

Міністерство освіти і науки України

ВІСНИК

*Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна*

Серія "Біологія"

Випуск 42

Започаткований у 1970 р.

THE JOURNAL

of V. N. Karazin Kharkiv

National University

Series "Biology"

Issue 42

Founded in 1970

Харків-2024

Вісник, серія «Біологія» є збірником наукових праць, який містить результати досліджень та оглядові статті з біології, зокрема з біохімії та генетики, зоології та ботаніки, фізіології тварин і рослин, мікології, мікробіології, ґрунтознавства, кріобіології та ін., а також матеріали про події наукового життя та описання оригінальних методів і приладів у галузі біології.

Для викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки.

Вісник включений до Переліку фахових видань України, категорія «Б», за спеціальністю 091 Біологія (Наказ МОН України №1643 від 28.12.2019 р.), індексується у Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, BASE, DOAJ, Web of Science (Zoological Record) та включений до Clarivate Analytics Master Journal List.

Затверджено до друку рішенням

Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол №9 від 29.05.2024).

Д. А. Шабанов – головний редактор, д.б.н., професор кафедри зоології та екології тварин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Ю. Г. Гамуля – заступник головного редактора, к.б.н., доцент кафедри ботаніки та екології рослин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Е. С. Пустовалова – відповідальний секретар, PhD в галузі знань Біологія, старший викладач кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Члени редакційної колегії:

Л. О. Атраментова – д.б.н., професор кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

С. Ю. Утєвський – д.б.н., професор кафедри зоології та екології тварин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

О. М. Утєвська – д.б.н., професор кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Є. Е. Перський – д.б.н., професор кафедри біохімії, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

В. Ю. Страшнюк – д.б.н., професор кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

О. Ю. Акулов – к.б.н., доцент кафедри мікології та фітоімунології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Н. Ю. Полчанінова – к.б.н., доцент кафедри зоології та екології тварин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

О. О. Авксентьєва – к.б.н., доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

В. П. Комариста – к.б.н., доцент кафедри ботаніки та екології рослин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

С. О. Костерін – д.б.н., академік НАНУ, завідувач відділу біохімії м'язів, Інститут біохімії імені О. В. Палладіна НАНУ

Н. О. Сибірна – д.б.н., професор кафедри біохімії, Львівський національний університет імені Івана Франка

Л. О. Білявська – д.б.н., старший науковий співробітник відділу загальної і ґрунтової мікробіології, Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАНУ

О. О. Стасик – д.б.н., член-кореспондент НАНУ, завідувач відділу фізіології та екології фотосинтезу, Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ

Gederts Ievinsh – Doctor of Science in Biology, Full Professor, University of Latvia (Латвія)

Gregory F. Oхenkrug – PhD, MD, Professor, Tufts University School of Medicine, Tufts Medical Center (США)

N. I. Ronkina – PhD in Biology, Scientific Researcher, Hannover Medical School (Німеччина)

Адреса редакції:

*біологічний факультет,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
майдан Свободи, 4, Харків, Україна, 61022
тел. +38 /057/ 707-55-71
<http://seriesbiology.univer.kharkov.ua>
e-mail: seriesbiology@karazin.ua*

Статті пройшли рецензування.

Ідентифікатор медіа у Реєстрі суб'єктів у сфері медіа: R30-04474 (Рішення № 1538 від 09.05.2024 р. Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення. Протокол № 15)

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, оформлення, 2024

*** ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ *** ZOOLOGY AND ECOLOGY ***

Атемасов А.А., Атемасова Т.А. Гніздові угруповання птахів соснових лісів лісостепової зони / Atemasov A., Atemasova T. Breeding bird communities of the pine forests in the forest-steppe zone /	4
Датта Н. Молекулярні механізми та терапевтичні стратегії <i>Naegleria fowleri</i> Carter (1970): смертельно небезпечна амеба, що пожирає мозок / Datta N. Molecular mechanisms and therapeutic strategies of <i>Naegleria fowleri</i> Carter (1970): a review of the fatal brain-eating amoeba /	22
Іосипчук А.М. Оновлений список павуків (Arachnida, Araneae) природоохоронних територій Херсонської області (Україна) / Iosypchuk A.M. An updated checklist of spiders (Arachnida, Araneae) of the protected areas of the Kherson region (Ukraine) /	32
Луцька М.П. До сезонної динаміки угруповань коротконадкрилих жуків (Staphylinidae, Coleoptera, Insecta) у лісових екосистемах гірського масиву Ґорґан / Lutska M.P. On the seasonal dynamics of groups of short-winged beetles (Staphylinidae, Coleoptera, Insecta) in the forest ecosystems of the Gorgan mountain massif /	49
Шакаралієва Є.В. Екологічний аналіз фауни трематод риб Нижньої Кури / Shakaraliyeva Y.V. Ecological analysis of the fish trematode fauna of the Lower Kura /	61

*** ІНФОРМАЦІЯ *** INFORMATION ***

Правила для авторів / Author guidelines /	73
--	-----------

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

DOI: 10.26565/2075-5457-2024-1
UDC: 574.472+598.2(477)**Breeding bird communities of the pine forests in the forest-steppe zone**
A. Ateasov, T. Ateasova

The avifauna of pine forests in the North-East of Ukraine has been poorly studied. Analysis of bird communities showed that the avifaunal complexes of pine forests are poorer and have minimal similarity to those in deciduous forests. This study aimed to assess the species composition and densities of birds in the pine forest of various ages. Research was conducted on the National Park «Slobozhanskiy», located within the Krasnokutsk United Territorial Community of the Bogodukhiv District in the northwestern part of Kharkiv Region (Ukraine). Most of the park's forests are of artificial origin. Birds communities were studied in May 2023 in six forest types: pine forest less than 25 years old, pine forest 71-90 years old, pine forest 91-110 years old, pine forest over 110 years old, patches of oak stands and patches of birch stands. The point-count technique was used for bird sampling. Overall 60 point-count stations (10 in each forest type) were located using a forest map. The breeding avifauna was classified concerning nest location, according to the sites for searching food, and based upon migration patterns. We registered 39 breeding bird species during point counts; of them 3 were cavity excavators, 13 were secondary cavity users, 13 were tree and 3 were shrub foliage nesters and 6 were ground nesters. There were 7 trunk-foraging species, 15 canopy-foraging species, 3 shrub-foraging species, and 12 ground-foraging species. Eighteen species were long-distance migrants, 6 species were short-distance migrants, and 15 species were residents. The least number of species (16) was recorded in pine forests less than 25 years old. The number of species in other forest types varies slightly (23-25). The lowest total abundance was noted in pine forests less than 25 years old, and the highest in patches of oak stands. Total density differs between all types of forest, except for a couple of pine forests 91-110 years old – patches of birch stands. In pine forest less than 25 years old dominate European Robin (45.1%) and Common Chiffchaff (25.3%); in pine forest 71-90 years old – Wood Warbler (28.3%) and Common Chaffinch (20.4%); in pine forest 91-110 years old – Common Chaffinch (16.4%), Wood Warbler (12.9%), Collared Flycatcher (12.0%), and European Robin (10.9%); in pine forest over 110 years old – Common Chaffinch (18.7%), European Robin (15.0%), Great Tit (12.8%) and Collared Flycatcher (11.9%); in patches of oak stands – Collared Flycatcher (20.1%), Great Tit (19.3%) and Common Chaffinch (14.3%); and in patches of birch stands – Wood Warbler (20.6%), Collared Flycatcher (16.7%), European Robin (14.9%) and Common Chaffinch (13.3%). The most abundant birds in pine forests less than 25 years old were ground nesters (70.5%). In other age groups of the pine forest and the patches of birch stands, secondary cavity users and ground nesters co-dominated. In patches of oak stands secondary cavity users dominated (50.8%). In all types of forests, except for the pine forest less than 25 years old canopy gleaners dominated. Large-distance migrants were the most abundant birds in pine forests. except the pine forest less than 25 years old. and patches of birch stands. In the pine forests less than 25 years old short-distance migrants dominated (56.5%). Residents dominated in patches of oak stands (39.7%). We compared our results with those of other studies conducted in the region's pine forests since the mid-19th century.

Key words: *ornithofauna, breeding bird's community, point counts, pine forests, forest-steppe zone, Kharkiv region.*

Cite this article: Ateasov A., Ateasova T. *Breeding bird communities of the pine forests in the forest-steppe zone. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology", 2024, 42, p. 4-21.* <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-1>

About the author:

A.A. Ateasov – V.N.Karazin Kharkiv National University, Svobody Square, 4, 61022, Kharkiv; National Park 'Slobozhanskiy', Zarichna Street, 15a, Krasnokutsk urban village, 62002, Kharkiv region; National Park 'Homilshanski Lisy', Monastyr'ska Street, 27, Koropove village, 63437, Kharkiv region, Ukraine, e-mail: a.ateasov@karazin.ua, <http://orcid.org/0000-0003-0584-2875>

T.A. Ateasova – V.N.Karazin Kharkiv National University, Svobody Square, 4, 61022, Kharkiv, Ukraine; t.ateasova@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-7527-5143>

Received: 15.01.2024 / Revised: 28.04.2024 / Accepted: 15.05.2024

Introduction

The Kharkiv region is located in the north-east of Ukraine, within the watershed separating the Don and Dnieper basins. Zonal types of vegetation in the Kharkiv region are oak forests and meadow steppes in the forest-steppe part and forb-fescue-feather grass steppes in the steppe part. In addition to zonal types

of vegetation, pine and oak-pine forests on sandy terraces in river valleys, floodplain forests, floodplain meadows, vegetation of open sands and chalk outcrops are also common (Alekseenko, 1971; Myakushko, 1978; Gorelova, Alyokhin, 2002).

The avifauna of pine forests in the North-East of Ukraine has been little studied due to the relative poverty of the species composition of this ecosystem. In addition, most of the pine forests in the region are monodominant stands up to 80 years old, which is not typical for this natural zone. Subori (a natural pine forests with an admixture of trees of deciduous species), which are natural coniferous forests, have hardly survived due to the specific nature of forestry.

There are very few studies of the avifauna of pine forests in the Kharkiv region. A fundamental analysis of the fauna of the Izyum steppe forests was made in the 60s of the 20th century (Lisetskiy, 1952). Later, a study was carried out on the avifauna of pine forests in the middle reaches of the Seversky Donets River (Lisetskiy, Fedorov, 1979). In the late 1980s and early 1990s, quantitative surveys and studies of the conditions of existence of birds in the forest ecosystems of the watersheds and river valleys of the Siversky Donets and Dnipro basins within the Kharkiv Region were carried out (Vergeles, 1993). In the beginning of the 21st century data on the structure of the bird population of pine forests in the suburbs of Kharkiv were obtained (Stegniy, Pal'val', 2007).

Analysis of bird communities showed that the avifaunal complexes of pine forests are poorer and have minimal similarity to those in deciduous forests. This is due to the architecture of the crown of the edifying species, the small development of the shrub layer and the well-developed grass layer (Atemasova, 2010).

This study aimed to estimate the species composition and densities of birds in the pine forest of various ages and small patches of deciduous forest in a pine forest.

Methodology

Study area

The research was conducted on the National Park «Slobozhanskiy». The Park has a total area of 5,244 ha. It is located within the Krasnokutsk United Territorial Community of the Bogodukhiv District, in the northwestern part of Kharkiv Region (Ukraine). Most of the park's forests are of artificial origin (64.3%). The existing distribution of stands in the park by age group is uneven, with a significant predominance of middle-aged (77%). The area of young (11%), ripening (6%), and mature and overgrown stands (6%) is much smaller. Pine forests are confined mainly to the pine terrace of the Merla River and form a large continuous forest massif. Pine forests are monodominant, single-tiered from Scots Pine (*Pinus sylvestris*) with little or no undergrowth. Silver Birch (*Betula pendula*), Downy Birch (*B. pubescens*), Common Oak (*Quercus robur*), and Bald Elm (*Ulmus glabra*) grow in the second tier. The greatest floristic diversity is concentrated in the saucer-shaped depressions of the relief. European White Elm (*Ulmus laevis*), Silver Birch and Downy Birch, Black Alder (*Alnus glutinosa*), and Aspen (*Populus tremula*) prevail here.

Bird sampling

Birds communities were studied in May 2023 in the Volodymirivske branch in six forest types: pine forest less than 25 years old, pine forest 71-90 years old, pine forest 91-110 years old, pine forest over 110 years old, patches of oak stands and patches of birch stands. The point-count technique (Sutherland, 2006; Bibby et al., 2012) was used for bird sampling. Overall 60 point-count stations (10 in each forest type) were located using a forest map. They were located at least 200 m from the boundaries between forest types. The exact location of the point-count stations was established in the field using the Global Positioning System (GPS) Garmin eTrex 30x. Bird counts were made between 6:00 and 10:00 h local time in suitable weather conditions (without rain or wind). There was a setting down period of 2 min and the duration of a count was 5 min. All birds seen or heard were recorded. Birds in flight were not counted. All registrations were divided into two zones. The first zone is a circle of radius 30 m around the point; the second is outside that, to infinity. Population density is determined in pairs per sq.km. Singing males, two adult birds that worry, a living nest, and a brood are taken as a pair (the chicks are not included in the calculation).

Bird richness and abundance

The total density in the area in which the points fell is estimated as (Bibby et al., 2012):

$$D = \frac{n_1 + n_2}{\pi r^2 m} \log_e \left(\frac{n_1 + n_2}{n_2} \right) \text{ (pairs/m}^2\text{)}$$

where r = the radius of the first zone, m

n_1 = number of bird pairs detected in the first zone

n_2 = number of bird pairs detected in the second zone
 m = number of points

Bird diversity was described using the Shannon–Wiener diversity index (Krebs, 1999):

$$H' = \sum_{i=1}^S (p_i)(\log p_i)$$

where H' = the Shannon–Wiener diversity index,
 p_i = the relative abundance of species i ,
 S = the number of species

We classified the breeding avifauna concerning nest location (tree cavity, foliage, or ground). Cavity nesters were further divided into species that excavate their nest cavities (cavity excavators) and species that use previously excavated cavities (secondary cavity users). Foliage nesters were further divided into species that nest in trees and species that nest in shrubs. We also divided the breeding avifauna into four classes according to the sites for searching for food (trunk, canopy, shrub, or ground gleaners). Finally, we classified the breeding avifauna into three classes based on migration patterns (long-distance migrants, short-distance migrants, and species that occur year-round in the study area).

Statistical analysis

We used repeated measure analysis of variance (ANOVA) and Tukey's criterion to compare bird assemblage variables between types of forest. The PAST software (Hammer et al., 2001) and R 4.2.2 (R Core Team, 2022) were used for calculations.

Results

We registered 39 breeding bird species during point counts; of them, 3 were cavity excavators, 13 were secondary cavity users, 13 were tree and 3 shrub foliage nesters, and 6 were ground nesters. There were 7 trunk-foraging species, 15 canopy-foraging species, 3 shrub-foraging species, and 12 ground-foraging species. Eighteen species were long-distance migrants, 6 species were short-distance migrants, and 15 species were residents (Table 1).

Table 1. Bird species recorded during point counts, grouped into guilds on the basis of their nesting and foraging sites, and migration pattern (according to Snow and Perrins, 1998)

Bird species	Bird-guilds according to the nest sites ^{*)}	Bird-guilds according to the searching food ^{**)}	Bird-guilds according to the migration pattern ^{***)}
<i>Buteo buteo</i>	TF	- ****)	LDM
<i>Columba palumbus</i>	TF	G	SDM
<i>Streptopelia turtur</i>	TF	G	SDM
<i>Cuculus canorus</i>	- *****)	C	LDM
<i>Caprimulgus europaeus</i>	G	- *****)	LDM
<i>Upupa epops</i>	SC	G	LDM
<i>Dryocopus martius</i>	PC	T	R
<i>Dendrocopos major</i>	PC	T	R
<i>Dendrocoptes medius</i>	PC	T	R
<i>Jynx torquilla</i>	SC	T	LDM
<i>Anthus trivialis</i>	G	G	LDM
<i>Oriolus oriolus</i>	TF	C	LDM
<i>Garrulus glandarius</i>	TF	G	R
<i>Corvus cornix</i>	TF	G	R
<i>Corvus corax</i>	TF	G	R
<i>Sylvia atricapilla</i>	SF	Sh	LDM
<i>Curruca communis</i>	SF	Sh	LDM
<i>Curruca curruca</i>	SF	Sh	LDM

Bird species	Bird-guilds according to the nest sites *)	Bird-guilds according to the searching food **)	Bird-guilds according to the migration pattern ***)
<i>Phylloscopus collybita</i>	G	C	LDM
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	G	C	LDM
<i>Regulus regulus</i>	TF	T	R
<i>Muscicapa striata</i>	SC	C	LDM
<i>Ficedula parva</i>	SC	C	LDM
<i>Ficedula albicollis</i>	SC	C	LDM
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	SC	G	LDM
<i>Erithacus rubecula</i>	G	G	SDM
<i>Luscinia luscinia</i>	G	G	LDM
<i>Turdus merula</i>	TF	G	SDM
<i>Turdus philimelos</i>	TF	G	LDM
<i>Cyanistes caeruleus</i>	SC	C	R
<i>Poecile palustris</i>	SC	C	R
<i>Poecile montanus</i>	SC	C	R
<i>Periparus ater</i>	SC	C	R
<i>Parus major</i>	SC	C	R
<i>Sitta europea</i>	SC	T	R
<i>Certhia familiaris</i>	SC	T	R
<i>Fringilla coelebs</i>	TF	C	SDM
<i>Carduelis carduelis</i>	TF	C	R
<i>C. coccothraustes</i>	TF	C	SDM

- *) Nest location: PC – primary cavity user (cavity excavator), SC – secondary cavity user, TF – tree foliage nester, SH – shrub foliage nester, G – ground nester.
 **) Forage searching: T – trunk gleaner, C – canopy gleaner, Sh – shrub gleaner, G – ground gleaner.
 ***) Migratory pattern: LDM – long-distance migrant, SDM – short-distance migrant, R – resident.
 ****) Bird of prey.
 *****) Nest parasite.
 *****) Gets food in flight.

The smallest number of species (16) was recorded in pine forests less than 25 years old (Table 2). The number of species in other forest types varies slightly (23-25).

Table 2. Variables describing breeding bird communities

Variable	Type of forest					
	Pine <25	Pine 71-90	Pine 91-110	Pine >110	Oak	Birch
Number of species	16	25	23	23	25	24
Number of species per point	5.00 ±0.37	8.00 ±0.42	8.40 ±0.45	8.50 ±0.54	8.90 ±0.69	9.10 ±0.38
Total density, pairs/sq.km	680 ±19	2123 ±20	2377 ±35	2615 ±36	2769 ±31	2356 ±30
Shannon H'	2.414 ±0.079	2.703 ±0.072	2.830 ±0.070	2.689 ±0.067	2.800 ±0.070	2.891 ±0.059

Eleven species were present in all type of forest: Common Wood Pigeon (*Columba palumbus*), Common Cuckoo (*Cuculus canorus*), Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*), Eurasian Blackcap (*Sylvia atricapilla*), Common Chiffchaff (*Phylloscopus collybita*), Wood Warbler (*Phylloscopus sibilatrix*), European Robin (*Erithacus rubecula*), Common Blackbird (*Turdus merula*), Song Thrush (*Turdus philimelos*), Great Tit (*Parus major*), and Common Chaffinch (*Fringilla coelebs*).

Nine bird species were recorded in only one type of forest: Common Buzzard (*Buteo buteo*) – in pine forests 91-110 years old, European Nightjar (*Caprimulgus europaeus*) and Northern Raven (*Corvus corax*)

– in pine forests over 110 years old, European Turtle Dove (*Streptopelia turtur*), Middle Spotted Woodpecker (*Dendrocoptes medius*), Eurasian Wryneck (*Jynx torquilla*), and Eurasian Blue Tit (*Cyanistes caeruleus*) – in patches of oak stands, The Lesser Whitethroat (*Curruca curruca*) – in patches of birch stands. Thrush Nightingale (*Luscinia luscinia*) was recorded only in deciduous forest types (patches of oak and birch stands).

The lowest total abundance was noted in pine forests less than 25 years old, and the highest in patches of oak stands. Total density differs between all types of forest ($F_{5,60}=660,5$; $p<0,001$), except for a couple of pine forests 91-110 years old – patches of birch stands.

Table 3. Density of breeding bird species (pairs/sq.km)

Species	Type of forest					
	Pine <25	Pine 71-90	Pine 91-110	Pine >110	Oak	Birch
<i>Buteo buteo</i>			+ ^{*)}			
<i>Columba palumbus</i>	+	35	+	43	+	+
<i>Streptopelia turtur</i>					43	
<i>Cuculus canorus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Caprimulgus europaeus</i>				+		
<i>Upupa epops</i>					+	
<i>Dryocopus martius</i>	+				+	
<i>Dendrocopos major</i>	35	+	41	49	177	98
<i>Dendrocoptes medius</i>					35	
<i>Jynx torquilla</i>					+	
<i>Anthus trivialis</i>	+	133	86	39		+
<i>Oriolus oriolus</i>	+	81	39	39	49	39
<i>Garrulus glandarius</i>	49	+			+	
<i>Corvus cornix</i>						+
<i>Corvus corax</i>				+		
<i>Sylvia atricapilla</i>	+	41	71	196	196	43
<i>Curruca communis</i>		+				35
<i>Curruca curruca</i>						+
<i>Phylloscopus collybita</i>	172	81	38	229	38	176
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	+	602	307	236	39	486
<i>Regulus regulus</i>		+		+		
<i>Muscicapa striata</i>		71	35	35		71
<i>Ficedula parva</i>		49	+	+		71
<i>Ficedula albicollis</i>		117	285	310	555	392
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		35	98			71
<i>Erithacus rubecula</i>	307	83	258	392	162	350
<i>Luscinia luscinia</i>					+	+
<i>Turdus merula</i>	+	49	162	+	81	+
<i>Turdus phylomelos</i>	+	+	+	+	39	+
<i>Cyanistes caeruleus</i>					+	
<i>Poecile palustris</i>		43	106	117		+
<i>Poecile montanus</i>		71	35			
<i>Periparus ater</i>		35		+		+
<i>Parus major</i>	39	126	236	334	534	210
<i>Sitta europea</i>		+	117	71	35	+
<i>Certhia familiaris</i>		35	+	35	176	
<i>Fringilla coelebs</i>	77	434	391	489	395	314
<i>Carduelis carduelis</i>	+				35	
<i>C. coccothraustes</i>			71		71	

^{*)} the species was registered in only one accounting zone; density calculation is not possible.

In pine forest less than 25 years old dominate European Robin (45,1%) и Common Chiffchaff (25,3%), in pine forest 71-90 years old – Wood Warbler (28,3%) and Common Chaffinch (20,4%), in pine forest 91-110 years old – Common Chaffinch (16,4%), Wood Warbler (12,9%), Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*, 12,0%), and European Robin (10,9%), in pine forest over 110 years old – Common Chaffinch (18,7%), European Robin (15,0%), Great Tit (12,8%) and Collared Flycatcher (11,9%), in patches of oak stands – Collared Flycatcher (20,1%), Great Tit (19,3%) and Common Chaffinch (14,3%), and in patches of birch stands – Wood Warbler (20,6%), Collared Flycatcher (16,7%), European Robin (14,9%) and Common Chaffinch (13,3%) (Table 3).

In pine forests less than 25 years old the most abundant birds were ground nesters (70,5%). In other age groups of the pine forest and the patches of birch stands, secondary cavity users and ground nesters co-dominated. In patches of oak stands secondary cavity users dominated (50,8%, Fig. 1a). In all types of forests, except for the pine forest less than 25 years old, canopy gleaners dominated (Fig.1b). Large distance migrants were the most abundant birds in pine forests, except the pine forest less than 25 years old, and patches of birch stands. In the pine forests less than 25 years old short-distance migrants dominated (56,5%). Residents dominated in patches of oak stands (39,7%, Fig. 1c).

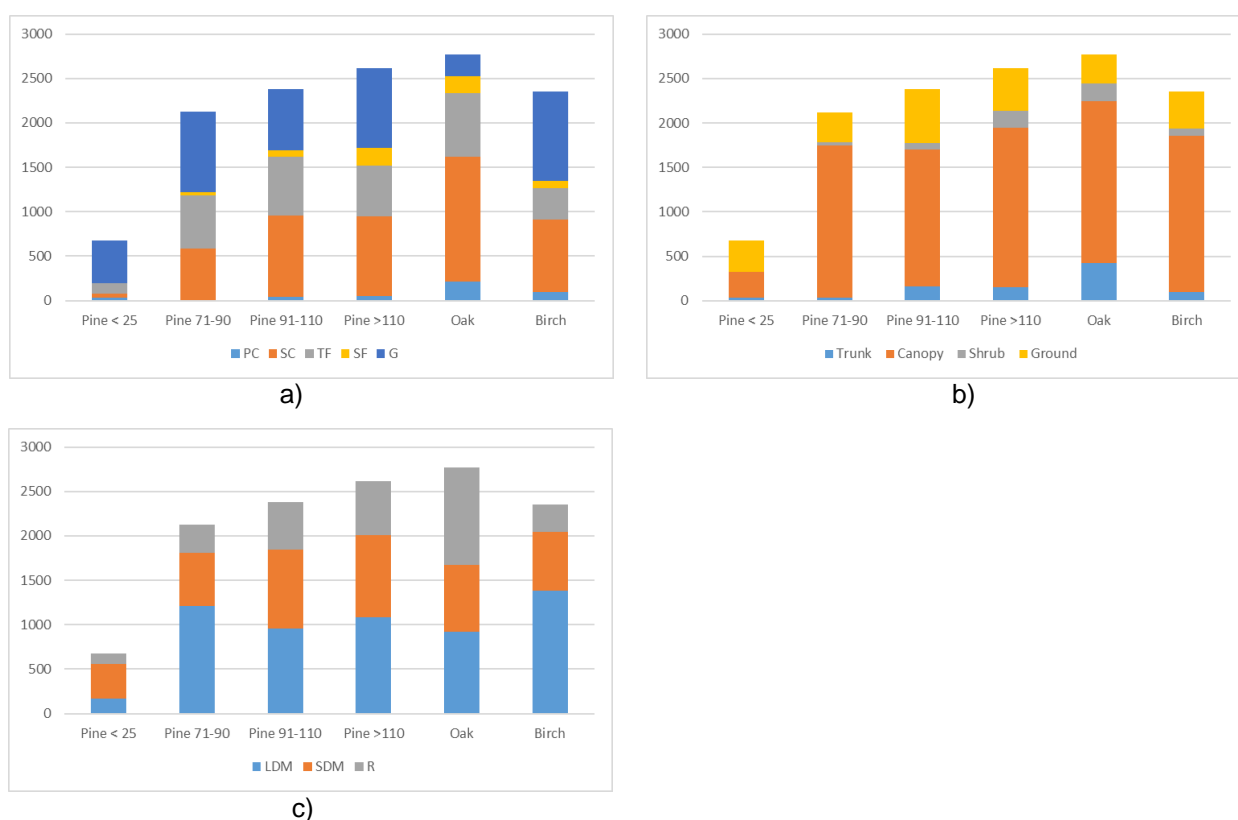


Figure 1. Structure of breeding bird communities: a) by nest location, b) by forage searching, c) by migratory pattern (designations see notes to Table 1)

Discussion

Our research covered pine forests of different ages: younger than 25 years and older than 70 years, as well as patches of oak forests and birch forests inside the pine forest. Censuses were not carried out in pine forests aged from 25 to 70 years due to their insufficient area on the territory of the National Park «Slobzhanskiy».

Our results suggest that the smallest number of species and the lowest population density were observed in pine plantations up to 25 years old. Some of the species were recorded only in the second recording zone (more than 30 m from the observer), so there is a high probability that they were located outside this area - in the territory of an older pine forest. These species include the Common Wood Pigeon,

Common Cuckoo, Great Spotted Woodpecker, Eurasian Golden Oriole (*Oriolus oriolus*), Common Blackbird, and Song Thrush. Great Spotted Woodpecker, recorded in both census zones, does not nest here due to the lack of trees of suitable size but flies in to feed. Both in terms of species number and abundance, this forest type is dominated by species that nest and forage on the ground. As the age of the forest increases, both the number of species and their abundance increase. The increase is due to primary and secondary cavity nesters and species nesting in tree crowns. Due to the contribution of these species, the greatest abundance is observed in patches of oak stands.

Studies of birds of pine forests, conducted earlier in the Kharkiv region, were either based on the analysis of faunal lists and did not contain quantitative indicators of abundance (Averin, Ostrovskaya, 1946; Lisetsky, 1952), or on data from transect counts (Lisetsky, Fedorov, 1979; Vergeles, 1993; Stegnyy, Pal'val', 2007), so we can only compare the species composition and relative abundance of species in a community (Table 4).

A significant number of species mentioned in publications devoted to the fauna of pine forests (Lisetsky, 1954) are confined to intrazonal elements within the forest and cannot in any way represent the fauna of the forest (mallards, quails, warblers, shrikes, crickets). Quite often, in the fauna of the forest, campophilous species associated with certain elements of the relief are indicated (sparrows, rollers, redstarts, wheatears, bee-eaters). Species nesting in open spaces or along the edges of forests are often included in the general list when the census is carried out not in the middle of the forest but covers the entire forest (especially if its area is small). Thus, the skylark, woodlark, common and garden buntings or white wagtails appear in the lists of boron species (Lisetsky, Fedorov, 1977). Such species were not taken into account in further comparative analysis.

The natural dynamics of fauna include both the appearance of new species and their disappearance. Examples of species that appeared in the pine forests include the Common Wood Pigeon and Black Woodpecker (*Dryocopus martius*). At the same time, the Saker Falcon (*Falco cherrug*), Eurasian Eagle Owl (*Bubo bubo*), White-tailed Eagle (*Haliaeetus albicilla*), Eastern Imperial Eagle (*Aquila heliaca*), and European Turtle Dove are disappearing. These species are characterized by a general decline in numbers throughout their range. Some species previously recorded in pine forests (Vergeles, 1993; Stegnyy, Pal'val', 2007) now prefer deciduous forests. In pine forests, their numbers have greatly decreased.

Several species prefer edges and areas with sparse trees. Therefore, they are usually recorded at survey plots that include the forest edge. Since in our study, the survey points were located at a distance of at least 200 meters from the border of the forest plot or edge, these species were not recorded frequently. Thus, the Hoopoe (*Upupa epops*) was noted only in fragments of oak stands. Other researchers recorded it in young plantings, subors, and ripening pine forests (Lisetsky, Fedorov, 1977; Vergeles, 1993; Stegnyy, Pal'val', 2007). The species was recorded in forest edge or mosaic habitats. The same can be said about species nesting in trees, bushes, or on the ground at the edge of the forest (typical warblers, Tree Pipit (*Anthus trivialis*), Thrush Nightingale, Goldfinch (*Carduelis carduelis*), Wood Lark (*Lullula arborea*).

The set of forest-core dwelling species includes the following species. The Great Spotted Woodpecker lives in forests of different ages, except for young pine plantations, where it flies to feed. The Finch is the dominant species in all forest communities. However, it makes up a different proportion of the community in pine forests with different anthropogenic loads. In heavily disturbed communities, its share can increase to 52% (Lisetsky, Fedorov, 1977). In the balanced and diverse communities of pine forests of the National Park "Slobozhanskiy", the share of this species is 16-20%. Common Chiffchaff and Wood Warbler are recorded in forests of various ages (from young to mature). They are often dominant in the community (including in the National Park "Slobozhanskiy"). The Eurasian Golden Oriole is present in greater numbers in the pine forests of the National Park "Slobozhanskiy" than in the other forests studied. This species prefers pine stands between 70 and 90 years old. The presence of the Eurasian Blackcap means that the shrub layer is well-developed in the forest (Lisetsky, Fedorov, 1977). The Spotted Flycatcher (*Muscicapa striata*) was recorded in almost all studied pine forests. This species reaches its greatest abundance in old-growth forests (up to 7% of the total community size; Lisetsky, Fedorov, 1977). In the National Park "Slobozhanskiy", the Spotted Flycatcher is found in pine forests of different ages, except for young plantings. The Red-breasted Flycatcher (*Ficedula parva*) was found in pine forests only on the territory of the National Park "Slobozhanskiy". In our region, this species is a typical, but not numerous, inhabitant of deciduous forests (Atemasov et al., 2011). This group also includes five species of tits, the Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*), and the Eurasian Treecreeper (*Certhia familiaris*).

Publications from the 1950s to the 1990s allow us to mark the time of expansion of the Collared Flycatcher and European Robin. Back in the 1950s, these species have not been recorded in the Izyum forests (Lisetsky, 1954). In the 1980s, Collared Flycatcher was also not registered, European Robins have

been recorded in small numbers (relative abundance 0.7-1.1 %) in old pine forests and subories (Lisetsky, Fedorov, 1977). In the 1990s the authors noted a large number of the Collared Flycatcher in the pine forests of Izyumskaya Luka (the south-eastern part of the Kharkiv region). In the same years, Collared Flycatcher were recorded in large numbers in middle-aged and ripening forests (Vergeles, 1993) and deciduous forests among pine forests along the entire left bank of the Seversky Donets River in the Donetsk region (Taranenko et al., 1994). In the 1990s, the share of the European Robins in the community was already up to 2.2 % of the population in young, middle-aged and mature forests (Vergeles, 1993). Currently, the Collared Flycatcher is one of the dominant species of deciduous forests in the southern part of the Central Russian Upland (Atemasov et al., 2011). In the bird population of the pine forests of the National Park "Slobozhanskiy", its share ranges from 5 to 12%. Findings of birds are confined to patches of deciduous forests and groups of deciduous trees among pine forests. In the pine forests on the territory of the National Park "Slobozhanskiy", the European Robin is one of the dominant species, especially in the population of young pine plantings (45 %).

The Goldcrest (*Regulus regulus*) is considered a migratory and wintering species in the Kharkiv region (Somov, 1897; Atemasova, Atemasov, 2006; Banik et al., 2013, 2014). During the work on compiling the atlas of breeding birds in Europe, the species was not recorded breeding in this UTM grid 50 x 50 km square (Keller et al., 2020). We noted singing males at two survey points in pine forests 71-90 years old and in pine forests over 110 years old. This gives grounds to consider the Goldcrest as a breeding species according to criterion A2 (A. Possible breeding: 2. Singing male(s) present (or breeding calls heard) in breeding season) (Keller et al., 2020). Back in the late 19th century N. Somov assumed that the Goldcrest could nest in the western and northwestern regions of the Kharkov province, but there was no reliable information confirming this (Somov, 1897).

The age of the forest stand and the development of layering are the factors that determine the overall population density and species richness (Kirk, Hobson, 2001; Venier, Pearce, 2005; Nicolov, 2009; Abramova, 2024; and others). Both oak forests and pine forests are characterized by an increase in population density with increasing age of plantings (Vergeles, 1993; Atemasov et al., 2011; Bergner et al., 2015; Abramova, 2023; and others). Also, as the age of forest stands increases, the number of bird species increases. However, this increase, like the increase in population density, occurs up to a certain point. In mature plantations, it decreases somewhat and stabilizes depending on the ecological characteristics of the community members (Volchanetsky, 1952; Novikov, 1959; Budnichenko, 1968; Vladyshevsky, 1975; etc.). The connection between the development of the layered structure of forest ecosystems and the general indicators of the bird population is expressed in the fact that the overall population density is not always higher in habitats with greater layers, but the species composition of birds is always richer in such habitats (Vergeles, 1993).

