Original researches

Causes of death of silver carp *Hipophthalmichthys molitrix* in the “Dnipro-Donbas” magistral channel and prevention measures

Received: 01 April 2019
Revised: 21 April 2019
Accepted: 22 May 2019

Dnipro State Agrarian and Economic
University, Sergii Efremov Str., 25, Dnipro,
49600, Ukraine
Tel.: +38-067-564-70-85
E-mail: novitskyroman@gmail.com

Enterprise “Research Centre “Dnipro Inspection
of Natural Resources”, Dnipro, Ukraine
Tel.: +38-056-902-11-85

“Dnipro-Orylskiy” Nature Reserve,
Obukhovka, Dniprovskiy district,
Dnipropetrovsk region, 52030, Ukraine
Tel.: +38-056-735-12-77

Cite this article: Novitskyi, R. O.,
Makhonina, A. V., Kochet, V. M., Khristov,
O. O., Hubanova, N. L., & Horchanok,
A. V. (2019). Causes of death of silver
carp *Hipophthalmichthys molitrix* in the
“Dnipro-Donbas” magistral channel and
prevention measures. *Theoretical and Applied
Veterinary Medicine*, 7(2), 102–106. doi:
10.32819/2019.71018

R. O. Novitskyi*, A. V. Makhonina**, V. M. Kochet***, O. O. Khristov**, N. L. Hubanova*,
A. V. Horchanok*

* Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

** Enterprise “Research Centre “Dnipro Inspection of Natural Resources”, Dnipro, Ukraine

*** “Dniprovsko Orylskiy” Nature Reserve, Dnipropetrovsk Region, Ukraine

Abstract. The “Dnipro-Donbas” Channel is an important link among the Ukrainian reservoirs, it was created for irrigation of the steppe zone of Ukraine. To maintain the state of the channel at a high appropriate ecological level and to prevent water quality reduction the measures with use of fish bioremediants (silver carp and bighead carp, grass carp, common carp) are applied. In May and August 2017 in the “Dnipro-Donbas” hydrotechnical channel, due to unknown reasons, there was a local mass death of the silver carp (*Hipophthalmichthys molitrix*). As a result of complex hydrobiological and ichthyopathological studies it was discovered that in the spring the feed base of fish-microfitophages is poor, the base of biomass of phytoplankton in the channel is multicellular blue-green algae and Diatoms. A small-sized protococcal algae, valuable for silver carp, is not found in the plankton (except of one species – *Pediastrum duplex*). As a result, there are cases of starvation of *Hipophthalmichthys molitrix* during the spring season. It is noted that prolonged starvation of the silver carp causes not only the disorder of metabolic processes connected with gastrointestinal digestion, but also leads to a disturbance of the respiratory process of fishes, which also serves as an indirect cause of the fish death, even with sufficient oxygen content in water. In the summer the local mass death of *Hipophthalmichthys molitrix* in the channel occurs due to the complex action of negative factors, including the instantaneous intake of blue-green algae from inlet chamber, the excessive development of bacterial flora and synergistic enhancement of the toxic effect on the fish organism. Arrangements are proposed to prevent the mass death of fish-microfitophages (silver carp *Hipophthalmichthys molitrix*) in the “Dnipro-Donbas” channel in the spring and summer during periodic pumping of water along the route of the canal.

Keywords: fish-bioremediants; microphytophages; phytoplankton; starvation; main channel.

Причини загибелі товстолобика білого *Hipophthalmichthys molitrix* у магістральному каналі “Дніпро-Донбас” та заходи щодо її попередження

Р. О. Новіцький*, А. В. Махоніна**, В. М. Кочет***, О. О. Христов**, Н. Л. Губанова*, А. В. Горчанок*

* Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

** Підприємство “Науково-дослідний центр “Дніпровська природна інспекція”, Дніпро, Україна

*** Природний заповідник “Дніпровсько-Орільський”, Дніпропетровська область, Україна

Анотація. Важливою ланкою водойм України є канал “Дніпро-Донбас”, який створено для зрошення степової зони України. Для підтримки стану каналу на високому екологічному рівні, запобігання зниження якості води проводять заходи із застосуванням риб-біомеліорантів (товстолобика білий і строкатий, амур білий, короп). У травні та серпні 2016 р. на гідротехнічному каналі “Дніпро-Донбас” внаслідок невідомих причин відбулася локальна масова загибель білого товстолобика *Hipophthalmichthys molitrix*. У результаті комплексних гідробіологічних та іхтіопатологічних досліджень встановлено, що навесні кормова база риб-мікрофітофагів збіднена, основу біомаси фітопланктону в каналі складають багатоклітинні синьо-зелені та діатомові водорості. Цінні для товстолобиків дрібні протококові водорості в планктоні не знайдені (крім одного виду – *Pediastrum duplex*). Унаслідок цього виявлені факти голодування *Hipophthalmichthys molitrix* протягом весняного сезону. Відзначено, що тривале голодування товстолобика білого обумовлює не тільки порушення процесів метаболізму, пов'язаних із перетравлюванням їжі, але й приводить до порушення процесу дихання риб, що також є опосередкованою причиною загибелі риб навіть при достатньому вмісті кисню у воді. Влітку локальна масова загибель *Hipophthalmichthys molitrix* у каналі відбувається внаслідок комплексної дії негативних чинників, у тому числі миттєвого надходження синьо-зелених водоростей з аванкамери, надмірного розвитку бактеріофлори та синергічного підсилення токсичного ефекту на організм риб. Запропоновані заходи щодо попередження масової загибелі риб-мікрофітофагів (товстолобика білого *Hipophthalmichthys molitrix*) на каналі “Дніпро-Донбас” у весняний і літній періоди під час періодичного прокачування води по трасі каналу.

Ключові слова: риби-біомеліоранти; мікрофітофаги; фітопланктон; голодування; магістральний канал.

Вступ

Магістральний канал “Дніпро-Донбас” є штучною гідротехнічною спорудою, збудованою в 1970–1980 рр. з метою забезпечення водою східних регіонів України, проектною довжиною – 263 км. У 1982 році відбувся пуск першої черги каналу. Він бере початок з головної водозабірної споруди (ГВС) по лівому березі Кам’янського (Дніпродзержинського) водосховища, далі на території Дніпропетровської області практично повністю проходить по заплаві ріки Оріль – лівобережної притоки Дніпра. На ділянці № 1 каналу розташований дюкерний перехід через р. Оріль. Від ГВС до насосної станції № 1 вода надходить самопливом, далі рухається у Харківську область за допомогою насосних станцій (НС) (Vischnevskij, 2003). Схему каналу надано у попередній роботі (Vasylieva, 2019).

За 30 років існування в каналі “Дніпро-Донбас” накопичувалися негативні зміни: погіршувався гідрологічний режим, якість і санітарні характеристики води, відбувалося інтенсивне замулення, заростання водною рослинністю тощо. В окремі роки влітку і взимку спостерігали вищезазначені “цвітіння” води (Gidrobiologiya kanalov ..., 1990). Багаторічні дослідження каналів України свідчили що процеси продукування надлишкової біомаси фітопланктону та інших груп гідробіонтів створюють серйозні біологічні перешкоди експлуатації каналів (Gorączko, 2012; Pilipenko, 2012). Гідроекосистема каналу “Дніпро-Донбас” є динамічною системою, яка потребує постійного моніторингу, ідентифікації, усунення джерел забруднення та проведення гідротехнічних і меліоративних робіт (Vasylieva, 2019).

Погіршення загальнооекологічної та санітарної ситуації у водоймах (Kallemeyn, 1987; Crivelli, 1995; Chu et al., 2005), та зокрема, в акваторії каналу “Дніпро-Донбас” обумовило необхідність впровадження ефективної системи заходів з оптимізації (Ficke et al., 2007). На сьогодні найбільш перспективною та економічно вигідною є біологічна меліорація на водоймах із використанням рослинної риб (Vovk, 1974; Koval et al., 1987; Pankhurst & Munday, 2011).

