

••• ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ••• ZOOLOGY AND ECOLOGY •••

UDC: 593.17

Біорізноманіття та структура спільнот ґрунтових інфузорій Талишських лісів південно-східного Азербайджану
Н.А.Ахмедова

У статті наведені дані про фауну ґрунтових інфузорій південно-східного Азербайджану. В результаті досліджень, проведених в 2017–2019 роках, було відзначено 65 видів ґрунтових інфузорій, що належать до 33 родин. Найбільше видове різноманіття інфузорій-педобіонтів спостерігалось в лісових ґрунтах Масалли і Ленкоран. Однак найменша різноманітність видів відзначена в Астаринському регіоні. Найбільше видове різноманіття встановлено для сімейства Colpodidae, з представників якого було відзначено 7 видів. Чотири з них належать до педобіонтного роду *Colpoda*. Майже всі представники цього роду є типово ґрунтовими мешканцями і еврибіонтами з широкою екологічною пластичністю. Крім цього, були відзначені також два види представників роду *Tillina*, також мешканців ґрунтів, але які зустрічаються часом і в прісних водоймах. Потрібно відзначити, що особливі природно-кліматичні умови Ленкоранської природної області наклали свій відбиток на закономірності поширення інфузорій в гірсько-лісових ґрунтах. Акумуляція інфузорій в лісових ґрунтах навесні спостерігається в верхньому горизонті ґрунтової підстилки шару 5 см, влітку в зв'язку зі зменшенням вологості у верхніх шарах спостерігається міграція інфузорій-педобіонтів в глибші шари (10–15 см), а восени із збільшенням опадів і вологості в верхніх ґрунтових горизонтах основна маса ґрунтових інфузорій знову локалізується в лісовій підстилці і в верхньому шарі ґрунтів. Слід також відзначити і ще один специфічний комплекс інфузорій в лісових ґрунтах південно-східного Азербайджану. Ранньою весною і восени, при максимальній вологості лісового ґрунту ми часто відзначали інфузорій, які зазвичай мешкають в прісних водах. Серед них можна відзначити представників таких родів, як *Zosterodasys*, *Nassula*, *Aspidisca*, *Blepharisma*, *Frontonia*, *Urotricha* та ін. Був також обчислений індекс подібності спільнот ґрунтових інфузорій в Талишських лісах Ленкоранського природного району. У дослідженні зроблено спробу порівняти відмінності у спільнотах інфузорій у п'яти різних регіонах південно-східної частини Азербайджану. Аналіз за Бреєм-Кертисом показав, що існує три кластери подібності фауни інфузорій різних досліджених районів південно-східного Азербайджану. Між фаунами високогірних і рівнинних районів спостерігалось менша подібність (52,15–69,00 %).

Ключові слова: інфузорії; південно-східний Азербайджан; Талишські гори; ґрунт; кластерний аналіз Брея-Кертиса; педобіонти; еврибіонти.

The biodiversity and community structure of soil ciliates of Talish forests in south-eastern Azerbaijan
N.A.Ahmadova

New information on the fauna of the soil ciliates of south-eastern Azerbaijan is presented in this article. As a result of surveys conducted in 2017–2019, 65 species of soil ciliates assigned to 33 families were recorded. The highest diversity of pedobiont ciliates was observed in Masalli and Lankaran forest soils. On the other hand, the lowest species diversity was recorded in the Astara region. The highest species diversity was found for the family Colpodidae, of which 7 species were found. Four of them belong to the pedobiont genus *Colpoda*. Almost all representatives of this genus are typically soil species and euribionts with wide ecological plasticity. In addition, two species that are the representatives of the genus *Tillina* were found in soil, but they can be occasionally found in freshwater bodies. It should be noted that the special climatic conditions of south-eastern Azerbaijan impact on the distribution regularity of ciliates in the mountain-forest soils. The accumulation of ciliates in forest soils in spring was observed in the upper horizon of the 5 cm soil litter layer in summer. Due to the decrease in humidity in upper layers, pedobiont ciliate migrates to deeper layers (10–15 cm), and in autumn with the increase in precipitation and humidity in the upper soil horizons, the mass of soil ciliates is again localized in the forest litter and in the upper soil layer. It is also worth noting another specific complex of ciliates in the forest soils of south-eastern Azerbaijan. In early spring and autumn, with the maximum moisture content in the forest soil, we often observed ciliates, which usually dwell in fresh waters. Among them are representatives of such genera as *Zosterodasys*, *Nassula*, *Aspidisca*, *Blepharisma*, *Frontonia*, *Urotricha* etc. The species diversity and community similarity index of soil ciliates in Talish forests of Lankaran natural area were also calculated. The study attempts to compare the difference in ciliates

community among five different regions of south-eastern Azerbaijan. The analysis showed that there are 3 clusters of the similarity of species diversity of ciliate communities. The similarity between the ciliate fauna of the high mountainous regions and fauna of the plain regions was 52.15–69.00 %.

