

ПАРАЗИТАРНІ ХВОРОБИ

УДК 574.5/.6(477.7)

Вплив деяких біотичних та абіотичних чинників на стан паразитофауни гідробіонтів природних водойм Півдня України

Гончаров С.Л. 

Національний університет біоресурсів і природокористування України

 E-mail: sergeyvet85@ukr.net



Гончаров С.Л. Вплив деяких біотичних та абіотичних чинників на стан паразитофауни гідробіонтів природних водойм Півдня України. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2019. № 2. С. 60–70.

Goncharov S.L. Vplyv dejakyh biotychnyh ta abiotychnyh chynnykiv na stan parazytofauny gidrobiontiv pryrodnyh vodojm Pivdnja Ukrainy. Naukovyj visnyk veterynarnoi medycyny, 2019. № 2. PP. 60–70.

Рукопис отримано: 16.09.2019р.

Прийнято: 02.10.2019р.

Затверджено до друку: 17.12.2019р.

doi: 10.33245/2310-4902-2019-152-2-60-70

Наведено результати наукових досліджень, що були виконані протягом 2018–2019 років. З цією метою проводили іхтіопатологічні дослідження 198 бичкових риб: *Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814, *Mesogobius batrachosephalus* Pallas, 1814, *Neogobius melanostomum* Pallas, 1814, а також хижих риб у кількості 78 екземплярів: *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758, *Esox lucius* Linnaeus, 1758, що були виловлені в акваторії Дніпро-Бузького лиману, поблизу села Дніпровське та мису Аджігол, Миколаївської області. Середній показник екстенсивності інвазії серед бичкових риб Дніпро-Бузького лиману за криптокотиліозу у червні становив 26,6 %, а найбільший показник інтенсивності інвазії складав 94–157 метацеркарій криптокотиліосів. Після заморів у липні 2018 року відмічали зменшення популяції риб родини *Gobiidae* на 114,2 %. Показник ураження бичкових риб збудником криптокотиліозу набув максимального значення у серпні та становив 60,3 %, а амплітуда інтенсивності інвазії була в межах 102–211 метацеркарій. У червні показник зараження хижих видів риб (окунь, щука, судак) збудником еустронгілідозу був на рівні 63,8 %, а інтенсивність інвазії характеризувалась найбільшими показниками у щуки звичайної – 1–8 личинок нематод. Зменшення кількості виловлених хижих риб на 47,8 % відмічали після заморних явищ в акваторії Дніпро-Бузького лиману. Екстенсивність інвазії за еустронгілідозу у серпні була 84,3 %, а показники інтенсивності інвазії в межах 2–12 паразитів. Встановлена роль рибоїдних птахів у формуванні природних осередків криптокотиліозної та еустронгілідозної інвазії серед основних промислових риб Дніпро-Бузького лиману.

Окремо проводили гідрохімічні дослідження води з акваторії Дніпро-Бузького лиману з метою встановлення масової загибелі риби у липні 2018 року. За результатами гідрохімічних досліджень Дніпро-Бузького лиману у липні, виявлено невідповідність за показниками: рН, кисень, вільний аміак, нітрит-іон, загальна твердість відповідно до чинного нормативно-правового документа. Невідповідність гідрохімічного режиму стало причиною заморних явищ водних біоресурсів. Виявлено вплив абіотичних та біотичних чинників на стан паразитофауни досліджуваних риб природних водойм Півдня України.

Ключові слова: бичкові риби, хижі риби, абіотичні та біотичні чинники, криптокотиліоз, еустронгілідоз.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. Паразитизм – одна із найбільш успішних форм існування організмів, про що свідчить велике видове різноманіття паразитів та значення цього явища в еволюції. Склад паразитофауни визначається

комплексом зв'язків, з яких головну роль відіграють видове різноманіття і чисельність кінцевих та проміжних хазяїв.

Організми, що вільно існують у навколишньому середовищі, неминуче контактують та взаємодіють із біотичними та абіотичними чин-

никами навколишнього середовища біотопу. Водночас взаємодія паразита із середовищем біотопу покладається на хазяїна, хоч в більшості і опосередковано. Стосовно явища паразито-хазяїнних відносин Мошковський Ш. Д. (1946) писав: «організм, що веде паразитичний спосіб життя перекладає тягар регуляції відносин із зовнішнім середовищем на організм хазяїна, через нього регулює і отримання паразитом поживних речовин, що є одним із найважливіших факторів існування останнього» [5].

Особливості впливу паразита на організм хазяїна залежать від низки умов: з однієї сторони, від виду паразита, його морфологічних особливостей та патогенності, а з іншої – від видової специфіки хазяїна, висоти його організації, локалізації паразита в певних тканинах і органах, а також від того, наскільки швидко хазяїн реагує на вплив паразита [1, 12].

Із усіх видів біотичного впливу на стан паразитофауни гідробіонтів, найбільш чітко відчутне антропогенне навантаження, яке здійснюється на водойми. Найчастіше відчують вплив, що пов'язаний з надходженням надлишкової кількості біогенних речовин, внаслідок чого починається евтрофування – процес, що за короткий строк призводить до збільшення рівня біопродуктивності й порушення збалансованості екосистеми. Наслідки такого впливу негативно проявляються у надмірному розвитку фітопланктону (насамперед – ціанопрокаріот), яке називається «цвітінням». Даний процес вкрай негативно відображається на якості води та знижує рекреаційну цінність водойм. Головна небезпека евтрофування полягає в тому, що воно майже незворотне, оскільки призводить до внутрішніх, докорінних змін в екосистемі водойми.

Так званому «цвітінню» сприяє незначний водообмін, утворення застійних із слабкою проточністю зон; надлишковий вміст азотистих та фосфорних компонентів, органічних сполук, які слугують поживним середовищем для синьо-зелених водоростей [2].

Під час «цвітіння» відбувається зміна фізико-хімічних властивостей води, зокрема вода набуває вкрай неприємного запаху, різко знижується вміст розчинного кисню, активізуються анаеробні процеси, що призводять, у кінцевому результаті, до заморних явищ риби та інших гідробіонтів (молюсків, ракоподібних тощо). Поведінка риб зазнає суттєвих змін: з'являється атаксія, спостерігають явища ураження нервової системи, пригнічення дихальних та, як наслідок, окисно-відновлювальних процесів організму з наступною загибеллю риби [14].

