

DOI 10.31029/vestdnc74/2

УДК 574.583(26)

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ МАХАЧКАЛИНСКОГО МОРСКОГО ПОРТА

М. М. Османов, ORCID: 0000-0002-5542-0083

Ф. Ш. Амаева, ORCID: 0000-0003-2520-5531

А. А. Абдурахманова, ORCID: 0000-0001-8738-506X

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН

В статье приведены данные весенних гидробиологических исследований в Махачкалинском морском порту в период проведения дноуглубительных работ. Отмечено, что планктон исследуемой акватории Каспийского моря представлял собой типичное для весеннего периода сообщество, сформированное в основном морскими и солоноватоводными видами фитопланктона и зоопланктона. В фитопланктоне доминировали в основном диатомовые водоросли, а в зоопланктоне веслоногие раки, где основным доминантом выступал азово-черноморский вселенец *Acartia tonsa* Dana, 1843. Анализ планктонных сообществ указывает на довольно развитое количественное и качественное сообщество гидробионтов с характерным для весеннего периода избытием населяющих его видов, несмотря на значительную антропогенную нагрузку. Установлено, что проводимые дноуглубительные работы не оказывают ощутимого влияния на продуктивность планктонных организмов.

The article presents data from spring hydrobiological studies in the Makhachkala I Seaport during the period of dredging. It is noted that plankton of the studied water area of the Caspian Sea is a typical community of the spring period, formed mainly by marine and brackish-water species of phytoplankton and zooplankton. Diatoms mainly dominate in phytoplankton, and Copepods in zooplankton, where the main dominant is the Azov-Black sea invader *Acartia tonsa* Dana, 1843. The analysis of planktonic communities indicates a rather developed quantitative and qualitative community of aquatic organisms with a characteristic abundance of species inhabiting it in the spring, despite a significant anthropogenic influence. It is established that the ongoing dredging operations do not have a tangible effect on the productivity of planktonic organisms.

Ключевые слова: Каспийское море, фитопланктон, зоопланктон, морской порт, акватория, численность, биомасса, биологическое разнообразие.

Keywords: Caspian Sea, phytoplankton, zooplankton, seaport, water area, abundance, biomass, biological diversity.

Состояние водных организмов, населяющих водоем, во многом характеризует качество вод как среды обитания его населения и позволяет оценить степень загрязнения водоема. Морской порт г. Махачкалы является важнейшим объектом для развития народного хозяйства республики и оказывает огромную нагрузку на биоту акватории побережья города. Дноуглубительные работы могут на время нарушить существующие взаимоотношения в экосистемах. В этой связи основной целью наших исследований являлось изучение состояния фитопланктонных и зоопланктонных сообществ в период проведения дноуглубительных работ подходного канала в районе морского порта г. Махачкалы.

Материал и методика

Материалом для данной работы послужили гидробиологические пробы, отобранные с 3 станций со средними глубинами 6–8 м, лимитирующих участков подходного канала Сухогрузной и Нефтеналивной гаваней Махачкалинского морского порта весной 2019 г. в период проведения дноуглубительных работ. Отбор проб на фитопланктон проводили батометром Молчанова с последующей фиксацией 4% формалином или раствором Люголя. Фиксированные пробы отстаивались в темном месте не менее 15 суток. Материал концентрировали общепринятым методом осаждения [1, 2]. Пробы по зоопланктону отбирали сетью Апштейна (малая модель из газа № 38, диаметр входного отверстия 25 см) и фиксировали 4% формалином. Всего собрано и обработано 54 пробы. Камеральная обработка

проводилась по общепринятым методикам [3–5]. Для расчета видового разнообразия использовали индекс Шеннона.

Обсуждение

Фитопланктон. В пробах фитопланктона, отобранных в мае 2019 г. с трех станций в акватории Махачкалинского морского порта, обнаружено 19 видов и разновидностей микроводорослей, относящихся в четырем отделам: диатомовые (*Bacillariophyta*) – 14 видов, пиррофитовые (*Pyrrophyta*) – 2 вида, сине-зеленые (*Cyanophyta*) – 2 вида, зеленые (*Chlorophyta*) – 1 вид. Таксономический состав фитопланктона морского порта во время проведения дноуглубительных работ в мае 2019 г. приводится ниже.

