды водохранилищ бассейна реки Раздан для оценки их экологического состояния.

При формировании качества воды водоемов большое значение имеют бактерии и микрозоопланктон (инфузории, бесцветные жгутиковые и др.). Годовая продукция бактерий может достигать десятков и сотен граммов сырой массы на 1 м². Во вторичном продуцировании большую роль играют организмы микрозоопланктона и микрозообентоса, в частности простейшие. В водоемах инфузории в массе развиваются вслед за увеличением биомассы бактерий которое начинается после отмирания фитопланктона. Имея огромную численность и высокую интенсивность продуцирования, инфузории создают биомассу, часто близкую к той, которую образуют в водоемах все другие животные вместе. Дальнейший ход круговорота веществ идет с участием животных, которые питаются водорослями, сапрофитными бактериями, грибами и животными других видов [10]. Наиболее резко реагируют на изменение качества водной среды микроорганизмы, поэтому микробная индикация широко используется для контроля за состоянием водных экосистем.

Важная роль микробиологических исследований в системе комплексной оценки экологического состояния водных объектов обусловлена тем, что микроорганизмы, вследствие своих физиологических особенностей, гораздо быстрее по сравнению с другими компонентами водных биоценозов реагируют на изменение физико-химических условий в водотоках изменением численности определенных групп. В природных водах микроорганизмы выполняют основную роль в процессах деструкции разнообразных органических веществ, т.е в самоочищении водных экосистем. Для оценки качества воды были изучены сапрофитные бактерии (инкубация при 37⁰С в течение 24 часов) и определен индекс *E.coli* (число кишечной палочки в 1л воды), являющимися индикаторами эколого-санитарной классификации качества воды. Присутствие этих бактерий характеризует микрофлору, поступившую в гидросистему через бытовые и сельскохозяйственные стоки.

Определение систематической принадлежности свободноживущих простейших имеет не только фаунистическое, но и практическое значение, так как обнаружение разных представителей этих организмов может служить существенным дополнением к санитарной характеристике водоемов. С этой точки зрения определение протозойной фауны водохранилищ бассейна р. Раздан имеет определенное значение. Инфузории известны как индикаторные организмы при оценке степени загрязнения природных водоемов [8, 9]. В последние годы выполнено множество исследований, показывающих, что свободноживущие инфузории имеют важное значение при биотестировании природных вод.

Материал и методика. Образцы воды для микробиологического анализа были отобраны в 2017-18 гг. посезонно (весна, лето, осень) согласно ГОСТ Р 51592-2000 [5].

Численность сапрофитных бактерий определялась при 37⁰С в течение 24 ч, на среде сухой питательный агар (СПА). Для выявления количества бактерий группы кишечной палочки воду фильтровали через нитроцеллюлозные стерильные фильтры с размером пор 0,45 мкм. Коли-индекс был определен методом мембранной фильтрации на среде Эндо. Фильтровали 1 мл воды по 3-х повторам [7, 12].

Материалом для протозоологических исследований послужили пробы, отобранные с поверхности, согласно общепринятым гидробиологическим методам [2, 4].

Мы отдали предпочтение методу прямого счета в воде без предварительной обработки и методу концентрирования проб через мембранный фильтр №6. Фильтрация пробы производилась без применения вакуума, что уменьшает потери организмов. Полученную пробу просчитывали в камере Богорова под бинокляром МБС-10 и рассматривали под световым микроскопом Carl Zeiss Jena.

Таксономическое определение инфузорий проводилось по определителям Каля [14, 15]. Для начального определения инфузорий «до рода» использовался определитель Смола и Лина [16].

Результаты и обсуждение. Гетеротрофные микроорганизмы играют важную роль в процессах трансформации органических веществ и переноса энергии в водных экосистемах. Они обеспечивают рециркуляцию биогенных элементов в водной среде и играют ведущую роль в процессах естественного очищения вод.

Весной 2017 г. количество сапрофитных бактерий в водохранилище Ахпара, растущих при 37°C составило 2500 КОЕ/мл, летом и осенью данные не были собраны ввиду ежегодного осушения водоема.

В 2018 г. количество сапрофитных бактерий в водохранилище Ахпара колебалось в пределах 300-3000 КОЕ/мл, при этом наибольшее количество сапрофитных бактерий наблюдалось летом того же года (3000 КОЕ/мл).



Рис.1. Расположение водохранилищ на реке Раздан

Результаты определения численности бактерий группы кишечной палочки в водохранилищах Ахпара и Ереванского озера представлены в табл.1. В период исследования значение коли-индекса во всех проанализированных образцах превышало ПДК (ПДК-500 КОЕ/100 мл СанПиН 2.1.5.980-00) летом 2018г. [5].