Key words: *ciliates; south-eastern Azerbaijan; Talish Mountains; soil; Bray-Curtis cluster analysis; pedobionts; euribionts.*

Биоразнообразие и структура сообществ почвенных инфузорий Талышских лесов юго-восточного Азербайджана Н.А.Ахмедова

В статье приведены данные о фауне почвенных инфузорий юго-восточного Азербайджана. В результате исследований, проведенных в 2017–2019 годах, было отмечено 65 видов почвенных инфузорий, относящихся к 33 семействам. Наибольшее видовое разнообразие инфузорий-педобионтов наблюдалось в лесных почвах Масаллы и Ленкорана. Однако наименьшее разнообразие видов отмечено в Астаринском регионе. Наибольшее видовое разнообразие отмечено для семейства Colpodidae, из представителей которого было отмечено 7 видов. Четыре из них относятся к педобионтному роду *Colpoda*. Почти все представители этого рода являются типично почвенными обитателями и эврибионтами с широкой экологической пластичностью. Кроме этого, были отмечены также два вида представителей рода *Tillina*, также обитателей почв, но которые встречаются временами и в пресных водоемах. Нужно отметить, что особые природно-климатические условия Ленкоранской природной области наложили свой отпечаток на закономерности распространения инфузорий в горно-лесных почвах. Аккумуляция инфузорий в лесных почвах весной наблюдается в верхнем горизонте почвенной подстилки слоя 5 см, летом в связи с уменьшением влажности в верхних слоях наблюдается миграция инфузорий-педобионтов в более глубокие слои (10–15 см), а осенью с увеличением осадков и влажности в верхних почвенных горизонтах основная масса почвенных инфузорий снова локализуется в лесной подстилке и в верхнем слое почв. Следует также отметить и еще один специфический комплекс инфузорий в лесных почвах юго-восточного Азербайджана. Ранней весной и осенью, при максимальной влажности лесной почвы мы часто отмечаем инфузорий, которые обычно обитают в пресных водах. Среди них можно отметить представителей таких родов, как *Zosterodasys*, *Nassula*, *Aspidisca*, *Blepharisma*, *Frontonia*, *Urotricha* и др. Был также вычислен индекс сходства сообществ почвенных инфузорий в Талышских лесах Ленкоранского природного района. В исследовании предпринята попытка сравнить разницу в сообществах инфузорий в пяти разных регионах юго-восточной части Азербайджана. Анализ по Брея-Кертису показал, что существует 3 кластера сходства фауны инфузорий различных исследованных районов юго-восточного Азербайджана. Между фаунами высокогорных и равнинных районов наблюдалось меньшее сходство (52,15–69,00 %).

Ключевые слова: *инфузории; юго-восточный Азербайджан; Талышские горы; почва; кластерный анализ Брея-Кертиса; педобионты; эврибионты.*

Introduction

Being an important group in nutrient cycling, energy flow and food webs (Christoffersen, González, 2003; Janssen, Heijmans, 1998), soil ciliates participate in the decomposition of benthic residual deposit and the formation and development of soil and accelerate the mineralization processes of carbon, nitrogen and other mineral nutrient elements (Ekelund, Rønn, 1994). As the main bacterial consumers, soil ciliates also have special characteristics such as high respiration, short generation times and rapid multiplication. In the rhizosphere of living plants, protozoa play an important role in the mineralization of mineral nutrient elements (Jing Li et al., 2010). Organic matter released by plants could stimulate bacterial and ciliate activity in the root zone leading to mineralization of organic soil nitrogen and assimilation by plants. On other hand, the growth of plants may also significantly affect the soil quality and ciliate community. The plant roots and soil ciliate community are interdependent. Moreover, they are good bioindicators of soil environments (Foissner, 1987, 1997, 1999). It is important to study the community structure of soil ciliates and their significance in soil environments, to have a better understanding of the function of the ecosystem. The present study aims to investigate the species abundance, biodiversity and community similarity index of soil ciliates in Talish forests of Lankaran natural area. The study also attempts to compare the difference in ciliates community among five different regions of south-eastern part of Azerbaijan.

