

DOI 10.31029/vestdnc75/2

УДК 574.583(262.81+470.67)

К ИЗУЧЕНИЮ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ФИТОПЛАНКТОНА СРЕДНЕГО КАСПИЯ

М. К. Гусейнов¹, ORCID: 0000-0002-4282-2825,
А. Ш. Гасанова^{2,3}, ORCID: 0000-0002-3019-1114,
К. М. Гусейнов², ORCID: 0000-0003-1337-0441,
М. В. Хлопкова², ORCID: 0000-0003-1562-373X

¹Дагестанский государственный университет,

²Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН,

³МАДИ, Махачкалинский филиал

Для современной структуры летнего фитопланктона прибрежных мелководий дагестанского сектора Каспия характерно достаточно высокое флористическое разнообразие и преобладание мелкоклеточных форм. Аутаклиматизант 1934 г. крупноклеточная диатомовая *Pseudosolenia calcar-avis* в планктоне исследуемой акватории не обнаружена. Сообщество фитопланктона было представлено 6 отделами: Cyanophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorophyta и мелкими жгутиковыми. Основу таксономического разнообразия и биомассы составляли диатомовые водоросли. По численности доминировали синезеленые.

A high variety of vegetation and a predominance of small cell forms are typical of the current structure of the phytoplankton of the seacoastal shallow waters of the Russian coastline of the Caspian Sea. The replacement of the dominating complex and the size groups of the phytoplankton has occurred. The phytoplankton community is represented by six categories: Cyanophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, and the small flagellates. The basis of the taxonomic variety consists of the Diatoms algae. The composition of species of the phytoplankton of the sea coastal shallow waters of the Russian water area of the Middle Caspian is in a dynamic state and depends on the direction of the change of water regime.

Ключевые слова: Каспийское море, трансгрессия, прибрежные мелководья, фитопланктон, видовое разнообразие.

Keywords: Caspian Sea; transgression, sea coastal shallow waters, phytoplankton, specific composition.

Изучение биоразнообразия является одной из важнейших задач современной экологии. В настоящее время изменение качества природных вод и состояние водных экосистем под влиянием хозяйственной деятельности стало острейшей экологической проблемой.

Между тем фитопланктон является чувствительным индикатором состояния водной среды, что позволяет использовать его в системе мониторинга водных объектов. Таксономическая структура фитопланктона является индикатором состояния водоема в целом или его отдельных участков.

Первые сведения о фитопланктоне Среднего Каспия представлены в работе Л.И. Смирновой [1], в которой характеризуется летний фитопланктон 1934 г. В этот период в планктоне Среднего Каспия доминировали по биомассе диатомовая *Rhizosolenia fragilissima* Bergon, 1903, по численности – мелкоклеточная динофитовая *Prorocentrum cordatum* (Ostf.) Dodge, 1975. Осенью того же года в планктоне был обнаружен аутаклиматизант крупноклеточная диатомея *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) B.G. Sundström, 1986, которая быстро распространилась по всему морю и, угнетающе действуя на остальные виды планктонной альгофлоры и вытеснив из планктона, главным образом, автохтонный генетически близкий вид *R. fragilissima*, стала абсолютным круглогодичным доминантом. Одновременно произошло резкое уменьшение биомассы и чис-

ленности *P. Cordatum* [2–7]. Результаты комплексных исследований Каспия, проведенных в 1976 г., приведены в сборнике [8], вышедшем под редакцией Е.А. Яблонской. Это наиболее полная сводка материалов по фитопланктону относительно самого низкого за последние 200 лет состояния уровня Каспия.

