



Биол. журн. Армении, 3 (69), 2017

СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ЕРЕВАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

Л.Г. СТЕПАНЯН, Л.Р. ГАМБАРЯН

НЦ зоологии и гидроэкологии НАН РА, Институт Гидроэкологии и ихтиологии
listeus@yahoo.com

Ереванский госуниверситет, кафедра экологии и охраны природы
lusinehambaryan@ysu.am

Изучали количественные и качественные показатели фитопланктона водохранилища “Ереванское озеро” (Ереванское водохранилище) в 2005-2006 гг. и в 2015-2016 гг.. За исследованный период биоразнообразие водорослей увеличилось почти в два раза.

Впервые проведена таксономическая классификация фитопланктонного сообщества Ереванского водохранилища, определено качество воды.

Фитопланктонное сообщество – таксономическая структура – качество воды

2005-2006 թթ. և 2015-2016 թթ. կատարվել են «Երևանյան լիճ» ջրամբարի ֆիտոպլանկտոնային համակեցության բանական և որական ուսումնասիրություններ: Հետազոտության ընթացքում ջրամբարում մոտ երկու անգամ ավելացել է ջրիմուռների տեսակային բազմազանությունը:

Առաջին անգամ տրվել է Երևանյան ջրամբարի ֆիտոպլանկտոնային համակեցության տաքսոնոմիկ դասակարգումը, որոշվել է ջրի որակը:

Ֆիտոպլանկտոնային համակեցություն – տաքսոնոմիկ կառուցվածք – ջրի որակ

Quantitative and qualitative study for phytoplankton community of Yerevanyan Lich reservoir was done for the periods of 2005 to 2006 and from 2015 to 2016. During investigations the algae biodiversity was increased almost for two times.

For the first time the taxonomic classification of phytoplankton community of Yerevan reservoir was presented and the water quality was determined.

Phytoplankton community – taxonomic structure – water quality

В отличие от естественных природных водоемов, водохранилища являются сложными природно-техническими системами с неустановившимся гидрологическим режимом, который определяет изменчивость пространственной структуры качества вод. Интенсивные колебания уровня воды в водохранилищах непосредственно влияют на процессы самоочищения, осложняя наблюдения и контроль их экологического состояния. Особенно неблагоприятная обстановка складывается на акваториях водохранилищ крупных городов, где формируются зоны загрязнения с повышенным содержанием в воде химических веществ. Ереванское озеро (площадь

650 тыс.м², средняя глубина 8 м, объем воды 5 млн.м³) является искусственным водоемом, который был построен в 1963-1966гг. на реке Раздан, в юго-восточной части Еревана. Воды водохранилища используются в целях рекреации, рыболовства и орошения [4].

Одним из информативных показателей в оценке качества воды является фитопланктон как первичное звено, реагирующее на изменения [2].

Цель данного исследования – определить тенденции изменения в структурных показателях фитопланктона Ереванского водохранилища, а также оценка качества воды.

Материал и методика. В период с 2005-2006 гг. и 2015-2016 гг. проводилось изучение количественных и качественных показателей фитопланктона Ереванского водохранилища. Консервацию и обработку проб проводили согласно современным гидробиологическим методам [1]. Расчет численности клеток и идентификация видов – с помощью микроскопа XSZ-107 BN, в камере Нажотта объемом 0,01 мл.

Определение видового состава водорослей проводилось с помощью определителей [3, 5, 8, 11].

Качество воды оценивалось по шкале сапробности Пантле–Букк [9] по модификации Сладечека [10].

Результаты и обсуждение. В исследованные годы наблюдалось увеличение флористического разнообразия фитопланктонного сообщества.

В результате проделанной работы в составе фитопланктона было зарегистрировано 112 таксонов водорослей. Они относятся к 62 родам, 40 семействам, 16 порядкам, 12 классам, 6 отделам (табл. 1).

