

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий

журнал

1(11)/2022



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet
Вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного
університету (протокол № 1 від 26.08.2022 року).

Головний редактор – Пічура В.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор.

Відповідальний секретар – Корнієнко В.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент.

Відповідальний секретар – Дюдяєва О.А. – старший викладач кафедри екології
та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка.

Члени редакційної колегії:

Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;

Бойко М.Ф. – доктор біологічних наук, професор;

Бойко П.М. – кандидат біологічних наук, доцент;

Бузевич І.Ю. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник;

Вовк Н.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор;

Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор;

Дементьєва О.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Домарацький Є.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Зубков О. – доктор-хабілітат біологічних наук, професор (Республіка Молдова);

Клименко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;

Кутіщев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент;

Наконечний І.В. – доктор біологічних наук, професор;

Харитонов М.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;

Шевченко В.Ю. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;

Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник;

Шекк П.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;

Шкуте А. – доктор біологічних наук, професор (Латвія).

Електронна сторінка видання – www.wra-journal.ksauniv.ks.ua

*На підставі наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1)
журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»)
у галузі сільськогосподарських наук (101 – Екологія, 207 – Водні біоресурси та аквакультура)*

Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура»

zareestrowano Міністерством юстиції України

(Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації,
серія KB № 24811-14751ПР від 12.04.2021 року)

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою
програми забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl

ЗМІСТ

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ	7
<i>Ковальов М.М.</i> Ефективність вирощування руколи в умовах гідропонних плівкових теплиць.....	7
<i>Маренков О.М., Курченко В.О., Нестеренко О.С., Сорокін С.О.</i> Оцінка стану промислового освоєння іхтіофауни Запорізького (Дніпровського) водосховища на прикладі рибогосподарської діяльності ТОВ «Борисфен-2010».....	19
<i>Шекк П.В., Бургаз М.І.</i> Інтродуценти приморських лиманів Північно-Західного Причорномор'я.....	32
АКВАКУЛЬТУРА	47
<i>Гриневич Н.Є., Жарчинська В.С., Світельський М.М., Хом'як О.А., Слюсаренко А.О.</i> Перспективний об'єкт аквакультури ракоподібних <i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens, 1868): біологія, технологія (огляд).....	47
<i>Коваленко Б.Ю., Коваленко В.О., Кононенко Р.В., Шевченко П.Г., Макаренко А.А.</i> Дослідження анестезуючого впливу препарату гвоздична олія на кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>).....	63
<i>Сироватка Д.А., Бех В.В., Осіпенко М.І., Куріненко Г.А.</i> Характеристика рибницько-біологічних показників коропів нивківського лускатого та малолускатого внутрішньопородного типу на третьому році життя, відтворених із застосуванням методів кріоконсервування статевих продуктів.....	73
<i>Тучапська А.Я., Куць У.С., Куріненко Г.А., Григоренко Т.В.</i> Живлення цьоголіток коропо-сазанових гібридів, отриманих від плідників різного генетичного походження.....	84
ГІДРОЕКОЛОГІЯ	96
<i>Валерко Р.А., Романчук Л.Д., Герасимчук Л.О.</i> Оцінка екологічної безпеки питної води за сумарним показником якості.....	96
<i>Резнікова В.В.</i> Формальдегід, як екологічна проблема текстильної промисловості.....	107
МЕТОДИ І МЕТОДИКИ	113
<i>Пічура В.І., Потравка Л.О.</i> Використання <i>Eichhornia crassipes</i> та <i>Lemna minor</i> для додаткового очищення комунальних стоків	113

Скок С.В. Біоіндикаційні методи оцінки рівня забруднення водних екосистем.....	131
---	-----

СТОРІНКИ ІСТОРІЇ	144
-------------------------------	-----

Вітаємо ювілярів! Ученому-гідробіологу, біохіміку та радіобіологу, професору Анатолію Івановичу Дворецькому – 85!.....	144
--	-----