Bacillariophyta

1. *Nitzschia acicularis* W. Smith, 1853
2. *N.tenuirostris* W. Smith.
3. *N. reversa* W. Smith., 1856
4. *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg., 1839
5. *Thalassionema nitzchioides* Grun., 1880
6. *Rhizosolenia calcar avi* Schultze, 1858
7. *Rh.fragilissima* Bergon, 1903
8. *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs, 1861
9. *Hyalodiscus sphaerophorus* Makar., 1961
10. *Cocconeis placentula* Ehr., 1838
11. *Ditylum brightwellii* (T. West.) Grunov
12. *Cerataulina bergonii* Schutt., 1896
13. *C. pelagica* (Cleve) Hendey, 1937
14. *Cyclotella caspia* Grun., 1878

Pyrrophyta

15. *Exuviaella cordata* Ostf., 1901
16. *E. marina* Cienk., 1881

Cyanophyta

17. *Oscillatoria* sp.
18. *Spirulina laxissima* G.S. West, 1907

Chlorophyta

19. *Ankistrodesmus arcuatus* Corda, 1838.

По видовому составу преобладали диатомовые (73,7%), пиррофитовые и зеленые составляли по 10,5% соответственно, а зеленые всего лишь 5,3% от общего числа обнаруженных видов микроводорослей. Диатомовые не только доминировали по числу видов, но и преобладали численно и составляли основу биомассы фитопланктонного комплекса (более 90%). Крупная диатомея *Rhizosolenia calcar avis* обнаружена нами единично только на одной станции, вклад ее в формирование биомассы фитопланктона незначителен и составил всего 0,01 г/м³ (табл. 1).

Биомассу микроводорослей на всех трех станциях формировали диатомеи рода *Nitzschia*. Они были явными доминантами как в количественном, так и в качественном отношении. Это такие виды, как *Nitzschia acicularis*, *N. tenuirostris*, *N. reversa*, которые были постоянны на всех трех станциях, давая высокую численность и биомассу (2,0–10

млн экз./м³ и соответственно 0,29–1,09 г/м³) и составляли более 98% от биомассы отдела диатомовых водорослей. Из диатомовых нами обнаружены также виды: *Thalassionema nitzschioides*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Coscinodiscus radiatus*, *Cerataulina bergonii*, *C. pelagica*, *Ditylum brightwellii*, *Cocconeis placentula*, *Hyalodiscus sphaerophorus* и др. Средние показатели биомассы диатомовых весной составили 1,05 г/м³ при средней численности 5,98 млн экз./м³.

Таблица 1. Распределение численности (экз./м³) и биомассы (мг/м³) фитопланктона по группам и по станциям в Махачкалинском морском порту во время проведения дноуглубительных работ, май 2019 г.

Отделы водорослей	Ст. 1	%	Ст. 2	%	Ст. 3	%	Среднее	%
Диатомовые	4,27 0,68	95,8	9,02 1,6	89,4	4,64 0,88	95,2	5,98 1,05	93,5
Пирофитовые	0,29 0,02	2,8	0,77 0,02	7,7	0,18 0,004	0,4	0,41 0,01	3,6
Сине-зеленые	–	–	–	–	1,63 0,04	4,3	0,54 0,01	1,4
Зеленые	0,14 0,013	1,4	0,29 0,03	2,9	0,09 0,001	0,1	10,27 0,007	1,5
Всего	4,70 0,71	100	10,08 1,62	100	6,55 0,93	100	7,11 1,12	100

Здесь и далее: над чертой – численность; под чертой – биомасса.

Субдоминировали по частоте встречаемости эвригаллинные и эвритермные эндемики Каспия *Exuviella cordata* и *E. marina*. Эти представители отдела пирофитовых, широко распространенные в планктоне Каспия, являются основными продуцентами органического вещества и ценным кормом для мальков рыб, личинок, рачков и других представителей зоопланктонных организмов, которые в свою очередь являются кормом для рыб. Пирофитовые водоросли очень чувствительны к органическим загрязнениям и служат биоиндикатором сапробности вод. Для развития им требуется определенное содержание органических веществ, и, развиваясь в больших количествах, они способны давать высокую биомассу. В наших исследованиях интенсивного развития этих водорослей весной не наблюдалось (всего 3,6% от биомассы), но и это достаточный показатель относительной чистоты воды в этот период. Средняя биомасса их составила 0,01 г/м³ при численности 0,41 млн экз./м³.