Таблица 1. Таксономическая структура альгофлоры Ереванского водохранилища в период с 2005-2006 гг. по 2015-2016 гг.

Год	Число				
	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
2005	7	7	21	30	38
2006	8	9	22	33	40
2015	9	12	25	39	68
2016	11	14	30	41	70
Всего	12	16	40	62	112

В период с 2005-2006 гг. в составе фитопланктона было выявлено 50 видов водорослей, которые принадлежали 4 группам: Bacillariophyta (диатомовые), Chlorophyta (зеленые), Cyanophyta (синезеленые), Xanthophyta (желто-зеленые) (рис. 1) [6].

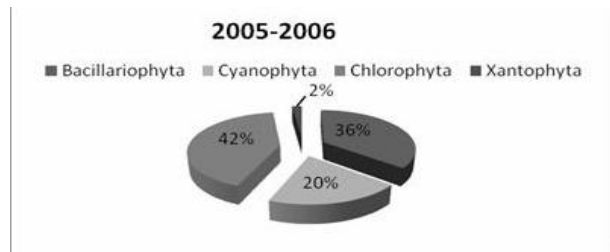


Рис. 1. Процентное соотношение основных групп фитопланктонного сообщества Ереванского водохранилища в 2005-2006 г.

В исследованный период 2015-2016 гг. было зарегистрировано 99 видов водорослей, которые принадлежали 6 основным группам: Bacillariophyta (диатомовые), Chlorophyta (зеленые), Cyanophyta (синезеленые), Xantophyta (желто-зеленые), Euglenophyta (эвгленовые), Динофитовые (рис. 2).

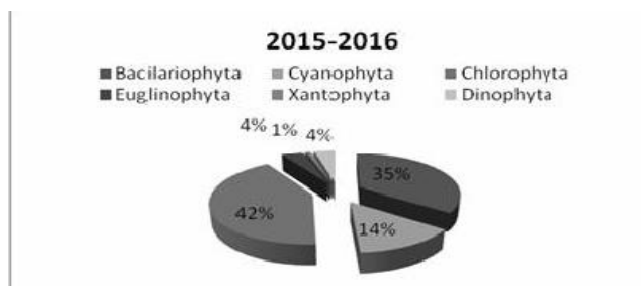


Рис. 2. Процентное соотношение основных групп фитопланктонного сообщества Ереванского водохранилища в 2015-2016 гг.

За все годы исследований доминантной группой по своим качественным показателям были зеленые водоросли, которые составляли 42 % от общего числа видов фитопланктона. Субдоминантной группой являлись диатомовые водоросли, составившие 36 % и 35 % соответственно. Наименьший видовой состав и разнообразие видов наблюдалось в группе желто-зеленых водорослей: 2 % и 1 % соответственно (рис. 1, 2).

Как видно из табл.1 и 2, в фитопланктоне Ереванского водохранилища наблюдалась тенденция увеличения разнообразия водорослей почти в 2 раза.

Таблица 2. Видовой состав водорослей Ереванского водохранилища в 2005-2006 и 2015-2016 гг.

	2005-2006	2015-2016
Bacillariophyta	18	34
Cyanophyta	10	14
Chlorophyta	21	42
Euglenophyta	0	4
Xantophyta	1	1
Dinophyta	0	4

В составе фитопланктона водохранилища в 2015-2016 гг. зарегистрированы крупноклеточные виды водорослей, принадлежащие группам эвгленовых и динофитовых, которые ранее не встречались. В составе эвгленовых водорослей отмечено 4 вида: *Trachelamonas oblonga*, *T. hispida*, *T. volvocina*, *Phacus tortus*, которые известны из литературы как представители планктона водохранилищ, загрязненных органическими веществами.

В группе динофитовых выявлено также 4 вида: *Peridinium aciculiferum*, *P. bipes*, *P. willei*, *P. sp.*, которые являются токсическими формами, выделяющими токсины, опасные для человека и животных. В основном они встречаются в водах, загрязненных тяжелыми металлами [12,13].

