

UDC 593.17
AGRIS F40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/05>

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ИНФУЗОРИЙ В БЕНТОСЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ ЛЕНКОРАНСКОЙ ПРИРОДНОЙ ОБЛАСТИ

©*Тагирова Э. Н.*, ORCID: 0000-0001-9559-9527, канд. биол. наук, Институт зоологии НАН
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, tahirovaelyane@mail.ru

©*Ахмедова Н. А.*, ORCID: 0000-0002-8967-9560, канд. биол. наук, Институт зоологии НАН
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, nargiz.ahmedova.62@inbox.ru

BIODIVERSITY OF BENTHIC CILIATES OF FRESH WATERS OF LANKARAN NATURAL AREA

©*Tahirova E.*, ORCID: 0000-0001-9559-9527, Ph.D., Institute of Zoology Azerbaijan National
Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, tahirovaelyane@mail.ru

©*Ahmadova N.*, ORCID: 0000-0002-8967-9560, Ph.D., Institute of Zoology Azerbaijan National
Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, nargiz.ahmedova.62@inbox.ru

Аннотация. В статье представлены данные о видовом разнообразии бентических инфузорий различных водоемов Ленкоранской природной области. Проведенные исследования показали, что наибольшее видовое разнообразие свободноживущих инфузорий наблюдалось на иловых грунтах, преобладающих в пресных водах Ленкоранской природной области. Среди них следует отметить биотопы серого маслянистого и водорослевого илов, на которых были найдены более 60% всех отмеченных нами видов. При изучении инфузорий в отношении активной реакции среды было выявлено, что хотя в большинстве случаев максимальное количество видов отмечаются в слабощелочной среде, иногда бывают и исключения. Так как, инфузории, относящиеся к группе эврионных, несколько раз отмечались при pH, выше 8,5 и при значениях pH 4,7 при достаточно высокой численности. Разнообразие условий в пресных водоемах являются главными условиями для богатого видового разнообразия пресноводной бентической цилиофауны. Кроме того, приведены результаты наблюдений за пищевыми взаимоотношениями свободноживущих инфузорий с другими группами обитателей бентоса. Отмеченные инфузории были разделены на группы, такие как фитофаги, бактериофаги, хищники, и изучен их рацион. Было установлено, что в рационе многих видов мелкие диатомовые водоросли имеют большое значение. А сами свободноживущие инфузории являются пищевым объектом крупных хищных видов. Таким образом, мы наблюдали, что представители семейства *Trachelidae* активно питаются многими инфузориями бактериофагами.

Abstract. The article presents data on the species diversity of benthic ciliates in various water bodies of the Lankaran natural area. The conducted studies have shown that the greatest species diversity of free-living ciliates was observed on silty soils prevailing in the fresh waters of the natural area. Among them, the biotopes of gray oily and algal oozes should be noted, on which more than 60% of all species were found. When studying ciliates in relation to the active reaction of the environment, it was revealed that, although in most cases, the maximum number of species is observed in a slightly alkaline environment, sometimes there are exceptions. Since ciliates belonging to the euryonic group have been noted several times at pH above 8.5 and at pH 4.7 with a relatively high number. The diversity of conditions in freshwater bodies is the main for the rich species diversity

of freshwater benthic cili fauna. In addition, observations of the food relationships of free-living ciliates with other groups of benthic inhabitants are presented. The noted ciliates were divided into groups, such as phytophages, bacteriophages, predators, and their diet was studied. Small diatoms have been found to be of great importance in the diet of many species. And the free-living ciliates themselves are food objects of large predatory species. Thus, we observed that representatives of the *Trachelidae* family actively feed on many bacteriophage ciliates.

Ключевые слова: Ленкоранская природная область, пресноводные инфузории, бентос, разнообразие видов.

Keywords: Lankaran natural area, freshwater ciliates, benthos, species diversity.