Table 4. Species composition and relative abundance of birds in pine forests of the Kharkiv region

Species	Lisetskiy, 1952					
	Subor	Old pine forest	Pine plantation 7-15 year old	Swampy minor round depressions	Wet minor round depressions	Dry minor round depressions
<i>Anas platyrhynchos</i>				+		
<i>Spatula querquedula</i>				+		
<i>Milvus migrans</i>	+	+				
<i>Haliaeetus albicilla</i>	+					
<i>Accipiter gentilis</i>	+	+				
<i>Accipiter nisus</i>	+					
<i>Buteo buteo</i>	+					
<i>Clanga sp.</i>		+				
<i>Aquila heliaca</i>		+				
<i>Falco tinnunculus</i>	+	+				
<i>Falco cherrug</i>	+	+				
<i>Coturnix coturnix</i>			+			
<i>Burhinus oedicephalus</i>			+			

Species	Lisetskiy, 1952					
	Subor	Old pine forest	Pine plantation 7-15 year old	Swampy minor round depressions	Wet minor round depressions	Dry minor round depressions
<i>Columba oenas</i>	+					
<i>Columba palumbus</i>						
<i>Streptopelia turtur</i>	+		+	+	+	
<i>Cuculus canorus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Bubo bubo</i>	+					
<i>Strix aluco</i>	+					
<i>Asio otus</i>	+					
<i>Caprimulgus europaeus</i>		+	+		+	
<i>Merops apiaster</i>						
<i>Coracias garrulus</i>	+				+	
<i>Upupa epops</i>	+					
<i>Picus canus</i>	+				+	
<i>Dryocopus martius</i>						
<i>Dendrocopos major</i>	+	+			+	
<i>Dendrocoptes medius</i>	+				+	
<i>Dryobates minor</i>	+					
<i>Jynx torquilla</i>	+	+				
<i>Lullula arborea</i>		+	+			+
<i>Alauda arvensis</i>			+			
<i>Anthus campestris</i>	+					
<i>Anthus trivialis</i>	+	+	+		+	
<i>Motacilla alba</i>	+					
<i>Erithacus rubecula</i>						
<i>Luscinia luscinia</i>	+					
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	+	+				
<i>Oenanthe oenanthe</i>	+	+				
<i>Turdus merula</i>				+	+	
<i>Turdus pilaris</i>						
<i>Turdus philimelos</i>	+	+	+			
<i>Turdus iliacus</i>						
<i>Locustella luscinioides</i>				+		
<i>Acrocephalus palustris</i>				+		
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>				+		
<i>Hippolais icterina</i>	+				+	
<i>Sylvia nisoria</i>					+	
<i>Sylvia borin</i>	+				+	
<i>Sylvia atricapilla</i>	+				+	
<i>Curruca communis</i>						
<i>Curruca curruca</i>						
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	+		+		+	+
<i>Phylloscopus collybita</i>	+		+	+	+	
<i>Regulus regulus</i>						
<i>Muscicapa striata</i>	+	+				
<i>Ficedula parva</i>						
<i>Ficedula albicollis</i>						
<i>Ficedula hypoleuca</i>						
<i>Aegithalos caudatus</i>	+				+	

Species	Lisetskiy, 1952					
	Subor	Old pine forest	Pine plantation 7-15 year old	Swampy minor round depressions	Wet minor round depressions	Dry minor round depressions
<i>Poecile palustris</i>	+				+	
<i>Poecile montanus</i>						
<i>Lophophanes cristatus</i>		+				
<i>Periparus ater</i>						
<i>Cyanistes caeruleus</i>	+					
<i>Parus major</i>	+	+		+	+	
<i>Sitta europea</i>	+					
<i>Certhia familiaris</i>	+					
<i>Oriolus oriolus</i>	+	+				
<i>Lanius collurio</i>	+	+	+		+	
<i>Lanius minor</i>	+					+
<i>Garrulus glandarius</i>	+		+		+	
<i>Pica pica</i>	+		+		+	
<i>Corvus frugilegus</i>		+				
<i>Corvus cornix</i>	+	+			+	
<i>Corvus corax</i>	+	+				
<i>Sturnus vulgaris</i>	+			+	+	
<i>Passer domesticus</i>	+	+				
<i>Passer montanus</i>	+	+				
<i>Fringilla coelebs</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Chloris chloris</i>	+		+	+	+	+
<i>Carduelis carduelis</i>	+	+	+		+	
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	+					
<i>Emberiza citrinella</i>	+				+	+
<i>Emberiza hortulana</i>						

Table 4. (continuation)

Species	Lisetskiy, Fedorov, 1979						
	Young pine forest	Pole pine forest	Old pine forest	Subor	Dry minor round depressions	Wet minor round depressions	Swampy minor round depressions
<i>Anas platyrhynchos</i>							
<i>Spatula querquedula</i>							
<i>Milvus migrans</i>				0.0009			
<i>Haliaeetus albicilla</i>							
<i>Accipiter gentilis</i>							
<i>Accipiter nisus</i>							
<i>Buteo buteo</i>							
<i>Clanga sp.</i>							
<i>Aquila heliaca</i>							
<i>Falco tinnunculus</i>				0.0013			
<i>Falco cherrug</i>							
<i>Coturnix coturnix</i>							
<i>Burhinus oedicephalus</i>							
<i>Columba oenas</i>							

Species	Lisetskiy, Fedorov, 1979						
	Young pine forest	Pole pine forest	Old pine forest	Subor	Dry minor round depressions	Wet minor round depressions	Swampy minor round depressions
<i>Columba palumbus</i>							
<i>Streptopelia turtur</i>		0.0595	0.0202	0.0155		0.0247	0.0545
<i>Cuculus canorus</i>		0.0158	0.0096	0.0093	0.0145	0.0071	0.0214
<i>Bubo bubo</i>							
<i>Strix aluco</i>				0.0018			
<i>Asio otus</i>							
<i>Caprimulgus europaeus</i>	0.0015		0.0018		0.0010		
<i>Merops apiaster</i>							
<i>Coracias garrulus</i>				0.0031			
<i>Upupa epops</i>				0.0044		0.0137	
<i>Picus canus</i>							
<i>Dryocopus martius</i>							
<i>Dendrocopos major</i>			0.0219	0.0288		0.0225	
<i>Dendrocoptes medius</i>				0.0009		0.0005	
<i>Dryobates minor</i>							
<i>Jynx torquilla</i>				0.0080		0.0071	
<i>Lullula arborea</i>	0.0462		0.0035	0.0018	0.0039		
<i>Alauda arvensis</i>							
<i>Anthus campestris</i>							
<i>Anthus trivialis</i>	0.1058	0.1138	0.1122	0.0722	0.1484	0.0663	
<i>Motacilla alba</i>				0.0004		0.0115	
<i>Erithacus rubecula</i>			0.0079	0.0111	0.0116		
<i>Luscinia luscinia</i>				0.0332		0.0510	0.1519
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>			0.0009	0.0009			
<i>Oenanthe oenanthe</i>							
<i>Turdus merula</i>			0.0088	0.0181		0.0461	
<i>Turdus pilaris</i>							
<i>Turdus philimelos</i>	0.0462		0.0053	0.0208			
<i>Turdus iliacus</i>							
<i>Locustella luscinioides</i>							
<i>Acrocephalus palustris</i>							
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>							
<i>Hippolais icterina</i>							
<i>Sylvia nisoria</i>							0.1358
<i>Sylvia borin</i>				0.0363		0.0367	
<i>Sylvia atricapilla</i>			0.0219	0.0571		0.0515	0.0727
<i>Curruca communis</i>			0.0359				
<i>Curruca curruca</i>							
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>			0.1183	0.0151	0.1368		
<i>Phylloscopus collybita</i>	0.0775	0.1786		0.0040	0.0485	0.0230	
<i>Regulus regulus</i>							
<i>Muscicapa striata</i>			0.0692	0.0394	0.0795	0.0208	
<i>Ficedula parva</i>							
<i>Ficedula albicollis</i>							
<i>Ficedula hypoleuca</i>							
<i>Aegithalos caudatus</i>							

Species	Lisetskiy, Fedorov, 1979						
	Young pine forest	Pole pine forest	Old pine forest	Subor	Dry minor round depressions	Wet minor round depressions	Swampy minor round depressions
<i>Poecile palustris</i>							
<i>Poecile montanus</i>							
<i>Lophophanes cristatus</i>			0.0026		0.0204		
<i>Periparus ater</i>							
<i>Cyanistes caeruleus</i>							
<i>Parus major</i>			0.0272	0.0235		0.0559	0.0781
<i>Sitta europea</i>			0.0061	0.0164		0.0230	
<i>Certhia familiaris</i>				0.0040			
<i>Oriolus oriolus</i>			0.0114	0.0071		0.0038	
<i>Lanius collurio</i>	0.4232	0.0490	0.0149	0.1124		0.0373	
<i>Lanius minor</i>							
<i>Garrulus glandarius</i>		0.0368	0.0079	0.0106	0.0078	0.0104	0.0267
<i>Pica pica</i>				0.0018		0.0126	
<i>Corvus frugilegus</i>							
<i>Corvus cornix</i>		0.0228		0.0027		0.0203	
<i>Corvus corax</i>			0.0009	0.0004			
<i>Sturnus vulgaris</i>			0.0114	0.0367		0.0630	
<i>Passer domesticus</i>							
<i>Passer montanus</i>				0.0288			
<i>Fringilla coelebs</i>		0.5236	0.4680	0.3063	0.4675	0.2111	0.2952
<i>Chloris chloris</i>	0.1326			0.0190		0.0724	0.1636
<i>Carduelis carduelis</i>				0.0124		0.0302	
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>				0.0168			
<i>Emberiza citrinella</i>	0.0999		0.0123	0.0120	0.0601	0.0647	
<i>Emberiza hortulana</i>	0.0671			0.0049		0.0126	

Table 4. (continuation)

Species	Vergeles, 1993			Stegniy, Pal'val', 2007			
	Middle-aged pine forest	Young dry pine forest	Young wet pine forest	Near Osnova neighbourhood (Kharkiv)	Near Vasischevo village	Near Chemuzhovka village	Near Zadonetskoe village
<i>Anas platyrhynchos</i>							
<i>Spatula querquedula</i>							
<i>Milvus migrans</i>							
<i>Haliaeetus albicilla</i>							
<i>Accipiter gentilis</i>	0.0017				0.0036	0.0074	0.0040
<i>Accipiter nisus</i>							
<i>Buteo buteo</i>							
<i>Clanga sp.</i>							
<i>Aquila heliaca</i>							
<i>Falco tinnunculus</i>							
<i>Falco cherrug</i>							
<i>Coturnix coturnix</i>							

Species	Vergeles, 1993			Stegniy, Pal'val', 2007			
	Middle-aged pine forest	Young dry pine forest	Young wet pine forest	Near Osnova neighbour hood (Kharkiv)	Near Vasischevo village	Near Chemuzhovka village	Near Zado-netskoe village
<i>Burhinus oedicnemus</i>							
<i>Columba oenas</i>							
<i>Columba palumbus</i>			0.0013			0.0017	0.0040
<i>Streptopelia turtur</i>	0.0075		0.0051				
<i>Cuculus canorus</i>			0.0005		0.0015		
<i>Bubo bubo</i>							
<i>Strix aluco</i>							
<i>Asio otus</i>							
<i>Caprimulgus europaeus</i>			0.0001				
<i>Merops apiaster</i>	0.0004						
<i>Coracias garrulus</i>							
<i>Upupa epops</i>	0.0005		0.0006		0.0060	0.0085	
<i>Picus canus</i>							
<i>Dryocopus martius</i>							
<i>Dendrocopos major</i>	0.0080		0.0006	0.0207	0.0059	0.0188	0.0155
<i>Dendrocoptes medius</i>							
<i>Dryobates minor</i>							
<i>Jynx torquilla</i>	0.0025		0.0028				
<i>Lullula arborea</i>					0.0251	0.0216	0.0027
<i>Alauda arvensis</i>							
<i>Anthus campestris</i>							
<i>Anthus trivialis</i>	0.0918	0.1604	0.1170		0.0074	0.0469	0.0545
<i>Motacilla alba</i>	0.0011						
<i>Erithacus rubecula</i>	0.0223		0.0207	0.0100	0.0092	0.0199	0.0123
<i>Luscinia luscinia</i>	0.0149		0.0127				
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		0.0223		0.0067		0.0057	
<i>Oenanthe oenanthe</i>							
<i>Turdus merula</i>	0.0308		0.0076	0.0151	0.0063	0.0080	0.0109
<i>Turdus pilaris</i>	0.0007						
<i>Turdus philimelos</i>	0.0235	0.0111		0.0466	0.0471	0.0245	0.0177
<i>Turdus iliacus</i>	0.0034						
<i>Locustella luscinioides</i>							
<i>Acrocephalus palustris</i>							
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>							
<i>Hippolais icterina</i>							
<i>Sylvia nisoria</i>	0.0034						
<i>Sylvia borin</i>							
<i>Sylvia atricapilla</i>	0.0087		0.0398				
<i>Curruca communis</i>							
<i>Curruca curruca</i>							
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	0.0717	0.1281	0.1377		0.0042	0.0068	
<i>Phylloscopus collybita</i>	0.0784	0.0835	0.2094	0.0848	0.0683	0.0692	0.0776
<i>Regulus regulus</i>							
<i>Muscicapa striata</i>	0.0483	0.0223	0.0013			0.0148	0.0232

Species	Vergeles, 1993			Stegniy, Pal'val', 2007			
	Middle-aged pine forest	Young dry pine forest	Young wet pine forest	Near Osnova neighbourhood (Kharkiv)	Near Vasischevo village	Near Chemuzhovka village	Near Zadonetskoe village
<i>Ficedula parva</i>							
<i>Ficedula albicollis</i>	0.0136		0.0045				
<i>Ficedula hypoleuca</i>	0.0032						
<i>Aegithalos caudatus</i>							
<i>Poecile palustris</i>					0.0795	0.0525	0.0954
<i>Poecile montanus</i>							
<i>Lophophanes cristatus</i>	0.0121					0.0262	0.0131
<i>Periparus ater</i>							
<i>Cyanistes caeruleus</i>	0.0141		0.0024			0.0011	0.0072
<i>Parus major</i>	0.0831	0.0612	0.0478	0.2088	0.1481	0.1022	0.1390
<i>Sitta europea</i>	0.0069	0.0167				0.0011	0.0054
<i>Certhia familiaris</i>	0.0034			0.0078	0.0079	0.0091	0.0064
<i>Oriolus oriolus</i>	0.0094		0.0019				
<i>Lanius collurio</i>	0.0036						
<i>Lanius minor</i>							
<i>Garrulus glandarius</i>			0.0040	0.0686	0.0361	0.0468	0.0027
<i>Pica pica</i>				0.0367			
<i>Corvus frugilegus</i>							
<i>Corvus cornix</i>	0.0009						
<i>Corvus corax</i>	0.0001		0.0003	0.0033	0.0118	0.0102	0.0099
<i>Sturnus vulgaris</i>							
<i>Passer domesticus</i>							
<i>Passer montanus</i>	0.0268	0.0668					
<i>Fringilla coelebs</i>	0.3419	0.3163	0.2548	0.4505	0.4683	0.4249	0.4681
<i>Chloris chloris</i>	0.0194	0.0557	0.0104		0.0100	0.0343	0.0099
<i>Carduelis carduelis</i>	0.0042	0.0557			0.0426	0.0148	0.0054
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	0.0208		0.0275	0.0404	0.0079	0.0103	0.0104
<i>Emberiza citrinella</i>	0.0168		0.0892		0.0032	0.0125	0.0045
<i>Emberiza hortulana</i>							

Table 4. (continuation)

Species	National park "Slobozhanskiy" (our data)					
	Pine forest <25 year old	Pine forest 71-90 year old	Pine forest 91-110 year old	Pine forest >110 year old	Oak patches	Birch patches
<i>Anas platyrhynchos</i>						
<i>Spatula querquedula</i>						
<i>Milvus migrans</i>						
<i>Haliaeetus albicilla</i>						
<i>Accipiter gentilis</i>						
<i>Accipiter nisus</i>						
<i>Buteo buteo</i>			+			
<i>Clanga sp.</i>						

Species	National park "Slobozhanskiy" (our data)					
	Pine forest <25 year old	Pine forest 71-90 year old	Pine forest 91-110 year old	Pine forest >110 year old	Oak patches	Birch patches
<i>Aquila heliaca</i>						
<i>Falco tinnunculus</i>						
<i>Falco cherrug</i>						
<i>Coturnix coturnix</i>						
<i>Burhinus oedichnemus</i>						
<i>Columba oenas</i>						
<i>Columba palumbus</i>	+	0.0167	+	0.0165	+	+
<i>Streptopelia turtur</i>					0.0155	
<i>Cuculus canorus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Bubo bubo</i>						
<i>Strix aluco</i>						
<i>Asio otus</i>						
<i>Caprimulgus europaeus</i>				+		
<i>Merops apiaster</i>						
<i>Coracias garrulus</i>						
<i>Upupa epops</i>					+	
<i>Picus canus</i>						
<i>Dryocopus martius</i>					+	
<i>Dendrocopos major</i>	0.0520	+	0.0171	0.0188	0.0639	0.0416
<i>Dendrocoptes medius</i>					0.0128	
<i>Dryobates minor</i>						
<i>Jynx torquilla</i>					+	
<i>Lullula arborea</i>						
<i>Alauda arvensis</i>						
<i>Anthus campestris</i>						
<i>Anthus trivialis</i>	+	0.0627	0.0362	0.0151		+
<i>Motacilla alba</i>						
<i>Erithacus rubecula</i>	0.4514	0.0393	0.1087	0.1501	0.0585	0.1485
<i>Luscinia luscinia</i>					+	+
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		0.0167	0.0413			0.0300
<i>Oenanthe oenanthe</i>						
<i>Turdus merula</i>	+	0.0231	0.0682	+	0.0294	+
<i>Turdus pilaris</i>						
<i>Turdus philimelos</i>	+	+	+	+	0.0140	+
<i>Turdus iliacus</i>						
<i>Locustella luscinioides</i>						
<i>Acrocephalus palustris</i>						
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>						
<i>Hippolais icterina</i>						
<i>Sylvia nisoria</i>						
<i>Sylvia borin</i>						
<i>Sylvia atricapilla</i>	+	0.0192	0.0298	0.0750	0.0709	0.0183
<i>Curruca communis</i>		+				0.0150
<i>Curruca curruca</i>						+
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	+	0.2834	0.1291	0.0902	0.0143	0.2065
<i>Phylloscopus collybita</i>	0.2533	0.0384	0.0161	0.0875	0.0138	0.0747

Species	National park "Slobozhanskiy" (our data)					
	Pine forest <25 year old	Pine forest 71-90 year old	Pine forest 91-110 year old	Pine forest >110 year old	Oak patches	Birch patches
<i>Regulus regulus</i>		+		+		
<i>Muscicapa striata</i>		0.0333	0.0149	0.0135		0.0300
<i>Ficedula parva</i>		0.0231	+	+		0.0300
<i>Ficedula albicollis</i>		0.0549	0.1198	0.1187	0.2005	0.1666
<i>Ficedula hypoleuca</i>						
<i>Aegithalos caudatus</i>						
<i>Poecile palustris</i>		0.0203	0.0447	0.0446		+
<i>Poecile montanus</i>		0.0333	0.0149			
<i>Lophophanes cristatus</i>						
<i>Periparus ater</i>		0.0167		+		+
<i>Cyanistes caeruleus</i>					0.0383	
<i>Parus major</i>	0.0581	0.0595	0.0993	0.1276	0.1928	0.0891
<i>Sitta europea</i>		+	0.0491	0.0271	0.0128	+
<i>Certhia familiaris</i>		0.0167	+	0.014	0.064	
<i>Oriolus oriolus</i>		0.0384	0.0166	0.0148	0.0177	0.0164
<i>Lanius collurio</i>						
<i>Lanius minor</i>						
<i>Garrulus glandarius</i>	0.0722	+			+	
<i>Pica pica</i>						
<i>Corvus frugilegus</i>						
<i>Corvus cornix</i>						+
<i>Corvus corax</i>				+		
<i>Sturnus vulgaris</i>						
<i>Passer domesticus</i>						
<i>Passer montanus</i>						
<i>Fringilla coelebs</i>	0.1130	0.2044	0.1645	0.1871	0.1426	0.1332
<i>Chloris chloris</i>						
<i>Carduelis carduelis</i>	+				0.0128	
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>			0.0298		0.0256	
<i>Emberiza citrinella</i>						
<i>Emberiza hortulana</i>						

References

- Abramova I.V. (2023). Dynamics of the Abundance of Bird Species during Succession of Oak Forests in Southwestern Belarus. *Biology Bulletin*, 50(8), 1864-1874.
- Abramova I.V. (2024). Bird Population Dynamics during the Regenerative Succession of Mossy Pine Woodland in Southwestern Belarus. *Biology Bulletin Reviews*, 14, 102-114.
- Alekseenko M.I. (1971). Vegetation of the Kharkov region. *Kharkov region. Nature and economy. Materials of the Kharkov Department of the Geographical Society of Ukraine*, VIII, 80-94.
- Atemasov A.A., Atemasova T.A., Devyatko T.N., Lysenko N.G., Goncharov G.L. (2011). The structure of the communities of breeding birds in oak forests on elevated positions in the southern part of Middle Russian Hills. *Bird ecology: species, communities, interrelations*, 1(1), 345-358.
- Atemasova T.A. (2010). Ornithofauna as a structural element of biogeocenoses of the North-East of Ukraine. Autoref. diss. for obtaining a Ph.D. degree in biological sciences. Dnipropetrovsk, 24. (in Ukrainian)
- Atemasova T.A., Atemasov A.A. (2006). Annotated list of birds of the National Park "Gomolshansky Forests". *Scientific research in the territories of the natural reserve fund of the Kharkov region*, 2. 49-67.

- Averin V.G., Ostrovskaya E.N. (1946). Birds of the Mokhnachansky forest (ecological essay). *Results of scientific research for 1945. UkrNIILH*, 2. 61-68.
- Banik M.V., Vysochin M.O., Atemasov A.A., Atemasova T.A., Devyatko T.N. (2013). Birds of Dvurechansky National Natural Park and its environs (Kharkiv region). *Berkut*, 22(1), 14-24.
- Banik M.V., Vysochin M.O., Atemasov A.A., Atemasova T.A., Devyatko T.N. (2014). An annotated checklist of the birds of Dvorichanskyi National Park. *The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series: biology*, 19(1097), 52-61.
- Bergner A., Avci M., Eryigit H., Jansson N., Niklasson M., Westerberg L., Milberg P. (2015). Influences of forest type and habitat structure on bird assemblages of oak (*Quercus* spp.) and pine (*Pinus* spp.) stands in southwestern Turkey. *Forest Ecology and Management*, 336, 137-147.
- Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A. (2012). *Bird Census Techniques*. Academic Press. 257.
- Budnichenko A.S. (1968). Birds of artificial forest plantations of the steppe landscape and their feeding (ecological and geographical characteristics of avifauna), Voronezh, 264.
- Gorelova L.N., Alyokhin A.A. (2002). Vegetation cover of the Kharkov region. Kharkov, 231.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Keller V., Herrando S., Vorišek P. et al. (2020). European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change. European Bird Census Council & Lynx Editions, Barselona. 967.
- Kirk D., Hobson K. (2001). Bird-habitat relationships in jack pine boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 147, 217-243.
- Krebs C. (1999). *Ecological Methodology*, 2nd ed. Benjamin/Cummings, Menlo Park, CA. 620.
- Lisetskiy A.S. (1952). Ornithofauna of the Izyum steppe forests and ways of enriching it with useful birds. *Scientific notes of Kharkov State University*, 44 (*Proceedings of the Research Institute of Biology*, 16), 55-72.
- Lisetskiy A.S., Fedorov A.V. (1979). Ornithofauna of the forests of the middle reaches of the Seversky Donets River and ways of its reconstruction and protection. *Problems of nature conservation and recreational geography of the Ukrainian SSR*, 5 (*Nature conservation of the Kharkov region*), 67-69.
- Myakushko V.K. (1978). Pine forests of the lowland part of the Ukrainian SSR. Kiev: Naukova dumka, 252.
- Nicolov S.C. (2009). Effect of stand age on bird communities in late-successional Macedonian pine forests in Bulgaria. *Forest Ecology and Management*. 257(2), 580-587.
- Novikov G.A. (1959). Ecology of animals and birds of forest-steppe oak forests. Leningrad, Leningrad State University Publishing House, 352.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Snow D., Perrins C. (1998). *The Birds of the Western Palearctic*. Oxford University Press, Oxford. 1740.
- Somov N.N. (1897). Ornithological fauna of the Kharkov province. Kharkov: printing house A. Darre, IX, 194 (A separate appendix to the XXVI volume of the Proceedings of the Society of Natural Scientists at the Imperial Kharkov University), 680.
- Stegniy B.T., Pal'val' A.V. (2007). The structure of bird communities in pine forests in Kharkiv region. *Birds of the Seversky Donets basin*, 10, 8-19.
- Sutherland W.J. (2006). *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Second Edition. Cambridge University Press. 432.
- Taranenko L.I., Zhivotkov A.A., Chugay S.S., Sadulo A.M. (1994). Distribution of the Collared Flycatcher in the Donetsk region. *Birds of the Seversky Donets basin*, 2, 26-27.
- Venier L.A., Pearce, J.L. (2005). Boreal bird community response to jack pine forest succession. *Forest Ecology and Management*, 217, 19-36.
- Vergeles Yu.I. (1993). General traits of bird populations of the forest biogeocenoses in the Kharkov region. *Berkut*, 2, 14-15.
- Vladysheskiy D.V. (1975). Birds in the anthropogenic landscape. Novosibirsk: Science, Siberian branch, 199.
- Volchanetskiy I.B. (1952). On the formation of the fauna of birds and mammals of young shelterbelts in the arid regions of the Left Bank of Ukraine. *Proceedings of the Research Institute of Biology at Kharkov University*, 16, 7-25.

Гніздові угруповання птахів соснових лісів лісостепової зони А.А. Атемасов, Т.А. Атемасова

Орнітофауна соснових лісів Північного Сходу України мало вивчена. Аналіз гніздових угруповань птахів показав, що орнітофауністичні комплекси соснових лісів бідніші та мають мінімальну схожість із такими у широколистяних лісах. Метою даного дослідження було оцінити видовий склад та щільність птахів у соснових лісах різного віку. Дослідження проводили на території національного природного парку «Слобожанський», розташованого в межах Краснокутської об'єднаної територіальної громади Богодухівського району, у північно-західній частині Харківської області (Україна). Більшість лісів парку мають штучне походження. Угруповання птахів досліджували у травні 2023 року в шести типах лісу: сосновий ліс віком до 25 років, сосновий ліс віком 71-90 років, сосновий ліс віком 91-110 років, сосновий ліс віком понад 110 років, ділянки дубових насаджень та ділянки березових насаджень. Використовувався метод точкових обліків. Загалом 60 облікових точок (по 10 у кожному типі лісу) були розташовані за допомогою карти лісів. Гніздову орнітофауну було класифіковано за місцем розташування гнізд, відповідно до місць пошуку їжі та на основі моделей міграції. Під час точкових обліків нами зареєстровано 39 гніздових видів птахів; з них 3 були первинними дуплогніздниками, 13 були вторинними користувачами дупел, 13 видів були деревними, 3 чагарниковими та 6 наземними гніздовими. Видів, що живляться на стовбурі відмічено 7, таких, що живляться у кроні – 15, у чагарнику – 3, аких, що збирають корм на землі – 12 видів. Вісімнадцять видів були далекими мігрантами, 6 видів – ближніми, 15 видів – осілими. Найменша кількість видів (16) зареєстрована в сосновому лісі віком до 25 років. Чисельність видів в інших типах лісу коливається незначно (23-25). Найменша сумарна чисельність відмічена в сосновому лісі віком до 25 років, найвища - в ділянках дубових насаджень. Загальна щільність різна між усіма типами лісу, за винятком пари соснових лісів віком 91-110 років – ділянок березових насаджень. У сосновому лісі віком до 25 років переважають вільшанка (45,1%) і вівчарик-ковалик (25,3%), у сосновому лісі віком 71-90 років – вівчарик жовтобровий (28,3%) і зяблик (20,4%), у сосновому лісі 91-110 років – зяблик (16,4%), вівчарик жовтобровий (12,9%), мухоловка білошия (12,0%), вільшанка (10,9%), у сосновому лісі віком понад 110 років – зяблик (18,7%), вільшанка (15,0%), синиця велика (12,8%) та мухоловка білошия (11,9%), у ділянках дубових насаджень – мухоловка білошия (20,1%), синиця велика (19,3%) та зяблик (14,3%), а в ділянках березових насаджень – вівчарик жовтобровий (20,6%), мухоловка білошия (16,7%), вільшанка (14,9%) та зяблик (13,3%). Найчисельнішими птахами у сосновому лісі віком до 25 років були наземні гніздові (70,5%). В інших вікових групах соснового лісу та ділянках березових насаджень співдомінували вторинні користувачі дупел та наземні гніздові види. У ділянках дубових насаджень переважали вторинні дуплогнізники (50,8%). В усіх типах лісів, крім соснового лісу віком до 25 років, переважали птахи, що збирають корм у кроні дерева. Далекі мігранти були найпоширенішими птахами в соснових лісах, за винятком соснового лісу віком менше 25 років та ділянок березових насаджень. У населенні соснового лісу віком до 25 років домінували ближні мігранти (56,5%). У ділянках дубових насаджень переважали осілі види (39,7%). Результати досліджень порівняно із даними інших дослідників, отриманими у соснових лісах регіону з середини 19 століття.

Ключові слова: орнітофауна, угруповання гніздуючих птахів, точкові обліки, соснові ліси, лісостеп, Харківська область.

Цитування: Atemasov A., Atemasova T. Breeding bird communities of the pine forests in the forest steppe zone. Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія «Біологія», 42, с. 4-21. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-1>

Про авторів:

А.А. Атемасов – Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, 61022; Національний природний парк «Слобожанський», смт. Краснокутськ, вул. Зарічна, 15-А, Краснокутська селищна територіальна громада, Богодухівський район, 62002, Харківська область; Національний природний парк «Гомільшанські ліси», с. Коропове, вул. Монастирська, 27, Харківська обл., 63437, Україна; e-mail: a.atemasov@karazin.ua, <http://orcid.org/0000-0003-0584-2875>

Т.А. Атемасова – Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, Україна, 61022, t.atemasova@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-7527-5143>

Подано до редакції: 15.01.2024 / Прорецензовано: 28.04.2024 / Прийнято до друку: 15.05.2024

DOI: 10.26565/2075-5457-2024-42-2

UDC: 579

Molecular mechanisms and therapeutic strategies of *Naegleria fowleri* Carter (1970): a review of the fatal brain-eating amoeba N. Datta

Naegleria fowleri is a thermophilic free-living amoeba that can cause a rare and fatal infection of the brain called primary amoebic meningoencephalitis (PAM). PAM is a serious public health concern, as it affects mostly young and healthy individuals who are exposed to warm freshwater environments, and has a mortality rate of approximately 98%. The infection occurs when the amoeba enters the nasal cavity during swimming or other recreational activities, and migrates to the brain through the olfactory nerve. In the brain, the amoeba causes extensive tissue necrosis, haemorrhage, and inflammation, leading to severe neurological symptoms and death within days. The pathogenesis of *N. fowleri* infection is not fully elucidated, but recent studies have shed some light on the molecular mechanisms that enable the amoeba to invade, proliferate, and evade the host immune system. These mechanisms include the expression of various surface molecules that mediate adhesion, motility, and phagocytosis of host cells, as well as the secretion of proteases and other factors that degrade host extracellular matrix and modulate host immune response. However, there are still many unanswered questions regarding the complex interactions between the amoeba and its host, which limit the development of effective diagnostic and therapeutic strategies. PAM is often misdiagnosed as bacterial meningitis, due to its nonspecific clinical presentation and lack of reliable diagnostic tests. This results in delayed or inappropriate treatment and poor prognosis. Currently, there is no specific or approved treatment for PAM, and the available options are based on empirical evidence or case reports. The survival rate of PAM remains very low, despite the use of multiple drugs and supportive care. Therefore, there is an urgent need for more research on the pathogenesis of *N. fowleri* and the identification of novel targets for intervention. With the advances in genomic and proteomic technologies, new opportunities have emerged to explore the molecular biology of *N. fowleri* and its host response. By identifying the genes and proteins involved in key processes such as adhesion, motility, and immune evasion, researchers can design targeted therapies to disrupt these essential functions and prevent or treat infection. This review provides a comprehensive overview of the current state of knowledge on *N. fowleri*, its pathogenic molecular mechanisms, and the biological processes involved in its infection, as well as the challenges and perspectives for future research.

Key words: *Naegleria fowleri*, primary amoebic meningoencephalitis, pathogenesis, life cycle, molecular mechanisms, host immune system, diagnosis.

Cite this article: Datta N. Molecular mechanisms and therapeutic strategies of *Naegleria fowleri* Carter (1970): a review of the fatal brain-eating amoeba. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology", 2024, 42, p. 22-31. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-2>

About the author:

Datta N. – Asutosh College (Affiliated to University of Calcutta), Shyama Prasad Mukherjee Road, 92, Kolkata, West Bengal, India, 700026, neelabhdatta@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1577-5461>

Received: 16.01.2023 / Revised: 27.02.2024 / Accepted: 18.03.2024

Introduction

Primary Amoebic Meningoencephalitis (PAM) is caused by a parasite named *Naegleria fowleri*, which freely lives within the host and results in death (Siddiqui et al., 2016). An autopsy is usually the only way to diagnose and determine the cause of death since symptoms typically appear rapid and the host rapidly deteriorates (Jamerson et al., 2017). A key feature of PAM is the rapid deterioration of brain tissue caused by the secretion of cytolytic factors by the amoeba, such as phospholipase A, phospholipase B, neuraminidase, and elastase (Visvesvara et al., 2007). This is due to the amoeba's mechanical consumption of living cells, which causes the host brain tissue to be damaged (Visvesvara et al., 2007). PAM can cause headaches, stiff necks, fevers, and nausea, which are commonly mistaken for bacterial meningitis (Marciano-Cabral, 1988). After to 10 days the death of the host will occur in absence of treatment (Evdokiou et al., 2022). As a result of contact with contaminated freshwater, amoebas enter the nasal passages and attach to the nasal mucosa (Marciano-Cabral, 1988). In addition to migration up olfactory nerves, replication occurs within the frontal lobe via the cribriform plate (Siddiqui et al., 2016). The initiation of replication in the brain activates a strong immune response involving macrophages, neutrophils, and eosinophils (Jamerson et al., 2017). By secreting cytolytic factors and proteases, *N. fowleri* lyses cells

(Jamerson et al., 2017), causing hemorrhagic necrosis of the central nervous system (CNS). There have been several high-profile cases of *Naegleria fowleri* over the past five years that have engendered mass news information. As a result of mass news attention, public fear was produced rather than public education. The discussion below examines the biology, pathogenesis, mechanism of pathogenesis, pathophysiology and diagnosis options of *N. fowleri*.

Taxonomy

The ultrastructural characteristics of protozoan unicellular eukaryotes were used by Levine et al. (1980) to propose a classification system for this diverse group of organisms. However, this system was revised by Adl et al. (2005) based on molecular phylogeny, biochemical pathway analysis, and morphological criteria. Among the protozoan unicellular eukaryotes, the genus *Naegleria* has attracted considerable attention due to its medical importance and evolutionary significance. Several studies have focused on the molecular and genetic features of different *Naegleria* species, aiming to elucidate their phylogenetic relationships and taxonomic status (Martinez-Castillo et al., 2016). The origin and evolution of *Naegleria* have also been investigated by comparing the genome and transcriptome of *Naegleria gruberi*, a non-pathogenic species, with those of other eukaryotes (Fritz-Laylin et al., 2010). These studies have revealed that *Naegleria gruberi* possesses a complex molecular machinery and biochemical pathways that are shared with animals and fungi, suggesting that it represents an ancient lineage of eukaryotes. However, the taxonomy of *Naegleria* is still unresolved, especially for the pathogenic species *Naegleria fowleri* (De Jonckheere, 2011). It belongs to the phylum Percolozoa and is technically classified as a shape-shifting amoebflagellate excavate, rather than a true amoeba. Although there are more than 40 species in the genus *Naegleria*, only *Naegleria fowleri* has been found to cause disease in humans. The identification and differentiation of *Naegleria fowleri* from other *Naegleria* species is challenging due to their morphological similarity and genetic variability.