В составе фитопланктона 2005-2006 гг. в группе зеленых отмечен 21 вид водорослей из 3 классов, 3 порядков, 9 семейств, 12 родов. Наибольшим видовым

составом отличились роды *Scenedesmus* (4 вида) и *Oocystis* (3 вида). В эти годы также в составе планктона были отмечены крупные колониальные водоросли *Pediastrum boryanum*, *Botryococcus braunii*, *Crucigenia quadrata*, а также нитевидный вид *Ulothrix* sp.. В дальнейших исследованиях данные виды не были обнаружены. В фитопланктоне водохранилища в период с 2015-2016 гг. видовое разнообразие зеленых водорослей увеличилось в два раза. Выявлено 42 вида водорослей, которые принадлежали 3 классам, 4 порядкам, 11 семействам и 16 родам. Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось у родов *Ankistrodesmus* (4 вида), *Coccolithidium* (4 вида), *Scenedesmus* (4 вида), *Cosmarium* (3 вида) и *Oocystis* (3 вида). По два вида отмечены у колониального рода *Volvox* и крупноклеточных родов *Chlamydomonas* и *Characium*. Эти виды являются β - мезосапробными и присущи загрязненным экосистемам, в исследованиях предыдущих лет не были отмечены. В исследованиях с 2005-2006 гг. отмечены были 18 видов диатомовых водорослей из 2 классов, 3 порядков, 8 семейств, 14 родов. В каждом роде был отмечен один или два вида водорослей.

В период с 2015-2016 гг. увеличилось разнообразие диатомовых водорослей в два раза. Было зарегистрировано 34 вида, которые принадлежат 2 классам, 3 порядкам, 10 семействам и 15 родам. За исследуемый период в Ереванском водохранилище отмечено увеличение количества видов рода *Nitzschia*. В настоящее время данный род представлен шестью видами. Увеличилось также видовое разнообразие у родов *Cyclotella* (3 вида), *Cymbella* (3 вида) и *Diatoma* (3 вида). В 2005-2006 гг. было выявлено 10 видов синезеленых водорослей из 2 классов, 2 порядков, 5 семейств и 7 родов. В данный период отмеченные виды *Nostoc* sp, *Chroococcus turgidus*, *Gomphosphaeria lacustris* и *Spirulina abbreviata* в дальнейших исследованиях в составе фитопланктона не были обнаружены. Изучение фитопланктона, проведенное в 2015-2016 гг., выявило увеличение числа синезеленых видов. Отмечены 14 видов, принадлежащих 3 классам, 4 порядкам, 6 семействам, 8 родам. В отмеченные годы основной вклад в качественные характеристики *Cyano-phyta* вносит род *Oscillatoria* (5 видов), а массовое развитие вида *Oscillatoria limnetica* (10 126 500 кл/л и 40,5 г/м³) вызвало “цветение” воды осенью 2016 г..

Увеличение числа видов и появление новых видов синезеленых водорослей является показателем увеличения степени загрязнения и эвтрофирования водоема [7]. В результате структурного и количественного анализа выявлено, что видами с 100 %-ной встречаемостью за период с 2005-2006 гг. и с 2015-2016 гг. являются: *Microcystis aeruginosa* и *Aphanothece clathrata* из синезеленых водорослей и *Stephanodiscus astraea* из диатомовых водорослей.

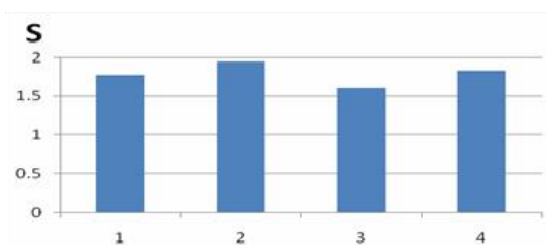
Виды-индикаторы органического загрязнения с 2005-2006 гг. и с 2015-2016 гг. составили 74 % и 77 % от общего таксономического списка зарегистрированных в водоеме водорослей. С 2005-2006 гг. на долю видов, показателей низкой степени сапробности (от о до о-а) приходится 49 %, средней сапробности (β – мезосапробы)- 5 %, высокой сапробности (от β -а до р)-16 % [2].

