



УДК 593.17 (479.24)

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННЫХ ИНФУЗОРИЙ САМУР-ЯЛАМИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

SEASONAL DYNAMICS OF SOIL CILIATES OF SAMUR-YALAMA NATIONAL PARK

И.Х. Алекперов¹, В.Ф. Мамедова²

I.Kh. Alekperov¹, V.F. Mamedova²

¹Институт зоологии НАН Азербайджана, Баку,
ул. А. Аббасова, 1128 квартал, 504 проезд, Баку AZ1073 Азербайджан

²Гянджинский государственный университет,
ул. Хатаи, 187, Гянджа, Азербайджан

¹Institute of Zoology NAN,
A. Abbasov str., section 1128, passage 504, Baku AZ1073 Azerbaijan

²Ganja State University,
Khatai str., 187, Ganja, Azerbaijan

Резюме. В статье приведена сезонная динамика, а также сравнение видового состава и анализ структурных сообществ почвенных инфузорий.

Abstract. The article describes the seasonal dynamics, as well as a comparison of the species composition and structural analysis of communities of soil ciliates.

Methods. Assembled with standard collection points soil samples delivered to the laboratory for further processing. Comparison of species composition of soil ciliates two different sites was carried out by Czekanowski-Sorensen, and to analyze the community structure of soil ciliates are normally used in environmental studies-dominance indices Simpson, Margalef species diversity.

Results. Studies have shown that the species composition and abundance of soil ciliates individual species consistently changing seasons of the year. In general it can be noted that the total number of seasonal dynamics of soil ciliates is a bimodal curve with peaks in spring and autumn and minima in winter and summer.

Main conclusions. Species composition and the total number of soil ciliates in the territory of the Samur-Yalama National Park varies both qualitatively and quantitatively depending on the time of year. Some regularities in the change of species of soil ciliates in forest soils Samur - Yalama National Park. Studies have shown the presence of certain seasonal faunal assemblages in communities of soil ciliates. The qualitative and quantitative distribution of ciliates pedobionts affect environmental factors (both abiotic and biotic) causing microzonation distribution of these free-celled animals within a few centimeters.

Ключевые слова: простейшие, инфузории, Самур-Яламинский национальный парк.

Keywords: protozoans, ciliates, Samur-Yalama National Park.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение почвенных простейших, в частности инфузорий, в Азербайджане началось значительно позже, чем их водных форм. Это объясняется следующими причинами. Во-первых, ранние исследования проводились крайне примитивными методами, таксономическая идентификация проводилась только на основании изучения *in vivo*, без применения методов импрегнации кинетома серебром. В результате несколько проведенных в 60–80-х годах XX века исследований почв различных районов Азербайджана не выявили видового разнообразия свободноживущих инфузорий на должном уровне. Достаточно сказать, что с конца 80-х до середины 90-х годов XX века в почвах Азербайджана был отмечен лишь 31 вид инфузорий, из которых до вида было определено лишь 17 (Алекперов, 2012).

В начале XXI века в Азербайджане проведен ряд методически современных исследований свободноживущих инфузорий почв различных регионов (Alekperov, 2000; Алекперов, Ахмедова, 2002; Алекперов, 2005). Однако до сих пор фауна и экология поч-



венных инфузорий многих регионов Азербайджана не изучены и необходимо проведение новых современных исследований.

Исходя из вышеизложенного, нами было проведено плановое изучение сезонной динамики видового состава и численности почвенных инфузорий Самур-Яламинского национального парка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Собранные со стандартных точек сбора (рис. 1) почвенные пробы доставлялись в лабораторию для дальнейшей обработки. Всего было исследовано 776 почвенных проб, собранных в период 2012–2014 годов. Почвенные образцы объемом 1 см^3 заливались дистиллированной водой. Численность отдельных видов инфузорий определялась просчитыванием под биноклем в камере Богорова с последующим пересчетом на 1 дм^2 . Сложные для определения виды почвенных инфузорий для уточнения видовой принадлежности отлавливались микрокапиллярами и фиксировались в фиксаторе Шампи или Буена с последующей импрегнацией кинетома нитратом (Chattonet, Lwoff, 1930) или протеинатом серебра (Алекперов, 1992).

