

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-3-695-705><https://zoobank.org/References/0867ECBB-3C21-432B-ACBB-132BDBAEBF1E>

УДК 593.17 (262.81)

## Видовое разнообразие бентических инфузорий Сумгаитского побережья Каспия (Азербайджан)

И. Х. Алекперов

Институт зоологии Министерства науки и образования Азербайджана, ул. А. Аббасзаде, 1128, 504 кв.,  
AZ 1004, г. Баку, Азербайджан

### Сведения об авторе

Алекперов Ильхам Хайам оглу

E-mail: [i\\_alekperov@yahoo.com](mailto:i_alekperov@yahoo.com)

SPIN-код: 1494-3717

ResearcherID: G-6602-2018

ORCID: 0000-0003-0070-3286

**Аннотация.** Проведено сравнительное исследование свободноживущих донных инфузорий Сумгаитского побережья Каспийского моря. Всего обнаружено 119 видов, принадлежащих к 29 семействам. Проведен попарный и кластерный анализы сходства видового разнообразия изучаемых участков и сравнительное биотестирование степени их органического загрязнения. Установлено, что по сравнению с нашими данными 2014 г. наблюдается улучшение санитарного состояния морской воды на этом участке побережья Каспия.

**Права:** © Автор (2024). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

**Ключевые слова:** инфузории, видовое разнообразие, биотестирование, Каспийское море, Азербайджан

## Species diversity of benthic ciliates of the Sumgait coast of the Caspian Sea, Azerbaijan

AI. Kh. Alekperov

Institute of Zoology of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan, 1128 A. Abbaszadeh Str., Ap. 504,  
AZ 1004, Baku, Azerbaijan

### Author

Ilkham Kh. Alekperov

E-mail: [i\\_alekperov@yahoo.com](mailto:i_alekperov@yahoo.com)

SPIN: 1494-3717

ResearcherID: G-6602-2018

ORCID: 0000-0003-0070-3286

**Abstract.** The article reports the results of a comparative study of free-living benthic ciliates of the Sumgait Coast of the Caspian Sea. The study identified a total of 119 species belonging to 29 families. The research methods included pairwise and cluster analysis of similarity of species diversity in the studied sites. The sites were subject to comparative biotesting of organic pollution. It was found that compared to our 2014 data, the Sumgait Coast of the Caspian Sea has seen an improvement in the sanitary quality of seawater.

**Copyright:** © The Author (2024).  
Published by Herzen State Pedagogical  
University of Russia. Open access under  
CC BY-NC License 4.0.

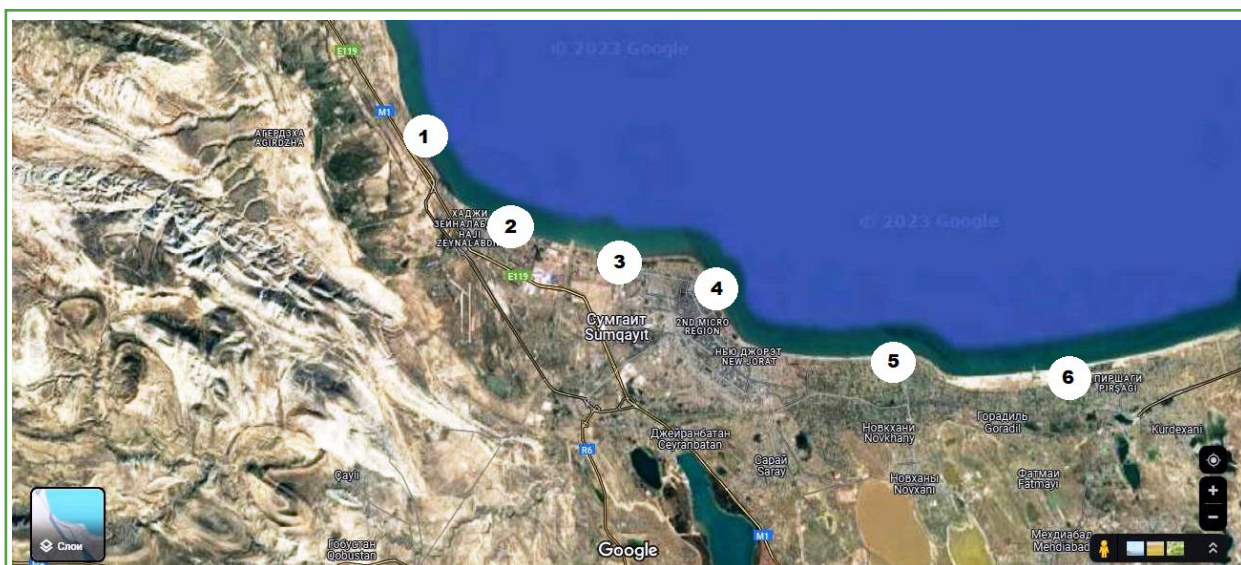
**Keywords:** ciliates, species diversity, biotesting, Caspian Sea, Azerbaijan

## Введение

В настоящее время биоразнообразие животного мира Каспийского моря оценивается на уровне примерно 900 видов многоклеточных животных, из которых 538 являются обитателями морского бентоса. Из этого общего числа в азербайджанском секторе Каспия из ранее отмеченных 299 видов в настоящее время по ряду причин, в том числе и в результате нефтяного и других видов антропогенного загрязнения, обитают только 244 вида гидробионтов (Касымов 2004). Следует отметить, что эти данные не охватывают большую группу отмеченных в Каспии свободноживущих простейших, в первую очередь инфузорий. В результате наших исследований в Каспийском море было найдено 403 вида свободноживущих инфузорий (Алекперов 2012). Кроме того, в ходе наших исследований на Каспии последних лет дополнительно был найден еще целый ряд видов инфузорий, и в настоящее время видовое разнообразие свободноживущих инфузорий азербайджан-

ского сектора Каспийского моря оценивается в 463 вида (Алекперов et al. 2017).