Деякі паразити використовують як проміжних хазяїв окремі види зообентосу (мо-

люсків, олігохет) та мають диференційований цикл розвитку. Дані гельмінти є індикаторами підвищення концентрації біогенних елементів у водоймах, тобто – евтрофування. До групи паразитів із диференційованим життєвим циклом можна віднести трематод родини *Heterophyidae*, а також нематод родини *Diocotylomatidae* [8, 16, 17].

До чинників абіотичного впливу слід віднести й накопичення у донному осаді нафтопродуктів, а у воді – деяких важких металів (цинк, кобальт, кадмій, плумбум).

Усі хімічні речовини, у тому числі і важкі метали, що потрапляють із зовнішнього середовища в біологічну систему, в кінцевому результаті неминуче вступають у фізико-хімічні реакції з численними біохімічними компонентами клітин. Тим не менш, у складній біохімічній системі будь-якого організму, незалежно від його місця в еволюційній ієрархії, наявні вузлові біохімічні системи, пошкодження яких можуть розглядатися як прогностичний показник неминучості розвитку незворотніх деструктивних процесів [13, 15].

Наявність даних забруднювачів у воді, навіть у незначних концентраціях, вкрай негативно відображається як на загальному стані організму, так і на бар'єрних функціях шкіри та біохімічному складі слизу риб, що зумовлює більш вільне інвазування риби збудниками паразитарних хвороб [9].

Чинниками біотичного напряму, що безпосередньо можуть впливати на поширеність гельмінтів серед іхтіофауни природних водойм – є проміжні, додаткові (резервуарні) та дефінітивні хазяї, що беруть безпосередню участь у життєвому циклі окремо взятої таксономічної одиниці. Так, для трематод родини *Heterophyidae* (*Cryptocotyle cancanum* Crepl, 1825 та *Cryptocotyle jejuna* Nicoll, 1907) проміжними хазяями є молюски *Hydrobia ulvae* (*Peringia ulvae*) Pennant, 1777, а дефінітивними – рибоїдні птахи, морські ссавці, собаки, а також людина. У нематод родини *Diocotylomatidae*, зокрема *Eustrongylides excisus* (Jägerskiöld, 1909), роль проміжних хазяїв виконують водні олігохети родини *Tubificidae* та *Lumbriculidae*, в яких паразити розвиваються в перший та другий личинковий періоди. Додатковим або другим проміжним хазяїном є планктонно- та бентосодні види риб. *E. excisus* як резервуарний хазяїн може використовувати деяких амфібій та рептилій: озерну жабу (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) або велетенську ропуху (*Rhinella marina* Linnaeus, 1758), а також водяного вука (*Natrix tesselata* Laurenti, 1768). Дефінітивними хазяями для

даних нематод є рибоїдні птахи, морські ссавці та люди [8, 16, 17].

Збільшення кількості органічних речовин та їх накопичення у водоймі призводить до формування кормової бази для проміжних хазяїв зазначених паразитів: моллюсків, олігохет та інших представників бентосу. Забруднення водойм органічними рештками, перенасичення біогенними елементами – є підґрунтям для поширення паразитозів серед іхтіофауни природних водойм [17].

Окреме, в більшості вирішальне значення для поширення паразитів іхтіофауни мають рибоїдні птахи, які під час сезонних міграцій поширюють деяких гельмінтів далеко за ареали територій, де їх раніше не реєстрували та формують природні вогнища інвазії. Переважною причиною змін напрямів міграційних шляхів перелітних птахів та часу перебування їх на місцях стоянок є кліматичні зміни, що пов'язані із глобальним потеплінням у світі. Як повідомляє Організація об'єднаних націй в період 1880–2012 років середня глобальна температура зросла на 0,85 °C.

Під час весняних міграцій південні види птахів можуть «перелітати» північний кордон свого нормального поширення і з'явитися в гніздовий час в більш північних широтах, де зазвичай їх не реєструють. Таким міграціям південних видів птахів сприяє висока температура повітря весною. Навпаки, за скороченого весняного перельоту, види птахів, які звичайно існують в більш північних місцевостях, можуть осідати та гніздуватися в більш південних широтах. Такі випадки відбуваються при затяжних прохолодних веснах [10].

Таким чином, подовження або скорочення міграційних шляхів птахів навесні під впливом метеорологічних умов на кордоні ареалів поширення можуть бути досить суттєвими зоогеографічними чинниками, які впливають на якісний та кількісний склад фауни птахів. Досить теплі та вологі зими Півдня України дозволяють деяким рибоїдним птахам не здійснювати щорічні сезонні міграції.

Даний факт безпосередньо відображається на стані гельмінтофауни водойм та місцевостей, що задіяні в міграційному маршруті основних дефінітивних хазяїв збудника криптокотильозу та еустронгілідозу – рибоїдних птахів.

Усе наведене вище стало підставою для проведення досліджень з вивчення впливу абіотичних та біотичних чинників на поширення криптокотильозу та еустронгілідозу серед іхтіофауни природних водойм Півдня України.

Мета роботи полягала у дослідженні впливу чинників біотичного та абіотичного прояву на процеси поширення та формування

осередків паразитофауни гідробіонтів природних водойм Півдня України.

Матеріал і методи досліджень. Упродовж червня–серпня 2018 року було досліджено 78 екземплярів трьох видів хижих риб, а саме: окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) – 37 екз., судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) – 26 екз. та щуки (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) – 15 екз., а також 198 екземплярів риб родини Gobiidae: бичка-пісочника (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814) – 155 екз., бичка-мартовика (*Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814) – 31 екз. та бичка-кругляка (*Neogobius melanostomum* Pallas, 1814) – 12 екз. Відбирали рибу під час проведення планових контрольних обловів, відловлювали її вудочками, а також купляли у рибалок на місці вилову. Відбір зразків риби проводили вздовж берегової лінії Дніпро-Бузького лиману, в адміністративних межах Миколаївської області (поблизу села Дніпровське Очаківського району – 46°37'48.45" N, 31°51'43.72" E, мис Аджігол – 46°37'01.98" N, 31°47'13.41" E) (рис. 1).