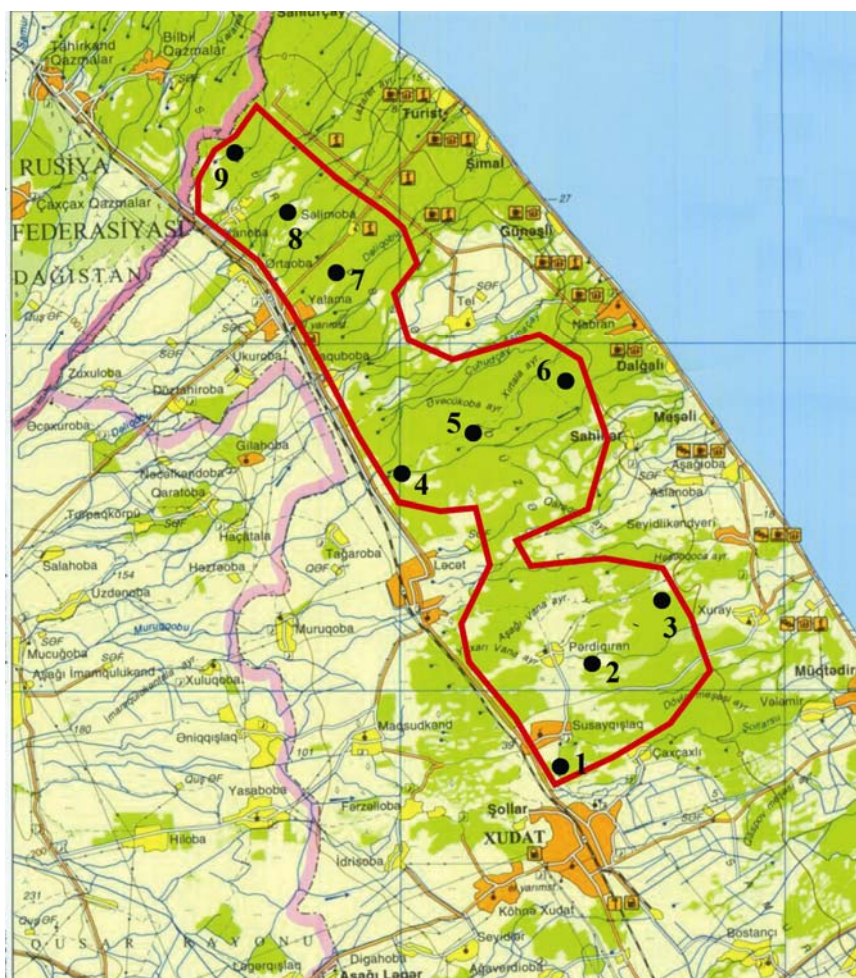


Рис. 1. Точки сбора почвенных проб с территории Самур-Яламинского национального парка



Сравнение видового состава инфузорий двух различных почвенных участков проводилось по Чекановскому – Серенсену, а для анализа структуры сообществ почвенных инфузорий применялись обычные в экологических исследованиях индексы доминантности Симпсона, видового разнообразия Маргалефа. Для сравнения видового состава инфузорий нескольких почвенных участков Самур-Яламинского парка использовался кластерный анализ Брея – Кертиса.

Обработка и вычисление всех вышеперечисленных экологических параметров осуществлялись с помощью компьютерной программы «Biodiversity Professional».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования показали, что видовой состав почвенных инфузорий и численность отдельных видов последовательно меняются по сезонам года. В целом можно отметить, что сезонная динамика общей численности почвенных инфузорий представляет собой двухвершинную кривую с максимумами весной и осенью и минимумами зимой и летом (рис. 2).

