

УДК 574.583(262.81+470.67)

ПЛАНКТОННАЯ АЛЬГОФЛОРА КАСПИЯ: КАЧЕСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ И ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ

А. Ш. Гасанова¹, К. М. Гусейнов¹, М. К. Гусейнов²

¹Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

²Дагестанский государственный университет

Для современной структуры летнего фитопланктона акватории российского сектора Каспия характерно преобладание мелкоклеточных форм, увеличение роли синезеленых водорослей. Безусловный круглогодичный доминант «догребневиковых» лет, аутаклиматизант 1934 г. крупноклеточная некормовая диатомея *P. calcar-avis* вытеснен аборигенными мелкоклеточными видами. В условиях трансгрессии моря и инвазии гребневика в исследуемой акватории произошла смена доминирующих комплексов. Наблюдалось высокое флористическое разнообразие и значительное количественное развитие фитопланктонного сообщества, вегетация инвазийных видов, преобладание мелкоклеточных и кормовых форм микроводорослей, что положительно сказывается на формировании кормовой базы для зоопланктонных организмов.

The modern structure of summer phytoplankton in the investigated water area is characterized by predominance of small-cell forms and increasing role of blue-green algae. Unconditional perennial dominant, out-acclimatizant of 1934, a large-cell diatom *P. calcar-avis*, has been supplanted by the native small-cell types. In the context of sea transgression and invasion of *Mnemiopsis leidyi* in the surveyed area a change of the dominant complexes has happened. High floristic diversity and significant quantitative development of the phytoplankton community, vegetation of invasive species and predominance of small-cell and fodder varieties of microalgae positively affect the formation of fodder basis for zooplankton organisms.

Ключевые слова: Каспийское море; трансгрессия; биоинвазии; фитопланктон.

Keywords: Caspian Sea; transgression; bioinvasions; phytoplankton.

Каспийское море занимает особое место среди наших южных морей и отличается сложностью и своеобразием гидрологического режима. Изолированность водоема, неоднократные колебания уровня и изменения солености вод обуславливают неустойчивость видового состава и качественную бедность Каспия. Так, в 1976 г. в Каспийском море было зарегистрировано 62 вида микроводорослей, в 1981 г. их количество возросло до 101. Повышение объема речного стока и распреснение западной части Каспия в восьмидесятые годы привело к выпадению ряда морских и сокращению общего количества видов до 37 [1, 2].

В настоящее время наблюдается повышение уровня моря. Водное зеркало расширилось более чем на 35 тыс. км². С поднятием уровня моря в исследуемой акватории Каспия отмечают достаточно благоприятные для биотических процессов соленость, насыщенность вод кислородом (98–105%), умеренная обеспеченность биогенными элементами [3–5].

Материалом послужили результаты плановых мониторинговых исследований планктонных сообществ российского сектора Каспия ДНЦ РАН и ЮНЦ РАН, выполненных в период 2001–2008 гг. с использованием НИС «Цада» и «Денеб» над глубинами 50–200 м (рис. 1). На мелководьях и в акваториях Кизлярского и Сулакского заливов забор проб проводили с использованием маломерных судов.

Фитопланктон отбирали батометром Молчанова, затем фиксировали 4%-ным формалином или кислым раствором Люголя. Фиксированные пробы отстаивали в темноте не менее 15 суток, концентрировали осадочным методом [6, 7]. Подсчет количества клеток проводили 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.

Сбор гребневика проводили с использованием планктонной сети с ячейей 0.33 мм, с широким съемным стаканом. Сразу же после сборов гребневиков сортировали по размерным группам: 0–5 мм, 5–10 мм, 10–15 мм и т.д., в мерном цилиндре определяли их массу. Камеральная обработка проводилась по общепринятым методикам. Для определения сырой массы

гребневика пользовались уравнением $W = 2.36L^{2.35}$, где W – сырой вес в мг; L – длина тела в мм [8, 9].