History

Naegleria fowleri was first identified in 1965 by Fowler and Carter in Australia (Fowler, Carter, 1965). A year later, three fatalities were reported in Florida. It appeared that swimmers were the source of all cases in either Australia or Florida, since *Naegleria fowleri* thrives in warm and fresh water. In addition to United States tourists, *Naegleria fowleri* has also infected tourists from Japan, Italy, Thailand, New Zealand, Belgium, England, Californian hot springs, and United States freshwater lakes (Seidel et al., 1982). One must first appreciate the biology of *Naegleria fowleri*, its pathogenic mechanism, and the disease it causes, primary amoebic meningoencephalitis, in order to better comprehend the spread of this organism (Ladki et al., 2017). *Naegleria fowleri* species falls under the phylum Percolozoa. The microbe is a thermophilic free living organism that is most dynamic above 86°F and can endure temperatures over 113°F (Heggie, 2010). Thus, locals and tourists pursuing recreational water activities in the summer are most likely to find the amoeba at its peak during this time (Ladki et al., 2017).

Life cycle

The free-living amoeba *Naegleria fowleri* flourishes in freshwater sources such as lakes, ponds in hot climates (Marciano-Cabral, 1988). It has a complex life cycle that involves three morphological stages: (i) the trophozoite or amoeboid form, which is the active and feeding stage that reproduces by binary fission; (ii) the flagellate form, which is a temporary and non-feeding stage that develops in response to adverse environmental stimuli such as food depletion and enables the amoeba to swim and disperse; and (iii) the cyst form, which is a dormant and resistant stage that forms under harsh conditions such as low temperature, high osmolarity, or chemical stress (Siddiqui et al., 2016). The transition between these stages is regulated by environmental cues and molecular mechanisms that are not fully understood. The trophozoite stage is responsible for causing primary amoebic meningoencephalitis (PAM), a rare but fatal infection of the central nervous system (CNS) in humans and animals. The trophozoites are 10-35 µm in length, with a granular cytoplasm, a single nucleus with a prominent nucleolus, and various organelles such as mitochondria, endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, and lysosomes (Khan et al., 2022). The trophozoites are usually the predominant form of *N. fowleri* in nutrient-rich environments, such as warm freshwater habitats or human body fluids. The flagellate form is 10-16 µm in length, with two anterior flagella and no visible organelles. The flagellate form is occasionally found in cerebrospinal fluid (CSF) of infected patients, but it is not considered to be pathogenic. The flagellate form can revert back to the trophozoite

form when favourable conditions return. The cyst form is 7-15 µm in diameter, with a smooth and thick cell wall, a single nucleus with a condensed chromatin, and a reduced cytoplasm. The cyst form is environmentally resilient and can survive for long periods of time until better conditions occur. The cyst form is not seen in brain tissue of infected patients and does not contribute to the pathogenesis of PAM. The process of forming cysts from trophozoites or flagellates is called encystation, while the process of forming trophozoites from cysts is called excystation (CDC, 2021). *Naegleria fowleri* infects humans or animals by entering the nose during water-related activities such as swimming or nasal irrigation. The trophozoites then penetrate the nasal mucosa and migrate along the olfactory nerves to reach the brain, where they cause extensive tissue damage and inflammation by feeding on neurons and glial cells, secreting proteases and phospholipases, inducing apoptosis and necrosis, and eliciting immune responses (microbeonline.com, 2022). The infection usually results in death within one to two weeks after exposure.

The pathogenicity of *N. fowleri* is associated with its trophozoite stage, which is the only form detected in brain tissue of infected patients and never as a cyst. A good strategy against PAM includes finding drugs that can kill the parasite selectively and effectively as well as those that induce encystation. A compound that induces dormancy can be used to develop novel therapeutic strategies since *N. fowleri* is inactive once encysted. Killing the parasite is much tougher than bringing its phenotypic transformation. Exposure to physiological, chemical, environmental and radiological changes, for example, can induce encystation, as opposed to the high concentrations of drugs used to kill the parasite, which can cause damage to host cells. In other words, any circumstance that encourages receptor conformational changes will trigger encystation. External stimuli may also affect cell surface receptors, causing them to undergo structural and conformational changes. Since *Naegleria* are not a threat once encysted, it could be extremely useful to identify compounds that can induce *Naegleria* encystation as a means of developing new therapeutic strategies. The proposed strategy could facilitate alternative therapeutic measures and/or immunity-driven extermination of the parasite in light of the acute nature of PAM that can lead to death within a few days. By inducing encystation in *N. fowleri*, virulent amoebae will be altered into avirulent forms and infection will be delayed. Virulent amoebae can be made dormant by using ligands (molecules, in addition to antibodies or osmolarity) that induce conformational changes that cause cyst formation (Khan et al., 2022). The large molecular mass of antibodies makes it improbable for them to cross the blood-brain barrier, so substances that can pass the barrier would be required to reach the infection site in the CNS and elicit encystation. The use of this method can be used to design combinatorial chemotherapies against this devastating infection if small molecules that can pass through the blood-brain barrier are identified. It may be possible to identify specific receptors involved in the differentiation process using differential gene expression analysis using RNA-seq in response to encystation (Khan et al., 2022). To determine an appropriate treatment regimen against brain-eating amoebae, a range of chemical libraries would need to be tested using bioassay-guided testing, along with a thorough understanding of their structure, composition, and permeability. In order to succeed in these prospects, rigorous research must be conducted.

Pathogenesis

As an amphizoic amoeba, *N. fowleri* can live spontaneously in water, soil, or the host in the central nervous system (CNS) of humans (De Jonckheere, 2011). Water activities, including swimming and diving, have been associated with *N. fowleri* infections in healthy children and adults. When water splashes or wallows itself into the nasal cavity, *N. fowleri* is believed to enter the human body through the nose (Grace et al., 2015). As the infection enters the CNS, it attaches to the nasal mucosa, traverses the olfactory nerve to reach the olfactory lobes, and then travels through the cribriform plate (which is more porous in children and young adults (Jarolim et al., 2000)). By activating macrophages and neutrophils in the olfactory lobes, *N. fowleri* induces a substantial immune response in the human body (Marciano-Cabral, Cabral, 2007). It enters the body as trophozoites. The pathogenicity of *N. fowleri* is also reliant on the release of cytolytic molecules that damage nerves and host cells (De Jonckheere, 2011). These molecules, including acid hydrolases, phospholipases, and neuraminidase, spread throughout the body. The adherence of the pathogen to its host cell is one of the most serious steps in any microbial infection (Güémez, Garcia, 2021). Pathogenic amoebae like *N. fowleri* have been found to have higher attachment levels. According to studies conducted in vitro, *N. fowleri* is capable of attaching to basement membrane components such as collagen I, laminin-1, and fibronectin to move through the nasal epithelium (Jamerson et al., 2012). They have been found to be capable of adhesion by co-localizing integrin-like proteins with actin filaments and binding

fibronectin (Jamerson et al., 2012). In addition, kinases C found in *N. fowleri* have been shown to enhance amoebic adhesion and cytotoxicity towards host cells (Jamerson et al., 2012). In theory, *N. fowleri* adhering to extracellular matrix constituents could trigger signalling transduction pathways that activate protein and protease expression that facilitate amoeba entry and multiplying into the CNS (Güemez, Garcia, 2021). A group of proteins associated with cytoskeletal reorganisation and stability was found in mice when they were passed through their brains, making them almost 100-fold more virulent (Güemez, Garcia, 2021). *N. fowleri*, which is highly virulent, contains a protein homologous to Rho guanine nucleotide exchange factor 28, which proposes that cytoskeletal rearrangement and stabilisation are important for pathology of the amoeba (Güemez, Garcia, 2021; Jamerson et al., 2017). Several studies have indicated that the amoeba's locomotion and pathogenesis are affected by the *Nfa1* gene, which encodes for the *Nfa1* protein (Güemez, Garcia, 2021). The use of anti-*Nfa1* antibodies has been shown to decrease the amoeba's cytotoxic effects, suggesting that this protein plays an essential role in its pathogenesis (Kang et al., 2005). In addition, transfection of *N. fowleri*'s *Nfa1* gene into nonpathogenic *N. gruberi* heightened cytotoxicity against Chinese hamster ovary cells (CHO), as equated with naive *N. gruberi* (Jeong et al., 2005; Güemez, Garcia, 2021). The amoeba has also been shown to contain a protein encoded by the *Nf-actin* gene in its cytoplasm, and pseudopodia which has been linked to increased cell adhesion, phagocytosis, and cytotoxicity (Sohn et al., 2019). *N. fowleri*'s pathogenicity united with the concentrated immune response that follows its presence results in significant nerve and CNS tissue damage, which often leads to fatal conditions.

Mechanisms of pathogenicity

One of the crucial steps in the pathogen invasion process is adhesion, which involves the recognition and binding of specific molecules on the surface of *N. fowleri* to the host cells. Several studies have attempted to identify the adhesion molecules that *N. fowleri* uses to attach to the host cells, such as a 60 kDa integrin-like protein on its outer membrane (Han et al., 2004), and various extracellular matrix proteins, such as collagen type I, fibronectin, and laminin-I (Cervantes-Sandoval et al., 2010). Moreover, it has been shown that *N. fowleri* and *N. gruberi* differ in their expression of carbohydrates, and that mannose residues are essential for *N. fowleri* to adhere to the mouse nasal mucosa (Carrasco-Yeppez et al., 2013). Another important factor in the pathogenesis of *N. fowleri* is the secretion of proteases, which are enzymes that degrade proteins and other macromolecules. Proteases play a role in the development of PAM, even though *N. fowleri* is not considered a strict parasite, by causing tissue damage and inflammation in the olfactory epithelium and the brain (Martinez et al., 1971; Chang, 1979). The first protease secreted by *N. fowleri* that was isolated and characterized was a 30 kDa cysteine protease, which exhibited cytopathic effects on BHK cells and was inhibited by Z-Phe-Ala fluoromethyl ketone (Aldape et al., 1994). Subsequently, other proteolytic proteins were identified, such as naegleriapores A and B (N-A and N-B), which are harmful to human cells and are processed by cysteine proteases (Martinez-Castillo et al., 2016). Additionally, two cysteine proteases, cathepsin B and cathepsin-B-like, were cloned and purified, and were found to degrade several human substrates, such as immunoglobulins, collagen, fibronectin, haemoglobin, and albumin (Lee et al., 2007). These findings suggest that *N. fowleri*'s proteases may be potential targets for chemotherapeutic drugs to treat this infection (McKerrow et al., 2008). Furthermore, two other pathogenic processes that are associated with *N. fowleri*'s ability to penetrate the CNS are dynamic locomotion and phagocytosis, which enable the amoeba to move and engulf a variety of host cells, such as erythrocytes, microglia, and neuroblastoma cells (Martinez-Castillo et al., 2016). A link between phagocytosis and *Nf-actin* was established by a study, indicating that actin polymerization is involved in the phagocytic activity of *N. fowleri* (Lee et al., 2007).

The phagocytosis of human cells by *N. fowleri* involves the formation of phagosome-cup structures, also known as amoebostomes, where a specific protein is predominantly localized, along with the cytoplasm and pseudopodia of the amoeba. *N. fowleri* trophozoites can also induce contact-independent lysis of human cells by secreting proteins that disrupt the cell membrane and reduce the viability of human microglial cells, as evidenced by morphological changes observed in a non-contact system (Kim et al., 2008; Martinez-Castillo et al., 2016). Moreover, the non-contact system showed a higher percentage of apoptotic cells (16%) compared to the *N. fowleri* lysates (Kim et al., 2008). Another important molecule that has been identified is *Nf-cHSP70*, which is hypothesized to have a protective role for the amoeba against environmental stress, especially high temperature. *Nf-cHSP70* has also been associated with the pathogenicity and growth of *N. fowleri* (Song et al., 2007). Furthermore, *N. fowleri* can evade the immune response of the host by avoiding immunoglobulins (IgA and IgG) through capping mechanisms and by

resisting complement-mediated lysis through the expression of a "CD59-like" protein (Martinez-Castillo et al., 2016; Ferrante, Thong, 1979). All these factors contribute to the virulence of *N. fowleri* and its ability to cause primary amoebic meningoencephalitis (PAM), a fatal central nervous system infection. More research on this amoeba is needed to elucidate the physiopathology of PAM and to develop effective strategies for its prevention and treatment.

Pathophysiology and Clinical Features

Primary amoebic meningoencephalitis (PAM) is a fatal central nervous system (CNS) infection caused by the free-living amoeba *Naegleria fowleri*. The infection occurs when the amoeba enters the nasal cavity under pressure, such as during swimming or diving in warm freshwater, or through the use of contaminated water in a neti pot. The amoeba then invades the respiratory epithelium and olfactory mucosa, and reaches the CNS through the cribriform plate (Jarolim et al., 2000). Once in the brain, *N. fowleri* causes extensive damage to the brain parenchyma, resulting in cortical haemorrhages, tissue necrosis, and oedema. The most affected regions are usually the cerebellum, olfactory bulbs, and a basilar region of the frontal cortex. The infection also triggers a strong innate immune response, which contributes to the inflammation and tissue destruction (Marciano-Cabral, Cabral, 2007). The pathogenicity of *N. fowleri* is mediated by several factors, such as nitric oxide production, the protein Nfa1, pore-forming proteins, cysteine proteases, phospholipases, and phospholipolytic enzymes. These factors enable the amoeba to adhere to and phagocytose target cells, secrete cytolytic molecules that disrupt the cell membrane, and evade the host immune response by avoiding immunoglobulins and complement-mediated lysis (Pervin, Sundareshan, 2022; Martinez-Castillo et al., 2016). The clinical manifestations of PAM are usually evident within the first week of infection. However, PAM can be difficult to differentiate from other forms of meningitis due to the lack of characteristic clinical features. The initial symptoms include anorexia, vomiting, irritability, photophobia, diplopia, lethargy, seizures and coma. These are followed by severe headaches, high fevers, and neck stiffness. Death ensues between the third and seventh days after symptom onset (Martinez-Castillo et al., 2016). The post-mortem examination of PAM patients reveals severe tissue mutilation in the area of infiltration, along with ulceration of the olfactory mucosa and necrosis of the olfactory nerves (Visvesvara et al., 2013). There is also extensive haemorrhaging from necrotic blood vessels, and a considerable amount of amoeba invasion is observed in the adjacent frontal cortex via microscope (Hannisch, Hallagan, 1997). The pathogenesis of PAM poses several challenges for diagnosis, treatment, and prevention. The early symptoms of PAM are nonspecific and can be confused with other CNS infections, leading to delays in diagnosis and treatment. The current treatment for PAM consists of aggressive supportive care and the administration of amphotericin B, an antifungal drug that has limited efficacy and high toxicity. Most patients die within days of symptom onset. New potential treatments are being investigated, such as miltefosine, an oral agent that has shown some activity against other pathogenic amoeba in vitro and in vivo (Debnath, 2021; Cope et al., 2016). The pathogenesis of PAM is also poorly understood at the molecular level. The specific mechanisms by which *N. fowleri* causes disease are not known, and more research is needed to elucidate them. For example, it is not clear how the amoeba evades the host immune response or how it causes the inflammation and destruction of brain tissue. A deeper understanding of these mechanisms could potentially lead to the development of new treatments for PAM. This could lead to the development of new therapeutic targets and strategies for PAM. Moreover, the prevention and control of PAM is difficult due to the widespread presence of *N. fowleri* in various water sources and its ability to survive in high-saline environments. The risk of infection can be reduced by avoiding activities that expose the nose to water pressure or sediment in warm freshwater bodies (Cooper et al., 2019; Ropar et al., 2013).

Diagnosis

Symptoms and signs of infection with *N. fowleri* usually appear between two and eight days after infection, although some cases have been reported within 24 hours. Computerized tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) examinations of the brain generally show cerebral oedema, sulcal effacement, and cisternal obliteration near the midbrain and subarachnoid space during the initial stages of infection. These conditions usually deteriorate as the infection develops, illuminating necrotic areas, stenosis, and aneurysms (Güémez, Garcia, 2021). There are no precise signs or symptoms that indicate *N. fowleri* infection, but the most common symptoms are headaches, fevers, chills, Brudzinski signs, Kernig signs, photophobia, confusion, seizures, and possible comas (Grace et al., 2015). A few cases have also

been reported with anomalous cardiac rhythms and myocardial necrosis (Martinez, 1985). A direct relationship has been found between death and an increase in intracranial pressure and cerebral spinal fluid pressure (CSF) (600 mm H₂O pressure or higher). The presence of polymorphonuclear leukocytes and *N. fowleri* trophozoites in cerebrospinal fluid (CSF) can be definitively identified with a lumbar puncture (Siddiqui et al., 2016).

Various irregularities in the colour of CSF have been found, fluctuating from grey in premature stages of infection to red in late stages due to an increase in red blood cells to about 24,600/mm³ (Hebbar et al., 2005). Midbrain and subarachnoid spaces are two areas of the brain where magnetic resonance imaging (MRI) often shows irregularities (Martinez, 1985). CSF can be used to nurture *N. fowleri* by adding a few drops to a non-nutrient agar plate seeded with live or heat-killed bacteria. In addition to be autoclaved for 25 min at 121°C, sterile, heat-inactivated fetal calf serum should always be incorporated into the medium before use. Augmenting the medium with 1% peptone also progresses amoeba growth (Zaongo et al., 2018). Trophozoites grow within three days of being incubated at 37°C, and they instigate to form encyst after seven to ten days as their food source declines (Zaongo et al., 2018). The flagellation process of transforming the trophozoites into flagellates can help distinguish *N. fowleri* from other pathogenic amoebae occurs by mixing one drop of amoeba culture or sedimented CSF with one mL of distilled water during 1-2 hours (Siddiqui et al., 2016). Growing *N. fowleri* on solid non-nutrient agar has many advantages, but there are a few limitations, including bacterial contamination and a lower yield of cysts (Güemez, Garcia, 2021). To induce encystment, cells are washed twice in PBS (pH 7.4) followed by incubation in the encystment medium in 24-well plates at 37°C for 20 hours. It may be possible to check the manifestation of the amoeba using microscopy, immunofluorescence assays (IF), enzyme-linked immunosorbent assays (ELISAs), or flow cytometry (FC) (Siddiqui et al., 2016). It is also acclaimed to perform a reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) to identify the species and genus of the amoeba (Bellini et al., 2018). There is also a wide range of white blood cell concentrations (WBC) ranging from 300 to 26,000 mm³, whereas protein concentrations can be between 100 mg/100 mL and 1000 mg/100 mL, while glucose levels can be between 10 mg/100 mL and less than 10 mg/100 mL (Visvesvara et al., 2007). The amalgamation of clinical features and a history of contact with water confirm infection with *N. fowleri*. To increase the chance of survival, the patient must obtain medical treatment promptly (Siddiqui et al., 2016).

Pathological changes in brain due to *N. fowleri* infections

Brain hemispheres with *N. fowleri* infection are often mushy, noticeably enlarged, oedematous, and very congested. The leptomeninges (arachnoid and pia mater) have little purulent exudate inside sulci, the base of the brain, brainstem, and cerebellum but are severely clotted, diffusely hyperemic, and opaque. The olfactory bulbs typically have purulent secretions around them and exhibit haemorrhagic atrophy (Zumla, 2010). There are also many peripheral haemorrhage patches visible in the cortex. The base of the orbitofrontal and temporal lobes, the hypothalamus, the midbrain, the pons, the medulla oblongata, and the upper part of the spinal cord are where the majority of lesions are located (El-Maaty, Hamza, 2012). The subarachnoid space above the cerebral hemispheres and the cisternae around the midbrain may have been destroyed, according to CT images. Following intravenous contrast medium delivery, these areas may exhibit considerable diffuse augmentation (Visvesvara et al., 2007). Microscopically, fibrino-purulent leptomeningeal exudate is found throughout the cerebral hemispheres, brain stem, cerebellum, and upper section of the spinal cord. This effusion is primarily composed of PMNs, with a small number of eosinophils, macrophages, and lymphocytes. It is common to see clusters of many amoebic trophozoites in necrotic and oedematous neural tissue, frequently without PMNs (El-Maaty, Hamza, 2012). Trophic amoebae are additionally discovered deep within Virchow-Robin gaps, typically near blood arteries and devoid of any acute inflammation. Particularly lacking are the amoebic cysts (Visvesvara et al., 2007).

Conclusion

Naegleria fowleri is a free-living amoeba that can cause primary amoebic meningoencephalitis (PAM), a rare but fatal infection of the central nervous system. This infection occurs when *N. fowleri* enters the nasal cavity through contaminated water and reaches the brain through the olfactory nerves. The pathogenesis of PAM involves the destruction of brain tissue by *N. fowleri* and the inflammatory response of the host. Several factors have been identified that influence the transmission, proliferation, and virulence of *N. fowleri*, such as environmental conditions, host susceptibility, and molecular mechanisms. However, many aspects of the biology and pathogenicity of *N. fowleri* remain unknown, and more research is needed

to elucidate them. The diagnosis and treatment of PAM are challenging due to the nonspecific symptoms, rapid progression, and limited efficacy of available drugs. Therefore, there is an urgent need to develop new strategies for prevention and treatment of PAM, such as improved surveillance, rapid detection, novel therapeutics, and vaccines. To verify the diagnosis, methods based on molecular biology are suggested. Increasing incidence of PAM in both developed and underdeveloped countries is a serious public health concern that requires awareness and action from the health community. In the past 50 years, significant advances have been made in understanding the biology and pathogenesis of *N. fowleri*, which could facilitate the development of new interventions to combat this deadly infection. However, further research is required to overcome the challenges posed by this emerging pathogen.

References

- Adl S.M., Simpson A.G., Farmer et al. (2005). The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 52(5), 399–451. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2005.00053.x>
- Aldape K., Huizinga H., Bouvier J., Mckerrow J. (1994). *Naegleria fowleri*: characterization of a secreted histolytic cysteine protease. *Experimental Parasitology*, 78(2), 230–241. <https://doi.org/10.1006/expr.1994.1023>
- Bellini N.K., Santos T.M., da Silva M.T.A. (2018). The therapeutic strategies against *Naegleria fowleri*. *Experimental parasitology*, 187, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2018.02.010>
- Cooper A.M., Aouthmany S., Shah K., Rega P.P. (2019). Killer amoebas: Primary amoebic meningoencephalitis in a changing climate. *JAAPA. Official Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 32(6), 30–35. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000558238.99250.4a>
- Carrasco-Yepe M., Campos-Rodriguez R., Godinez-Victoria M. et al. (2013). *Naegleria fowleri* glycoconjugates with residues of α -d-mannose are involved in adherence of trophozoites to mouse nasal mucosa. *Parasitology Research*, 112(10), 3615–3625. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3549-2>
- Cervantes-Sandoval I., Serrano-Luna J., Judith Pacheco-Yépez et al. (2010). Differences between *Naegleria fowleri* and *Naegleria gruberi* in expression of mannose and fucose glycoconjugates. *Parasitology Research*, 106, 695–701. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1727-z>
- Chang S.L. (1979). Pathogenesis of pathogenic *Naegleria amoeba*. *Folia Parasitologica*, 26(3), 195–200.
- Cope J.R., Conrad D.A., Cohen N. et al. (2016). Use of the novel therapeutic agent miltefosine for the treatment of primary amebic meningoencephalitis: report of 1 fatal and 1 surviving case. *Clinical Infectious Diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 62(6), 774–776. <https://doi.org/10.1093/cid/civ1021>
- Debnath A. (2021). Drug discovery for primary amebic meningoencephalitis: from screen to identification of leads. *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 19(9), 1099–1106. <https://doi.org/10.1080/14787210.2021.1882302>
- De Jonckheere J.F. (2011). Origin and evolution of the worldwide distributed pathogenic amoeboflagellate *Naegleria fowleri*. *Infection, Genetics and Evolution*, 11(7), 1520–1528. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.07.023>
- El-Maaty D.A., Hamza R.S. (2012). Primary Amoebic Meningoencephalitis caused by *Naegleria fowleri*. *Pakistan University Journal*, 5(2), 93–104.
- Evdokiou A., Marciano-Cabral F., Jamerson M. (2022). Studies on the cyst stage of *Naegleria fowleri* in vivo and in vitro. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 69(2), e12881. <https://doi.org/10.1111/jeu.12881>
- Ferrante A., Thong Y.H. (1979). Antibody induced capping and endocytosis of surface antigens in *Naegleria fowleri*. *International Journal for Parasitology*, 9(6), 599–601. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(79\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0020-7519(79)90018-3)
- Fowler M., Carter R.F. (1965). Acute pyogenic meningitis probably due to *Acanthamoeba* sp.: a preliminary report. *British Medical Journal*, 2(5464), 734. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.5464.734-a>
- Fritz-Laylin L.K., Prochnik S.E., Ginger M.L. et al. (2010). The genome of *Naegleria gruberi* illuminates early eukaryotic versatility. *Cell*, 140(5), 631–642. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.01.032>
- Grace E., Asbill S., Virga K. (2015). *Naegleria fowleri*: pathogenesis, diagnosis, and treatment options. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59(11), 6677–6681. <https://doi.org/10.1128/AAC.01293-15>
- Güemez A., García E. (2021). Primary Amoebic Meningoencephalitis by *Naegleria fowleri*: pathogenesis and treatments. *Biomolecules*, 11(9), 1320. <http://dx.doi.org/10.3390/biom11091320>

- Han K.L., Lee H.J., Shin M.H. et al. (2004). The involvement of an integrin-like protein and protein kinase C in amoebic adhesion to fibronectin and amoebic cytotoxicity. *Parasitology Research*, 94(1), 53–60. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1158-9>
- Hannisch W., Hallagan L.F. (1997). Primary amoebic meningoencephalitis: a review of the clinical literature. *Wilderness Environmental Medicine*, 8(4), 211–213. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(1997\)008\[0211:pamaro\]2.3.co;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(1997)008[0211:pamaro]2.3.co;2)
- Hebbar S., Bairy I., Bhaskaranand N. et al. (2005). Fatal case of *Naegleria fowleri* meningo-encephalitis in an infant: case report. *Annals of tropical paediatrics*, 25(3), 223–226. <https://doi.org/10.1179/146532805X58166>
- Heggie T.W. (2010). Swimming with death: *Naegleria fowleri* infections in recreational waters. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 8(4), 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2010.06.001>
- Jamerson M., da Rocha-Azevedo B., Cabral G.A., Marciano-Cabral F. (2012). Pathogenic *Naegleria fowleri* and non-pathogenic *Naegleria lovaniensis* exhibit differential adhesion to, and invasion of, extracellular matrix proteins. *Microbiology*, 158(3), 791–803. <https://doi.org/10.1099/mic.0.055020-0>
- Jamerson M., Schmoyer J.A., Park J. et al. (2017). Identification of *Naegleria fowleri* proteins linked to primary amoebic meningoencephalitis. *Microbiology*, 163(3), 322–332. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000428>
- Jarolim, K. L., McCosh, J. K., Howard, M. J., John D.T. (2000). A light microscopy study of the migration of *Naegleria fowleri* from the nasal submucosa to the central nervous system during the early stage of primary amoebic meningoencephalitis in mice. *The Journal of Parasitology*, 86(1), 50–55. [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2000\)086\[0050:ALMSOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2000)086[0050:ALMSOT]2.0.CO;2)
- Jeong S.R., Lee S.C., Song K.J. et al. (2005). Expression of the nfa1 gene cloned from pathogenic *Naegleria fowleri* in nonpathogenic *N. gruberi* enhances cytotoxicity against CHO target cells in vitro. *Infection and Immunity*, 73(7), 4098–4105. <https://doi.org/10.1128/IAI.73.7.4098-4105.2005>
- Kang S.Y., Song K.J., Jeong S.R. et al. (2005). Role of the Nfa1 protein in pathogenic *Naegleria fowleri* cocultured with CHO target cells. *Clinical and Vaccine Immunology*, 12(7), 873–876. <https://doi.org/10.1128/CDLI.12.7.873-876.2005>
- Khan N.A., Muhammad J.S., Siddiqui R. (2022). Brain-eating amoebae: is killing the parasite our only option to prevent death? *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 20(1), 1–2. <https://doi.org/10.1080/14787210.2021.1927712>
- Kim J.H., Kim D., Shin H.J. (2008). Contact-independent cell death of human microglial cells due to pathogenic *Naegleria fowleri* trophozoites. *The Korean Journal of Parasitology*, 46(4), 217–221. <https://doi.org/10.3347/kjp.2008.46.4.217>
- Ladki S.M., Samad J.A. (2017). Summer recreational water tourism: a deadly human encounter with *Naegleria fowleri*. *Journal of Tourism & Hospitality*, 6(5), 306. <https://doi.org/10.4172/2167-0269.1000306>
- Lee Y.J., Kim J.H., Jeong S. R. et al. (2007). Production of Nfa1-specific monoclonal antibodies that influences the *in vitro* cytotoxicity of *Naegleria fowleri* trophozoites on microglial cells. *Parasitology Research*, 101(5), 1191–1196. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0600-1>
- Levine N.D., Corliss J.O., Cox F.E. et al. (1980). A newly revised classification of the protozoa. *The Journal of Protozoology*, 27(1), 37–58. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1980.tb04228.x>
- Marciano-Cabral F. (1988). Biology of *Naegleria* spp. *Microbiological Reviews*, 52(1), 114–133. <https://doi.org/10.1128/mr.52.1.114-133.1988>
- Marciano-Cabral F., Cabral G.A. (2007). The immune response to *Naegleria fowleri* amebae and pathogenesis of infection. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 51(2), 243–259. <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2007.00332.x>
- Martinez A.J. (1985). Free-living amebas: natural history, prevention, diagnosis, pathology, and treatment of disease. CRC Press, Boca Raton, FL. 168 p.
- Martinez A.J., Nelson E.C., Jones M.M. et al. (1971). Experimental *Naegleria* meningoencephalitis in mice. An electron microscope study. *Laboratory Investigation; a Journal of Technical Methods and Pathology*, 25(5), 465–475.

- Martinez-Castillo M., Cárdenas-Zúñiga R., Coronado-Velázquez D. et al. (2016). *Naegleria fowleri* after 50 years: is it a neglected pathogen? *Journal of Medical Microbiology*, 65(9), 885–896. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.000303>
- McKerrow J.H., Rosenthal P.J., Swenerton R., Doyle P. (2008). Development of protease inhibitors for protozoan infections. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 21(6), 668–672. <https://doi.org/10.1097/QCO.0b013e328315cca9>
- Pervin N., Sundareshan V. (2022). *Naegleria*. In: StatPearls [Internet].. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 30571068.
- Ropar J., Thomas A., Sharma P. (2013). Primary amoebic meningoencephalitis caused by *Naegleria fowleri*: Current status and future prospects. *Journal of Postgraduate Medicine*, 59(4), 296–301.
- Seidel J.S., Harmatz P., Visvesvara G.S. et al. (1982). Successful treatment of primary amoebic meningoencephalitis. *The New England Journal of Medicine*, 306(6), 346–348. <https://doi.org/10.1056/NEJM198202113060607>
- Siddiqui R., Ali I.K.M., Cope J.R., Khan N.A. (2016). Biology and pathogenesis of *Naegleria fowleri*. *Acta Tropica*, 164, 375–394. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.09.009>
- Sohn H.J., Song K.J., Kang H. et al. (2019). Cellular characterization of actin gene concerned with contact-dependent mechanisms in *Naegleria fowleri*. *Parasite Immunology*, 41(8), e12631. <https://doi.org/10.1111/pim.12631>
- Song K.J., Song K.H., Na B.K. et al. (2007). Molecular cloning and characterization of a cytosolic heat shock protein 70 from *Naegleria fowleri*. *Parasitology Research*, 100(5), 1083–1089. <https://doi.org/10.1007/s00436-006-0404-8>
- Visvesvara G.S. (2013). Infections with free-living amoebae. *Handbook of clinical neurology*, 114, 153–168. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53490-3.00010-8>
- Visvesvara G.S., Moura H., Schuster F.L. (2007). Pathogenic and opportunistic free-living amoebae: *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri*, and *Sappinia diploidea*. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 50(1), 1–26. <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2007.00232.x>
- Zaongo S.D., Shaio M.F., Ji D.D. (2018). Effects of culture media on *Naegleria fowleri* growth at different temperatures. *Journal of Parasitology*, 104(5), 451–456. <https://doi.org/10.1645/18-6>
- Zumla A. (2010). Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases. *The Lancet. Infectious Diseases*, 10(5), 303–304. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(10\)70089-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(10)70089-X)

Молекулярні механізми та терапевтичні стратегії *Naegleria fowleri* Carter (1970): смертельно небезпечна амеба, що пожирає мозок Н. Датта

Naegleria fowleri - це термофільна вільноживуча амеба, яка може викликати рідкісну та смертельну інфекцію мозку, яка називається первинним амебним менінгоенцефалітом (ПМ). ПМ є серйозною проблемою для охорони здоров'я, оскільки вражає переважно молодих і здорових людей після перебування у теплому прісноводному середовищі, і має рівень смертності приблизно 98%. Зараження відбувається, коли амеба потрапляє в носову порожнину під час плавання або інших видів відпочинку і мігрує в мозок через нюховий нерв. У мозку амеба викликає великий некроз тканин, крововилив і запалення, що призводить до серйозних неврологічних симптомів і смерті протягом декількох днів. Патогенез інфекції *N. fowleri* повністю не з'ясований, але останні дослідження пролили світло на молекулярні механізми, які дозволяють амебі вторгтися, розмножуватися та уникати імунної системи господаря. Ці механізми включають експресію різних поверхневих молекул, які опосередковують адгезію, рухливість і фагоцитоз клітин господаря, а також секрецію протеаз та інших факторів, які руйнують позаклітинний матрикс господаря та модулюють імунну відповідь господаря. Однак досі залишається багато питань без відповіді щодо складних взаємодій між амебою та її господарем, які обмежують розробку ефективних діагностичних і терапевтичних стратегій. ПМ часто помилково діагностують як бактеріальний менінгіт через його неспецифічні клінічні прояви та відсутність надійних діагностичних тестів. Це призводить до запізненого або невідповідного лікування та поганого прогнозу. Наразі не існує спеціального чи схваленого лікування ПМ, а доступні варіанти базуються на емпіричних даних або описах випадків. Рівень виживаності при ПМ залишається дуже низьким, незважаючи на використання кількох препаратів і підтримувальну терапію. Таким чином, існує нагальна потреба в додаткових дослідженнях патогенезу *N. fowleri* та ідентифікації нових мішеней для втручання. З прогресом у геномних і протеомних технологіях з'явилися нові можливості для вивчення молекулярної біології *N. fowleri* та відповіді її господаря. Ідентифікувавши гени та білки, задіяні в ключових процесах, таких як адгезія, рухливість та імунне ухилення, дослідники можуть

розробити цільову терапію, щоб порушити ці важливі функції та запобігти або лікувати інфекцію. Цей огляд містить вичерпний огляд поточного стану знань про *N. fowleri*, його патогенні молекулярні механізми та біологічні процеси, пов'язані із зараженням, а також проблеми та перспективи майбутніх досліджень.

Ключові слова: *Naegleria fowleri*, первинний амебний менингоенцефаліт, патогенез, життєвий цикл, молекулярні механізми, імунна система господаря, діагностика.