Исследованиями последних лет было показано, что нефтяное загрязнение азербайджанского сектора Каспийского моря значительно уменьшилось (Алекперов, Таһирова 2019). С другой стороны, уменьшение нефтяного загрязнения в настоящее время замещается все возрастающими из года в год сбросами бытовых вод, включая часто и канализационные стоки. Это обусловлено процессами бурной урбанизации вдоль всего азербайджанского сектора Каспийского моря. В последние годы практически по всему побережью строятся новые зоны отдыха, кемпинги, не говоря уже о многочисленных частных домах. Все эти новые объекты далеко не всегда подключены к канализационным системам и часто сбрасывают бытовые воды в море (Алекперов 2023). Интерес к санитарному состоянию Сумгаитского побережья объясняется результатами наших исследований, проведенных несколько лет назад и выявивших значительную загрязненность этого



**Рис. 1.** Точки сбора проб с Сумгаитского побережья Каспийского моря: 1–2 — расположены на побережье Каспийского моря в районе поселка им. Гаджи Зейналабдина Тагиева; 3–4 — расположены в пределах городской черты и промышленной зоны Сумгаита, подвергавшейся в прошлом многолетнему техногенному загрязнению; 5–6 — от пос. Новханы до пос. Пиршаги, традиционно относящихся к более чистой зоне побережья Каспия

**Fig. 1.** Sample collection points on the Sumgait Coast of the Caspian Sea. Points 1–2 are located near the Haji Zeynalabdin Tagiyev coastal village. Points 3–4 are located within the city limits and the Sumgait Coast industrial zone subject to decades-long man-made pollution. Points 5–6 between the villages Novkhany and Pirshagi represent a cleaner area of the Caspian coast

участка (Алекперов, Агаева 2014). Представлялось интересным проведение повторных сравнительных исследований.

### Материал и методы

Исследования проводились в весенний, летний и осенний сезоны в период 2019–2022 гг. вдоль Сумгаитского побережья Каспийского моря от поселка им. Гаджи Зейналабдина Тагиева на севере до поселка Пиршаги на юге. Точки сбора проб бентоса указаны на рис. 1.

«Живые» пробы брались в прибрежной зоне с помощью небольших чистых пластмассовых широкогорлых флаконов. Дальнейшая обработка осуществлялась в лабораторных условиях. Небольшие порции грунта и придонного слоя воды просматривались порциями под биноклем Olimpus. Обнаруженных инфузорий отлавливали микрокапиллярами и фиксировали для дальнейшей импрегнации кинетома нитратом (Chatton, Lwoff 1930) или протеинатом серебра (Алекперов 1992). Для определения таксономической принадлежности инфузорий использовались публикации Фойсснера с соавторами (Foissner et al. 1991; 1992; 1999) и «Атлас свободноживущих инфузорий» (Алекперов 2005). Сравнение общности видового состава бентических инфузорий проводилось как попарным сравнением различных

участков (Sorensen 1948), так и кластерным анализом Брэя — Кертиса (Bray, Curtis 1957).

### Результаты и обсуждение

Всего за время исследований на указанном участке побережья Каспия нами было отмечено 119 видов свободноживущих инфузорий, относящихся к 29 семействам (табл. 1). Как видно из таблицы, видовое разнообразие инфузорий на всех шести точках сбора изменялось от 72 до 82 видов. Интересные результаты были получены при попарном анализе данных сходства видового разнообразия свободноживущих инфузорий различных изученных участков. Так, например, заметно большее сходство было обнаружено между участками 1–2 и 5–6, хотя они расположены дальше друг от друга по сравнению с находящимся между ними участком 3–4. При попарном сравнении сходства видового разнообразия инфузорий изученных участков оказалось, что между участками 1–2 и 5–6 коэффициент сходства был на уровне не менее 70% и даже в ряде случаев выше. В то же время сходство этих участков с центральным участком 3–4 было значительно ниже и в среднем колебалось на уровне 55–65%.