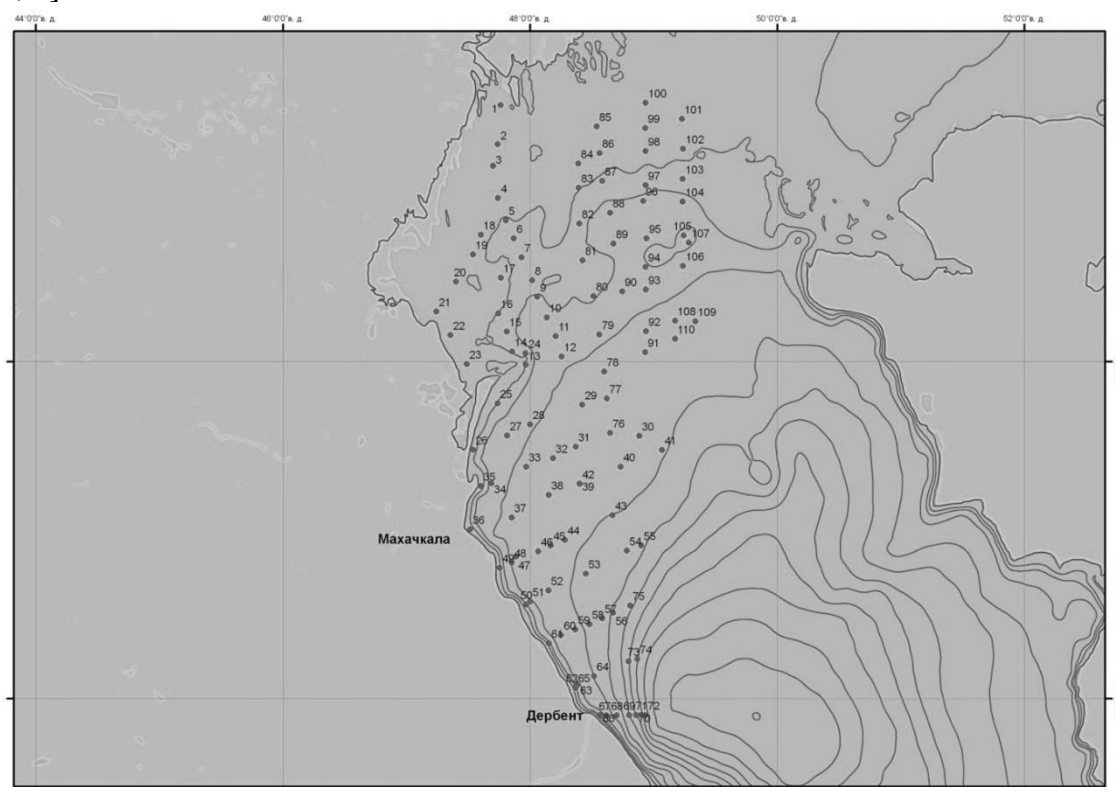


Рис. 1. Карта-схема отбора гидробиологических проб

Качественная бедность флоры и фауны Каспийского моря в совокупности с богатством Каспия биогенными элементами определяют благоприятные условия для развития аутакклиматизантов. Ярким примером инвазий служит аутакклиматизант 1934 г. *Pseudosolenia calcaravis* (Schultze) B.G. Sundström, которая, вытеснив аборигенные виды, быстро распространилась по Каспию и стала абсолютным круглогодичным доминантом [1, 2].

Характерные для Каспия периодические колебания уровня и биологические инвазии определяют труднопредсказуемые изменения в его экосистеме и определяют актуальность проведенных исследований.

В конце 1990-х гг. в водах Каспия был обнаружен аутакклиматизант пелагический хищник гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz). Отсутствие естественных хищников и паразитов способствовало интенсивному развитию и широкому распространению вселенца. Летом 2001 г. в акватории российского сектора Среднего Каспия наблюдалось распространение популяции гребневика *M. leidyi* от прибрежных мелководных зон до максимальных глубин, причем более 70% особей в популяции составляли особи размером менее 5 мм. Численность этой размерной группы в некоторых районах, в частности на глубине 8 м у устья р. Сулак, достигала 3000 экз./м³ при биомассе более 850 г/м³.