З метою поліпшення екологічного стану каналу “Дніпро-Донбас”, для ефективного охорони та раціональної експлуатації водних біоресурсів була створена Дніпропетровська обласна громадська організація (ДОГО) “Дніпровська природна інспекція”, яка з 2010 року впроваджує на каналі масштабні біомеліоративні заходи для покращення якості води (Novitskyi et al., 2015). У ділянки №№ 1–2 вселяли риб-біомеліорантів (товстолобики білий і строкатий, амур білий, короп), переважно – рослинної риб для підтримки якості води в каналі. Відомо, що білий товстолобик може профільтрувати 32 л води на годину, проціджуючи до 1300 мг водоростей (Kokh et al., 1980; Chen et al., 2006).

У 2011–2014 рр. зариблення ділянок каналу проводили у полікультурі в загальному обсязі: короп – 37,25%, білий амур – 39,22%, товстолобик білий – 23,53%. Щільність посадки варіювала в межах 500–2700 екз/га, що перевищує оптимальні показники по іншим водоймам із пасовищним типом рибицтва. Проте заходи, застосовані ДОГО “Дніпровська природна інспекція” для відновлення і збереження туводної іхтіофауни регіону в межах каналу, повністю себе виправдали та були найефективнішими. Починаючи з 2015 року на каналі спостерігали потужний біомеліоративний ефект від вселення риб-біомеліорантів (зменшення надлишку рослинної маси в каналі, зменшення кількісного та якісного складу синьо-зелених водоростей, підвищення загальної прозорості води) (Novitskyi et al., 2015; Vasylieva et al., 2019).

Навесні та влітку 2016 р. на каналі “Дніпро-Донбас” внаслідок невідомих причин відбулася масова загибель білого товстолобика *Hipophthalmichthys molitrix*.

Метою роботи було встановлення причин загибелі білого

товстолобика та розробка заходів попередження масової загибелі риб-мікрофітофагів на каналі у весняний період.

Матеріал і методи досліджень

На початку травня та наприкінці липня 2016 р. на ділянці № 1 каналу “Дніпро-Донбас”, де спостерігали масову загибель риб-біомеліорантів, проводили комплексні гідробіологічні, іхтіологічні та іхтіопатологічні дослідження за загальноновизнаними науковими вказівками (Buzevych, 2002; Pryachin & Shkikiy, 2008).

Для іхтіопатологічного обстеження проводили відлов риби за допомогою ставних сіток (а = 60 мм). Усього ввіймано та зібрано живими з поверхні води 33 особини *H. molitrix*.

Аналіз риби здійснювали на кафедрі водних біоресурсів та аквакультури Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Патологоанатомічний аналіз проводили на свіжій рибі згідно загальноновизнаних методик (Bauer et al., 1977; Davydov & Temnihanov, 2004; Abramov et al., 2005). Досліджували кишковий тракт товстолобиків (10 особин), визначали вміст і компонентний склад їжі, наповненість кишечника. Мікроскопічно досліджували стан зябер і вміст кишечника.

Здійснювали комплексне обстеження води каналу на ділянці від ГВС до насосної станції № 1. Проби води для вивчення стану природної кормової бази товстолобиків відбирали на чотирьох ділянках каналу та в аванкамері. Кількість видів фітопланктону підраховували за допомогою мікроскопу МБС, біомасу визначали шляхом множення індивідуальної маси організму на чисельність. Обробку проб проводили в лабораторних умовах методом мікроскопії.

Результати

Враховуючи тип живлення товстолобика білого, особливу увагу при проведенні гідробіологічних досліджень приділяли видовому різноманіттю та кількісному складу груп фітопланктону.

Фітопланктон на всій досліджуваній ділянці у видовому відношенні представлений слабо та склав від 8 до 16 видів. Слід відмітити, що навіть при наповненні каналу водою з аванкамери якісних змін не відбулося, у воді аванкамери знайдено 8 видів водоростей. При дослідженні ділянок безпосередньо самого каналу фітопланктон розвивався наступним чином: мінімальну кількість видів знайдено на ділянці каналу біля Шульгівського мосту (10 видів); за чисельністю видів тут домінували діатомові водорості, які представлені 5 видами: *Navicula cuspidata*, *Melosira italica*, *Fragilaria fertschensis*, *Pincuspisdata sp.*, *Synedra ulna*. До 20% від загальної кількості видів займали синьо-зелені водорості: *Microcystis aeruginosa* і *Aphanizomenon flos-aquae*. Згідно досліджень 2016 р. ці два види є масовими та викликають “цвітіння” при підвищених температурах у літній період. Максимальна кількість фітопланктону (16 видів) знайдено на ділянці каналу вище Шульгівського мосту. З них 9 видів є діатомовими. Видове різноманіття фітопланктону ділянки НС № 1 налічувало 4 види, інші систематичні групи представлені 1–2 видами (табл. 1).

