

Научная статья

УДК 574.586

<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-3-64-68>

EDN ZXBGFX

Уровень развития зооперифитона на искусственных рифах, установленных в приглубой зоне северо-западной части Каспийского моря

Роза Ивановна Умербаева^{1✉}, Алексей Александрович Курапов²

¹ООО «Научно-исследовательский институт экологии южных морей»,
Астрахань, Россия, ymeko@mail.ru

²Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия

Аннотация. Создание искусственных рифов имеет большое значение в повышении производства морских биоресурсов и широком распространении. При реализации таких проектов преследуют различные цели, среди которых – обогащение местных популяций рыб и других морских обитателей. Искусственные рифы обычно быстро заселяются обрастателями, и исследование этих сообществ представляют собой интерес, поскольку они увеличат пищевые ресурсы и укрытия, сделав рифы более привлекательными для рыб. Приводятся таксономический состав и количественные характеристики зооперифитона искусственных рифов, установленных на глубинах 10–12 м в приглубой части Северного Каспия. Результаты исследований показали, что на искусственных рифах уровень развития организмов, использующих их как среду обитания, значительно выше, чем в естественном биотопе. Отмечено сезонное снижение уровня развития как отдельных видов, так и в целом зооперифитона в среднем в 4 раза. По сравнению с зообентосом численность и биомасса обрастателей были выше, наиболее значительно это наблюдалось в летний период. Количественные показатели зооперифитона формировали ракообразные и моллюски в оба сезона исследований. Доминирующие виды перифитона – митилястер и баяланус. Практически все виды, отмеченные в обрастаниях, встречались в составе проб зообентоса, отобранных рядом с искусственными рифами. Исследования не выявили повышения видового разнообразия в данном районе моря, однако высокий уровень численности и биомассы организмов свидетельствует о значении искусственных рифов для улучшения кормовой базы рыб.

Ключевые слова: Северный Каспий, искусственные рифы, зооперифитон, таксономический состав, численность, биомасса

Для цитирования: Умербаева Р. И., Курапов А. А. Уровень развития зооперифитона на искусственных рифах, установленных в приглубой зоне северо-западной части Каспийского моря // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2023. № 3. С. 64–68. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-3-64-68>. EDN ZXBGFX.

Original article

The level of zooperiphyton development on artificial reefs established in the shallow zone of the northwestern part of the Caspian sea

Rosa I. Umerbayeva^{1✉}, Alexey A. Kurapov²

¹Research Institute of Southern Seas Environment, LLC,
Astrakhan, Russia, ymeko@mail.ru

²Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia

Abstract. The creation of artificial reefs is of great importance in increasing the production of marine biological resources and widespread distribution. Various goals are pursued under the implementation of such projects including the enrichment of local populations of fish and other marine life. Artificial reefs are usually rapidly populated by fouling, and research into these communities is of interest as they will increase food resources and shelters, making reefs more attractive to fish. This paper presents the taxonomic composition and quantitative characteristics of zooperiphyton of artificial reefs installed at depths of 10-12 m in a remote part of the North Caspian. The results of the studies showed that on artificial reefs the level of development of organisms using them as a habitat is significantly higher

than in the natural biotope. There was a seasonal decrease in the level of development of both individual species and, in general, zooverifiton by an average of 4 times. Compared to zoobenthos, the abundance and biomass of foulers were higher, this was most significantly observed in the summer. Quantitative indicators of zooverifiton formed crustaceans and molluscs in both seasons of research. The dominant periphyton species are mytilaster and balyanus. The results of the studies showed that almost all species noted in fouling were found in the composition of zoobenthos samples taken near artificial reefs. Analysis of this study did not reveal an increase in species diversity in this area of the sea, however, a high level of abundance and biomass of organisms indicates the importance of artificial reefs to improve the food supply of fish.

Keywords: Northern Caspian, artificial reefs, zooperiphyton, taxonomic composition, abundance, biomass

For citation: Umerbayeva R. I., Kurapov A. A. The level of zooperiphyton development on artificial reefs established in the shallow zone of the northwestern part of the Caspian sea. *Oil and gas technologies and environmental safety.* 2023;3:64-68. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-3-64-68>. EDN ZXBGFX.

