

УДК 591.557.8:597.55(99)
УКПП
№ держреєстрації 0120U104507
Інв. №

Національна академія наук України
Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України
01030, м. Київ, вул. Богдана Хмельницького, 15
тел. (044) 235-10-70, факс (044) 234-15-63

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту зоології
ім. І. І. Шмальгаузена НАН України
член-кореспондент НАН України
І. А. Акімов



15 грудня 2020 р.
М.П.

**НАУКОВИЙ ЗВІТ
ПРО ПРОМІЖНІ РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗАЦІЇ
ПРОЄКТУ 2020.02/0074
за договором від 8. 10. 2020 р. № 4/02.2020**

**УГРУПОВАННЯ ПАРАЗИТІВ КІСТКОВИХ РИБ ЯК ІНДИКАТОРИ
ЕКОЛОГІЧНИХ ЗМІН У МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ АНТАРКТИКИ**

Керівник НДР,
старший науковий співробітник,
канд. біол. наук, ст. н. с.

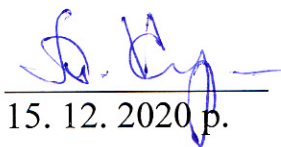
Т. А. Кузьміна
Т. А. Кузьміна
" 15 " грудня 2020 р.

2020

Результати роботи розглянуто вченою радою Інституту зоології
ім. І. І. Шмальгаузена НАН України від "15" грудня 2020 р. № 7

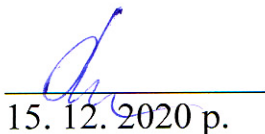
СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР,
старш. наук. співроб.
канд. біол. наук., с.н.с.


15. 12. 2020 р.

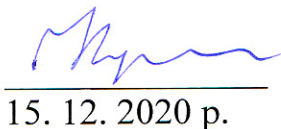
Т. А. Кузьміна
(загальне керівництво,
вступ, висновки)

Відповідальний виконавець,
старш. наук. співроб.
канд. біол. наук., с.н.с


15. 12. 2020 р.

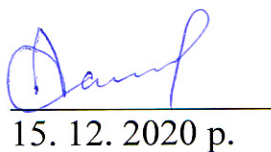
О. І. Лісіцина
(реферат, розд. 3)

пров. наук. співроб.
д-р. біол. наук., с.н.с


15. 12. 2020 р.

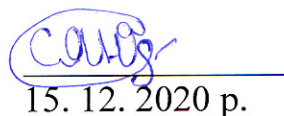
Ю. І. Кузьмін
(розд. 4, додаток 1)

Наук. співроб.


15. 12. 2020 р.

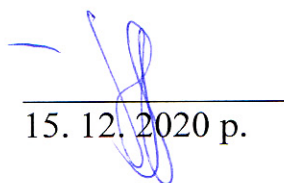
О. О. Салганський
(розд. 2)

Мол. наук. співроб.


15. 12. 2020 р.

Я. Ю. Сирота
(оброблення
статистичної інформації)

Пров. інженер


15. 12. 2020 р.

І. Г. Дмитрієва
(оформлення звіту)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 26 с., 1 ч., 2 табл., 5 рис., 1 дод., 29 джерел

МОРСЬКІ ЕКОСИСТЕМИ, ЕКОЛОГІЧНІ ЗМІНИ, УГРУПОВАННЯ ПАРАЗИТІВ, ГЕЛЬМІНТИ, КІСТКОВІ РИБИ, АНТАРКТИКА

Об'єкт дослідження — паразитичні організми різних таксономічних груп (нематоди, цестоди, трематоди, акантоцефали та моногенії), від різних видів антарктичних кісткових риб

Метою даного проекту є дослідження сучасного видового складу та структури угруповань паразитів кісткових риб як відображення стану прибережних екосистем Антарктики для подальших багаторічних моніторингових досліджень. Завданнями першого етапу проекту було визначення гельмінтів від двох основних видів кісткових риб (*Notothenia coriiceps* та *Parachaenichthys charcoti*), та проведення попереднього аналізу структури угруповань їх паразитів.

Методи дослідження — повний та частковий паразитологічний розтин риб для збору гельмінтів з окремих органів; визначення гельмінтів різних таксономічних груп за морфологічними ознаками, статистичний аналіз параметрів популяцій та угруповань паразитів за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм.

Досліджено видовий склад угруповань паразитів двох основних видів кісткових риб регіону Західна Антарктика. Встановлено, що всі досліджені екземпляри *N. coriiceps* та *P. charcoti* заражені гельмінтами з різних таксономічних груп. У *N. coriiceps* виявлено 26 видів гельмінтів, серед яких один вид моногеней, 7 видів трематод, 4 — цестод, 5 — нематод та 9 — акантоцефалів. Встановлено залежність рівня зараженості *N. coriiceps* від розмірів риби. Видовий склад угруповання паразитів *P. charcoti* нараховує 26 видів, серед яких 9 видів трематод, 4 — цестод, 4 — нематод та 9 — акантоцефалів. За екстенсивністю інвазії в угрупованнях гельмінтів *N. coriiceps* та *P. charcoti* виділено чотири групи видів — домінантні, субдомінантні, фонові та рідкісні. Домінантні та субдомінантні види мають також найвищу інтенсивність інвазії та індекс рясності. Високе видове різноманіття угруповань гельмінтів *N. coriiceps* та *P. charcoti* дозволяє у подальшому використовувати ці види риб для пошуку індикаторних видів паразитів з метою моніторингу екологічних змін у морських екосистемах Західної Антарктики.

Умови одержання звіту: за договором.

Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України; 01030, м. Київ, вул. Богдана Хмельницького, 15

ЗМІСТ

Скорочення і умовні позначки	5
1. Вступ	6
2. Матеріал та методика досліджень	7
2.1. Регіон дослідження та опис зібраного матеріалу	7
2.2. Методи збору та дослідження паразитів кісткових риб	8
2.3. Методи визначення паразитів риб різних таксономічних груп . . .	10
2.4. Методи статистичної обробки отриманих результатів	11
3. Видове різноманіття паразитів кісткових риб Антарктики	12
3.1. Видовий склад угруповань паразитів гололобої нототенії <i>Notothenia coriiceps</i>	12
3.2. Видовий склад угруповань паразитів плоскорила Шарко <i>Parachaenichtys charcoti</i>	15
4. Попередній аналіз структури угруповань паразитів кісткових риб . . .	17
4.1. Структура угруповання паразитів <i>Notothenia coriiceps</i>	17
4.2. Структура угруповання паразитів <i>Parachaenichtys charcoti</i>	19
Висновки	21
Перелік джерел посилання.	22
Додатки:	
Додаток А: Опис колекції та структура електронної Баз даних паразитів кісткових риб Антарктики	25

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ЕІ – екстенсивність інвазії (у %), що визначається як кількість екземплярів риб, заражених одним чи більше екземплярів паразитів до загальної кількості обстежених риб.