Микроводоросли других отделов были представлены одним-двумя видами и характеризовались низкими количественными показателями развития. Сине-зеленые водоросли были обнаружены только на одной станции. Хотя их численность составила свыше 1,6 млн экз./м³, из-за очень мелких форм биомасса была незначительной – 0,04 г/м³, что составляло 1,4% от биомассы фитопланктона.

Роль зеленых водорослей в фитопланктоне исследуемого района моря также незначительна и составила всего лишь 1,5% от биомассы всего весеннего фитопланктона. Встречались единичные экземпляры на всех трех станциях. Биомасса составила от 0,001 до 0,3 г/м³ (средняя биомасса за сезон 0,007 г/м³). Численность также невысокая – от 0,098 млн экз./м³ до 0,29 млн экз./м³ (средняя – 0,18 млн экз./м³).

Таким образом, весенний фитопланктон исследуемой акватории Каспийского моря представляет собой типичное сообщество, характерное для этого времени года, сформированное в основном морскими и солоновато-водными видами диатомовых микроводорослей, преобладающих над водорослями других отделов. Диатомовые водоросли доминировали на

всех станциях как по видовому разнообразию, так и по количественным показателям. Несмотря на их невысокое видовое разнообразие, показатели численности и биомассы были достаточно высоки. Биомасса их весной в среднем составила больше 1 г/м³.

Диатомовые водоросли развиваются в сравнительно чистой воде. Наиболее интенсивный процесс их развития зависит от температуры воды, освещенности и состояния биогенных элементов. Отсутствие в пробах массового «цветения» сине-зеленых водорослей говорит о низкой эфтрофированности данной части акватории моря.

Зоопланктон. Формирование весеннего зоопланктонного комплекса морского порта, как и всей прибрежной акватории морского порта, проходило в условиях массового развития веселоногих раков с лидирующим положением азово-черноморского вселенца *Acartia tonsa* Dana, 1843. В этих условиях в зоопланктонном комплексе нами было отмечено 24 вида планктеров, из которых: *Copepoda* – 9 видов; *Cladocera* – 4 вида; *Cirripedia* – 2 вида; *Rotatoria* – 3 вида и отнесенных нами к прочим группам организмов – 6 видов (табл. 2).

Таблица 2. Таксономический состав зоопланктона в Махачкалинском морском порту в период проведения дноуглубительных работ, май 2019 г.

	Таксоны	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3
	Rotifera			
1.	<i>Testudinella patina</i> Herman, 1873	+	–	+
2.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	–	+
3.	<i>Sinchaeta sesilia fusiper</i> Buchholz, 1952	+	+	–
	Cladocera			
1.	<i>Podon leukarti</i> Sars, 1862	+	–	+
2.	<i>Podon poliphemoides</i> Leuckart, 1859	+	+	+
3.	<i>Evadne anonix tipica</i> Sars, 1897	+	+	+
4.	<i>Chidoric sphaericum</i> Muller, 1875	+		+
	Copepoda			
1.	<i>Calanipeda aquae dulcis</i> Kritsch, 1873	–	+	+
2.	<i>Acarti tonsa</i> Dana, 1843	+	+	+
3.	<i>Eurytemora grimmi</i> Sars, 1897	+	–	–
4.	<i>Heterocope caspia</i> Sars, 1863	–	–	–
5.	<i>Heliciclops sarsi</i> Acatova, 1935	–	–	+
6.	<i>Ectinosoma concinum</i> Acatova, 1935	–	–	–
7.	<i>E. abrau</i> Kritsch., 1873	–	–	–
8.	<i>Paraegrasilis riloi</i> Markevitsch, 1937	–	+	–
9.	<i>Nauplii Copepoda</i>	+	+	+
	Cirripedia			
1.	<i>Balanus improvisus</i> Darwin, 1852	+	+	+
2.	<i>Cipris Balanus</i> Jones, 1856	+	+	+

Прочие организмы				
1.	Личинки червей	+	+	+
2.	<i>Larva lamellibranchiate</i>	+	+	+
3.	Молодь <i>Nereis diversicolor</i> Muller	-	-	+
4.	Arachnoidea	+	-	-
5.	Личинки хиронимид	-	-	+
6.	Личинки насекомых	+	+	+

По нашим многолетним данным [6–8], весенний зоопланктон дагестанского района Каспия наиболее богатый, а в районе наших исследований это было обусловлено, прежде всего, обилием видового разнообразия веслоногих раков (*Copepoda*), а также массовым развитием пелагических личинок усоногих ракообразных (науплии *Balanus improvisus*), личинок двусторчатых моллюсков, червей и насекомых (табл. 2). Ветвистоусые раки (*Cladocera*) представлены типичными для литоральной зоны подонидами (*Podon poliphemoides* Leuckart, 1859) и др. Отмечен также один вид кладоцер, обитающий в опресненных участках прибрежья: *Chidoric sphaericum* Muller, 1875.