Введение

Системы искусственных рифов играют важную роль в увеличении естественного производства биологических морских ресурсов, и они используются во всем мире. Искусственные рифы в морской среде обычно создаются с целью обогащения местных популяций рыб и других морских обитателей, они восприимчивы к обрастанию и последовательно образуют сообщества, которые могут напоминать или не напоминать биоценозы на естественных субстратах. В Северном Каспии установка искусственных рифов также эффективна с целью необходимости защиты моря, т. к. этот район Каспийского моря испытывает антропогенное воздействие в большей степени, чем другие районы моря [1, 2].

Цель работы направлена на исследование развития неподвижной биоты и ее структурной и функциональной отношений. Исследование этих сообществ представляют большой интерес, поскольку они увеличат пищевые ресурсы и укрытия, сделав

рифы более привлекательными для рыб. Исследовалась зооценоза искусственных рифов, установленных на глубинах 10–12 м в приглубой части Северного Каспия.

Материал и методы исследований

Дается характеристика беспозвоночных, являющихся частью биоценоза обрастаний, сформированного на поверхности искусственных рифов. Пробы обрастаний отбирались с площади 100 см² с помощью шпателя, подвергались фиксации раствором формалина. Пробы обрабатывались общепринятыми методами гидробиологических исследований. Результаты подсчета организмов пересчитаны на 1 м² площади искусственного субстрата.

Результаты исследований

Таксономический состав зооперифитона. Видовой состав зооперифитона на обследованных субстратах был достаточно обеднен (табл.).

Качественный и количественный состав зооценоза обрастаний
Qualitative and quantitative composition of the zoocenosis of fouling

Наименование организмов	Численность, тыс. экз./м ²		Биомасса, кг/м ²	
	лето	осень	лето	осень
Hydrozoa				
<i>Cordylophora caspia</i> (Pallas, 1771)	–	< 0,1	–	< 0,1
Всего Hydrozoa	–	< 0,1	–	< 0,1
Polychaeta				
<i>Hediste diversicolor</i> (O. F. Müller, 1776)	4,1	1,627	< 0,1	< 0,1
Всего Polychaeta	4,1	1,627	< 0,1	< 0,1
Crustacea				
<i>Balanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	65,7	8,54	4,2	0,5
<i>Rhithopanopeus harrisii</i> (Gould, 1841)	0,2	0,047	< 0,1	< 0,1
<i>Astacus</i> sp. (личинки)	0,8	0,093	< 0,1	< 0,1
Всего Crustacea	66,7	8,68	4,2	0,5
Bivalvia				
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	27,1	13,567	7,0	2,3
Всего Bivalvia	27,1	13,567	7,0	2,3
<i>Итого</i>	98,0	23,873	11,3	2,8

В зоне глубин 10–12 м обнаружено только 6 видов-обрастателей, представленные 3 видами ракообразных, 1 видом моллюсков, 1 видом полихет, 1 гидроридом. В каждой из проанализированных проб

встречалось 3–5 видов.