ІІ – інтенсивність інвазії, що визначається як кількість особин певного виду паразитів в одній зараженій рибі.

А – індекс рясності, що визначається як середня кількість особин певного виду паразиту в/на одній рибі у дослідженій вибірці (включаючи незаражених особин риб).

1. ВСТУП

Паразити різних таксономічних груп, що екологічно пов'язані з різними групами безхребетних та хребетних тварин, є одним з найточніших індикаторів стану морських екосистем Світового океану [1, 2, 3, 4], особливо у полярних регіонах, де екологічні зміни в цих екосистемах найбільш виражені [5]. Саме тому дослідження паразитарних угруповань дозволяє визначати зміни стану морських екосистем набагато швидше, ніж це можна спостерігати за даними моніторингу геологічних або океанографічних параметрів. Більшість видів антарктичних птахів та ссавців знаходяться під охороною, в той час як сучасний стан популяцій багатьох антарктичних риб дозволяє проводити їх комерційний вилов та наукові дослідження.

В іхтіофауні Південного океану навколо Антарктиди домінують кісткові риби з підряду Нототенієвидні (*Notothenioidei*), які складають до 77% видового різноманіття риб [6]. Риби цієї групи є ендеміками Антарктики та Субантарктичного регіону та мають унікальні пристосування до існування у холодному середовищі. Паразитофауна цих видів риб налічує чимало личинкових стадій різних груп паразитів теплокровних тварин (птахів, ластоногих та китоподібних). Відповідно, усі моніторинг змін у видовому складі та структурі угруповань паразитів морських риб є важливим для моніторингу екологічного стану популяцій морських ссавців та птахів у регіоні.

За період проведення біологічних досліджень на українській антарктичній станції (УАС) "Академік Вернадський", Аргентинські острови, Західна Антарктика, паразитів хребетних тварин вивчали лише спорадично. За останні роки (2014–2015 та 2019–2020 рр.), на УАС було зібрано більше 20000 екземплярів гельмінтів від різних видів кісткових риб; проте ретельне дослідження, визначення цього матеріалу та аналіз структури паразитарних угруповань потребували залучення фахівців з різних груп паразитів та не були проведені дотепер.

Метою даного проєкту є дослідження сучасного стану видового різноманіття та структури угруповань паразитів кісткових риб як відображення

стану прибережних екосистем Антарктики. Завданнями першого етапу досліджень було визначення гельмінтів від двох основних видів кісткових риб (*Notothenia coriiceps* та *Parachaenichthys charcoti*), та проведення попереднього аналізу структури угруповання їх паразитів. Також продовжено збори гельмінтів кісткових риб на УАС "Академік Вернадський", їх первинна обробка та фіксація з метою подальшого збору та багаторівневого аналізу впливу різноманітних екологічних факторів на стан морських екосистем регіону.

2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Регіон дослідження та опис зібраного матеріалу

Дослідження видового складу угруповань паразитів кісткових риб проводили на матеріалі, що збирався в акваторії Української антарктичної станції "Академік Вернадський" (о. Галіндез, Аргентинські острови, Західна Антарктика) (координати – 65°15' пд.ш., 64°15' зх.д.). Клімат регіону досліджень — морський субантарктичний; середня температура влітку близько 0 °С, взимку не нижче від –18 °С; взимку характерні часті вітри понад 30–35 м/с; опади у вигляді снігу становлять близько 300 діб на рік [7].

За результатами попередніх досліджень, проведених в Західній Антарктиці, встановлено, що біля Української антарктичної станції (УАС) "Академік Вернадський" (Аргентинські острови) поширені 12 видів нототеніюїдних риб (Notothenoidei) з чотирьох родин. За чисельністю у іхтіологічних відловах домінує гололоба нототенія (*Nototenia coriiceps*), яка складає до 86% загальної кількості виловлених риб [8].

На першому етапі досліджень за даним проєктом були проведені визначення гельмінтів від двох видів кісткових риб — гололобої нототенії (*N. coriiceps*) та плоскорила Шарко або параксеніхта (*Parachaenichthys charcoti*); вони були найбільш представлені в іхтіологічних зборах, що були проведені під час 19-ї (2014–2015 рр.) та 24-ї (2019–2020 рр.) Українських антарктичних експедицій.

Рибу виловлювали переважно спінінгом з човна, з берега, а взимку з криги. Вилов проводився з глибин 10–30 м. Вилови риб проводили протягом всього польового сезону, за виключенням періоду зміни експедицій (лютий – березень); від 5 до 18 риб було досліджено у різні місяці. Загалом для паразитологічних досліджень було виловлено та досліджено 140 екземплярів риб, з них 125 екземплярів *N. coriiceps* та 15 екземплярів *P. charcoti*.

2.2. Методи збору та первинної обробки паразитів риб

Для виконання паразитологічних досліджень риб використовували загальноприйняті методики іхтіопаразитологічних досліджень [9, 10], що застосовуються для збору та первинної обробки паразитів риб. До початку паразитологічного розтину, кожен з виловлених екземплярів риб ретельно вимірювали за стандартними іхтіологічними показниками, фотографували та етикетували відповідно до вимог дослідження (Рис. 1). Всю початкову інформацію про кожен досліджений екземпляр риб записували в паперовий "Журнал протоколів" для подальшого занесення цих даних до електронного протоколу.

Перед початком розтину, проводили зовнішній огляд риби за допомогою збільшуваної лупи та вручну збирали ектопаразитів (п'явки, моногенії, паразитичні ракоподібні). Зібраних ектопаразитів промивали в окремих чашках Петрі фізіологічним розчином. Потім всіх паразитів підраховували, фіксували у 70% етиловому спирті, етикетували та поміщали у пробірки. Дані заносили у первинний "Журнал протоколів", з зазначенням органу, звідки кожна група паразитів була зібрана.

Зябровий апарат риб видаляли в окремі чашки Петрі, кожен зяброву дугу відділяли, промивали та оглядали окремо під збільшувальною лінзою або під стереомікроскопом. Всіх ектопаразитів збирали у чашки Петрі, промивали, фіксували, етикетували та перефіксували додатково 70% розчином етилового спирту для подальшого зберігання. Ротову порожнину риб оглядали під збільшувальною лупою для пошуку паразитичних копепод, рачків та п'явок. Паразитів з кожного органу фіксували та зберігали окремо.



Рисунок 1 – Підготовка риби до паразитологічного розтину.

Рибу розрізали, відділяли внутрішні органи та оглядали порожнину тіла. Порожнину тіла також ретельно промивали фізіологічним розчином, змиви профільтровували крізь дрібнокоміркове сито, або відстоювали у скляному циліндрі з фізіологічним розчином протягом 30–40 хвилин. Осад проглядали у чашці Петрі під стереомікроскопом для збору дрібних гельмінтів.

