



original article | UDC 636.09: 595.132: 636.98(282.247.32)  
| doi: 10.31210/visnyk2019.02.18

## SOME BIOCHEMICAL BLOOD SERUM PARAMETERS OF PREDATORY FISH DURING EUSTRONGYLIDOSIS

*S. L. Honcharov,*

ORCID ID: [0000-0001-7464-6689](https://orcid.org/0000-0001-7464-6689), E-mail: [sergeyvet85@ukr.net](mailto:sergeyvet85@ukr.net),

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Polkovnyka Potekhina Str., 16, Kyiv, 03041, Ukraine

The article presents the results of a study of biochemical changes in the serum of predatory fish species: pike perch – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), perch – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) and pike – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) with *eustrongylidosis*, which were caught in the waters of the Dnieper-Bug estuary in the delta of the Dnieper. The study was conducted in the period 2014–2018. According to our data, a decrease in the total protein content in the experimental group of perch was observed 1.36 times ( $p < 0.05$ ), pikes – 1.3 times ( $p < 0.05$ ), pike perch – 1.42 times ( $p < 0.05$ ). The level of albumin decreased in the research group of perch 1.95 times ( $p < 0.05$ ), pike – 1.4 times ( $p < 0.05$ ), pike perch – 1.61 times. The content of globulins in the serum of clinically healthy and diseased fish was also different, although the differences were less significant. This indicator reached the greatest difference in the groups of pike and pike perch: the concentration of globulins decreased in the experimental groups 1.31 times ( $p < 0.05$ ) (and also perch – 1.16 times ( $p < 0.05$ )). The amount  $\alpha$ -globulin serum of invaded perches was 2.2 % less ( $p < 0.05$ ) less than the number of  $\alpha$ -globulins in the perch of the control group. In the experimental group of pikes, according to our research, the number of  $\alpha$ -globulins was significantly reduced by 7,14 % ( $p < 0.05$ ), pikeperch – by 5.04 % ( $p < 0.05$ ). The number of  $\beta$ -globulins in the blood serum of the control and experimental groups It was found that the number of serum  $\beta$ -globulins infested by perches increased by 7.31 % ( $p < 0.05$ ), in pikes – by 6.47 % ( $p < 0.05$ ), and in pike perch – by 7.72 % ( $p < 0.05$ ). The fraction of serum  $\gamma$ -globulins slightly increased in the research group of invaded perch by 1.32 % ( $p < 0.05$ ), pike – by 4.64 % ( $p < 0.05$ ), pike perch – by 3.27 % ( $p < 0.05$ ), compared to fish in the control group. An increase in the activity of AST in perches was found – by 1.31 ( $p < 0.05$ ) times, pike – by 1.24 ( $p < 0.05$ ), times, and in perch – by 1.45 ( $p < 0.05$ ) times. In patients with perch, an increase in the activity of ALT was found to be 2.26 ( $p < 0.05$ ) times, pike and zander also increased – by 3.42 and 3.17 ( $p < 0.05$ ) times, respectively.

**Key words:** *Eustrongylides excisus*, nematodes, biochemical studies, blood serum.

## ДЕЯКІ БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СИРОВАТКИ КРОВІ ХИЖИХ РИБ, ХВОРИХ НА ЕУСТРОНГІЛІДОЗ

*С. Л. Гончаров,*

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Полковника Потехіна, 16, м. Київ, 03041, Україна

У статті представлені результати дослідження біохімічних змін сироватки крові хижих видів риб: судака – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), окуня – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) і щуки – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), хворих на еустронгілідоз, що були виловлені у водах Дніпро-Бузького лиману та дельти Дніпра. Дослідження тривали в період 2014–2018 років. За нашими даними, спостерігалось зменшення вмісту загального білка в дослідній групі окунів в 1,36 раза ( $p < 0,05$ ), щук – в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ), судаків – в 1,42 раза ( $p < 0,05$ ). Відсоток альбумінів у дослідній групі окунів зменшувався в 1,95 раза ( $p < 0,05$ ), щук – в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ), судаків – в 1,61 раза. Уміст глобулінів у

сироватці клінічно здорових і хворих риб також відрізнявся, хоча відмінності були менш значимими. Цей показник досягав найбільшої різниці у групах щук і судаків: концентрація глобулінів знижувалася в експериментальних групах в 1,31 раза ( $p < 0,05$ ), а в окуня – в 1,16 раза ( $p < 0,05$ ). Відсоток  $\alpha$ -глобулінів у сироватці крові інвазованих окунів була меншою на 2,2 % ( $p < 0,05$ ), щук – на 7,14 % ( $p < 0,05$ ), судака – на 5,04 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з рибами контрольної групи. За результатами проведених біохімічних досліджень виявлено, що кількість  $\beta$ -глобулінів сироватки крові інвазованих окунів зростала на 7,31 % ( $p < 0,05$ ), у щук – на 6,47 % ( $p < 0,05$ ), а в судаків – на 7,72 % ( $p < 0,05$ ). Відсоток гамма-глобулінів сироватки крові несуттєво підвищувався в дослідній групі інвазованих окунів на 1,32 % ( $p < 0,05$ ), щук – на 4,64 % ( $p < 0,05$ ), судаків – на 3,27 % ( $p < 0,05$ ). Встановлено збільшення активності АсАТ в сироватці крові хижих видів риб дослідної групи, а саме: в окунів – у 1,31 ( $p < 0,05$ ) раза, щук – у 1,24 ( $p < 0,05$ ) раза, а у судаків – у 1,45 ( $p < 0,05$ ) раза. Зареєстровано підвищення активності АлАТ у сироватці крові хворих на еустронгілідоз окунів у 2,26 ( $p < 0,05$ ) раза. Рівень активності АлАТ в сироватці крові інвазованих щук і судаків також збільшувався – у 3,42 та 3,17 раза відповідно, порівняно зі здоровими рибами.