Несмотря на исключительную изученность Каспийского моря, исследованию фитопланктона Среднего Каспия в условиях современного режима посвящено небольшое количество работ. Работа Саниной Л.В. и др. [9], в которой характеризуется летний фитопланктон Среднего Каспия в период подъема уровня моря, базируется на данных 1981, 1983, 1986 гг., полученных только на одном разрезе – Дивичи – Кендерли, находящемся в азербайджанском секторе акватории западного побережья Среднего Каспия. Каспийское море – величайший в мире замкнутый солоноватоводный водоем, образовавшийся за счет распада единого крупного бассейна Тетис, существовавшего в неогене [10–13]. Находясь в полной изоляции от Мирового океана, под влиянием опреснения и колебаний солености населяющая его морская флора претерпела коренные изменения и чрезвычайно обеднела.

В результате население Каспийского моря в настоящее время имеет своеобразный характер – в Каспии отсутствуют многочисленные систематические группы водорослей, обитающие в морях с нормальной соленостью, в нем сохранились морские реликтовые элементы, которые в процессе экологической эволюции приобрели широкую эвригальность, позволившую им сохраниться до современности, а также присутствует немало пресноводных галофильных форм, проникших в водоем из пресных вод [3].

Публикации, посвященные планктонным альгоценозам прибрежных мелководий Среднего Каспия, немногочисленны.

Материал и методы

Материалом послужили батометрические пробы, собранные в конце августа 2017–2018 гг. в прибрежной мелководной зоне Среднего Каспия, включающего в себя прибрежные мелководья городов Махачкала, Избербаш, Дербент. Фитопланктон фиксировали кислым раствором Люголя, отстаивали в темноте не менее 15 суток и концентрировали осадочным методом [14–16]. Камеральная обработка проводилась в камере типа Ножотта (объемом 0,1 мл) с трехкратной повторностью под световым микроскопом Микмед-6 (увеличение $\times 400$ и $\times 200$). Биомассу водорослей рассчитывали, используя формулы геометрического подобия клеток. Численность клеток выражали в млн кл./м³, обилие всего фитопланктона и отдельных видов оценивали по сырой массе в мг/м³ и г/м³. При классификации диатомовых водорослей использована система отечественных диатомологов [16], динофлагеллят-схема Доджа [17]. Синезеленые и зеленые даны, соответственно, по системам А.А. Еленкина и Смита с изменениями, принятыми А.И. Прошкиной-Лавренко и В.В. Макаровой [3].

Результаты и обсуждение

В исследуемой акватории наблюдалось достаточно высокое видовое разнообразие (см. таблицу). Это в основном солоноватоводные и эвригалинные морские неритические виды, в опресненных мелководьях северо-западного района исследуемой акватории наблюдалось господство пресноводно-солоноватоводного и пресноводного комплексов. Наиболее разнообразно были представлены семейства *Coscinodiscaceae* Kutz. и *Peridiniaceae* Lemm. – 11 и 6 видов соответственно. Основу видового разнообразия составляли диатомовые водоросли – 22 вида. Микроводоросли этого отдела вегетировали по всей исследуемой аква-

тории, составляли основу средней биомассы фитопланктона и были представлены всеми экологическими группами. Основу биомассы диатомового комплекса формировали микроводоросли *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*.

В исследуемый период наблюдалось широкое распространение пресноводно-солонатоводной галофильной диатомеи *Cyclotella meneghiniana*, что свидетельствует о распрессении акватории.

Высокое видовое разнообразие было отмечено также для динофитовых и синезеленых – 13 и 12 видов соответственно. Среди динофитовых наибольшее число видов зарегистрировано для родов *Prorocentrum*, *Gonyaulax*. Основной вклад в биомассу и численность динофитового комплекса принадлежал мелкоклеточной *Prorocentrum cordatum*. Высокие значения биомассы формировали также *Goniaulax polyedra*, *Gonyaulax spinifera*.

Синезеленые, доминировавшие по численности, были представлены в основном пресноводными и пресноводно-солонатоводными формами. Это водоросли родов *Anabaena* Vory., *Gomphosphaeria* Kutz., *Merismopedia* (Meyen) и др. Основу средней биомассы комплекса синезеленых микроводорослей составляла *Oscillatoria* sp., наиболее многочисленна была *Aphanothece clathrata*.