Массовое скопление гребневика (более 80% биомассы) наблюдалось в фотосинтетической зоне (0–25 м), где продуктивность зоопланктона наиболее высока [10–12].

Повсеместное массовое распространение гребневика привело к обеднению качественного состава сообщества зоопланктона. В августе 2001 г. было встречено только 7 видов и форм зоопланктона, из которых более 55% являются личинками или молодым планкто-бентических организмов. Полностью отсутствовали в планктоне ветвистоусые рачки и многие коловратки. Из копепод был отмечен только *Limnocalanus grimaldii* и азово-черноморский вселенец 1980-х гг. *Acartia clausi*. Как видно, из планктона исчезли в основном аборигенные виды.

Вследствие хищничества мнемииописа биомасса основных групп зоопланктона в акватории российского сектора Среднего Каспия летом 2001 г. по сравнению с таким же периодом 1990 г. снизилась более чем на 90% и составляла 30.8 мг/м³, а доминирующие виды зоопланктона *Euritemora grimmeri*, *Calanipeda aquae dulcis* Krichka в сборах вообще отсутствовали [10–12].

Выедание зоопланктона мнемипсисом способствовало высокому уровню развития сообщества фитопланктона. В летний период 2001 г. в акватории дагестанского сектора Каспия зарегистрирован 71 вид микроводорослей [13, 14], в 2006 г. в прибрежных мелководьях российского сектора Каспия – 58 видов [15], в 2006 г. в акваториях Кизлярского и Сулакского заливов – 34 и 25 видов и разновидностей микроводорослей соответственно [16, 17], в 2008 г. в акватории российского сектора Каспия – 87 видов (51 вид – в акватории северо-западной части Северного Каспия, 71 вид – в акватории дагестанского сектора Каспия). В исследуемый период фитопланктон был представлен в основном морскими неритическими видами. Большим разнообразием отличались солоноватоводные формы, а также пресноводные галлофилы, характерные для опресняемых участков Каспия. Во все периоды наших исследований фитопланктонное сообщество было представлено мелкоклеточными видами, преобладали диатомовые, составлявшие основу таксономического разнообразия и биомассы фитопланктонного сообщества. Основу диатомового комплекса составляли в разные периоды: *Pseudosolenia calcaravis* (Schultze) B.G. Sundström, *Rhizosolenia fragilissima* Bergon, *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs, *A. variabilis* (Makar.Makar.), *Coscinodiscus radiatus* Ehr., *C. granii* Gough.v. *granii*, *Cyclotella caspia* Grun., *Nitzschia reversa* W. Sm., *N. tenuirostris* Mer., *N. Acicularis* W. Sm., *Th. Nitzschoides* Grun., а также аутакклиматизанты 2001 г. газово-черноморские вселенцы *Cerataulina pelagica* (Cl.) Hendey, *Pseudo – nitzschia seriata* (Cleve) H. Peragallo [13–20]. И лишь в 2008 г. в акватории Среднего Каспия наблюдалось преобладание динофитового комплекса, который составлял 34% видового разнообразия и 75.6% средней биомассы фитопланктонного сообщества. Доминировали микроводоросли родов *Prorocentrum* Ehr., *Diplopalis* Bergh., *Goniaulax*, *Peridinium* Ehr.