Methodology

The material was collected seasonally in 2017–2019 years from different parts of the forest zone of the south-eastern Azerbaijan, which is known as a region of humid subtropics (Fig. 1).

In total, over 230 soil samples were collected and processed during the research. The collection of soil samples from the surface was carried out by small plastic containers. For studying the distribution of ciliates in deeper layers, 3 cm in diameter and 30 cm long metal tube was driven into the soil. Some of the collected samples were processed in the field, and the main part was delivered to the laboratory and processed according to standard methods (Aleksperov, 2005). To identify the species composition, methods of impregnation of infrastructure by silver nitrate (Chatton, Lwoff, 1930) and protargol (Aleksperov, 1992) were used. Quantitative accounting was carried out using the Bogorov chamber. Taxonomic identification of ciliates was carried out according to the monographs of Foissner (Foissner, 1992) and Aleksperov (Aleksperov, 2005).



Fig. 1. The sampling points in Talish forests

Results and discussion

In total, 65 species of free-living ciliates belonging to 33 families were found. The species composition and distribution of soil ciliates by collection points are presented in table 1.

As can be seen from the table, the greatest species diversity (47 species) was observed in forest soils in Masallı region. Lankaran where 43 species were recorded was next in species diversity. And the lowest species diversity was observed in Astara (26 species).

The table indicates that the greatest species diversity was found in the family Colpodidae of which 7 species were recorded. Four of them belong to the pedobiont genus *Colpoda*. Almost all representatives of this genus are typically soil species and euribionts with wide ecological plasticity. In addition, two species that are the representatives of the genus *Tillina* were found to be inhabitants of soil in spite the fact that they can be occasionally found in freshwater bodies. Characteristically, those representatives of *Tillina* and *Colpoda* were found at all sampling points of our research and almost a

whole year, sometimes falling out of soil communities only in the winter period. Thus, on the basis of the obtained data, we attribute representatives of the *Tillina* and *Colpoda* genera to background species, unlike *Bresslaua dissimilis*, which, although it is also a pedobiont, belongs to rare species that are present in soil communities in very low numbers.

It should be noted that the special climatic conditions of south-eastern Azerbaijan impact on the distribution regularity of ciliates in the mountain-forest soils. The accumulation of ciliates in forest soils in spring is observed in the upper horizon of the 5 cm soil litter layer. In summer due to a decrease in humidity in the upper layers, pedobiont ciliates migrate to deeper layers (10–15 cm) and in autumn with an increase in precipitation and humidity in the upper soil horizons, the mass of soil ciliates is again localized in the forest litter and in the upper soil layer. It is also worth noting another specific complex of ciliates in the forest soils of south-eastern Azerbaijan. In early spring and autumn, with the maximum moisture content in the forest soil, we often observed ciliates that usually dwell in fresh waters. Among them there are representatives of such genera as *Zosterodasys*, *Nassula*, *Aspidisca*, *Blepharisma*, *Frontonia*, *Urotricha* etc. This is explained by the fact that at high humidity of forest soils, in its upper horizons, cavities between soil particles are completely filled with precipitation water. Thus, in the upper layers of forest soil, especially in the forest litter during the period of maximum moisture, the habitat conditions become similar to fresh water.

Table 1.
Species composition and distribution of ciliates in forest soils of south-eastern Azerbaijan