Для получения более корректных результатов нами был также проведен кластерный анализ сходства видового состава свободноживущих инфузорий Брэя —

Таблица 1

Распределение видового состава псаммофильных инфузорий по точкам сбора

Table 1

Distribution of the species composition of psammophilic ciliates according to collection points

	Видовой состав / Species composition	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>Class Kariorelictea Corliss, 1974</b> <b>Order Trachelocercida Jank., 1978</b> <b>Fam. Trachelocercidae Kent, 1880</b>						
1	<i>Trachelocerca incaudata</i> Kahl, 1933	+	+			+	+
2	<i>T. cylindricolis</i> Lepsi, 1962	+	+			+	+
3	<i>T. conformis</i> Wright, 1982	+	+			+	+
4	<i>T. kahli</i> Raikov, 1962	+	+			+	+
5	<i>T. haloetes</i> Borror, 1973	+				+	+
	<b>Order Loxodida Jankowski, 1980</b> <b>Fam. Loxodidae Bütschli, 1889</b>						

Таблица 1. Продолжение  
Table 1. Continuation

1	2	3	4	5	6	7	8
6	<i>Loxodes rostrum</i> (Müller, 1773)			+	+		+
7	<i>L. kahli</i> Dragesco et Njine, 1971			+	+		
	<b>Order Heterotrichida Stein, 1859 Fam. Blepharismidae Jank. in Small et Lynn, 1985</b>						
8	<i>Anigsteinia salinara</i> (Florentin, 1899)			+	+		+
9	<i>Blepharisma hyalinum</i> Perty, 1849	+	+		+	+	+
10	<i>B. coerulea</i> Gajewskaja, 1933	+	+			+	+
11	<i>B. dawsoni</i> Christie et Hirshfield, 1967	+	+	+	+	+	+
12	<i>B. undulans</i> Stein, 1868	+	+	+	+	+	+
	<b>Fam. Spirostomatidae Stein, 1867</b>						
13	<i>Spirostomum minus</i> Roux, 1901			+	+		
14	<i>S. ambiquum</i> (Müller, 1786)			+	+		
	<b>Fam. Condyllostomatidae Kahl in Dofflein and Reichenow, 1927</b>						
15	<i>Condyllostoma fieldi</i> Hartwig, 1973	+	+	+	+	+	+
16	<i>C. granulorum</i> Bullington, 1940	+				+	+
17	<i>C. psammophila</i> Bock, 1954	+	+	+	+	+	+
18	<i>C. reichi</i> Wilbert et Kohan, 1981	+		+	+	+	
19	<i>C. subterraneum</i> Lepsi, 1962		+	+	+	+	+
20	<i>C. kasymovi</i> Alekperov, 1984			+	+	+	
	<b>Class Spirotrichea Bütschli, 1889 Order Stichotrichida Fauré-Fremiet, 1961 Fam. Amphisiellidae Jankowski, 1979</b>						
21	<i>Amphiziella annulata</i> (Kahl, 1928)	+	+				+
22	<i>A. turanica</i> Alekperov et Asadullayeva, 1999	+	+	+	+	+	+
23	<i>A. milnei</i> Kahl, 1932	+					+
	<b>Fam. Kahliellidae Tuffrau, 1979</b>						
24	<i>Kahliella acrobates</i> Horvath, 1932	+	+			+	
25	<i>K. microstoma</i> Alekperov, 1985	+			+	+	+
26	<i>K. spirostoma</i> Alekperov, 1988	+	+	+	+	+	+
	<b>Fam. Oxytrichidae Ehrenberg, 1838</b>						
27	<i>Tachysoma rigescens</i> (Kahl, 1932)	+				+	+
28	<i>T. ovata</i> Song et Wilbert, 1997			+	+		+
29	<i>Oxytricha fallax</i> Stein, 1859		+			+	+
30	<i>O. balladina</i> Song et Wilbert, 1989	+	+	+	+	+	+
31	<i>O. himenostoma</i> Stokes, 1887	+	+	+	+	+	+
32	<i>O. marina</i> Kahl, 1932	+	+			+	+
33	<i>Tachysoma (Oxytricha) pellionella</i>	+		+	+	+	+
	<b>Fam. Bakuellidae Jankowski, 1979</b>						
34	<i>Bakuella marina</i> Agamaliev et Alekperov, 1976	+	+	+	+	+	+