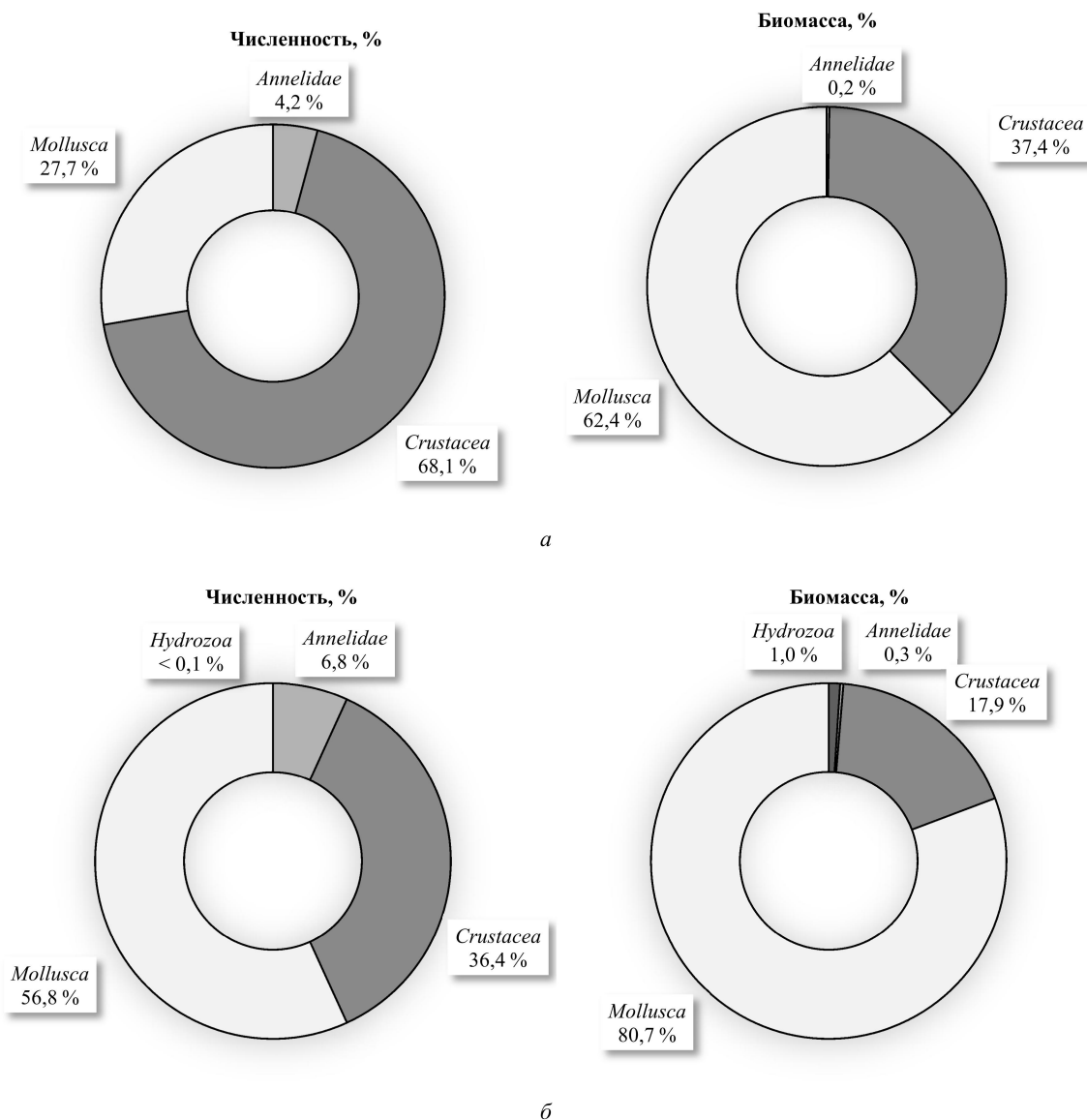
Из членистоногих (т. Artropoda) в составе перифитона отмечены виды кл. Crustacea: *Balanus improvisus* (сем. Balanidae), *Rhithopanopeus harrisii*

(сем. Panopeidae) и личинки раков (сем. Astacidae). Моллюски (т. Mollusca) были представлены видом кл. Bivalvia: *Mytilaster lineatus* (сем. Mytilidae), кишечнополостные (т. Coelenterata) – видом кл. Hydrozoa: *Cordylophora caspia* (сем. Cordylophoridae), кольчатые черви (т. Annelida) – видом кл. Polychaeta: *Hediste diversicolor* (сем. Nereidae).

Встречаемость видов на станциях была различна. На всех обследованных станциях как летом, так и осенью обитали полихеты *H. diversicolor*, усонogie ракообразные *B. improvisus* и моллюск *M. lineatus*

(100 %). Общая встречаемость ракообразных отр. Decapoda была немногим ниже – 80–90 %, а его представители – молодь краба и личинки рака отмечены в 50–60 % проб. Редко (в 20 % проб) на поверхности донных станций летом встречались кладки икры рыб сем. Gobiidae.

Количественная характеристика зооперифитона. Основу зооперифитона составляли ракообразные и моллюски в оба сезона наблюдений. Летом их доля в общей численности составляла 68 и 28 % и в биомассе – 37 и 62 % соответственно (рис.).