Загалом на ділянці каналу від ГВС до НС № 1 фітопланктон у кількісному відношенні навесні 2016 року розвинений слабо (10–16 видів). Види водоростей, які відібрані біля ГВС відносилися лише до 3 систематичних груп, на ділянках біля Шульгівського мосту і вище – до 5 систематичних груп, а біля НС № 1 – до 7. Слід відмітити, що за виключенням діатомових, усі групи були представлені 1–2 видами.

При аналізі проб після відстоювання якісних змін не відбулося, відмічено ті ж самі види (табл. 2).

На всіх ділянках відбору проб за чисельністю та біомасою домінували синьо-зелені водорості, особливо колоніальні во-

Таблиця 1. Якісний склад фітопланктону в каналі “Дніпро-Донбас” (ділянка від ГВС до насосної станції № 1, травень 2016 р.)

Групи фітопланктону	Місце відбору проб				
	Аванкамера	ГВС, 20 м від шлюзів	Вище Шульгівського мосту	У районі Шульгівського мосту	У районі насосної № 1
Синьо-зелені (<i>Cyanophyta</i>)	2 25,0	2 16,7	2 12,5	2 20,0	2 14,3
Жовто-зелені (<i>Xanthophyta</i>)	–	–	–	1 10,0	1 7,1
Пірофітові (<i>Pyrrophyta</i>)	–	–	–	–	1 7,1
Евгленові (<i>Euglenophyta</i>)	1 12,5	–	2 12,5	–	3 21,3
Вольвоксові (<i>Volvocinae</i>)	–	–	–	–	1 7,1
Протококові (<i>Protococcales</i>)	–	–	1 6,3	–	–
Десмідієві (<i>Desmidiaceae</i>)	–	–	–	1 10,0	–
Діатомові (<i>Bacillariophyta</i>)	5 62,5	8 66,6	9 56,2	5 50,0	4 27,6
Нитчасті водорості (<i>Zygnematales</i>)	–	2 16,7	2 12,5	1 10,0	2 14,3
Усього	8 100	12 100	16 100	10 100	14 100

Примітка: над рискою – кількість видів, під рискою – частка від загальної кількості видів, %.

дорості *Microcystis aeruginosa*. Їх кількість коливалася від 960 до 15200 тис. кл/л, а біомаса – від 4,5 мг/л до 45,6 мг/л. Друге місце за кількісними показниками займали діатомові водорості.

Аналізуючи воду ділянки біля НС № 1, діатомові переважали за чисельністю та біомасою. Інші систематичні групи фітопланктону в даній ділянці представлені протококовими (640 тис. кл/л і 19,2 мг/л) та евгленовими (480 тис. кл/л і 9,72 мг/л). Слід відмітити, що цінні в харчовому відношенні для риб протококові водорості виявлені лише на цій ділянці. Саме тут група фітопланктону була представлена одним видом *Pediastrum duplex*, який складався з 16 клітин (відносно крупна форма).

Водорості, що відносяться до жовто-зелених і десмідієвих містилися у незначній кількості та біомасі, суттєвої ролі в фітопланктоні каналу не відігравали.

Серед названих груп фітопланктону на дослідженій ділянці каналу було відмічено наявність нитчастих водоростей родів *Spirogyra* та *Mougeotia* чисельність яких, не перевищувала 3360 тис. кл/л, а біомаса – 22,54 мг/л.