Проглянувши порожнину тіла, у кожної риби відпрепаровували окремі органи (кишечник, печінку, сечовий міхур); кожен орган відкладали в окремі чашки Петрі для детального розтину та збору паразитів. Кожен орган розрізали у чашці Петрі, поливаючи фізіологічним розчином з промивалки для запобігання його висихання. Органи та змиви проглядали під стереомікроскопом для збору всіх паразитів.

Паразитів різних груп (нематоди, цестоди, трематоди, акантоцефали, моногенії) відкладали у різні чашки Петрі малого діаметру із фізіологічним розчином. Акантоцефалів додатково поміщали у чашку Петрі з водопровідною водою на 20–60 хвилин для випинання хоботків. Після промивання відібраних паразитів фізіологічним розчином, паразитів кожної таксономічної групи фіксували окремо в 70% розчині етилового спирту, етикетували та пакували в окрему пробірку для подальшого транспортування та дослідження.

Всю первинну інформацію стосовно кількості паразитів кожної з таксономічних груп (нематоди, цестоди, трематоди та акантоцефали)

записували в паперовий "Журнал протоколів" та заносили в Електронний протокол. Фотографії кожного дослідженого екземпляру риб зберігали окремо на електронному носії інформації та додавали до електронного протоколу.

Загалом, було зібрано та досліджено 15 043 екземпляри гельмінтів, зокрема від *N. coriiceps* зібрано 11 038 екз., а від *P. charcoti* – 4 005 екземплярів.

На першому етапі виконання проєкту проводяться додаткові паразитологічні дослідження кісткових риб на Українській антарктичній станції "Академік Вернадський". Зокрема, за перший етап було здобуто та досліджено 34 екземпляри кісткових риб трьох видів, від яких забрано більше 3 000 екз. гельмінтів різних таксономічних груп. Первинна обробка гельмінтологічного матеріалу, його попереднє сортування, фіксація та повторна перефіксація в 70% етанолі проводяться за описаними вище методиками в лабораторії на УАС "Академік Вернадський" в рамках Договору між Інститутом зоології НАН України та ДУ Національний антарктичний науковий центр МОН України.

2.3. Методи визначення паразитів риб різних таксономічних груп

Визначення паразитів різних груп проводили в лабораторії під мікроскопом зі збільшенням 20×, 40× та 100× з використанням спеціальних методик попередньої обробки гельмінтів, їх просвітлення та фарбування.

Нематод просвітлювали у розчині лактофенолу (25% молочної кислоти, 25% фенолу, 25% гліцерину та 25% дистильованої води) протягом 30 хвилин. Крупні особини нематод залишали у розчині лактофенолу на 3–16 годин. Визначення нематод проводили за морфологічними критеріями за публікаціями з первинними описами нематод [11, 12, 13, 14, 15].

Цестод визначали до ряду та, за можливості, до родини – *Diphyllbothriidae* (*Pseudophyllidea*), *Tetrabothriidea*; оскільки всі зібрані у досліджених риб цестоди були личинковими стадіями, визначення їх до рівня роду або виду за морфологічними критеріями неможливе. Перед проведенням визначення цестод просвітлювали у розчині лактофенолу протягом 30 хвилин. Визначення личинкових стадій цестод (церкоїдів) проводили під мікроскопом за морфологічними описами [12, 16, 17].

Трематод перед визначенням фарбували розчином азотнокислого карміну та поміщали у канадський бальзам. У деяких випадках, коли визначення екземплярів за морфологічними ознаками не потребувало додаткового фарбування структур, трематод просвітляли у розчині лактофенолу протягом 30 хвилин. Визначення трематод проводили під світловим мікроскопом за морфологічними критеріями, що наведені в описах видів [18, 19, 20, 21, 22].

Після просвітлення нематод, цестод та трематод у розчині лактофенолу, екземпляри гельмінтів відмивали від лактофенолу у 70% розчині етилового спирту протягом 30 хвилин перед поверненням до пробірок для їх подальшого зберігання у паразитологічній колекції у вигляді спиртових препаратів. Частину гельмінтів залишали на скельцях у вигляді постійних колекційних препаратів.

Кожен екземпляр акантоцефалів вичищали від решток тканин кишечника риби під стереомікроскопом, а потім монтували на предметні скельця у тимчасові препарати в розчині Фора-Берлізе. Визначення акантоцефалів проводили під мікроскопом зі збільшенням 40× та 100× за морфологічними описами [12, 23, 24, 25, 26]. Після повного вивчення матеріалу, всі препарати акантоцефалів будуть розмонтовані; гельмінти зберігатимуться у 70% етиловому спирті; частина препаратів буде збережена на предметних скельцях у вигляді постійних препаратів у колекції "Гельмінти антарктичних риб".

2.4. Методи статистичної обробки отриманих результатів

Отримані дані стосовно зараженості кожного екземпляру риб кожним видом гельмінтів аналізували окремо. Всі дані були занесені в електронні таблиці-протоколи в програмі Microsoft Excel та до електронної Бази даних гельмінтологічних зборів. Для кожного виду паразитів у дослідженій вибірці риб розраховували екстенсивність інвазії (EI) у процентах, інтенсивність інвазії (II) у екземплярах та індекс рясності (A) за загальноприйнятими еколого-паразитологічними методиками [27, 28].

Розрахунки для порівняльного аналізу даних проводили у комп'ютерній статистичній програмі PAST [29].

3. ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ПАРАЗИТІВ КІСТКОВИХ РИБ АНТАРКТИКИ

На даному етапі вивчалоя видове різноманіття двох основних видів кісткових риб – гололобої нототенії (*Notothenia coriiceps*) та плоскорила Шарко (*Parachaenichtys charcoti*), які були найбільш представлені їхтіологічних зборах з УАС "Академік Вернадський".

3.1. Видовий склад угруповань паразитів гололобої нототенії *Notothenia coriiceps*

За даними аналізу зараженості паразитами 140 екземплярів гололобої нототенії, зібраних в 2014–2015 та 2019 роках, встановлено, що 100% виловлених риб заражені гельмінтами різних таксономічних груп. Загалом, у *N. coriiceps* було виявлено 26 видів гельмінтів, серед яких один вид моногеней, 7 видів трематод, 4 – цестод, 5 – нематод та 9 видів акантоцефалів (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Гельмінти гололобої нототенії *Notothenia coriiceps* з регіону Української антарктичної станції "Академік Вернадський". Параметри зараженості: EI – екстенсивність інвазії, II – середня інтенсивність інвазії з інтервалом (мінімум–максимум) та A – індекс рясності.