Цитування: Datta N. *Molecular mechanisms and therapeutic strategies of Naegleria fowleri Carter (1970): a review of the fatal brain-eating amoeba*. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2024, 40, с. 22-31. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-2>

Про автора:

Датта Н. – Коледж Асутош (Університет Калькутти), вул. Шьяма Прасад Мукерджі, 92, Калькутта, Західний Бенгал, Індія, 700026, neelabhdatta@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1577-5461>

Подано до редакції: 16.01.2023 / Прорецензовано: 27.02.2024 / Прийнято до друку: 18.03.2024

DOI: 10.26565/2075-5457-2024-42-3
УДК: 595.44:502.05(477.72)

Оновлений список павуків (*Arachnida, Araneae*) природоохоронних територій Херсонської області (Україна) А.М. Іосипчук

Природно-заповідний фонд Херсонщини налічує 84 об'єкти різних категорій, тільки десята частка яких досліджена щодо видового складу павуків. Для проведення оцінки збереженості території доцільно використовувати результати довготривалого моніторингу флори та фауни, у тому числі, видового складу, чисельності та характеру угруповань павуків. Відповідно до цього було сформовано список видів павуків дев'яти об'єктів Природно-заповідного фонду України. Серед них: два біосферні заповідники, п'ять національних природних парків та два заказники. Окрім літературних відомостей, зазначені також результати власних досліджень 2021 року на територіях природних парків «Джарилгацький» та «Олешківські піски». Таким чином, на сьогодні, фауна павуків об'єктів ПЗФ Херсонської області налічує 363 види з 30 родин. Серед них *Cyclosa sierrae* Simon, 1870, *Eresus moravicus* Řezáč, 2008, *Nomisia exornata* (C.L. Koch, 1839), *Oxyopes globifer* Simon, 1876, *Pirata piscatorius* (Clerck, 1757), *Singa semiatra* L. Koch, 1867, *Trochosa hispanica* Simon, 1870, *Zelotes tenuis* (L. Koch, 1866), *Erigonoplus jarmilae* (Miller, 1943), *Titanoeca spominima* (Taczanowski, 1866) є першими знахідками в Херсонській області (10 видів). Останні два види було додано до списку через перегляд колекції павуків з Чорноморського заповідника. Вперше для України у псамофітному степу широкої частини коси Джарилгач (НПП «Джарилгацький») зафіксовано *Neaetha absheronica* Logunov & Guseinov, 2002 (1 male; 28.06–26.07.2021; 46.025905N, 32.934212E), що розширює північну межу ареалу виду. Род *Neaetha* (Salticidae) також новий для України. Знахідки *Eresus kollari* Rossi, 1846, *Civizelotes pygmaeus* (Miller, 1943) та *Minicia marginella* (Wider, 1834) потребують уточнення. За підрахунками автора, фауна павуків Херсонської області складає близько 400 видів. Серед напрямів майбутніх досліджень планується інвентаризація фауни павуків та аналіз їхніх угруповань для оцінки наслідків бойових дій, а також оновлення відомостей щодо видового різноманіття павуків Чорноморського заповідника та Асканії-Нова. Передбачається комплексна созологічна оцінка пропонованих до заповідання територій, які вже мають детальні ботанічні описи. Є значна вірогідність зникнення низки видів з означених природоохоронних територій, оскільки всі досліджувані об'єкти постраждали внаслідок бойових дій.

Ключові слова: павуки, інвентаризація фауни, природно-заповідний фонд, Херсонська область, Південна Україна

Цитування: Іосипчук А.М. Оновлений список павуків (*Arachnida, Araneae*) природоохоронних територій Херсонської області (Україна). Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2024, 42, 32–48. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-3>

Про автора:

А. М. Іосипчук — Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна; Херсонський державний університет, вул. Університетська, 27, Херсон, Україна, 73003, iosipchuk.nastya@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8242-002X>

Подано до редакції: 05.02.2024 / Прорецензовано: 11.05.2024 / Прийнято до друку: 18.05.2024

Вступ

Південь України, попри високе аграрне навантаження, залишається багатим на різноманітні природні території. Острівні ділянки різних типів степів, відслонення гірських порід, значна кількість водойм, у тому числі річка Дніпро з плавнями, близькість Чорного й Азовського морів сприяють формуванню багаті флори та фауни, яка потребує охорони. Це вимагає створення значної кількості об'єктів природно-заповідного фонду (далі — ПЗФ), які повинні забезпечити умови існування природних і напівприродних комплексів і слугувати оселищами вразливих видів. Херсонська область налічує 84 об'єкти ПЗФ, серед яких: два біосферні заповідники (далі — БЗ), п'ять національних природних парків (далі — НПП), вісім заказників загальнодержавного значення, п'ятнадцять заказників місцевого значення, а також низка нижчих категорій ПЗФ (Державний кадастр..., 2024). Втім, у межах області є ще багато перспективних об'єктів, що можуть доповнити цей перелік, хоча у майбутньому їхній стан доведеться перевіряти, оскільки проекти створення не включали реалії сьогодення (Мойсієнко та ін., 2020).

Окрему нішу серед членистоногих займають павуки, що розповсюджені по всьому світі у різних екосистемах і займають значне місце в трофічних ланцюгах як ентомофаги і корм для різних тварин (Nyffeler, Birkhofer, 2017; Michalko et al., 2019). Проте, недостатнє дослідження цієї групи впливає на збереження власне павуків (Branco, Cardoso, 2020), зокрема в Україні, де жоден з представників таксону не включений до Червоної книги України (Milano et al., 2021). Павуків варто використовувати як біоіндикаторів у комплексній оцінці стану природоохоронних територій завдяки їхньої чутливості до зміни умов місцеперебування і впливу різних природних і антропогенних факторів (Hoge, Uniyal, 2008; Nadal, 2022). Видовий склад, загальна чисельність і структура угруповань павуків відображають процеси, що відбуваються в екосистемах (Argañaraz et. al, 2020).

У першу чергу для оцінювання збереженості території необхідно проводити інвентаризацію флори і фауни, яка потребує довготривалих досліджень. Перші літературні відомості щодо павуків ПЗФ Лівобережжя Херсонщини узагальнені у каталозі павуків СРСР Д. Є. Харитонова (Charitonov, 1932), де наведено 25 видів для Асканії-Нова та 17 видів для «Соленоозерної дачі» майбутнього Чорноморського заповідника. Подальші дослідження увійшли у каталог павуків Лівобережної України (Polchaninova, Prokopenko, 2013) і доповнені у 2019 році (Polchaninova, Prokopenko, 2019) — усього на той час павукам об'єктів ПЗФ Херсонської області було присвячено більше 40 публікацій. На час написання каталогу, Правобережжя області було майже не обстежено, а природні парки ще не створені. У 2017–2018 роках розпочато новий етап дослідження павуків Херсонської області (Іосипчук, Орлова, 2018; Іосипчук, 2020), що вимагає підсумку і структуризації вже існуючих відомостей.

Метою цієї роботи було скласти загальний список павуків, зареєстрованих у межах об'єктів ПЗФ Херсонської області, виокремити рідкісні види та окреслити напрями майбутніх досліджень.

Матеріали і методика

Район дослідження. Короткі відомості про обстежені об'єкти ПЗФ

Дослідження фауни павуків були проведені у дев'яти об'єктах ПЗФ Херсонської області, список яких наданий нижче. Історія створення та територіальне розміщення, склад ділянок і основні біотопи ПЗФ наведені за Державним кадастром територій та об'єктів ПЗФ (2024), Онищенко, Андрієнко (2012а; 2012b), Мойсієнко та ін. (2020), що доповнюють відомості сайтів об'єктів ПЗФ.

БЗ Асканія-Нова. Отримав статус біосферного у 1993 році, але перші спроби заповідання були запроваджені бароном Ф.Е. Фальц-Фейном у 1880-х роках (Історія створення..., 2017). Розташований у Каховському районі; загальна площа — 33307,6 га; територія складається з трьох ділянок природнього типчакково-ковилового степу з вкрапленням лучних видів у западинах: Великий Чапельський під з випасом, масиви «Північний» та «Південний» в умовах абсолютного заповідання, а також територій буферної зони, до якої входять зокрема дендрологічний і зоологічний парки. Аранеологічні дослідження проведені у 1927 р. (Charitonov, 1932) і 1983–1988 рр. (Polchaninova, Prokopenko, 2013; Szita, Logunov, 2008).

Чорноморський державний БЗ. Статус БЗ наданий у 1993 р., але частина території була заповідана ще у 1927 р. Розташований у Скадовському районі Херсонської області, крім ділянки «Волижин ліс» у Миколаївському районі Миколаївської області. Загальна площа — 109254,8 га. Павуки були досліджені на Солонозерній, Івано-Рибальчанській, Потіївській ділянках, Ягорлицькому Куті й о. Орлов. У заповіднику охороняються піщані та приморські степи, солончаки, літораль заливу, солонкуваті та прісні озера, очеретяні болота, луки у пониженнях та природні дубово-березово-осикові колки з різним зволоженням (Чорноморський..., 2013). Роки аранеологічних досліджень: 1927 р. (Charitonov, 1932); 1976 р., 1982–1991 рр., 1996–2001 рр., (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019); 2007–2009 рр. (Gnelitsa, 2012, 2022a, 2022b).

Азово-Сиваський НПП. Заснований у 1993 році, проте окремі заповідні приморські ділянки з 1927 року вже охоронялися у складі БЗ «Асканія-Нова». Розташований у Генічеському районі. Площа складає 52582,74 га з двома ділянками — Бірючанською і Сиваською. Є біотопи справжніх, лучних, солонцюватих, піщаних степів, луків, солончаків та біотопи з прибережно-водною рослинністю. Аранеологічні дослідження проводились у 1999 р. (Polchaninova, Prokopenko, 2013).

НПП «Джарилгацький». Створений у 2009 році, а власне заповідання коси Джарилгач розпочалось ще у 1920-х роках, коли вона входила до складу БЗ «Асканія-Нова». Розташований у Скадовському районі. Площа — 10000 га; умовно поділяється на острівну (коса Джарилгач) та материкову частину. З геоморфологічної точки зору Джарилгач є острівною чи широкою частиною

коси (Давидов та ін., 2022), а тому є частиною материкової України, хоча більш відома назва саме острів Джарилгач. Наявні угруповання псамофітно-степової, солончакової, лучної, болотної рослинності. Також є штучні насадження дерев та кущів («Джарилгацький»..., 2024). Роки аранеологічних досліджень: 1927, 2005 р. (Polchaninova, Prokopenko, 2013); 2018–2019 рр., 2021 р. (Іосипчук та ін., 2020, Іосипчук, 2020; власні збори).

НПП «Кам'янська Січ». Створений у 2019 році на території Бериславського району. Площа — 12261,14 га. Наявні типчаково-ковилові степи, луки, лесові та вапнякові відслонення, деревні насадження (Кам'янська Січ..., 2024). Аранеологічні дослідження проведені у 2019–2020 рр. (Іосипчук, 2019, 2023; Polchaninova et al., 2021a).

НПП «Нижньодніпровський». Заснований у 2015 році на території Бериславського, Скадовського та Херсонського районів. Площа — 80177,8 га. До складу включено ботанічний заказник місцевого значення «Софіївський», а також плавні нижньої дельти Дніпра. Наявні заплавно-болотні біотопи, луки, степ, лесові відслонення (Нижньодніпровський..., 2024). Аранеологічні дослідження проведені у 2019–2021 рр. (Іосипчук, 2023; Іосипчук, 2023).

НПП «Олешківські піски». Створений у 2010 році, хоча заповідання розпочато зі збереження піщаних арен у 1928 році. Знаходиться у Каховському, Скадовському та Херсонському районах. Площа — 11671,06 га. Складається з двох відділень: «Буркути» (Чалбаська арена) та «Раденськ» (Казачелазерська арена). Власне саме остання арена вважається «пустелею». Переважає піщано-степові рослинні угруповання, але є також лісові, лучні, солончакові й болотні. Роки аранеологічних досліджень: 1993 р. (Polchaninova, Prokopenko, 2013), 1999 р. (Polchaninova, Prokopenko, 2019), 2017 р. (Іосипчук, Орлова, 2018), 2021 р. (власні збори).

Станіславський ландшафтний заказник загальнодержавного значення. Створений у 2002 році в Херсонському районі. Площа — 659 га. Аранеологічні дослідження проведені у 2001 році (Logunov, 2015; Polchaninova et al., 2021a).

Ботанічний заказник місцевого значення «Широка балка». Створений у 1998 р. в Херсонському районі. Площа — 116 га. Аранеологічні дослідження проведені у 2020 р. (Polchaninova et al., 2021a; Іосипчук, 2023).

Розташування досліджених об'єктів ПЗФ показані на мапі та позначені різними кольорами відповідно до категорії заповідання (Рис. 1).

Літературні відомості доповнені власними неопублікованими зборами з територій НПП «Джарилгацький» та «Олешківські піски». У НПП «Джарилгацький» матеріал було зібрано у квітні–вересні 2021 р. на материковій частині парку біля сіл Лиманське, Красне, смт. Лазурне, в околицях м. Скадовськ (урочище Цукури та Мар'їн гай) та у червні–серпні 2021 р. на острівній частині парку у псамофітному, засоленому степу, деревних насадженнях, на солончаках і біля заправ. У НПП «Олешківські піски» збори проведені у квітні–травні 2021 р. на території відділення «Буркути» у псамофітному степу, заростях осоки та очерету, заплавної лісах і у галофітній рослинності біля озер Довге та Солене.

Збір проводився стандартними методами: ручним збором; ґрунтовими пастками (використовували пластикові стаканчики ємністю 200 мл з 3% розчином формаліну, що були скомпоновані у лінію з 9 пасток загальною протяжністю близько 100 м та з середнім терміном експозиції у 20 діб); косінням ентомологічним сачком (повторність 60 помахів сачком діаметром близько 30 см). Ідентифіковано 590 екземплярів. Обсяг обліку ґрунтовими пастками складає 7668 пастко-діб для території НПП «Джарилгацький» та 324 пастко-діб — НПП «Олешківські піски». Матеріал зберігається у приватній колекції Іосипчук А.М. та частково у приватній колекції Полчанінової Н.Ю. При складанні загального списку були враховані результати ревізії Полчанінової Н.Ю. деяких екземплярів з власної колекції павуків депонованої у ХНУ імені В.Н. Каразіна. Види вказані за номенклатурою World Spider Catalogue (WSC, 2024).

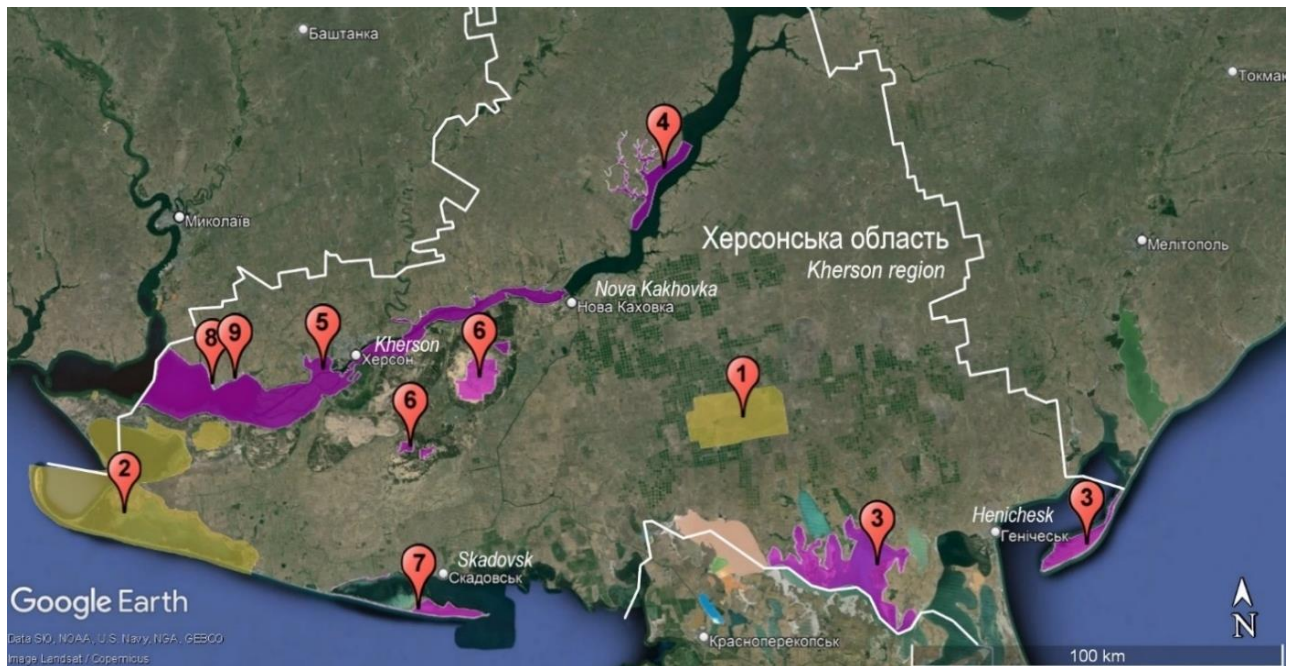


Рис. 1. Розташування досліджуваних об'єктів ПЗФ на території Херсонської області

Умовні позначення: 1 — БЗ «Асканія-Нова», 2 — Чорноморський БЗ, 3 — Азово-Сиваський НПП, 4 — НПП «Кам'янська Січ»; 5 — НПП «Нижньодніпровський», 6 — НПП «Олешківські піски», 7 — НПП «Джарилгацький», 8 — Станіславський заказник; 9 — заказник «Широка Балка»

Fig. 1. Location of the studied protected areas in the Kherson region

Abbreviations: 1 — Askania-Nova Biosphere Reserve; 2 — Chornomorskyi Biosphere Reserve; 3 — Azovo-Syvaskyi National Nature Park; 4 — Kamyanska Sich National Nature Park; 5 — Nyzhniodniprovskiy National Nature Park; 6 — Oleshkivski Pisky National Nature Park; 7 — Dzharylhatskyi National Nature Park; 8 — Stanislavskiy Preserve; 9 — Shyroka Balka Preserve

Результати та обговорення

За результатами досліджень фауна павуків об'єктів ПЗФ Херсонської області налічує 363 види з 30 родів (табл. 1 Додатку). Найбільше видове різноманіття притаманне родині Linyphiidae, що складає 15,2% від загальної кількості видів, а також Gnaphosidae та Salticidae (14,0% та 13,5% відповідно). Вісім родин представлені тільки одним видом, а саме Anyphaenidae, Atypidae, Eresidae, Hahniidae, Scytodidae, Scytodidae, Scytodidae, Zodariidae.

До пропонованого списку включені відомості платформи GBIF для Херсонської обл.: *Argiophe lobata* (Pallas, 1772) була сфотографована у заказнику «Станіславський» (Vasyliuk, 2021), НПП «Олешківські піски» (Zakharova, 2021) і НПП «Азово-Сиваський» (Vynokurov, 2020), а *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802) — у заказнику «Станіславський» (Churilov, 2021). Всі означені знахідки належать до iNaturalist Research-grade Observations як окремі спостереження. Також, до пропонованого списку видів павуків об'єктів ПЗФ частково ввійшли відомості з експедиції до НПП «Олешківські піски» у 2021 році Воловника С., Сучкова С. та Ніколова В., а саме зазначена у їхньому експедиційному звіті *Lycosa singoriensis* (Laxmann, 1770). Травнева знахідка *Eresus kollari* Rossi, 1846 з цієї експедиції (Воловник, 2021) потребує уточнення, як і знахідки *Civizelotes pygmaeus* (Miller, 1943) та *Minicia marginella* (Wider, 1834) з іншої експедиції до Чорноморського заповідника (Н.Ю. Полчанінова, перс. повід.).

Серед досліджених категорій ПЗФ найбільшу кількість видів павуків мають біосферні заповідники (табл. 2), що пов'язано з багаторічною історією аранеологічних досліджень, а найвище багатство аранеофауни Чорноморського заповідника (283 види) — з найбільшим розмаїттям біотопів і найбільшою кількістю відокремлених ділянок. Серед НПП найменше вивчений «Азово-Сиваський», де знайдені лише два види павуків, при тому, що кількість зареєстрованих видів у інших природних парках коливається від 76 до 95.

Таблиця 2. Видове багатство родин павуків на досліджених природоохоронних територіях Херсонської області

Умовні позначення: SP — Станіславський заказник; SB — заказник «Широка Балка»; AS — Азово-Сиваський НПП; KS — НПП «Кам'янська Січ»; Nd — НПП «Нижньодніпровський»; Op — НПП «Олешківські піски»; Dz — НПП «Джарилгацький»; Ch — Чорноморський БЗ; AN — БЗ «Асканія-Нова»

Table 2. Species richness of the spider families in the studied protected areas of the Kherson Region

Abbreviations: SP — Stanislavskiy Preserve; SB — Shyroka Balka Preserve; AS — Azovo-Syvaskiy National Nature Park; KS — Kamyanska Sich National Nature Park; Nd — Nyzhniodniprovskiy National Nature Park; Op — Oleshkivski Pisky National Nature Park; Dz — Dzharylhatskiy National Nature Park; Ch — Chornomorskiy Biosphere Reserve; AN — Askania-Nova Biosphere Reserve

Родина\Family	Об'єкти ПЗФ \ Protected areas									Усього\Total
	SP	SB	AS	KS	Nd	Op	Dz	Ch	AN	
Agelenidae					1			3	3	3
Anyphaenidae								1		1
Araneidae	2	1	1	9	6	11	8	22	18	27
Atypidae				1	1			1		1
Cheiracanthiidae				2				6	2	6
Clubionidae								5	5	6
Dictynidae	1			1		3		8	6	10
Dysderidae		1		2	1				1	3
Eresidae				1		1	1	1	1	1
Gnaphosidae		2	1	18	26	9	21	39	21	51
Hahniidae						1		1		1
Linyphiidae				2	3	6	4	49	15	55
Liocranidae					1	1	1	4	1	4
Lycosidae		1		5	10	9	18	30	15	38
Mimetidae					1	1		2	1	3
Miturgidae				1				4	3	6
Oxyopidae				2	2	2	3	2	2	3
Philodromidae		1		3	4	6	5	12	10	17
Pholcidae								1	1	2
Phrurolithidae				1	1			2	1	3
Pisauridae				1	1	1		1	1	2
Salticidae	1	1		18	14	14	11	35	14	49
Scytodidae								1		1
Sparassidae								1	1	1
Tetragnathidae				1	4		2	5	3	8
Theridiidae				5	4	2	2	23	12	27
Thomisidae		2		11	10	8	9	19	15	26
Titanoecidae				2	4			3	3	6
Uloboridae				1		1		1		1
Zodariidae				1	1			1		1
Разом\Total	4	9	2	88	95	76	85	283	155	363

Серед зазначених видів павуків ПЗФ Херсонської області, *Eresus moravicus* Řezáč, 2008 із НПП «Кам'янська Січ» (*Eresus sp.* за Iosypchuk, 2023) та сім видів із НПП «Джарилгацький», а саме: *Cyclosa sierrae* Simon, 1870, *Singa semiatra* L. Koch, 1867, *Zelotes tenuis* (L. Koch, 1866), *Pirata piscatorius* (Clerck, 1757), *Nomisia exornata* (C.L. Koch, 1839), *Trochosa hispanica* Simon, 1870, *Oxyopes globifer* Simon, 1876 є першими знахідками в області. *Cyclosa sierrae* трапляється у Південній Європі, Угорщині, Туреччині, Ірані та на Кавказі (Nentwig et al., 2024). В Україні раніше був знайдений у Криму

(Ковблюк, Кастригіна, 2015), Донецькій (Polchaninova, Prokopenko, 2019) та Миколаївській областях (Iosypchuk, Polchaninova, 2023). Знахідки *Singa semiatra* зафіксовані від Середземномор'я до Кавказу та Ірану (Nentwig et al., 2024), а в Україні — в Криму (Ковблюк, Кастригіна, 2015). Також тільки з Криму раніше був відомий *Zelotes tenuis*, що трапляється у Середземномор'ї, Центральній Європі та Передкавказзі (Nentwig et al., 2024). Вид *Eresus moravicus* розповсюджений в частині Південної та Східної Європи (Nentwig et al., 2024). Знахідки *Eresus kollari*, що позначені у списку як *Eresus sp.*, потребують уточнення, оскільки раніше *Eresus moravicus* не зазначався для України, а більшість знахідок визначали як *Eresus kollari*. Наразі відомо, що ці два види розрізняються фенологічно — статевозрілі особини *E. moravicus* наявні у квітні–червні, а *E. kollari*, навпаки, з липня по вересень (Yanul et al., 2022). *Pirata piscatorius* має значне поширення майже в усіх країнах Європи (Nentwig et al., 2024); в Україні наведений для шести областей (Гірна, Жукавець, 2022; Iosypchuk, Polchaninova, 2023 та ін.). *Nomisia exornata*, *Trochosa hispanica* й *Oxyopes globifer* мають розповсюдження від Середземномор'я до Центральної Азії, є в Туреччині, Ірані та на Кавказі (Nentwig et al., 2024). Щодо знахідок в Україні, то *Nomisia exornata* була відома для Криму (Ковблюк, Кастригіна, 2015) та Миколаївської області (Polchaninova, Prokopenko, 2019), *Trochosa hispanica* для Криму та Дніпропетровської області (Marusik, Nadolny, 2020), а *Oxyopes globifer* тільки для Криму (Ковблюк, Кастригіна, 2015). *Singa semiatra*, *Zelotes tenuis* і *Oxyopes globifer* є новими видами для материкової частини України.

Після перегляду колекції павуків з Чорноморського заповідника до списку був доданий *Erigonoplus jarmilae* (Miller, 1943), знайдений на Івано-Рибальчанській ділянці (Полчанінова Н.Ю. перс. повід.). Ще одна знахідка цього виду є у Львівській області (Гірна, 2022). Запис *Titanoeca quadriguttata* (Hahn, 1833) для Івано-Рибальчанської ділянки виявився помилковим, екземпляри належать до *Titanoeca spominima* (Taczanowski, 1866), який також знайдений на Соленоозерній ділянці (Полчанінова Н.Ю. перс. повід.). Знахідки *Erigonoplus jarmilae* та *Titanoeca spominima* є першими для Херсонської області (Polchaninova, Prokopenko, 2019). Крім того, список містить значну кількість рідкісних видів, серед яких *Silometopus incurvatus* (O. Pickard-Cambridge, 1873), *Zora parallela* Simon, 1878, *Attulus inexpectus* (Logunov & Kronstedt, 1997), *Heliophanus dunini* Rakov & Logunov, 1997, *Synageles ramitus* Andreeva, 1976 та *Yllenus horvathi* Chyzer, 1891 на сьогодні в Україні відомі тільки з Херсонської області.

Вперше для України у псамофітному степу широкої частини коси Джарилгач (НПП «Джарилгацький») зареєстровано *Neaetha absheronica* Logunov & Guseinov, 2002 (1 male; 28.06–26.07.2021; 46.025905N, 32.934212E), знахідка якого свідчить також про появу нового для України роду родини Salticidae. Цей Середземноморський вид наводиться для Туреччини, Грузії й Азербайджану (Nentwig et al., 2024), де знайдений у напівпустельній місцевості біля каміння поряд з водоймами (Lecigne, 2016), й у дернинах злаків на посушливому піщаному пляжі (Bosmans et al., 2013). Знахідка виду на Джарилгачі суттєво розширює на північ відомі межі його ареалу.

Такі види як *Argiope lobata* (Pallas, 1772), *Drassodes lapidosus* (Walckenaer, 1802), *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802), *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille, 1804), *Oxyopes lineatus* Latreille, 1806, *Heliophanus flavipes* (Hahn, 1832), *Runcinia grammica* (C. L. Koch, 1837), *Thomisus onustus* Walckenaer, 1805, *Xysticus kochi* Thorell, 1872, зафіксовані майже в усіх досліджуваних об'єктах, а *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802) — у кожному з них. *Oxyopes lineatus*, *Runcinia grammica* характерні для півдня степової зони України. *Argiope lobata* також південний вид, що просувається на північ до лісостепової зони по найбільш сухих прогріваних сонцем біотопах, як глинисті та крейдові схили. Інші мають доволі широке розповсюдження по території країни. Близько 40% від загальної кількості видів становлять такі, що зафіксовані тільки в одному досліджуваному об'єкті ПЗФ. З них 97 видів (26,7%) припадає на Чорноморський заповідник. Зокрема, рідкісні в Україні *Canariphantes nanus* (Kulczyński, 1898), *Mecynargus minutipalpis* Gnelitsa, 2011, *Minicia candida* Denis, 1946, *Pelecopsis laptevi* Tanasevitch & Fet, 1986, *Liocranoeca spasskyi* Ponomarev, 2007, *Thanatus mongolicus* (Schenkel, 1936), *Talavera logunovi* Kovblyuk & Kastrygina, 2015 більшість з яких приурочена до солончаків. Загалом, за підрахунками автора, фауна павуків Херсонської області складає 402 види, а більшість зібрана на природоохоронних територіях.

Серед напрямів майбутніх досліджень планується (1) інвентаризація фауни павуків та аналіз їхніх угруповань для оцінки наслідків бойових дій шляхом порівняння з результатами довоєнних досліджень; (2) оновлення відомостей щодо видового різноманіття павуків Чорноморського заповідника і Асканії Нова, оскільки останні знахідки датовані близько 15 та 35 років тому відповідно.

Пропоновані до майбутнього заповідання території мають детальні ботанічні описи, тому можлива також комплексна мультитаксонна соціологічна оцінка, яку вже проводили для степових територій басейна річки Інгулець (Polchaninova et al., 2021b). Також, слід розширити дослідження у агроландшафті, який займає (займав) майже всю область, щоб оцінити можливість існування природної фауни у трансформованих біотопах. Нажаль, всі досліджені категорії ПЗФ постраждали внаслідок військової агресії з боку Росії, тому є значна вірогідність зникнення низки стенотопних видів з означених територій.

Подяки

Автор висловлює подяку Н. Ю. Полчаніновій (ХНУ імені В. Н. Каразіна, Харків) за допомогу у визначенні зібраного матеріалу та надання відомостей з власної колекції, а також співробітникам означених об'єктів ПЗФ за сприяння у зборі матеріалу.

Список літератури / References

- Воловник, С. (2021). Вікіекспедиція до Національного природного парку «Олешківські піски» [Volovnyk, S. (2021). *Wiki expedition to the Oleshkivski Pisky National Nature Park.*] <https://blog.wikimedia.org.ua/2021/08/01/oleshkivski-piski-2021/> (Accessed: April 14, 2024)
- Давидов, О.В., Котовський, І.М., Онойко, Ю.Ю., Сімченко, С.В. (2022). Морфологія поверхні та динаміка берегової лінії дисталі коси Джарилгач. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*, 27(2(41)), 11–27. [Davydov, O.V., Kotovskiy, I.M., Onoyko, Y.Y., Simchenko, S.V. (2023). Surface morphology and dynamics coastline of the Dzharylhach spit distal end. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*, 27(2(41)), 11–27.]. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2\(41\).268697](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2(41).268697) (in Ukrainian)
- Гірна, А., Жукавець, Є. (2022). *Каталог павуків (Arachnida, Aranei) Львівської області (Україна)*. Львів, 312 с. [Hirna A., Zhukovets E. (2022). *Catalogue of spiders (Arachnida, Aranei) of the Lviv oblast (Ukraine)*. Lviv, 312 p.] (in Ukrainian and English)
- Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду. (2024). [State cadastre of territories and objects of the protected areas fund. (2024).]. https://data.gov.ua/dataset/mepr_05/resource/ba204283-62c2-461e-87f8-4639ac5e203e (in Ukrainian)
- «Джарилгацький» Національний природний парк (2024). [Dzharylhatskyi National Nature Park. (2024).]. <https://nppd.com.ua/> (in Ukrainian)
- Іосипчук, А.М. (2020). *Екологічні особливості аранеофауни Національного природного парку «Джарилгацький» (кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»)* Херсон: Херсонський держ. університет, 60 с. [Iosypchuk A.M. *Ecological features of the araneofauna of the National Nature Park 'Dzharylhatsky' (thesis for a master's degree)*. Kherson: Kherson State University, 60 p.]. (in Ukrainian)
- Іосипчук, А.М. (2023) *Знахідки павуків у плавнях пониззя Дніпра до червня 2023 р.* Тези доповідей Конференції молодих дослідників-зоологів — 2023 (м. Київ, Інститут зоології НАН України, 25-26.10. 2023 р.). Зоологічний кур'єр, № 15. Київ, 13. [Iosypchuk, A.M. (2023). *Findings of spiders in the floodplains of the lower Dnipro River by June 2023*. Abstract book of the Conference of young zoologists – 2023 (Kyiv, Institute of zoology, October 25–26, 2023). *Zoological courier*, № 15. Kyiv, 13.] (in Ukrainian)
- Іосипчук А.М., Орлова К.С. (2018). *Місце арахнофауни в екосистемі НПП «Олешківські піски» (в межах Буркутського урочища)*. Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт зі спеціальності «Екологія»: матеріали наук.-практ. конф. (м. Полтава, 28-30 берез. 2018 р). Полтава: ПолтНТУ, 16. [Iosypchuk, A.M., Orlova, K.S. (2018). *The Arachnofauna in the Ecosystem of the Oleshkivski Pisky National Park (within the Burkut District)*. All-Ukrainian competition of student research projects in the specialty "Ecology": materials of the scientific and practical conference (Poltava, March 28-30, 2018). Poltava: PoltNTU.]. (in Ukrainian)
- Іосипчук, А.М., Полчанінова, Н.Ю., Орлова-Гудім, К.С. (2020) *Нові відомості про видовий склад та біотопічний розподіл павуків (Araneae) Національного природного парку «Джарилгацький». Природничий альманах (біологічні науки)*. Херсон: ФОП Вишемирський В.С., 28, 44–52. [Iosypchuk, A.M., Polchaninova, N.Yu., Orlova-Hudim, K.S. (2020). New Data on the Spider (Araneae) Species Composition and Habitat Distribution of the National Nature Park «Dzharylhatskyi». *Scientific Bulletin of Natural Sciences (Biological Sciences)*. Kherson: Vyshemyrskiy, 28, 44–52.]. <https://doi.org/10.32999/ksu2524-0838/2020-28-4> (in Ukrainian)