**Ключові слова:** *Eustrongylides excisus*, нематоди, біохімічні дослідження, сироватка крові.

### НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ ХИЩНЫХ РЫБ ПРИ ЭУСТРОНГИЛИДОЗЕ

**С. Л. Гончаров,**

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, ул. Полковника Потехина, 16, 03041, г. Киев, Украина

В статье приведены результаты исследования биохимических изменений в сыворотке крови хищных видов рыб: судака – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), окуня обыкновенного – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) и щуки – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) при эустронгилидозе, которые были выловлены в акватории Днепро-Бугского лимана и дельты Днепра. Исследование проведено в период 2014–2018 гг. Выявлено, что при эустронгилидозе происходят значительные колебания содержания общего белка и белковых фракций в группе исследуемых рыб, которые были инвазированы возбудителем эустронгилидоза. На фоне значительных нарушений функционирования гепатопанкреаса отмечено нарушение соотношения альбуминов и глобулинов сыворотки крови по сравнению со здоровыми рыбами. Отмечено, что при паразитировании личинок нематоды *Eustrongylides excisus* в теле хищных рыб происходит снижение уровня мочевины и глюкозы сыворотки крови, а также повышение активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы, что свидетельствует о значительном патологическом воздействии паразитов на организм хозяина.

**Ключевые слова:** *Eustrongylides excisus*, нематоды, биохимические исследования, сыворотка крови.

#### Вступ

Паразитози є серйозною проблемою, з якою доводиться стикатися рибним господарствам, що розводять і вирощують товарну рибу, оскільки такі захворювання негативно позначаються на обсягах виробництва рибної продукції, не кажучи вже про її якість, саме від якості їх дослідження залежить рівень економічної ефективності галузі. Отже, постає важливе завдання з пошуку все нових і нових шляхів досягнення ефективного контролю за небезпечними паразитарними хворобами риб. Наразі стає актуальним вивчення ситуації щодо поширення небезпечних збудників, їх біології, патогенезу та особливостей перебігу паразитарних хвороб у риб.

Зважаючи на вищевикладене, надзвичайно важливим аспектом вивчення біохімічної сталості організму риб є дослідження показників сироватки крові. Динаміка біохімічних показників крові може слугувати маркером стану організму риб у штучних та природних водоймах, характеризувати якість та кількість споживання корму, щільність заселення природних акваторій, адаптивні здатності риб, інтенсивність дії антропогенних факторів [2].

З метою вивчення функціонального стану організму визначають активність ряду ферментів, зокрема: аланінамінотрансферази (АлАТ) та аспаратамінотрансферази (АсАТ). Задля цього ж визначають вміст загального білку та його окремі фракції, рівень глюкози та сечовини. Дослідження цих показників чітко відбиває зміни, які відбуваються в організмі під впливом екзогенних та ендогенних чинників. Зокрема, таким чинником можуть бути і паразити, коли під впливом продуктів їхньої жит-

тедіяльності в організмі хазяїна різко змінюється перебіг біохімічних процесів.

Нематоди *Eustrongylides excisus*, Jägerskiöld, 1909, належать до родини Dioctophymatidae та становлять потенційну загрозу здоров'ю людини [11]. Цей вид було виявлено й обґрунтовано Егершельдом 1909 року в результаті вивчення нематод, виявлених у залозистому шлунку бакланів [5].

Хижі види риб, такі як окунь, щука та судак, можуть слугувати елементом поширення цього збудника серед рибоїдних видів птахів [2, 13]. *Eustrongylides* spp. було визнано зоонозним паразитом, тобто небезпечним для людини. Зараження ним відбувається, якщо людина споживає недостатньо термічно оброблену рибу та рибні продукти [12].

Цей вид поширений у світі. Про реєстрацію *E. excisus* повідомлено у Сербії, Румунії, Туреччині, Бразилії, США, Італії, Ірані, Азербайджані, Чехії, Росії, а також і в Україні [11, 12, 13, 14, 15, 16].

За таких умов надзвичайно важливим є вивчення впливу паразита на організм проміжного хазяїна – риб. У доступних наукових джерелах літератури відсутня інформація про стан біохімічних процесів в організмі риб, хворих на еустронгілідоз. Тому, зважаючи на велику поширеність цього збудника у світі, його можливість інвазувати не лише тварин, але і людей, дані біохімічні дослідження сироватки крові риб становлять предмет зацікавлення науковців.