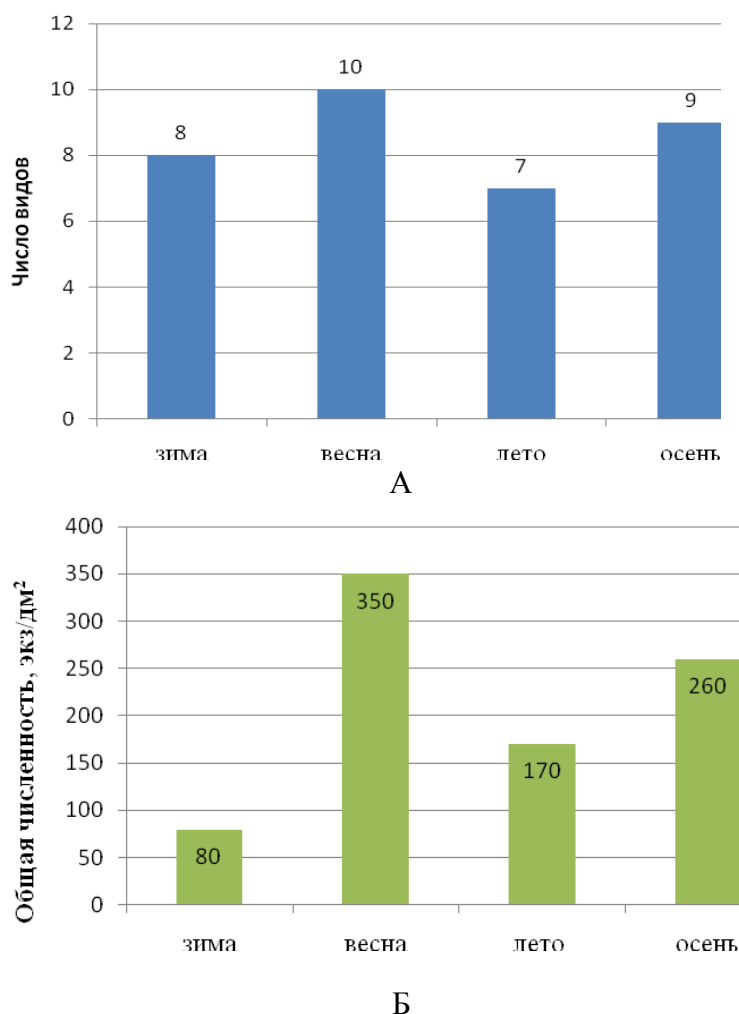


Рис 2. Сезонная динамика видового состава (А) и общей численности (Б) почвенных инфузорий



В то же время следует отметить, что для каждого сезона года характерны определенные сообщества видов инфузорий. Так, например, в зимнее время, когда общая численность почвенных инфузорий крайне низка, сообщество почвенных инфузорий представлено лишь единичными видами следующих родов: *Avestina*, *Microdiaphanosoma*, *Bresslaua*, *Tillina*, *Colpoda* и *Colpodium*. Общая численность этих инфузорий в целом не превышает 60–110 экз./дм². Интересно, что в зимнее время большая часть инфузорий отмечалась нами в почвенных горизонтах 10–15 см, то есть в более защищенных от низкой зимней температуры слоях почвы.

С наступлением весны, с общим повышением температуры окружающей среды и увеличением влажности почвы за счет таяния снега и осадков видовое разнообразие в почвенных сообществах Самур-Яламинского национального парка значительно увеличивается. Большая часть представителей родов, отмеченных в зимнее время, сохраняется в почвенных сообществах и значительно увеличивает свою численность. Однако кроме этих фоновых видов в весенний сезон в почвенных сообществах Самур-Яламинского национального парка нами были отмечены многочисленные представители брюхоночных инфузорий. Среди них наиболее характерны для весеннего комплекса представители родов *Aspidisca*, *Paraholosticha*, *Histiculus*, *Kahliella*, *Trachelochaeta* и др.

Максимальная общая численность сообщества инфузорий весеннего комплекса отмечалась в середине апреля и равнялась 380 экз./дм². Анализ данных по вертикальному распределению почвенных инфузорий показал, что с повышением температуры окружающей среды и прогрева почвы наблюдается активная миграция большинства представителей сообщества почвенных инфузорий в верхние слои почвы, а также в лесную подстилку. На наш взгляд, помимо температурного фактора в данном случае играет роль и большая влажность поверхностных слоев лесной почвы в весеннее время. Еще одной интересной закономерностью распределения и состава сообщества почвенных инфузорий весеннего комплекса является наличие в сообществе целого ряда факультативных видов, которые обычно встречаются в водах пресных водоемов. Мы объясняем это высокой влажностью (65 % и выше) весенней лесной почвы за счет таяния снега и обычных в это время года осадков. Высокая влажность поверхностных слоев создает возможность временного присутствия в инфузорных почвенных сообществах целого ряда крупных (свыше 150 мк) представителей пресноводной фауны. На наш взгляд, есть еще один важный экологический фактор. Общеизвестно, что как среда обитания для простейших, и в первую очередь инфузорий, почва это сложная система микроводоемов. При высокой влажности почвенные микропустоты заполнены водой и представляют для инфузорий систему соединенных между собой микроаквариумов. С другой стороны, чем глубже почвенный горизонт, тем меньше размер почвенных пустот, поскольку с глубиной плотность почвы увеличивается, а размеры пустот, соответственно, уменьшаются. На наш взгляд, именно этим объясняется тот факт, что обычно крупные факультативные виды инфузорий почвенного сообщества, как правило, локализуются в самых поверхностных рыхлых слоях почвы и лесной почвенной подстилки.