Клінічне дослідження проводили шляхом огляду поверхні луски та шкірних покривів. Окремо досліджували ротову та зяброву порожнини. Розтинали черевну порожнину розрізом, який починали від анального отвору та направляли до голови. Препарували та відокремлювали кожен орган. Окремо відділяли і досліджували кишечник та його вміст. Для дослідження м'язової тканини попередньо знімали шкіру. Проводили поперечні надрізи м'язів під косим кутом відносно хребта. На яскравому світлі проглядали кожен надріз. Виділяли та досліджували головний та спинний мозок, а також кристалик ока [1].

Під час проведення розтину відбирали тканини та досліджували компресорним методом за допомогою компресорію МИС-7. Мікроскопію проводили за допомогою оптичного обладнання: мікроскопа тринокулярного Micromed XS-4130 та мікроскопа бінокулярного, стереоскопічного Micromed XS-6320. Виявляли метацицерарії трематод родини *Heterophyidae*, а також личинок нематод родини *Diectophymatidae* в організмі досліджуваних риб.

Відбирали воду з ділянок вилову риби та піддавали гідрохімічному дослідженню на відповідність ОСТ 15.372-87 «Вода для рибоводних господарств. Загальні вимоги та норми» на наступні показники: завислі речовини (г/м³), рН, розчинний кисень (мг/дм³), двоокис вуглецю (мг/дм³), сірководень (мг/дм³), аміак вільний (мг/дм³), нітрити (гN /м³), нітрати (гN /м³), залізо загальне (г/м³), твердість загальна (мг-екв/л), окисненість перманганат (гO/м³) [3, 6, 11].

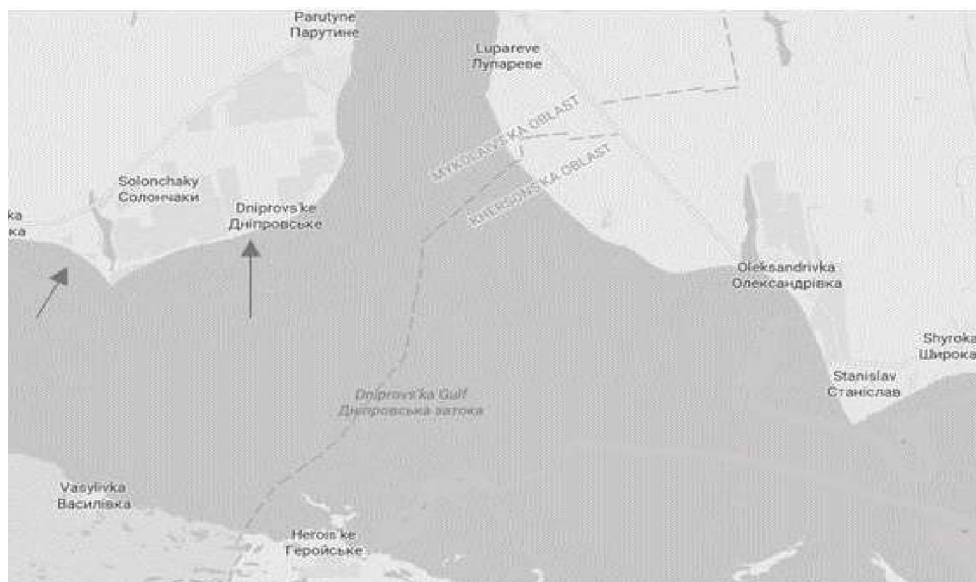


Рис.1. Місця відбору риби (Google maps).

Іхтіопатологічні та гідрохімічні дослідження проводили на базі профільних відділів Миколаївської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби.

Визначали екстенсивність та інтенсивність інвазії у досліджуваних риб. Отриману цифрову інформацію обробляли статистично та визначали середні арифметичні величини.

Результати дослідження. У червні 2018 року в ділянці акваторії Дніпро-Бузького лиману у плановому порядку було здійснено контрольні відлови риби з метою встановлення епізоотичного благополуччя. Лови проводили поблизу села Дніпровське Очаківського району та мису Аджігол.

За результатами іхтіопатологічних досліджень риб родини Gobiidae, що була виловлена в акваторії Дніпро-Бузького лиману поблизу мису Аджігол, встановлено ураження метацеркаріями криптокотиліозів. Показник екстенсивності інвазії у *M. batrachosephalus* за криптокотиліозу був на рівні 18,1 %, а інтенсивність

інвазії реєстрували в діапазоні 32–56 метацеркаріїв. Ступінь ураження бичків *N. fluviatilis* метацеркаріями трематоди роду *Cryptocotyle* склав 42 %, інтенсивність ураження зазначених гідробіонтів – 13–84 метацеркаріїв. Найбільшими показниками екстенсивності інвазії відзначався *N. melanostomum* – 75 %. Амплітуда інтенсивності інвазії також характеризувалась максимальними показниками у даній дослідній групі риб – 94–157 метацеркаріїв.

Під час досліджень бичкових риб, що проводили у червні 2018 року у ділянці Дніпро-Бузького лиману поблизу с. Дніпровське Очаківського району, було виявлено, що показник екстенсивності інвазії *N. fluviatilis* зменшувався, порівняно зі ступенем ураження риби виловленої поблизу мису Аджігол, та становив 12,9 %, а граничний показник амплітуди інтенсивності інвазії складав 39–87 метацеркаріїв трематод родини Heterophyidae. *M. batrachosephalus* за дослідження були вільними від збудника криптокотиліозу (табл. 1).

Таблиця 1– Видовий склад досліджених бичків та їх інвазованість метацеркаріями трематоди роду *Cryptocotyle* Lühe, 1899 у червні 2018 року

Види риб	Кількість, екз.	Екстенсивність інвазії, %	Інтенсивність інвазії, екз.
Дніпро-Бузький лиман (мис Аджігол, Миколаївська область)			
<i>Mesogobius batrachosephalus</i>	11	18,1	32–56
<i>Neogobius fluviatilis</i>	51	42,0	13–84
<i>Neogobius melanostomum</i>	8	75,0	94–157
Дніпро-Бузький лиман (с. Дніпровське, Миколаївська область)			
<i>Neogobius fluviatilis</i>	54	12,9	39–87
<i>Mesogobius batrachosephalus</i>	11	0	0

Паралельно із дослідженням бичкових риб у червні 2018 року під час контрольних обловів проводили вилов та подальше клініко-лабораторне дослідження хижих видів риб щодо інвазування личинками нематод родини Dioctophymatidae, а саме *Eustrongylides excisus*. Зокрема, за дослідження окуня звичайного, що був відібраний із акваторії Дніпро-Бузького лиману поблизу мису Аджігол, рівень екстенсивності інвазії сягав 85,7 %, а амплітуда інтенсивності інвазії – 1–4 личинки паразита. Судак характеризувався меншим показником ураження збудником еустронгілідозу, а саме – 40 %. Показники інтенсивності інвазії коливалися в межах 1–5 екз. Найменшими показниками екстенсивності інвазії характеризувалась щука. Рівень екстенсивності інвазії складав 28,5 %, а межі амплітуди інтенсивності інвазії коливалися в діапазоні 1–8 метацеркарій. Показник інтенсивності інвазії був одним із максимальних серед усіх видів хижих риб, що були досліджені поблизу мису Аджігол у червні 2018 року.