Отже, метою роботи було проведення біохімічних досліджень сироватки крові хижих видів риб (окуня, щуки та судака), що були спонтанно інвазовані збудником еустронгілідозу. Серед завдань досліджень: встановити можливі зміни деяких біохімічних показників сироватки крові хижих риб, хворих на еустронгілідоз, що були виловлені в акваторії Дніпро-Бузького лиману та дельти Дніпра.

### Матеріали і методи досліджень

Упродовж 2014–2018 років клініко-лабораторному дослідженню було піддано 981 екземпляр трьох видів хижих риб, а саме: окуня – 481 екз., судака – 203 екз. та щуки – 297 екз. Відбирали рибу під час проведення планових контрольних виловів, виловлювали її вудочками, а також купували у рибалок на місці вилову. Відбір зразків риби проводили вздовж берегової лінії Дніпро-Бузького лиману та дельти Дніпра, в адміністративних межах Миколаївської області (поблизу села Дніпровське Очаківського району та мису Аджігол) та у частині акваторії, що адміністративно розташована в Херсонській області (поблизу сіл Олександрівка, Станіслав та Софіївка Білозерського району; поблизу сіл Рибальче та Геройське Голопристанського району).

Визначення біохімічних показників крові проводили у 25 інвазованих збудником еустронгілідозу та 25 вільних від цієї інвазії риб кожного виду, а саме – окуня, щуки та судака. Риба, яка досліджувалася, була статевозрілою, переважно вікових категорій 3+ – 5+. Вік риби визначали за отолітами. Кров для дослідження відбиралася на місці вилову із серця риби за допомогою голки та шприца в суху пробірку. Після відбору та відстоювання крові її додатково центрифугували. Обирали сироватку крові без ознак гемолізу. Отриману сироватку використовували для проведення біохімічних досліджень: аналізу вмісту загального білка та його фракцій, активності АсАТ і АлАТ, визначення вмісту сечовини та глюкози. З метою проведення біохімічних досліджень крові хижих риб обиралися відповідні методики для цих випробувань [6]. Дослідження проводили на базі Миколаївської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби і на кафедрі паразитології та тропічної ветеринарії Національного університету біоресурсів та природокористування України, м. Київ. Для проведення біохімічних досліджень використовували автоматичний біохімічний аналізатор Mindray BA – 88 A (Китай) з наборами реагентів виробництва компанії «Diagnosticum Zrt.» (Угорщина). Вміст загального білка визначали біуретовою реакцією, а співвідношення його фракцій – за допомогою електрофорезу у поліакриламідному гелі. 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  $M \pm m$ .

### Результати досліджень та їх обговорення

Спираючись на результати біохімічних досліджень сироватки крові хижих видів риб, які були інвазовані збудником еустронгілідозу, можна дійти висновку, що ця паразитарна інвазія суттєво впливає на обмінні процеси в організмі хворих риб. Встановлено, що в сироватці крові досліджуваних риб вміст загального білка істотно знижувався, порівняно з рибами, що були вільні від личинок нематод *E. excisus*. За нашими даними, спостерігається зниження вмісту загального білка в дослідній групі окунів в 1,36 раза ( $p < 0,05$ ) (порівняно з контрольною групою –  $65,7 \pm 0,6$  г/л), щук – в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) (порівняно з контрольною групою –  $43,62 \pm 1,64$  г/л), судаків – в 1,42 раза ( $p < 0,05$ ) (порівняно з контрольною гру-

## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

пою –  $69,8 \pm 1,03$  г/л). Зокрема вміст загального білка в сироватці крові дослідних груп риб – окунів, щук та судаків, – як порівняти з контрольними групами, був достовірно нижчим – на 17,57; 11,38 і 20,84 ( $p < 0,01$ ) г/л відповідно.

Білки сироватки крові є динамічною системою: відбиваючи стан організму загалом, різних органів та їх систем, вони також надзвичайно швидко реагують на зміни ендогенних та екзогенних чинників [10]. Тому зниження вмісту загального білка в сироватці крові уражених риб свідчить про те, що паразитування личинок нематод позначається на білоксинтезуючій функції гепатопанкреаса риб, оскільки саме цьому органу в організмі відведена провідна роль у білковому обміні. Гепатопанкреас риб бере активну участь у процесах детоксикації організму та знешкодженні токсинів, які надходять до організму риб. Продукти обміну та життєдіяльності личинок нематод *E. excisus*, згідно з результатами лабораторних досліджень сироватки крові, спричинюють негативний вплив на організм хазяїна – хижих риб, про що у даному випадку свідчить наявність гіпопротеїнемії в окуня, щуки та судака.

