

ОСОБЛИВОСТІ ПАТОГЕНЕЗУ ЕУСТРОНГЕЛІДОЗУ У *PERCA FLUVIATILIS* LINNAEUS, 1758, *SANDER LUCIOPERCA* (LINNAEUS, 1758) ТА *ESOX LUCIUS* LINNAEUS, 1758 ДНІПРОВСЬКОГО (ЗАПОРІЗЬКОГО) ВОДОСХОВИЩА

Сидоренко В. С., Маренков О. М., Єрух М. М.

ВСТУП

Значну площу України займають прісноводні водойми – річки та озера, які відіграють важливу роль у сільському господарстві населення, зокрема у рибництві та рибальстві. Товарне рибництво та промислове рибальство – перспективні галузі сільськогосподарської промисловості, які мають на меті забезпечувати населення якісною рибною продукцією. Риба – важливий продукт харчування: містить цінні білки із збалансованим вмістом незамінних амінокислот, вітаміни та мінерали. Тому попит на рибну продукцію вітчизняного виробництва зростає. Через це дуже важливо знати вплив паразитів на якість рибної продукції.

Часто в літературі можна зустріти інформацію про розповсюдження та високу інвазію риб паразитичними нематодами р. *Eustrongylides*. Цикл розвитку даного паразита досить добре вивчений. Відомо, що риби є проміжними господарями і заражаються, поїдаючи інвазованих олігохет. Остаточним господарем є рибоїдні птахи.

Паразит заражає багато видів риб, локалізуючись в черевній порожнині, на внутрішніх органах і м'язах. Однак, залишаються слабовивченими питання патогенезу при інвазії риб еустрогелідесами.

У цьому аспекті особливу увагу привертають дослідження структурно-функціональних змін формених елементів крові у риб під впливом паразитичних нематод, оскільки саме еритроцити відповідають за переніс іонів кисню до тканин. Також важливо знати ступінь впливу даних паразитів на тканини та системи органів риб.

Нематоди *Eustrongylides excisus* належать до родини *Dioctophymatidae* та становлять потенційну загрозу здоров'ю людини¹, про що свідчать літературні джерела. *E. excisus* визнано зоонозним паразитом, тобто небезпечним для людини. Зараження ним відбувається,

¹ Branciarri, R., Ranucci, D., Miraglia, D., Valiani, A., Veronesi, F., Urbani, E., LoVaglio, G., Pascucci, L., & Franceschini, R. (2016). Occurrence of parasites of the genus *Eustrongyli* spp. (Nematoda: Dioctophymatidae) in fish caught in Trasimeno lake, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, 5 (4), 206–209. doi:10.4081/ijfs.2016.6130.

якщо людина споживає недостатньо термічно оброблену рибу та рибні продукти².

Хижі види риб, такі як, наприклад, судак, окунь, та щука можуть слугувати, у їх життєвому циклі, елементом поширення цього збудника серед рибоїдних видів птахів.

Тому з метою вивчення функціонального стану риб при інвазії нематодою *Eustrongylides excisus* ми дослідили морфологічні, гістологічні зміни заражених риб, а також провели дослідження крові – мікроскопування фіксованих мазків та біохімічний аналіз.

Серед завдань досліджень було вивчення патологічних змін у м'язовій тканині, а також у тканинах печінки та нирок. Крім того: встановити можливі зміни форми та морфологічних показників формених елементів та деяких біохімічних показників сироватки крові хижих риб, хворих на еустронгелідоз, що були виловлені в Дніпровському (Запорізькому) водосховищі.

Оскільки кров риб є унікальною системою, котра виконує багато функцій: дихальну, трофічну, регуляторну дослідження гематологічних параметрів дає цінну інформацію про стан організму в конкретних умовах проживання.

Паразити є дуже серйозною проблемою, з якою можуть зіштовхнутися рибні господарства, які вирощують чи виловлюють товарну рибу. Паразитарні хвороби можуть завдати значних економічних збитків рибним господарствам та складно піддаються лікуванню. Отже, вивчення біологічних, клінічних і епізоотичних особливостей паразитичних гельмінтів представляє актуальний інтерес і для науки, і для рибиництва.