Введение

Фауна свободноживущих инфузорий Азербайджана изучена достаточно хорошо Ф. Г. Агамалиевым и И. Х. Алекперовым [1, 3, 4]. В недавно опубликованном Кадастре свободноживущих инфузорий и раковинных амёб Азербайджана [6] в котором обобщены все имеющиеся на сегодняшний день сведения о видовом разнообразии этих двух групп простейших, фауна свободноживущих инфузорий морских и пресных вод, а также почв республики оценивается в 757 видов.

Однако сведений по экологии свободноживущих простейших до сих пор крайне мало, а имеющиеся данные противоречивы. Между тем роль инфузорий в биологических процессах в водных и почвенных экосистемах огромна, в частности они, являясь консументами первого порядка, активно потребляют в пищу бактерий, в том числе и патогенных, тем самым способствуя биоочищению водоемов.

Исходя из вышеизложенного, было проведено исследование отношения пресноводных свободноживущих инфузорий к различным факторам внешней среды, включая пищевые взаимоотношения этой группы простейших с другими гидробионтами.

Материал и методы исследования

Материал собирали в период 2018–2021 гг. в пресных водоемах Ленкоранской природной области (поселки Гойтепе, Гюллутепе, Борадигях, Махмудавар, Шагласер, Вилван, Хыл, Шыхлар) (Рисунок).

Всего было собрано 75 проб с прибрежной зоны среди биотопов фитоцилиоценозов на мелководье, и бентоса, в основном на иловых грунтах. Часть проб обрабатывалась *in vivo* прямо в поле, а остальные доставлялись в лабораторию, где детально изучались методами импрегнации кинетома нитратом и протеинатом серебра [2, 7].

Просмотр импрегнированных препаратов проводили с помощью светового микроскопа Olympus CX-41RF. Подсчет численности инфузорий осуществлялся как с помощью цитометра FlowCam (USA), так и для сравнения традиционным методом подсчета, неконцентрированных живых проб в камере Богорова. Показателем предпочитаемых инфузориями параметров факторов внешней среды являлись высокие значения численности того или иного вида.