Під поняттям «загальний білок» розуміємо сумарну кількість альбумінів та глобулінів, що перебувають у сироватці крові. Із загальної кількості білкових фракцій найбільшою групою білків, що синтезуються виключно гепатопанкреосом, є альбуміни. Функції, що їх виконують альбуміни сироватки крові в організмі, є надзвичайно різноманітними та багатогранними, зокрема вони задіяні у формуванні онкотичного та підтриманні колоїдно-осмотичного тисків крові, а також виконують провідну роль у перерозподілі рідини в організмі риб тощо [3]. Вміст альбумінів зменшувався у дослідній групі окунів в 1,95 раза ( $p < 0,05$ ) (порівняно з контрольною групою –  $32,5 \pm 0,04$  г/л), щук – в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ) (порівняно з контрольною групою –  $19,2 \pm 0,33$  г/л), судаків – в 1,61 рази (порівняно з контрольною групою –  $29,4 \pm 0,3$  г/л). Вміст альбумінів у сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, якщо порівняти з контролем, був достовірно нижчим – на 12,86; 5,56 і 11,15 ( $p < 0,01$ ) г/л відповідно.

Закономірно, що вміст загального білка зменшується найчастіше саме за рахунок зменшення фракції альбумінів крові. Альбуміни здатні майже безперешкодно проходити крізь стінку судин та накопичуватися в місці запалення у складі запального ексудату [3, 8]. Також зниження вмісту альбумінів спостерігається при ураженні гепатопанкреаса продуктами життєдіяльності личинок нематоди *E. excisus* та є ознакою хронічного ураження цього органу.

Відсотковий вміст альбумінів сироватки крові також чітко відображає порушення біохімічної сталості білків в організмі хижих риб за еустронгілідозної інвазії. У дослідних групах окунів, щук та судаків спостерігали вірогідне зменшення вмісту альбумінів у складі загального білка – на 6,43, 4,18, 5,04 % ( $p < 0,05$ ) відповідно, у порівнянні з контрольними групами риб зазначених видів (табл. 1).

### 1. Біохімічні показники сироватки крові хижих видів риб за еустронгілідозу, $n=150$ , $M \pm m$ ; $p < 0,05$

Показники	Групи окунів $n=50$		Групи щук $n=50$		Групи судаків $n=50$	
	контроль-на	дослідна	контроль-на	дослідна	контроль-на	дослідна
Загальний білок, г/л	$65,7 \pm 0,6$	$48,13 \pm 1,09$	$43,62 \pm 1,64$	$32,24 \pm 2,03$	$69,8 \pm 1,03$	$48,96 \pm 1,73$
Альбуміни, г/л	$32,5 \pm 0,04$	$19,64 \pm 0,27$	$19,2 \pm 0,33$	$13,64 \pm 0,14$	$29,4 \pm 0,3$	$18,25 \pm 0,74$
Загальні глобуліни, г/л	$33,2 \pm 0,6$	$28,49 \pm 0,43$	$24,42 \pm 0,93$	$18,6 \pm 0,82$	$40,4 \pm 0,04$	$30,71 \pm 0,99$
Альбуміни, %	$47,24 \pm 0,79$	$40,81 \pm 1,31$	$44,02 \pm 1,41$	$39,84 \pm 1,61$	$42,12 \pm 1,73$	$37,28 \pm 1,64$
$\alpha$ -глобуліни, %	$21,3 \pm 0,54$	$19,1 \pm 1,67$	$12,11 \pm 1,65$	$4,97 \pm 1,11$	$11,3 \pm 0,83$	$5,15 \pm 1,87$
$\beta$ -глобуліни, %	$12,11 \pm 0,63$	$19,42 \pm 1,01$	$13,23 \pm 1,73$	$19,7 \pm 1,96$	$12,38 \pm 1,61$	$20,1 \pm 1,23$
$\gamma$ -глобуліни, %	$19,35 \pm 0,84$	$20,67 \pm 1,17$	$30,64 \pm 2,32$	$35,49 \pm 1,02$	$34,2 \pm 2,96$	$37,47 \pm 1,93$
Коефіцієнт А/Г	0,97	0,68	0,78	0,73	0,73	0,59
АсАТ, Од/л	$56,6 \pm 1,02$	$74,2 \pm 1,36$	$78,29 \pm 3,10$	$97,2 \pm 4,02$	$65,76 \pm 2,54$	$95,2 \pm 5,14$
АлАТ, Од/л	$40,78 \pm 1,14$	$92,41 \pm 1,23$	$20,24 \pm 2,01$	$69,23 \pm 1,87$	$23,46 \pm 2,08$	$74,52 \pm 3,17$
Коефіцієнт де Рітца	$1,38 \pm 0,13$	$0,8 \pm 0,04$	$3,86 \pm 0,18$	$1,4 \pm 0,03$	$2,8 \pm 0,07$	$1,27 \pm 0,11$
Сечовина, ммоль/л	$7,4 \pm 0,08$	$4,3 \pm 1,04$	$6,8 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,48$	$5,9 \pm 0,38$	$4,12 \pm 0,3$
Глюкоза, ммоль/л	$11,24 \pm 0,24$	$8,72 \pm 0,56$	$3,74 \pm 0,47$	$2,66 \pm 0,17$	$6,98 \pm 0,13$	$4,89 \pm 0,15$

Уміст глобулінів у сироватці крові клінічно здорової та хворої риби також відрізнявся, хоча відмінності були менш суттєвими. Найбільшої різниці цей показник сягав у групах щук і судаків: відсоток глобулінів зменшувався в дослідних групах в 1,31 раза ( $p < 0,05$ ) (порівняно з контрольними групами –  $24,42 \pm 0,93$  і  $40,4 \pm 0,04$  г/л відповідно), а також окунів – в 1,16 раза ( $p < 0,05$ ) (порівняно з контрольною групою –  $33,2 \pm 0,6$  г/л). Отже, уміст глобулінів у сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, порівняно з вільними від інвазії, був достовірно нижчим – на 4,71; 5,82 і 9,69 ( $p < 0,05$ ) г/л відповідно. Зменшення кількості загальних глобулінів є свідченням затяжних інтоксикацій та дистрофічних процесів у гепатопанкреасі хворих риб, оскільки значна кількість глобулінових фракцій білка синтезується саме в ньому.