Види гельмінтів	EI, %	II (min–max)	A
PLATYHELMINTHES: MONOGENEA			
1. <i>Pseudobenedenia nototheniae</i> Johnston, 1931	31,4	5,7 (1–42)	1,81
PLATYHELMINTHES: TREMATODA			
2. <i>Macvicaria georgiana</i> (Kovaljova et Gaevskaya, 1974)	80,8	25,2 (1–122)	20,36
3. <i>Neolebouria antarctica</i> (Szidat et Graefe, 1967)	4,8	2,8 (1–7)	0,14
4. <i>Lepidapedon garrardi</i> (Leiper et Atkinson, 1914)	7,2	1,4 (1–3)	0,10
5. <i>Genolinea bowersi</i> (Leiper et Atkinson, 1914)	68,0	10,1 (1–42)	6,89
6. <i>Elytrophalloides oatesi</i> (Leiper et Atkinson, 1914)	43,2	5,6 (1–36)	2,42
7. <i>Lecithaster macrocotyle</i> Szidat et Graefe, 1967	2,4	2,0 (1–3)	0,05
8. <i>Derogenes johnstoni</i> Prudhoe et Bray, 1973	4,0	1,8 (1–5)	0,07

PLATYHELMINTHES: CESTODA			
9.	<i>Diphyllobothrium</i> sp.	78,4	11,1 (1–58) 8,73
10.	Monolocular metacestode	11,2	1,5 (1–4) 0,17
11.	Bilocular metacestode	34,4	2,3 (1–8) 0,78
12.	Trilocular metacestode	13,6	1,4 (1–3) 0,19
NEMATODA: CHROMADOREA			
13.	<i>Ascarophis nototheniae</i> Johnston et Mawson, 1945	9,6	12,4 (1–49) 1,19
14.	<i>Dichelyne fraseri</i> (Baylis, 1929)	5,6	1,3 (1–3) 0,07
15.	<i>Anisakis</i> sp.	4,8	1,5 (1–2) 0,07
16.	<i>Contracaecum</i> sp.	40,0	5,1 (1–31) 2,02
17.	<i>Pseudoterranova</i> sp.	96,0	57,7 (1–74) 13,59
ACANTHOCEPHALA: PALAEACANTHOCEPHALA			
18.	<i>Aspersentis megarhynchus</i> (Linstow, 1892)	11,2	4,0 (1–14) 0,45
19.	<i>Corynosoma evae</i> Zdzitowiecki, 1984	15,2	5,2 (1–13)
20.	<i>Corynosoma hamanni</i> (Linstow, 1892)	3,2	5,0 (1–14) 0,79
21.	<i>Corynosoma pseudohamanni</i> Zdzitowiecki, 1983	37,6	26,8 (1–138) 10,09
22.	<i>Corynosoma shackletoni</i> Zdzitowiecki, 1978	8,8	1,2 (1–2) 0,10
23.	<i>Metacanthocephalus campbelli</i> (Leiper & Atkinson, 1914)	30,4	3,4 (1–14) 1,03
24.	<i>Metacanthocephalus dalmori</i> Zdzitowiecki, 1983	39,2	4,7 (1–33) 1,83
25.	<i>Metacanthocephalus johnstoni</i> Zdzitowiecki, 1983	83,2	10,4 (1–62) 8,64
26.	<i>Metacanthocephalus rennicki</i> (Leiper & Atkinson, 1914)	85,6	9,3 (1–79) 7,95

Трематодами (Тип Platyhelminthes, Клас Trematoda) було заражено 89,6% досліджених *N. coriiceps*. Загалом, в кишечнику гололобої нототенії було виявлено 7 видів трематод; всі види були представлені статевозрілими

стадіями. Найбільш розповсюдженими видами виявилися *Macvicaria georgiana* (EI=80,8%) та *Genolinea bowersi* (EI=68%).

Цестоди (Тип Platyhelminthes, Клас Cestoda) були виявлені у 88% всіх досліджених нототеній; всі вони були представлені личинковими стадіями двох груп – діфілоботріїдних цестод з роду *Diphyllbothrium* (EI=78,4%) та личинками тетработріїдних цестод трьох видів (EI=44%). Визначити личинкові стадії цестод до видового рівня за морфологічними критеріями було неможливо, тому в нашому дослідженні ми називаємо їх за морфологією личинкових стадій як monolocular metacestode, bilocular metacestode та trilocular metacestode [16].

Нематоди (Тип Nematoda, Клас Chromadorea) п'яти видів були виявлені у 96,8%. Три види анізакідних нематод родів *Anisakis*, *Contracaecum* та *Pseudoterranova* були представлені личинковими стадіями, достовірне визначення яких до видового рівня за морфологічними ознаками неможливе. Два види нематод *Ascarophis nototheniae* та *Dichelyne fraseri* паразитували у шлунку та кишечнику *N. coriiceps* на статевозрілій стадії.

Акантоцефали (Тип Acanthocephala, Клас Palaeacanthocephala) були виявлені у 93,6% всіх досліджених риб; загалом виявлено 9 видів з трьох родів *Aspersentis*, *Corynosoma* та *Metacanthocephalus* (Таблиця 1). Види роду *Corynosoma* є паразитами теплокровних тварин (морські ссавці та птахи); у досліджених нототеній вони були представлені виключно личинковими стадіями, інцистованими переважно у порожнині тіла та частково у кишечнику. Представники родів *Aspersentis* та *Metacanthocephalus* є паразитами кісткових риб; вони були представлені статевозрілими стадіями, що паразитували у кишечнику *N. coriiceps*.

Таким чином, за нашими даними гололоба нототенія є остаточним (дефінітивним) хазяїном для 15 з 26 виявлених видів паразитів; для 11 видів нематод, цестод та акантоцефалів *N. coriiceps* є другим проміжним або паратенічним хазяїном.

3.2. Видовий склад угруповань паразитів плоскорила Шарко

Parachaenichtys charcoti

За даними аналізу зараженості 15 екземплярів плоскорила, зібраних в 2014–2015 та 2019 роках, паразитами встановлено, що 100% виловлених риб заражені гельмінтами різних таксономічних груп. В кожній рибі було знайдено від 9 до 21 видів (в середньому 12,1; медіана 11) та від 121 до 804 екземплярів гельмінтів (в середньому 267; медіана 202). Загалом у досліджених екземплярів *P. charcoti* було зібрано 4 005 екземплярів гельмінтів 26 видів з чотирьох таксономічних груп (Таблиця 2).

Таблиця 2 – Гельмінти плоскорила Шарко *Parachaenichthys charcoti* з регіону Української антарктичної станції "Академік Вернадський". Параметри зараженості: EI – екстенсивність інвазії, II – середня інтенсивність інвазії з інтервалом (мінімум–максимум) та A – індекс рясності.