1. Аналіз досліджень та публікацій стосовно зараження риб нематодом *Eustrongylides excisus*

E. excisus поширений у світі. Про реєстрацію цього виду повідомлено багатьма авторами в Сербії, Румунії, Туреччині, Бразилії, США, Італії, Ірані, Азербайджані, Чехії, а також в Україні^{3,4}.

Так за даними Гончарова С. Л. у результаті дослідження хижих видів риб – судака (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)), окуня звичайного (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) та щуки (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) в акваторіях Дніпро-Бузького лиману і дельти Дніпра встановлено

² Cole, R. (2013). Field Manual of Wild life Diseases. General Field Procedures and Diseases of Birds. 223–228.

³ Soylu E. Metazoan parasites of perch *Perca fluviatilis* L. from lake Siğircı, Ipsala, Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 2013, vol. 45, issue 1, pp. 47–52. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/acd4/e2ae9ea246e40170afada08de37b53444f20.pdf>

⁴ Yesipova N. B. The spread of parasitic nematodes in fish *Eustrongylides excisus* Zaporozhye (Dnipro) reservoir. Modern probl. of theor. and pract. ichthyology: materials of VI International Ichthyological Sci. And Pract. Conf., Ternopil, 2013, pp. 86–88.

можливі асоціації еустронгілідозної інвазії з іншими паразитозами риб. Виявлено, що серед збудників паразитарних хвороб, які уражують досліджувану рибу, найбільшу частку становлять дигенетичні сисуни та нематоди, – 35,6 та 31,8 % відповідно. Найменшу групу паразитів, які уражують промислових риб, становлять акантоцефальози – 0,71 %.

Серед окунів спостерігали ураження збудниками диплостомозу (екстенсивність інвазії (EI) була 50,7 %, а інтенсивність інвазії (II) – в межах 2–41 екз.); параценогоніозу (EI – 15,3 %, II – 7–31 екз.); постодиплостомозу (EI – 9,97 %, II – 87–118 метацеркаріїв); дактилогірозу (EI – 37,2 %, II – 5–14 екз.); ларвального тріенофорозу (EI – 1,66, II – 2–5 цист); еустронгілідозу (EI – 85,2 %, II – 1–14 личинок); рафідоскарідозу (EI – 12,8 %, II – 4–36 нематод); псевдоехініринхозу (EI – 2,7 %, II – 1–3 екз.); аргульозу (EI – 12 %, II – 6–18 екз.); ергазильозу (EI – 6,02 %, II – 11–26 рачків).

Паразитофауна щуки характеризувалась збудниками диплостомозу (EI – 62 %, II – 3–17 личинок); параценогоніозу (EI – 42,7 %, II – 1–38 метацеркаріїв); постодиплостомозу (EI – 10,7 %, II – 23–51 екз.); дактилогірозу (EI – 17,8 %, II – 2–15 екз.); диплозоозу (EI – 0,67 %, II – 1 екз.); тріенофорозу (EI – 56,5 %, II – 1–9 екз.); валіпорозу (EI – 24,9 %, II – 1–11 плероцеркоїдів); еустронгілідозу (EI – 58,9 %, II – 1–13 личинок); рафідоскарідозу (EI – 76,4, II – 8–31 нематода), псевдоехініринхозу (EI – 2,02 %, II – 2–9 скребликів); аргульозу (EI – 28,2 %, II – 2–63 паразити).

Зараження судака збудниками паразитарних хвороб також були виявлені. Так, реєстрували збудників диплостомозу (EI – 52,7 %, II – 1–13 паразитів); параценогоніозу (EI – 15,3 %, II – 1–17 метацеркаріїв); постодиплостомозу (EI – 8,8 %, II – 5–84 личинки); дактилогірозу (EI – 31 %, II – 2–23 екз.); валіпорозу (EI – 5,9 %, II – 1–2 плероцеркоїди); еустронгілідозу (EI – 58,1, II – 1–9 екз.); рафідоскарідозу (EI – 18,2 %, II – 5–8 нематод); псевдоехініринхозу (EI – 0,49 %, II – 2 акантоцефала); ергазильозу (47,2 %, II – 7–28 рачків)⁵.