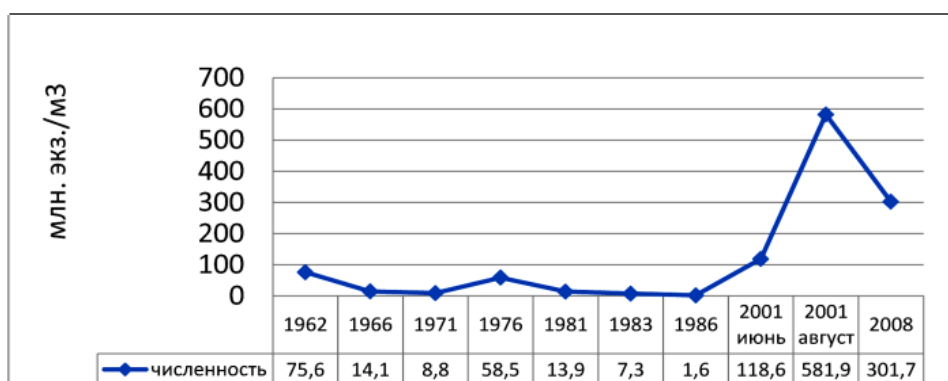


Рис. 2. Многолетние изменения численности фитопланктона (млн/экз./м³) западной части Среднего Каспия над глубинами 51–200 м на горизонте 0–25 м

Примечание. Данные 1934–1986 гг. – по Л.В. Санина и др., 2000; 2001–2008 гг. – данные авторов

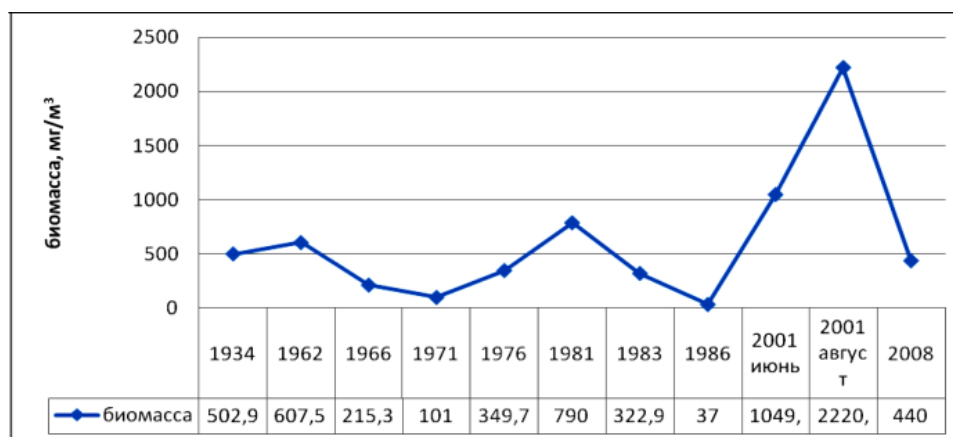


Рис. 3. Многолетние изменения биомассы фитопланктона западной части Среднего Каспия над глубинами 51–200 м на горизонте 0–25 м

Примечание. Данные 1934–1986 гг. – по Л.В. Санина и др., 2000; 2001–2008 гг. – данные авторов

Следует отметить важную особенность развития фитопланктона – на фоне массового развития мелкоклеточных видов безусловный круглогодичный доминант «догребневиковых лет» аутакклиматизант 1934 г. крупноклеточная диатомовая микроводоросль *P. calcar-avis* [1, 21–25] совершенно не выдерживает конкуренции и в период наших исследований была вытеснена из планктона автохтонными видами. Она встречалась лишь в июне 2001 г. на нескольких станциях в северной зоне дагестанского сектора Каспия. Массовое развитие *P. calcar-avis* в этой части акватории (ее биомасса на отдельных станциях достигала почти 16 г/м³) позволило ей занять доминирующее положение в июньском планктоне 2001 г. [13]. Таким образом, сложившееся мнение о необычайной конкурентноспособности *P. calcar-avis* и ее угнетающем влиянии на другие виды фитопланктона [1, 2, 21–25] представляется не совсем обоснованным. Пик ее вегетации приходился на «догребневиковый» период – годы максимальных количественных показателей сообщества зоопланктона [1]. Являясь некормовым видом, *P. calcar-avis* зоопланктоном не выедалась, что позволило ей быстро распространиться по Каспию и стать абсолютным круглогодичным доминантом. Кроме того, инвазийные виды 2001 г. газво-черноморские вселенцы *C. pelagica*, *P. seriata* не только акклиматизировались в новом для них ареале, но и успешно конкурируют с автохтонными видами, входят в доминирующие комплексы и даже доминируют в отдельных частях акватории. Это служит дополнительным подтверждением неконкурентоспособности *P. calcar-avis*.