Хижі види, що були виловлені поблизу с. Дніпровське, Очаківського району відзначалися незначним збільшенням показника ураження личинками нематод. Так, під час проведення наукових досліджень, показник екстенсивності інвазії у судака склав 54,5 %, а рівень інтенсивності інвазії – у межах 1–2 личинки. Щука характеризувалася тим, що обидві виловлені риби були інвазовані личинками нематоди *Eustrongylides excisus*. Тобто рівень екстенсивності інвазії склав 100 %. Показники інтенсивності інвазії були в межах 1–4 екз. Вданійвибірці, під час проведення вилову риби, окуня річкового піймати не вдалося (табл. 2).

у природних водоймах. Так, вздовж берегової лінії реєстрували велику кількість загиблої риби різних видів. Зокрема серед заморної риби відзначали й бичкових риб, а також щук, судаків та окунів (рис. 2–3).

На місці загибелі водних біоресурсів відмічали великі скупчення рибоїдних птахів. Їх приваблювала ослаблена та загибла риба, що слугувала для них кормом. Птахи збиралися у зграї та були окремо. На місці заморів відмічали водних рибоїдних птахів ряду Ciconiiformes, Anseriformes, Gaviiiformes. Найпоширенішими представниками орнітофауни, що було виявлено на місці загибелі риби, були птахи родини Laridae: *Ichthyophaga melanocephalus* (чайка чорноголова), *Larus canus* (чайка сиза), *Larus argentatus* (чайка срібляста) тощо (рис. 4). Також реєстрували *Phalacrocorax carbo* (великий баклан).

Для з'ясування причин загибелі риби було відібрано зразки води із Дніпро-Бузького лиману на місці замору риби. За результатами гідрохімічного аналізу встановлено, що концентрація іонів водню (рН) у досліджуваній воді складала 8,7, що на 0,2 одиниці перевищувала верхню межу, яка регламентована нормативно-правовим документом. Хоча необхідно зазначити, що Дніпро-Бузький лиман лежить на вапняному плато, що і забезпечує переважну насиченість води лиману лужно-земельними металами. Лужноземельні метали в свою чергу й відіграють провідну роль у підтриманні слаболужної реакції, що впливає на загальну твердість води природних водойм Півдня України. Так загальна твердість становила 11,3 мг-екв/л, що у 1,88 раза перевищувало допустиму концентрацію, вказану в нормативному документі.

Таблиця 2 – Видовий склад досліджених хижих риб та їх інвазованість личинками нематоди *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909 у червні 2018 року

Вид риб	Кількість, екз.	Екстенсивність інвазії, %	Інтенсивність інвазії, екз.
Дніпро-Бузький лиман (мис Аджігол, Миколаївська область)			
<i>Perca fluviatilis</i>	21	85,7	1–4
<i>Sander lucioperca</i>	5	40,0	1–5
<i>Esox lucius</i>	7	28,5	1–8
Дніпро-Бузький лиман (с. Дніпровське, Миколаївська область)			
<i>Sander lucioperca</i>	11	54,5	1–2
<i>Esox lucius</i>	2	100	1–4

У середині липня 2018 року в акваторіях за названими вище локаціями відбулися масові заморні явища водних біоресурсів, зокрема й риби, ракоподібних і деяких молюсків. Температурні режими у липні 2018 року відзначалися високими значеннями, що слугувало додатковим каталітичним чинником заморів

Кількість вільного аміаку у відібраній воді на місці загибелі водних біоресурсів становила 0,18 мг/дм³. Підвищення кількості вільного аміаку, порівняно із максимально допустимим рівнем, який вказано в ОСТ 15.372-87, було в 3,6 раза. Збільшення рівня рН вище верхньої межі (рН становило 8,7) також зумовлено тим,



Рис. 2–3. Берегова лінія Дніпро-Бузького лиману. Відмічено масові заморні явища гідробіонтів.
Липень 2018 року.



Рис. 4. Скупчення птахів родини Laridae на місці загибелі риби.

що аміак є лужним буфером, це також частково забезпечує слаболужну реакцію води у Дніпро-Бузькому лимані.

Під час огляду акваторії лиману було відмічено надзвичайно активне «цвітіння» синьо-зелених водоростей, що надавало воді зеленкуватого відтінку.

Вдень вода в таких водоймах буває достатньо насичена киснем завдяки інтенсивному фотосинтезу водоростей та фітопланктону,

але вночі уміст кисню різко знижується, що призводить до задухи. Основна причина нічних задух – використання великих кількостей кисню для дихання гідробіонтами (риби, ракоподібні, молюски), аеробними бактеріями і водоростями, зокрема ціанопрокаріотами, особливо під час «цвітіння» останніх.

Саме тому за випробування води лиманної на відповідність ОСТ 15.372-87 щодо вмісту кисню, було виявлено, що рівень кисню склав

4,09 мг/дм³, що в 0,81 раза менше за необхідну його кількість.

У процесі окиснення неіонізованого аміаку та відновлення нітратів утворюються побічні й проміжні продукти хімічного процесу – нітри-ти. Кількість нітрит-іонів також не відповідала чинним вимогам, що відображено в докумен-ті. Зокрема, перевищення кількості нітрит-іонів було в 3 рази та складало 0,06 гN /м³ (табл. 3).