- Історія створення Біосферного заповідника «Асканія-Нова» ім. Ф.Е. Фальц-Фейна НААН. (2017). [*History of the Falz-Fein Askania-Nova Reserve of the NAAS creation. (2017).*]. <https://askania-nova-zapovidnik.gov.ua/2017/03/28/storiya-stvorennnya-biosfernogo-zapovidnika-askaniya-nova-im-f-e-falts-fejna-naan/> (Accessed: April 15, 2024)
- Кам'янська Січ Національний природний парк. (2024). [*Kamyanska Sich National Nature Park. (2024).*]. <https://www.npp-sich.org.ua/> (Accessed: April 15, 2024)
- Ковблюк, М.М., Кастрюгіна, З.О. (2015). Оновлений каталог павуків (Arachnida, Aranei) Криму. *Українська ентомофауністика*, 6(2), 81 с. [Kovblyuk, M.M., Kastyrygina, Z.A. Updated catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of the Crimea. *Ukrainska entomofaunistyka*, 6(2), 81 p.]
- Мойсієнко, І.І., Ходосовцев, О.Є., Пилипенко І.О. та ін. (2020). *Перспективні заповідні об'єкти Херсонської області*. Херсон: Видавничий Дім «Гельветика». 166 с. [Moysiienko I.I., Khodosovtsev A.Ye., Pylypenko I.O. et al. (2020). *Nature protected objects of Kherson region*. Kherson: Helvetica. 166 p.]. <https://doi.org/10.32782/978-966-992-049-2/1-166> (in Ukrainian)
- Нижньодніпровський Національний природний парк. (2024). [*Nyzhniodniprovskyi National Nature Park. (2024).*]. <http://nppn.org.ua/> (Accessed: April 15, 2024)
- Онищенко, В.А., Андрієнко, Т.Л. (Ред.). (2012а). *Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч.1. Біосферні заповідники. Природні заповідники*. Київ: Фітосоціоцентр, 406 с. [Onyshchenko V.A., Andrienko T.L. (Eds.). (2012). *Phytodiversity of nature reserves and national nature parks of Ukraine. P.1. Biosphere reserves. Nature reserves*. Kyiv: Phytosociocentre, 406 p.] (in Ukrainian)
- Онищенко, В.А., Андрієнко, Т.Л. (Ред.). (2012b). *Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч.2. Національні природні парки*. Київ: Фітосоціоцентр, 580 с. [Onyshchenko V.A., Andrienko T.L. (Eds.). (2012). *Phytodiversity of nature reserves and national nature parks of Ukraine. P.2. National nature parks*. Kyiv: Phytosociocentre, 580 p.] (in Ukrainian)
- Чорноморський біосферний заповідник НАН України. (2013). [*Chornomorskyi Reserve of the NAS of Ukraine. (2013).*]. <https://web.archive.org/web/20140716115526/http://bsbr.ks.ua/uk/inform> (Accessed: April 15, 2024)
- Argañaraz, C.I., Rubio, G.D., Rubio, M., Castellarini, F. (2020) Ground-dwelling spiders in agroecosystems of the Dry Chaco: A rapid assessment of community shifts in response to land use changes. *Biodiversity*, 21(4), 125–135. <https://doi.org/10.1080/14888386.2020.1831605>
- Bosmans, R., Van Keer, J., Russell-Smith, A. et al. (2013). Spiders of Crete (Araneae). A catalogue of all currently known species from the Greek island of Crete. *Nieuwsbrief van de Belgische Arachnologische Vereniging*, 28(1), 1–147.
- Branco, V.V., Cardoso, P. (2020). An expert-based assessment of global threats and conservation measures for spiders. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01290. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01290>
- Charitonov, D. (1932). *Katalog Der Russischen Spinnen*. Leningrad: Academy of Sciences of the Soviet Union, 206 p. (in German)
- Churilov, A. (2021). *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802). *iNaturalist Research-grade Observations*. (iNaturalist.org. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ab3s5x>). <https://www.gbif.org/occurrence/3344054521> (Accessed: April 16, 2024)
- Gnelitsa, V.A. (2012). The genus *Sintula* (Aranei, Linyphiidae) in Ukraine, with the description of a new species Ukraine. *Vestnik Zoologii*, 46(1), 16–23. <https://doi.org/10.2478/v10058-012-0003-3>
- Gnelitsa, V.A. (2022a). A New *Uralophantes* from the South Ukraine (Araneae, Linyphiidae, Ipaestinae). *Zoodiversity*, 56(1), 21–28. <https://doi.org/10.15407/zoo2022.01.021>
- Gnelitsa, V.A. (2022b). *Entelecara* Simon, 1884 species in Ukraine (Araneae: Linyphiidae). *Arachnology*, 19(1), 46–62. <https://doi.org/10.13156/arac.2022.19.1.46>
- Hore, U., Uniyal, V.P. (2008). Use of spiders (Araneae) as indicator for monitoring of habitat conditions in Tarai conservation area, India. *Indian Forester*, 134, 1371–1380.
- Iosypchuk, A. (2019). *First data on the spider fauna (Araneae) of the National Nature Park 'Kamianska Sich' (South Ukraine)*. «Biology: from a molecule up to the biosphere»: proceedings of the 14th International young scientists' conference (November 27th–29th 2019, Kharkiv, Ukraine). Kharkiv: Publisher V. N. Karazin Kharkiv National University, 169–171.
- Iosypchuk, A.M. (2023). Materials to the spider fauna (Araneae) of the steppe gullies of the lower Dnipro valley. *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 31(2), 26–38. <https://doi.org/10.36016/KhESG-2023-31-2-3>

- Iosypchuk, A., Polchaninova, N. (2023). *Spiders (Araneae) of the National Nature Park Buzkyi Hard and its vicinity (Mykolaiv Region, Ukraine). Version 1.2.* Kherson State University. (Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/hx964y>). <https://www.gbif.org/occurrence/4429186450> (Accessed: April 15, 2024)
- Lecigne, S. (2016). Contribution à la connaissance de l'aranéofaune (Araneae) de Crète (Grèce) et description de la femelle inconnue de *Neaetha absheronica* Logunov & Guseinov, 2002 (Salticidae). *Nieuwsbrief van de Belgische Arachnologische Vereniging*, 30(3), 95-118. (in French)
- Logunov, D.V. (2015). Taxonomic-faunistic notes on the jumping spiders of the Mediterranean (Aranei: Salticidae). *Arthropoda Selecta*, 24(1), 33–85. <https://doi.org/10.15298/arthsel.24.1.03>
- Marusik, Yu.M., Nadolny, A.A. (2020). On the identity of *Trochosa hispanica* (Araneae, Lycosidae), with notes on the synonymy of West Palaearctic “*Trochosa*” species. *Zootaxa*, 4859(1), 56–80. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4859.1.2>
- Michalko, R., Pekár, S., Dul'a, M., Entling, M.H. (2019). Global patterns in the biocontrol efficacy of spiders: A meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography* 28(9)1366–1378. <https://doi.org/10.1111/geb.12927>
- Milano, F., Blik, T., Cardoso, P., Chatzaki, M., et al. (2021). Spider conservation in Europe: a review. *Biological Conservation*, 256, 109020. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109020>
- Nadal, M.F. (2022). Jumping spiders (Araneae: Salticidae) as indicators of the conservation status of habitats in Eastern Chaco, Argentina. *Ecología Austral* 32(3), 1120–1132. <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.3.0.1987>
- Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R. et al. (2024). *Spiders of Europe. Version 04.2024.* (<https://doi.org/10.24436/1>). <https://www.araneae.nmbe.ch> (Accessed: April 17, 2024)
- Nyffeler, M., Birkhofer, K. (2017). An estimated 400–800 million tons of prey are annually killed by the global spider community. *The Science of Nature* 104(3-4), 30. <https://doi.org/10.1007/s00114-017-1440-1>
- Polchaninova, N., Gnelitsa, V., Terekhova, V., Iosypchuk, A. (2021a). New and Rare Spider Species (Arachnida, Araneae) from Ukraine. *Zoodiversity*, 55(2), 95–112. <https://doi.org/10.15407/zoo2021.02.095>
- Polchaninova, N., Krasova, O., Lysohor, L., Atevasova T. (2021b). Assessment of the conservation value of dry grassland habitats in the Inhulets River basin (Central Ukraine) based on vegetation and spider research. *Hacquetia*, 20(1), 225–242. <https://doi.org/10.2478/hacq-2021-0003>
- Polchaninova, N.Yu., Prokopenko, E.V. (2013). Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine. *Arthropoda Selecta, Supplement No. 2.*, 268 p.
- Polchaninova, N.Yu., Prokopenko, E.V. (2019). An updated checklist of spiders (Arachnida: Araneae) of Left-Bank Ukraine. *Arachnologische Mitteilungen*, 57(1), 60–64.
- Szita, E., Logunov D.V. (2008). A review of the histrio group of the spider genus *Philodromus* Walckenaer, 1826 (Araneae, Philodromidae) of the eastern Palaearctic region. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 54(1), 23–73
- Vynokurov D. (2020). *Argiope lobata (Pallas, 1772)*. iNaturalist Research-grade Observations. (iNaturalist.org. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ab3s5x>). <https://www.gbif.org/occurrence/3090520815> (Accessed: April 16, 2024)
- Vasyliuk, O. (2021). *Argiope lobata (Pallas, 1772)*. iNaturalist Research-grade Observations. (iNaturalist.org. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ab3s5x>). <https://www.gbif.org/occurrence/3383972860> (Accessed: April 16, 2024)
- WSC. (2024). *World Spider Catalog Home Page. Version 25.0.* Natural History Museum Bern (<https://doi.org/10.24436/2>). <http://wsc.nmbe.ch> (Accessed: April 15, 2024)
- Yanul, V., Terekhova, V., Polchaninova, N. (2022). New Data to the Rare Spider Species (Arachnida, Aranei) from Kyiv Region (Ukraine). *Zoodiversity*, 56(3), 181–188. <https://doi.org/10.15407/zoo2022.03.181>
- Zakharova, M. (2021). *Argiope lobata (Pallas, 1772)*. iNaturalist Research-grade Observations. (iNaturalist.org. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ab3s5x>). <https://www.gbif.org/occurrence/4510053831> (Accessed: April 16, 2024)

Додатки

Таблиця 1. Видовий склад павуків, зареєстрованих у досліджених об'єктах ПЗФ Херсонської області

Умовні позначення: SP — Станіславський заказник; SB — заказник «Широка Балка»; AS — Азово-Сиваський НПП; KS — НПП «Кам'янська Січ»; Nd — НПП «Нижньодніпровський» (Nd1 — заказник «Софіївський»; Nd2 — плавні р. Дніпро); Op — НПП «Олешківські піски» (Op1 — відділення «Буркути»; Op2 — відділення «Раденськ»); Dz — НПП «Джарилгацький» (Dz1 — острівна частина; Dz2 — материкова частина); Ch — Чорноморський БЗ (Ch1 — Івано-Рибальчанська ділянка; Ch2 — Солонозерна ділянка; Ch3 — Потіївська ділянка; Ch4 — Ягорлицький Кут з островом Орлов); AN — БЗ «Асканія-Нова».

!! — перші знахідки для України; ! — перші знахідки для Херсонської області.

Table 1. Species composition of the spiders recorded from the studied protected areas of the Kherson Region

Abbreviations: SP — Stanislavskiy Preserve; SB — Shyroka Balka Preserve; AS — Azovo-Syvaskiy National Nature Park; KS — Kamyanska Sich National Nature Park; Nd — Nyzhniodniprovskiy National Nature Park (Nd1 — Sofiivskiy Preserve; Nd2 — floodplains of the Dnipro River); Op — Oleshkiivski Pisky National Nature Park (Op1 — Burkuty segment; Op2 — Radensk segment); Dz — Dzharylhatskiy National Nature Park (Dz1 — island part; Dz2 — mainland part); Ch — Chornomorskiy Biosphere Reserve (Ch1 — Ivano-Rybalchanska segment; Ch2 — Solonoozerna segment; Ch3 — Potiivska segment; Ch4 — Yahorlytskyi Kut with Orlov island); AN — Askania-Nova Biosphere Reserve.

!! — first record for Ukraine; ! — first record for the Kherson region.

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
Agelenidae C. L. Koch, 1837			
<i>Agelena labyrinthica</i> (Clerck, 1757)		Nd2	Ch1, Ch3, AN
<i>Allagelena gracilens</i> (C. L. Koch, 1841)			Ch1, Ch2, AN
<i>Tegenaria lapicidinarum</i> Spassky, 1934			Ch3, AN
Anyphaenidae Bertkau, 1878			
<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer, 1802)			Ch3
Araneidae Clerck, 1757			
<i>Aculepeira ceropegia</i> (Walckenaer, 1802)			AN
<i>Agalenatea redii</i> (Scopoli, 1763)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Araneus angulatus</i> Clerck, 1757			Ch1, Ch2
<i>Araneus diadematus</i> Clerck, 1757		KS, Nd2, Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Araneus marmoreus</i> Clerck, 1757			AN
<i>Araniella cucurbitina</i> (Clerck, 1757)		Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Argiope bruennichi</i> (Scopoli, 1772)		KS, Nd2, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Argiope lobata</i> (Pallas, 1772)	SP	AS, KS, Op1, Dz1	Ch1, Ch2, AN
<i>Cercidia prominens</i> (Westring, 1851)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Cyclosa conica</i> (Pallas, 1772)		Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Cyclosa oculata</i> (Walckenaer, 1802)		KS	
! <i>Cyclosa sierrae</i> Simon, 1870		Dz2	
<i>Gibbaranea bituberculata</i> (Walckenaer, 1802)		KS	Ch1, Ch2, AN
<i>Gibbaranea ullrichi</i> (Hahn, 1835)			Ch1
<i>Hypsosinga albovittata</i> (Westring, 1851)		Op1	Ch1, Ch2
<i>Hypsosinga heri</i> (Hahn, 1831)			Ch1
<i>Hypsosinga pygmaea</i> (Sundevall, 1831)		Op1, Dz1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Larinioides ixobolus</i> (Thorell, 1873)			Ch1, Ch2, Ch3
<i>Larinioides patagiatus</i> (Clerck, 1757)		KS	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Larinioides suspicax</i> (O. Pickard-Cambridge, 1876)		KS, Op1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)		KS, Nd2, Op1, Op2, Dz1	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Neoscona adianta</i> (Walckenaer, 1802)	SP, SB	KS, Nd1, Op1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Singa hamata</i> (Clerck, 1757)			Ch1, Ch2
<i>Singa lucina</i> (Audouin, 1826)		Nd2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Singa nitidula</i> C. L. Koch, 1844		Nd2	Ch1, Ch2, AN
! <i>Singa semiatra</i> L. Koch, 1867		Dz2	
<i>Zilla diodia</i> (Walckenaer, 1802)			Ch1, AN

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
Atypidae Thorell, 1870			
<i>Atypus muralis</i> Bertkau, 1890		KS, Nd1	Ch1, Ch2
Cheiracanthiidae Wagner, 1887			
<i>Cheiracanthium elegans</i> Thorell, 1875			Ch1, Ch2
<i>Cheiracanthium erraticum</i> (Walckenaer, 1802)		KS	Ch1
<i>Cheiracanthium mildei</i> L. Koch, 1864		KS	Ch1, Ch2
<i>Cheiracanthium pennyi</i> O. Pickard-Cambridge, 1873			Ch1, Ch2, AN
<i>Cheiracanthium punctorium</i> (Villers, 1789)			Ch1, Ch2, Ch3
<i>Cheiracanthium virescens</i> (Sundevall, 1833)			Ch1, AN
Clubionidae Simon, 1878			
<i>Clubiona frutetorum</i> L. Koch, 1867			Ch1, Ch2
<i>Clubiona lutescens</i> Westring, 1851			Ch1, AN
<i>Clubiona pallidula</i> (Clerck, 1757)			Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Clubiona phragmitis</i> C. L. Koch, 1843			AN
<i>Clubiona pseudoneglecta</i> Wunderlich, 1994			Ch3, AN
<i>Clubiona subtilis</i> L. Koch, 1867			Ch1, Ch3, AN
Dictynidae O. Pickard-Cambridge, 1871			
<i>Archaeodictyna consecuta</i> (O. Pickard-Cambridge, 1872)			Ch3, AN
<i>Archaeodictyna minutissima</i> (Miller, 1958)			AN
<i>Argenna patula</i> (Simon, 1874)			Ch1, Ch3
<i>Argyroneta aquatica</i> (Clerck, 1757)			Ch2
<i>Brigittea latens</i> (Fabricius, 1775)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Devade tenella</i> (Tystshenko, 1965)			Ch3
<i>Dictyna arundinacea</i> (Linnaeus, 1758)		KS, Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Dictyna sinuata</i> Esyunin & Sozontov, 2016	SP		
<i>Dictyna uncinata</i> Thorell, 1856			Ch2, Ch3, AN
<i>Lathys stigmatiasata</i> (Menge, 1869)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
Dysderidae C. L. Koch, 1837			
<i>Harpactea alexandrae</i> Lazarov, 2006	SB	Nd1	
<i>Harpactea azowensis</i> Charitonov, 1956		KS	AN
<i>Harpactea rubicunda</i> (C. L. Koch, 1838)		KS	
Eresidae C. L. Koch, 1845			
! <i>Eresus moravicus</i> Řezáč, 2008		KS	
<i>Eresus</i> sp.		Dz2, Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
Gnaphosidae Banks, 1892			
<i>Aphantaulax trifasciata</i> (O. Pickard-Cambridge, 1872)		KS, Nd1	Ch1, Ch2, AN
<i>Berlandina cinerea</i> (Menge, 1872)		KS, Nd1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, AN
<i>Callilepis nocturna</i> (Linnaeus, 1758)			Ch1, Ch2
<i>Civizelotes caucasius</i> (L. Koch, 1866)	SB	KS, Nd1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2
<i>Civizelotes gracilis</i> (Canestrini, 1868)		KS, Nd1	Ch1, AN
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)		AS, KS, Nd1, Op1, Dz1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Drassodes pubescens</i> (Thorell, 1856)		Nd1, Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Drassyllus lutetianus</i> (L. Koch, 1866)		Dz2	Ch3
<i>Drassyllus praeficus</i> (L. Koch, 1866)		KS, Nd1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Drassyllus pusillus</i> (C. L. Koch, 1833)			Ch1
<i>Drassyllus vinealis</i> (Kulczyński, 1897)		KS	Ch1
<i>Gnaphosa cumensis</i> Ponomarev, 1981		Dz2	Ch2
<i>Gnaphosa dolosa</i> Herman, 1879		Nd1, Dz2	
<i>Gnaphosa leporina</i> (L. Koch, 1866)		Nd1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Gnaphosa lucifuga</i> (Walckenaer, 1802)		Nd1	AN
<i>Gnaphosa mongolica</i> Simon, 1895		KS, Op1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2
<i>Gnaphosa opaca</i> Herman, 1879		KS	
<i>Gnaphosa taurica</i> Thorell, 1875		KS, Nd1	AN
<i>Gnaphosa ukrainica</i> Ovtsharenko, Platnick & Song, 1992		Dz2	Ch2, Ch3
<i>Gnaphosa</i> sp.		KS	
<i>Haplodrassus bohemicus</i> Miller & Buchar, 1977		KS, Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (L. Koch, 1866)	SB	KS, Nd1	Ch3, AN
<i>Haplodrassus kulczyński</i> Lohmander, 1942		Nd1	Ch4, AN
<i>Haplodrassus minor</i> (O. Pickard-Cambridge, 1879)		Nd1, Op1, Dz2	Ch3, AN
<i>Haplodrassus moderatus</i> (Kulczyński, 1897)			Ch1

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
<i>Haplodrassus signifer</i> (C. L. Koch, 1839)		Nd1, Dz2	AN
<i>Haplodrassus umbratilis</i> (L. Koch, 1866)		Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Marinarozelotes adriaticus</i> (Caporiacco, 1951)			Ch3
<i>Marinarozelotes cumensis</i> (Ponomarev, 1979)		Dz1, Dz2	Ch3
<i>Marinarozelotes malkini</i> (Platnick & Murphy, 1984)		KS, Nd1, Dz1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Micaria albovittata</i> (Lucas, 1846)		Nd1	Ch1, Ch3
<i>Micaria bosmansii</i> Kovblyuk & Nadolny, 2008		KS	
<i>Micaria dives</i> (Lucas, 1846)		Op1	AN
<i>Micaria guttulata</i> (C. L. Koch, 1839)			Ch1, Ch2, Ch3, Ch4
<i>Micaria lenzi</i> Bösenberg, 1899			Ch1
<i>Micaria pulicaria</i> (Sundevall, 1831)		Op1	Ch1, Ch2
<i>Micaria rossica</i> Thorell, 1875		Dz1, Dz2	Ch1
<i>Nomisia aussereri</i> (L. Koch, 1872)		Nd1	AN
! <i>Nomisia exornata</i> (C. L. Koch, 1839)		Dz2	
<i>Phaeocedus braccatus</i> (L. Koch, 1866)			Ch1, AN
<i>Scotophaeus scutulatus</i> (L. Koch, 1866)			Ch1
<i>Trachyzelotes pedestris</i> (C. L. Koch, 1837)		Nd1	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Zelotes aurantiacus</i> Miller, 1967			Ch1, Ch2, Ch3
<i>Zelotes electus</i> (C. L. Koch, 1839)		KS, Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Zelotes eugenei</i> Kovblyuk, 2009		KS, Nd1	
<i>Zelotes fuscus</i> (Thorell, 1875)		Nd1, Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Zelotes hermani</i> (Chyzer, 1897)		Dz2	Ch1, Ch3, AN
<i>Zelotes latreillei</i> (Simon, 1878)			Ch1, Ch2
<i>Zelotes longipes</i> (L. Koch, 1866)		KS, Nd1, Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Zelotes mundus</i> (Kulczyński, 1897)		Nd1, Dz2	
<i>Zelotes segrex</i> (Simon, 1878)		KS, Nd1	Ch1, Ch2
! <i>Zelotes tenuis</i> (L. Koch, 1866)		Dz1	
Hahniidae Bertkau, 1878			
<i>Hahnia ononidum</i> Simon, 1875		Op1	Ch1, Ch2, Ch3
Linyphiidae Blackwall, 1859			
<i>Abacoproeces saltuum</i> (L. Koch, 1872)			Ch1
<i>Acartauchenius scurrilis</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)			Ch1
<i>Agyneta rurestris</i> (C. L. Koch, 1836)		KS, Op1, Op2, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Araeoncus humilis</i> (Blackwall, 1841)			Ch1, Ch2, Ch3, Ch4
<i>Bathyphantes gracilis</i> (Blackwall, 1841)		Nd1, Dz2	Ch3
<i>Canariphantes nanus</i> (Kulczyński, 1898)			Ch
<i>Centromerus arcanus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)			Ch1, Ch2
<i>Centromerus sylvaticus</i> (Blackwall, 1841)			Ch1
<i>Ceratinella brevis</i> (Wider, 1834)			Ch1, Ch2, AN
<i>Dactylopisthes mirificus</i> (Georgescu, 1976)			Ch3
<i>Diplocephalus picinus</i> (Blackwall, 1841)			AN
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)			Ch1, AN
<i>Donacochara speciosa</i> (Thorell, 1875)			Ch2
<i>Entelecara erythropus</i> (Westring, 1851)			Ch1
<i>Erigone atra</i> Blackwall, 1833			Ch1, Ch2
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)			Ch1, Ch2, Ch3, AN
! <i>Erigonoplus jarmilae</i> (Miller, 1943)			Ch1
<i>Gnathonarium dentatum</i> (Wider, 1834)			Ch1, AN
<i>Gongyliellum murcidum</i> Simon, 1884			Ch1
<i>Hylyphantes nigrinus</i> (Simon, 1882)			Ch1, Ch2
<i>Hypomma bituberculatum</i> (Wider, 1834)			Ch1
<i>Ipa keyserlingi</i> (Ausserer, 1867)			AN
<i>Linyphia hortensis</i> Sundevall, 1830			Ch1
<i>Linyphia tenuipalpis</i> Simon, 1884			Ch1, Ch2, AN
<i>Linyphia sp.</i>		KS	
<i>Maso gallicus</i> Simon, 1894		Nd2	Ch1
<i>Maso sundevalli</i> (Westring, 1851)		Nd2	Ch1
<i>Mecopisthes peusi</i> Wunderlich, 1972			Ch1, Ch4
<i>Mecynargus minutipalpis</i> Gnelitsa, 2011			Ch1, Ch2

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
<i>Metopobactrus ascitus</i> (Kulczyński, 1894)		Op1	Ch1, Ch3
<i>Microlinyphia impigra</i> (O. Pickard-Cambridge, 1871)			Ch3
<i>Microlinyphia pusilla</i> (Sundevall, 1830)			Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Minicia candida</i> Denis, 1946			Ch1, Ch2
<i>Moebelia penicillata</i> (Westring, 1851)			Ch1
<i>Nerienne clathrata</i> (Sundevall, 1830)			Ch1, Ch2, AN
<i>Nerienne montana</i> (Clerck, 1757)			AN
<i>Oedothorax apicatus</i> (Blackwall, 1850)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Oedothorax retusus</i> (Westring, 1851)		Dz2	Ch2
<i>Panatomops menzei</i> Simon, 1926		Op1	
<i>Pelecopsis laptevi</i> Tanasevitch & Fet, 1986			Ch1
<i>Pocadicnemis pumila</i> (Blackwall, 1841)		Op1	Ch1, Ch2
<i>Porrhomma microphthalmum</i> (O. Pickard-Cambridge, 1871)		Op2	
<i>Porrhomma pygmaeum</i> (Blackwall, 1834)			Ch3
<i>Prinerigone vagans</i> (Audouin, 1826)			Ch3
<i>Silometopus incurvatus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)			Ch1, Ch2
<i>Silometopus reussi</i> (Thorell, 1871)		Dz2	Ch4
<i>Sintula retroversus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1875)			Ch1, Ch2, AN
<i>Stemonyphantes lineatus</i> (Linnaeus, 1758)			Ch1, Ch2, Ch3
<i>Styloctetor romanus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)			Ch1
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)			Ch1, AN
<i>Trichoncoides piscator</i> (Simon, 1884)			Ch1, Ch2
<i>Trichoncus auritus</i> (L. Koch, 1869)			AN
<i>Trichoncus vasconicus</i> Denis, 1944			Ch1, Ch2
<i>Trichopterna cito</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)			Ch1
<i>Uralophantes ponticus</i> Gnelitsa, 2022			Ch1
<i>Walckenaeria alticeps</i> (Denis, 1952)			Ch1, Ch2
Liocranidae Simon, 1897			
<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall, 1833)			Ch1
<i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873		Nd1, Op1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Agroeca lusatica</i> (L. Koch, 1875)			Ch1
<i>Liocranoeca spasskyi</i> Ponomarev, 2007			Ch1, Ch2, Ch3
Lycosidae Sundevall, 1833			
<i>Alopecosa cursor</i> (Hahn, 1831)	SB	KS, Nd1	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Alopecosa farinosa</i> (Herman, 1879)		Nd1, Op1, Dz1, Dz2	
<i>Alopecosa kovblyuki</i> Nadolny & Ponomarev, 2012		KS, Nd1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2
<i>Alopecosa pentheri</i> (Nosek, 1905)		Dz2	
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)		Nd1, Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Alopecosa schmidtii</i> (Hahn, 1835)			AN
<i>Alopecosa solitaria</i> (Herman, 1879)			Ch2
<i>Alopecosa sulzeri</i> (Pavesi, 1873)			Ch1, Ch2
<i>Alopecosa taeniopus</i> (Kulczyński, 1895)		KS, Op1	Ch1, Ch2, Ch4, AN
<i>Alopecosa trabalis</i> (Clerck, 1757)			Ch1, Ch2, Ch3, Ch4
<i>Arctosa cinerea</i> (Fabricius, 1777)			Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Arctosa leopardus</i> (Sundevall, 1833)		Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4
<i>Arctosa lutetiana</i> (Simon, 1876)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Geolycosa vultuosa</i> (C. L. Koch, 1838)		Dz1, Dz2	
<i>Halocosa cereipes</i> (L. Koch, 1878)		Dz2	Ch2
<i>Hogna radiata</i> (Latreille, 1817)		Nd1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch3, Ch4, AN
<i>Lycosa praegrans</i> C. L. Koch, 1836			Ch1, Ch2
<i>Lycosa singoriensis</i> (Laxmann, 1770)		Op1, Dz1	Ch1, Ch2, AN
<i>Mustelicosa dimidiata</i> (Thorell, 1875)			Ch1, Ch2
<i>Pardosa agrestis</i> (Westring, 1861)		KS, Nd1, Dz2	Ch1, Ch3, AN
<i>Pardosa alacris</i> (C. L. Koch, 1833)		Nd2	Ch1
<i>Pardosa italica</i> Tongiorgi, 1966			Ch1
<i>Pardosa luctinosa</i> Simon, 1876		Op1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)			Ch1, Ch2, Ch3, Ch4
<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)			AN
<i>Pardosa pontica</i> (Thorell, 1875)		Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
<i>Pardosa prativaga</i> (L. Koch, 1870)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Pardosa vittata</i> (Keyserling, 1863)		Dz1	Ch1, Ch2
<i>Pirata piraticus</i> (Clerck, 1757)		Dz2	Ch1
! <i>Pirata piscatorius</i> (Clerck, 1757)		Dz2	
<i>Pirata tenuitarsis</i> Simon, 1876			Ch1
<i>Piratula hygrophila</i> (Thorell, 1872)		Nd2	Ch1
<i>Piratula latitans</i> (Blackwall, 1841)		Op1, Dz2	Ch1, Ch3
! <i>Trochosa hispanica</i> Simon, 1870		Dz2	
<i>Trochosa robusta</i> (Simon, 1876)			AN
<i>Trochosa ruricola</i> (De Geer, 1778)		Nd1, Op1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856		KS	Ch1, AN
<i>Xerolycosa miniata</i> (C. L. Koch, 1834)		Dz2	Ch1, Ch2, AN
Mimetidae Simon, 1881			
<i>Ero aphana</i> (Walckenaer, 1802)		Op1	Ch1, Ch3, AN
<i>Ero koreana</i> Paik, 1967		Nd1	
<i>Ero tuberculata</i> (De Geer, 1778)			Ch1, Ch2
Miturgidae Simon, 1886			
<i>Zora armillata</i> Simon, 1878			Ch1
<i>Zora manicata</i> Simon, 1878			Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Zora parallela</i> Simon, 1878			Ch1, Ch3
<i>Zora pardalis</i> Simon, 1878		KS	
<i>Zora silvestris</i> Kulczyński, 1897			AN
<i>Zora spinimana</i> (Sundevall, 1833)			Ch1, Ch2, Ch3, AN
Oxyopidae Thorell, 1869			
! <i>Oxyopes globifer</i> Simon, 1876		Dz2	
<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille, 1804)		KS, Nd1, Op1, Op2, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Oxyopes lineatus</i> Latreille, 1806		KS, Nd1, Nd2, Op1, Op2, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
Philodromidae Thorell, 1869			
<i>Philodromus cespitum</i> (Walckenaer, 1802)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Philodromus poecilus</i> (Thorell, 1872)		Op1	
<i>Philodromus rufus</i> Walckenaer, 1826			AN
<i>Pulchellodromus ruficapillus</i> (Simon, 1885)			Ch3
<i>Rhysodromus fallax</i> (Sundevall, 1833)		Dz2	Ch1, Ch3
<i>Rhysodromus histrio</i> (Latreille, 1819)		KS, Nd1	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Thanatus arenarius</i> L. Koch, 1872		KS, Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Thanatus atratus</i> Simon, 1875	SB	Nd1, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Thanatus formicinus</i> (Clerck, 1757)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Thanatus mongolicus</i> (Schenkel, 1936)			Ch1
<i>Thanatus oblongiusculus</i> (Lucas, 1846)		KS	
<i>Thanatus pictus</i> L. Koch, 1881			AN
<i>Thanatus striatus</i> C. L. Koch, 1845		Op1, Dz2	Ch1, AN
<i>Thanatus vulgaris</i> Simon, 1870		Nd1	
<i>Tibellus macellus</i> Simon, 1875		Op1	Ch3, Ch4, AN
<i>Tibellus maritimus</i> (Menge, 1875)		Ch2	
<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer, 1802)		Op2, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
Pholcidae C. L. Koch, 1850			
<i>Pholcus opilionoides</i> (Schrank, 1781)			AN
<i>Pholcus ponticus</i> Thorell, 1875			Ch1, Ch2, Ch3
Phrurolithidae Banks, 1892			
<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. Koch, 1835)		KS, Nd1	Ch1
<i>Phrurolithus minimus</i> C. L. Koch, 1839			Ch1
<i>Phrurolithus pullatus</i> Kulczyński, 1897			AN
Pisauridae Simon, 1890			
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)		KS, Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Pisaura novicia</i> (L. Koch, 1878)		Nd1	
Salticidae Blackwall, 1841			
<i>Aelurillus m-nigrum</i> Kulczyński, 1891	SB	KS	
<i>Aelurillus v-insignitus</i> (Clerck, 1757)		Nd1, Dz2	Ch1, AN

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
<i>Asianellus festivus</i> (C. L. Koch, 1834)		KS, Nd1	
<i>Attulus ammophilus</i> (Thorell, 1875)		Dz1, Dz2	
<i>Attulus distinguendus</i> (Simon, 1868)		Dz1	
<i>Attulus dzieduszyckii</i> (L. Koch, 1870)		Op1	Ch1, Ch2
<i>Attulus inexpectus</i> (Logunov & Kronestedt, 1997)		Dz1, Dz2	
<i>Attulus inopinabilis</i> (Logunov, 1992)		KS	
<i>Attulus saltator</i> (O. Pickard-Cambridge, 1868)			Ch3
<i>Attulus zimmermanni</i> (Simon, 1877)		KS, Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Ballus chalybeius</i> (Walckenaer, 1802)			Ch1, Ch2, AN
<i>Carrhotus xanthogramma</i> (Latreille, 1819)		KS	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Euophrys frontalis</i> (Walckenaer, 1802)		KS, Op1	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1757)		KS, Nd1, Nd2, Op1	Ch1, Ch2
<i>Heliophanus auratus</i> C. L. Koch, 1835		Nd2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Heliophanus cupreus</i> (Walckenaer, 1802)		KS, Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Heliophanus dunini</i> Rakov & Logunov, 1997	SP		
<i>Heliophanus flavipes</i> (Hahn, 1832)		KS, Nd1, Op1, Dz1	Ch1, Ch2, AN
<i>Heliophanus lineiventris</i> Simon, 1868		KS, Nd1, Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Heliophanus patagiatus</i> Thorell, 1875		KS	
<i>Leptorchestes berlinensis</i> (C. L. Koch, 1846)		KS	Ch2
<i>Macaroeris flavicomis</i> (Simon, 1885)		Nd1	Ch2
<i>Marpissa nivoyi</i> (Lucas, 1846)		Nd2, Op1	Ch1
<i>Marpissa pomatia</i> (Walckenaer, 1802)			Ch1, Ch2
<i>Marpissa radiata</i> (Grube, 1859)			Ch1, Ch2
<i>Mendoza canestrinii</i> (Ninni, 1868)			Ch1, Ch2
<i>Myrmarachne formicaria</i> (De Geer, 1778)		Op2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
!! <i>Neaetha absheronica</i> Logunov & Guseinov, 2002		Dz2	
<i>Neon levis</i> (Simon, 1871)			Ch1, Ch2
<i>Neon rayi</i> (Simon, 1875)		Op1	Ch1, Ch2
<i>Pellenes allegrii</i> Caporiacco, 1935		KS, Dz2	
<i>Pellenes brevis</i> (Simon, 1868)		KS	
<i>Pellenes nigrociliatus</i> (Simon, 1875)			Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Pellenes seriatus</i> (Thorell, 1875)		KS, Nd1	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Philaeus chrysops</i> (Poda, 1761)		KS, Nd1	Ch1, Ch2, AN
<i>Phlegra cinereofasciata</i> (Simon, 1868)			AN
<i>Phlegra fasciata</i> (Hahn, 1826)		Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Pseudeuophrys obsoleta</i> (Simon, 1868)		Nd1, Op1	Ch1, Ch2
<i>Pseudicius encarpatus</i> (Walckenaer, 1802)		Dz2	Ch1, Ch2
<i>Pseudomogrus vittatus</i> (Thorell, 1875)		Op1, Op2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Salticus cingulatus</i> (Panzer, 1797)			Ch1
<i>Salticus scenicus</i> (Clerck, 1757)		KS, Nd1	Ch3
<i>Sibianor aurocinctus</i> (Ohlert, 1865)			Ch1, Ch2
<i>Synageles ramitus</i> Andreeva, 1976		Op2	
<i>Synageles subcingulatus</i> (Simon, 1878)			Ch1
<i>Talavera aequipipes</i> (O. Pickard-Cambridge, 1871)		Op1	Ch1, AN
<i>Talavera logunovi</i> Kovblyuk & Kastygina, 2015			Ch1, Ch3
<i>Talavera petrensis</i> (C. L. Koch, 1837)		KS, Op1	AN
<i>Yllenus horvathi</i> Chyzer, 1891		Dz1	Ch2
Scytodidae Blackwall, 1864			
<i>Scytodes thoracica</i> (Latreille, 1802)			Ch2, Ch3
Sparassidae Bertkau, 1872			
<i>Micrommata virescens</i> (Clerck, 1757)			Ch1, Ch2, AN
Tetragnathidae Menge, 1866			
<i>Pachygnatha clerckoides</i> Wunderlich, 1985		Dz2	AN
<i>Pachygnatha degeeri</i> Sundevall, 1830			Ch1, Ch3, AN
<i>Tetragnatha dearmata</i> Thorell, 1873			Ch1, Ch2
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)		Nd2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Tetragnatha isidis</i> (Simon, 1880)		Nd2	
<i>Tetragnatha montana</i> Simon, 1874		Nd2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Tetragnatha nigrita</i> Lendl, 1886		KS, Nd2	
<i>Tetragnatha obtusa</i> C. L. Koch, 1837			Ch1, Ch2