Доля групп организмов зооперифитона в разные сезоны наблюдений: а – лето; б – осень

The proportion of groups of zooperiphyton organisms in different observation seasons: а – summer; б – autumn

Количественные показатели этих двух доминирующих групп животных перифитона определяли

два вида – балянус и митилястер. *B. improvisus* составлял 67 % численности и 37 % биомассы всего

зооперифитона, *M. lineatus* – 28 и 62 % соответственно. Численность этих видов была довольно высокой, достигая десятки и сотни тысяч экземпляров в 1 м² поверхности субстрата, при этом наибольшая масса баянуса достигала 18 кг/м², митилястера – 20 кг/м² на поверхности субстрата. Приведем для сравнения биомассу этих видов в составе зообентоса в районе установки искусственных рифов: максимально она не превышала 4 и 2 г/м² соответственно.

Осенью ракообразные и моллюски составляли 36 и 57 % общей численности зооперифитона и в биомассе – 18 и 81 % соответственно, при доминировании тех же видов, что и летом. Однако в осенний период отмечено снижение количественных показателей этих видов, более значительно уменьшились показатели баянуса – они были в 8 раз ниже летних величин, поэтому доля вида в составе зооперифитона по сравнению с летом уменьшилась до 36 % численности и 18 % биомассы всего зооперифитона. Сократилось и количество митилястера: численность – в 2 раза, биомасса – в 3 раза, но доля его составляла 57 % численности и 81 % биомассы зооперифитона соответственно. По сравнению с зообентосом численность этих видов была также выше, как и летом. В 63 % проб она достигала более 10 тыс. экз. в 1 м² поверхности субстрата.

Максимум биомассы баянуса в обрастаниях искусственных рифов составлял 1,1 кг против 51 г/м² в зообентосе и митилястера – 3,6 кг/м² против 52 г/м².

Полихета *H. diversicolor*, встреченная во всех пробах обрастаний, заселяла бетонные поверхности искусственных рифов в зоне глубин 10–12 м достаточно равномерно. Численность вида летом колебалась в небольших пределах – от 3,1 до 5,4 тыс. экз./м², биомасса была в основном в диапазоне 15–22 г/м², но иногда встречались довольно крупные особи вида, и тогда биомасса вида могла превышать 60 г/м². Осенью количество нерейса было меньше, чем летом: численность вида колебалась в пределах от 0,9 до 2,3 тыс. экз./м², биомасса была в основном в диапазоне 3–13 г/м², а в среднем осенние величины численности и биомассы вида в 2,5 и 3,2 раза были ниже летних. Как видно, по сравнению с доминирующими видами зооперифитона, значение полихеты в формировании количественных показателей зооперифитона было невелико (4 % численности и 7 % биомассы всех беспозвоночных на рифах).

Количество личинок краба *Rh. harrisi* и личинок *Astacus sp.* было еще меньше. Средние значения суммарной численности и биомассы летом составляли всего 1 тыс. экз./м² и 5,7 г/м², осенью – 140 экз./м² и 7,4 г/м², но, надо отметить, что даже при такой низкой концентрации видов, количество краба в обрастаниях было выше, чем в зообентосе: летом численность вида была больше в 14 раз, осенью – в 9 раз, а биомасса – в 3,6 и 5 раз соответ-

ственно. *Astacus sp.* и его личинки в зообентосных пробах не встречались.

На этих глубинах гидроиды обнаружены только осенью. Это была кардилофора каспийская, ее количество не превышало 30 г/м² поверхности пирамид. Также отметим, что летом количество икринок бычковых рыб составляло более 80 тыс. шт. на 1 м² поверхности пирамид.

Результаты исследований выявили сезонное снижение уровня развития как отдельных видов, так и в целом зооперифитона. Количество животных, населяющих поверхности искусственных рифов, установленных в приглубой зоне моря на глубинах 10–12 м, в летний период наблюдений были выше по сравнению с осенью в среднем в 4 раза. По сравнению с зообентосом разница в численности и биомассе возрастала еще больше и наиболее значительно – в летний период (в среднем, численность – в 35 раз, биомасса – 114 раз). В целом, количественные показатели зооперифитона формировали ракообразные и моллюски в оба сезона исследований (см. рис.).