Как видно из табл. 2, зоопланктон сформирован типичными солоновато-водными и морскими представителями, характерными для западных прибрежных районов Среднего Каспия.

В формировании общей численности и биомассы зоопланктона в исследуемом районе основную роль сыграли веслоногие раки (*Copepoda*), составляющие 44% об общей численности и 83% от общей биомассы зоопланктонного комплекса. И, как видно из рисунков, как по плотности (рис. 1), так и по биомассе (рис. 2) основу всех копепод составлял азово-черноморский вселенец *A. tonsa*.

Средняя численность всех веслоногих раков составляла 14 844 экз./м³ при биомассе 563,61 мг/м³. Ветвистоусые раки (*Cladocera*) в майских пробах были представлены, как показано, 4 видами (табл. 2). Средняя биомасса этих раков была сформирована в основном *P. poliphemoides* Leuckart и колебалась в пределах 27–78 мг/м³ при плотности 3900–9700 экз./м³ (табл. 3, рис. 1, 2).

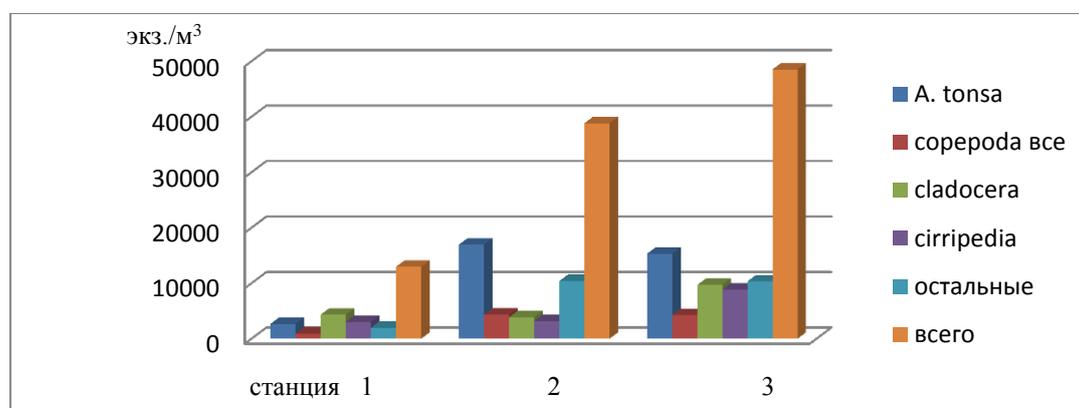


Рис. 1. Распределение средней численности видов и групп зоопланктона в Махачкалинском морском порту в период проведения дноуглубительных работ, май 2019 г.

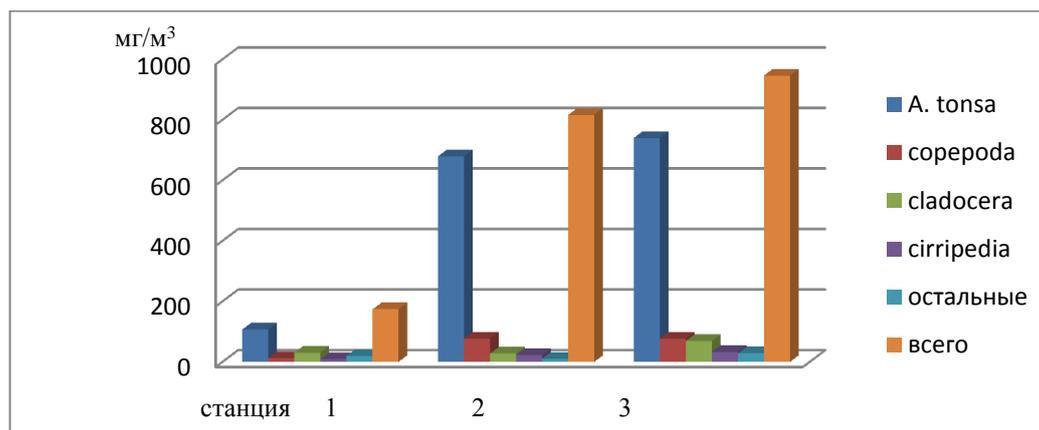


Рис. 2. Распределение средней биомассы видов и групп зоопланктона в Махачкалинском морском порту в период проведения дноуглубительных работ, май 2019 г.