Таблица 1. Продолжение  
Table 1. Continuation

1	2	3	4	5	6	7	8
35	<i>B. crenata</i> Agamaliev et Alekperov, 1976	+		+			
36	<i>B. polycirrata</i> Alekperov, 1988				+		
37	<i>B. imbricata</i> Alekperov, 1982	+	+	+	+	+	+
	<b>Order Euplotida Jankowski, 1980</b> <b>Fam. Aspidiscidae Ehrenberg, 1838</b>						
38	<i>Aspidisca fusca</i> Kahl, 1928	+	+	+	+	+	+
39	<i>A. leptaspis</i> Fresenius, 1865		+	+	+		
40	<i>A. pulcherrima</i> Kahl, 1932		+	+			
41	<i>A. poljanski</i> Alekperov, 1985	+	+			+	+
42	<i>A. steini</i> Buddenbrock, 1920		+				
43	<i>A. caspica</i> Agamaliev, 1967			+			
	<b>Fam. Uronychiidae Jankowski, 1975</b>						
44	<i>Uronychia caspica</i> (Alekperov et Asadullayeva, 1999)	+	+	+		+	+
	<b>Fam. Euplotidae Ehrenberg, 1838</b>						
45	<i>Euplotes euryostomus</i> Wrzesniowski, 1870	+	+	+	+	+	+
46	<i>E. minuta</i> Yocom, 1930	+			+	+	+
47	<i>E. vannus</i> (Müller, 1786)	+			+		
	<b>Class Oligotrichea Bütschli, 1887</b> <b>Order Halteriida Jankowski, 2007</b> <b>Fam. Halteriidae Clap. et L., 1858</b>						
48	<i>Halteria grandinella</i> (Müller, 1786)	+	+	+		+	
49	<i>H. maxima</i> Szabo, 1934	+					
50	<i>H. bifurcata</i> Tamar, 1968		+				
	<b>Order Strombidiida Jankowski, 1980</b> <b>Fam. Strombidiidae Fauré-Fremiet, 1970</b>						
51	<i>Omegastrombidium elegans</i> (Florentin, 1901)	+			+		+
52	<i>Arcostrombidium grande</i> (Levander, 1894)		+	+		+	
53	<i>Limnostrombidium viride</i> (Stein, 1867)	+	+	+	+	+	+
54	<i>Novistrombidium testaceum</i> (Anigstein, 1914)	+			+		
55	<i>Pelagostrombidium mirabile</i> (Penard, 1916)	+	+	+	+	+	+
56	<i>P. fallax</i> (Zacharias, 1896)			+	+	+	+
57	<i>Strombidium obtusum</i> Alekperov et Mamaeva, 1992			+		+	
58	<i>S. apsheronicum</i> Alekperov et Asad., 1997				+		+
	<b>Class Litostomatea Small et Lynn, 1981</b> <b>Order Haptorida Corliss, 1974</b> <b>Fam. Enchelyidae Ehrenberg, 1838</b>						
59	<i>Enchelys gasterosteus</i> Kahl, 1926	+	+	+	+	+	+
60	<i>E. marina</i> (Meunier, 1910)	+	+		+		+
61	<i>E. pectinata</i> Kahl, 1930	+		+			
62	<i>E. simplex</i> Kahl, 1926			+	+		
63	<i>E. lencoranica</i> Alekperov, 1984	+				+	+
	<b>Fam. Lacrymariidae Fromentel, 1876</b>						

Таблица 1. Продолжение  
Table 1. Continuation

1	2	3	4	5	6	7	8
64	<i>Lacrymaria olor</i> (Müller, 1786)	+	+	+	+	+	+
65	<i>L. marina</i> Kahl, 1933	+	+			+	+
66	<i>L. kahli</i> Dragesco, 1954			+	+		
67	<i>L. pulchra</i> Wenzel, 1953	+					+
68	<i>L. lagenula</i> Kahl, 1927		+	+			+
69	<i>L. clavarioides</i> Alekperov, 1984	+				+	+
	<b>Fam. Spathidiidae Kahl, 1929</b>						
70	<i>Spathidium procerum</i> Kahl, 1930	+	+	+	+	+	+
71	<i>S. porculus</i> Penard, 1922	+	+	+	+	+	+
72	<i>S. moniliforme</i> Bhatia, 1920	+		+		+	
73	<i>S. deforme</i> (Kahl, 1928)	+	+			+	
74	<i>S. chlorelligerum</i> Kahl, 1930			+	+		
75	<i>S. cetiforme</i> Alekperov, 1984						+
76	<i>S. meloforme</i> Alekperov, 1983					+	+
	<b>Fam. Trachelidae Ehrenberg, 1838</b>						
77	<i>Dileptus mucronatus</i> Penard, 1922	+	+	+		+	
78	<i>D. breviprobois</i> Foissner, 1981			+	+		
	<b>Class Phyllopharyngea Puytorac et al., 1974</b> <b>Chlamidodontida Deroux, 1976</b> <b>Fam. Chilodonellidae Deroux, 1970</b>						
79	<i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg, 1838)	+			+		
80	<i>C. aplanata</i> Kahl, 1932			+		+	+
81	<i>C. capucina</i> (Penard, 1922)		+			+	+
82	<i>Trithigmostoma steini</i> (Blochmann, 1895)	+	+	+	+	+	+
	<b>Class Nassophorea Small et Lynn, 1981</b> <b>Order Synhymeniida Puytorac et al., 1974</b> <b>Fam. Orthodonellidae Jankowski, 1968</b>						
83	<i>Chilidontopsis depressa</i> (Perty, 1852)	+	+			+	
84	<i>Z. cantabrica</i> Fernandez-Leborans et Alekperov, 1995		+	+	+		
85	<i>Z. mirabilis</i> Alekperov, 1984	+	+	+		+	
86	<i>Z. fluviatilis</i> Fern.-Leb. et Alekperov, 1995		+	+		+	+
	<b>Class Prostomatea Small et Lynn, 1985</b> <b>Order Prorodontida Corliss, 1974</b> <b>Fam. Colepidae Nitzsch, 1827</b>						
87	<i>Coleps remanei</i> Kahl, 1933		+	+	+		
88	<i>C. trichotus</i> Savi, 1913	+	+	+	+	+	+
89	<i>C. spiralis</i> Noland, 1937		+	+	+	+	+
90	<i>C. arenicolus</i> Dragesco, 1965	+	+	+		+	
	<b>Fam. Prorodontidae Ehrenberg, 1834</b>						
91	<i>Prorodon pluvialis</i> Dragesco, 1962	+	+	+		+	+
92	<i>P. ovalis</i> Dragesco, 1970	+	+	+	+	+	+
93	<i>P. ellipticus</i> (Kahl, 1930)	+	+	+	+	+	+