Species		Sampling points				
		1	2	3	4	5
Order Heterotrichida Stein, 1859						
Fam. Blepharismidae Jankowski in Small et Lynn, 1985						
1.	<i>Blepharisma hyalinum</i> Perty, 1849	+	+			+
2.	<i>B. dileptus</i> Kahl, 1928	+	+			+
3.	<i>B. salinarum</i> Florentin, 1899		+	+		+
4.	<i>B. tardum</i> Kahl, 1928	+			+	
5.	<i>B. steini</i> Kahl, 1932	+	+	+	+	+
Fam. Spirostomatidae Stein, 1867						
6.	<i>Spirostomum minus</i> Roux, 1901	+		+		+
7.	<i>S. teres</i> Claparede et Lachmann, 1858				+	
Fam. Condylomatidae Kahl in Dofflein and Reichenov, 1927						
8.	<i>Condylostoma kasymovi</i> Alekperov, 1984	+		+		+
9.	<i>C. arenarium</i> Spiegel, 1926	+	+			
Fam. Climacostomidae Repak, 1972						
10.	<i>Climacostomum emarginatum</i> Stokes, 1885	+				
Order Hypotrichida Stein, 1859						
Fam. Kahliliidae Tuffrau, 1979						
11.	<i>Kahliliella acrobates</i> Horvath, 1932		+			+
12.	<i>K. microstoma</i> Alekperov, 1985		+		+	
Fam. Holostichidae Faure-Fremiet, 1961						
13.	<i>Holosticha azerbaijanica</i> Alekperov and Asadullayeva, 1999	+				
14.	<i>H. grisea</i> Kahl, 1932			+		
Fam. Bakuellidae Jankowski, 1979						
15.	<i>Pseudobakuella alveolata</i> Maupas, 1883	+	+			
Fam. Urostylidae Butschli, 1889						
16.	<i>Urostyla marina</i> Kahl, 1932	+	+			
Fam. Oxytrichidae Ehrenberg, 1838						
17.	<i>Oxytricha fallax</i> Stein, 1859		+			+
18.	<i>O. ovalis</i> Kahl, 1932		+			+
19.	<i>O. chlorelligera</i> Kahl, 1932	+	+			
Order Euplotida Jankowski, 1980						
Fam. Euplotidae Ehrenberg, 1838						
20.	<i>Euplotes charon</i> Müller, 1786	+	+		+	+

Table 1, continuation

	Fam. Aspidiscidae Ehrenberg, 1838					
21.	<i>Aspidisca fusca</i> Kahl, 1928				+	+
	Order Metopida Jankowski, 1980					
	Fam. Lacrymariidae Foissner, 1983					
22.	<i>Lacrymaria coronata</i> Clap. et L., 1858			+		+
23.	<i>L. acuta</i> Kahl, 1933	+	+			
	Order Chlamyodontida Deroux, 1976					
	Fam. Chilodonellidae Deroux, 1970					
24.	<i>Trighigmostoma cucullulus</i> Müller, 1786	+		+	+	
	Fam. Chlamyodontidae Stein, 1859					
25.	<i>Chlamyodon mnemosine</i> Ehrenberg, 1857			+	+	
26.	<i>C. rectus</i> Ozaki and Yagiu, 1941			+		
	Order Nassulida Jankowski, 1968					
	Fam. Nassulidae de Fromental, 1874					
27.	<i>Nassula citrea</i> Kahl, 1930			+		+
	Fam. Colepidae Ehrenberg, 1838					
28.	<i>Coleps hirtus</i> Müller, 1786	+	+	+		
	Fam. Holophryidae Perty, 1852					
29.	<i>Holophrya vorax</i> Bragesco, 1960	+	+			+
	Fam. Placalidae Song and Wilbert, 1989					
30.	<i>Placal longinucleatus</i> Song and Wilbert, 1989	+		+	+	
	Fam. Prorodontidae Kent, 1880					
31.	<i>Pseudoprorodon ovum</i> Ehrenberg, 1833	+	+			
32.	<i>P. ellipticus</i> Kahl, 1932			+		+
	Fam. Urotrichidae Small et Lynn, 1989					
33.	<i>Urotricha turanica</i> Alekperov, 1977	+	+		+	+
34.	<i>U. armata</i> Kahl, 1931	+			+	+
35.	<i>U. sphaerica</i> Groliere, 1977				+	+
	Fam. Acropisthiidae Foissner, 1988					
36.	<i>Chaenea tessellata</i> (Kahl, 1935) Dragesco, 1965			+		+
37.	<i>C. teres</i> (Dujardin, 1841) Kahl, 1881	+		+	+	
38.	<i>C. robusta</i> Kahl, 1930			+		+
	Order Scuticociliatida Small, 1967					
	Fam. Loxocephalidae Jankowski, 1964					
39.	<i>Sathrophilus agitatedus</i> Corliss, 1960	+	+		+	
40.	<i>S. mobilis</i> Kahl, 1931	+	+	+		+
41.	<i>Cinetochilum margaritaceum</i> Ehrenberg, 1831			+		+
	Order Philasterida Small, 1967					
	Fam. Cyclidiidae Ehrenberg, 1838					
42.	<i>Homalogastra setosa</i> Kahl, 1926	+	+			+
	Fam. Enchelyidae Ehrenberg, 1838					
43.	<i>Enchelyodon sulcatus</i> Kahl, 1930	+	+			+
44.	<i>E. lencoranica</i> Alekperov, 1984	+		+		+
	Fam. Spathidiidae Kahl in Dofflein and Reichenov, 1929					
45.	<i>Spathidium procerum</i> Kahl, 1930	+	+	+		
	Fam. Tracheliidae Ehrenberg, 1838					
46.	<i>Dileptus falciformis</i> Kahl, 1932			+		+
47.	<i>D. sulcata</i> Claparede et Lachmann, 1885				+	+
	Order Parastomatida Jankowski, 2007					
	Fam. Pleuronematidae Kent, 1881					
48.	<i>Pleuronema coronatum</i> Kent, 1881	+		+	+	
49.	<i>P. crassum</i> Dujardin, 1836			+	+	+
	Order Microthoracida Jankowski, 1967					
	Fam. Microthoracidae Wrzesniowski, 1870					
50.	<i>Microthorax pusillus</i> Engelmann, 1862			+		+
	Order Synhymeniida Puytorac et al., 1974					
	Fam. Orthodonellidae Jankowski, 1968					
51.	<i>Zosterodasys agamalievi</i> Deroux, 1978	+			+	+