Сообщество почвенных инфузорий в летний сезон имеет свои характерные особенности. В это время общая численность почвенных инфузорий заметно снижается и в зависимости от участка леса не превышает 170 экз./дм². В летний сезон в почвенных инфузорных сообществах с уменьшением влажности верхних слоев почвы наблюдается локализация инфузорий в более глубоких и сохранивших влагу слоях, обычно 10–25 см. Второй важной особенностью сообщества почвенных инфузорий в летний сезон является полное в нем доминирование типично почвенных мелких форм, как, например, представителей родов *Cyclidium*, *Homalogastra*, *Uronema*, *Plagiocampa*, *Protocyclidium* и *Stegochilum*. Нетрудно заметить, что все эти инфузории являются в подавляющем большинстве бактериофагами, а проведенные исследования показали, что почвенные инфузории концентрировались вблизи корневой системы растений, питаются отмершими растительными остатками и развивающимися здесь бактериями.

Анализ данных осеннего периода показал, что, начиная со второй половины сентября, наблюдается общий рост суммарной численности почвенных инфузорий до мак-



симума 260 экз./дм². В этот период происходят заметные изменения и в видовом составе сообщества почвенных инфузорий. Часть видов, отмеченных в летний сезон, или постепенно уменьшает численность, встречаясь на отдельных точках сбора единичными экземплярами, или же полностью замещается другими видами, достигающими достаточно высокой численности и к середине октября составляющими ядро осенних сообществ почвенных инфузорий Самур-Яламинского национального парка. Среди исчезающих осенью инфузорий в первую очередь следует отметить представителей *Plagiocampa* и *Stegochilum*. Остальные мелкие представители родов *Homalogastra*, *Uronema* и *Cyclidium* заметно смещаются в более глубокие почвенные горизонты, встречаясь единичными экземплярами в почвенных пробах с 20–30 см глубины. Следует отметить появление в лесной подстилке и верхних горизонтах лесной почвы ряда крупных пресноводных видов. Однако, в отличие аналогичного явления весной, осенью появляющийся набор факультативных пресноводных видов сильно отличается. Среди них численно выделяются представители родов *Frontonia*, *Dextrotricha*, *Urostyla* и *Birojimia*, сохраняющихся в почвенных сообществах инфузорий до середины ноября. Однако с конца ноября практически на всех точках сбора на территории Самур-Яламинского национального парка отмечалось резкое уменьшение видового разнообразия в почвенных сообществах инфузорий. С этого времени в пробах повсеместно попадались лишь единичные экземпляры типично зимнего сообщества почвенных инфузорий.

Таким образом проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Видовой состав и общая численность почвенных инфузорий на территории Самур-Яламинского национального парка изменяется как в качественном, так и в количественном отношении в зависимости от времени года.

В качественном отношении это выражается в последовательном замещении одних видов инфузорий другими в составе почвенных сообществ. Для весеннего и осеннего комплексов сообществ почвенных инфузорий характерно появление в сообществах большого количества факультативных, как правило, крупных (свыше 100 мк.) видов, обычно населяющих пресные воды. В обоих случаях их появление в сообществах связано в резком увеличении влажности поверхностных слоев почвы и почвенной подстилки за счет весенних и осенних атмосферных осадков, что делает условия существования в верхних, богатых пустотами слоях почвы, близкими к пресным водам.

2. В то же время следует отметить некоторые закономерности в смене ряда видов почвенных инфузорий в лесных почвах Самур-Яламинского национального парка. Проведенные исследования показали наличие определенных сезонных фаунистических комплексов в сообществах почвенных инфузорий:

а) Комплекс эврибионтных видов, встречающихся в почвах практически круглогодично. В основном это мелкие, типично почвенные инфузории, которые в холодный зимний и жаркий летний периоды перемещаются с поверхностных слоев почвы вглубь, но присутствуют в почвенных сообществах круглогодично. Среди них следует отметить в первую очередь представителей таких родов, как *Avestina*, *Microdiphanosoma*, *Colpoda*, *Tillina* и некоторые виды *Cyclidium*.