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
<i>Tetragnatha</i> sp.		Dz2	AN
Theridiidae Sundevall, 1833			
<i>Asagena meridionalis</i> Kulczyński, 1894			Ch1, Ch3
<i>Asagena phalerata</i> (Panzer, 1801)		KS	Ch1
<i>Crustulina guttata</i> (Wider, 1834)			Ch1, Ch2
<i>Crustulina sticta</i> (O. Pickard-Cambridge, 1861)			Ch1, Ch2, Ch3
<i>Enoplognatha latimana</i> Hippa & Oksala, 1982			Ch1, AN
<i>Enoplognatha thoracica</i> (Hahn, 1833)			Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Episinus angulatus</i> (Blackwall, 1836)			Ch1
<i>Episinus truncatus</i> Latreille, 1809			Ch1, Ch2
<i>Euryopsis quinqueguttata</i> Thorell, 1875		KS	Ch3, AN
<i>Euryopsis saukea</i> Levi, 1951		KS	Ch1, Ch3
<i>Lasaеola coracina</i> (C. L. Koch, 1837)			AN
<i>Latrodectus tredecimguttatus</i> (Rossi, 1790)		Nd1, Dz1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Neottiura bimaculata</i> (Linnaeus, 1767)		Op1	Ch1
<i>Parasteatoda lunata</i> (Clerck, 1757)		KS, Nd1	Ch1, Ch2
<i>Parasteatoda tepidariorum</i> (C. L. Koch, 1841)		KS	
<i>Phylloneta impressa</i> (L. Koch, 1881)		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, AN
<i>Robertus heydemanni</i> Wiehle, 1965			Ch2, AN
<i>Robertus lividus</i> (Blackwall, 1836)			Ch2
<i>Simitidion simile</i> (C. L. Koch, 1836)			Ch1, Ch2
<i>Steatoda albomaculata</i> (De Geer, 1778)		Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Steatoda castanea</i> (Clerck, 1757)			Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Steatoda grossa</i> (C. L. Koch, 1838)			Ch1
<i>Steatoda paykulliana</i> (Walckenaer, 1806)		Nd1	
<i>Steatoda triangulosa</i> (Walckenaer, 1802)			AN
<i>Theridion innocuum</i> Thorell, 1875			Ch3, AN
<i>Theridion mystaceum</i> L. Koch, 1870			Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Theridion varians</i> Hahn, 1833			Ch1, Ch2, AN
Thomisidae Sundevall, 1833			
<i>Bassaniodes caperatus</i> (Simon, 1875)		Dz1, Dz2	
<i>Bassaniodes robustus</i> (Hahn, 1832)		KS, Op1	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Ebrechtella tricuspidata</i> (Fabricius, 1775)		KS, Op1	Ch1, Ch2, AN
<i>Heriaeus horridus</i> Tystshenko, 1965	SB		
<i>Heriaeus oblongus</i> Simon, 1918		KS	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Misumena vatia</i> (Clerck, 1757)		Op1, Op2, Dz1	
<i>Ozyptila atomaria</i> (Panzer, 1801)			Ch1, Ch2, AN
<i>Ozyptila praticola</i> (C. L. Koch, 1837)		Nd1, Op1, Dz2	Ch1, Ch2, AN
<i>Ozyptila pullata</i> (Thorell, 1875)		Nd1	AN
<i>Ozyptila scabricula</i> (Westring, 1851)		KS, Nd1	Ch1, AN
<i>Ozyptila simplex</i> (O. Pickard-Cambridge, 1862)			Ch3
<i>Ozyptila trux</i> (Blackwall, 1846)			Ch3
<i>Pistius truncatus</i> (Pallas, 1772)			Ch1, Ch2
<i>Psammitis ninnii</i> (Thorell, 1872)			Ch1, Ch2, AN
<i>Psammitis sabulosus</i> (Hahn, 1832)			Ch1
<i>Runcinia grammica</i> (C. L. Koch, 1837)	SB	KS, Nd1, Op1, Op2, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Spiracme mongolica</i> (Schenkel, 1963)			Ch3
<i>Spiracme striatipes</i> (L. Koch, 1870)		KS, Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Synema globosum</i> (Fabricius, 1775)			AN
<i>Thomisus onustus</i> Walckenaer, 1805		KS, Nd1, Op1, Op2, Dz1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Tmarus piger</i> (Walckenaer, 1802)			Ch1, Ch2, AN
<i>Xysticus acerbus</i> Thorell, 1872		KS, Nd1	
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)		KS, Nd1, Op1, Op2	Ch1, Ch2, AN
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872		KS, Nd1, Op1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Xysticus laetus</i> Thorell, 1875		Nd1, Dz2	Ch1, Ch2, Ch3, AN
<i>Xysticus marmoratus</i> Thorell, 1875		KS, Dz1	AN
Titanoecidae Lehtinen, 1967			

Види\ Species	Заказники\ Preserves	Національні природні парки\ National Nature Parks	Біосферні заповідники\ Biosphaere Reserve
<i>Nurscia albomaculata</i> (Lucas, 1846)		Nd1	Ch1, Ch2, Ch3
<i>Nurscia albosignata</i> Simon, 1874		Nd1	
<i>Titanoeca schineri</i> L. Koch, 1872		KS, Nd1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
! <i>Titanoeca spominima</i> (Taczanowski, 1866)			Ch1, Ch2
<i>Titanoeca ukrainica</i> Guryanova, 1992		KS	AN
<i>Titanoeca veteranica</i> Herman, 1879		Nd1	AN
Uloboridae Thorell, 1869			
<i>Uloborus walckenaerius</i> Latreille, 1806		KS, Op1, Op2	Ch1, Ch2, Ch3
Zodariidae Thorell, 1881			
<i>Zodarion thoni</i> Nosek, 1905		KS, Nd1	Ch1, Ch2
Потребує уточнення \ Need confirmation			
Eresidae C. L. Koch, 1845			
<i>Eresus kollari</i> Rossi, 1846		Op1	Ch1, Ch2, Ch3, AN
Gnaphosidae Banks, 1892			
<i>Civizelotes pygmaeus</i> (Miller, 1943)			Ch4
Linyphiidae Blackwall, 1859			
<i>Minicia marginella</i> (Wider, 1834)			Ch4

An updated checklist of spiders (*Arachnida, Araneae*) of the protected areas of the Kherson region (Ukraine)

A.M. Iosypchuk

The protected areas of Kherson region include 84 sites of different categories, of which only one-tenth been studied in terms of spider diversity. It is advisable to use the results of long-term monitoring of flora and fauna to assess the level of conservation of protected areas, including species composition, abundance, and character of spider communities. Accordingly, a list of spider species of nine objects of the Nature Reserve Fund of Ukraine has been compiled. It includes two biosphere reserves, five national nature parks, and two preserves. The literature data were supplemented with the results of my research in 2021 on the territories of the Dzharylhatskyi and Oleshkivski Pisky Nature Parks. The spider fauna of the protected areas of the Kherson region includes 363 species of 30 families. Ten species *Cyclosa sierrae* Simon, 1870, *Eresus moravicus* Řezáč, 2008, *Nomisia exornata* (C.L. Koch, 1839), *Oxyopes globifer* Simon, 1876, *Pirata piscatorius* (Clerck, 1757), *Singa semiatra* L. Koch, 1867, *Trochosa hispanica* Simon, 1870, *Zelotes tenuis* (L. Koch, 1866), *Erigonoplus jarmilae* (Miller, 1943), *Titanoeca spominima* (Taczanowski, 1866) were recorded for the first time from the Kherson region. The latter two were added to the list after reviewing the collection of spiders from the Chornomorskiy Biosphere Reserve. For the first time in Ukraine, *Neaetha absheronica* Logunov & Guseinov, 2002 (1 male; June – July 2021; 46.025905N, 32.934212E) was found in a psammophytic steppe of a wide part of the Dzharylgach Spit ('Dzharylhatskyi' NNP), which extends the northern border of the species' range. The genus *Neaetha* (Salticidae) is also new to Ukraine. The records of *Eresus kollari* Rossi, 1846, *Civizelotes pygmaeus* (Miller, 1943) and *Minicia marginella* (Wider, 1834) need to be confirmed. According to the author's estimates, the spider fauna of the Kherson region includes approximately 400 species. Among the upcoming research, it is planned to make an inventory of the spider fauna and analyze their communities to assess the impact of hostilities, as well as to update the information on the spider species diversity of the Chornomorskiy and Askania Nova Biosphere Reserves. A comprehensive zoological assessment of the areas proposed for protection, which already have detailed botanical descriptions, is expected. There is a high probability of extinction of a number of species from the above mentioned protected areas, since all the studied sites were affected by the hostilities.

Keywords: spiders, fauna inventory, protected area, Kherson region, Southern Ukraine.

Cite this article: Iosypchuk A.M. An updated checklist of spiders (*Arachnida, Araneae*) of the protected areas of the Kherson region (Ukraine). *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"*, 2024, 42, 32–48. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-3> (in Ukrainian)

About the author: A.M. Iosypchuk — V. N. Karazin Kharkiv National University; Kherson State University, 27, Universytets'ka St., Kherson, Ukraine, 73003, iosipchuk.nastya@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8242-002X>

Received: 05.02.2024 / Revised: 11.05.2024 / Accepted: 18.05.2024

DOI: 10.26565/2075-5457-2024-42-4
УДК: 595.763.2.768

До сезонної динаміки угруповань коротконадкрилих жуків (Staphylinidae, Coleoptera, Insecta) у лісових екосистемах гірського масиву Горґан М.П. Луцька

У роботі висвітлюються особливості сезонної активності імаго стафілінід, що трапляються у різних типах лісових екосистем гірського масиву Горґан. Територія досліджень охопила три ландшафтно-висотні пояси у межах яких виокремлюються п'ять типів лісових екосистем: криволісся сосни гірської та ліси сосни кедрової європейської (субальпійський пояс), смереково-ялицеві ліси (верхній лісовий пояс), а також мішані (смереково-ялицево-букові) і букові ліси (нижній лісовий пояс). Збір колекційного матеріалу проводився у 2017–2021 роках впродовж всього вегетаційного періоду з використанням пасток Барбера. За час проведення досліджень виявлено представників 76 видів стафілінід, що належать до 13 підродин. Найвищим рівнем видового багатства характеризуються підродини Staphylininae, Tachyporinae, Steninae. Найбільше число видів було зареєстровано у букових лісах (55 видів), а найменше – у лісах сосни гірської (23 види) та сосни кедрової європейської (25 видів). У кожній екосистемі траплялися специфічні види, лише п'ять видів були спільними для всіх аналізованих біоценозів: *Atrecus longiceps*, *Philonthus decorus*, *Tasgius morsitans compressus*, *Stenus comma comma*, *Tachynus rufipes*. Аналіз сезонної динаміки коротконадкрилих жуків продемонстрував спільні риси для угруповань у різних типах лісових екосистем. Зокрема, найвищі показники активності комах спостерігаються упродовж червня-липня, а найнижчі – у квітні та жовтні. Винятком є екосистеми сосни гірської та сосни кедрової європейської, у яких Staphylinidae трапляються з другої половини травня до кінця серпня, а окремі види – у першій половині вересня. Упродовж теплого періоду року в угрупованнях стафілінід спостерігають від два-три піки активності.

У криволісся сосни гірської літній пік припадає на другу декаду липня, домінують три види – *Eusphalerum primulare*, *Omalium rugatum* і *Tasgius morsitans compressus*. Осіннє зростання активності характеризується набагато меншим ступенем вираженості та домінуванням *Paederus (Poedemorphus) littoralis littoralis* та *Tachyporus hypnorum*.

У біоценозі сосни кедрової європейської угруповання коротконадкрилих жуків формують два літніх піки: перший впродовж I декади липня та другий у II декаді серпня. Впродовж липневого піку домінують *Omalium rugatum*, *Eusphalerum primulare* й *Oxyporus rufus rufus*, а серпневого – *Acidota crenata*, *Atrecus longiceps* і *Lordithon trinotatus*.

В угрупованні стафілінід смереково-ялицевих лісів перший пік активності формується влітку, а другий – восени, які розмежовуються між собою відносно рівномірним зниженням активності. Домінантними відповідно є *Eusphalerum primulare*, *Ocyopus (Matidus) nitens nitens*, *Staphylinus caesereus caesereus*, та *Tasgius (Rayachelia) morsitans compressus*, *Lordithon lunulatus*.

Угруповання стафілінід у мішаних лісах формують два піки активності: весняний та літній. Впродовж першого піку найчастіше трапляються *Ontholestes tessellatus*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Anotylus sculptoratus*, *Philonthus decorus*; другого – *Tasgius melanarius*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Philonthus splendens*, *Philonthus rubripennis*. Для угруповань стафілінід у букових лісах також притаманні два яскраво виражені піки активності. Впродовж яких переважають *Tasgius bicharicus*, *Staphylinus caesereus*, *Staphylinus erythropterus*, *Tasgius bicharicus*, *Nudobius lenthus*, *Lordithon trinotatus* та *Abemus chloropterus*, *Tachyporus chrysomelinus* та *Lordithon lunulatus*.

Ключові слова: угруповання коротконадкрилих жуків, лісові екосистеми, сезонна динаміка.

Цитування: Луцька М.П. До сезонної динаміки угруповань коротконадкрилих жуків (Staphylinidae, Coleoptera, Insecta) у лісових екосистемах гірського масиву Горґан. Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія «Біологія», 42, с. 49-60. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-4>

Про автора:

М.П. Луцька – Заклад вищої освіти «Університет Короля Данила», вул. Коновальця, 35, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018, mariana.lutska@ukd.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0003-4317-7482>

Подано до редакції: 10.01.2023 / Прорецензовано: 29.04.2024 / Прийнято до друку: 12.05.2024

Вступ

Коротконадкрилі жуки (Staphylinidae) є однією із найбільших родин твердокрилих у світовій ентомофауні. На сьогоднішній день до складу аналізованої родини входять понад 83 тис. видів, які поширені на всіх континентах, за винятком Антарктиди (Yin Z.W. et al., 2018, Мателешко, 2008).

Представники Staphylinidae трапляються у всіх типах наземних екосистем. Особливо вагому роль вони відіграють у лісах, де виступають активними зоофагами та забезпечують значну регуляцію

чисельності різноманітних груп членистоногих та червононогих молюсків. Окрім того, деякі види коротконадкрилих жуків є сапрофагами, що забезпечують пришвидшення розкладання відмерлої органіки (Schlechter, 2016, Мателешко, 2008, Herman, 1970.). *Staphylinidae* характеризуються також значним ступенем варіативності у контексті вибору середовища існування, вони мешкають у лісовій підстилці, мохах, плодівих тілах грибів, під корою повалених дерев та пеньків, на трупах тварин та у рослинних залишках, а також поблизу компостних куп.

Згідно із літературними даними у лісових екосистемах Карпат трапляються представники понад 1100 видів коротконадкрилих жуків, значна частка із них є міцетобіонтами, підкірниками, або ж паразитами у термітниках чи мурашниках, де проводять більшу частину свого існування.

Вивчення стафілінід у Українських Карпатах розпочалося у другій половині XIX ст. Вагомий внесок у цьому контексті зробили М.А. Ломницький (Łomnicki, 1884, 1866, 1886), М. Новицький (Novicki, 1873, 1864) які аналізували фауністичне різноманіття на території Прикарпаття та північно-східного макросхилу Українських Карпат, а також О.Ю. Мателешко - приділяв особливу увагу південно-західному макросхилу Карпат та Закарпатському регіону (Мателешко, 2007, 2008, 2009, 2010). Варто зазначити, що біотичні та абіотичні умови цих територій відрізняються між собою, що впливає на видове різноманіття аналізованої родини та формує її варіативність у різних типах екосистем.

Усі дослідження проведені на території Карпат в першу чергу стосувалися видового складу стафілінід та практично не враховували їхніх екологічних особливостей. Беручи до уваги значну екологічну роль стафілінід у екосистемах як регуляторів чисельності лісових та сільськогосподарських шкідників, виникла необхідність проаналізувати особливості їхньої сезонної активності в різних типах лісових екосистем гірського масиву Ґорґан.

Методи та матеріали

Дослідження видового багатства та аналіз сезонної активності імаго стафілінід здійснювали впродовж 2017–2021 років. Збір колекційного матеріалу проводився за допомогою ґрунтових пасток Барбера. Ними слугували пластикові посудини (об'ємом 250 мл) до країв закопані у субстрат, в якості фіксуєної рідини додавали 10–20 мл етиленгліколю. Пастки були розташовані на відстані 5–10 м одна від одної, що забезпечувало можливість незалежного відлову комах. У межах кожного із аналізованих стаціонарів розміщувалось по п'ять пасток. Відбір колекційного матеріалу здійснювався кожні десять-п'ятнадцять днів з першої декади квітня до третьої декади жовтня. У статті представлені кумулятивні результати за кожною із аналізованих декад за весь період проведення досліджень. Загалом опрацьовано вміст 560 проб та зібрано 2560 особин із яких ідентифіковано до виду - 1814 жуків-стафілінід. Сезонна активність вираховувалась за загальною кількістю особин, що потрапляли у пастки впродовж кожної із декад за час проведення досліджень. Ступінь домінантності виявлених видів в угрупованнях визначався за системою Штекера-Бергмана (Stocker&Bergman, 1977). Визначення виявлених видів здійснювалось з використанням визначників та окремих статей: Якобсон Г.Г. (1905, 1915, 1931) Bordonni A. (2010), Coiffait H. (1974, 1978) Lohse G. (1964, 1974), Tottenham (1954), Кривошеєв Р. В. (2014, 2015). Номенклатура виявлених видів відповідає такій у Каталогі Палеарктики (Smetana, 2015).

Територія досліджень охоплює три висотно-ландшафтні пояси гірського масиву Ґорґан: субальпійський, верхній та нижній лісові. У їхніх межах виокремлюються п'ять типів лісових екосистем: криволісся сосни гірської (*Pinus mugo* Turra), криволісся сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.), смереково-ялицеві (*Picea abies* (L.)H. Karst+*Abies alba* Mill.), мішані (смереково-ялицево-букові *Picea abies*+*Abies alba*+*Fagus sylvatica*) та букові ліси (*F. sylvatica* L.). У кожному типі екосистем було закладено один або два стаціонари; за адміністративним розподілом вони знаходяться в Івано-Франківській області. Короткий опис стаціонарів наведений у таблиці 1.

Результати та обговорення

У результаті проведених досліджень на території гірського масиву Ґорґан було виявлено 76 видів коротконадкрилих жуків що належать до 13 підродин. Найвищим видовим багатством характеризуються підродини *Staphylininae*, *Tachyporinae*, *Steninae*, що налічують відповідно 30, 15 та 7 видів Найнижче видове багатство притаманне для *Microreplinae*, *Olistraerinae*, *Pselaphinae* – у межах кожної з підродин виявлено лише по одному виду (Таблиця 2).

Таблиця 1. Досліджувані стаціонари у гірському масиві Горґан
Table 1. Localities of stationary studies in the Gorgany mountain massive

Висотно-ландшафтний пояс	Тип екосистеми	Розміщення стаціонару	Висота над рівнем моря (м над р. м.)	Географічні координати	Площа, га	Найближчий населений пункт
Субальпійський	Сосна гірська (<i>Pinus mugo</i>)	Схили гори Довбушанка	1600	48° 25' пн. ш. 24° 25' сх.д	0,04	с. Зелена Надвірнянського р-ну
	Сосна кедрова європейська (<i>Pinus cembra</i>)	Схили гори Поленські	1500	48° 27' пн.ш. 24° 20' сх.д	0,05	с Черник, с.Бистриця, Надвірнянського р-ну
Верхній лісовий	Смереково-ялицева екосистема (<i>Picea abies+ Abies alba</i>)	Схили гори Буревка	1200	48 33' пн.ш. 24 06' сх.д.,	0,03	с.Осмолода, Рожнятівського р-ну; с. Стара Гута, Богородчанського р-ну
		Схили гори Ігровець		48° 47' пн.ш. 24° 15' сх.д.	0,02	
Нижній лісовий	Мішана смереково-ялицево-букова екосистема (<i>Picea abies Abies alba+Fagus sylvatica</i>)	Урочище «Ельми»	800		0,02	с. Зелена, Надвірнянського р-ну
	Бук лісовий (<i>Fagus sylvatica</i>)	Територія злиття рік Зубрівка та Федоцил	800	48° 49' пн.ш 26° 46' сх.д	0.03	с. Зелена, Надвірнянського р-ну

Таблиця 2. Видовий склад стратобіонтних стафілінід у досліджених лісових екосистемах гірського масиву Горґан
Table 2. Species composition of the stratobiont staphylinids in the studied ecosystems of the Gorgany mountain massif

№ з/п	Вид	Екосистеми				
		<i>Pinus mugo</i>	<i>Pinus cembra</i>	<i>Picea abies+ Abies alba</i>	<i>Picea abies+ Abies alba+ Fagus sylvatica</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
Підродина Omaliinae						
1	<i>Omaliium rugatum</i> Mulsant&Rey, 1888	+	+			
2	<i>Euschalerum primulare</i> Grav., 1806	+	+	+	+	+
3	<i>Omaliium rivulare</i> Payk., 1789					+
4	<i>Acrulia inflata</i> (Gyll., 1813)					+
5	<i>Acidota crenata</i> (Fab.,1799)	+	+			
Підродина Staphylininae						
6	<i>Atrecus longiceps</i> Fauv., 1873	+	+	+	+	+
7	<i>Platydracus fulvipes</i> (Scop., 1763)			+		
8	<i>Gabrius splendidulus</i> (Grav.,1802)	+		+		
9	<i>Philonthus decorus</i> (Grav., 1802)	+	+	+	+	+

№ з/п	Вид	ЕКОСИСТЕМИ				
		<i>Pinus mugo</i>	<i>Pinus cembra</i>	<i>Picea abies</i> + <i>Abies alba</i>	<i>Picea abies</i> + <i>Abies alba</i> + <i>Fagus sylvatica</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
10	<i>Abemus chloropterus</i> (Sahlb. 1830)			+	+	+
11	<i>Philonthus nitidus</i> (Fab., 1787)	+		+		+
12	<i>Philonthus rotundicollis</i> Menet., 1832		+	+		
13	<i>Philonthus rubripennis</i> Steph., 1832				+	+
14	<i>Philonthus (Onychophilonthus) marginatus</i> Mull., 1764				+	+
15	<i>Philonthus ventralis immundus</i> (Gyll., 1810)				+	+
16	<i>Philonthus longicornis</i> Steph., 1832		+		+	+
17	<i>Philonthus splendens splendens</i> (Fab., 1792)		+		+	
18	<i>Othius crassus</i> (Motschulsky 1858)			+	+	+
19	<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)			+	+	+
20	<i>Ontholestes haroldi</i> (Eppel., 1884)				+	
21	<i>Ontholestes tessellatus</i> (Geoff., 1785)			+	+	
22	<i>Abemus chloropterus</i> Panz., 1769					+
23	<i>Ocyopus (Matidus) nitens nitens</i> (Schr., 1781)	+	+	+		
24	<i>Tasgius (Rayacheila) melanarius</i> Heer, 1839		+		+	
25	<i>Tasgius (Rayacheila) morsitans compressus</i> Marsh., 1802	+	+	+	+	+
26	<i>Tasgius (Rayacheila) bicharicus</i> Muller, 1825		+	+		+
27	<i>Staphylinus erythropterus erythropterus</i> L., 1758			+		+
28	<i>Staphylinus caesereus caesereus</i> Cederh., 1798			+	+	+
29	<i>Quedius (Microsaurus) xanthopus</i> Erich., 1839					+
30	<i>Quedius (Raphirus) paradisianus</i> (Heer, 1839)	+	+	+		+
31	<i>Nudobius lenthus</i> Grav., 1806			+		+
32	<i>Xantholinus (Purrolinus) tricolor</i> (Fab., 1787)				+	+
33	<i>Xantholinus linearis linearis</i> (Oliv., 1794)				+	+
34	<i>Hypnogyra angularis</i> (Ganglbauer, 1895)					+
35	<i>Xantholinus (Megalinus) glabrathus</i> (Grav., 1802)	+				
Підродина Oxytelinae						
36	<i>Anotylus tetracaratus</i> Block, 1799	+	+	+		
37	<i>Anotylus sculpturatus</i> (Grav., 1806)			+	+	
38	<i>Anotylus rugosus</i> (Fab., 1775)	+	+	+	+	
39	<i>Oxytelus (Epomotylus) sculptus</i> Grav., 1806					+
40	<i>Platystethus arenarius</i> (Four., 1785)				+	
41	<i>Symtonium aenum</i> (Muller, 1821)			+	+	+
Підродина Paederinae						
42	<i>Paederus (Poedemorphus) littoralis littoralis</i> Grav., 1802		+	+	+	+
43	<i>Paederidus rubrothoracicus</i> Goeze, 1777			+		
Підродина Steninae						
44	<i>Stenus (Tesusus) ater</i> Mann., 1830			+	+	
45	<i>Stenus comma comma</i> LeConte, 1865	+	+	+	+	+
46	<i>Stenus carpathicus</i> Gang., 1865	+				
47	<i>Stenus geniculatus</i> Grav., 1802		+	+	+	+
48	<i>Stenus (Nestus) humilis</i> Erich., 1839		+	+	+	+
49	<i>Stenus longipes</i> Heer, 1839					+
50	<i>Stenus nitens</i> Steph., 1830		+	+	+	
Підродина Olisthaerinae						
51	<i>Olisthaerus substriatus</i> Payk., 1790	+	+	+		

№ з/п	Вид	Екосистеми				
		<i>Pinus mugo</i>	<i>Pinus cembra</i>	<i>Picea aabies+ Abies alba</i>	<i>Picea aabies+ Abies alba+ Fagus sylvatica</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
Підродина Tachyporinae						
52	<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fab., 1775)	+			+	+
53	<i>Tachyporus chtysomelinus</i> (L., 1758)	+		+	+	+
54	<i>Tachyporus formosus</i> Matt., 1838				+	+
55	<i>Sepedophilus testaceus</i> (Fab., 1793)					+
56	<i>Sepedophilus bipustulatus</i> Grav., 1802					+
57	<i>Tachinus elongatus</i> Gyll, 1810	+			+	
58	<i>Tachinus humeralis humeralis</i> Grav., 1802					+
59	<i>Tachinus subterraneus</i> (L., 1758)					+
60	<i>Tachynus rufipes</i> (L., 1758)	+	+	+	+	+
61	<i>Tachinus pilicorni</i> (Gyll., 1810)					+
62	<i>Lordithon speciosus</i> (Erich., 1839)					+
63	<i>Lordithon lunulatus</i> (L. 1760)			+	+	+
64	<i>Lordithon exoletus</i> (Erich., 1839)					+
65	<i>Lordithon trinotatus</i> (Erich., 1839)	+	+	+		+
66	<i>Lordithon trimaculatus</i> (Fab., 1793)			+		+
Підродина Micropeplinae						
67	<i>Micropeplus fulvipes</i> Kerst., 1964				+	+
Підродина Piestinae						
68	<i>Siagonium humerale</i> Ger., 1836					+
69	<i>Siagonium quadricorne</i> Kirby 1815					+
Підродина Pselaphinae						
70	<i>Pselaphus heisei</i> (Herbst, 1792)	+	+	+	+	
Підродина Охупорінае						
71	<i>Охупорус maxillosus</i> Fab., 1793					+
72	<i>Охупорус rufus rufus</i> L, 1758	+	+		+	+
Підродина Scaphidiinae						
73	<i>Scaphidium assimile</i> Erich., 1845			+		+
74	<i>Scaphidium quadrimaculatum</i> Oliv., 1790			+		+
Підродина Scydmaeninae						
75	<i>Phloeostiba plana</i> Payk., 1792					+
76	<i>Phloeonomus minimus</i> Erich., 1839					+
	Усього видів	23	25	38	36	55

Примітка: Екосистеми: *Pinus mugo* - сосна гірська, *Pinus cembra* - сосна кедрова європейська *Picea aabies+Abies alba* - смереково-ялицева екосистема, *Picea abies+Abies alba+Fagus sylvatica* - екосистема мішаних лісів (смереково-ялицево-букові) *Fagus sylvatica* - екосистема букових лісів.

«+» наявність виду в екосистемі

Note: Ecosystems: *Pinus mugo* - Creeping pine ecosystem, *Pinus cembra* - Swiss pine ecosystem, *Picea aabies+Abies alba* - Spruce-fir ecosystem, *Picea abies+Abies alba+Fagus sylvatica* - Mixed ecosystem, *Fagus sylvatica* - European beech ecosystem.

"+" the species were found in the ecosystem

Аналіз видового багатства коротконадкрилих жуків у різних типах лісових екосистем гірського масиву Гор'ан продемонстрував неоднорідність угруповань за цим критерієм. Найменшу кількість видів виявлено у екосистемах сосни гірської та сосни кедрової європейської 23 та 25 видів

відповідно, а найбільшу у біоценозі букових лісів - 55. Розподіл виявлених видів за підродинами є більш-менш однорідним у всіх типах аналізованих екосистем, хоча представники підродин *Piestinae* (*Siagonium humerale*, *Siagonium quadricorne*) та *Scydmaeninae* (*Phloeostiba plana*, *Phloeonomus minimus*) трапляються виключно у екосистемах букових лісів. Варто зазначити, що у межах цього біоценозу виявлено і низку специфічних видів із інших підродин: *Omalium rivulare*, *Acrulia inflata*, *Abemus chloropterus*, *Quedius xanthopus*, *Hypnogyra anularis*, *Oxytelus sculptus*, *Sepedophilus testaceus*, *Sepedophilus bipustulatus*, *Tachinus humeralis*, *Tachinus subterraneus*, *Tachinus pilicorni*, *Lordithon speciosus*, *Lordithon exoletus*.

Інші типи екосистем теж характеризуються наявністю специфічних видів. Так, у екосистемі сосни гірської трапляються *Xantholinus (Megalinus) glabrathus*, *Stenus carpathicus*, а у смереково-ялицевих лісах - *Paederus rubrothoracicus*.

Серед виявлених видів виокремлюються п'ять спільних для всіх аналізованих екосистем. Вони належать до підродин *Staphylininae* (*Atrecus longiceps*, *Philonthus decorus*, *Tasgius morsitans compressus*), *Steninae* (*Stenus comma comma*) і *Tachyporinae* (*Tachynus rufipes*).

В угрупованнях стафілінід гірського масиву Гор'ан спостерігаються добре виражені сезонні коливання, що мають спільні та відмінні ознаки в усіх аналізованих екосистемах. Загалом активність коротконадкрилих жуків розпочинається з другої декади квітня та завершується до останньої декади жовтня, а найвищі рівні чисельності зафіксовано впродовж червня-липня. Що ж стосується найнижчих показників, то вони притаманні для перших половин квітня та жовтня. Винятком є екосистема сосни гірської та сосни кедрової європейської у яких *Staphylinidae* трапляються з другої половини травня до кінця серпня, а окремі види проявляють активність і у першій половині вересня (Таблиця 3). Скорочений сезон активності пояснюється більш холодними умовами субальпійського поясу, в якому розташовані ці екосистеми.

У криволісній сосни гірської *Staphylinidae* проявляють активність із другої декади травня до першої вересня. Впродовж другої декади травня та першої декади червня угруповання коротконадкрилих жуків характеризуються доволі незначним рівнем видового багатства, яке починає поступово зростати з II декади червня та сягає максимуму у II декади липня. Саме у цей період формується яскраво виражений пік активності, що значною мірою обумовлюється спалахом чисельності домінуючих видів: *Eusphalerum primulare*, *Omalium rugatum* та *Tasgius (Rayacheila) morsitans compressus*. Починаючи з третьої декади липня починається перший спад активності, який тримається у вигляді відносного плато до другої декади серпня. Потім настає другий, набагато різкіший спад, який завершується до кінця другої декади вересня. Високим рівнем активності впродовж цього періоду характеризуються *Paederus (Poedemorphus) littoralis littoralis* та *Tachyporus hypnorum* (рис. 1). Активність коротконадкрилих жуків в екосистемі сосни кедрової європейської розпочинається з другої декади травня та триває до третьої декади вересня. Починаючи з III декади травня до I липня спостерігається доволі різке зростання активності, що завершується формуванням першого піку, який має шпилеподібний вигляд та завершується різким спадом активності впродовж другої-третьої декад липня. Впродовж цього періоду високий рівень активності притаманний для видів: *Omalium rugatum*, *Eusphalerum primulare*, *Oxyporus rufus rufus*.

Друге зростання активності коротконадкрилих жуків впродовж літнього періоду спостерігається впродовж першої декади серпня. Його утворення пов'язане із зростанням чисельності *Acidota crenata*, *Atrecus longiceps*, *Lordithon trinotatus*. Після завершення вказаного спалаху спостерігається поступово-рівномірне затухання активності, яке повністю завершується до третьої декади вересня (рис. 2).

Угруповання жуків-стафілінід у смереково-ялицевих лісах характеризуються двома піками активності — літнім та осіннім, з відносно рівномірним зниженнями між ними. Переміщення комах у аналізованій екосистемі розпочинається з першої декади травня та поступово зростає до третьої. Впродовж першої половини червня спостерігається значне зростання чисельності коротконадкрилих жуків, що призводить до формування літнього піку активності який досягає свого максимуму у III декаді червня. Домінантними у цей період є представники *Eusphalerum primulare*, *Ocyopus (Matidus) nitens nitens*, *Staphylinus caesereus caesereus*. Починаючи з першої декади липня та до середини серпня спостерігається рівномірне зниження активності, а друга половина серпня і початок вересня ознаменовуються формуванням другого осіннього піку, який сягає максимуму у другій декаді вересня. У цей час найбільш численними є представники *Tasgius (Rayacheila) morsitans compressus*, *Lordithon lunulatus*. Починаючи з другої половини вересня до другої декади жовтня у смереково-ялицевих лісах спостерігається різке зниження активності стафілінід. (рис. 3).

Таблиця 3. Кумулятивна кількість виявлених особин стафілінід впродовж аналізованого періоду у лісових екосистемах Ґорґан 2017-2021

Table 3. Cumulative number of detected individuals of rove beetles in the forest ecosystems of Gorgany during the analyzed period. 2017-2021

Місяць	Де-када	Типи екосистем					Усього особин
		<i>Pinus mugo</i>	<i>Pinus cembra</i>	<i>Picea abies</i> + <i>Abies alba</i>	<i>Picea abies</i> + <i>Abies alba</i> + <i>Fagus sylvatica</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	
Квітень	I	–	–	–	–	–	–
	II	–	–	–	–	8	8
	III	–	–	–	18	10	28
Травень	I	–	–	3	26	20	49
	II	12	10	6	35	38	101
	III	12	19	8	53	50	142
Червень	I	12	19	17	56	48	152
	II	15	20	25	46	46	152
	III	17	24	34	35	39	149
Липень	I	20	31	30	39	35	155
	II	30	23	24	52	46	175
	III	22	16	17	50	50	155
Серпень	I	19	25	15	40	37	136
	II	22	16	14	30	25	107
	III	17	14	19	23	27	80
Вересень	I	12	9	24	25	18	88
	II	–	7	30	15	10	62
	III	–	6	20	6	10	42
Жовтень	I	–	–	12	–	7	19
	II	–	–	11	–	5	12
	III	–	–	–	–	2	2
Усього екземплярів							1814

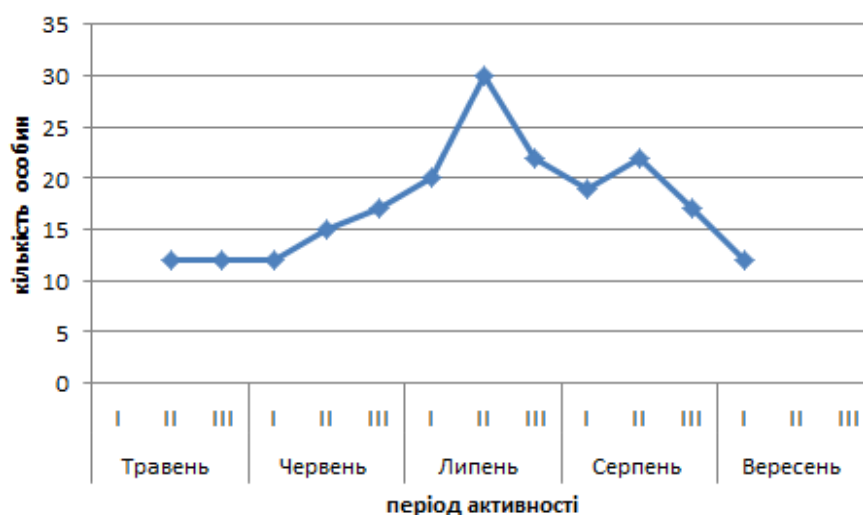


Рис. 1. Кумулятивні показники сезонної активності стафілінід у екосистемі сосни гірської гірського масиву Ґорґан впродовж теплих періодів 2017-2021 рр.