Види гельмінтів	EI, %	II (min–max)	A
PLATYHELMINTHES: TREMATODA			
1. <i>Elytrophalloides oatesi</i> (Leiper et Atkinson, 1914)	40,0	22,8 (1–71)	9,1
2. <i>Genolinea bowersi</i> (Leiper et Atkinson, 1914)	53,3	27,7 (1–113)	14,7
3. <i>Glomerocirrus macrouri</i> (Gaevskaja, 1973)	6,7	2,0*	0,1
4. <i>Lecithaster macrocotyle</i> Szidat et Graefe, 1967	13,3	2,0 (1–3)	0,3
5. <i>Lepidapedon garrardi</i> (Leiper et Atkinson, 1914)	6,7	1,0*	0,1
6. <i>Macvicaria pennelli</i> (Leiper & Atkinson, 1914)	73,3	5,6 (1–19)	4,1
7. <i>Neolebouria georgiensis</i> Gibson, 1976	93,3	70,0 (4–222)	65,3
8. <i>Lecitophallum</i> sp.	6,7	2,0*	0,1
9. <i>Derogenes</i> sp.	6,7	1,0*	0,1
PLATYHELMINTHES: CESTODA			
10. <i>Diphyllbothrium</i> sp.	46,7	10,3 (1–33)	4,8
11. Monocular metacestode	13,3	1,0 (1–1)	0,1
12. Bilocular metacestode	80,0	8,8 (1–26)	7,1

13. Trilocular metacestode	40,0	1,2 (1–2)	0,5
NEMATODA: CHROMADOREA			
14. <i>Ascarophis nototheniae</i> Johnston et Mawson, 1945	33,3	18,0 (1–39)	6,0
15. <i>Anisakis</i> sp.	13,3	1,0 (1–1)	0,1
16. <i>Contracaecum</i> sp.	100	43,3 (2–280)	43,3
17. <i>Pseudoterranova</i> sp.	100	57,7 (13–178)	57,7
ACANTHOCEPHALA: PALAEACANTHOCEPHALA			
18. <i>Corynosoma bullosum</i> (Linstow, 1892)	33,3	2,8 (1–6)	0,9
19. <i>Corynosoma evae</i> Zdzitowiecki, 1984	26,7	5,5 (2–8)	1,5
20. <i>Corynosoma hamanni</i> (Linstow, 1892)	20,0	7,3 (1–18)	1,5
21. <i>Corynosoma pseudohamanni</i> Zdzitowiecki, 1983	86,7	20,9 (1–89)	18,1
22. <i>Echinorhynchus petrotschenkoi</i> (Rodjuk, 1984)	13,3	1,0 (1–1)	0,1
23. <i>Metacanthocephalus campbelli</i> (Leiper & Atkinson, 1914)	66,7	5,5 (1–18)	3,7
24. <i>Metacanthocephalus dalmori</i> Zdzitowiecki, 1983	73,3	9,6 (1–34)	7,0
25. <i>Metacanthocephalus johnstoni</i> Zdzitowiecki, 1983	73,3	6,2 (1–20)	4,5
26. <i>Metacanthocephalus rennicki</i> (Leiper & Atkinson, 1914)	93,3	17,3 (2–78)	16,1

* – заражений один екземпляр риби

Трематодами було заражено 93,3% досліджених *P. charcoti*. Загалом, в кишечнику плоскорила було виявлено 9 видів трематод; всі види були представлені статевозрілими стадіями. Найбільш поширеними видами виявилися *Neolebouria georgiensis* (EI=93,3%) та *Macvicaria pennelli* (EI=73,3%).

Цестоди були виявлені у всіх досліджених риб (EI=100%); всі вони були представлені личинковими стадіями двох груп – діфілоботріїдних цестод з роду *Diphyllbothrium* (EI=46,7%) та личинками тетработріїдних цестод трьох видів (EI=80%), визначення яких до видового та родового рівнів за морфологічними ознаками було неможливим.

Нематоди (Тип Nematoda, Клас Chromadorea) чотирьох видів були виявлені у всіх досліджених риб (EI=100%). Три види анізакідних нематод родів *Anisakis*, *Contracaecum* та *Pseudoterranova* були представлені личинковими стадіями, достовірне визначення яких до видового рівня за морфологічними ознаками неможливе. Один вид нематод *Ascarophis nototheniae* паразитував у шлунку та кишечнику плосокрилів на статевозрілій стадії.

Акантоцефали (Тип Acanthocephala, Клас Palaeacanthocephala) були виявлені у всіх досліджених риб (EI=100%); загалом виявлено 9 видів з трьох родів *Corynosoma*, *Echinorhynchus* та *Metacanthocephalus* (Таблиця 2). Види рода *Corynosoma* є паразитами теплокровних тварин (морські ссавці та птахи); у досліджених парасеїдів вони були представлені виключно личинковими стадіями, інцистованими переважно у порожнині тіла та частково у кишечнику. В той час як представники родів *Echinorhynchus* та *Metacanthocephalus* є паразитами кісткових риб; вони були представлені статевозрілими стадіями, що паразитували у кишечнику риб.

Таким чином, за нашими даними плоскорил Шарко є остаточним (дефінітивним) хазяїном для 11 з 26 виявлених у нього видів паразитів.

4. ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРИ УГРУПОВАНЬ ПАРАЗИТІВ РИБ

4.1. Структура угруповання паразитів *Notothenia coriiceps*

Попередній аналіз структури угруповань паразитів, проведений на першому етапі досліджень, включав в себе аналіз розподілу видів в угрупованні за їх домінуванням та аналіз подібності угруповань паразитів у риб різного віку (за розмірними групами).

Розподіл видів гельмінтів за екстенсивністю інвазії (EI) риб виявив чотири групи видів – домінантні (EI=80–100%), субдомінантні (EI=50–80%), фонові (EI=20–50%) та рідкісні (EI=1–20%) види (Рис. 2). Домінантні та субдомінантні види мали також найвищу інтенсивність інвазії та чисельність (Таблиця 1).