Також Гончаров С. Л. описує результати вивчення інвазування популяції тарані (*Rutilus rutilus* Linnaeus 1758) нематодою *Eustrongylides excisus*, яка була виловлена в акваторії Дніпро-Бузького лиману в період 2016–2019 рр. Дослідженнями встановлено, що інвазування риби у водоймі розподілено не рівномірно. Так, найвищі показники екстенсивності інвазії реєстрували у тарані, що була виловлена поблизу сіл Олександрівка (28,3 %) та Станіслав (17,5 %) Білозерського району, а також поблизу села Рибальче (18,3 %) Голопристанського району Херсонської області. Найменшими показниками екстенсивності інвазії

⁵ Гончаров С. Л. Асоціація еустронгілідозу з іншими паразитарними інвазіями хижих риб природних водойм півдня України. Національний університет біоресурсів і природокористування України, <https://doi.org/10.15407/animbiol.21.04.022>, м. Київ, 2022.

за еустронгілідозу характеризувалась тарань, що була виловлена поблизу населеного пункту Софіївка (11,5 %) Білозерського району⁵.

Показники інтенсивності інвазії коливались від 1 до 3 нематод, що були виявлені в одній риби. За період досліджень, з 2016 по 2019 рік, рівень інвазованості тарані зріс на 27,8 %. Визначено, що пік зараження тарані збудником еустронгілідоз припадає на весну (20,1 %) та осінь (18,3 %); влітку (12,8 %) та зимою(15,1 %) кількість інвазованих риб зменшується. Варто зазначити, що за показниками морфометрії та кольором личинки *Eustrongylides excisus*, виділені від тарані, відрізнялися від тих, яких було встановлено у хижих видів риб, а саме: були меншими за розміром та не мали інтенсивно червоного кольору, а були блідо-червоними⁶.

Окрім деяких хижих видів риб, земноводні та рептилії теж можуть бути паратенічними господарями для личинок *E. excisus* на третій і четвертій стадіях розвитку (Saglam & Arikan, 2006 рік; Bjelić-Čabrilo та ін., 2013). Також виявлені личинки нематод третьої та четвертої стадій у людей (Guardone та ін., 2021; Гончаров та ін., 2022). За даними Єрмоленко С. В. личинки *E. Excisus* виявлено в підшкірних капсулах, розташованих в м'язовій тканині дорсальної частини деяких екземплярів вужіву середньому та нижньому басейнах річки Дніпро. Також нематоди локалізувалися в сполучнотканинних капсулах на поверхні внутрішніх органів. Іноді біля капсул спостерігаються запалення та механічні пошкодження органів. В одній капсулі зафіксовано до трьох личинок *E. excisus*⁷.

Eustrongylides spp. був визнаний зоонозним паразитом, небезпечним для людини. Зараження відбувається у випадкуспоживання недостатньо термічно обробленої риби і рибних продуктів^{8,9}.

Отже, можна стверджувати, що даний вид паразитичних нематод стрімко розширює коло проміжних господарів, тому надзвичайно

⁶ Гончаров С. Л. Поширення нематоди *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909, – larvae (Nematoda: Dioctophymatidae) серед тарані (*Rutilus rutilus*, Linnaeus 1758) у Дніпро – Бузькому лимані півдня України. Scientific Messenger LNUVMB. Series: Veterinary sciences, 2020, vol. 22, no 97.

⁷ S. V. Yermolenko, V. A. Gasso, A. M. Hahut, V. A. Spirina. INFECTION OF DICE SNAKE, *NATRIX TESSELLATA* (REPTILIA, COLUBRIDAE), WITH *EUSTRONGYLIDES EXCISUS* (NEMATODA, DIOCTOPHYMATIDAE) IN THE MIDDLE AND LOWER DNIPRO RIVER BASIN, *Zoodiversity*, 56(4):341-348, 2022, DOI 10.15407/zoo2022.04.341, p.343 – 348.