Виявлені невідповідності гідрохімічного режиму водойми вказують на те, що акваторія Дніпро-Бузького лиману знаходиться під регу-лярним впливом як чинників абіотичного на-пряму (наявність у воді лужноземельних мета-лів), так і чинників біотичної природи (значне антропогенне навантаження, перенасичення органічними рештками тощо). Невідповід-ні гідрохімічні показники у Дніпро-Бузькому лимані відображають незадовільні умови для існування гідробіонтів, зокрема риб. Стресові умови знижують опірність риб до зараження збудниками інвазійних захворювань, в тому числі криптокотиліозу та еустронгілідозу. А коли показники сягають критичних значень – відбувається загибель риб. Слід зазначити, що антропогенний вплив відображається і на стані поширеності інвазій іхтіофауни, оскільки перенасичення води біогенними елементами позитивно впливає на розвиток популяцій мо-люсків та олігохет – проміжних та додаткових хазяїв представників паразитофауни риб Дні-про-Бузького лиману.

З метою моніторингу паразитофауни гідро-біонтів у Дніпро-Бузькому лимані у серпні 2018 року було здійснено повторний відлов риби по-близу села Дніпровське Очаківського району та мису Аджігол, Миколаївської області.

За результатами клініко-лабораторного дослідження відмічали, що ступінь ураження *M. batrachcephalus* збудником криптокотиліозу досягав 71,4 %, а показники інтенсивності ін-

вазії коливались в межах 41–89 метацеркарій. Показник екстенсивності інвазії у *N. fluviatilis* характеризувався ураженням 82,6 % бичків цього виду, що були виловлені поблизу мису Аджігол. Показник амплітуди інтенсивнос-ті інвазії у бичка-пісочника відзначався у ме-жах 28–121 метацеркарій. Рівень ураженості *N. melanostomum* метацеркаріями трематоди родини Heterophyidae характеризувався найви-щим показником інвазованості – 100 %. Інтен-сивність інвазії також відзначалася максима-льними показниками серед риб досліджуваної групи та складала 102–211 метацеркарій.

У риб родини Gobiidae, що були виловлені поблизу с. Дніпровське, Очаківського району, також реєстрували ураження збудником крип-токотиліозу. Так, у *N. fluviatilis* показник екстенсивності інвазії був 37,03 %, а амплітуда інтенсивності інвазії складала 48–105 личинок трематод. *M. batrachcephalus* був уражений криптокотиліозами на 100 % з показниками інтенсивності інвазії – 18–61 метацеркарій. Бичка-кругляка у досліджуваних групах риб в даній локації виловити не вдалося, як і в черв-ні (табл. 4).

Під час проведення дослідження хижої риби з метою виявлення ступеня ураження збудником еустронгілідозу у серпні 2018 року було досліджено окунів, щук та судаків, яких було виловлено поблизу села Дніпровське та мису Аджігол, Очаківського району. Так, за дослідження окуня звичайного встановлено, що показник екстенсивності риб, що були від-ібрані під час контрольних ловів в акваторії Дніпро-Бузького лиману поблизу села Дні-провське, склав 87,5 %. Інтенсивність інвазії досліджуваних окунів була в межах 1–8 личи-нок нематод.

Судак був уражений на 100 %. Даний вид риб із усіх, що піддавали дослідженню, ха-рактеризувався найбільшими показниками

Таблиця 3 – Гідрохімічні показники води у ділянці Дніпро-Бузького лиману у липні 2018 року

Показник	ОСТ 15.372-87 ДК	Результати дослідження
Температура, °C	-	18
Завислі речовини, г/м ³	до 25,0	14
Водневий показник (pH)	6,5–8,5	8,7
Кисень розчинений, мг/дм ³	не нижче 5,0	4,09
Вуглекислий газ (CO ₂), мг/дм ³	до 25	12
Сірководень (H ₂ S), мг/дм ³	відсутній	не виявлено
Аміак вільний (NH ₃), мг/дм ³	0,05	0,18
Окисненість перманганатна, гО/м ³	до 15	10,8
Нітрит-іон NO ₂ , гN /м ³	0,02	0,06
Нітрат-іон NO ₃ , гN /м ³	2,0	0,27
Залізо загальне (Fe), г/м ³	1,8	0,35
Твердість загальна, мг-екв/л	2–6	11,3

Таблиця 4 – Видовий склад досліджених бичків та їх інвазованість метацеркаріями трематоди роду *Cryptocotyle* Lühe, 1899 у серпні 2018 року

Вид риби	Кількість, екз.	Екстенсивність інвазії, %	Інтенсивність інвазії, екз.
Дніпро-Бузький лиман (мис Аджігол, Миколаївська область)			
<i>Mesogobius batrachocephalus</i>	7	71,4	41–89
<i>Neogobius fluviatilis</i>	23	82,6	28–121
<i>Neogobius melanostomum</i>	4	100	102–211
Дніпро-Бузький лиман (с. Дніпровське, Миколаївська область)			
<i>Neogobius fluviatilis</i>	27	37,03	48–105
<i>Mesogobius batrachocephalus</i>	2	100	18–61

екстенсивності інвазії. Амплітуда інтенсивності інвазії коливалась в діапазоні 1–5 екз. Показник ураження щуки складав 75 %. Але показники інтенсивності інвазії, що зареєстрували серед усіх досліджуваних риб, були максимальними саме у щук – 2–12 личинок нематод.

Серед судаків, що були виловлені в акваторії лиману поблизу мису Аджігол, показник екстенсивності інвазії склав 71,4 %, від загальної кількості усіх досліджуваних риб цього виду. Амплітуда інтенсивності інвазії була в межах 1–4 личинки нематод. Під час проведення контрольного лову риби у зазначеній ділянці було відібрано лише 2 щуки. За результатами іхтіопатологічного та паразитологічного дослідження виявлено, що обидві риби уражені збудником еустронгілідозу, тобто екстенсивність ураження – 100 %. Показники інтенсивності також коливались від 7 до 11 личинок нематод, що були виявлені у досліджуваних щуках (табл. 5).

Обговорення. Проводячи аналіз отриманих даних наукових досліджень можемо з високим рівнем вірогідності стверджувати, що основні чинники антропогенного впливу, які призводять до дестабілізації паразито-хазяїнних відносин у природних водоймах, сприяють формуванню вогнищ інвазії іхтіофауни в акваторії Дніпро-Бузького лиману.