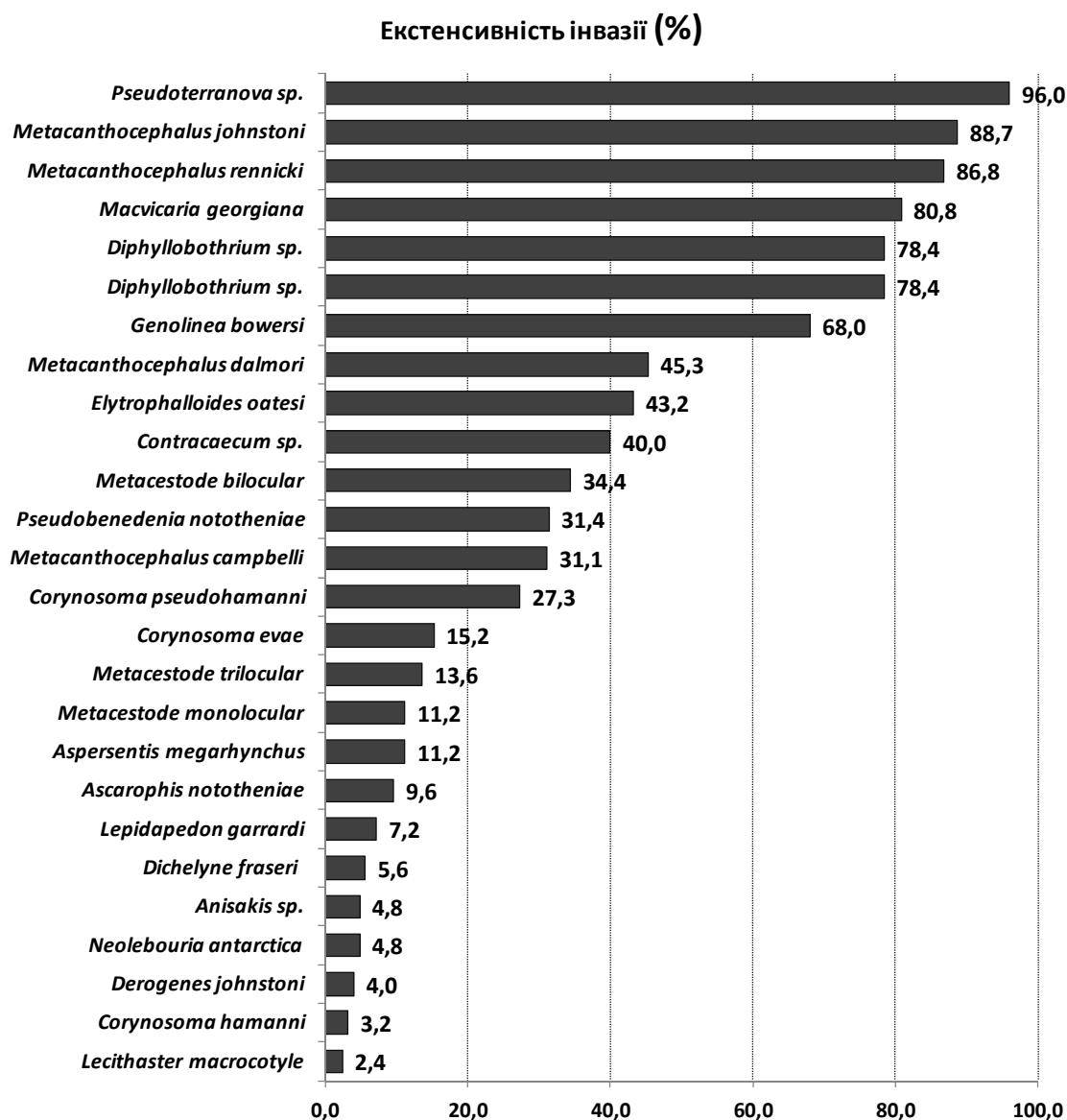


Рисунок 2 – Розподіл видів гелмінтів *Notothenia coriiceps* за екстенсивністю інвазії.

Аналіз зараженості гелмінтами риб різних розмірних груп виявив наступні закономірності. Загалом риби більшого розміру були достовірно більш заражені всіма групами гелмінтів, ніж риби меншого розміру (Kruskal – Wallis test; $H=19.79$, $p=0.0005$). Аналіз зараженості риб різного розміру окремими таксономічними групами гелмінтів виявив достовірно вищу зараженість крупних риб нематодами (Kruskal–Wallis test; $H = 17.3$; $p = 0.0017$), цестодами (Kruskal–Wallis test; $H = 15.45$; $p = 0.0038$) та трематодами (Kruskal–Wallis test; $H = 13.92$; $p = 0.0076$); для акантоцефалів ці відмінності виявилися статистично

недостовірними (Kruskal–Wallis test; $p > 0.05$). Аналіз зараженості моногенезами не проводили через низький рівень зараженості нотоїди цими паразитами.

4.2. Структура угруповання паразитів *Parachaenichtys charcoti*

Аналіз структури угруповання паразитів, проведений на малій вибірці *P. charcoti*, показав, що за показниками екстенсивності інвазії та значеннями довірчих інтервалів дев'ять видів гельмінтів, що були знайдені у 1–3 з 15 обстежених риб можна вважати рідкісними та статистично недостовірними. До цих рідкісних видів відносяться трематоди *Lecithaster macrocotyle*, *Lepidapedon garrardi*, *Glomeriicirrus macrouri*, *Lecitophallum* sp., та *Derogenes* sp., цестоди (monolocular metacestodes), нематоди *Anisakis* sp., та два види акантоцефалів *Echinorhynchus petrotschenkoi* та *Corynosoma hamanni* (Рис. 3).