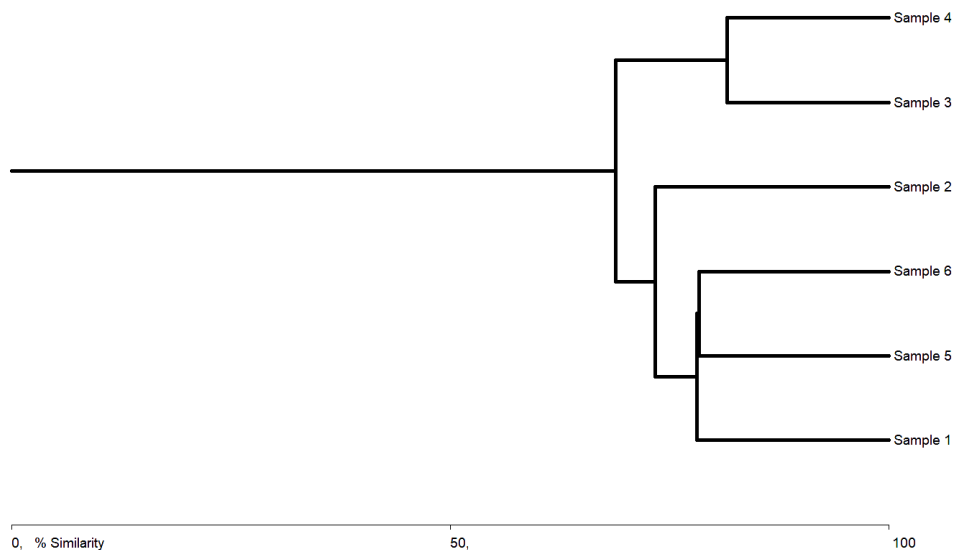
Таблица 1. Окончание  
Table 1. End

1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>Class Oligohymenophora Puytorac et al., 1974</b> <b>Order Peniculida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956</b> <b>Fam. Frontoniidae Kahl, 1926</b>						
94	<i>Frontonia macrostoma</i> Dragesco, 1960	+	+	+	+		
95	<i>F. arenaria</i> Kahl, 1933	+	+	+	+	+	+
96	<i>F. algivora</i> Kahl, 1931		+	+	+	+	
97	<i>F. marina</i> Fabre-Domerque, 1891	+	+	+	+	+	+
	<b>Order Philasterida Small, 1967</b> <b>Fam. Cyclidiidae Ehrenberg, 1838</b>						
98	<i>Cyclidium citrullus</i> Cohn, 1865	+	+	+	+	+	+
99	<i>C. glaucoma</i> Muller, 1786	+	+	+	+	+	+
100	<i>C. marinum</i> Borrer, 1963	+	+	+		+	+
	<b>Fam. Azeridae Alekperov, 1985</b>						
101	<i>Azerella calva</i> Alekperov, 1985	+	+			+	
	<b>Order Parastomatida Jankowski, 2007</b> <b>Fam. Pleuronematidae Kent, 1881</b>						
102	<i>Pleuronema crassum</i> Dujardin, 1841	+	+	+	+	+	+
103	<i>P. coronatum</i> Kent, 1881		+	+	+	+	
104	<i>P. marinum</i> Dujardin, 1841	+	+	+	+	+	+
	<b>Order Sessilida Kahl, 1933</b> <b>Fam. Epistylidae Kahl, 1933</b>						
105	<i>Epistylis plicatilis</i> Ehrenberg, 1830		+	+	+		+
106	<i>E. coronata</i> Nusch, 1970			+	+		+
	<b>Fam. Vorticellidae Ehrenberg, 1838</b>						
107	<i>Vorticella chlorellata</i> Stiller, 1940		+	+	+		+
108	<i>V. microstoma</i> Ehrenberg, 1830	+		+	+	+	+
109	<i>V. similis</i> Stokes, 1887	+		+	+		+
110	<i>V. spuripicta</i> Song et Wilbert, 1889	+		+	+		+
111	<i>V. alba</i> Fromentel, 1874		+	+	+	+	+
112	<i>V. chlorellata</i> Stiller, 1940	+		+	+		
113	<i>V. octava</i> Stokes, 1885	+		+	+		+
114	<i>Carchesium aselli</i> Engelmann, 1862		+	+	+		
115	<i>C. brevistylum</i> Stiller, 1941		+	+	+		+
	<b>Fam. Zoothamniidae Sommer, 1951</b>						
116	<i>Zoothamnium arbuscula</i> Ehrenberg, 1831			+	+		+
117	<i>Z. alternans</i> Claparède et Lachmann, 1859			+	+		
118	<i>Z. plumosum</i> Wright, 1860		+	+	+	+	+
119	<i>Z. kenti</i> Leidy, 1874			+	+	+	+
	<b>ВСЕГО / In total: 119</b>	<b>75</b>	<b>72</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>76</b>	<b>79</b>

Кертиса (Bray, Curtis 1957). Полученные результаты представлены на рис. 2.