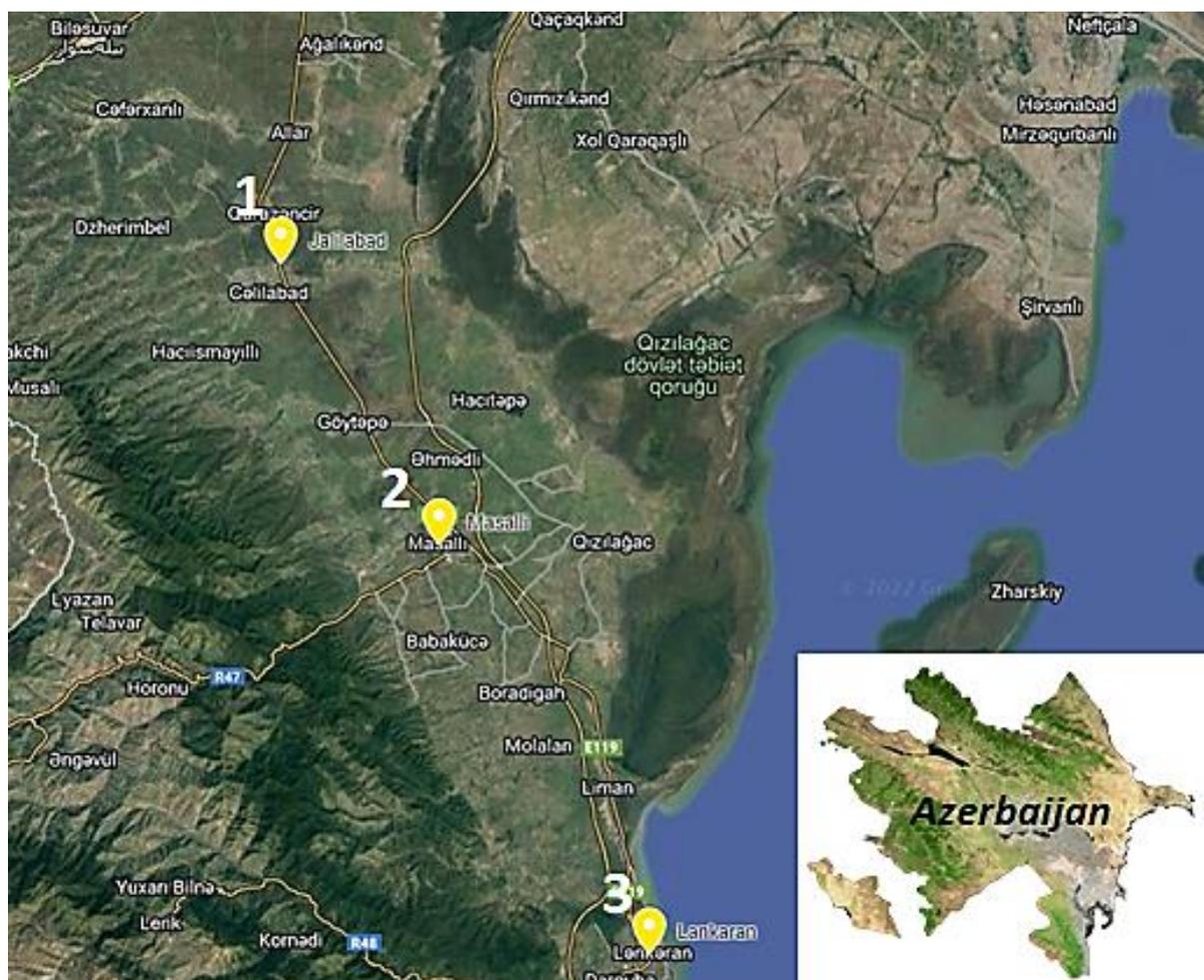


Рисунок. Точки сбора проб (Ленкоранская природная область) 1 — Джалилабадский район, 2 — Масаллинский район, 3 — Ленкоранский район

Результаты и обсуждение

Всего в пресных водоемах Ленкоранской природной области было отмечено 56 видов свободноживущих инфузорий, относящихся 22 семействам (Таблица). Как видно из Таблицы, наибольшее видовое разнообразие было отмечено в пресноводных водоемах Ленкорани — 33 вида, затем в водоемах Масаллы и минимальное видовое разнообразие нами было отмечено в пресных водоемах Джалилабада.

Таблица
ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФУЗОРИЙ В БЕНТОСЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ ЛЕНКОРАНСКОЙ ПРИРОДНОЙ ОБЛАСТИ

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
Тип Ciliophora			
Класс Karyorelictea			
Отряд Loxodida			
Семейство Loxodidae			
1. <i>Loxodes rostrum</i> (Müller, 1773) Ehrenberg, 1830	+		+
2. <i>L. striatus</i> (Engelmann, 1862) Penard, 1917	+	+	
Отряд Heterotrichida			
Семейство Climacostomidae			