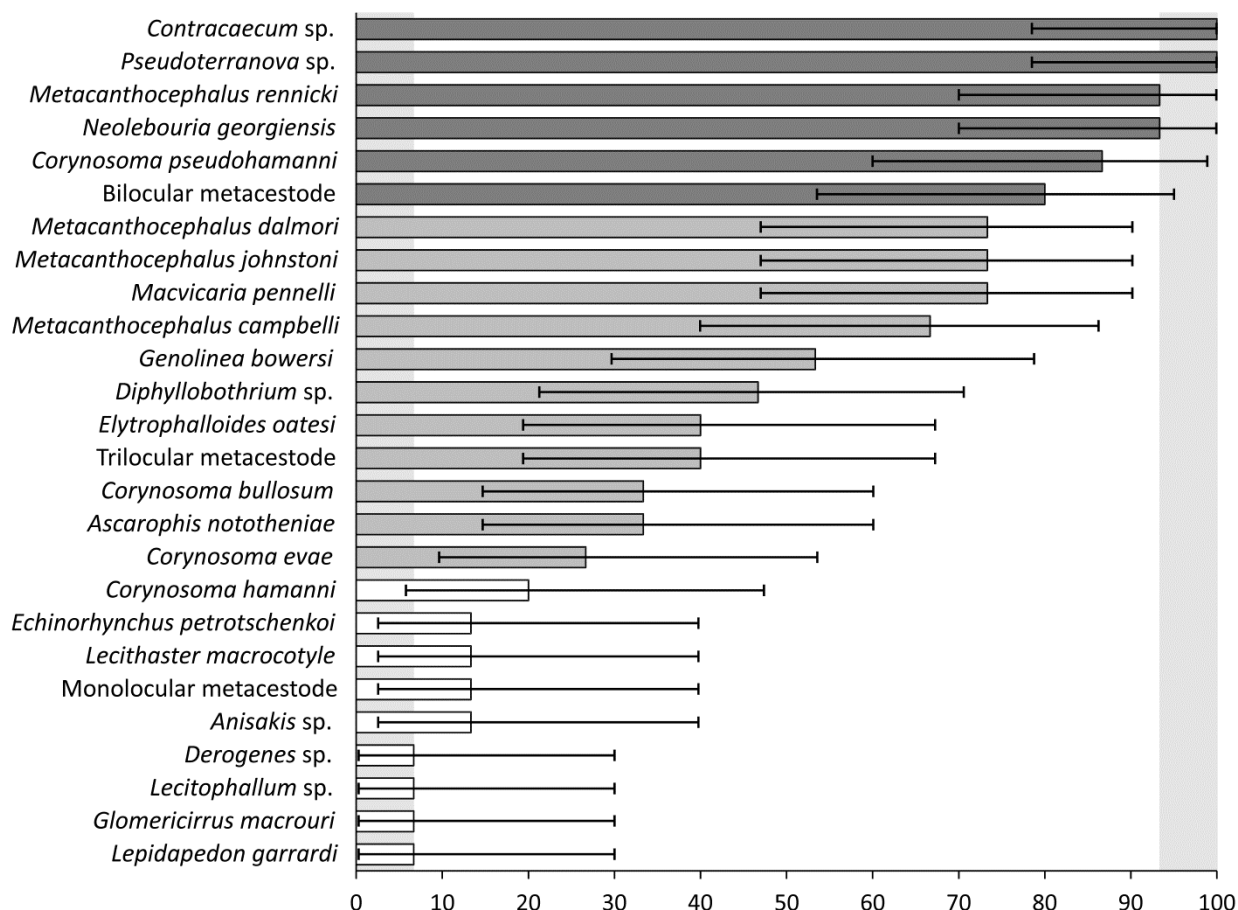


Рисунок 3 – Розподіл видів гельмінтів *Parachaenichtys charcoti* за екстенсивністю інвазії.

Інші 17 видів були виявлені більше ніж у трьох риб. Серед них можна виділити 6 домінантних видів ($EI=80-100\%$), для яких верхня межа довірчого інтервалу EI була вищою за 93,3% (Рис. 3). До таких видів відносяться трематода *Neolebouria georgiensis*, цестоди (bilocular metacestodes), нематоди *Contracaecum* sp. та *Pseudoterranova* sp. та акантоцефали *Metacanthocephalus rennicki* та *Corynosoma pseudohamanni*. Загалом ці домінантні види складають 75% від загальної кількості виявлених у плоскорила Шарко гельмінтів.

До субдомінантних видів гельмінтів ($EI=50-80\%$) відносяться акантоцефали *Metacanthocephalus campbelli*, *M. dalmori*, *M. johnstoni*, трематоди *Genolinea bowersi* та *Macvicaria pennelli*, а також цестоди роду *Diphyllbothrium*. До фонових видів ($EI=20-50\%$) відносяться нематода *Ascarophis nototheniae*, цестоди (trilocular metacestode) та три види акантоцефалів *Corynosoma bullosum*, *C. evae* та *C. hamanni*.

Аналіз компонентного угруповання гельмінтів плоскорила виявив високі показники різноманітності для угруповання: індекс Шеннона=2,26 та індекс Сімпсона=0,85; досить високу рівномірність (індекс Пієлу=0,69) і, як наслідок, низьке домінування (індекс Бергер-Паркера=0,25; *N. georgiensis* мав найвищу відносну чисельність) у досліджуваній вибірці гельмінтів.

Таким чином, не зважаючи на невелику вибірку досліджених екземплярів *P. charcoti*, цей вид хижих риб характеризується досить високим видовим різноманіттям та багатством угруповання паразитів. У подальшому, аналіз угруповань паразитів саме цих двох видів риб (*N. coriiceps* та *P. charcoti*) буде використано для пошуку індикаторних видів паразитів, що є найбільш чутливими до екологічних змін у морських екосистемах Західної Антарктики.

ВИСНОВКИ

1. Всі досліджені екземпляри гололобої нототенії *Notothenia coriiceps* заражені паразитами різних таксономічних груп. Видовий склад угруповання паразитів *N. coriiceps* нараховує 26 видів гельмінтів, серед яких один вид моногеней, 7 видів трематод, 4 – цестод, 5 – нематод та 9 видів акантоцефалів.

2. Аналіз структури угруповань паразитів *N. coriiceps* виявив чотири групи видів – домінантні (EI=80–100%), субдомінантні (EI=50–80%), фонові (EI=20–50%) та рідкісні (EI=1–20%) види. Домінантні та субдомінантні види мають найвищу інтенсивність інвазії та чисельність. Риби більшого розміру мають достовірно вищий рівень зараженості нематодами, цестодами та трематодами, ніж риби меншого розміру (Kruskal–Wallis test; $p<0.05$).

3. Встановлено 100% зараженість досліджених екземплярів плоскорила Шарко *Parachaenichthys charcoti* паразитами різних таксономічних груп. Видовий склад угруповання паразитів нараховує 26 видів гельмінтів, серед яких 9 видів трематод, 4 – цестод, 4 – нематод та 9 видів акантоцефалів.

4. Аналіз угруповання паразитів *P. charcoti* виявив чотири групи видів – домінантні, субдомінантні, фонові та рідкісні види. Дев'ять рідкісних видів за значеннями EI та довірчих інтервалів можна вважати "статистично недостовірними".

5. Видове різноманіття угруповань гельмінтів *N. coriiceps* та *P. charcoti* буде використано для пошуку індикаторних видів паразитів для моніторингу екологічних змін у морських екосистемах Західної Антарктики.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Mouritsen K. N., Poulin, R. Parasitism, climate oscillations and the structure of natural communities. // *Oikos*. 2002. 97. P. 462–468.
2. Mouritsen K.N., Tompkins D.M., Poulin R. Climate warming may cause a parasite-induced collapse in coastal amphipod populations. // *Oecol*. 2005. P. 146–483.
3. Hudson P. J., Dobson A. P., Lafferty K. D. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? // *Trends in Ecology and Evolution*. 2006. 21. P. 381–385.
4. Poulin R. Global warming and temperature-mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. // *Parasitology*. 2006. 132. P. 143–151.
5. Klimpel S., Kuhn T., Mehlhorn H. Introduction: Biodiversity and Evolution of Parasitic Life in the Southern Ocean. In: Klimpel S., Kuhn T., Mehlhorn H. (Eds.), *Biodiversity and Evolution of Parasitic Life in the Southern Ocean. Parasitology Research Monographs*, Springer International Publishing Switzerland. 2017. P. 1–5.
6. Near T. J. Notothenioid fishes (Notothenioidei). In: Hedges S.B., S. Kumar (Eds.), *The Timetree of Life*. Oxford University Press, 2009. P. 339–343.
7. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.Н. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 344 с.
8. Манило Л. Г. Ихтиофауна и морфобиологическая характеристика массовых видов рыб прибрежных вод Аргентинских островов (Антарктика). // *Збірник праць Зоологічного музею*. 2006. 38. С. 5–22.
9. Zdzitowiecki K., Laskowski Z. Helminths of an Antarctic fish, *Notothenia coriiceps*, from the Vernadsky Station (Western Antarctica) in comparison with Admiralty Bay (South Shetland Islands). // *Helminthologia*. 2004. 41. P. 201–207.
10. Weber E. P. 3rd, Govett P. Parasitology and necropsy of fish. // *Compend. Contin. Educ. Vet*. 2009. 31(2). E12.