Table 1, continuation

52.	<i>Z. cantabrica</i> Fernandez-Leborans and Alekperov, 1996			+		+
Order Colpodida Puytorac et al., 1974						
Fam. Colpodidae Bory de St. Vincent, 1826						
53.	<i>Bresslaia dissimilis</i> Alekperov, 1985	+	+	+		
54.	<i>Tillina magna</i> Gruber, 1879	+	+	+	+	+
55.	<i>T. minor</i> Alekperov, 1985	+	+	+	+	+
56.	<i>Colpoda cucullus</i> Müller, 1786	+	+	+	+	+
57.	<i>C. inflata</i> Stokes, 1885	+	+	+	+	+
58.	<i>C. bifurcata</i> Alekperov, 1993	+	+	+	+	+
59.	<i>C. steini</i> Maupas, 1883	+	+	+	+	+
Order Peniculida Faure-Fremiet in Corliss, 1956						
Fam. Frontoniidae Kahl, 1926						
60.	<i>Frontonia arenaria</i> Kahl, 1933	+	+			+
61.	<i>F. macrostoma</i> Dragesco, 1960	+	+			+
Fam. Parameciidae Dujardin, 1840						
62.	<i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg, 1838	+	+	+	+	+
63.	<i>P. woodruffii</i> Wenrich, 1928	+	+			+
Fam. Turaniellidae Didier, 1971						
64.	<i>Colpidium colpoda</i> Losana, 1829	+	+	+	+	+
65.	<i>C. striatum</i> Stokes, 1886	+	+	+		
	Total	43	47	30	26	37

Notes: 1 – Lankaran, 2 – Masalli, 3 – Lerik, 4 – Yardimli, 5 – Astara.

Figure 2 presents the results of the cluster analysis of the similarity of species diversity of soil ciliate communities of Talish forests. As can be seen from Fig. 2, the highest similarity of species diversity (69%) was observed among three collection points – Astara, Masalli and Lankaran regions. The similarity of these three points with the Lerik districts was 60.27%. Comparison of the Lerik forest ciliate fauna with the Yardimli fauna also demonstrated their large similarity, 52.15%.

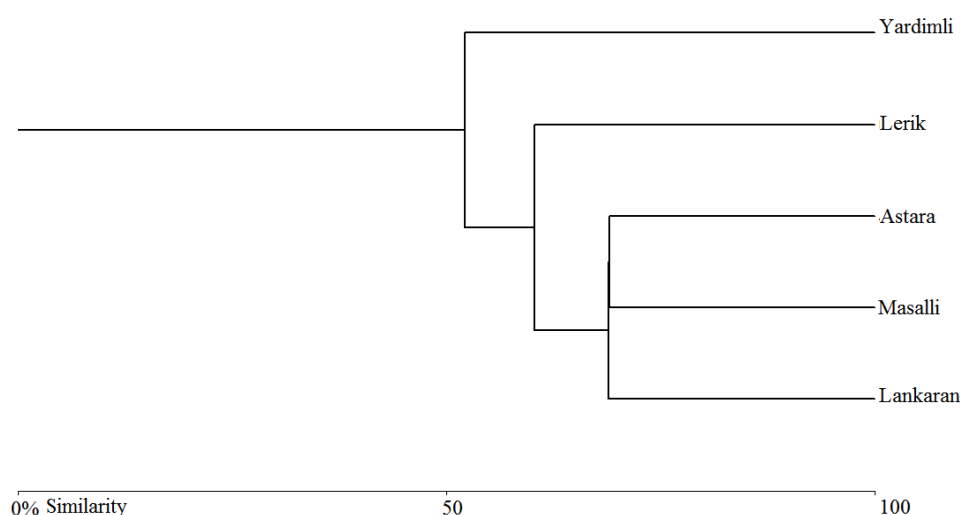


Fig. 2. The similarity of species diversity of ciliate communities in different parts of South-eastern Azerbaijan