⁸ Narr L. L., O'Donnell J. G., Libster B., Alessi P., Abraham D. *Eustrongylidiasis* – a parasitic infection acquired by eating live minnows. The Journal of the American Osteopathic Association, 1996, vol. 96, issue 7, pp. 400–402. DOI: 10.7556/jaoa.1996.96.7.400.

⁹ Wittner M., Turner J. W., Jacquette G., Ash L. R., Salgo M. P., Tanowitz H. B. *Eustrongylidiasis* – a parasitic infection acquired by eating sushi. *The New England Journal of Medicine*, 1989, vol. 320, p. 112. DOI: 10.1056/NEJM198904273201706.

важливо всебічно вивчати даного паразита, щоб знати про його вплив на організм на різних рівнях організації живої матерії.

2. Методи дослідження та аналіз отриманих результатів

Відбір риби здійснювали впродовж 2020 – 2021 років під час планових контрольованих обловів та аналізу уловів рибалок на місці вилову. Відбір зразків проводили вздовж берегової лінії Дніпровського (Запорізького) водосховища, у нижній частині, в с. Військове та с. Микільське-на-Дніпрі Дніпропетровської області у літньо-осінній період. Клініко-лабораторному дослідженню піддано 146 екземплярів трьох видів хижих риб, а саме: окуня – 81 екз., судака – 53 екз. та щуки – 12 екз.

Вплив паразитів на морфо-структуру внутрішніх органів оцінювали за допомогою виготовлення гістологічних зрізів за класичною методикою. Визначення біохімічних показників крові проводили у 10 інвазованих збудником сустронгелідозу та 10 неінвазованих риб, а саме – окуня, судака. Кількість щук, яких піддали дослідженню була наступною: 5 інвазованих та 5 здорових особин. Риба, яка досліджувалася, була статевозрілою, переважно вікових категорій 3+ – 5+.

Морфологічне дослідження проводили шляхом уважного огляду поверхні луски та шкірних покривів. Звертали увагу на плавці, на кількість слизу, його консистенцію, зміну забарвлення, наявність пухлин, крововиливів, виразок, цист, крупних ектопаразитів, стан очей. Оглядаючи зябра, відмічали форму, структуру зябрових пелюсток, ступінь їхнього ослизнення, колір. Окремо оглядали ротову порожнину.

Паразитологічне дослідження проводили шляхом повного анатомічного розтину риби за класичною методикою. Розтинали черевну порожнину розрізом, який починали від анального отвору та направляли до голови. Препарували та відокремлювали кожен орган.

Кров для дослідження відбирали на місці вилову із серця риби за допомогою голки та шприца в суху пробірку для біохімічного аналізу сироватки. Також відбирали кров для виготовлення мазків та їх подальшого мікроскопування. Підсохлі мазки без фіксації забарвлювали за методом Романовського стандартним розчином Гімзи. Мазки крові досліджували шляхом мікроскопії при збільшенні об'єктиву 40x. В якості контролю використали мазки крові неінвазованих риб. Продивлялись 30 полівзору в кожному мазку.

Для оцінки різниці між вибірками використовували t – критерій Ст'юдента при рівні значень $p \leq 0,05$. Результати досліджень представлено у вигляді середніх значень та стандартних помилок $M \pm m$.

Наші дослідження гістоструктури, форми, морфологічних показників формених елементів та біохімічного аналізу крові здійснили при наступних показниках зараження. Середня інтенсивність інвазії у

окуня становила $14,4 \pm 3,12$ екз/рибу, у судака – $13,8 \pm 2,9$ та щуки – $2,6 \pm 4,3$ нематодою *Eustrongylides excisus*.

Круглих черв'яків ниткоподібної форми – паразитичних нематод *Eustrongylides excisus* червоного кольору, при паразитологічному розтині риб, знаходили на стінках черевної порожнини риб, на поверхні органів як у вільному стані так і капсульовано.