CONTENTS

WATER BIORESOURCES	7
<i>Kovalov M.M.</i> Efficiency of aucola growing in hydroponic film greenhouses.....	7
<i>Marenkov O.M., Kurchenko V.O., Nesterenko O.S., Sorokin S.O.</i> Assessment of the state of industrial withdrawal of the ichthyofauna of the Zaporizhzhya (Dnieper) reservoir on the example of fishery activity of LLC «Borisfen-2010».....	19
<i>Shekk P.V., Burgaz M.I.</i> The introducents of the Primorsky estuaries of the North-Western Black sea region.....	32
AQUACULTURE	47
<i>Hrynevych N.E., Zharchynska V.S., Svitelskyi M.M., Khomiak O.A., Sliusarenko A.O.</i> Promising object of aquaculture of crustaceans <i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens, 1868): biology, technology (review).....	47
<i>Kovalenko B.Yu., Kovalenko V.O., Kononenko R.V., Shevchenko P.G., Makarenko A.A.</i> Research anesthetic influence preparation «clove oil» on African sharp-tooth catfish (<i>Clarias gariepinus</i>).....	63
<i>Syrovatka D.A., Bekh V.V., Osipenko M.I., Kurinenko H.A., Kuts U.S.</i> Characteristics of piscicultural and biological parameters of carp of nyvky scaly and scaleless intrabreed type on their third year of life produced from cryopreserved sperm.....	73
<i>Tuchapska A.Ya., Kuts U.S., Kurinenko H.A., Grygorenko T.V.</i> The nutritional of yearlings of common carp x amur carp hybrids of different genesis.....	84
HYDROECOLOGY	96
<i>Valerko R.A., Romanchuk L.D., Herasymchuk L.O.</i> Assessment of environmental safety of drinking water according to total quality indicator.....	96
<i>Reznikova V.V.</i> Formaldehyde is an environmental problem in the textile industry.....	107
METHODS AND TECHNIQUES	113
<i>Pichura V.I., Potravka L.O.</i> Use of <i>Eichhornia crassipes</i> and <i>Lemna minor</i> for additional treatment of municipal drains.....	113

Skok S.V. Bioindication methods for assessing the level of pollution of aquatic ecosystem.....	131
--	-----

HISTORY PAGES	144
----------------------------	-----

Anatoliy Ivanovich Dvoretzky, Scientist-hydrobiologist, biochemist and radiobiologist, professor is 85!.....	144
--	-----

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

УДК 635.4:635.567:631.5

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.1>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РУКОЛИ В УМОВАХ ГІДРОПОННИХ ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

*Ковальов М.М. – к. с.-г.х н., старший викладач,
Центральноукраїнський національний технічний університет
Nicolaskov80@gmail.com*

У статті експериментально досліджено і обґрунтовано особливості формування врожаю руколи вітчизняних та зарубіжних сортів в умовах плівкової геокупольної теплиці Північного Степу України. Розраховано економічну ефективність запропонованих прийомів та елементів технології вирощування огірка із застосуванням сухої гідропоніки (Dry Hydroponics модулі) у плівкових купольних теплицях. Проведено дослідження з підвищення врожайності виробництва руколи сортів вітчизняної та закордонної селекції, проведено порівняння вирощування методом сухої гідропоніки та ґрунтової культури. Проведено оцінку технології вирощування руколи в умовах захищеного ґрунту в зимовій сівозміні IV світлової зони. Доведено доцільність вирощування дослідженого сорту зарубіжної селекції при вирощуванні методом сухої гідропоніки.

У результаті аналізу експериментальних даних процесів росту і розвитку рослин досліджуваних сортів руколи вітчизняної та голландської селекції, найвищими показниками накопичення сухої речовини володів сорт Знахар. Вміст сухої речовини у даного сорту був на 3,9–5,3% більшим при гідропонному вирощуванні та на 2,7–4,1% більшим при ґрунтовому вирощуванні ніж для сортів Либідь, Колтівата та Грація.

В умовах гідропоніки відзначалися прискорення термінів настання технічної стиглості культури. Збір врожаю проходив на 44,3–46,0 добу від появи сходів в умовах гідропоніки, в той же час при ґрунтовій культурі він проходив на 5,3–5,5 доби пізніше. Терміни настання масового цвітіння, залежно від способу вирощування, мали аналогічну тенденцію та склали: при гідропонному вирощуванні для сортів: Знахар – 56,0 діб, Либідь – 56,0 діб, Колтівата – 55,3 доби, Грація 54,8 – доби; при ґрунтовому вирощуванні для сортів: Знахар – 61,0 доба, Либідь – 60,3 діб, Колтівата – 59,5 діб, Грація – 56,8 діб.

Облік врожайності вирощування сортів руколи показав їх досить високу продуктивність. На рівень врожайності достовірно впливав метод культури. Найбільш урожайним був сорт руколи голландської селекції – Колтівата. Врожайність його на гідропоніці та в умовах ґрунтової культури була на 0,6–3,5% та 0,9–4,6% відповідно більше за інші сорти. Серед вітчизняних сортів руколи найбільш урожайним був – сорт Либідь при вирощуванні на гідропоніці – 1,650 кг/м², а на ґрунтовій культурі сорт Знахар – 1,476 кг/м².

Ключові слова: Dry Hydroponics модулі, рукола, геокупольна плівкова теплиця, ґрунтова культура, врожайність.