Заключение

На искусственных рифах уровень развития организмов, использующих их как среду обитания, значительно выше, чем в естественном биотопе. Хотя это и естественно. Самые значимые виды перифитона – митилястер и баянус относятся к обрастателям, и для существования им необходимо прикрепляться к подводным предметам или твердому субстрату. Это могут быть скалистые биотопы, камни, раковины моллюсков и, как в нашем случае, искусственные рифы, изготовленные из бетона. Также следует отметить, что на ранних стадиях развития эти виды находятся в толще воды, и их личинки, осев на твердый субстрат, продолжают там свое развитие до взрослой особи. Учитывая, что в районе установки грунт песчаный с примесью ракуши, то для митилястера и баянуса в естественной среде недостаточно твердого субстрата для прикрепления, за исключением раковин моллюсков, рассредоточенных по дну моря.

Менее значимые виды, обнаруженные в зооперифитоне, относящиеся к Decapoda, обычные обитатели дна, но в пробах отмечены их личинки, которые в этот период жизни находятся в пелагиали, и в обрастаниях искусственных рифов им легче укрыться от врагов. Также в обрастаниях легче укрыться и полихете. Кроме этого, на поверхности искусственных рифов образуется достаточное количество пищи для этих организмов. Все это способствует более интенсивному освоению искусственных субстратов.

Результаты исследований показали, что практически все виды, отмеченные в обрастаниях, встречались в составе проб зообентоса, отобранных ря-

дом с искусственными рифами. В зообентосе они обнаружены в значительно меньших количествах. Также отметим, что по сравнению с нашими исследованиями, результаты которых приводятся в работе [3], в приглубой зоне таксономический состав обрастателей менее разнообразен, чем на свале глу-

бин Северного Каспия (до 10 м), но они превосходят по уровню количественного развития.

Анализ исследования не выявил повышения видового разнообразия в данном районе моря, однако высокий уровень численности и биомассы организмов свидетельствует о значении искусственных рифов для улучшения кормовой базы рыб.

Список источников

1. Попова Н. В. Биоэкологические основы и практические результаты разработки системы защиты биологического разнообразия Каспийского моря от нефтяного загрязнения: дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2004. 147 с.
2. Сокольский А. Ф., Попова Н. В., Колмыков Е. В., Курапов А. А. Биологические основы и практические результаты разработки системы защиты биологического

разнообразия Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2005. 128 с.

3. Курапов А. А., Умербаева Р. И. Структура зооценозов обрастаний искусственных рифов в Северном Каспии // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2023. № 2. С. 62–68.

References

1. Popova N. V. *Bioekologicheskie osnovy i prakticheskie rezul'taty razrabotki sistemy zashchity biologicheskogo raznoobrazii Kaspiskogo moria ot nefyanogo zagriazneniia: dissertatsiia ... kand. biol. nauk* [Bioecological foundations and practical results of the development of a system for the protection of the biological diversity of the Caspian Sea from oil pollution: Dis. ... Cand. of Boil. Sci.]. Astrakhan'; 2004. 147 p.

2. Sokol'skii A. F., Popova N. V., Kolmykov E. V., Kurapov A. A. *Biologicheskie osnovy i prakticheskie rezul'taty*

razrabotki sistemy zashchity biologicheskogo raznoobrazii Kaspiskogo moria ot nefyanogo zagriazneniia [Biological foundations and practical results of the development of a system for protecting the biological diversity of the Caspian Sea from oil pollution]. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2005. 128 p.

3. Kurapov A. A., Umerbaeva R. I. *Struktura zootsenozov obrastanii iskusstvennykh rifov v Severnom Kaspii* [The structure of zoocenoses of artificial reef fouling in the Northern Caspian]. *Oil and gas technologies and environmental safety*, 2023, no. 2, pp. 62-68.

Статья поступила в редакцию 27.07.2023; одобрена после рецензирования 22.08.2023; принята к публикации 13.09.2023
The article is submitted 27.07.2023; approved after reviewing 22.08.2023; accepted for publication 13.09.2023

Информация об авторах / Information about the authors

Роза Ивановна Умербаева – кандидат биологических наук; генеральный директор; ООО «Научно-исследовательский институт экологии южных морей»; ymeko@mail.ru

Rosa I. Umerbayeva – Candidate of Biological Sciences; General Director; Research Institute of Southern Seas Environment, LLC; ymeko@mail.ru

Алексей Александрович Курапов – доктор биологических наук; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; ymeko@mail.ru

Alexey A. Kurapov – Doctor of Biological Sciences; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; ymeko@mail.ru