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
3. <i>Climacostomum virens</i> (Ehrenberg, 1834) Stein, 1859	+	+	
4. <i>C. minimum</i> Foissner, 1980			+
Семейство Stentoridae			
5. <i>Stentor roeselii</i> Ehrenberg, 1835			+
Отряд Stichotrichida			
Семейство Охутричиде			
6. <i>Stylonychia vorax</i> Stokes, 1885	+	+	+
7. <i>Paraurostyla weissei</i> (Stein, 1859) Borror, 1972	+		
8. <i>P. granulifera</i> Berger & Foissner, 1989	+	+	
9. <i>P. polynucleata</i> Alekperov, 1993	+		
10. <i>Wallackia schiffmanni</i> Foissner, 1976			+
11. <i>Gonostomum gonostomoida</i> (Hemberger, 1985) Berger, 1999	+		
12. <i>G. affine</i> (Stein, 1859) Sterki, 1878	+		
Семейство Керониде			
13. <i>Paraholosticha herbicola</i> Kahl, 1932		+	+
14. <i>P. polychaeta</i> Borror, 1966			+
Отряд Urostylida			
Семейство Urostylidae			
15. <i>Birojimia terricola</i> Berger & Foissner, 1989		+	
16. <i>Anteholosticha muscicola</i> Gellért, 1956	+	+	
Отряд Euplotida			
Семейство Euplotidae			
17. <i>Euplotes gracilis</i> Kahl, 1932	+		+
18. <i>E. vannus</i> Müller, 1786			+
19. <i>E. charon</i> (Müller, 1773) Ehrenberg, 1830	+		
20. <i>Euplotes patella</i> Ehrenberg, 1838			+
Семейство Аспидисциде			
21. <i>Aspidisca fusca</i> Kahl, 1928	+		
22. <i>A. cicada</i> O. F. Müller, 1786	+		+
23. <i>A. magna</i> Kahl, 1932	+		+
Класс Амрорфореа			
Отряд Метопиде			
Семейство Метопиде			
24. <i>Metopus acidiferus</i> Kahl, 1932		+	
25. <i>Metopus es</i> Müller, 1776		+	
26. <i>Brachonella caduca</i> Kahl, 1927	+	+	
27. <i>B. mitriformis</i> Alekperov, 1984	+	+	
Отряд Одонтостоматиде			
Семейство Ералкселлиде			
28. <i>Saprodinium halophilum</i> Kahl, 1931	+		
Класс Литостоматеа			
Отряд Нарториде			
Семейство Спатидииде			
29. <i>Supraspathidium vermiforme</i> (Penard, 1922) Foissner & Didier, 1982			+

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
30. <i>Supraspathidium polyvacuolatum</i> (Vuxanovici, 1959) Foissner & Didier, 1982			+
31. <i>Arcuospathidium cultriforme</i> (Penard, 1922)	+		
Семейство Didiniidae			
32. <i>Monodinium balbianii</i> Fabre-Domergue, 1888	+	+	
33. <i>M. perrieri</i> Delphy, 1925		+	
Семейство Trachelidae			
34. <i>Pelagodileptus trachelioides</i> (Zacharias, 1894) Foissner, Berger & Schaumburg, 1999	+		+
35. <i>Paradileptus elephantinus</i> (Svec, 1897) Kahl, 1931	+		
Отряд Pleurostomatida			
Семейство Amphileptidae			
36. <i>Amphileptus punctatus</i> (Kahl, 1926) Foissner, 1984	+		
37. <i>A. fusiformis</i> Song & Wilbert, 1989		+	
Класс Phyllopharyngea			
Отряд Chlamydodontida			
Семейство Chilodonellidae			
38. <i>Chilodonella capucina</i> Penard, 1922	+	+	
39. <i>Trithigmotoma steini</i> (Blochmann, 1895) Foissner, 1988	+	+	
Класс Nassophorea			
Отряд Nassulida			
Семейство Nassulidae			
40. <i>Nassula ornata</i> Ehrenberg, 1834	+		+
41. <i>N. parva</i> Kahl, 1928			+
42. <i>N. tumida</i> Maskell, 1887		+	
Класс Oligohymenophorea			
Отряд Peniculida			
Семейство Frontoniidae			
43. <i>Frontonia leucas</i> (Ehrenberg, 1834) Ehrenberg, 1838			
Семейство Microthoracidae			
44. <i>Leptopharynx minimus</i> Alekperov, 1993	+	+	+
45. <i>L. costatus</i> Mermod, 1914	+		
46. <i>L. margaritata</i> Alekperov, 2005		+	
47. <i>Trochiliopsis opaca</i> Penard, 1922	+		+
48. <i>Drepanomonas dentata</i> Fresenius, 1858		+	
Семейство Lembadionidae			
49. <i>Lembadion bullinum</i> (Müller, 1786) Perty, 1849		+	
50. <i>L. magnum</i> (Stokes, 1887) Kahl, 1931	+	+	
Отряд Pleuronematida			
Семейство Pleuronematidae			
51. <i>Pleuronema crassum</i> Dujardin, 1841		+	
52. <i>P. coronatum</i> Kent, 1881		+	
Отряд Sessilida Kahl, 1933			
Семейство Epistylidae			
53. <i>Epistylis plicatilis</i> Ehrenberg, 1831	+		