Массовое выедание мнемииописом зоопланктона способствовало значительному увеличению количественных показателей фитопланктонного сообщества (рис. 2, 3), что говорит о преобладании фактора выедания зоопланктона мнемииописом над приростом биомассы планктонных микроводорослей. Наблюдалась массовая вегетация аборигенных, доминировавших в планктоне до 1934 г. [1, 21–24], мелкоклеточных ценных в кормовом отношении видов фитопланктона – *R. fragilissima*, *Prorocentrum cordatum* (Ostf.) Dodge.

Большое значение в летнем планктоне российского сектора Каспия имели синезеленые микроводоросли, которые во все исследуемые периоды доминировали по численности – 60.8–78.8%. Безусловным доминантом в 2001 г. являлась *Oscillatoria sp.*, вегетировавшая в огромных количествах по всей исследуемой акватории. В 2008 г. регистрировалось массовое развитие синезеленых *Oscillatoria sp.* и *Aphanothece clathrata* W. Et G. S. West.

Вдоль всего побережья вегетировали генетически пресноводные мелкоклеточные виды – *Planktonema lauterbornii* Schmidle, *C. meneghiniana* Kutz. Наблюдается тенденция увеличения ареала их распространения, что свидетельствует о продолжающемся распреснении вод вследствие трансгрессии моря.

В целом в исследуемой акватории преобладали мелкоклеточные кормовые виды фитопланктона, что положительно сказывается на формировании кормовой базы для зоопланктонных организмов и повышении общей продуктивности водоема.

Таким образом, для современной структуры летнего фитопланктона акватории российского сектора Каспия характерно преобладание мелкоклеточных форм, увеличение роли синезеленых водорослей. Безусловный круглогодичный доминант «догребневиковых» лет *P. calcar-avis* вытеснен аборигенными мелкоклеточными видами. В условиях трансгрессии моря и инвазии гребневика в исследуемой акватории произошла смена доминирующих комплексов. Наблюдалось высокое флористическое разнообразие и значительное количественное развитие фитопланктонного сообщества, вегетация инвазийных видов, преобладание мелкоклеточных и кормовых форм микроводорослей, что положительно сказывается на формировании кормовой базы для зоопланктонных организмов.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (проект № 06-04-96634-р_юг_а «Исследование влияния биологического и химического загрязнения на биоценозы дагестанского района Каспия», проект № 09-04-96579-р_юг_а «Разработка эффективных механизмов защиты экосистемы Среднего Каспия в условиях биоинвазий», проект № 12-04-96513-р_юг_а «Экосистемный мониторинг биологических сообществ бассейна российской акватории Каспия в условиях изменения климата, антропогенного и биологического загрязнения»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. М.: Наука, 1985. 290 с.
2. 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.
3. Гусейнов К.М., Гасанова А.Ш. Гидрохимическая характеристика западной части Среднего Каспия в современных условиях // Изв. Дагест. гос. пед. ун-та. Естеств. и точные науки. 2010. № 4. С. 38–42.