Відсоткове співвідношення протеїнових фракцій сироватки крові чітко вказує на особливості білкового гомеостазу в таких пойкилотермних істот, як риби [1, 7]. Відмінність між показниками білкових фракцій у групах риб, що інвазовані збудником еустронгілідозу, і тих, що є вільними від цієї хвороби, свідчить про безпосередній вплив личинок нематої *E. excisus* на обмінні процеси в організмі хворої риби, зокрема на обмін та синтез білка і його фракцій. Відсоток  $\alpha$ -глобулінів у сироватці крові інвазованих окунів була на 2,2 % ( $p < 0,05$ ) меншою проти  $\alpha$ -глобулінів сироватки крові окунів контрольної групи. Хворим на еустронгілідоз шукам також характерна зміна кількісного складу білкових фракцій у сироватці крові, зокрема, зменшенням відсотку  $\alpha$ -глобулінів. У дослідній групі щук, згідно з нашими дослідженнями, уміст  $\alpha$ -глобулінів вірогідно зменшувався на 7,14 % ( $p < 0,05$ ), якщо порівняти з контрольною групою риб. У особин судака дослідної групи також відзначали зменшення умісту  $\alpha$ -глобулінів сироватки крові на 5,04 % ( $p < 0,05$ ) відносно до судаків контрольної групи. Зменшення умісту  $\alpha$ -глобулінів у дослідних групах окунів, щук та судаків указує на порушення білоксинтезуючої функції в організмі інвазованих риб, що найчастіше виникають як результат тяжких дистрофічних змін гепатопанкреасу. Необхідно зазначити, що зменшення вмісту  $\alpha$ -глобулінів сироватки крові дослідної групи окунів є відносно статистично незначущими в репрезентативній оцінці результатів. За нашими дослідженнями сироватки крові щук і судаків негативний вплив гельмінтів на організм хазяїна більш чітко відстежується у вигляді суттєвих відмінностей в умісті  $\alpha$ -глобулінів у різних групах риб.

Відсоток  $\beta$ -глобулінів у сироватці крові контрольної та дослідної груп характеризувався незначною різницею у показниках. За результатами проведених нами біохімічних досліджень встановлено, що уміст  $\beta$ -глобулінів сироватки крові інвазованих окунів зростала на 7,31 % ( $p < 0,05$ ), у щук – на 6,47 % ( $p < 0,05$ ), а у судаків – на 7,72 % ( $p < 0,05$ ). Такі результати дозволяють стверджувати, що еустронгілідоз хижих риб, як правило, проходить за типом хронічного запалення. Незважаючи на те, що, вочевидь, продукти життєдіяльності гельмінтів спричиняють стан гострої інтоксикації організму риб та подальші дистрофічні процеси гепатопанкреаса, що позначається на білоксинтезуючій функції останнього, уміст  $\beta$ -глобулінів сироватки крові зазнавав незначного підвищення. Ймовірно, це пов'язано із тим, що переважна кількість глобулінів цієї фракції синтезується гепатопанкреасом, але певна кількість – іншими системами, такими як макрофагально-моноцитарна тощо [3]. Ці системи і дають можливість реагувати підвищенням умісту  $\beta$ -глобулінів на проникнення гельмінта до організму риб, виникнення та перебіг запальних процесів, а також подальший розвиток паразитарної хвороби.

Фракція  $\gamma$ -глобулінів сироватки крові незначно підвищувалась у дослідній групі інвазованих окунів на 1,32 % ( $p < 0,05$ ), порівняно із рибами контрольної групи цього виду. У щук уміст  $\gamma$ -глобулінів сироватки крові також зазнавали підвищення на 4,64 % ( $p < 0,05$ ), порівняно із щуками, які були здоровими та не мали ураження личинками нематод *E. excisus*. Відсоток  $\gamma$ -глобулінів сироватки крові судаків дослідної групи збільшувався на 3,27 % ( $p < 0,05$ ), порівняно із рибами контрольної групи. Зазначена фракція білків здебільшого представлена імуноглобулінами, які в основному й формують гуморальний захист організму риб. Проникаючи до організму риб, паразит стимулює підвищення рівня антитіл. Проте стимулювати лімфоїдні лінії паразити повноцінно не здатні, а тому і формувати специфічного імунітету не можуть.