Fig. 1. Cumulative indicators of seasonal rove beetle activity in the Creeping pine ecosystem of the Gorgany mountain massif in 2017-2021

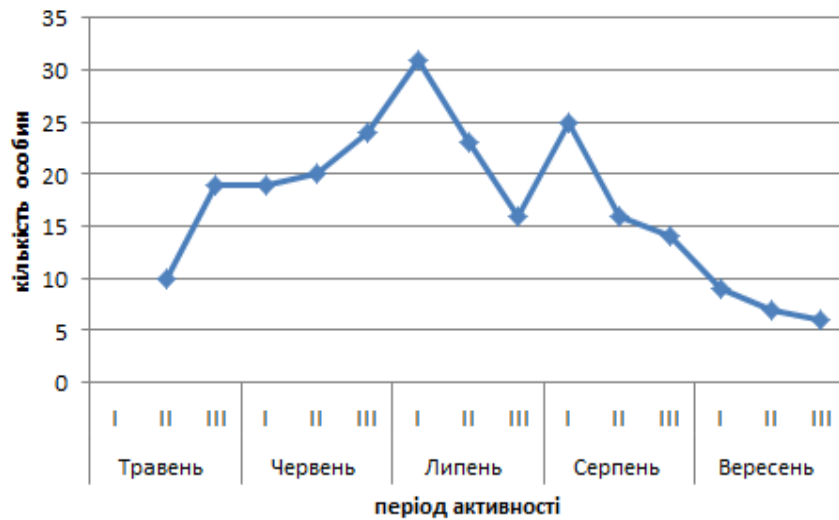


Рис. 2. Кумулятивні показники сезонної активності стафілінід у екосистемі сосни кедрової європейської гірського масиву Горган у 2017-2021 рр.

Fig. 2. Cumulative indicators of seasonal rove beetle activity in the Swiss pine ecosystem of the Gorgany mountain massif in 2017-2021

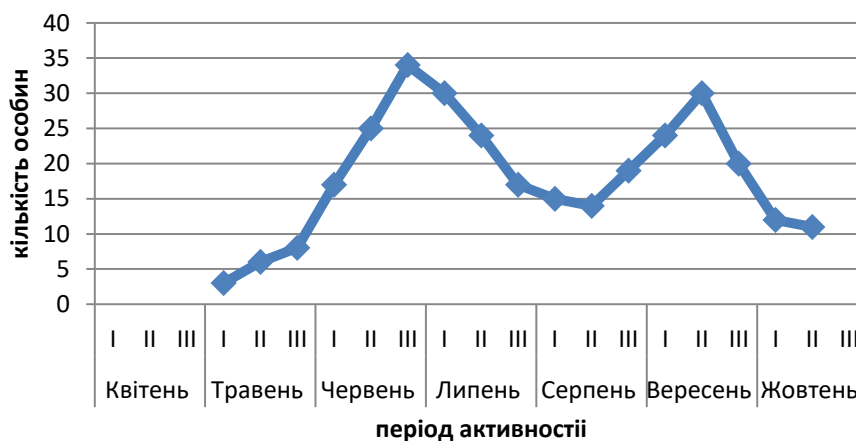


Рис. 3. Кумулятивні показники сезонної активності стафілінід у екосистемі смереково-ялицевих лісів гірського масиву Горган у 2017-2021 рр.

Fig. 3. Cumulative indicators of seasonal rove beetle activity in the spruce-fir forests of the Gorgany mountain massif in 2017-2021

В угрупованнях мішаних лісів коротконадкрилі жуки проявляють активність з третьої декади квітня до третьої декади вересня. Характерною рисою для цієї екосистеми є наявність двох чітко виражених піків активності, які характеризуються дещо пролонгованою тривалістю та різкими зниженнями активності, а також незначним зростанням активності на початку осіннього періоду.

Перше та найбільше зростання активності спостерігається з другої половини травня і триває до першої декади червня. Його формування відбувається доволі рівномірно платоподібно із незначним зростанням впродовж другої декади травня. У цей час ядро угруповання формують: *Ontholestes tessellatus*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Anotylus sculptoratus*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Philonthus decorus* – види, які проявляють активність тільки у весняний період. Дещо нижчий рівень активності притаманний для *Anotylus sculptoratus*, *Staphylinus caesereus*, *Tasgius*

melanarius, *Philonthus decorus*. Починаючи з другої декади червня спостерігається стрімке зниження активності коротконадкрилих жуків.

Другий, власне літній пік активності триває впродовж другої та третьої декад липня. Упродовж вказаного часу високий рівень притаманний для: *Tasgius melanarius*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Philonthus splendens*, *Philonthus rubripennis*. Зниження активності жуків при завершенні цього періоду є доволі рівномірним та завершується впродовж першої декади вересня.

Початок осіннього сезону ознаменовується незначним зростанням активності стафілінід. Найбільш чисельними є: *Philonthus splendens*, *Philonthus rubripennis*, *Staphylinus caesereus*, *Tachyporus elongatus*, *Tasgius compressus*. (рис. 4.).

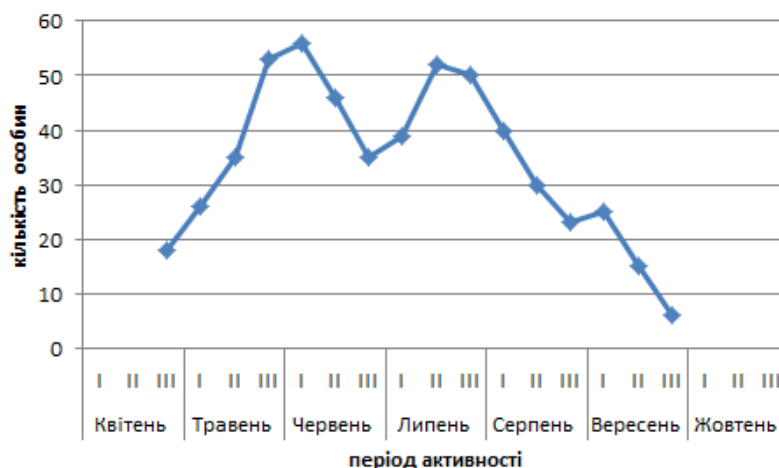


Рис. 4. Кумулятивні показники сезонної активності стафілінід у екосистемі мішаних лісів гірського масиву Горган у 2017-2021 рр.

Fig. 4. Cumulative indicators of seasonal rove beetle activity in the mixed forests of the Gorgany mountain massif in 2017-2021

Активність жуків-стафілінід у екосистемі букових лісів нижнього лісового поясу розпочинається у другій декаді квітня та триває до кінця жовтня. Впродовж зазначеного періоду спостерігається відносно рівномірне чергування зростання та спаду видової активності, що надає графіку хвилястої форми з кількома рівномірними плато та двома добре вираженими піками активності впродовж весняно-літнього періоду та незначним підвищенням активності у кінці літа. Перший весняно-літній період зростання активності характеризується чіткою пролонгованістю та відносно рівномірним етапом затухання. Що ж стосується двох наступних, вони мають шпилеподібну структуру, різкі етапи спаду та відрізняються між собою за ступенем вираження.

Перший пік формується у кінці травня та триває до II декади червня. Впродовж цього часу спостерігається доволі рівномірна активність Staphylinidae. Ядро угруповання коротконадкрилих жуків на цьому етапі представлене чотирма видами: *Tasgius bicharicus*, *Staphylinus caesereus*, *Staphylinus erythropterus*. Впродовж третьої декади червня спостерігається зниження активності комах, а на початку липня її поступове зростання.

Другий пік активності формується впродовж другої декади липня. Він характеризується шпилеподібною вираженістю та є доволі коротким. Впродовж цього періоду найчастіше трапляються представники видів: *Tasgius bicharicus*, *Lordithon trinothatus*, *Nudobius lenthus*, *Abemus chloropterus*. Вже починаючи з першої декади серпня спостерігається доволі стрімке зниження активності жуків-стафілінід, яке дещо зупиняється під час третьої декади серпня.

Початок осіннього сезону ознаменовується ледь помітним зростанням активності коротконадкрилих жуків. Цей період теж має шпилеподібну форму та є найменш вираженим. Він триває впродовж першої декади вересня, а після цього спостерігається стрімке зниження активності, яке триває до третьої декади вересня. Впродовж жовтня спостерігається рівномірне затухання активності коротконадкрилих жуків у екосистемах букових лісів нижнього лісового поясу гірського

масиву Горгани. Впродовж цього періоду найчастіше трапляються представники видів *Tachyporus chrysomelinus* та *Lordithon lunulatus*. (рис. 5).

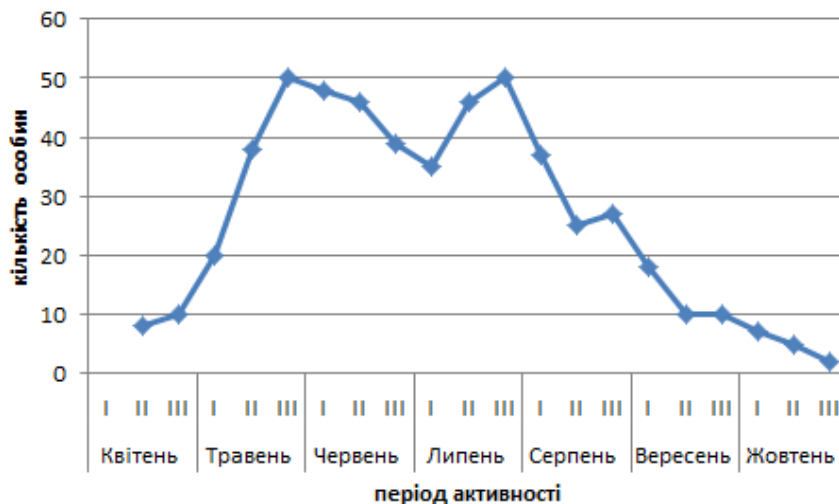


Рис. 5. Кумулятивні показники сезонної активності стафілінід у екосистемі букових лісів нижнього лісового поясу гірського масиву Горган у 2017-2021 рр.
Fig. 5. Cumulative indicators of seasonal rove beetle activity in the European beech ecosystem of the Gorgany mountain massif in 2017-2021

Висновки

У результаті проведених досліджень виявлено представників 76 видів коротконадкрилих жуків, що належать до 13 підродин. Найвищим видовим різноманіттям характеризуються підродини Staphylininae, Steninae, Tachyporinae. Показники видового багатства у різних типах лісових біоценозів є доволі варіативними і коливаються від 23 та 25 видів у екосистемах сосни гірської та сосни кедрової європейської до 55 видів у букових лісах. У межах аналізованих біоценозів виокремлюються специфічні види. Більшість з них притаманні для букових лісів (*Siagonium humerale*, *Siagonium quadricorne*, *Phloeostiba plana*, *Phloeonomus minimus*, *Omalium rivulare*, *Acrulia inflata*, *Abemus chloroptemus*, *Quedius xanthopus*, *Hypnogyra anularis*, *Oxytelus sculptus*, *Sepedophilus testaceus*, *Sepedophilus bipustulatus*, *Tachinus humeralis*, *Tachinus subterraneus*, *Tachinus pilicorni*, *Lordithon speciosus*, *Lordithon exoletus*), один вид (*Paederus rubrothoracicus*) – смереково-ялицевим лісам і два види *Xantholinus (Megalinus) glabrathus* і *Paederus littoralis littoralis* для екосистем сосни гірської та сосни кедрової європейської відповідно.

П'ять видів з підродин Staphylininae (*Atrecus longiceps*, *Philonthus decorus*, *Tasqius morsitans compressus*), Steninae (*Stenus comma comma*), Tachyporinae (*Tachynus rufipes*) трапляються в усіх досліджених екосистемах.

Аналіз сезонної активності жуків-стафілінід у лісових екосистемах гірського масиву Горган продемонстрував спільний пік чисельності особин у червні-липні та найнижчі показники у першій половині квітня та жовтня. В екосистемах сосни гірської та сосни кедрової європейської, що лежать у субальпійському поясі, період активності коротконадкрилих жуків значно коротший, з другої половини травня до кінця серпня, лише окремі види активні у першій половині вересня.

Список літератури / References

- Кривошеєв, Р.В. (2015). Огляд жуків потаємців триби Batrisini (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphyinae) фауни України. *Вісник Харківського ентомологічного товариства*, 23, 33–39.
- Кривошеєв, Р.Є. (2014). Огляд жуків потаємців триб Tychini, Pselaphini, Stenistini, Tyrini (Coleoptera, Staphylinidae: Pselaphinae) фауни України. *Український ентомологічний журнал*, 1, 31–44.
- Мателешко, О.Ю. (2008). Нові знахідки твердокрилих (Insecta, Coleoptera) з регіону Українських Карпат. *Vestnic zoologii*, 45(2), 179–183.

- Мателешко, О.Ю. (2007). Фауністичні знахідки жуків-стафілінід із Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*, 21, 182–186.
- Мателешко, О.Ю. (2009). Нові та маловідомі види твердокрилих у фауні Українських Карпат. *Вісник зоології*. 43(2), 179–183.
- Мателешко, О.Ю. (2010). Твердокрили (Insecta, Coleoptera) – мешканці сірчано-жовтого трутовика (*Laetiporus sulphureus* (Bull. Ex. Fr) BondetSing) в умовах Українських Карпат. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 29, 177–179.
- Bordoni A. (2010). Catalogue of the Staphylinidae of Cyprus and Asia Minor. *Fragmenta entomologica Roma*, 42 (1), 35-348.
- Coiffait H. (1974). Coléoptères Staphylinidae de la région Paléartique occidentale. II. Sous famille Staphylininae, Tribus Philonthini et Staphilinini. *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 593-595. (in Italian)
- Coiffait H. (1978). Coléoptères Staphylinidae de la région Paléartique occidentale. III. Sous famille Staphylininae, Tribu Quediini, Sous famille Paederinae, Tribu Pinophilini. *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 367. (in Italian)
- Herman L.H. (1970). Phylogeny and reclassification of the genera of the rove-beetle subfamily Oxytelinae of the world (Coleoptera, Staphylinidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 142(5), 345-454.
- Lohse G., Freude H., Harde K. (1964). Staphylinidae I (Micropeplinae bis Tachyporinae). *Die Käfer Mitteleuropas, Goecke & Evers, Krefeld*, 4, 1-247.
- Lohse G., Freude H., Harde K. (1974). Staphylinidae II (Hypocyphtinae und Aleocharinae). *Die Käfer Mitteleuropas, Goecke & Evers, Krefeld*, 5, 1-304.
- Łomnicki M.A. (1884). Catalogus Coleopterorum Haliciae. *Custodius Musaei Dzieduszyckiani*, 24-25. (in Polish)
- Łomnicki M.A. (1866). Przyczynek do fauny chrzaszczow galicyjskich. Krakow, 25. (in Polish)
- Łomnicki M.A. (1884). Catalogus Coleopterorum Haliciae. *Custodius Musaei Dzieduszyckiani*, 24-25. (in Polish)
- Łomnicki M.A. (1886). Muzeum Imienia Dzieduszyckich we Lwowie. Dział I. Zoologiczny Oddział zwierząt bez kregowych. IV. *Chrzaszczczyli Tegoskrzydla. (Coleoptera)*, 31, 308. (in Polish)
- Mateleshko O.Yu. (2008) New finds of Coleoptera (Insecta, Coleoptera) from the region of the Ukrainian Carpathians. *Vestnic zoology*, 45(2), 179–183.
- Nowicki M. (1864). Przyczynek do owadniczej fauny Galicyi. Kraków, 87. (in Polish)
- Nowicki M. (1864). Przyczynek do owadniczej fauny Galicyi. Kraków, 87. (in Polish)
- Nowicki M. (1873). Verzeichniss galizischer Käfer. W: Beiträge zur Insektenfauna Galiziens. Krakau, 7–52. (in Polish)
- Schlechter J. (2008). Beetle fauna found on carrion in three woodland sites in Luxembourg (Insecta, Coleoptera). *Bull. Soc. Nat. Luxemb.*, 109, 97-100.
- Schülke M., Smetana A. (2015). "Staphylinidae, 304-1134". In: Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 2. Hydrophiloidea-Staphylinoidea (Eds. I. Löbl & D. Löbl). Brill, Leiden, Boston, 1702 p.
- Stocker G. Bergmann A. (1977). Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Adwendung. *Modellbildung. Modell realisierung. Dominanzklassen Arch.Naturschults. U. Laundschaftsforsung*, 17(1), 1-26. (in German)
- Toth L. (1987). Remarks on some *Anotylus* Thomson, 1859 species and its relationship in the Carpathian Basin (Coleoptera: Staphylinidae). *Folia entomologica Hungarica Rovartani Kozlemenyek*. XLVIII, 227-232.
- Tottenham (1954). Handbooks for the Identification of British Insects, 4(8a).
- Yakobson H.H. (1905) Zhuky Rossiy y Zapadnoi Evropy. Peterburh, 81 p. (in Russian)
- Yakobson H.H. (1915) Opredelytel zhukov. Yzdanye. Moskva – Lenynhrad., 340 p. (in Russian)
- Yakobson H.H. (1931) Opredelytel zhukov. Yzdanye 2. Moskva – Lenynhrad., 454 p. (in Russian)
- Yin Z.W., Parker J., Cai Ch., Huang D.-Y., Li L.-Zh. (2018) A new stem bythinine in Cretaceous Burmese amber and early evolution of specialized predatory behavior in pselaphine rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae). *Journal of Systematic Palaeontology*, 16(7), 531–541.

On the seasonal dynamics of groups of short-winged beetles (Staphylinidae, Coleoptera, Insecta) in the forest ecosystems of the Gorgan mountain massif
M.P. Lutska

The work highlights the peculiarities of the seasonal activity of rove beetles that occur in different types of forest ecosystems in the mountain massif of Gorgan. The research territory covered three landscape-altitude zones, within

which five types of forest ecosystems were identified: Scots pine and European cedar pine forests (subalpine zone), spruce-fir forests (upper forest zone), as well as mixed (spruce-fir-beech) and beech forests (lower forest belt). The collection of specimen material was carried out from 2017 to 2021 throughout the entire vegetation period, using Barber traps. During the research, representatives of 76 species of Staphylinidae belonging to 13 subfamilies were identified. The highest level of species richness is observed in the subfamilies Staphylininae, Tachyporinae, and Steninae. The highest number of species was recorded in beech forests (55 species), while the lowest was found in mountain pine forests (23 species) and European cedar pine forests (25 species). Specific species were found in each ecosystem, with only five species being common to all analyzed biocenosis: *Atreucus longiceps*, *Philonthus decorus*, *Tasgius morsitans compressus*, *Stenus comma comma*, *Tachynus rufipes*.

The analysis of the seasonal dynamics of rove beetles demonstrates common patterns for groups in different types of forest ecosystems. Specifically, the highest activity levels of insects are observed during June-July, while the lowest ones occur in April and October. An exception is observed in the ecosystems of mountain pine and European cedar pine, where Staphylinidae are found from the second half of May until the end of August, and certain species can be found in the first half of September. Throughout the warm period of the year, multiple peaks of activity are observed in staphylinid communities.

In the ravine forest, the peak of summer activity for mountain pines falls in the second decade of July, with three species predominating: *Eusphalerum primulare*, *Omalium rugatum* and *Tasgius morsitans compressus*. The autumn increase in activity is characterized by a much lesser degree of expression and the dominance of *Paederus (Poedemorphus) littoralis littoralis* and *Tachyporus hypnorum*.

In the biocenosis of European cedar pine, are two summer peaks of rove beetles beetles: the first during the first decade of July and the second in the second decade of August. During the July peak *Omalium rugatum*, *Eusphalerum primulare*, and *Oxyporus rufus rufus* dominate, while during the August peak, *Acidota crenata*, *Atreucus longiceps*, and *Lordithon trinotatus* dominate.

In the group of spruce-fir forests, the first peak of activity occurs in the summer, while the second peak occurs in autumn, with a relatively consistent decrease in activity between them. The dominant species include *Eusphalerum primulare*, *Ocyopus (Matidus) nitens nitens*, *Staphylinus caesereus caesereus* and *Tasgius (Rayachelia) morsitans compressus*, *Lordithon lunulatus*.

Staphylinid communities in mixed forests form two peaks of activity: spring and summer. It is worth noting that the first two are pronounced and prolonged. During the first peak, the most common are *Ontholestes tessellatus*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Anotylus sculptoratus*, *Philonthus decorus*; the other – *Tasgius melanarius*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Philonthus splendens*, *Philonthus rubripennis*.

Staphylinid communities in beech forests are also characterized by three peaks of activity, two of which are pronounced, and one (autumn) is insignificant. During these peaks *Tasgius bicharicus*, *Staphylinus caesereus*, *Staphylinus erythropterus* predominate, during the second peak *Tasgius bicharicus*, *Nudobius lentus*, *Lordithon trinotatus* and *Abemus chloropterus* dominate, *Tachyporus chrysomelinus* and *Lordithon lunulatus* predominate.

Keywords: groups of rove beetles, forest ecosystems, seasonal dynamics

Cite this article: Lutska M.P. On the seasonal dynamics of groups of short-winged beetles (*Staphylinidae*, *Coleoptera*, *Insecta*) in the forest ecosystems of the Gorgan mountain massif. *Series "Biology"*, 42, p. 49-60. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-4> (in Ukrainian)

About the author:

M.P. Lutska – Institution of Higher Education "King Danylo University", Konovalts St., 35, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76018, mariana.lutska@ukd.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0003-4317-7482>

Received: 10.01.2023 / Revised: 29.04.2024 / Accepted: 12.05.2024

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-5>
UDC: 576.895.122

Ecological analysis of the fish trematode fauna of the Lower Kura Y.V. Shakaraliyeva

In 2007-2022, in three sections of the lower reaches of the Kura River, 933 cyclostomes and fish belonging to 38 species were subjected to complete parasitological dissections, and 40 species of trematodes were discovered. Of these, 25 species complete their development in fish, and 15 species in fish-eating birds. 24 species parasitize in the fish intestines, 5 species in the lenses of fish eyes, and 1-2 species of trematodes are localized in other organs. Most of the discovered species of trematodes are freshwater forms; typically marine are only 4 species, which were found in marine fish that come here from the Caspian Sea. The examined fish belong to five trophic groups: ichthyophages, benthophages, planktophages, phytophages and detritiphages. In the ichthyophages were dominated by trematodes, which complete their development in fish. Apparently, these parasites enter the body of ichthyophages for the most part by eating fish infected by them. In the remaining trophic groups, the fauna of trematodes was significantly dominated by species parasitizing fish at the metacercaria stage. In the lower section of the Lower Kura, 37 species were found, of which 12 complete their development in fish-eating birds. This comparative richness of trematode fauna of lower section is due to the fact that it contains many more species of fish than other sites; the current speed is much lower and this promotes the development of mollusks - the first intermediate hosts of trematodes; there are a large number of fish-eating birds - the definitive hosts of many species of fish trematodes; the current carries here infected intermediate hosts and trematode cercariae from more upper sections; only here marine fish species were examined and marine trematodes were discovered; only here the lamprey was studied and one of its characteristic trematodes was found. In the fish of the middle section, 26 species of trematodes were noted, of which 13 species complete development in fish-eating birds. Here the fauna of fish trematodes is somewhat poorer than in the lower section, but here there are more species of trematodes whose cercariae actively penetrate fish. This is due to the fact that not far from the point of collecting the material, Lake Sarysu is located, where a large number of fish-eating birds live. In fish living in the upper section, 22 species of trematodes were found, of which 10 species complete their development in fish-eating birds. Among all the noted trematodes, 7 species are pathogens of fish diseases and 1 species is dangerous to human.

Keywords: *the Kura River, fish, parasites, trematodes, fish-eating birds, mollusks*

Cite this article: *Shakaraliyeva Y.V. Ecological analysis of the fish trematode fauna of the Lower Kura. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology", 42, p. 61-72. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-5>*

About the author:

Y.V.Shakaraliyeva – Azerbaijan Medical University, Rashid Behbutov Str., 134, Baku, Azerbaijan, AZ1014, bioloq@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-0653-7605>

Received: 08.11.2023 / Revised: 26.02.2024 / Accepted: 25.03.2024

Introduction

The Kura is the largest river in the Caucasus, its length is 1515 km, and its area is 188 thousand km². It originates in Turkey, and flowing through this country, Georgia and Azerbaijan, flows into the Caspian Sea (Azerbaijan Republic. National atlas, 2014). This river is of very important fishery importance as a habitat for valuable commercial fish and a breeding ground for anadromous fish living in the Caspian Sea. The middle and lower reaches of this river, separated by a cascade of reservoirs, are located within the Azerbaijan. The Lower Kura is significantly larger than the Upper and Middle Kura in size and fisheries importance (Physical geography of the Republic of Azerbaijan, 2016). About 40 species of fish live here, many of which are of commercial importance. During the spawning period, migratory fish come here from the Caspian Sea. The study of parasites, including trematodes, of fish of the Lower Kura, and their distribution along the river is of great theoretical and practical importance. Meanwhile, before our research, the trematode fauna of the fish living here was completely insufficiently studied. There was only fragmentary information about them (Mikhailov, 1963), which is now significantly outdated. The purpose of this article is an ecological analysis of trematode fauna of fish along the Lower Kura.

Materials and methods

During 2007-2022 in various parts of the Lower Kura for detection of trematodes using the method of a complete helminthological dissection (Bykhovskaya-Pavlovskaya, 1985; Pronina & Pronin, 2007; Ataev & Zubairova, 2015; Dorovskikh G.N. & Stepanov, 2019) we examined 933 cyclostomes and fish belonging to 13 families, 34 genera and 38 species for detection of their infection with trematodes (table 1). Of these fish, mosquitofish was introduced into the water bodies of Azerbaijan in the 1930s to combat the larvae of the malaria mosquito (Dengina, 1946), and stone moroko got there with the introduced Chinese herbivorous fish (Mustafayev & Ibrahimov, 2012; Ibrahimov & Mustafayev, 2015).

Table 1. Number of cyclostomes and fish examined in the Lower Kura

Names of fish	upper part	middle part	lower part
Family Petromyzontidae			
Caspian lamprey – <i>Caspiomyzon wagneri</i> (Kessler, 1870)	-	-	15
Family Acipenseridae			
Beluga – <i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1759)	-	-	1
Family Salmonidae			
Caspian salmon – <i>Salmo caspius</i> Kessler, 1870	-	-	2
Family Esocidae			
Northern pike – <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	14	13	18
Family Cyprinidae			
Caspian roach – <i>Rutilus caspicus</i> (Jakovlev, 1870)	16	15	19
Kutum – <i>R. kutum</i> (Kamensky, 1901)	-	-	17
Caucasian chub – <i>Squalius agdamicus</i> (Kamensky, 1901)	16	15	-
Rudd – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)			21
Caspian asp – <i>Aspius aspius taeniatus</i> (Eichwald, 1831)	7	6	13
Stone moroko – <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	-	-	15
Tench – <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	5	7	12
South Caucasian gudgeon – <i>Romanogobio macropterus</i> (Kamensky, 1901)	-	9	10
Kura khramulya – <i>Capoeta capoeta</i> (Güldenstaedt, 1773)	10	-	-
Bulatmai barbel – <i>Barbus capito</i> (Güldenstaedt, 1773)	14	12	-
Kura barbel – <i>B. cyri</i> (Filippi, 1865)	12	-	-
Caspian barbel – <i>Luciobarbus caspius</i> (Berg, 1914)	-	-	7
Kura shemaya – <i>Alburnus chalcoides</i> (Güldenstaedt, 1772)	14	11	18
Kura bleak – <i>A. filippi</i> Kessler, 1877	8	12	16
Schneider – <i>Alburnoides eichwaldi</i> (Filippi, 1863)	12	16	15
White bream – <i>Blicca bjoerkna transcaucasica</i> Berg, 1916		17	12
Oriental bream – <i>Abramis brama orientalis</i> Berg, 1949	19	14	16
Caspian zahrte – <i>Vimba vimba persa</i> (Pallas, 1774)	-	-	11
European bitterling – <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	10	12	11
Prussian carp – <i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1782	18	14	16
European carp – <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	15	19	23
Family Balitoridae			
Kura loach – <i>Oxynoemacheilus brandti</i> (Kessler, 1877)	8	7	15
Family Cobitidae			
Khvalin loach – <i>Cobitis amphilekta</i> Vasil'eva et Vasil'ev, 2012	4	6	14
Golden spined loach – <i>Sabanejewia aurata</i> (Filippi, 1865)	5	11	18
Family Siluridae			
Catfish – <i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	3	2	10
Family Poeciliidae			
Mosquitofish – <i>Gambusia affinis</i> (Baird et Girard, 1853)	-	-	18
Family Mugilidae			

Names of fish	upper part	middle part	lower part
Golden grey mullet – <i>Chelon auratus</i> (Risso, 1810)	-	-	10
Family Atherinidae			
Caspian sandsmelt – <i>Atherina caspia</i> Eichwald, 1831	-	-	11
Family Percidae			
Zander – <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	16	10	12
Perch – <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	-	8	13
Family GOBİİDAE			
Round goby – <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	-	4	7
Monkey goby – <i>N. pallasii</i> (Berg, 1949)	4	3	10
Bighead goby – <i>Ponticola goralp</i> (Iljin, 1949)	6	5	9
Tubenose goby – <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814)	3	3	8

Among the studied fish, the most numerous are representatives of the carp family, which represented by 22 species. Of all the discovered species, Caspian pipe fish, golden gray mullet, and Caspian sandsmelt are marine and for this reason were found only in the lower part of the water area we studied. Caspian lamprey, beluga, Caspian salmon, and kutum are obligately anadromous forms and enter the Kura River only during the spawning period. Caspian roach, Caspian asp, Caspian barbel, Kura shemaya, oriental bream, Caspian zahrte, European carp and zander have both anadromous and local river populations. Round goby, monkey goby, bighead goby and tubenose goby being highly euryhaline, have both marine and riverine populations. Of all the species, Caspian lamprey, beluga, pike, Caspian roach, kutum, Caucasian mullet, rudd, Caspian asp, tench, Kura khramulya, bulatmai barbel, Kura shemaya, oriental bream, Caspian zahrte, Prussian carp, European carp, catfish, golden gray mullet, zander and perch are commercial fish and are caught by the fisheries available here. When determining the species of fish, appropriate keys were used (Abdurakhmanov, 1962; Boqutskaya & Naseka, 2004; Boqutskaya et al., 2013; Mustafayev, 2023).

All detected trematodes were fixed in a standard manner in 70° ethyl alcohol and delivered to the laboratory for further office processing. Here, the collected worms were stained with aluminous or acetic acid carmine, passed through aqueous solutions of ethanol with increasing concentrations from 70% to 100%, make transparent in clove oil, mounted in Canada balsam on a slide and covered with a coverslip. The permanent preparations obtained in this way are stored at the Department of Medical Biology and Genetics of the Azerbaijan Medical University. Identification of trematode species was carried out using the corresponding monographs (Bykhovskaya-Pavlovskaya & Kulakova, 1987; Qayevskaya et al., 1975). A schematic map of the study area and the location of material collection points given in the fig. 1.

Results and discussion

In fish living in various parts of the Lower Kura, we noted 40 species of trematodes belonging to 17 families and 24 genera. Of these, 25 species complete their development in the body of fish, and 15 species in the body of piscivorous birds. Below is a taxonomic overview of all trematode species we discovered, indicating hosts and localization, as well as the extent (%) and intensity (specimens) of trematode infestation.

Trematodes that completing their development in the body of fish

Family Bucephalidae Poche, 1907

Bucephalus polymorphus Baer, 1827 – adult worms in intestines of pike (44.4%), zander (75.0%), perch (30.7%); metacercariae in the tissues of intestines, fins, gills of rudd (19.1%), tench (16.7%), shemaya (16.3%), bleak (5.6%), bitterling (33.3%), Prussian carp (6.3%), European carp (14.1%), Kura loach (13.3%); intensity of infestation 8-39 specimens in pike, zander and perch, 1-14 in other fish.

Rhipidocotyle companula (Dujardin, 1845) – adult worms in the intestines of pike (66.7%) and zander (34.2%); metacercariae in the tissues of fins and gills of rudd (19.1%), tench (8.3%), gudgeon (10.5%), white bream (6.9%), Prussian carp (12.5%), European carp (17.5%), Kura loach (16.7%), khvalin loach (8.3%), round goby (9.1%); intensity of infestation 4-46 specimens in pike and zander, 1-14 in other fish.

Rh.kovalae Ivanov, 1967 – in intestines of beluga (in the only one researched specimen); intensity of infestation 2 specimens.



Figure 1. Map of study area and locations of material collection points (▲)

Family Sanguinicolidae Graff, 1907

Sanguinicola volgensis (Razin, 1929) – in blood of zahrte (9.1%); intensity of infestation 3 specimens.

Family Halipegidae Poche, 1925

Bunocotyle cingulata Odhner, 1928 – in stomach, intestines of salmon (in one of the 2 studied specimens), pike (11.1%), zander (15.7%), bighead goby (5.0%); intensity of infestation 2-14 specimens.

Family Haploporidae Nicoll, 1914

Saccocoelium obesum Looss, 1902 – in intestines of mullet (20.0%); intensity of infestation 2-14 specimens.

S. tensum Looss, 1902 – in intestines of mullet (30.0%); intensity of infestation 2-12 specimens.

Dicrogaster contracta Looss, 1902 – in intestines of mullet (10.0%); intensity of infestation 5-16 specimens.

Family Monorchidae Odhner, 1911

Asymphylogora demeli Markowsky, 1935 – in intestines of pike (17.7%), asp (23.1%), Caucasian chub (6.5%), rudd (9.5%), bleak (25.0%), white bream (20.7%), zahrte (18.2%), bitterling (30.5%), Prussian carp (18.8%), European carp (12.3%), perch (19.1%), round goby (9.1%), bighead goby (25.0%); intensity of infestation 2-21 specimens.

A. imitans (Müling, 1898) – in intestines of oriental bream (10.2%); intensity of infestation 3-17 specimens.

A. kubanica (Issaitschikoff, 1923) – in intestines of roach (48.0%), kutum (58.8%), asp (46.2%), Caspian barbel (28.6%), shemaya (9.3%), zahrte (45.5%), catfish (26.7%), bighead goby (10.0%); intensity of infestation 4-46 specimens.

A. tincae (Modeer, 1790) – in intestines of pike (35.5%), asp (42.6%), tench (91.7%), catfish (13.3%), zander (18.4%), perch (19.1%), bighead goby (15.0%); intensity of infestation 23-218 specimens in tench, which is the specific host of this parasite, and 6-17 in other fish.

Parasymphylogora parasquamosa Kulakova, 1972 in intestines of oriental bream (6.2%); intensity of infestation 2 specimens.

Family Bunoderidae Nicoll, 1914

Bunodera luciopercae (Mueller, 1776) – in intestines of catfish (13.3%), zander (26.3%), perch (19.1%); intensity of infestation 1-14 specimens.

Family Gorgoderidae Looss, 1899

Phyllodistomum elongatum Nybelin, 1926 – in intestines of gudgeon (21.5%); intensity of infestation 1-2 specimens.