На представленной на рисунке дендрограмме хорошо различим кластер, объеди-

няющий участки 1–2 и 5–6. Кроме того, в следующем кластере наибольшее сходство наблюдается на участке 3–4. Различие между этими двумя кластерами хотя и небольшое,



**Рис. 2.** Сходство видового состава свободноживущих инфузорий по участкам Сумгаитского побережья Каспийского моря: 1–2 (поселок Гаджи Зейналабдина Тагиева); 3–4 (городская и промышленная зоны Сумгаита); 5–6 (побережье от пос. Новханы до пос. Пиршаги)

**Fig. 2.** Similarity of the species composition of free-living ciliates in different areas of the Sumgait Coast of the Caspian Sea. 1–2 — Haji Zeynalabdin Tagiyev village; 3–4 — urban and industrial zones of the Sumgait Coast; 5–6 — coast between the villages Novkhany and Pirshagi

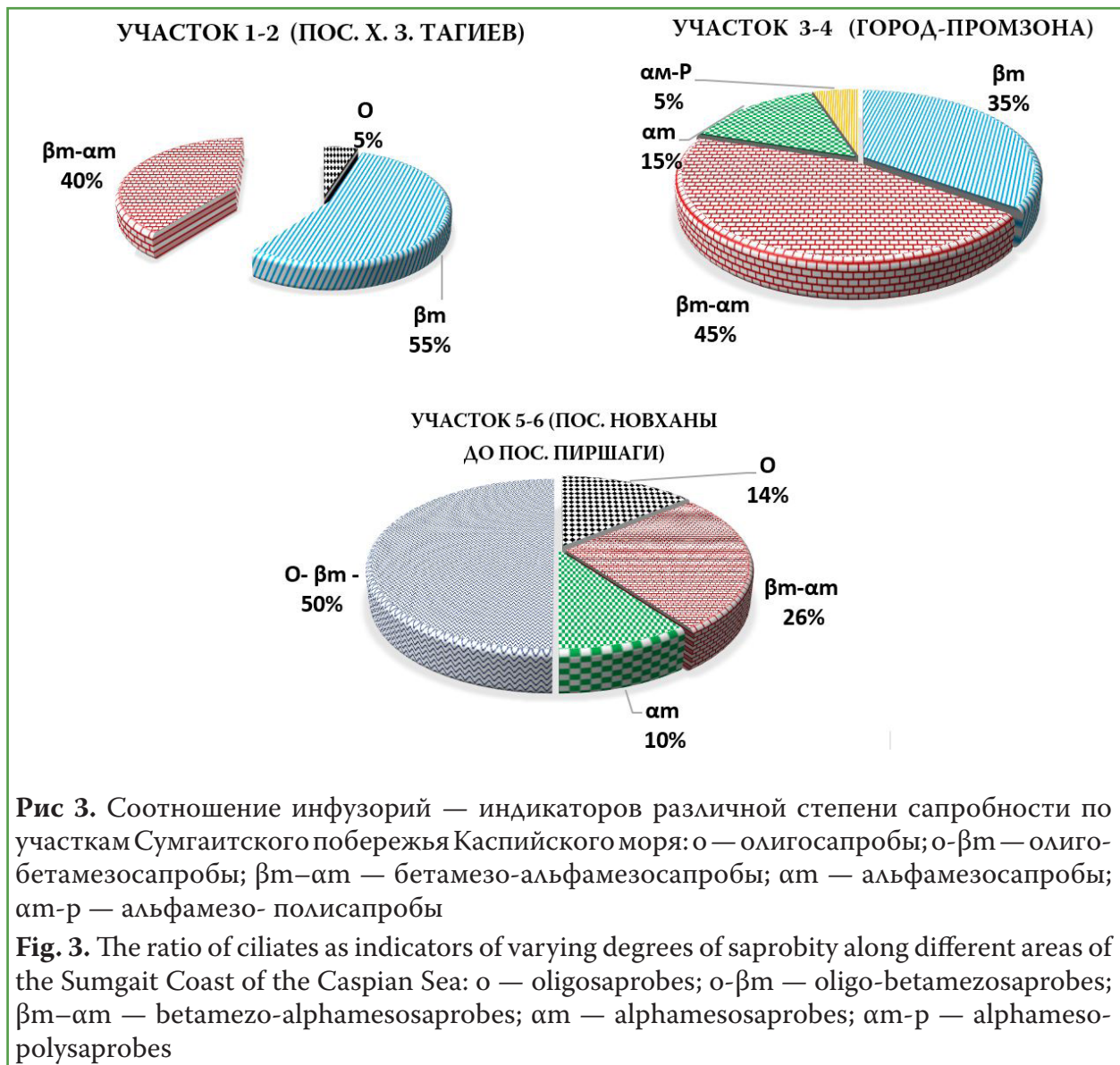
но достаточно заметное. Таким образом, результаты сравнительного анализа сходства видового разнообразия свободноживущих инфузорий бентоса Сумгаитского побережья Каспийского моря показали, что участки, расположенные по краям городской черты и промышленной зоны, имеют большее сходство между собой, чем расположенный между ними участок 3–4. По нашему мнению, это можно объяснить только влиянием антропогенного воздействия. Интересно, что такие типично псаммофильные инфузории, как представители семейства Trachelocercidae, были отмечены только на участках 1–2 и 5–6 и полностью отсутствовали в псаммоне участка 3–4. Следует отметить, что эти виды достаточно толерантны к органическому загрязнению, но крайне чувствительны к химическому, особенно загрязнению тяжелыми металлами. Возможно, их отсутствие на участках, соответствующих городской черте и промышленной зоне, связано с их многолетним в прошлом антропогенным загрязнением.