Під час проведення іхтіопатологічного дослідження дійшли висновку, що такі явища як замори, які виникають внаслідок незадовільного гідрохімічного режиму у лимані, призводять до зниження популяції й різноманіття іхтіофауни та формують тимчасові кормові місця для рибоїдних птахів – основних хазяїв криптокотильозу та еустронгілідозу. Так щодо кількості хижих видів риб (окуня, щуки та судака) вже у серпні було виловлено на 47,8 % менше, ніж у червні. Чисельність популяції риб родини *Gobiidae* також зазнавала значних змін, оскільки порівняно із червнем 2018 року, вилов бичкових риб у досліджуваних локаціях Дніпро-Бузького лиману у серпні знизився на 114,2 %. Цифрові значення відображають, як сукупний вплив чинників «живої» та «неживої природи» безпосередньо впливає на стан популяції іхтіофауни окремих ареалів природних водойм Півдня України.

Водночас слід зазначити, що скупчення рибоїдних птахів на місці заморних явищ водних біоресурсів призводить до збільшення показників інвазованості риби збудниками паразитарних хвороб, зокрема й криптокотильозу та еустронгілідозу. Так, середні показники зараження бичкових риб збудником криптокотильозу у червні склали 26,6 %, а найбільшим ступенем амплітуди інтенсивності інвазії відзначився *N. melanostomum* – 94–157 мета-

Таблиця 5 – Видовий склад досліджених хижих риб та їх інвазованість личинками нематоди *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909 у серпні 2018 року

Вид риби	Кількість, екз.	Екстенсивність інвазії, %	Інтенсивність інвазії, екз.
Дніпро-Бузький лиман (мис Аджігол, Миколаївська область)			
<i>Perca fluviatilis</i>	16	87,5	1–8
<i>Sander lucioperca</i>	3	100	1–5
<i>Esox lucius</i>	4	75,0	2–12
Дніпро-Бузький лиман (с. Дніпровське, Миколаївська область)			
<i>Sander lucioperca</i>	7	71,4	1–4
<i>Esox lucius</i>	2	100	7–11

церкарій трематод. Після заморних явищ у липні та клініко-лабораторного дослідження виловлених бичків у серпні рівень інвазії на криптокотильоз стрімко зріс – до 60,3 %, а показники інтенсивності інвазії також зросли та становили 102–211 личинок, що були встановлені також у бичка-кругляка. Середній показник зараження бичкових риб на криптокотильоз у акваторії Дніпро-Бузького лиману становив 38,8 %.

Подібна тенденція до зниження популяції риб після масової загибелі та збільшення показників ураження паразитами спостерігали і серед досліджуваних хижих риб – окуня, судака та щуки. Досліджуючи рівень інвазованості хижих риб збудником еустронгілідозу відмічали середній показник екстенсивності інвазії у червні на рівні 63,8 %. Найбільш ураженим видом була щука із показниками інтенсивності інвазії 1–8 личинок *E. excisus*. Але вже у серпні, за повторного дослідження хижих риб було встановлено зростання екстенсивності інвазії до 84,3 %. Амплітуда інтенсивності інвазії досягала максимальних значень також у серпні та складала 2–12 личинок нематод у щуки звичайної.

Підводячи підсумки наукової роботи можна побудувати абсолютно логічний ланцюг послідовних подій, що в кінцевому результаті призвели до зниження популяції водних біоресурсів у акваторії Дніпро-Бузького лиману та сформували досить суттєве вогнище криптокотильозної та еустронгілідозної інвазії серед основних промислових риб природних водоемів Півдня України.

Таким чином вперше вивчено вплив абіотичних та біотичних чинників на стан паразитофауни промислових риб Дніпро-Бузького лиману. Отримані наукові дані підтверджують глобальність проблематики антропогенного навантаження на водоеми Півдня України; відображають деструктивний вплив на екологічну ситуацію у водоемах, яка була побудована в процесі еволюції паразито-хазяїнних відносин. Зазначені факти створюють передумови і можливості щодо прогнозування та запобігання не лише заморних явищ, а й формування вогнищ небезпечних зоонозних інвазій.

Висновки.

1. Виявлено, що середній показник екстенсивності інвазії серед бичкових риб Дніпро-Бузького лиману за криптокотильозу у червні становив 26,6 %, а найбільший показник інтенсивності інвазії складав 94–157 метацеркарій криптокотильосів. Після заморів у липні 2018 року відмічали зменшення популяції риб родини Gobiidae на 114,2 %. Показник ураження бичкових риб збудником криптокотильозу набув максимального значення у серп-

ні та становив 60,3 %, а амплітуда інтенсивності інвазії була в межах 102–211 екз.

2. У червні показник зараження хижих видів риб (окунь, щука, судак) збудником еустронгілідозу був на рівні 63,8 %, а інтенсивність інвазії характеризувалась найбільшими показниками у щуки звичайної – 1–8 личинок нематод. Зменшення кількості виловлених хижих риб на 47,8 % відмічали після заморних явищ в акваторії Дніпро-Бузького лиману. Екстенсивність інвазії за еустронгілідозу у серпні була 84,3 %, а показники інтенсивності інвазії в межах 2–12 паразитів.

3. За результатами гідрохімічних досліджень води Дніпро-Бузького лиману у липні, виявлено невідповідність за показниками: рН, кисень, вільний аміак, нітрит-іон, загальна твердість відповідно до чинного нормативно-правового документа. Невідповідність гідрохімічного режиму стало причиною заморних явищ водних біоресурсів, що є наслідком значного антропогенного навантаження на водоеми з їхньою евтрифікацією.

4. Встановлена роль рибоїдних птахів у формуванні природних осередків криптокотильозної та еустронгілідозної інвазії серед основних промислових риб Дніпро-Бузького лиману.

5. Виявлено вплив абіотичних та біотичних чинників на стан паразитофауни досліджуваних риб природних водоемів Півдня України.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Тварин для дослідження не використовували.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Ленинград: Наука, 1985. 121 с.
2. Власов Б.П., Самойленко В.М., Грищенкова Н.Д. Антропогенные изменения экосистемы озера Болое и пути его восстановления. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2016. С. 14–25.
3. ГОСТ 23268.12-78 Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Метод определения перманганатной окисляемости. [Действует с 1980-01-01]. СССР, 1980, 13 с.
4. Глушанкова М.А., Пашкова И.М. Аккумуляция тяжелых металлов тканями рыб озер Псково-Чудского и Выртысъяр. *Материалы 2-й Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии*. Санкт-Петербург, Т.1. 1991. С.116–117.
5. Догель В.А. Общая паразитология. Ленинград: и-во Ленинградского университета, 1962. 463 с.
6. ДСТУ 4077-2011 Якість води. Визначення рН. [Чинний від 2003-07-01]. Видання офіційне. Київ, 2003. 16 с.
7. Зубарева И.М., Василевич Ф.И., Донченко А.С. Аспекты общей эпизоотологии инвазионных болезней: учеб. пособие. Новосиб. гос. аграр. ун-т, МГАВМиБ им. К.И. Скрябина. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. 275 с.