4. Гусейнов К.М., Гасанова А.Ш. Характеристика средовых факторов акватории средней части Каспийского моря в условиях трансгрессии моря // Изв. Дагест. гос. пед. ун-та. Естеств. и точные науки. 2010. № 3. С. 50–54.
5. Гасанова А.Ш., Гусейнов К.М. Некоторые сведения о гидрологии акватории Среднего Каспия в современных условиях // Материалы Междунар. науч. конф. «Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути решения». Ростов н/Д: АзНИИРХ, 2010. С. 105–108.
6. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометиздат, 1983. 239 с.
7. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. 1961. Вып. 11. С. 411–415.
8. Виноградов Л.Г. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. 279 с.
9. Новый вселенец в Черном море – гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A.Agassiz) / М.Е. Виноградов, Э.А. Шукшина, Э.И. Мусаева, П.Ю. Сорокин // Океанология, 1989. Т. 29, № 2. С. 293–299.
10. Гусейнов М.К., Османов М.М., Гусейнов К.М. Изменение структуры пелагической экосистемы дагестанского района Каспия под воздействием гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A.Agassiz) // Океанология. 2005. Т. 45, № 1. С. 69–72.
11. Устарбеков А.К., Гусейнов К.М., Гасанова А.Ш. Донные сообщества дагестанского побережья Каспия в условиях трансгрессии моря и инвазии гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) // Юг России: экология, развитие. 2008. № 2. С. 99–101.
12. Гусейнов К.М., Гасанова А.Ш. К изучению планктонных сообществ Каспийского моря // Материалы Междунар. науч. конф. «Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути решения». С. 129–132.
13. Гасанова А.Ш. Состав и распределение фитопланктона дагестанского района Каспия в условиях меняющегося режима моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 2004. 32 с.
14. Гасанова А.Ш., Гусейнов К.М. Сообщество фитопланктона дагестанского района Каспия в новых экологических условиях // Юг России: экология, развитие. 2008. № 2. С. 50–55.
15. Матишов Г.Г., Гасанова А.Ш., Ковалева Г.В. Влияние изменений гидролого-гидрохимического режима Каспийского моря на развитие микроводорослей в прибрежной зоне // Докл. АН. 2011. Т. 437, № 3. С. 404–408.
16. Гасанова А.Ш., Ковалева Г.В. Современное состояние фитопланктонного сообщества Кизлярского и Сулакского заливов Каспийского моря // Материалы Междунар. науч. конф. «Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути решения». С. 110–113.
17. Гасанова А.Ш., Ковалева Г.В., Гусейнов К.М. Структура фитопланктонного сообщества Кизлярского и Сулакского заливов Каспийского моря // Аридные экосистемы. 2011. Т. 17, № 3(48). С. 77–82.
18. Гасанова А.Ш., Гусейнов К.М. Структура и распределение фитопланктона в зонах с различной структурой вод акватории дагестанской части Среднего Каспия // Материалы Междунар. науч. конф. «Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути решения». С. 108–110.
19. Гасанова А.Ш., Гусейнов К.М., Хлопкова М.В. Характеристика фитопланктонного сообщества дагестанского района Каспия // Изв. Дагест. гос. пед. ун-та. Естеств. и точные науки. 2010. № 2. С. 55–59.
20. Гасанова А.Ш., Гусейнов К.М. Экология весеннего планктонного фитопланктона западного побережья Среднего Каспия // Там же. 2010. № 4. С. 34–38.
21. Бабаев Г.Б. К изучению распределения фитопланктона западного побережья Среднего Каспия // Материалы науч.-теорет. конф. молодых ученых. Баку: Изд-во АН АзССР, 1967. С. 185–188.
22. Бабаев Г.Б. Состав и распределение фитопланктона западной части Среднего и Южного Каспия : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Баку, 1968. 32 с.
23. Бабаев Г.Б. Характеристика систематического состава фитопланктона западной части Среднего и Южного Каспия // Изв. АН АзССР. Сер. «Биология». 1970. Т. 1. С. 70–72.
24. Бабаев Г.Б. О фитопланктоне западной части Среднего и Южного Каспия // Гидробиологический журнал. 1965. Т. 1, № 6. С. 11–19.
25. Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1968. 292 с.

Поступила в редакцию 14.01.2014 г.
Принята к печати 18.03.2014 г.