Іхтіопатологічними дослідженнями встановлено, що всі відловлені особини риб були свіжі. Запах розкладання відсутній, слиз на лусці – прозорий. Усі особини не мали зовнішніх травматичних пошкоджень на голові, тілі, плавцях і порушень пігментації лускового покриву. При макроскопічному огляді риб патологічних змін внутрішніх органів не виявлено. Вияткою серед досліджених органів став стан жовчного міхура, який був значно збільшений. При огляді зябер, встановлено, що зяброві тичинки та пелюстки легко відшаровуються від зябрових дуг, не містять ознак наявності паразитів.

Кишківники у 4-х досліджених товстолобиків були порожні, а в інших – заповнені перетравленою масою детритного походження. Рослини та тваринні організми в кишківниках відсутні, проте містився мул.

Обговорення

Канал “Дніпро-Донбас” є штучним водним об’єктом, водообмін у якому відбувається лише примусово за допомогою

насосних станцій. У період між прокачуваннями надходження води до каналу можливе лише з атмосферними опадами та поверхневим стоком, тому можна розглядати його як тимчасово замкнену систему з особливим гідрохімічним режимом. В останні два десятиріччя режим прокачування води по трасі каналу є вкрай нестабільним, що зумовлює погіршення якості води протягом весняно-літнього сезону. Безпосередньо впливає на якість води у каналі водозабір для сільськогосподарських потреб (насамперед для зрошування), евтрофікація, надходження до каналу токсичних речовин штучного походження після сільськогосподарських робіт.

Враховуючи те, що риба є пойкилотермним організмом, у якого температура тіла та процеси, що відбуваються, залежать від температури навколишнього середовища (Sundby & Nakken, 2008; Bondarev et al., 2018), відбулася зміна дихальних процесів, інтенсивності живлення, поведінки, захисних реакцій організму (Novitskyi et al., 2015; Khrystenko et al., 2015).

У результаті проведення гідробіологічних досліджень встановлено, що кількість фітопланктону для весняної пори року була недостатньою для харчування рослиноїдних риб (Cushing, 1990). Унаслідок сезонних змін навесні 2016 року відбулося значне зниження температури повітря та води, спостерігалось зниження кількості видів фітопланктонних організмів, їх чисельності у воді і, головне, майже повна відсутність протококових водоростей, які завжди формують основу кормової бази для товстолобика білого *H. molitrix* у каналі “Дніпро-Донбас” (Novitskyi, 2014; Semenchenko et al., 2015).

Результати іхтіопатологічних досліджень показали, що на тілі риб відсутні екзо- та ендопаразити, які викликають небезпечні хвороби риб; відмічено відшаровування зябрових пелюсток і тичинок від зябрових дуг (раніше такого факту у білого товстолобика не спостерігали); значно збільшений розмір жовчного міхура в досліджених риб, що свідчить про порушення процесів обміну речовин; у дослідженій риби частково або повністю порожній кишківник; в складі харчової грудки був детрит, мул, перетравлена кашка та фрагменти діатомових водоростей, що не є основою харчування рослиноїдних риб

Таблиця 2. Показники якісного розвитку фітопланктону в каналі “Дніпро-Донбас” (ділянка від ГВС до насосної станції № 1, травень 2016 р.)

Групи фітопланктону	Місце відбору проб				
	Аванкамера	ГВС, 20 м від шлюзів	Вище Шульгівського мосту	У районі Шульгівського мосту	У районі насосної № 1
Синьозелені (<i>Cyanophyta</i>)	7500 10,74	3300 8,22	15200 45,6	8500 41,4	960 4,5
Жовто-зелені (<i>Xanthophyta</i>)	–	–	–	1720 5,16	600 3,6
Пірофітові (<i>Pyrrophyta</i>)	–	–	–	200 0,14	–
Евгленові (<i>Euglenophyta</i>)	100 1,8	–	480 9,72	–	300 2,66
Вольвоксові (<i>Volvocinae</i>)	–	–	–	–	100 0,30
Протококові (<i>Protococcales</i>)	–	–	640 19,2	–	–
Десмідієві (<i>Desmidiaceae</i>)	–	–	–	40 0,44	–
Діатомові (<i>Bacillariophyta</i>)	560 1,39	2640 10,68	3780 10,40	2600 0,7	740 4,6
Нитчасті водорості (<i>Zygnematales</i>)	–	2920 12,28	2880 19,32	480 3,22	3360 22,54
Усього	8160 13,93	8860 31,18	22780 104,24	13540 51,06	6060 38,20

Примітка: над рискою – кількість видів, під рискою – частка від загальної кількості видів, %.