2017-18гг. значение коли-индекса колебалось в пределах 2-6 тыс. КОЕ/л. Сравнительно высокий показатель коли-индекса наблюдался летом 2018г. (6 тыс. КОЕ/л.) (табл.1). Такие высокие значения, вероятно, являются результатом загрязнения воды сельскохозяйственными животными (птицы и крупный рогатый скот) прибрежной части водохранилища.

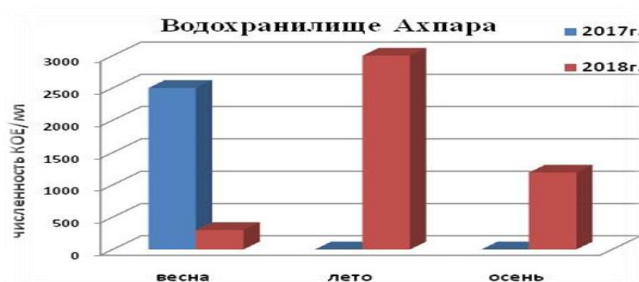
В водохранилище Ереванское озеро в 2017г. количество сапрофитных бактерий, растущих при 37°C, колебалась в пределах 1760-7000 КОЕ/мл., при этом наибольшее количество сапрофитных бактерий наблюдалось весной (7000 КОЕ/мл). Летом в период «цветения» воды наблюдалось снижение количества сапрофитных бактерий (1760 КОЕ/мл), рост которых подавлялся бурным развитием фитопланктона [6].

Таблица 1. Значение коли-индекса (КОЕ/л) в водохранилищах Ахпара и Ереванского озера 2017-18гг.

		Коли-индекс (КОЕ/л)		
		весна	лето	осень
Водохранилище Ахпара	2017	3000	-	-
	2018	2000	6000	1000
Ереванское озеро	2017	1000	5000	1000
	2018	2000	2000	4000

2018г. численность сапрофитных бактерий колебалась в пределах 850-6000 КОЕ/мл. Сравнительно большое количество сапрофитных бактерий наблюдалось весной (6000 КОЕ/мл), что связано с половодьем реки Раздан.

Значение коли-индекса колебалось в пределах 1-6 тыс. КОЕ/л. Сравнительно высокое значение коли-индекса наблюдалось летом 2018г. (6000 КОЕ/л.), что свидетельствует о загрязнении водохранилища коммунально-бытовыми сточными водами. За период исследования в планктонном сообществе инфузорий водохранилищ Ахпара и Ереванского озера обнаружены представители семейств Oxytrichidae Ehrenberg, 1838, Stentoridae Carus, 1863, Paramecidae Dujardin, 1840, Vorticellidae Ehrenberg, 1838, Colepidae Ehrenberg, 1838.

**Рис. 1.** Численность сапрофитных бактерий (КОЕ/мл) в водохранилище Ахпара 2017-18гг.

В зоне воздействия стоков в Ереванском озере в результате органического загрязнения изменяется фауна цилиат. В составе сообщества наблюдается появление и массовое развитие видов, обитающих в условиях повышенной сапробности – *Paramecium caudatum*, *Stylonychia mytilus* (Ehrb., 1838) complex. По способу питания они являются бактерио-детритофагами. Здесь отмечены высокие показатели численности и биомассы инфузорий (табл.2).

Таблица 2. Средняя биомасса (мг/м³) и численность (тыс.экз./м³) массовых видов планктонных инфузорий в водохранилище Ахпара и в Ереванском озере в 2017-18гг

		Весна		Лето		Осень	
		N	B	N	B	N	B
Водохранилище Ахпара	2017	11	0.54	-	-	-	-
	2018	16	0.61	40	4.9	22	0.8
Ереванское озеро	2017	48	1.2	21	0.74	4	0.22
	2018	29	4.39	11	1.5	7	0.9

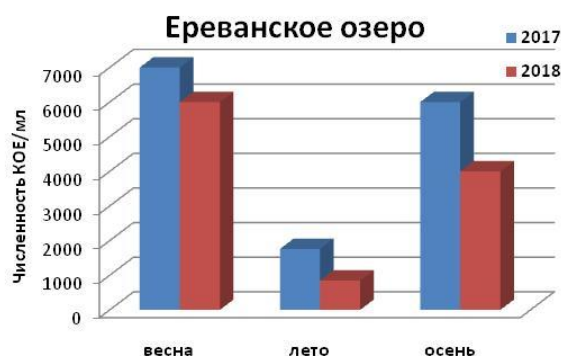


Рис. 2. Численность сапрофитных бактерий (КОЕ/мл) в Ереванском озере 2017-18 гг.

Основная масса инфузорий развивается в период весеннего прогревания. Нестабильное экологическое состояние водохранилища оказывают влияние на сезонные циклы развития отдельных видов инфузорий.

Аналогичная картина наблюдалась в водохранилище Ахпара, однако нестабильность его экосистемы ввиду резкого колебания его уровня в течение года приводит не только к изменению числа видов, развивающихся в течение всего вегетационного периода, но и к их выпадению из состава планктона.