Полученные результаты еще раз подтвердили, что сезонная сукцессия видового разнообразия свободноживущих инфузорий в первую очередь определяется трофическим фактором и влияющим на него температурным, который, изменяясь по сезонам года, приводит к увеличению или уменьшению пищевых объектов, в том числе бактерий и мертвой органики (Алекперов 2012). Для такого слабосоленого водоема (максимум 13‰ только в южной части), как Каспийское море, фактор солености является второстепенным, поскольку в основном его соленость не превышает 5–9‰.

Нами было также проведено биотестирование органического загрязнения этого участка побережья Каспийского моря. Для этого были использованы наши обобщенные многолетние данные по паспортизации видов инфузорий, показателей различных зон сапробности (Алекперов 2023). Полученные данные представлены на рис. 3.

Как видно из представленных на рис. 3 результатов, на участке 1–2, расположенном





вблизи поселка Хаджи Зейналабдин Тагиева, на долю видов — показателей олигосапробной зоны приходится 5%. Однако подавляющее большинство отмеченных здесь инфузорий являлись показателями бетамезосапробной зоны, на долю которых приходилось 55%. Несколько меньше (40%) на этом участке приходилось на долю видов — индикаторов бетамезо- и альфамезосапробной зон. В целом полученные результаты свидетельствуют о достаточно чистом состоянии участка 1–2.

Участок 3–4, охватывающий прибрежную зону города Сумгаита и прилегающую к ней наиболее загрязненную в прошлом промзону, судя по полученным результатам, можно охарактеризовать как относительно более загрязненный. Так, например, несмотря на то,

что виды — индикаторы бетамезосапробной зоны составляют здесь 30%, а индикаторы бетамезо- и альфамезосапробной зон — 40%, на участке 3–4 были отмечены и представители альфамезосапробной зоны, на долю которых приходилось 15%, и даже отсутствующие на всех других исследованных участках инфузории — индикаторы альфамезо- и полисапробной зон, также составившие 15%.

Участок 5–6, последний из обследованных, охватывающий прибрежную зону между населенными пунктами Новханы и Пиршаги, судя по полученным данным, также вполне удовлетворительный по степени органического загрязнения морской воды прибрежной зоны. Так, например, содержание видов — индикаторов наиболее чистой олигосапробной

зоны здесь составляло 14%, а индикаторов бетамезосапробной зоны — 50%. Представители бетамезо- и альфамезосапробной зон составляли 26%, а на долю показателей альфамезосапробной зоны приходилось лишь 10%.

Чтобы проследить динамику изменения сапробности морской воды на Сумгаитском побережье, мы провели сравнение представленных выше результатов с нашими данными, полученными около 10 лет назад (Алекперов, Агаева 2014). Оказалось, что в общем на всех точках сбора наблюдается заметное улучшение качества морской воды. Так, например, на участке 1–2 ранее показатели наиболее чистых зон составляли 30% бетамезосапробной и 47% бетамезо- и альфамезосапробной зон, а на долю альфамезосапробных приходилось 23%. Присутствующие сейчас представители олигосапробной зоны ранее совершенно отсутствовали, с другой стороны, наблюдавшиеся ранее 23% индикаторов альфамезосапробной зоны в настоящее время не отмечаются. Наиболее сильные изменения в степени органического загрязнения наблюдались на центральных участках в городской зоне и промзонах Сумгаита. Так, например, здесь были отмечены виды — индикаторы альфамезо- и полисапробной зон, содержание которых колебалось от 10% до 22%, и даже наиболее грязной полисапробной зоны, индикаторы которой составляли от 5% до 17%. На позитивное из-

менение санитарного состояния морской воды этого участка Сумгаитского побережья указывает снижение доли индикаторов альфамезо- и полисапробной зон до 5% и полное отсутствие инфузорий — индикаторов полисапробной зоны.

Что касается последнего отрезка Сумгаитского побережья между населенными пунктами Новханы и Пиршаги, то пока качество морской воды здесь удовлетворительное и остается практически на том же уровне, что и 10 лет назад. Более того, нами отмечено наличие индикаторов олигосапробной зоны (14%), отсутствовавших в наших предыдущих исследованиях.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Видовое разнообразие свободноживущих инфузорий Сумгаитского участка побережья Каспийского моря увеличилось по сравнению с прошлыми годами с 75 до 119 видов.

2. Сравнение видового состава различных участков Сумгаитского побережья Каспия показало большее сходство участков (70% и более) по обе стороны городской и промышленной зон Сумгаита.

3. Биотестирование сапробности по исследованным участкам побережья показало общее улучшение санитарного состояния морской воды, включая городскую и промышленную зоны.