Виды	Ленкорань	Масаллы	Джалилабад
54. <i>Epistylis anastatica</i> (Linnaeus, 1767) Ehrenberg, 1831	+		
Семейство Vorticellidae			
55. <i>Vorticella octava</i> Stokes, 1885		+	
56. <i>Carchesium aselli</i> Engelmann, 1862	+	+	
Всего	33	26	19

Проведенные исследования показали, что наибольшее видовое разнообразие свободноживущих инфузорий наблюдалось на иловых грунтах, преобладающих в пресных водах Ленкоранской природной области. Среди них следует отметить биотопы серого маслянистого и водорослевого илов, на которых были найдены более 60% всех отмеченных нами видов. Однако максимальная общая численность бентических инфузорий в этих биотопах намного меньше, чем на черном иле, а в некоторых случаях и на сапропелевом. Отмеченная на этих грунтах общая численность свободноживущих инфузорий весной и в начале лета достигает от 650 экз./дм² до 3750 экз./дм², что намного больше, чем на других видах грунтов. Однако следует отметить, что видовое разнообразие бентических инфузорий на черном и сапропелевом илах намного меньше и практически представлено группой видов так называемых сапропелебионтов, в основном представителей родов *Metopus*, *Brachonella*, *Saprodinium*, некоторых видов родов *Supraspathidium*, *Frontonia* и *Pleuronema*, хорошо адаптированных к небольшому содержанию растворенного в воде кислорода и при обилии микрофлоры, т. е. пищи, достигающих высокой численности.

В пресных водоемах Ленкоранской природной области наблюдается общая закономерность. Максимальное видовое разнообразие свободноживущих инфузорий было отмечено в биотопах, где присутствует широкий спектр кормовых организмов при оптимальных для жизни абиотических параметрах условий внешней среды. В то же время максимальная общая численность наблюдалась среди нескольких специализированных групп инфузорий, адаптированных к экстремальным для остальных условиям внешней среды. Это особенно хорошо заметно в сообществах бентических инфузорий черного и сапропелевого грунтов, адаптированных к предельно низкому (до 0%) содержанию кислорода и питанию преимущественно только бактериями в основном группы серобактерий. Часто сообщества инфузорий этих биотопов состоят всего из 3–8 видов, достигающих высоких количественных величин.

Говоря об отношении инфузорий к активной реакции, среды следует помнить, что реакция клеточной протоплазмы и межтканевых жидкостей животного организма всегда слабощелочная. На основании этого видимо можно предположить, что наиболее оптимальными для роста и развития свободноживущих инфузорий является слабощелочная внешняя среда. Иными словами, рН водной среды играет существенную роль в жизнедеятельности инфузорий. Экспериментальных условиях было доказано важность значения активной реакции воды и зависимость от него температурного фактора.

Выявить отношение инфузорий к рН в природных условиях крайне сложно, а уловить влияние этого фактора на жизнедеятельность отдельных видов в природе крайне сложно. Проведенные нами исследования показали, что общее увеличение численности инфузорий происходит при слабощелочной, близкой к нейтральной, активной реакции внешней среды. Дальнейшее увеличение рН до 7,8 резко лимитирует количественное развитие инфузорий.

Следует отметить, что представители некоторых родов, например, виды родов *Euplotes* и *Aspidisca* мы несколько раз отмечали при рН, выше 8.5 при достаточно высокой численности

и при значениях pH 4,7, что дает основание отнести этих инфузорий к группе эврионных, т. е. обитающих в широком диапазоне этого показателя.