Даний паразит має приблизно однакову товщину тіла і, у нашому випадку, довжина його тіла коливалась в межах від 2 до 3,5 см. Передній і задній кінець загострені, має досить міцні покриви тіла. У печінці та у м'язах виявили личинок, які по одній особині скручувались у плоску спіраль формуючи при цьому широке кільце діаметром близько 0,5 – 1 см.

Так як паразит був локалізований у паренхіматозних органах ми дослідили, які структурні гістологічні зміни відбулися у них. Для порівняння ми відбирали на аналіз внутрішні органи риб, які не були інвазовані *E. excisus*.

При опрацюванні гістологічних препаратів м'язової тканини у контролі помітно, що м'язові волокна досить щільно прилягають один до одного, формуючи чітку поперечна смугастість. Візуально м'язові волокна мали майже однакову товщину і довжину.

У м'язах інвазованих риб спостерігали розриви тканини та зони некрозу, які зумовлені міграцією паразитів. Також виявлено розпушеність м'язової тканини при чому добре помітні збільшення відстані між окремими волокнами. Крім того, в уражених зонах наявний кров'яний стаз у судинах, який міг бути спричинений закупоркою судин капсулами личинок. На окремих препаратах можна спостерігати фрагменти паразита та зони некрозу навколо нього у м'язовій тканині заражених риб.

При розтині заражених окунів, судаків та щук ми знайшли личинок *E. excisus*, які були капсульовані у печінці. Вони мали вигляд круглих плоских дисків діаметром 5 – 5,5 мм. Такі капсули формували значні заглиблення у тканині печінки, що значною мірою призвело до зміни форми поверхні органу. Візуально за кольором печінка здорових та заражених риб відрізнялась. У здорових риб печінка мала насичений коричнево-червоний колір, щільна, тоді як у інвазованих риб – бліда та дещо пухка.

При порівнянні гістологічних препаратів ми виявили, що у здорових риб гепатоцити мають майже однакові розміри, цілісну плазматичну мембрану, ядро займає чітке, майже центральне положення. В печінці добре видимі печінкові долі через які проходять кровеносні судини заповнені форменими елементами. У інвазованих риб гепатоцити слабо профарбовані, можливо через надмірне накопичення ліпідів, внаслідок чого печінка бліда і менш щільна, ніж у контролі. Це могло бути

спричинено погіршенням метаболічних функцій даного органу. На препаратах також помітні зони некрозу на шляху міграції личинок та в місцях локалізації капсул. При цьому в місцях, де локалізувався паразит, добре помітні патологічні зміни мікроструктури печінки – гіперплазія гепатоцитів та каріолізіс.

Гістологічні препарати нирок показали наступне. У неінвазованих риб ниркові каналі утворені клітинами однакового розміру, які щільно прилягають одна до одної, плазматична мембрана не пошкоджена, добре проглядаються ядра. Тоді як у заражених риб знову наявні розриви тканин та зони некрозу внаслідок міграції личинок. Крім того спостерігали порушення поверхні епітеліальних клітин ниркових каналців, вогнища запалення, крововиливи, гіперплазія та каріолізіс в окремих клітинах.

Таким чином стає зрозуміло, що паразит *Eustrongylides excisus*, перебуваючи на личинковій стадії у тілі свого другого проміжного господаря–риб, викликає не лише механічне (розриви тканин, крововиливи), але й токсичне пошкодження внутрішніх органів, про що свідчать явища гіперплазії, каріолізісу та деструкції клітин.

Дослідження форми та морфологічних показників формених елементів у заражених особин окуня, судака та щуки показали наступне. Більшість еритроцитів дослідних риб мали еліпсоїдну форму з чітко вираженою оболонкою. Є наявність невеликої кількості молодих форм еритроцитів. Ядро овальної форми, розміщувалось по центру, чітко виражене. Загальна кількість еритроцитів становила у окуня $97,2 \pm 4,02$ штук у полі зору, у судака – $92,41 \pm 1,23$ шт. п.з., у щуки – $95,2 \pm 5,14$ шт. п.з. Поздовжній і поперечний діаметри в середньому дорівнювали $11,24 \pm 0,24$ та $5,9 \pm 0,38$ мкм у окуня, $11,84 \pm 0,09$ та $5,62 \pm 0,07$ мкм у судака, $12,11 \pm 0,63$ та $5,15 \pm 1,87$ мкм у щуки відповідно, що відповідає фізіологічним нормам у кісткових риб.