Паразити доволі специфічно впливають на імунну систему хазяїна – призводять до імуносупресій та вторинних імунодефіцитів [18]. Під час міграції личинки нематод *E. excisus* достатньо активно механічно травмують оточуючі тканини та на своїй поверхні інокулюють значну кількість мікроорганізмів. Мікроби, що потрапляють до внутрішнього середовища риб, додатково ускладнюють перебіг запального процесу. Необхідно зазначити, що запалення є одним із видів захисту організму на клітинному та гуморальному рівнях, який розвинувся та вдосконалився у процесі еволюції. Свого часу академік К. І. Скрябін, висловлюючи власну думку щодо паразитизму, говорив: «Гельмінтозна інвазія



відчиняє ворота для збудників інфекцій» [2].

Локалізуючись у тканинах організму, личинки паразита, безперечно, відчувають вплив захисних елементів організму риб – реакція клітин білої крові на проникнення ксеногенного об'єкту; запуск механізмів, що ґрунтуються на специфічних та неспецифічних факторах захисту; ізоляція і подальша елімінація в навколишнє середовище тощо. Але і реакція паразита в організмі є подібною – намагання якнайшвидше пристосуватися до нових екстремальних умов існування. Паразит має багато різних елементів адаптації: формування захисної капсули (особливо чітко це відстежується у метацеркаріїв трематод), через яку майже неможливе потрапляння імунних тіл; формування максимально інертного «антигенного фону» для того, щоб якнайдовше бути «непоміченим» в організмі хазяїна [13]. Тому імуносупресія, на нашу думку, є одним із пристосувань гельмінтів та їх личинок до найбільш комфортних умов співіснування, яке виникло у процесі коєволюції паразита та хазяїна.

Альбуміново-глобуліновий коефіцієнт сироватки крові окуня річкового знижувався на 0,29 ( $p < 0,05$ ), порівняно з рибами контрольної групи. Значення альбуміново-глобулінового коефіцієнта також знижувалося в сироватці крові інвазованих збудником еустронгілідозу щук і судаків – на 0,05 та 0,14 ( $p < 0,05$ ) відповідно, порівняно з рибами контрольної групи, що були вільними від цієї хвороби. Отримані результати свідчать про значні зрушення у білоксинтезуючій функції гепатопанкреасу на фоні хронічної інтоксикації продуктами життєдіяльності паразита.

При визначенні активності АсАТ у сироватці крові хижих видів риб дослідної групи було виявлено збільшення активності останньої у окунів – у 1,31 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $56,6 \pm 1,02$  Од/л), щук – у 1,24 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $78,29 \pm 3,10$  Од/л), а в судаків – у 1,45 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $65,76 \pm 2,54$  Од/л). Отже, активність АсАТ у сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, проти вільної від інвазії, була достовірно вищою – на 17,6; 18,91 і 29,44 ( $p < 0,05$ ) Од/л відповідно.

За результатами визначення активності АлАТ у сироватці крові інвазованих збудником еустронгілідозу окунів було встановлено підвищення активності АлАТ у 2,26 ( $p < 0,05$ ) раза, порівняно з контрольною групою ( $40,78 \pm 1,14$  Од/л). Рівень активності АлАТ у сироватці крові уражених щук і судаків також збільшувався – у 3,42 та 3,17 раза відповідно, порівняно зі здоровими рибами ( $20,24 \pm 2,01$  та  $23,46 \pm 2,08$  Од/л відповідно). Своєю чергою, рівень активності АлАТ у сироватці крові інвазованих хижих риб (окунів, щук і судаків) підвищувався на 51,96, 49,19 та 51,06 ( $p < 0,05$ ) Од/л відповідно, порівняно з групами риб, які були вільними від личинок нематоди *E. excisus*.

Відомо, що рівень активності таких ензимів, як АсАТ та АлАТ, відображає глибину патологічних процесів та пошкоджень м'язової тканини, гепатопанкреаса та інших внутрішніх органів риб [4]. Переважання активності АсАТ над АлАТ є свідченням переважання процесів дисиміляції над асиміляцією [1]. Причому потрібно відзначити, що така специфіка обмінних процесів відстежується в усіх трьох досліджуваних видах риб. Тому можна дійти висновку, що ураження риби збудником еустронгілідозу не має надмірного впливу на перебіг деяких метаболічних процесів в організмі хворої риби, оскільки ані в контрольній групі риб, ані в дослідній, співвідношення активності зазначених ферментів не змінювалося.

Зважаючи на результати наших досліджень, ми дійшли висновку, що визначати єдину фізіологічну норму у співвідношенні АсАТ до АлАТ, тобто коефіцієнт де Рітіса, є недоцільним, оскільки в контрольних групах різних видів хижих видів риб вони мали значні коливання. В окунів контрольної групи значення цього показника становило  $1,38 \pm 0,13$ , у щук –  $3,86 \pm 0,18$ , а в судака –  $2,8 \pm 0,07$  ( $p < 0,05$ ). Коливання значні, тому визначати певну фізіологічну константу коефіцієнта де Рітіса в окремих досліджуваних видах риб більш доцільно за сумарним відносним показником контрольної групи риб, з урахуванням стандартних значень та відхилень. Так, значення коефіцієнту де Рітіса в дослідній групі окунів знижувалося, порівняно з контрольною, на 0,58 та становило  $0,8 \pm 0,04$  ( $p < 0,05$ ); у щук цей показник знижувався на 2,46 та становив  $1,4 \pm 0,03$ ; у судаків – на 1,53 і становив  $1,27 \pm 0,11$  ( $p < 0,05$ ). Ураховуючи зазначене, можна зробити висновок, що в усіх трьох досліджуваних видів риб, які були заражені личинками нематоди *E. excisus*, спостерігали зниження цього коефіцієнта, що є свідченням важкого ураження гепатопанкреаса.