8. Карманова Е.М. Диокифимидеи животных и человека и вызываемые ими заболевания. Москва: из-во Наука, 1968. 261 с.

9. Колесников В.А. Воздействие тяжёлых металлов на биохимические реакции. *Вестник КрасГАУ*. №5, 2009. С. 106–111.

10. Кумари Э.В. Миграция птиц как зоогеографическая проблема. *Русский орнитологический журнал*. Том 21. Экспресс-выпуск 758. 2012. С. 1131–1140.

11. Методики гидрохимических исследований проб из рыбохозяйственных водоемов. Москва: Изд-во МСХ СССР № 115-6а от. 20.10.1983, 1983. 37 с.

12. Новак А.И. Физиологические адаптации паразитов рыб к экологическим особенностям среды обитания. *Вестник РГАУ им. П. А. Костычева*. Научно-производственный журнал. 2011. № 3 (11). С. 44–49.

13. Наумова А.М., Наумова А.Ю. Паразитологический контроль объектов сельскохозяйственного рыбоводства. *Российский паразитологический журнал*. Москва, 2016. Т. 35. Вып. 1. С. 54–57. DOI: 10.12737/18361

14. Трушева С.С. Гидробиология. Интерактивный комплекс навчально-методичного забезпечення дисциплін. Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2005. 70 с.

15. Фундаментальные исследования / Хованский И.Е. и др. № 9. 2014. С. 345–348.

16. Distribution of trematodes *Cryptocotyle Lühre*, 1899 (Trematoda: Heterophyidae) in fish of the family Gobiidae in estuary waters and the Black Sea in Southern Ukraine / S. Goncharov et al. *Vestnik zoologii*. Vol. 51 (5). 2017. P. 393–400.

17. Lichtenfels J.R., Stroup C.F. *Eustrongylides* sp. (Nematoda: Dioctophymatoidea): First Report of an Invertebrate Host (Oligochaeta: Tubificidae) in North America. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* Vol. 52 (2). 1985. P. 320–323.

REFERENCES

1. Byhovskaja-Pavlovskaja I. E. (1985) *Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniju* [Fish parasites. Study guide]. Leningrad: Nauka, 121 p.

2. Vlasov B.P., Samojlenko V.M., Grishchenkova N.D. Antropogennye izmeneniya jekosistemy ozera Bolojso i puti ego vosstanovleniya [Anthropogenic changes in the ecosystem of Lake Bolojso and ways of its restoration]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografija. Geologija* [Journal of Belarusian State University. Geography. Geology]. 2016. pp. 14–25.

3. GOST 23268.12-78 Vody mineral'nye pit'evye lechebnye, lechebno-stolovye i prirodnye stolovye. Metod opredeleniya permanganatnoj okisljaemosti. [State Standart 23268.12-78 Mineral drinking water, medicinal, medicinal and natural table. Method for determination of permanganate oxidizability]. SSSR, 1980, 13 p.

4. Glushankova M.A., Pashkova I.M. (1991) Accumulation of heavy metals by fish tissues of lakes of Pskovo-Chudsky and Vyrtysavr. *Akkumuljacija tjazhelyh metallov tkanjami ryb ozer Pskovo-Chudskogo i Vyrtysjavr. Materialy 2-j Vsesojuz. konf. po rybhozajstvennoj toksikologii* [Materials of the 2nd All-Union. conf. on fisheries toxicology]. Sankt-Peterburg, T.1. pp.116–117. (in Russian).

5. Dogel' V.A. (1962) *Obshhaja parazitologija* [Global parasitology]. Leningrad: I-vo: Leningradskogo universiteta. 463 p.

6. DSTU 4077-2011 Jakist' vodi. Viznachennja pH [DSTU 4077-2011 Water quality. Determination of pH]. Vidannja oficijne. Kiiv. 2003. 16 p.

7. Zubareva I.M., Vasilevich F.I., Donchenko A.S. (2016) *Aspekty obshhej jepizootologii invazionnyh boleznej: ucheb. Posobie* [Aspects of the general epizootology of invasive diseases: textbook. allowance]. Novosib. gos. agrar. un-t, MGAVMiB im. K.I. Skrjabina. Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos». 275 p.

8. Karmanova E.M. (1968) *Dioktifimidei zhivotnyh i cheloveka i vyzyvamyje imi zabojevanija* [Dioctifimideia of animals and humans and diseases caused by them]. Moscow: Nauka. 261 p.

9. Kolesnikov V.A. (2009) *Vozdejstvie tjazholyh metallov na biohimicheskie reakcii* [The impact of heavy metals on biochemical reactions]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU]. № 5. pp. 106–111.

10. Kumari Je.V. (2012) *Migracija ptic kak zoogeograficheskaja problema* [Bird Migration as a Zoogeographic Problem]. *Russkij ornitologicheskij zhurnal* [Russian ornithological journal]. Tom 21. Jekspress-vypusk. 758. pp. 1131–1140.

11. Metodiki gidrohimicheskijh issledovanij prob iz rybhozajstvennyh vodoemov [Methods of hydrochemical research of samples from fishery reservoirs] Moscow: Izd-vo MSH SSSR № 115-6а от. 20.10.1983, 1983. 37 p.

12. Novak A.I. (2011) *Fiziologicheskie adaptacii parazitov ryb k jekologicheskim osobennostjam sredy obitanija* [Physiological adaptation of fish parasites to environmental features of the environment]. *Vestnik RGAU im. P. A. Kostycheva* [Bulletin of RSAU them. P.A. Kostychev]. Nauchno-proizvodstvennyj zhurnal. № 3 (11). P. 44–49.