Відсоток зрілих еритроцитів у мазках крові інвазованих риб знаходився в межах 89%, а молодих – 11%. При дослідженні мазків крові судака також виявлені зміни форми еритроцитів. Дана патологія може свідчити про зниження еластичності плазматичної мембрани. Тому можна зробити припущення, що у досліджених екземплярів риб спостерігається порушення осмотичної резистентності мембрани еритроцитів у легкій формі, тобто, не можна виключати оборотність даного процесу.

Лейкоцити крові риб становлять менш однорідну, в порівнянні з еритроцитами, групу клітин з більшим різноманіттям лінійних розмірів, різноманітною структурою ядра, цитоплазми і, навіть, клітинної оболонки. Лімфоцити – клітини крові риб, які становлять близько 99% лейкоцитарного ряду.

В дослідних мазках крові всіх здорових та інвазованих риб лімфоцити мали дуже велике ядро, яке займає майже весь об'єм клітини. Загальна кількість лейкоцитів в полі зору становить $12,11 \pm 1,65$ штук у окуня, $13 \pm 1,25$ шт./п.з. у судака та $11,3 \pm 0,83$ шт./п.з. у щуки.

Важливим показником стану риб є відношення клітин лейкопоезу та еритропоезу. У дорослих риб лейкоеритробластичне співвідношення знаходилось в межах 25–35%. В дослідних зразках лейкоеритробластичне співвідношення становило $8,03 \pm 0,56$ у окуня, $7,12 \pm 0,08$ у судака та $8,42 \pm 0,64$ у щуки, що значно менше норми. Тому можна зробити припущення, що при ураженні окунів, судаків та щук личинками *Eustrongylides excisus* спостерігається зниження функцій імунітету через зменшення кількості клітин лімфоїдного ряду. Також на неоднорідність експериментальних даних про кількість лейкоцитів в кров'яному руслі може свідчити той факт, що лейкоцити легко мігрують із кровоносної системи в лімфатичну і навпаки, а також локалізуються у місцях запалення, яких при розтині інвазованих риб виявлено досить багато.

Як відомо паразити доволі специфічно впливають на імунну систему хазяїна – призводять до імуносупресій та вторинних імунодефіцитів¹⁰. Тому, можна припустити, що через значне механічне пошкодження тканин у заражених паразитом риб, запальні процеси можуть протікати з ускладненням, через проникнення патогенних мікроорганізмів у місця пошкодження. Оскільки уражені зони є «воротами» інфекції.

У клітинах еритроїдного ряду інвазованих особин окунів, судаків та щук відмічено ще й низький показник молодих форм еритроцитів та виявлено зниження еластичності еритроцитарної оболонки у заражених судаках. Каріолізу, каріопікнозу, аміотичного ділення еритроцитів не виявлено.

При біохімічному аналізі сироватки крові хижих риб, які були заражені личинками *E. excisus* ми виявили значне зниження загального білку. Так у групі інвазованих окунів показник загального білку становила $47,31 \pm 1,63$ г/л, що в 1,46 разів менше, ніж у контрольній групі ($68,9 \pm 1,02$ г/л). У заражених судаків даний показник менший у 1,59 разів, ніж у контролі ($71,3 \pm 1,72$ г/л), а у інвазованих щук даний показник зменшився у 1,35 разів (порівняно з контрольною групою – $46,23 \pm 1,03$ г/л). Загалом, вміст загального білку в сироватці інвазованих риб (окунів, судаків та щук), у порівнянні з контролем був достовірно нижчим на 21,29, 26,37 та 12,02 г/л відповідно. Тому стає очевидно, що паразитарна інвазія у хижих риб значною мірою позначається на білоксинтезуючій системі гепатопанкреасу риб, що в свою чергу призводить до порушення білкового обміну та метаболізму в цілому.