Здійснюючи аналіз біохімічних показників, необхідно обов'язково брати до уваги низку чинників, що можуть значно впливати на активність ензимів сироватки крові риб, білків та їх фракцій, а саме: сезон року, вид риб (зважаючи на специфіку обмінних процесів), локалітети та ареали поширення екземплярів, які відбирали для дослідження тощо.

Визначаючи вміст сечовини в сироватці крові уражених окунів, було встановлено зменшення кі-

лькості останньої у 1,72 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $7,4 \pm 0,08$  ммоль/л), щук – в 1,65 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $6,8 \pm 0,3$  ммоль/л), а у судаків – в 1,43 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $5,9 \pm 0,38$  ммоль/л). Тому кількісний вміст сечовини в сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, порівняно зі здоровими рибами, був вірогідно нижчим на 3,1; 2,7 і 1,78 ( $p < 0,05$ ) ммоль/л відповідно. Зменшення кількості сечовини в сироватці крові уражених риб є свідченням негативного впливу паразитів на організм хазяїна, а саме на гепатопанкреас. Потрібно брати до уваги, що основним типом живлення окунів, щук і судаків є білковий тип, оскільки дані види є хижаками, тому в процесі білкового обміну одним з побічних та токсичних продуктів є аміак. Аміак під час детоксикації та певних біохімічних перетворень у гепатопанкреасі утворює менш токсичну сполуку – сечовину [3]. Тому зменшення кількості сечовини в сироватці крові дослідної групи риб слід розглядати як глибокі порушення функції гепатопанкреаса, що, ймовірно, поглиблюються зростаючою концентрацією вторинних продуктів протеїнового хімізму.

Аналізуючи вміст глюкози в сироватці крові дослідної групи окунів, щук та судаків, відмічали зменшення останньої. Вміст глюкози у дослідній групі окунів знижувався в 1,29 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $11,24 \pm 0,24$  ммоль/л.), щук – в 1,4 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $3,74 \pm 0,47$  ммоль/л.), а в судаків – в 1,42 ( $p < 0,05$ ) раза (порівняно з контрольною групою –  $6,98 \pm 0,13$  ммоль/л.). Уміст глюкози в сироватці крові інвазованих збудником еустронгілідозу хижих риб, порівняно зі здоровими рибами, був вірогідно нижчим серед окунів – на 2,52; щук – на 1,4 і судаків – на 1,42 ( $p < 0,05$ ) ммоль/л. Зниження рівня глюкози сироватки крові заражених риб, порівняно із здоровими, дозволяє дійти висновку, що зміни відбуваються за рахунок негативного впливу паразитів на організм риб. Патологічний вплив, спричинений продуктами життєдіяльності паразитів, ймовірно, призводить до зниження активності полювання та споживання корму хижими рибами. Варто також відзначити, що рівень глюкози, вочевидь, відбиває не лише інтенсивність полювання, але і стан кормової бази. Наприклад, серед окуня річкового є популяції мілководного окуня, так званого «трав'яного», основу раціону якого переважно складають безхребетні організми, зокрема й олігохети – проміжні хазяї нематоди *E. excisus* [8, 9]. Однак такі коливання вмісту глюкози сироватки крові в межах виду та популяції є ознакою недосконалої регуляційних систем нижчих хребетних тварин, якими є риби. Тож, аналізуючи рівень глюкози, зважаємо також і на цей факт.

Зважаючи на вищезазначене, логічно було б припустити, що інвазування хижих риб личинками нематоди *E. excisus* спричиняє поведінкові зміни, які позначаються на активності полювання та забезпеченні організму поживними речовинами. Такий факт може слугувати підтвердженням «стратегії» паразита – максимальне збереження енергетичних матеріалів для власного споживання та забезпечення інтенсивного росту і розвитку нематод у тілі хазяїна.

### Висновки

За результатами біохімічних досліджень сироватки крові інвазованих збудником еустронгілідозу та вільних від цієї інвазії хижих риб (окунів, щук та судаків) можна дійти висновку, що паразит чинить значний патологічний вплив на організм хазяїна. Паразиткування личинок нематоди *E. excisus* супроводжується гіпопротеїнемією, гіпоальбумінемією та гіпоглобулінемією. Співвідношення фракцій білка також зазнавало змін, а саме відбувалося зниження відсотку  $\alpha$ - та  $\beta$ -глобулінів, незначне збільшення вмісту  $\gamma$ -глобулінів сироватки крові хворих риб. Альбуміново-глобуліновий коефіцієнт у дослідній групі риб також знижувався, з чого можна зробити висновок про порушення співвідношення цих білкових фракцій, тобто диспротеїнемію. Рівень активності АсАТ і АлАТ в ураженій групі хижих риб збільшувався, порівняно із контрольними групами риб. Відповідно, зміни проявлялися і у співвідношенні активності зазначених ензимів, коефіцієнті де Рітса, який у дослідних групах зменшувався, якщо порівняти результат дослідження із контрольними групами. Результатом порушення функції гепатопанкреаса уражених паразитом окунів, щук і судаків стало зниження вмісту сечовини у сироватці крові. Також серед хворих риб спостерігається зниження вмісту глюкози. Отже, отримані результати лабораторних досліджень указують на те, що продукти життєдіяльності паразита суттєво впливають на перебіг біохімічних процесів в організмі інвазованих хижих риб.