(Chugunova, 1959).

Основними причинами загибелі риби, як правило, можуть бути хвороби, незадовільна якість води та рівень кормової бази. Оскільки ознак хвороб у риби не виявлено, то факт загибелі може пояснюватися порушенням процесів метаболізму. Збільшений жовчний міхур у риби також підтверджує той факт, що риба голодувала, і саме це викликало її загибель.

Висновки

Гідробіологічний аналіз води навесні 2016 р. щодо кількості фітопланктону вказує на низький рівень умісту протококових водоростей, які формують кормову базу для білого товстолобика як біомеліоранта в каналі “Дніпро-Донбас”. Стан внутрішніх органів свідчить про тривале голодування риби, яке призводить до її загибелі. Внаслідок цього знижується біомеліоративний ефект на каналі та погіршується якість води.

Для попередження загибелі риб-біомеліорантів, зокрема білого товстолобика, у каналі “Дніпро-Донбас” у весняно-літній період рекомендується здійснювати планові сезонні прокачування води, вселення біомеліорантів необхідно проводити згідно встановлених термінів з урахуванням сезонних змін у водоймищі. Для ефективних заходів з покращення якості води моніторингові дослідження водного середовища каналу та екологічного стану всіх трофічних ланок гідробіотів цієї штучної водойми необхідно проводити постійно.

References

- Abramov, A. V., Miroshnichenko, A. I., & Lytvynov, O. P. (2005). Posibnyk po diahnozytsi khvorob vodnykh tvaryn. [Aids for the diagnosis of diseases of aquatic animals]. ArtEK, Kyiv (in Ukrainian).
- Bauer, O. N., Musselius, V. A., & Nikolaeva, V. M. (1977). Ihtopatologiya [Ihtopatologiya]. Pishchevaya promyshlennost, Moscow (in Russian).
- Bondarev, D., Kunah, O., & Zhukov, O. (2018). Assessment of the

impact of seasonal patterns climatic conditions on spawning events of the white bream *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) in astronomical and biological time. *Acta Biologica Sibirica*. 4 (2), 48–64.

Buzevych, I. Yu. (2002). Pryntsypy orhanizatsii doslidzhen masovoi zahybeli ryby [Principle of organizing studies of the mass death of fish]. *Rybne Hospodarstvo*, (61), 97–100 (in Ukrainian).

Chu, C., Mandrak, N. E., & Minns, C. K. (2005). Potential impacts of climate change on the distributions of several common and rare freshwater fishes in Canada. *Diversity and Distributions*, 11(4), 299–310.

Chugunova, N. I. (1959). *Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb* [Guide to the study of age and growth of fish]. AN SSSR, Moscow (in Russian).

Crivelli, A. J. (1995). Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern Mediterranean region? *Biological Conservation*, 72(2), 311–319.

Cushing, D. H. (1990). Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Advances in Marine Biology Volume 26*, 249–293.

Chen, P., Wiley, E. O., & Mcnyset, K. M. (2006). Ecological niche modeling as a predictive tool: silver and bighead carps in North America. *Biological Invasions*, 9(1), 43–51.

Davydov, O. N., & Temnihanov, Yu. D. (2004). *Bolezni presnovodnykh ryb* [Diseases of freshwater fish]. Vetrinform, Kyiv (in Ukrainian).

Ficke, A. D., Myrick, C. A., & Hansen, L. J. (2007). Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17(4), 581–613.

Gidrobiologiya kanalov Ukrainskoj SSR. (1990). [Hydrobiology channels of the Ukrainian USSR]. Naukova dumka, Kyiv (in Ukrainian).

Gorączko, M. (2012). Wpływ wezbrań na warunki funkcjonowania żegluga w rejonie Bydgoskiego Węzła Wodnego [The impact of freshets on the conditions of shipping in the area of the Bydgoszcz Water Junction]. *Promotio Geographica Bydgosciensis*. UKW, Bydgoszcz, 8, 65–73.