Несмотря на то, что свободноживущие инфузории локализуются в толще бентоса в водоемах, надо помнить, что эта группа одноклеточных животных может существовать только при наличии воды. В бентосе они живут на поверхности и в полостях, заполненных водой, т.е. окружающая бентических инфузорий внешняя среда в конечном счете представляет собой воду. Определить отношение свободноживущих инфузорий к состоянию газового режима в естественных условиях крайне сложно. Собранные нами данные позволили сделать некоторые общие выводы. Выяснилось, что ухудшение кислородного режима сильно ингибирует физиологические параметры инфузорий (питание, осморегуляция, движение). В литературе есть противоречивые сведения о возможности переносить инфузориями временного отсутствия кислорода. Нами был проведен простейший опыт. Проба с сапропелевым илом с высокой плотностью инфузорий сапропелебионтов, представителей родов *Metopus* и *Brachonella*, была плотно закрыта 2 дня. Хотя принято, что сапропелебионты могут обходиться без растворенного в воде кислорода или довольствоваться его мизерным содержанием, оказалось, что в результате большинство инфузорий в этой пробе локализовались в поверхностном слое воды, где еще сохранился растворенный в воде кислород. Следовательно, даже самым выносливым к недостатку кислорода видам инфузорий некоторое его наличие необходимо. В настоящее время доказано, что устойчивость свойственна только тем видам инфузорий, которые содержат в плазме эндосимбионтов выделяющих кислород.

Пищевые взаимоотношения свободноживущих инфузорий изучены крайне слабо, хотя этот вопрос имеет огромное не только научное, но и прикладное значение, поскольку сейчас уже доказана большая роль инфузорий в процессах продукции и деструкции органического вещества в почвах.

Расчетным способом установлено, что в рационе свободноживущих инфузорий одноклеточные водоросли составляют примерно одну треть всего пищевого комка, причем многие виды инфузорий типичные альгофаги, развивающиеся почти исключительно за счет диатомовых и перидиниевых водорослей, проявляя при этом заметную избирательность. Благодаря разнообразию морфологии диатомовых водорослей их потребление различными консументами, в том числе и инфузориями достаточно селективно, и можно говорить о имеющей место избирательности. По оценкам специалистов простейшие всех групп потребляют примерно 50% продукции водорослей, в том числе и в пресноводных экосистемах. Тем самым, участвующие в трансформации органической материи в первичных звеньях пищевых цепей, свободноживущие бентические инфузории активно вовлечены в биологические процессы водных экосистем.

По нашим данным, разнообразие условий в пресных водоемах, которое обусловлено климатом региона, его топографией, типом вод, а также другими гидрологическими и гидрохимическими условиями, являются главными условиями для богатого видового разнообразия пресноводной бентической цилиофауны.

Состав пищи свободноживущих инфузорий нами изучался, как *in vivo*, путем микроскопирования заглоченных организмов в цитоплазме живых особей так и просмотром фиксированных клеток, в том числе и на импрегнированных серебром тотальных препаратах. Было установлено, что в рационе Chilodonellidae мелкие диатомовые водоросли имеют большое значение. Например, при просмотре живых особей *Trithigmostoma steini* в их цитоплазме было отмечено от 31 до 45 клеток диатомовых *Navicula sp.* Было отмечено, что и представители других таксономических групп также активно питаются диатомовыми

водорослями. Среди них представители *Frontonia* в эндоплазме которых отмечалось от 11 до 36 заглоченных растительных клеток. Питание многих представителей равноресничных инфузорий диатомовыми и зелеными водорослями отмечалось ранее и другими авторами [5, 6].

К типичным фитофагам относятся и представители семейства *Nassulidae*. Мелкие колониальные жгутиковые *Synura sp.* и *Dinobryon sp.* по нашим наблюдениям активно используются как бактериофагами, так и фитофагами. Эти жгутиковые являются практически универсальным пищевым объектом. Видимо это результат способа питания пассивной фильтрацией, наблюдаемой у многих видов инфузорий.