Зеленые, генетически пресноводные водоросли, практически отсутствуют в водоемах с морской соленостью. В фитопланктоне Среднего Каспия комплекс зеленых водорослей насчитывал 9 видов, представители этой группы встречались во всех районах, что также говорит о распрессении исследуемой акватории.

Остальные отделы – мелкие жгутиковые и эвгленовые микроводоросли были представлены в планктоне по одному виду, встречались локально.

Западное побережье Среднего Каспия включает в себя прибрежные мелководья возле городов Махачкала, Избербаш, Дербент. Береговая линия акватории Среднего Каспия протяженностью 530 км характеризуется большим размахом пространственно-временной изменчивости солености вод. Гидрологический режим исследованной акватории формируется под воздействием стока рек Волга, Терек, Сулак. Градиент солености между экстремальными значениями превышает 7‰ [18, 19]. Соленость, температура, количество биогенных элементов – мощный экологический фактор, оказывающий влияние на пространственное распределение таксономического состава фитопланктонного сообщества, плотность популяции и все формы межвидовых и внутривидовых отношений. Неоднородность гидролого-гидрохимических характеристик исследуемой акватории Каспия определяла неравномерный характер пространственного распределения планктонной альгофлоры.

Видовой состав летнего фитопланктона прибрежных мелководий Среднего Каспия
(Э – экология; М – г. Махачкала; И – г. Избербаш; Д – г. Дербент)

Таксоны	Э	М	И	Д
Суанопhyta				
1. <i>Aphanothece clathrata</i> W. et G.S. West.	П	+		+
2. <i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod. f. <i>lacustris</i>	ПСВ	+		
3. <i>Anabaena bergii</i> Ostenf. var. <i>bergii</i>	СВ У	+		
4. <i>Anabaena flos-aquae</i> (Lingb.) Breb. f. <i>flos-aquae</i>	П	+		

5. <i>Oscillatoria sp.</i>	II	+	+	+
6. <i>Phormidium sp.</i>	CB	+	+	+
7. <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	II CB	+		
8. <i>Merismopedia punctata</i> Meyen.	II	+		
Bacillariophyta				
1. <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz.	II CB	+		
2. <i>Cyclotella caspia</i> Grun. var. <i>caspia</i>	M CB	+	+	+
3. <i>Thalassiosira caspica</i> Makar.	CB	+	+	
4. <i>Thalassiosira parva</i> Pr.-Lavr.	CB		+	+
5. <i>Thalassiosira variabilis</i> Makar. var. <i>fasciculate</i> Pr.-Lavr.	CB	+	+	+
6. <i>Thalassiosira variabilis</i> var. <i>variabilis</i> . Makar.	CB	+	+	+
7. <i>Thalassiosira sp.</i>	CB	+	+	+
8. <i>Coscinodiscus lacustris</i> Grun. var. <i>lacustris</i>	CB II	+	+	+
9. <i>Coscinodiscus granii</i> Gough. v. <i>granii</i>	M CB	+	+	+
10. <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	M CB	+	+	+
11. <i>Coscinodiscus sp.</i>	M	+	+	+
12. <i>Actinocyclus ehrenbergii</i> var. <i>ehrenbergii</i> Ralfs.	M CB	+		
13. <i>Actinocyclus ehrenbergii</i> var. <i>tenellus</i> (Breb.) Hust.	M CB	+		
14. <i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon	M	+		+
15. <i>Chaetoceros simplex</i> Ostf.	CB	+		+
16. <i>Chaetoceros sp.</i>	CB	+	+	+
17. <i>Cerataulina pelagica</i> (Cl.) Hendey	M	+	+	+
18. <i>Diatoma vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>	II	+		
19. <i>Nitzschia acicularis</i> W.Sm. var. <i>acicularis</i>	II	+	+	+
20. <i>Nitzschia reversa</i> W.Sm.	II CB	+	+	+
21. <i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer. S.I.	M CB	+	+	+
22. <i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	M	+	+	+
Dinophyta				
1. <i>Protoperdinium crassipes</i> (Kof.) Balech	M	+		
2. <i>Diplopsalis lenticola</i> f. <i>minor</i> (Pauls.) Pav.	CB	+	+	+
3. <i>Scrippsiella trochoideum</i> (Stein) Balech	M	+	+	+