Доля подвижных науплиальных форм усоногих раков *Cirripedia* (*Balanus improvisus*) в районе морского порта в силу наличия большого количества искусственных и естественных субстратов для обрастания этих раков, типично высокая. В майских пробах их численность колебалась от 3000 до 8800 экз./м³ при биомассе 7–33 мг/м³.

Таблица 3. Распределение численности (экз./м³) и биомассы (мг/м³) зоопланктона в Махачкалинском морском порту в период проведения дноуглубительных работ, май 2019 г.

Организмы	Станция 1	Станция 2	Станция 3	Среднее	% от общего
<i>Copepoda</i>	<u>3591</u> 118,20	<u>21309</u> 756,23	<u>19634</u> 816,40	<u>14844</u> 563,61	<u>44,3</u> 83,3
<i>Cladocera</i>	<u>4331</u> 30,32	<u>3909</u> 27,36	<u>9708</u> 78,65	<u>5982</u> 45,44	<u>17,8</u> 7,1
Прочие	<u>5057</u> 24,90	<u>13638</u> 32,80	<u>19204</u> 51,52	<u>12633</u> 36,40	<u>37,7</u> 5,6
Всего	<u>12979</u> 173,42	<u>38856</u> 816,39	<u>48546</u> 946,57	<u>33459</u> 645,45	100
Индекс Шеннона	1,44	1,45	1,72	1,53	

Остальные группы организмов, включая три вида коловраток (*Rotifera*), личинки моллюсков других планкто-бентических групп, были объединены в группу «прочие», и их суммарная биомасса составила в среднем 10–27 мг/м³ при численности 2–10 тыс. экз./м³.

Анализ собранного материала показывает, что в районе исследований часть акватории моря, более подверженная влиянию сгонно-нагонных явлений, перемешиванию и обогащению вод биогенными элементами и пелагической фауной с открытых районов побережья моря, имеет высокие показатели общей биомассы и численности зоопланктона (ст. 2–3, табл. 3, рис. 1, 2). Внутренняя часть акватории порта (ст. 1) значительно уступала по таксономическому составу и почти в 6–8 раз по численности и биомассе зоопланктона. Возможно, одной из причин низких показателей общей продуктивности зоопланктонных сообществ в этой части гавани является пищевая пресс нагуливающейся здесь молоди рыб.

Средняя биомасса зоопланктона в акватории морского порта достигала 645,45 мг/м³ при численности 33 459 экз./м³.

Величина индекса разнообразия Шеннона колебалась в пределах 1,44–1,72, что говорит об удовлетворительных численных соотношениях между видами, составляющими зоопланктонные сообщества акватории морской гавани.

В целом отмечено, что в районе исследований сформировано довольно устойчивое зоопланктонное сообщество с характерными для побережья Каспия весенними показателями численности и биомассы. Таким образом, проводимые работы не оказывают ощутимого влияния на продуктивность планктонных организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 658 с.
2. *Усачев П.И.* Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. 1961. Вып. 11. С. 411–415.
3. Водоросли : справочник / *С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др.* Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.
4. Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: ВНИРО, 1977. 72 с.
5. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона / ред. *М.Е. Виноградов.* М.: Наука, 1983. 279 с.
6. *Османов М.М.* Зоопланктон прибрежных мелководий западной части среднего Каспия // Современное состояние промысловых рыб и кормовых ресурсов дагестанского района Каспийского моря. Махачкала, 1998. С. 4–9.
7. *Османов М.М., Гуруев М.А.* Современные данные о весеннем зоопланктоне дагестанского побережья Каспия // Материалы Междунар. конф. «Каспийское море: прошлое, настоящее, будущее». Махачкала, 26–28 октября 2014 г. Махачкала, 2014. С. 247–248.
8. *Османов М.М.* Современное состояние автохтонного комплекса зоопланктона в экосистемах дагестанской части побережья Каспия // Материалы Междунар. конф., посвящ. 85-летию ДГУ «Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в Прикаспийском регионе». Махачкала, 17–19 октября 2016 г. Махачкала, 2016. С. 107–111.

*Поступила в редакцию 12.08.2019 г.
Принята к печати 26.09.2019 г.*