11. Мозговой А. А. Аскариды животных и человека и вызываемые ими заболевания. Основы нематодологии, Т. 2, кн. 2. Отв. ред. К.И. Скрыбин. – М.: Наука, 1951. – 616 с.
12. Парухин А. М., Лядов В. Н. Гельминтофауна промысловых рыб семейства *Nototheniidae* Кергеленской подобласти. // Экол. моря, 1982. 10. С. 49–56.
13. Парухин А. М. Паразитические черви донных рыб южных морей. Киев, Наукова Думка. 1989. 145 с.
14. Rocka A. Nematodes of the Antarctic fishes. // Polish Polar Research. 2004. 25(2). P. 135–152.
15. Rocka A. Helminths of Antarctic fishes: Life cycle biology, specificity and geographical distribution. // Acta Parasitol. 2006. 51. P. 26–35.
16. Wojciechowska A. The tetraphyllidean and tetrabothriid cercoids from Antarctic bony fishes. I. Morphology. Identification with adult forms. // Acta Parasitol. 1993. 38. P. 15–22.
17. Wojciechowska A., Pisano E., Zdzitowiecki K. Cestodes in fishes at the Heard Island (Subantarctic). //Pol. Polar Res. 1995. 16. P. 205–212.
18. Prudhoe S., Bray R. A. Digenetic trematodes from fishes. B.A.N.Z. // Antarctic Res Expedition, Reports B (Zoology and Botany) 1973. 8. P. 195–225.
19. Zdzitowiecki K., Cielecka D. Digenea of fishes of the Weddell Sea. II. The Genus *Macvicaria* (Opcoelidae). // Acta Parasitol. 1997. 42. P. 77–83.
20. Ковалева А. А., Гаевская А. В. Два новых вида моногеней – паразитов антарктических рыб. // Зоологический журнал. 1977. 56. 5. С. 783–786.
21. Zdzitowiecki K. Digenetic trematodes in alimentary tracts of fishes of south Georgia and South Shetland Islands (Antarctica). // Acta Ichthyologica et Piscatoria. 1979. 9. P. 15–30.
22. Zdzitowiecki K. Occurrence of digenea in fishes of the family *Nototheniidae* in the Weddell Sea. // Acta Parasitol. 2002. 47. P. 154–158.
23. Zdzitowiecki K. Prevalence of acanthocephalans in fishes of South Shetland Islands (Antarctic) III *Metacanthocephalus johnstoni* Zdzitowiecki, 1983, M.

- dalmori Zdzitowiecki, 1983 and notes on other species; general conclusions. // Acta Parasitol Pol. 1986. 31. P. 125–141.
24. Zdzitowiecki K. Acanthocephalans of marine fishes in the regions of South Georgia and South Orkneys (Antarctic). // Acta Parasitol. Pol. 1987. 31. P. 211–217.
 25. Zdzitowiecki K. Occurrence of Acanthocephalans in fishes of the open sea off the South Shetland Islands and South Georgia (Antarctica). // Acta Parasitol. Pol. 1990. 35. P. 131–141.
 26. Zdzitowiecki K., White M. G. Acanthocephalan infection of insore fishes at the South Orkney Islands. // Antarctic Sci. 1996. 8. P. 273–276.
 27. Bush A. O., Lafferty K. D., Lotz J. M., Shostak A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. // J. Parasitol. 1997. 83. 4. P. 575–583.
 28. Rósza L., Reiczigel J., Majoros G. Quantifying parasites in samples of hosts. // J. Parasitol. 2000. 86(2). P. 228–232.
 29. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica. 2001. 4. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

ДОДАТКИ

Додаток А: Опис колекції та структура електронної Бази даних паразитів кісткових риб Антарктики

Колекція "Паразити антарктичних риб" містить паразитологічний матеріал, зібраний протягом 19-ї (2014–2015 рр.) та 24-ї (2019–2020 рр.) Українських антарктичних експедицій на Українській антарктичній станції "Академік Вернадський" (о. Галіндез, Аргентинські овтрови, Західна Антарктика), та деякі додаткові матеріали. Загалом на даний час оформлена колекція включає паразитів, зібраних від 140 екземплярів риб, у тому числі 125 екз. гололобої нототенії (*N. coriiceps*) та 15 екз. плоскорила Шарко (*P. charcoti*).

Колекція включає близько 736 одиниць зберігання, з яких близько 700 представлені пробірками з гельмінтами фіксованими у 70% етиловому спирті ("вологими препаратами"), а 36 – постійними препаратами на предметних скельцях (Рис. 4). Кількість одиниць зберігання може дещо змінюватись у процесі вивчення та визначення матеріалу за рахунок об'єднання або розділення вмісту деяких пробірок та виготовлення нових постійних препаратів.



Рисунок 4 – Загальний вигляд колекції "Паразити антарктичних риб".

Кожна одиниця зберігання має оригінальну етикетку, що відповідає запису у журналах розтинів риб та колекційну етикетку (на зовнішній поверхні пробірки або на постійному препараті). Номери колекційних етикеток узгоджені з базою даних по паразитах антарктичних риб.

Пробірки з матеріалом зберігаються у пластикових коробках, кожна з яких має підпис "Parasites of Antarctic Fish" та порядковий номер. Так само пронумерованими та підписаними є папки для зберігання постійних препаратів. Коробки та папки зберігаються у приміщеннях відділу паразитології Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України.

За результатами визначення та підрахунку гельмінтів *N. coriiceps*, зібраних у 2014–2015 рр. створено базу даних у форматі Microsoft Access. База містить на даний час 31 поле та 103 записи. Кількість полів буде збільшуватись у разі виявлення нових видів гельмінтів у матеріалі, зібраному після 2015 р. Для точної ідентифікації кожного екземпляра риб у базі створено поле "Host_ID", яке буде використовуватись у подальшому для зв'язку з іншими базами (колекційний матеріал, види паразитів та ін.) (Рис. 5).

The screenshot shows the Microsoft Access database 'Antarctic Fish Parasites'. The form displays the following data:

Host_ID:	AV-Sep14-Ncor051	G# bowersi:	16
Day:	16	E# oatesi:	0
Month:	September	L# garrardi:	0
Year:	2014	N# antarctica:	0
Host_No:	51	N# trematomi:	0
Host_Size:	35	D# johnstoni:	0
Pseudoterranova:	11	S# kergulense:	0
Contracaecum:	1	M# microtestis:	0
Anisakis:	0	L# macrocotyle:	0
A# nototheniae:	0	M# campbelli:	0
D# fraseri:	0	M# rennicki:	18
Diph-Larvae:	0	M# johnstoni:	12
Mono:	0	M# dalmori:	0
Bilocular:	4	A# megarhynchos:	0
Trilocular:	0	Corynosoma sp#:	231
M# georgiana:	72		

Рисунок 5 – Загальний вигляд форми для введення даних в електронну Базу даних зборів паразитів кісткових риб Антарктики.