- Kallemeyn, L. W. (1987). Correlations of regulated lake levels and climatic factors with abundance of young-of-the-year walleye and yellow perch in four lakes in Voyageurs National Park. *North American Journal of Fisheries Management*, 7, 513–521.
- Khrystenko, D. S., Kotovska, G. A., & Novitskiy, R. A. (2015). Length-weight relationships and morphological variability of black-striped pipefish *Syngnathus abaster* Risso, 1827 in the Dnieper River Basin. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(1-2), 1–10.
- Koval, N. V., Shevchenko, P. G. & Kolesnikov, V. N. (1987). Vidovoj sostav molodi ryb i nekotorye cherty formirovaniya ikhtiofauny kanala Dnepr-Donbass [Species composition of young and some features of the formation of ichthyofauna of the channel of the Dnieper-Donbass]. Kyiv (in Ukrainian).
- Kokh, V., Bank, O. & Yene, G. (1980). Rybovodstvo [Fish farming]. Moskva: Pishchevaya promyshlennost, Moscow (in Russian).
- Novitskiy, R. O. (2014). Osoblivosti monitoringu raritetnoi ihtiofauni u vodojmah stepovogo Pridniprov'ja [Peculiarities of the monitoring of rare and otto faunas at the waters of the steppe Pridniprov'ya]. *Integrovane Upravlinnja Vodnimi Resursami. Derzhvodekologija*, Kyiv, 147–154 (in Ukrainian).
- Novitskiy, R. A., Kochet, V. N., Khristov, O. O., & Kuzora, V. Y. (2015). Current characteristics of ichthyofauna of the channel “Dnieper-Donbass”. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series “Biology”*, 25, 191–195 (in Ukrainian).
- Pankhurst, N. W., & Munday, Ph. L. (2011). Effects of climate change on fish reproduction and early life history stages. *Marine and Freshwater Research*, 62, 1015–1026.
- Pryachin, Yu. V. & Shkickiy, V. A. (2008). Metody rybohozyaystvennyih issledovaniy [Methods of fisheries research]. YuNC RAN, Rostov-na-Donu (in Russian).
- Pilipenko, Yu. V. (2012). Ekologichni osnovi ratsional'noi ekspluatatsii gidroekosistem shtuchnogo pokhodzhennya stepovoi zoni Ukraïni [Ecological bases of rational operation of hydroecosystems of artificial origin of the steppe zone of Ukraine]. *Sovremennyye Rybochozyaistvennyie i Ekologicheskie Problemy Azovo-Chernomorskogo Regiona. YugNIRO*, Kerch, 44–45 (in Ukrainian).
- Semenchenko, V. P., Son, M. O., Novitskiy, R. A., Kvatch, Y. V., & Panov, V. E. (2015). Alien macroinvertebrates and fish in the Dnieper River basin. *Russian Journal of Biological Invasions*, 6(1), 51–64.
- Sundby, S. & Nakken, O. (2008). Spatial shifts in spawning habitats of Arcto-Norwegian cod related to multidecadal climate oscillations and climate change. *ICES Journal of Marine Science*, 65, 1–10.
- Vasylieva, O. M., Novitskiy, R. O., Hubanova, N. L., Horchanok, A. V., & Sapronova, V. O. (2019). Dynamics of quality indicators of water status in the principal channel “Dnipro-Donbas” resulting of seasonal pumping. *Agrology*, 2(2), 106–111.
- Vischnevskij, V. I. (2003). Hidrologichni harakterystyki richok Ukrainy [Hydrological characteristics of the rivers of Ukraine]. Nika-Centr, Kyiv (in Ukrainian).
- Vovk, P. S. (1974). O vozmozhnosti ispol'zovaniya belogo tolstolobika dlya povyscheniya ryboproduktivnosti i snizheniya urovnya evtrofikatsii dneprovskih vodohranilish [About the possibility of using silver carp to increase fish productivity and reduce the level of eutrophication of the Dnieper reservoirs]. *Voprosy Ichtiologii*, 3(86), 406–414 (in Russian).