б) Комплекс эврибионтных видов, факультативных в весенних и осенних сообществах почвенных инфузорий. Это, как правило, достаточно крупные (свыше 100 мк.) виды, обычные в пробах из пресных водоемов. Инфузории этого фаунистического комплекса обычны в периоды максимальной влажности лесной почвы, то есть в весенний и осенний сезоны, и встречаются главным образом в пробах лесной подстилки и верхних (0–5 см) слоев почвы.

Как уже отмечалось, мы объясняем их недолгое присутствие в почвенных сообществах максимальной влажностью лесной почвы в период весенних и осенних атмосферных осадков, что делает условия обитания в почвах близкими к водным. Сюда относятся в основном крупные *Hypotrichida*, а также представители родов *Platyophrya*, *Grossglockneria*, *Calypotricha* и др.



в) Комплекс стенобионтных видов, присутствующих в почвенных сообществах не более 2 недель, обычно в начале весны и осеннего сезонов. Это достаточно многочисленная группа, по нашим оценкам, к ней относятся примерно 120 видов инфузорий самых различных таксонов. Представители этого фаунистического комплекса обуславливают своим массовым, но кратковременным, развитием весенне-осенние максимумы общей численности в почвенных сообществах. Характерно, что для весеннего и осеннего фаунистических комплексов видовой состав инфузорий этой группы различен. Крайне редко, когда представители весеннего фаунистического комплекса нами отмечались и осенью и наоборот.

Кроме того, в каждый исследованный весенний и осенний сезоны нами отмечалось обычно не более 25–30 видов, то есть многие виды встречались крайне редко, а, возможно, временами имели настолько низкую численность, что не регистрировались. В то же время из года в год инфузории этой группы – обычно 5–15 видов – обуславливают своим массовым развитием весенние и осенние максимумы общей численности в почвенных сообществах Самур-Яламинского национального парка. Объяснить причины появления и массового развития тех или иных видов почвенных инфузорий этого фаунистического комплекса пока не представляется возможным. Однако наши предыдущие многолетние исследования выявили аналогичную картину и для сезонных комплексов водных инфузорий (Алекперов, 2012). Многолетние наблюдения в одних и тех же точках сборов показали, что кратковременное массовое развитие того или иного вида в сообществах инфузорий пресных вод объясняется комплексом причин, главными из которых являются трофический и температурный факторы. Кроме того, оказалось, что для стенобионтных видов этого экологического комплекса помимо вышеупомянутых факторов важны оптимальный и газовый режим, в первую очередь содержание растворенного в воде кислорода и РН-среды.

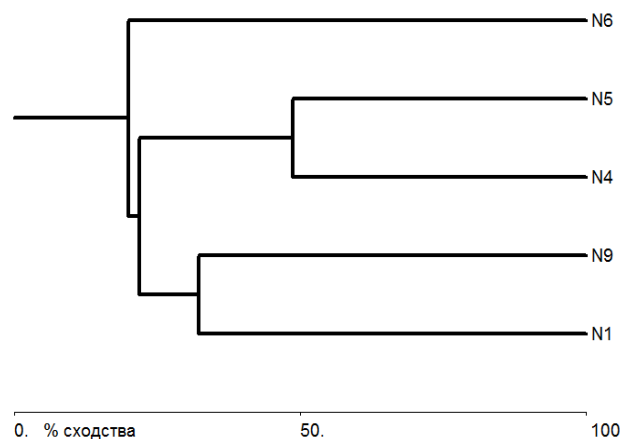


Рис. 3. Дендрограмма сходства различных почвенных участков Самур-Яламинского национального парка

По нашему мнению, для видового состава и количественного развития в почвенных сообществах инфузорий играют главную роль те же факторы, что и в их пресноводных сообществах.

Известно, что свободноживущие инфузории крайне быстро реагируют на малейшие изменения факторов внешней среды, что давно и с успехом, в том числе и в Азербайджане, используется для биотестирования степени загрязнения морских и пресных вод, а также почв нефтью и продуктами нефтедобычи, тяжелыми металлами, а также инсектицидами.