13. Naumova A.M., Naumova A.Ju. (2016) *Parazitologicheskij kontrol' obektov sel'skochozajstvennogo rybovodstva* [Parasitological control of agricultural fish farming facilities]. *Rossijskij parazitologicheskij zhurnal* [Russian parasitological journal]. Moscow, T. 35. Vyp. 1. pp. 54–57. DOI: 10.12737/18361

14. Trusheva S.S. (2005) *Gidrobiologija. Interaktivnij kompleks navchal'no-metodichnogo zabezpechnnija disciplin* [Hydrobiology. An interactive set of educational and methodological support of disciplines]. Rivne: Nacional'nij universitet vodnogo gospodarstva ta prirodokoristuvannja. 70 p.

15. Hovanskij I.E., Mlynar E.V., Kavtaradze T.M., Koshkin M.A. (2014) *Fundamental'nye issledovanija* [Basic research]. № 9. pp. 345–348.

16. Goncharov S., Soroka N., Pryima O., Dubovyi A. (2017) Distribution of trematodes *Cryptocotyle Lühre*, 1899 (Trematoda: Heterophyidae) in fish of the family Gobiidae in estuary waters and the Black Sea in Southern Ukraine. *Vestnik zoologii*. Vol. 51 (5). pp. 393–400.

17. 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.* Vol. 52 (2). pp. 320–323.

Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на состояние паразитофауны гидробионтов естественных водоёмов Юга Украины**Гончаров С.Л.**

Приведены результаты научных исследований, выполненных на протяжении 2018–2019 годов. С этой целью проводили ихтиопатологические исследования 198 бычков рыб: *Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814, *Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814, *Neogobius melanostomum* Pallas, 1814, а также хищных рыб в количестве 78 экземпляров: *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758, *Esox lucius* Linnaeus, 1758, которые были выловлены в акватории Днепро-Бугского лимана, вблизи села Днепропольское и мыса Аджиголь, Николаевской области. Средний показатель экстенсивности инвазии среди бычковых рыб Днепро-Бугского лимана при криптокотилёзе в июне составил 26,6 %, а наибольший показатель интенсивности инвазии был 94–157 метациркуляриев криптокотилеозов. После заморозов в июле 2018 года отмечали уменьшение популяции рыб семейства Gobiidae на 114,2 %. Показатель поражения бычковых рыб возбудителем криптокотилёза приобретал максимальное значение в августе и составил 60,3 %, а амплитуда интенсивности инвазии была в пределах 102–211 экз. В июне показатель заражения хищных видов рыб (окунь, щука, судак) возбудителем эустронгилидоза был на уровне 63,8 %, а интенсивность инвазии характеризовалась наибольшими показателями у щуки обыкновенной – 1–8 личинок нематод. Уменьшение количества выловленных хищных рыб на 47,8 % отмечали после заморозных явлений в акватории Днепро-Бугского лимана. Экстенсивность инвазии при эустронгилидозе в августе была 84,3 %, а показатели интенсивности инвазии в пределах – 2–12 паразитов. Установлена роль рыбоядных птиц в формировании природных очагов криптокотилёзной и эустронгилидозной инвазии среди основных промысловых рыб Днепро-Бугского лимана. Отдельно проводили гидрохимические исследования воды из акватории Днепро-Бугского лимана с целью установления массовой гибели рыбы в июле 2018 года. По результатам гидрохимических исследований воды Днепро-Бугского лимана в июле, выявлено несоответствие по показателям: pH, кислорода, свободного аммиака, нитрит-иона, общей жесткости на соответствие действующим нормативно-правовым документам. Несоответствие гидрохимического режима стало причиной заморозных явлений водных биоресурсов. Выявлено влияние абиотических и биотических факторов на состояние паразитофауны исследуемых рыб естественных водоёмов Юга Украины.

Ключевые слова: бычковые рыбы, хищные рыбы, абиотические и биотические факторы, криптокотилёз, эустронгилидоз.

The influence of the biotic and abiotic factors on the state of the parasitic fauna of the hydrobionts in natural waters of the Southern Ukraine**Honcharov S.**

The article observes the results of the scientific researches conducted in 2018–2019. 198 samples of the Gobiidae fishes (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814, *Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814, *Neogobius melanostomum* Pallas, 1814.), as well as 78 samples of other predatory fishes (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758, *Esox lucius* Linnaeus) were subjected to the ichthyopathological analysis with such an aim. The samples were caught in the waters of the Dniro-Buh estuary near the Dnirovske village and near the Agigol Cape in the Mykolayiv Region. The average index of the invasion extensiveness among the Gobiidae fishes of the Dniro-Buh estuary in June counted 26.6%, and the highest level of the invasion intensiveness counted – 94 – 157 metacecaria – the cryptocotyle agents. Following the fish-kill in July 2018 it was possible to notice the 114.2 % – decrease of the Gobiidae fishes population. The level of the cryptocotyle invasion of these fishes reached its peak in August, counting 60.3%, and the amplitude of the invasion intensiveness waved between 102 and 211 samples. In June the level of invasion of the predatory fishes (perch, pike, sander) with eustrongylides counted 63.8%, and the invasion intensiveness reached the highest point among *Esox lucius* Linnaeus – from 1 to 8 nematoda larvae. The 47.8 % – decrease of the amount of the predatory fishes caught in the waters of the Dniro-Buh estuary was noticed after the fish-kill. In August the eustrongylide invasion extensiveness counted 84.3%, and the index of the invasion intensiveness was 2–12 parasites. The impact of the fish-eating birds on forming the natural focuses of the cryptocotyle and eustrongylide invasions among the main commercial fishes of the Dniro-Buh estuary was determined. Hydrochemical analysis of the waters of the Dniro-Buh estuary was held separately to determine the reason of the mass fish-kill in July 2018. The hydrochemical analysis of the waters of the Dniro-Buh estuary in July showed contradictions of such points as pH, oxygen, free ammonia, and total hardness to the actual normative legal documents. The inappropriate hydrochemical condition was the reason of the fish-kill in the aquatic biological resources. The influence of biotic and abiotic factors on the condition of the parasitic fauna in the researched fishes of the natural waters of the Southern Ukraine was determined.

Key words: gobiidae fishes, predatory fishes, abiotic and biotic factors, cryptocotilosis, eustrongylidosis.



Copyright: © Honcharov S. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Гончаров С.Л.

ID <https://orcid.org/0000-0001-7464-6689>