Family Acanthocolpidae Lühe, 1909

Skrjabinopsolus semiarmatus (Molin, 1858) in intestines of beluga (in the only one researched specimen); intensity of infestation 5 specimens.

Family Azygiidae Odhner, 1911

Azygia lucii (Mueller, 1776) – in intestines of pike (37.7%), catfish (6.7%), zander (15.7%); intensity of infestation 3-17 specimens.

Family Orientocreadiidae Skrjabin et Kowal, 1960

Orientocreadium siluri (Bychowsky et Dubinina, 1954) – in intestines of catfish (33.3%); intensity of infestation 2-12 specimens.

Family Allocreadiidae Looss, 1902

Allocreadium baueri Spassky et Roitman, 1960 – in intestines of bulatmai barbel (11.5%), khvalin loach (8.3%), golden spined loach (14.7%), perch (13.3%); intensity of infestation 1-14 specimens.

A. dogieli Kowal, 1950 – in intestines of asp (7.7%), khramulya (20.0%), oriental bream (12.4%), bighead goby (10.0%); intensity of infestation 1-4 specimens.

A. isoporum (Looss, 1894) – in intestines of pike (22.2%), Caucasian chub (12.9%), khramulya (10.0%), bulatmai barbel (3.9%), Kura barbel (16.7%), shemaya (18.6%); intensity of infestation 3-15 specimens.

A. transversale (Rudolphi, 1802) – in intestines of tench (16.7%), Prussian carp (12.5%), European carp (14.1%); intensity of infestation 3-21 specimens.

Family Opecoelidae Ozaki, 1925;

Sphaerostomum bramae Mueller, 1776 – in intestines of Caucasian chub (16.1%), Kura barbel (8.3%), bleak (12.5%); intensity of infestation 3-19 specimens.

S. globioporum (Rudolphi, 1802) – in intestines of asp (7.7%); интенсивность инвазии 2-11 specimens.

Family Fellodistomatidae Nicoll, 1913

Pronoprymna ventricosa (Rudolphi, 1819) – in intestines of mullet (10.0%), sandsmelt (36.4%); intensity of infestation 1-3 specimens.

Trematodes that complete their development in the body of fish-eating birds

Family Diplostomatidae Poirier, 1886

Diplostomum chromatophorum (Brown, 1931) (fig. 2a) – in eye lenses of pike (24.4%), roach (20.0%), kutum (5.9%), rudd (42.9%), khramulya (30.0%), Kura barbel (20.0%), shemaya (13.9%), bleak (16.7%), schneider (18.6%), zahrte (27.3%), bitterling (22.2%), European carp (22.8%), Kura loach (3.3%), Khvalin loach (20.1%), golden spined loach (20.6%), catfish (20.0%), mosquitofish (5.6%), mullet (20.0%), sandsmelt (27.3%), zander (5.7%), perch (47.6%), round goby (18.2%), bighead goby (25.0%), monkey goby (27.3%); intensity of infestation 1-98 specimens.

D. gobiurum Shigin, 1965 (fig. 2b) – in eye lenses of round goby (18.2%), bighead goby (25.0%), monkey goby (18.2%), tubenose goby (12.5%); intensity of infestation 1-12 specimens.

D. mergi Dubois, 1932 (fig. 2c) – in eye lenses of khramulya (10.0%), schneider (9.3%), Prussian carp (25.0%), European carp (5.3%), golden spined loach (11.8%), mosquitofish (11.1%), bighead goby (15.0%); intensity of infestation 3-14 specimens.

D. paracaudum Iles, 1959 (fig. 2d) – in eye lenses of roach (26.0%), Caucasian chub (16.1%), rudd (33.3%), Kura barbel (16.7%), zahrte (9.1%), bitterling (25.0%), Khvalin loach (16.7%), mullet (10.0%), perch (23.8%); intensity of infestation 2-63 specimens.

D. petromyzonifluviatilis Diesing 1860 (fig. 2e) – in brain of lamprey (13.3%); intensity of infestation 1-4 specimens.

D. spathaceum (Rudolphi, 1819) (fig. 2f) – in eye lenses of pike (15.5%), rudd (19.1%), stone moroko (13.3%), Caucasian chub (13.3%), tench (25.0%), gudgeon (26.3%), bulatmai barbel (23.1%), white bream (24.1%), oriental bream (25.0%), Prussian carp (18.8%), European Carp (21.1%); intensity of infestation 3-74 specimens.

Tylodelphys clavata (Nordmann, 1832) – in eye vitreous body of pike (26.6%), kutum (5.9%), rudd (9.5%), bleak (25.0%), oriental bream (12.4%), zahrte (18.2%), Prussian carp (12.5%), zander (15.7%), bighead goby (20.0%); intensity of infestation 1-26 specimens.

T. podicipina Kozicka et Niewiadomska, 1960 – in eye vitreous body of gudgeon (31.6%), perch (28.6%), bighead goby (10.0%); intensity of infestation 1-7 specimens.

Hysteromorpha triloba (Rudolphi, 1819) – in muscles, skin of roach (24.0%), rudd (38.1%), khramulya (10.0%), Prussian carp (31.3%), European carp (14.1%); intensity of infestation 3-23 specimens.

Posthodiplostomum cuticola (Nordmann, 1832) – in skin, muscles of roach (36.0%), rudd (33.3%), asp (15.4%), shemaya (6.9%), white bream (13.8%), oriental bream (24.5%), bitterling (19.4%), Prussian carp (18.8%), European carp (10.5%), Kura loach (20.0%), perch (38.1%); intensity of infestation 2-36 specimens.

P. brevicaudatum (Nordmann, 1832) – in eyes, brain of Caucasian chub (3.3%), khramulya (20.0%), schneider (6.9%), white bream (6.9%), oriental bream (2.1%), bitterling (9.1%), Khvalin loach (4.2%); intensity of infestation 2-9 specimens.

Family Strigeidae Railliet, 1919

Ichthyocotylurus pileatus (Rudolphi, 1802) – in swim bladder of Caucasian chub (6.5%), bulatmai barbel (7.7%); intensity of infestation 1-4 specimens.

Family Clinostomatidae Lühe, 1901

Clinostomum complanatum (Rudolphi, 1819) – in muscles, skin of pike (28.9%), rudd (28.6%), tench (33.3%), khramulya (30.0%), shemaya (20.6%), bleak (16.7%), oriental bream (16.3%), zahrte (9.1%), European carp (21.5%), Kura loach (26.7%), Khvalin loach (12.5%), golden spined loach (22.2%), zander (23.7%), monkey goby (27.3%); intensity of infestation 1-29 specimens.

Family Heterophyidae Odhner, 1914

Ascocotyle coleostoma Looss, 1896 – in gills, internal organs of mullet (10.0%), sandsmelt (18.2%), round goby (18.2%), monkey goby (7.4%); intensity of infestation 2-14 specimens.

Pygidiopsis genata Looss, 1907 – in gills, muscles of sandsmelt (18.2%); intensity of infestation 1-4 specimens.

For the 23 species we discovered, fish are only definitive hosts; however 2 species (*Bucephalus polymorphus* and *Rhipidocotyle companula*) although at the metacercaria stage parasitize in the tissues of various fish, but reach sexual maturity in the intestines of predatory fish; 15 species of trematodes (representatives of the families Diplostomatidae, Strigeidae, Clinostomatidae and Heterophyidae) parasitize fish only at the metacercariae stage; their final hosts are piscivorous birds.

24 species parasitize in the digestive tract of fish, of which 2 species live in the intestines of predatory fish, but at the metacercaria stage they are localized in the tissues of fins and gills of any other fish, 5 species are parasites of the lens of the eyes, 2 species are parasites of the vitreous body of the eyes, 2 species are parasites of tissues of fins and gills, 1 species – blood, 1 species – brain, 1 species – eyes and brain, 1 species – swim bladder, 1 species – skin and muscles, 1 species – tissues of gills and internal organs, 1 species – tissues of gills and muscles.

The following number of trematode species was found in different fish species: northern pike – 11 species, rudd, European carp and bighead goby – 10 species each, Prussian Prussian carp, Perch and zander – 9 species each, oriental bream – 8 species, tench, Caspian chub, Kura khramulya and Caspian zahrte – 7 species each, Caspian asp, Kura shemaya, Kura bleak, European bitterling, Khvalin loach and catfish – 6 species each, Caspian roach, white bream, Kura loach and round goby – 5 species each, South Caucasian gudgeon, bulatmai barbel, Kura barbel, golden spined loach and monkey goby – 4 species each, schneider – 3 species, mosquitofish – 2 species, stone moroko, Caspian barbel and tubenose goby – 1 species each.

Most fish trematodes of the Lower Kura are freshwater forms; only *Saccocoelium obesum*, *S. tensum*, *Dicrogaster contracta* and *Pronoprymna ventricosa* are typically marine, which are found in marine fish, such as golden gray mullet and Caspian sandsmelt, which enter the delta and lower sections of the river. At the same time, freshwater trematodes *Diplostomum chromatophorum*, *D. paracaudum*, *Ascocotyle coleostoma* and *Pygidiopsis genata* were also found in these fish, which they could have become infected with after entering the Kura.

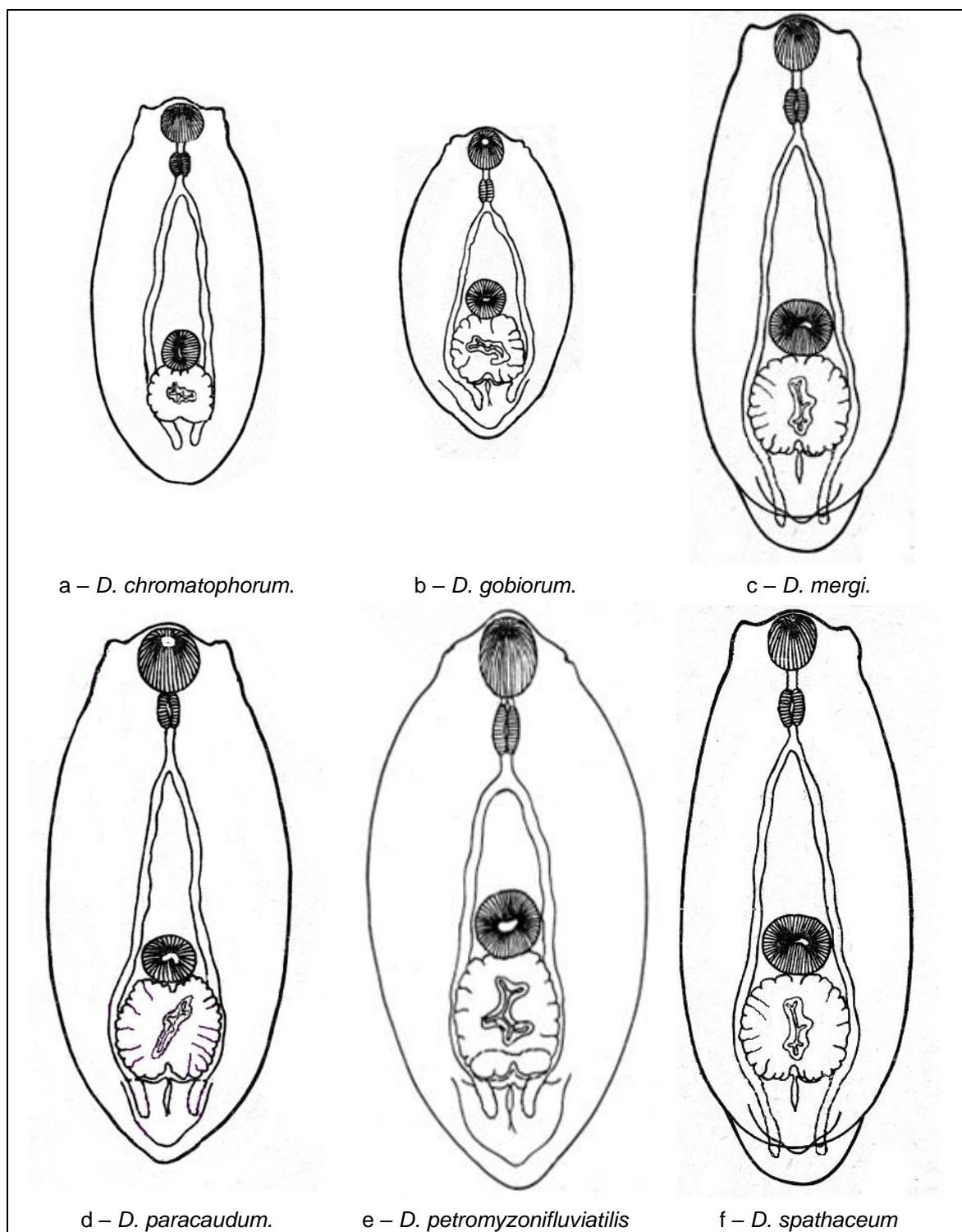


Figure 2. Metacercariae of trematodes of the genus *Diplostomum*.

The examined fish belong to five trophic groups: 1) ichthyophages – beluga, Caspian salmon, northern pike, Caspian asp, wels catfish, zander, perch, and bighead goby; 2) benthophages – Caspian roach, kutum, Caspian chub, stone moroko, South Caucasian gudgeon, bulatmai barbel, Kura barbel,

Caspian barbel, white bream, oriental bream, Caspian zährte, European bitterling, Prussian carp, European carp, Kura loach, Khvalin loach, golden spined loach, round goby, monkey goby, and tubenose goby; 3) planktophages – Kura shemaya, Kura bleak, mosquitofish, and Caspian sandsmelt; 4) phytophages – rudd; 5) detritophages – golden gray mullet and Kura khramulya. Of course, the boundaries between these groups are not clearly defined, since the same fish can feed, for example, on both benthocarfish and detritus, but each fish has prevailing food items, and this allows it to be included in one of these groups. The diet of Caspian lamprey has not been studied, so it is impossible to include it in any trophic group. The infestation of fish with trematodes depends to one degree or another on their diet. If a fish feeds on benthic invertebrates, among which there are second intermediate hosts of trematodes, then adult specimens (marites) of trematodes are observed in it, and it is also infected with metacercariae of trematodes, since the first intermediate hosts of these parasites, mollusks, mostly live at the bottom or in thickets of vegetation. If a fish feeds on plants, it is attacked by trematode cercariae, which emerge from mollusks that live on plants. Ichthyophagous fish are characterized by the accumulation in their digestive tract of trematodes of the fish on which they feed. Table 3 provides data on the number of trematodes at different stages of development observed in fish of different trophic groups. The table does not include marine fish (golden

Table 2. Number of trematode species in the marita and metacercaria stages found in fish of different trophic groups (without marine fish - golden grey mullet and Caspian sandsmelt and obligate anadromous fish - beluga, Caspian salmon, kutum and Caspian barbel)

Trophic groups	Names of fish	Stages of development of trematodes		
		Marita	Metacercariae	Together
Ichthyophages	Northern pike	7	4	11
	Caspian asp	5	1	6
	Catfish	5	1	6
	Zander	6	3	9
	Perch	5	4	9
	Bighead goby	5	5	10
Caspian Benthophages	Caspian roach	1	4	5
	Caspian chub	3	4	7
	Stone moroko			1
	Tench	3	4	7
	South Caucasian gudgeon	2	2	4
	Bulatmai barbel	2	2	4
	Kura barbel	2	2	4
	Schneider		3	3
	White bream	2	3	5
	Oriental bream	3	5	8
	Caspian zährte	3	4	7
	European bitterling	2	4	6
	Prussian carp	4	5	9
	European carp	4	6	10
	Kura loach		3	5
	Khvalin loach	2	4	6
	Golden spined loach	1	3	4
	Round goby	2	3	5
	Monkey goby		4	4
	Tubenose goby		1	1
Planktophages	Kura shemaya	3	3	6
	Kura bleak	3	3	6
	Mosquitofish		2	2
Phytophages	Rudd	3	7	10
Detritophages	Kura khramulya	2	5	7

grey mullet and Caspian sandsmelt) and obligate anadromous fish (beluga, Caspian salmon, kutum and Caspian barbel), since they do not stay long in the Lower Kura. From the data given in the table it can be seen that in different species of fish belonging to the group of ichthyophages, from 6 to 11 species of trematodes were noted. Despite the fact that ichthyophages feed on invertebrate intermediate hosts of trematodes much less frequently than representatives of other trophic groups of fish, they have from 5 to 7 species of trematodes that complete their development in fish. Typically, these parasites enter the fish's body when they eat intermediate hosts. However, they apparently get into ichthyophages also when they eat fish infected with these trematodes. In the remaining trophic groups, the trematode fauna was significantly dominated by species that parasitize fish at the metacercaria stage. The number of species in the fauna of benthophagous trematodes varied greatly from 1 to 10 species, which is associated with the large number of benthophages and the diversity of their ecology. It is noteworthy that among benthophages, carp and crucian carp are infected with a relatively large number of trematode species. These are relatively large fish that eat a lot of invertebrates, including the second intermediate hosts of trematodes. In addition, living near the bottom and in thickets of aquatic plants, they are spatially close to mollusks – the first intermediate hosts of trematodes and are more susceptible to attack by cercariae. Planktophages shemaya and bleak had 13 species that completed their development in fish and 13 species that completed their development in fish-eating birds. The only phytophage, rudd, was infected with 10 species of trematodes. Moreover, of the trematodes found in it, only one species reaches sexual maturity in the body of a fish; the remaining species parasitize in the body of fish at the metacercaria stage. This certainly is the result of the fact that, being a phytophage, this fish lives in thickets of aquatic vegetation and is attacked by trematode cercariae. The only fish species classified as fresh water detritophages, khramulya, lives at the bottom of the river and it is also in spatial proximity to mollusks, the first intermediate hosts of trematodes. For this reason, of the 7 species of trematodes found in it, 5 species parasitize fish at the metacercaria stage.

Table 3 shows data on the distribution of the parasites we discovered in three sections of the Lower Kura. As one would expect, fish living in different sections were infected different numbers of trematodes.

As can be seen from the data given in the table, in the lower section of the river the fish was infected with most of trematode species, which indicated for the Lower Kura. 37 species were found here, of which 12 complete their development in fish-eating birds. There are several reasons for this relative abundance of species: first, there are many more fish species in the lower section than in the middle and upper sections; secondly, the lower section is more wider and as result the rate of current here is much lower, and this contributes to the development of limnophilic hydrofauna, including mollusks, which are first intermediate hosts of trematode; thirdly, in this section of the river live a large number of fish-eating birds, which are the final hosts of many trematode species that parasitize fish; fourthly, the river current to carry here from upper and middle sections infected intermediate hosts and trematode cercariae, and they infect fish; fifthly, only in this section were studies carried out on such marine fish species as mullet and sandsmelt, in which marine trematodes *Saccocoelium obesum*, *S. tensus*, *Dicrogaster contracta* and *Pronoprymna ventricosa* were found, which were not recorded in other fish species; sixthly, only in this section the lamprey was studied, and only in it, the specific trematode *Diplostomum petromyzonifluviatilis* was discovered. In fish studied in the middle section of the Lower Kura, 26 species of trematodes were noted, of which 13 species complete their development in fish. Here the fauna of fish trematodes is somewhat poorer than in the lower section, but the species of trematodes which cercariae actively penetrate the fish are not less. This is due to the fact that not far from the site where the material was collected, Lake Sarysu is located, where a large number of fish-eating birds live, which are the definitive hosts of many fish trematodes. In fish studied in the upper section, 22 species of trematodes were found, of which only 12 complete their development in fish. For only 10 species of trematodes were found in this section birds are the definitive hosts. Such a character of distribution, expressed in a gradual reduction in the number of species from the mouth of the river to its sources, was noted in the Caucasus in relation to fish (Abdurakhmanov, 1962; Kuljanishvili, Epatashvili, Freyhof et al. 2020; Kuljanishvili, Mumladze, Japoshvili et al., 2021) and their parasites (Mikailov and Ibragimov, 1980; Kurashvili, Mikailov, Gogebashvili, 1980; Shakaraliyeva, 2022).

It should be noted that of the trematodes we found, 7 species (*Diplostomum chromatophorum*, *D. gobiorum*, *D. mergi*, *D. paracaudum*, *D. petromyzonifluviatilis*, *D. spathaceum*, and *Posthodiplostomum cuticola*) are known from the practice of ichthyopathology as pathogens of fish diseases (Golovina et al.,

Table 3. Fauna of trematodes of fish in various sections of the Lower Kura

Names of trematodes	Upper section	Middle section	Lower section
<i>Bucephalus polymorphus</i>	+	+	+
<i>Rhipidocotyle companula</i>	+	+	+
<i>Rh.kovalae</i> Ivanov	-	-	+
<i>Sanguinicola volgensis</i>	-	-	+
<i>Bunocotyle cingulata</i>	-	-	+
<i>Saccocoelium obesum</i>	-	-	+
<i>S. tensum</i>	-	-	+
<i>Dicrogaster contracta</i>	-	-	+
<i>Asymphyiodora demeli</i>	-	+	+
<i>A. imitans</i>	+	+	+
<i>A. kubanica</i>	-	-	+
<i>A. tincae</i>	+	+	+
<i>Parasymphyiodora parasquamosa</i>	-	+	+
<i>Bunodera luciopercae</i>	+	+	+
<i>Phyllodistomum elongatum</i>	-	-	+
<i>Skrjabinopsolus semiarmatus</i>	-	-	+
<i>Azygia lucii</i>	+	+	+
<i>Orientocreadium siluri</i>	+	+	+
<i>Allocreadium baueri</i>	+	-	+
<i>A. dogieli</i>	-	+	+
<i>A. isoporum</i>	+	+	+
<i>A. transversale</i>	+	+	+
<i>Sphaerostomum bramae</i>	+	+	+
<i>S. globioporium</i>	+	-	+
<i>Pronoprymna ventricosa</i>	-	-	+
<i>Diplostomum chromatophorum</i>	+	+	+
<i>D. gobiorum</i>	-	+	+
<i>D. mergi</i>	+	+	+
<i>D. paracaudum</i>	+	+	-
<i>D. petromyzonifluviatilis</i>	-	-	+
<i>D. spathaceum</i>	+	+	+
<i>Tylodelphys clavata</i>	+	+	+
<i>T. podicipina</i>	+	+	-
<i>Hysteromorpha triloba</i>	+	+	+
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>)	+	+	+
<i>P. brevicaudatum</i>	+	+	-
<i>Ichthyocotylurus pileatus</i>	-	+	+
<i>Clinostomum complanatum</i>	+	+	+
<i>Ascocotyle coleostoma</i>	-	-	+
<i>Pygidiopsis genata</i>	-	+	+
40 species	22 species	26 species	37 species

2003; Skudnaya, 2021; Mikulich, 2022). In addition, cases of parasitism of the trematode *Clinostomum complanatum* in the human body have been reported in the literature (Yamashita, 1938; Park et al., 2009; Hara et al., 2014; Song et al., 2018; Kim et al., 2023). This fact should be taken into account by medical and veterinary organizations when carrying out any activities related to the Lower Kura.

Conclusion

As a result of a parasitological study of 933 cyclostomes and fish belonging to 38 species in the lower reaches of the Kura River, 40 species of trematodes were found. Of these, 25 species complete their

development in fish, and 15 species in fish-eating birds. 24 species parasitize in the intestines of fish, 5 species in the lenses of eyes, and 1-2 species of trematodes are localized in other organs. Most of the discovered species of trematodes are freshwater forms; typically marine are only 4 species that were found in marine fish that migrated here from the Caspian Sea. The ichthyophages dominated by trematodes that complete their development in fish, while the remaining trophic groups of fish dominated by species that parasitize fish at the metacercaria stage. In the lower section of the Lower Kura, 37 species, in the middle section – 26 species, in the upper section - 22 species of fish trematodes. A decrease in the number of fish species and their parasites as one moves up the river is typical not only for the Kura, but also for the water bodies of the Caucasus in general. Among all the noted trematodes, 7 species are causative agents of fish diseases and 1 species is dangerous to humans.

References

- Abdurakhmanov Y.A. (1962). *Freshwater fish of Azerbaijan*. Baku: Academy of Sciences of the Az.SSR. 405 p.
- Ataev A.M., Zubairova M.M. (2015). *Ichthyopathology. Textbook manual*. St. Petersburg: Lan Publishing House. 352 p.
- Azerbaijan Republic. National atlas. (2014). Baku. 444 p. (in Azerbaijani)
- Bogutskaya N.G., Kiyashko P.V., Naseka A.M., Orlova M.I. (2013). *Key to fish and invertebrates of the Caspian Sea. Volume 1*. St. Petersburg-M.: Partnership of scientific publications KMK, 543 p. (in Russian)
- Bogutskaya N.G., Naseka A.M. (2004). *Catalog of agnathans and fishes*. M.: Partnership of scientific publications KMK. 389 p.
- Bykhovskaya-Pavlovskaya I.Y. (1985). *Fish parasites. Study Guide*. L.: Nauka. 122 p. (in Russian)
- Bykhovskaya-Pavlovskaya I.Y., Kulakova A.P. (1987). Trematode class – Trematoda Rudolphi, 1808. *Key to parasites of freshwater fish fauna of the USSR. T.3. Parasitic multicellular organisms (Second part)*, Leningrad: Nauka. 77-198.
- Dengina R.S. (1946). *Gambusia and its role in fish industries. Proceedings of the Institute of Zool. Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR*, 11, 41-73.
- Dorovskikh G.N., Stepanov V.G. (2019). *Methods for collecting and processing of parasitological materials (second edition)*. Syktyvkar: Publishing house of Syktyvkar University. 135 p.
- Gayevskaya A.V., Qushev A.V., Delyamure S.L., Donets Z.S., Iskova V.V. et al. (1975). *Key to vertebrate parasites of the Black and Azov Seas*. Kyiv: Naukova Dumka. 552 p.
- Golovina N.A., Strelkov Yu.A., Voronin V.N. (2003). *Ichthyopathology*. M.: Mir. 448 p.
- Hara H., Miyauchi Y., Tahara Sh., Yamashita H. (2014). Human laryngitis caused by *Clinostomum complanatum*. *Nagoya J. Med. Sci.*, 7, 181-185.
- Ibrahimov Sh.R., Mustafayev N.J. (2015). Current status of Azerbaijan ichthyofauna. *Proceedings of the Zoological Institute*, 33(2), 58-68.
- Kim H.G., Han J.H., Kwak J.Y., Jeon H.K., Lee S.S., Kim H.J., Song S.K., Na B.K., Cha R.R. (2023). Case report of laryngeal infection by *Clinostomum complanatum* 24 days after ingestion of raw fish. *Medicine (Baltimore)* 2023 Jun 2; 102(22): e34000. Published online 2023 Jun 2. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000034000>.
- Kuljanishvili T., Epatashvili G., Freyhof J. et al. (2020). Checklist of the freshwater fishes of Armenia, Azerbaijan and Georgia. *Journal of Applied Ichthyology*. 36(4), 501-514. <https://doi.org/10.1111/jai.14038>.
- Kuljanishvili T., Mumladze L., Japoshvili B. et al. (2021). The first unified inventory of non-native fishes of the South Caucasian countries, Armenia, Azerbaijan, and Georgia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. Topical Issue on Fish Ecology*, 422, 32-48. <https://doi.org/10.1051/kmae/2021028>
- Kurashvili B.E., Mikailov T.K., Gogebashvili I.V. (1980). *Parasite fauna of fish in the Kura River basin within the USSR*. Tbilisi: Metsniereba. 258 p.
- Mikailov T.K. (1963). Parasites of commercial fish of the Kura River. *Mater. scientific sessions of helminthologists of the Transcaucasian republics, October 28-30, 1961, Tbilisi*, p. 147-154.
- Mikailov T.K., Ibragimov Sh.R. (1980). *Ecology and zoogeography of fish parasites of the Lenkoran natural region water bodies*. Baku: Elm. 115 p.
- Mikulich J.L. (2022). *Diseases of fish (second edition)*. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy. 136 p.
- Mustafayev N.C., Ibrahimov Sh.R. (2012). A new species of fish in the fauna of Azerbaijan – stone moroko *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). "Reports" of Azerbaijan MEA, volume LXVII, No. 6, 93-98. (in Azerbaijanean)
- Mustafayev N.J. (2023). *The inland water fishes of Azerbaijan*. Baku: Elm, 397 p. (in Azerbaijanean)

- Park Ch.W., Kim J.S., Joo H.S., Kim J.A. (2009). Human Case of *Clinostomum complanatum* infection in Korea. *Korean J Parasitol.*; 47(4), 401–404, <https://doi.org/10.3347/kjp.2009.47.4.401>.
- Physical geography of the Republic of Azerbaijan (2016). Volume I, Baku, 529 p. (in Azerbaijani)
- Pronina S.V., Pronin N.M. (2007). *Methodological manual on hydroparasitology (Part 1. Technique of parasitological research)*. Ulan-Ude. 52 p.
- Shakaraliyeva Y.V. *Trematodes of fishes of inland water basins of Azerbaijan. Analysis and evaluation*. Baku: Zardabi, 2022, 304 p.
- Skudnaya T.M. (2021). *Fish diseases: educational method. Manual for veterinary student's medicine (third edition)*. 139 p.
- Song H.B., Choi M.H., Chung E.J. (2018). Human Laryngeal Infection by *Clinostomum complanatum*. *Am. J Trop. Med. Hyg.*, 98(1), 7–8. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-0718>
- Yamashita J. (1938). *Clinostomum complanatum*, a trematode parasite new to man. *Annot. Zool. Japan*, 17(3-4), 563-566.

Екологічний аналіз фауни трематод риб Нижньої Кури Є.В. Шакаралієва

У 2007-2022 роках у трьох ділянках нижньої течії річки Кура повним паразитологічним розтинам піддано 933 круглоротих та риб, що належать до 38 видів, виявлено 40 видів трематод. З них 25 видів завершують свій розвиток у рибах, а 15 видів – у рибоїдних птахах. 24 види паразитує в кишечнику, 5 видів у кришталиках очей риб, в інших органах локалізуються 1-2 види трематод. Більшість виявлених видів трематод – прісноводні форми, типово морські – лише 4 види, виявлені у морських риб, що заходять сюди з Каспійського моря. Обстежені риби належать до п'яти трофічних груп: іхтіофаги, бентофаги, планктофаги, фітофаги та детритофаги. У іхтіофагів переважали трематоди, що закінчують свій розвиток у рибі. Очевидно, в організм іхтіофагів ці паразити потрапляють під час поїдання заражених ними риб. В інших трофічних груп у фауні трематод значно переважали види, що паразитують у риб на стадії метациркуляції. У нижній ділянці Нижньої Кури знайдено 37 видів, з яких 12 завершують свій розвиток у рибоїдних птахах. Це порівняльне багатство фауни трематод пов'язане з тим, що тут мешкає набагато більше видів риб, ніж інших ділянках; швидкість течії тут набагато нижча і це сприяє розвитку молюсків – перших проміжних господарів трематод; тут велика кількість рибоїдних птахів - остаточних господарів багатьох видів трематод риб; течія зносить сюди заражених проміжних господарів і церкарій трематод з інших ділянок; тільки тут обстежено морські види риб та виявлено морські трематоди; тільки тут досліджено мінога та виявлено один її специфічний вид трематод. У риб середньої ділянки відмічено 27 видів трематод, з яких 13 видів завершують розвиток у рибоїдних птахах. Тут фауна трематод риб дещо бідніша, ніж у нижній ділянці, проте видів трематод, церкарій яких активно проникають у риб, тут більше. Це пов'язано з тим, що недалеко від пункту збору матеріалу, розташоване озеро Сарису, де мешкає велика кількість рибоїдних птахів. У риб, що мешкають у верхній ділянці, було виявлено 22 види трематод, з яких 10 видів завершують свій розвиток у рибоїдних птахах. Серед всіх виявлених трематод 7 видів є збудниками захворювань риб, а один вид небезпечний для людини.

Ключові слова: р. Кура, риби, паразити, трематоди, рибоїдні птахи, молюски

Цитування: Shakaraliyeva Y.V. *Ecological analysis of the fish trematode fauna of the Lower Kura*. Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія «Біологія», 42, с. 61-72. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-5>

Про автора:

Є.В.Шакаралієва – Азербайджанський медичний університет, вул. Рашида Бейбутова, 134, Баку, Азербайджан, AZ1014, bioloq@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-0653-7605>

Подано до редакції: 08.11.2023 / Прорецензовано: 26.02.2024 / Прийнято до друку: 25.03.2024

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ
журналу «Вісник Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія»

У журналі публікуються результати досліджень за всіма напрямками біологічних наук. До публікації приймаються:

- закінчені оригінальні роботи, що досі ніде не видавалися;
- описи оригінальних методів та приладів;
- теоретичні та оглядові статті;
- матеріали та повідомлення про події наукового життя;
- рецензії на книги.

Статті друкуються українською та англійською мовами.

Текст експериментальної статті має складатися з наступних розділів: «Вступ», «Методика» («Об'єкти та методи дослідження»), «Результати», «Обговорення» (можливий об'єднаний розділ «Результати та обговорення»), «Перелік посилань». Тексти статей повинні бути виконані у редакторі Ms Word з використанням шрифту Arial – 10 pt; абзац – 1 см; міжрядковий інтервал – одинарний; поля: верхнє та нижнє – 3,5 см; ліве – 2,5 см, праве – 2 см. Текст статті починається з індексу УДК, далі заголовок (Arial – 12 pt), ініціали та прізвища авторів (Arial – 10 pt), повні назви наукових установ, адреси електронної пошти (Arial – 9 pt). Анотація розміщується під «шапкою» статті мовою оригіналу (Arial – 9 pt). Під анотацією друкуються список ключових слів (не більше 10). Далі друкуються анотації (Arial – 9 pt) англійською і українською мовами разом із транскрипціями прізвищ авторів, перекладом назви роботи і відповідними списками ключових слів. Обсяг кожного з трьох резюме – не менш ніж 1800 фонетичних символів. Таблиці і рисунки розміщуються у тексті. Назви таблиць і рисунків та примітки до них подаються українською та англійською мовами. Посилання на літературу у тексті подаються у круглих дужках із вказуванням прізвища автора та року видання. Список використаних джерел оформлюється за алфавітом (спочатку – джерела кирилицею, потім – латиницею), без нумерації.

Бібліографічний опис джерел та посилань у тексті виконується відповідно до вимог МОН України, зокрема – ДСТУ 8302:2015, але у варіанті, наближеному до норм стилю APA (American Psychological Association). При описі друкованого джерела обов'язково слід зазначити місце видання (місто), видавництво, рік видання, загальну кількість сторінок (у періодичних виданнях – сторінки статті). Бібліографічний опис джерел англійською мовою (References) оформлюється відповідно до норм стилю APA (American Psychological Association). Джерела після слова «References» розташовуються за англійським алфавітом, без нумерації. До посилань обов'язково треба додавати DOI, якщо він присвоєний.

Електронні версії статей надсилаються до редакції електронною поштою. Разом з електронною версією до редакції надсилається друкована копія, підписана авторами. На окремій сторінці вказують прізвища та ініціали усіх авторів, повні назви наукових установ та поштові адреси установ, адреси електронної пошти авторів та посилання на їх профілі у мережі ORCID. Ця інформація наводиться українською та англійською мовами.

Стаття, яка надходить до редакції, реєструється та направляється до рецензента, який підписує статтю до друку або відхиляє її. При наявності зауважень статтю повертають авторам для доопрацювання.

Наукове видання

**Вісник Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна.**

Серія «Біологія»

Випуск 42

Збірник наукових праць

Українською, англійською мовами

Підписано до друку 29.05.2024. Формат 60×84 1/8. Папір офсетний. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 7,41. Обл.-вид. арк. 9,27.

Наклад 100 пр. Зам. № 19/24

61022, Харків, майдан Свободи, 4,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна.

Видавець і виготовлювач

ХНУ імені В. Н. Каразіна

61022, Харків, майдан Свободи, 4.

Видавництво

Тел. +38/057/705–24–32

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09