4. <i>Glenodinium penardii</i> Lemm.	II	+		
5. <i>Glenodinium caspicum</i> (Ostenf.) Schill	CB		+	+
6. <i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostf.) Dodge	CB	+	+	+
7. <i>Prorocentrum obtusum</i> Ostenf.	CB	+		
8. <i>Prorocentrum scutellum</i> Schrod.	M	+	+	+
9. <i>Prorocentrum micans</i> Ehr.	M CB	+	+	+
10. <i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech	MCB	+		
11. <i>Gonyaulax digitalis</i> (Pouch.) Kof.	M	+	+	+
12. <i>Goniaulax polyedra</i> Stein	M CB	+	+	+
13. <i>Gonyaulax spinifera</i> (Clap. et Lachm.) Diesing	M CB	+	+	+
Euglenophyta				
1. <i>Euglena</i> sp.	II	+		
Chlorophyta				
1. <i>Lagerheimia subsalsa</i> Lemm.	II			+
Прочие				
1. Мелкие жгутиковые	CB			+
Всего	46	43	26	31
II – пресноводный; CB – солоноватоводный; CB II – солоноватоводно-пресноводный; M – морской; У – убиквисты				

В акватории г. **Махачкалы** диатомовые микроводоросли составляли основу видового разнообразия, динофитовые – основу биомассы фитопланктона.

Основной объем биомассы диатомового комплекса составляли представители родов *Coscinodiscus* Ehr., *Thalassiosira* Cl. Среди динофитовых по биомассе доминировали микроводоросли родов *Prorocentrum* Ehr. и *Gonyaulax* Dies.

Синезеленые микроводоросли в прибрежном фитопланктоне г. Махачкалы, составлявшие более 60% численности фитопланктона (доминант *Anabaena bergii*, *Oscillatoria* sp.), насчитывали 8 видов.

В целом в этой части акватории зарегистрировано 42 вида фитопланктона, представляющие 4 таксономические группы.

В акватории г. **Избербаша** наблюдалось самое низкое видовое разнообразие. Фитопланктон в этой части исследуемой акватории был представлен 3 таксономическими группами и насчитывал 27 видов. Наиболее разнообразно в планктоне были представлены диатомовые. Основной вклад в биомассу диатомового комплекса принадлежал *Coscinodiscus* sp. и *Thalassionema nitzschioides*.

В прибрежной акватории г. Избербаша наблюдалась массовая вегетация синезеленых водорослей, которые были представлены в планктоне двумя видами (*Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp.) и образовывали 90 и 46% средней численности и биомассы фитопланктона соответственно (доминант – *Oscillatoria* sp.). Динофитовые составляли 35% от средней биомассы и были представлены девятью видами.

На мелководьях г. Дербента наблюдалось небольшое увеличение видового разнообразия. В исследуемой акватории зарегистрирован 31 вид фитопланктона. Основу видового богатства составляли диатомовые. Динофитовые, вносящие основной вклад в образование биомассы фитопланктона, занимали второе место по флористическому разнообразию и были представлены в планктоне девятью видами. Комплекс синезеленых водорослей, насчитывающий в своем составе лишь 3 вида, доминировал по численности (доминант – *Oscillatoria sp.*).

В прибрежье г. Дербента в состав фитопланктона входили также мелкие жгутиковые и зеленые микроводоросли. Они были представлены в планктоне по одному виду.