This analysis showed that there are three clusters of the similarity by species diversity of ciliate communities. One of them unites the three regions (95.5%) of south-eastern Azerbaijan (Lankaran, Masalli and Lerik), the second one unites all these three points with the Lerik district. And the third cluster covers Yardimli forests and other 4 points. The low similarity between the ciliate faunas of Lankaran, Masalli and Astara regions and the fauna of the other two districts can be explained by geographical

location of the regions. However Lerik and Yardimli regions are located in the highlands, but other three districts are located on the plain.

References

- Alekperov I.Kh. New modification of impregnation ciliates kinetom by silver proteinate // Zoologicheskii Zhurnal (Zoological Journal). – 1992. – No.2. – P. 130–133. (in Russian)
- Alekperov I.Kh. An atlas of freeliving ciliates (Classes Kinetofragminophora, Colpodea, Olygohymenophora, Polyhymenophora). – Baku: “Borchali” Publ., 2005. – 310p. (in Russian)
- Chatton E., Lwoff A. Impregnation, par diffusion argentique, de l'infuciliature des Cilies marins et d'eau douce, apres fixation cytologique et sans dessiccation // C. R. Soc. Biol. Paris. – 1930. – Vol.104. – P. 834–836.
- Christoffersen K., González J.M. An approach to measure ciliate grazing on living heterotrophic nanoflagellates // Hydrobiologia. – 2003. – Vol.491. – P. 159–166.
- Ekelund F., Rønn R. Notes on protozoa in agricultural soil with emphasis on heterotrophic flagellates and naked amoebae and their ecology // FEMS Microbiology Reviews. – 1994. – Vol. 15, no.4. – P. 321–353.
- Foissner W. Soil protozoa: fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators, and guide to the literature // Progress in Protistology. – 1987. – Vol.2. – P. 69–212.
- Foissner W. Estimating the species richness of soil protozoa using the non-flooded Petri dish method // In: J.J.Lee and A.T.Soldo (eds.) Protocols in Protozoology. – Allen Press, Lawrence, Kansas. 1992. – P. B10.1–10.2.
- Foissner W. Protozoa as bioindicators in agroecosystems, with emphasis on farming practices, biocides, and biodiversity // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 1997. – Vol.63, no.2–3. – P. 93–103.
- Foissner W. Soil protozoa as bioindicators: pros and cons, methods, diversity, representative examples // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 1999. – Vol.74, no.1–3. – P. 95–112.
- Janssen M.P., Heijmans G.J. Dynamics and stratification of protozoa in the organic layer of a Scots pine forest // Biology and Fertility of Soils. – 1998. – Vol.26, no.4. – P. 285–292.
- Jing Li, Qingyu Liao, Mei Li et al. Community structure and biodiversity of soil ciliates at Dongzhaigang mangrove forest in Hainan Island, China // Applied and Environmental Soil Science. – 2010. – Vol.2010. – Article ID 103819.

Представлено: Т.М.Іскендеров / Presented by: T.M.Iskenderov

Рецензент: С.Ю.Утевський / Reviewer: S.Yu.Utevsky

Подано до редакції / Received: 31.07.2019

Про автора: Н.А.Ахмедова – Інститут зоології НАН Азербайджану, вул. А.Аббасзаде, проїзд 1128, квартал 504, Баку, Азербайджан, AZ1004, nargiz.ahmedova.62@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8967-9560>

About the author: N.A.Ahmadova – Institute of Zoology, Azerbaijan National Academy of Sciences, A.Abbas-zadeh Str., passage 1128, block 504, Baku, Azerbaijan, AZ1004, nargiz.ahmedova.62@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8967-9560>

Об авторе: Н.А.Ахмедова – Институт зоологии НАН Азербайджана, ул. А.Аббасзаде, проезд 1128, квартал 504, Баку, Азербайджан, AZ1004, nargiz.ahmedova.62@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8967-9560>