### Литература

- Алекперов, И. Х. (1992) Новая модификация импрегнация кинетома инфузорий протеинатом серебра. *Зоологический журнал*, т. 71, № 2, с. 130–133.
- Алекперов, И. Х. (2005) *Атлас свободноживущих инфузорий (Классы Kinetofragminophora, Colpodea, Olygohuttenophora, Polyhuttenophora)*. Баку: Борчалы, 310 с.
- Алекперов, И. Х. (2012) *Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение)*. Баку: Элм, 520 с.
- Алекперов, И. Х. (2023) *Свободноживущие инфузории и их использование в биотестировании окружающей среды*. М.: КМК, 142 с.
- Алекперов, И. Х., Агаева, А. (2014) Видовой состав псаммофильных инфузорий сумгаитского побережья Каспия. *Юг России: экология, развитие*, № 2, с. 83–88.
- Касымов, А. Г. (2004) *Экология планктона Каспийского моря*. Баку: Адилоглу, 545 с.
- Alekperov, I. Kh., Snegovaya, N. Yu., Tahirova, E. N. (2017) The cadastre of free-living ciliates and testate amoebae of Azerbaijan. *Protistology*, vol. 11, no. 2, pp. 57–129.
- Alekperov, I. Kh., Tahirova, E. N. (2019) Free-living ciliates in different biotopes of the coastal zone of the Azerbaijan sector of the Caspian Sea. *Protistology*, vol. 13, no. 3, pp. 133–151.
- Bray, J. R., Curtis, J. T. (1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, vol. 27, no. 4, pp. 325–349.

- Chatton, E., Lwoff, A. (1930) Imprégnation, par diffusion argentine, de l'infraction des Ciliés marins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dessiccation. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales*, vol. 104, no. 2, pp. 834–836.
- Foissner, W., Berger, H., Schaumburg, J. (1999) *Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informationsberichte des Bayer. Iss. 3-99*. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 793 p.
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H., Kohmann, F. (eds.). (1991) *Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. B. 1: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea*. Iss. 1-19. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Publ., 478 p.
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H., Kohmann, F. (eds.). (1992) *Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. B. 2: Peritrichia, Heterotrichida, Odonostomatida*. Iss. 5-92. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 502 p.
- Sorensen, T. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter/Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, vol. 5, no. 4, 34 p.

### References

- Alekperov, I. Kh. (1992) Novaya modifikatsiya impregnatsii kinetoma infuzorij proteinatom serebra [A new modification of the impregnation of the ciliates kinetoma with silver proteinate]. *Zoologicheskij zhurnal — Zoological Journal*, vol. 71, no. 2, pp. 130–133. (In Russian)
- Alekperov, I. Kh. (2005) *Atlas svobodnozhivushchikh infuzorij (Klassy Kinetofragminophora, Colpodea, Olygohymenophora, Polyhymenophora)*. Baku: Borçali Publ., 310 p. (In Russian)
- Alekperov, I. Kh. (2012) *Svobodnozhivushchie infuzorii Azerbajdzhana (ekologiya, zoogeografiya, prakticheskoe znachenie) [Free-living ciliates of Azerbaijan (ecology, zoogeography, practical significance)]*. Baku: Elm Publ., 520 p. (In Russian)
- Alekperov, I. Kh. (2023) *Svobodnozhivushchie infuzorii i ikh ispol'zovanie v biotestirovanii okruzhayushchej sredy*. Moscow: KMK Scientific Press, 140 p. (In Russian)
- Alekperov, I. Kh., Agaeva, A. (2014) Vidovoj sostav psammofil'nykh infuzorij Sumgait'skogo poberezhya Kaspiya. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie — The South of Russia: Ecology, Development*, no. 2, pp. 83–88. (In Russian)
- Alekperov, I. Kh., Snegovaya, N. Yu., Tahirova, E. N. (2017) The cadastre of free-living ciliates and testate amoebae of Azerbaijan. *Protistology*, vol. 11, no. 2, pp. 57–129. (In English)
- Bray, J. R., Curtis, J. T. (1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, vol. 27, no. 4, pp. 325–349. (In English)
- Chatton, E., Lwoff, A. (1930) Imprégnation, par diffusion argentine, de l'infraction des Ciliés marins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dessiccation. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales*, vol. 104, no. 2, pp. 834–836. (In French)
- Foissner, W., Berger, H., Schaumburg, J. (1999) *Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informationsberichte des Bayer. Iss. 3-99*. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 793 p. (In English)
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H., Kohmann, F. (eds.). (1991) *Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. B. 1: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea*. Iss. 1-19. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Publ., 478 p. (In German)
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H., Kohmann, F. (eds.). (1992) *Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. B. 2: Peritrichia, Heterotrichida, Odonostomatida*. Iss. 5-92. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 502 p. (In German)
- Kasymov, A. G. (2004) *Ekologiya planktona Kaspijskogo morya [Ecology of the Caspian Sea plankton]*. Baku: Adiloğlu Publ., 545 p. (In Russian)
- Sorensen, T. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter/Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, vol. 5, no. 4, 34 p. (In English)

**Для цитирования:** Алекперов, И. Х. (2024) Видовое разнообразие бентических инфузорий Сумгаитского побережья Каспия (Азербайджан). *Амурский зоологический журнал*, т. XVI, № 3, с. 695–705. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-3-695-705>

**Получена** 30 января 2024; прошла рецензирование 19 февраля 2024; принята 4 июня 2024.

**For citation:** Alekperov, I. Kh. (2024) Species diversity of benthic ciliates of the Sumgait coast of the Caspian Sea, Azerbaijan. *Amurian Zoological Journal*, vol. XVI, no. 3, pp. 695–705. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-3-695-705>

**Received** 30 January 2024; reviewed 19 February 2024; accepted 4 June 2024.