В сезонном развитии биомассы и численности инфузорий в 2017-2018 годах были довольно четко выражены 2 пика: весенне-летний (апрель – июнь – водохранилище Ахпара и март-июнь – Ереванское озеро) и летний (июнь-август водохранилище Ахпара). Летние и весенние пики биомассы и численности инфузорий в значительной степени зависят от сезонной динамики водорослей и бактериопланктона.

Так, в 2017 г. в водохранилище Ахпара основная масса инфузорий развивалась в весенний период, с доминированием вида *Paramecium caudatum*. В 2018 году наблюдалась тенденция к доминированию двух видов *Paramecium caudatum* и *Vorticella convallaria* в весенне-летний период.

В Ереванском озере в 2017 г развитие основной массы инфузорий отмечено в весенне-летний период. В количественном отношении преобладали 3 вида *Paramecium caudatum*, *Coleps hirtus viridis* Ehrenberg, 1831, *Vorticella convallaria*. В 2018 году в весенне-летний период фоновыми видами являлись представители семейства Parameciidae Dujardin, 1840. Одновременно происходило смещение индивидуальных пиков развития у ряда форм семейств Spathidiidae Kahl, 1929 и Oxytrichidae Ehrenberg, 1838 с весеннего на весенне-летний и даже летний периоды. Разное качество пиков обусловлено как отсутствием необходимых им абиотических условий, так и сильным загрязнением водохранилища органическими веществами, особенно в населенных пунктах и в районе впадения р. Раздан.

Анализ данных по планктонным инфузориям водохранилищ Ахпара и Ереванского озера показал, что основная часть инфузорий относится к α -мезосапробным видам [13]. Этот показатель свидетельствует о том, что природные свойства воды, в частности воды Ереванского озера, сильно изменены в результате поступления в них через р. Раздан коммунально-бытовых сточных вод. Таким образом, согласно эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод суши [3, 11], Ереванское озеро по средней численности сапрофитных бактерий и свободноживущих инфузорий относится к классу “удовлетворительно чистый”, а по количеству коли-индекса – “слабо загрязненный”. Большие значения коли-индекса

указывают на то, что Ереванское озеро загрязнено в основном коммунально-бытовыми сточными водами, поступающими через р. Раздан.

Водохранилище Ахпара по значению коли-индекса, численности сапрофитных бактерий и свободноживущих инфузорий относится к классу “удовлетворительно чистый”.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Միլիզյան Յ.Ս.* Հայաստանի բնաշխարհի հանրագիտարան, Երևան, Հայկական հանրագիտարան հրատարակչություն, էջ 140-692, 2006: <https://hy.wikipedia.org/wiki/>
2. *Абакумов В.А.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., Гидрометеиздат, 1983.
3. *Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды, Тель-Авив, с. 478, 2006.
4. *Брянцева Ю.В., Курилов А.В.* Расчёт объёмов клеток микроводорослей и планктонных инфузорий Чёрного моря/Препринт. Севастополь: ИнБИОМ. 20 с., 2003.
5. Гост Р 51592-2000. Общие требования к отбору проб. Введ. 2000-04-21. М., 35 с., 2008.
6. *Гулая Н.К.* Формирование микробиологического режима водохранилищ верхнего Иртыша, Алма-Ата, с. 33-35, 1975.
7. *Лабинская А.С.* Микробиология с техникой микробиологических исследований. с.303-314, 1978.
8. *Мамаева Н.В.* Простейшие. Инфузории. В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., с. 135-138, 1975.
9. *Небрат А.А.* Динамика численности и биомассы планктонных инфузорий открытых зон Кременчугского вод-ща, их продукция и роль в деструкции органического вещества. Гидробиол. журн., 11, вып.2, с. 18-27, 1975.
10. *Привезенцев Ю.А.* Интенсивное прудовое рыбоводство. М., Агропромиздат, 367, 1991.
11. *Романенко В.Д., Оксик О.П., Жукинский В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И.* Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты, Киев, с. 218-221, 1990.
12. *Рымовская М.В.* Основы промышленной асептики, Минск, с. 13-18, 2018.
13. *Чорик Ф.П.* Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев: АН Молдавской ССР. 250 с., 1968.
14. *Kahl A.* Urtiereoder Protozoa, I. Infusoria. Tierwelt Deutschlands, Teil 18, 21, 25, 30, 1930-1935.
15. *Kahl A.* Wimpertiereoder Ciliata (Infusoria). Die Tierwelt Deutschlands, Jena, 886, s. 1935.
16. *Small E.B., Lynn D.H.* Phylum Ciliophora Dophlein 1901. In: Lee J, Huther S., Bovee E. (eds.). Anillustrated guide to the Protozoa. Lawrence (Kansas), p. 393-575, 1985.

Поступила 11.03.2020