Представленные на рисунке 3 результаты кластерного анализа по Брей – Кертису показали, что наименьшее сходство видового разнообразия было отмечено для самых крайних точек парка 1 и 9 (около 30 %). Наибольшее же сходство выявлено для участков центральной части – 4 и 5 (около 50 %).

Подобные различия в фауне инфузорий-педобионтов помимо разницы между биотопами различных точек парка, возможно, объяснимы и влиянием антропогенного фактора, поскольку наибольшее видовое разнообразие нами обычно отмечалось в почвах, не подверженных какой-либо человеческой деятельности.

В то же время следует отметить, что распределение видового разнообразия и количественная характеристика в сообществах почвенных простейших сильнее всего зависят от конкретных факторов внешней среды, влияющих на микрораспределение в пределах нескольких сантиметров как по горизонтали, так и по вертикали. Сильнейшая мозаичность распределения почвенных инфузорий схожа с такими же закономерностями, ранее изученными в наших предыдущих исследованиях на сообществах инфузорий морских и пресных вод (Alekperov, 1997). Таким образом, на качественное и количественное распределение инфузорий педобионтов влияют факторы внешней среды (как абиотические, так и биотические), обуславливающие микрозональность распределения этих свободноживущих одноклеточных животных в пределах нескольких сантиметров. Приведенные выше данные – результат предварительного анализа, и эти исследования продолжаются и детализируются.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Алекперов И.Х. 1992. Новая модификация импрегнации кинетома инфузорий протеинатом серебра. *Зоологический журнал*. 2: 130–133.
- Алекперов И.Х. 2005. Атлас свободноживущих инфузорий (Классы Kinetofragminophora, Colpodea, Olygohymenophora, Polyhymenophora). Баку: Борчалы. 310 с.
- Алекперов И.Х. 2012. Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение). Баку: Элм. 520 с.
- Алекперов И.Х., Ахмедова Н.А. 2002. Изменение видового обилия и распределения почвенных инфузорий под влиянием некоторых инсектицидов. *Бильги*. 1: 44–48.
- Alekperov I.Kh. 1997. Distributive Microzonality of Freshwater Ciliates in two Reservoirs of Azerbaijan. *Turkish Journal of Biology*. 21: 385–389.
- Alekperov I.Kh. 2000. Freelifving ciliates of pure and soils polluted by constituents of oil lifting at Apsheron Peninsula. *Turkish Journal of Biology*. 24: 309–320.
- Chatton E., Lwoff A. 1930. Impregnation, par diffusion argentique, de l'infuciliature des Ciliesmarins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dessiccation. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie*. 104: 834–836.

REFERENCES

- Alekperov I.Kh. 1992. New modification of the impregnation ciliates kinetome via silver proteinate. *Zoologicheskii zhurnal*. 2: 130–133 (in Russian).
- Alekperov I.Kh. 1997. Distributive Microzonality of Freshwater Ciliates in two Reservoirs of Azerbaijan. *Turkish Journal of Biology*. 21: 385–389.
- Alekperov I.Kh. 2000. Freelifving ciliates of pure and soils polluted by constituents of oil lifting at Apsheron Peninsula. *Turkish Journal of Biology*. 24: 309–320.
- Alekperov I.Kh. 2005. Atlas svobodnozhivushchikh infuzoriy (Klassy Kinetofragminophora, Colpodea, Olygohymenophora, Polyhymenophora) [An Atlas of free-living Ciliates (Classes Kinetofragminophora, Colpodea, Olygohymenophora, Polyhymenophora)]. Baku: Borcali. 310 p. (in Russian).
- Alekperov I.Kh. 2012. Svobodnozhivushchie infuzorii Azerbaydzhana (ekologiya, zoogeografiya, prakticheskoe znachenie) [Free-Living Ciliates of Azerbaijan (Ecology, Zoogeography, Practical Importance)]. Baku: Elm. 520 p. (in Russian).
- Alekperov I.Kh., Akhmedova N.A. 2002. Change of species abundance and distribution of soil ciliates under influence of some insecticides. *Bilgi*. 1: 44–48 (in Russian).
- Chatton E., Lwoff A. 1930. Impregnation, par diffusion argentique, de l'infuciliature des Ciliesmarins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dessiccation. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie*. 104: 834–836.