¹⁰ Soylu, E. (2013). Metazoan Parasites of Perch *Perca fluviatilis* L. From Lake Siğirci, Ipsala, Turkey. Pakistan J. Zool., 45 (1), 47–52.

Також виявили зниження вмісту альбумінів та глобулінів у сироватці крові інвазованих хижих риб. Так вміст альбумінів у заражених окунів, судаків та щук, у порівнянні з контролем був достовірно нижчим на 9,8, 8,8 та 8,2 г/л відповідно. Загальний вміст глобулінів у дослідній групі окунів знизився у 1,14г/л (у порівнянні із контролем – $31,4 \pm 0,71$ г/л), у дослідній групі судаків даний показник знизився в 1,24 рази (у порівнянні із контролем – $43,2 \pm 0,17$ г/л) та у дослідних щук – в 1,28 разів (у контролі показник глобулінів становить $25,3 \pm 0,39$ г/л).

При аналізі вмісту глюкози в сироватці дослідних груп риб також виявили зниження даного показника. Вміст глюкози у інвазованих окунів становив $10,7 \pm 2,03$ ммоль/л, що менше, ніж у контролі в 1,23 рази, у дослідній групі судаків вміст глюкози знаходився на рівні $9,71 \pm 0,82$ ммоль/л, що менше, ніж у контрольній групі у 2,04 рази, у групі заражених щук вміст глюкози – $5,66 \pm 1,93$ ммоль/л, що менше, ніж у контролі у 2,8 рази.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що заражені риби відчувають значний вплив паразитів на свій організм, що в свою чергу позначається на їх активності та здатності до полювання. Крім цього, зниження рівня глюкози може свідчити про недостатню вгодованість риб, що може позначитись на темпах розвитку. Також зниження даного показника може вказувати на порушення енергетичного обміну, тому дане питання потребує більш поглибленого дослідження.

Отже, аналізуючи всі отримані результати можна стверджувати, що паразитарна інвазія спричинена нематодами *Eustrongylides excisus* чинить комплексний глибокий патологічний вплив на організм хазяїна. Продукти життєдіяльності личинок нематоди *E.excisus* негативно впливають на стан організму свого хазяїна порушуючи метаболізм та викликаючи незворотні деструктивні процеси. Еустронгелідос спричинює не лише механічні пошкодження тканин та органів, некрози та запальні процеси, а й викликає порушення біохімічних процесів, що призводить до зниження імунітету риб та порушення білкового обміну.

ВИСНОВКИ

1. За результатами морфологічного аналізу відмінностей між інвазованими та здоровими рибами виявлено не було.

2. Паразитологічний розтин та гістологічний аналіз свідчать, що перебування паразита на личинковій стадії в організмі інвазованих риб викликає не лише механічне (розриви тканин, крововиливи), але й токсичне пошкодження внутрішніх органів, про що свідчать явища гіперплазії, каріолізу та деструкції клітин у досліджених органах та тканинах.

3. Морфологічний аналіз формених елементів крові відповідає фізіологічним нормам у кісткових риб.

4. Зафіксовано зменшення кількості клітин лімфоїдного ряду у окуня, судака та щуки.

5. Біохімічний аналіз крові показав зниження загального білку, вмісту альбумінів і глобулінів та вмісту глюкози в сироватці дослідних груп риб, що свідчить про значний вплив паразита на організм хижих риб.

АНОТАЦІЯ

На сьогоднішній день паразитична нематода *Eustrongylides excisus* розширює коло своїх хазяїв та є небезпечним паразитом для людського організму. Зафіксовані випадки зараження не лише риб, а й плазунів. Тому надзвичайно важливо знати комплексний вплив даного паразиту на організм хазяїна для обґрунтування ефективних заходів профілактики та боротьби з даною інвазією. У роботі представлено патогенез паразитарної інвазії, спричиненої *E. excisus*, в організмі хижих риб Дніпровського (Запорізького) водосховища. Встановлено, що при еустронгелідозі у заражених риб розвивається глибокий патологічний вплив паразиту на організм хазяїна на різних рівнях його організації: молекулярному, клітинному, тканинному та організмівому.