С 2015 по 2016 г. на долю видов, показателей низкой степени сапробности (от о до о-а), приходится 49 %, средней (β - мезосапробы)- 34 %, высокой (от β - а до р)-17 % (табл. 3).

Среднегодовые показатели индекса сапробности в 2005-2006 гг. колебались в пределах 1.77-1.94, а в 2015-2016 гг. они составляли 1.61-1.82 (рис. 3). Данные показатели сапробности во все исследованные годы находились на уровне β -мезосапробного органического загрязнения.

Таблица 3. Показатели степени сапробности фитопланктона Ереванского водохранилища в 2005-2006 и 2015-2016 гг.

Зона сапробности	2005	2006	2015	2016
о	3	2	8	5
о - β	5	4	8	5
β - о	4	4	5	7
о - α	3	2	5	5
β	10	13	19	23
β - α	1	2	2	3
α - β	2	2	3	4
α	0	2	2	2
р	0	0	2	0
Всего	28	31	54	54

**Рис. 3.** Средние показатели индекса сапробности в Ереванском водохранилище. 1-2005г., 2-2006г., 3-2015г., 4-2016г.

Впервые проведен анализ таксономической структуры флористического разнообразия фитопланктонного сообщества. За исследованный период в составе фитопланктона было зарегистрировано 112 таксонов водорослей, принадлежащих к 62 родам, 40 семействам, 16 порядкам, 12 классам, 6 отделам (см. **Список**. Таксономическая классификация водорослей, зарегистрированных в исследуемые годы).

В фитопланктоне наблюдалась тенденция изменения качественной структуры сообщества, которая к 2015-2016 гг. возросла в 2 раза и дополнилась новыми группами. Так, если в 2005-2006 гг. было выявлено 50 видов, принадлежащих 4 основным группам: Bacillariophyta (диатомовые), Chlorophyta (зеленые), Cyanophyta (синезеленые) и Xanthophyta (желто-зеленые), то в 2015-2016 гг. уже 99 видов были представителями 6 групп: Bacillariophyta (диатомовые), Chlorophyta (зеленые), Cyanophyta (синезеленые), Xanthophyta (желто-зеленые), Euglenophyta (эвгленовые) и Dynophyta (динофитовые).

В качественном аспекте за весь период исследований доминировали зеленые водоросли (42 %), субдоминантой сообщества были диатомовые водоросли, составляющие 36 % (2005-2006 гг.) и 35 % (2015-2016 гг.) соответственно.

В фитопланктоне Ереванского озера выявлены фоновые виды *Aphanothece clathrata*, *Microcystis aeruginosa* из группы синезеленых и диатомовый вид *Stephanodiscus astraea*, которые во все годы составляли основу сообщества и имели наибольшую частоту встречаемости (100 %).

Виды-индикаторы органического загрязнения с 2005 по 2006 гг. и с 2015 по 2016 гг. составили 74 % и 77 % соответственно от всего таксономического списка зарегистрированных в водоеме водорослей.

Анализ полученных данных гидробиологических исследований позволил сделать оценку трофии водоема. На данный момент Ереванское водохранилище можно охарактеризовать как мезо-эвтрофный водоем, который не обладает достаточной самоочищающей способностью и соответствует β -мезосапробному уровню.

Общий список. Таксономическая классификация водорослей, зарегистрированных в исследуемые годы.