Таким образом, для современной структуры фитопланктона характерно достаточно высокое видовое разнообразие. Фитопланктон исследуемой акватории был представлен мелкоклеточными формами. Ведущей группой по видовому разнообразию были диатомовые.

На разных участках прибрежных мелководий побережья Среднего Каспия фитопланктон неоднороден по видовому составу, соотношению основных таксонов и определяется гидролого-гидрохимическими особенностями исследуемой акватории. Самое высокое флористическое разнообразие фитопланктона наблюдалось в акватории Кизлярского залива, обедненный видовой состав регистрировался на мелководьях г. Избербаша. В исследуемый период наблюдалась смена доминирующего комплекса и сукцессия размерных групп. Доминант прошлых лет – крупноклеточная диатомовая *P. Calcar-avis* в планктоне исследуемой акватории не обнаружена. Доминировали по биомассе динофитовые и диатомовые, по численности – синезеленые *Oscillatoria sp.*

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 06-04-96634-р-юг-а «Исследование влияния биологического и химического загрязнения на биоценозы дагестанского района Каспия»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Л.И. О фитопланктоне Среднего Каспия // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. 1949. Т. 3. С. 260–276.
2. Яшинов В.А. Инструкция по сбору планктона и обработке его в полевых условиях. М.: ВНИРО, 1939. 22 с.
3. Прошкина-Лаверенко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1968. 291 с.
4. Бабаев Г.Б. Динамика численности и биомассы фитопланктона в западной части Среднего Каспия // Биологическая продуктивность Куруинско-Каспийского района. Баку: Изд-во АН АзССР, 1967. С. 45–51.
5. Бабаев Г.Б. Состав и распределение фитопланктона западной части Среднего и Южного Каспия : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Баку, 1968. 32 с.
6. Левшакова В.Д. О важнейших видах фитопланктона Каспийского моря, их количественном развитии и взаимоотношениях // Биологическое разнообразие Каспийского моря. Астрахань: Волга, 1972. С. 100–101.
7. Левшакова В.Д., Санина Л.В. Летний фитопланктон Среднего Каспия до и после вселения ризосолении // Тр. ВНИРО. 1973. Т. 80. С. 18–27.
8. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность / отв. ред. Е.А. Яблонская. М.: Наука, 1985. 268 с.
9. Санина Л.В., Левшакова В.Д., Татаренцева Т.А. Летний фитопланктон Среднего Каспия в период подъема уровня моря в сравнении с предыдущими годами // Морские гидробиологические исследования. М.: ВНИРО, 2000. С. 38–48.

10. Федоров П.В. Трансгрессии и регрессии Каспийского моря в четвертичном периоде и проблема долгосрочных предсказаний его уровня // Сверхдолгосрочные прогнозы уровня Каспийского моря. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 50–57.
11. Федоров П.В. Современная геология Каспия // Вестн. РАН. 1995. Т. 65, № 7. С. 622–625.
12. Каспийское море: гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. 261 с.
13. Яинов В.А. Планктон Каспийского моря // Тр. Первой Всекасп. науч. рыбохоз. конф. М.; Л., 1938. Т. 2. С. 52–57.
14. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. 1961. Вып. 11. С. 411–415.
15. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометиздат, 1983. 239 с.
16. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные / З.И. Глейзер, Н.И. Караева, И.В. Макарова, А.И. Мойсеева, В.А. Николаев. Л.: Наука, 1988. Вып. 1. С. 31–35.
17. Dodge J.D. Atlas of Dinoflagellates. London, 1985. 119 p.
18. Гасанова А.Ш. Состав и распределение фитопланктона дагестанского района Каспия в условиях меняющегося режима моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 2004. 24 с.
19. Гасанова А.Ш., Гусейнов К.М. Сообщество фитопланктона дагестанского района Каспия в новых экологических условиях // Юг России: экология, развитие. 2008. № 2. С. 50–55.

Поступила в редакцию 23.10.2019 г.

Принята к печати 26.12.2019 г.