С другой стороны, сами свободноживущие инфузории являются пищевым объектом крупных хищных видов, представителей семейства *Trachelidae*, таких как, *Pelagodileptus trachelioides*, *Paradileptus elephantinus* и др. активно питающихся многими инфузориями бактериофагами, так и для многоклеточных гидробионтов, турбеллярий и некоторых *Tardigrada*. Все вышеперечисленные результаты наблюдений показывают какую важную роль и какое многообразие трофических отношений связывают бентических инфузорий с другими группами обитателей бентоса, как растительного, так и животного происхождения.

В заключение следует отметить на современном уровне экологических исследований необходимо проведение детального изучения всех биоценологических связей не только между отдельными видами, но и между популяциями различных животных групп гидробионтов.

Благодарим заведующего лабораторией протозоологии, члена-корреспондента НАН Азербайджана И. Х. Алекперова за его опыт и помощь во всех аспектах нашего исследования

Список литературы:

1. Агамалиев Ф. Г. Инфузории Каспийского моря: систематика, экология, зоогеография. Ленинград: Наука, 1983. 232 с.
2. Алекперов И. Х. Новая модификация импрегнации кинетома инфузорий протеинатом серебра // Зоологический журнал. 1992. №2. С.130-133.
3. Алекперов И. Х. Атлас свободноживущих инфузорий (Классы Kinetofragminophora, Colpodea, Oligohyumenophorea, Polyhyumenophora). Баку: Борчалы, 2005. 310 с.
4. Алекперов И. Х. Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение). Баку: Элм, 2012. 520 с.
5. Alekperov I. Food Relationship of Freshwater Ciliates with other Hydrobionts // Progress of Protistology: VI International Congress of Protozoology. Warszawa, 1981, p. 9.
6. Alekperov I., Snegovaya N., Tahirova E. The cadastre of free-living ciliates and testate amoebae of Azerbaijan // Protistology. 2017. V. 11. №2, p. 57-129.
7. Chatton E., Lwoff A. Impregnation, par diffusion argentine, de l'infuciliature des Ciliesmarins et d'eau douce, apres fixation cytologique et sans dessiccation // C. R. Soc. Biol. Paris, 1981, V. 104, p. 834-836.

References:

1. Agamaliyev, F. G. (1983). Infuzorii Kaspiskogo morya: sistematika, ekologiya, zoogeografiya. Leningrad, Nauka, 232. (in Russian).
2. Alekperov, I. X. (1992). Novaya modifikaciya impregnacii kinetoma infuzorij proteinatom serebra. *Zoologicheskij zhurnal*, (2), 130-133. (in Russian).
3. Alekperov, I. X. (2005). Atlas svobodnozhivushhix infuzorij (Klassy Kinetofragminophora,

Colpodea, Oligohymenophorea, Polyhymenophora). Baku. (in Azerbaijani).

4. Alekperov, I. X. (2012). Svobodnozhivushhie Infuzorii Azerbajdzhana (ekologiya, zoogeografiya, prakticheskoe znachenie). Baku. (in Azerbaijani).

5. Alekperov, I. (1981). Food Relationship of Freshwater Ciliates with other Hydrobionts. *Progress of Protistology: VI International Congress of Protozoology, Warszawa, 9*.

6. Alekperov, I., Snegovaya, N., & Tahirova, E. (2017). The cadastre of free-living ciliates and testate amoebae of Azerbaijan. *Protistology, 11(2)*, 57-129.

7. Chatton, E., & Lwoff, A. (1981). Impregnation, par diffusion argentine, de l'infuciliature des Ciliesmarins et d'eau douce, apres fixation cytologique et sans dessication. *C. R. Soc. Biol. Paris, 104*, 834-836.

Работа поступила
в редакцию 24.06.2022 г.

Принята к публикации
28.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Тагирова Э. Н., Ахмедова Н. А. Биоразнообразие инфузорий в бентосе пресных водоемов Ленкоранской природной области // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №8. С. 33-41. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/05>

Cite as (APA):

Tahirova, E., & Ahmadova, N. (2022). Biodiversity of Benthic Ciliates of Fresh Waters of Lankaran Natural Area. *Bulletin of Science and Practice, 8(8)*, 33-41. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/81/05>