### Reference

1. Berestovskiy, E. G., & Erohina, I. A. (2017). Osobennosti metabolizma schuki (*Esox lucius L.*) v tundrovyyih i lesotundrovyyih ozeorah Murmanskoy oblasti. *Arctic Environmental Research*, 17 (1), 21–29 [in Russian].

2. Byihovskaya-Pavlovskaya, I. E. (1985). *Parazity ryib : Rukovodstvo po izucheniyu*. Leningrad: Nauka [in Russian].
3. Levchenko, V. I., Vlizlo, V. V., & Kondrahin, I. P. (2002). *Veterinarna klinichna biohimIya*. V. I. Levchenko & V. L. Galyas (Ed.). Bila Tserkva [in Ukrainian].
4. Guliev, R. A., Melyakin, E. I. (2014). Nekotorye biohimicheskie pokazateli krovi ryib deltyi Volgi. *Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe hazyaystvo*, 2, 85–91 [in Russian].
5. Karmanova, E. M. (1968). *Dioktifimidei zhivotnyih i cheloveka i vyizyivaemye imi zabolevaniya*. Moskva: Nauka [in Russian].
6. *Metodika morfo-fiziologicheskikh i biohimicheskikh issledovaniy ryib* (1972). Moskva: [in Russian].
7. Musaev, B. S., Muradova, G. R., Rabadanova, A. I., Chalaeva, S. A. (2009). Biohimicheskie pokazateli krovi kak markeryi razvitiya oksidativnogo stressa v organizme segoletok karpa (*Cyprinus caprio* L.) v usloviyah intoksikatsii vodnoy sredy ionami svintsa. *Izvestiya Samarskogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, Vol. 11, 1 (5), 1087–1090 [in Russian].
8. Plisetskaya, E. M. (1975). *Gormonalnaya regulyatsiya uglevodnogo obmena u nizshih pozvonochnyih*. Leningrad [in Russian].
9. Popova, O. A. (1979) Pitanie i pischevnye vzaimootnosheniya sudaka, okunya i ersha v vodoyomah raznyih shirot. *Izmenchivost ryib presnovodnyih ekosistem*. Moskva: Nauka [in Russian].
10. Shulman, G. E., Abolmasova, G. I., Stobov, A. Ya. (1993) Ispolzovanie belka v energeticheskom obmene gidrobiontov. *Uspehi sovrem. biologii*, 113 (5), 576–586 [in Russian].
11. 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.
12. Cole, R. (2013). *Field Manual of Wildlife Diseases. General Field Procedures and Diseases of Birds*. 223–228.
13. Goncharov, S. L., Soroka, N. M., Pashkevich, I. Y., Dubovyi, A. I., & Bondar, A. O. (2018). Infection of Predatory Fish with Larvae of *Eustrongylides excisus* (Nematoda, Dioctophymatidae) in the Delta of the Dnipro River and the Dnipro-Buh Estuary in Southern Ukraine. *Vestnik Zoologii*, 52 (2), 137–144. doi:10.2478/vzoo-2018-0015.
14. Lichtenfels, J. R., Stroup, C. F. (1985). *Eustrongylides* sp. (Nematoda: Dioctophymatoidea): First Report of an Invertebrate Host (Oligochaeta: Tubificidae) in North America. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 52 (2), 320–323.
15. Narr, L. L., O'Donnell, J. G., Libster, B., Alessi, P., & Abraham, D. (1996). *Eustrongylidiasis*-A parasitic infection acquired by eating live minnows. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 96 (7), 400. doi:10.7556/jaoa.1996.96.7.400.
16. Novakov, N., Bjelic-Cabrilo, O., Circovic, M., & Jubojevnik, D. (2013). *Eustrongylidosis* of European Catfish (*Siluris glanis*). *Bulg. J. Agric. Sci.*, 1, 72–76.
17. Pazooki, J., Masoumian, M., Yahyazadeh, M., Abbasi, J. (2007). Metazoan Parasites from Freshwater Fishes of Northwest Iran. *J. Agric. Sci. Technol.*, 9, 25–33.
18. Soyly, E. (2013). Metazoan Parasites of Perch *Perca fluviatilis* L. From Lake Sığircı, Ipsala, Turkey. *Pakistan J. Zool.*, 45 (1), 47–52.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2019 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Гончаров С. Л. Деякі біохімічні показники сироватки крові хижих риб за еустронгілідозу. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 140–147.

© Гончаров Сергій Леонідович, 2019