Отдел BACILLARIOPHYTA

Класс CENTROPHYCEAE

Порядок MELOSIRALES

Семейство **Melosiraceae Kutz.**

Род *Melosira* Ag.(1)

Порядок THALASSIOSIRALES

Семейство **Stephanodiscaceae Makar.**

Род *Cyclotella* Kutz (3)

Род *Stephanodiscus* Ehr.(2)

Класс PENNATOPHYCEAE

Порядок ARAPHINALES

Семейство **Fragilariaceae (Kutz) DT**

Род *Fragilaria* Lyngb.(2)

Род *Synedra* Ehr.(2)

Род *Asterionella* Hass.(1)

Род *Ceratoneis* Ehr. (1)

Семейство **Tabellariaceae Schutt**

Род *Tabellaria* Ehr.(1)

Семейство - **Diatomaceae Dumortier**

Род *Diatoma* D.C. (3)

Род *Meridion* Ag.(1)

Порядок RAPHINALES

Семейство **Naviculaceae**

Род *Navicula* Bory(3)

Род *Pinnularia* Ehr.(1)

Семейство **Eunotiaceae Kutz,**

Род *Eunotia* Her.(1)

Семейство **Achnanthaceae Kutz**

Род *Cocconeis* Ehr. (2)

Род *Rhoicosphenia* Grun.(1)

Семейство **Nitzchiaceae**

Род *Nitzchia* Hass. (6)

Семейство **Surirellaceae**

Род *Surirella* Turp. (2)

Род *Cymatopleura* W. Sm.(1)

Семейство **Cymbellaceae**

Род *Amphora* Ehr.(1)

Род *Cymbella* Ag.(3)

Семейство **Gomphonemataceae**

Род *Gomphonema* Ag.(1)

Отдел CYANOPHYTA

Класс CHROOCOCCEAE

Порядок CHROOCOCCALES

Семейство **Merismopediaceae**

Род *Merismopedia* (Meyen) Elenk. (1)

Семейство **Microcystidaceae**

Род *Microcysis* (Kutz.) Elenk (1)

Род *Aphanothece* (Nag.) Elenk. Emend. (1)

Семейство **Gleocapsaceae Elenk. et Hollerb**

Род *Gleocapsa* (Kutz) Hollerb emend (1)

Семейство **Gomphosphaeriaceae Elenk.**

Род *Gomphosphaeria* Kutz (1)

- Семейство **Chroococcaceae**
 - Род *Chroococcus* Nägeli (1)
- Класс HORMOGONOPHYCEAE
 - Порядок NOSTOCALES
 - Семейство **Anabaenaceae Elenk.**
 - Род *Aphanazimenon* Morr.(2)
 - Род *Anabaena* Bory (2)
 - Семейство **Nostocaceae**
 - Род *Nostoc* Vauch.(1)
 - Порядок OSCILLATORIALES
 - Семейство **Phormidiaceae**
 - Род *Phormidium* Kutz. (1)
 - Семейство **Oscillatoriaceae**
 - Род *Oscillatoria* Vauch (5)
 - Род *Spirulina* Turp. (1)
- Класс CHAMAESIPHONOPHYCEAE
 - Порядок PLEUROCAPSALES
 - Семейство **Pleurocapsaceae Geitl.**
 - Род *Pleurocapsa* Thur. (1)
- Отдел **CHLOROPHYTA**
 - Класс CHLOROPHYCEAE
 - Порядок CHLOROCOCCALES
 - Семейство **Hydrodictyaceae**,
 - Род *Pediastrum* Meyen (1)
 - Семейство **Oocystaceae**
 - Род *Oocystis* Naeli (3)
 - Семейство **Ankistrodesmaceae**
 - Род *Ankistrodesmus* Corda (4)
 - Род *Selenastrum* Reinsch (1)
 - Род *Kirchneriella* Schmidle(1)
 - Семейство **Dictiosphaeriaceae**
 - Род *Dictiosphaerium* Nag.(1)
 - Семейство **Botryococcaceae Wille**
 - Род *Botryococcus* Kutz.(1)
 - Семейство **Coelastraceae Wille**
 - Род *Coelastrum* Nag.(3)
 - Род *Actinastrum* Lagerh (1)
 - Семейство **Scenedesmaceae Oltmanns**
 - Род *Scenedesmus* Meyen (4)
 - Род *Crucigenia* Morren (1)
 - Род *Westella* De Woldeman (1)
 - Семейство **Chlorellaceae Brunnthaler**
 - Род *Tetraedron* Kutzling (2)
 - Род *Chlorella* Beijerinck (1)

СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ЕРЕВАНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

- Семейство **Micractiniaceae G.M. Smith**
 - Род *Micractinium* Fres.(1)
- Семейство **Characiaceae Wille**
 - Род *Ankyra* Fott. (1)
 - Род *Characium* A.Br. (2)
- Семейство **Sphaerocystidaceae Fott. Tzarenko**
 - Род *Sphaerocystis* Chodat (1)
- Класс ULOTRICHOPHYCEAE
 - Порядок ULOTRICHALES
 - Семейство **Ulotrichaceae**
 - Род *Ulotrix* Kutz.(1)

- Класс CHLAMYDOPHYCEAE
 Порядок CHLAMYDOMONADALES
 Семейство **Chlamidomonadaceae**
 Род *Chlamidomonas* Ehr.(2)
 Порядок VOLVOCALES
 Семейство **Volvocaceae**
 Род *Pandorina* Bory (1)
 Род *Volvox* L.(2)
 Класс CONJUGATOPHYCEAE
 Порядок DESMIDIALES
 Семейство **Desmidiaceae**
 Род *Cosmarium* Corda (3)
 Род *Staurastrum* Meyen.(2)
Отдел EUGLENOPHYTA
 Класс EUGLENOPHYCEAE
 Порядок EUGLENALES
 Семейство **Euglenaceae Klebs**
 Род *Trachelomonas* Her. (3)
 Род *Phacus* Duj. (1)
Отдел XANTOPHYTA
 Класс HETEROTRICHOPHYCEAE
 Порядок TRIBONEMATALES
 Семейство **Tribonemataceae**
 Род *Tribonema* Derb.et Sol (1)
Отдел DINOPHYTA
 Класс PERIDINIOPHYCEAE
 Порядок PERIDINIALES
 Семейство **Peridiniaceae Pauls.**
 Род *Peridinium* Ehr. (4)

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, Ленинград, Гидрометиздат, с. 78-86, 1983.
2. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив: Pilies Studio, 498 с., 2006.
3. Гамбарян Л.Р., Шахазизян И.В. Определитель родов водорослей пресноводных водоемов, Ереван, 60 с., 2014.
4. Чилингарян Л.А., Мнацаканян Б.П., Агабабян К.А., Токмаджян О.В. Гидрография рек и озер Армении. Ереван. 49 с., 2002.
5. Процикина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря, Л., Наука, 205 с., 1986.
6. Степанян Л.Г., Бадалян К.Л., Гамбарян Л.Р. Динамика развития биомассы фитопланктонного сообщества Ахпаранского и Ереванского водохранилищ в летний период 2005 года, Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных), Тезисы докладов меж. научной конф., Ростов на Дону, с. 194, 2006.
7. Ходоровская Н.И., Дерябина Л.В., Крайнева С.В., Утопленникова А.Ю. Оценка экологического состояния Шершнёвского водохранилища в современных условиях, Вестник Челябинского государственного университета, 7 (298), 2013, с. 165–167.
8. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР, К., Наукова Думка, 199 с., 1990.
9. Pantle F., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- und Wasserfach., 96, 18, 604 p., 1955.
10. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view, Arch. Hydrobiol., 7, p 1-218, 1967.
11. Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertropfen, Stuttgart, Kosmos, 2001, 415p.
12. <http://animalzoom.ru/dinoflagellyaty>
13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2525493/>

Поступила 12.05.2017