Література

1. Branciarri, R., Ranucci, D., Miraglia, D., Valiani, A., Veronesi, F., Urbani, E., Lo Vaglio, G., Pascucci, L., & Franceschini, R. (2016). Occurrence of parasites of the genus *Eustrongylides* spp. (Nematoda: Dioctophymatidae) in fish caught in Trasimeno lake, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, 5 (4), 206–209. doi:10.4081/ijfs.2016.6130.

2. Cole R. *Field Manual of Wildlife Diseases. General Field Procedures and Diseases of Birds*. 2013. P. 223–228.

3. Soylu E. Metazoan parasites of perch *Perca fluviatilis* L. from lake Sığircı, Ipsala, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 2013, vol. 45, issue 1, pp. 47–52. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/acd4/e2ae9ea246e40170afada08de37b53444f20.pdf>

4. Yesipova N. B. The spread of parasitic nematodes in fish *Eustrongylides excisus* Zaporozhye (Dnipro) reservoir. *Modern probl. of theor. and pract. ichthyology: materials of VI International Ichthyological Sci. And Pract. Conf.*, Ternopil, 2013, pp. 86–88.

5. Гончаров С. Л. Асоціація еустронгелідозу з іншими паразитарними інвазіями хижих риб природних водойм півдня України. Національний університет біоресурсів і природокористування України, <https://doi.org/10.15407/animbiol.21.04.022>, м. Київ, 2022.

6. Гончаров С. Л. Поширення нематоли *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909, – larvae (Nematoda: Dioctophymatidae) серед тарапі (*Rutilus rutilus*, Linnaeus 1758) у Дніпро – Бузькому лимані півдня України.

Scientific Messenger LNUVMB. Series: Veterinary sciences, 2020, vol. 22, no 97.

7. Narr L. L., O'Donnell J. G., Libster B., Alessi P., Abraham D. Eustrongylidiasis – a parasitic infection acquired by eating live minnows. The Journal of the American Osteopathic Association, 1996, vol. 96, issue 7, pp. 400–402. DOI: 10.7556/jaoa.1996.96.7.400.

8. Wittner M., Turner J. W., Jacquette G., Ash L. R., Salgo M. P., Tanowitz H. B. Eustrongylidiasis – a parasitic infection acquired by eating sushi. The New England Journal of Medicine, 1989, vol. 320, p. 112. DOI: 10.1056/NEJM198904273201706.

9. S. V. Yermolenko, V. A. Gasso, A. M. Hahut, V. A. Spirina. Infection of Dice snake, *Natrix Tessellata* (Reptilia, Colubridae), with Eustrongylides excises (Nematoda, Dioctophymatidae) in the middle and lower Dnipro river basin, Zoodiversity, 56(4):341-348, 2022, DOI 10.15407/zoo2022.04.341, p.343 – 348.

10. Soylyu E. Metazoan Parasites of Perch *Perca fluviatilis* L. From Lake Sığircı, Ipsala, Turkey. Pakistan J. Zool., 2013. 45 (1), 47–52.

Information about the authors:

Sydorenko Victoriia Stanislavivna,

Postgraduate Student at the Department of General Biology
and Aquatic Bioresources
Faculty of Biology, Ecology and Medicine
Oles Honchar Dnipro National University
72, Gagarin ave., Dnipro, 49000, Ukraine

Marenkov Oleg Mykolaiovych,

Candidate of Biological Sciences,
Associate professor at the Department of General Biology
and Aquatic Bioresources
Vice-rector for scientific work
Oles Honchar Dnipro National University
72, Gagarin ave., Dnipro, 49000, Ukraine

Yerukh Mykola Mykolaiovych,

Director of the Scientific and Educational Complex «Aquarium»,
Postgraduate student at the Department of General Biology
and Aquatic Bioresources
Faculty of Biology, Ecology and Medicine
Oles Honchar Dnipro National University
72, Gagarin ave., Dnipro, 49000, Ukraine