Постановка проблеми. Однією з найбільш актуальних проблем сучасного овочівництва є розширення асортименту вирощуваних культур. При цьому основними вимогами є можливість їх використання у дієтичному та оздоровчому харчуванні [1, с. 311].

Останніми роками спостерігається активна інтродукція нових для нашої країни, але досить популярних в європейських країнах овочевих культур [2 с. 30]. Однією з найбільш перспективних овочевих культур є рукола, що здавна та широко культивуються у Південних регіонах Європи, особливо у Франції та Італії. При цьому вона прижилися в місцях із досить суворим у порівнянні із Середземноморським кліматом, наприклад, у Північній Європі та Північній Америці [3, с. 172].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Агроекологічні аспекти вирощування руколи в умовах різних типів гідропоніки вивчалися вітчизняними та зарубіжними дослідниками [4, с. 15; 5, с. 22]. При цьому в першу чергу розглядалися саме агробіологічні та технологічні аспекти використання систем проточної гідропоніки.

Однак, досить цікавими є можливість вирощування скоростиглих овочевих рослин, до яких відноситься зокрема і рукола як додаткові при вирощуванні основних тепличних культур огірка або томату. Враховуючи дедалі більше поширення малооб'ємної гідропоніки в тепличному овочівництві, актуальним є вивчення ефективності вирощування руколи власне в умовах гідропонних плівкових теплиць. При цьому отримані результати можуть бути основою для розробки агротехнологічних регламентів використання руколи як ущільнюючої культури при вирощуванні огірка або томату в умовах захищеного ґрунту [6, с. 373; 7, с. 21].

Постановка завдання. Метою досліджень є розробка оптимальних технологічних параметрів вирощування руколи в умовах гідропонної плівкової теплиці.

Облік урожайності зеленої маси руколи проводили окремо за варіантами і повтореннями. Важливим є встановлення ступеню впливу параметрів мікроклімату на формування рослин, а саме за рахунок зміни біометричних параметрів руколи [8, с. 12].

В наших експериментальних досліджень вивчалися 4 сорти *Eruca sativa* Mill. (Знахар, Либідь, Колтівата та Грація). Характеристики сортів руколи, що вивчалися, наведені нижче.

Знахар – створений у 2008 році на дослідній станції «Маяк» Інституту овочівництва та баштанництва Національної академії аграрних наук України (Чернігівська область), де зараз виготовляються сертифіковані насіння руколи. Це ранньостиглий сорт, перші сходи з'являються на 5–6 день, від сходів до збору врожаю проходить 27 діб. Стебло пряме, при сильно загущеній посадці може викривлятися. Для паростка характерне

слабке антоціанове забарвлення. Листя має ширину 6–10 см і довжину 23–25 см, помірно інтенсивного зеленого кольору. У розетці знаходиться 5–7 листків. Квітки – білі, діаметром 2,2–2,5 см із фіолетовими жилками. Врожайність 1–1,3 кг/кв. м. Сорт придатний до вирощування в загущених посівах та в умовах механізованих технологій. Він рекомендований для впровадження у всіх зонах України.

Либідь – виведений у 2014 році київським підприємством «НК ЕЛІТ». Цей ранній сорт руколи тішить першим урожаєм вже через 20 днів після появи сходів. Період вегетації – 95 днів. У розетці знаходиться близько 10 довгих листків помірного зеленого кольору без опушення та воскового блиску, перші листи – не розсічені. Середня врожайність руколи Либідь – 2,5 кг/м². Цей сорт руколи відрізняється високою врожайністю та стійкістю до стрілкування. Сорти руколи української селекції придатні для вирощування у відкритому та захищеному ґрунті.

Колтівата – голландський сорт внесений в реєстр у 2015 році. Є скоростиглим: за 20–25 днів зелень можна вживати в їжу. Великі зелені листя сильно розсічені і складають розетку заввишки 10–15 см. Квітки рослини кремові. Врожайність зелені 2,4 кг / м², маса рослини – 40 г. Цей сорт руколи відрізняється сильним ароматом та гострим горіхово-гірчицим смаком, його соковите листя багате на ефірні олії та корисні речовини. Сорт підходить для вирощування у відкритому та захищеному ґрунті.

Грація – голландський сорт, виведений компанією Enza Zaden, що характеризується темно-зеленим забарвленням листя, однорідністю та компактністю рослин. Листя з гарно порізаним нерівним краєм. Рослини чудово виглядають у пучку та в розетці. Листя довгий час залишається свіжим після збирання. Має високу стійкість до стрілкування. Призначений для ринку свіжої продукції та промислової переробки. Період від повних сходів до початку господарської придатності від 22 до 26 днів. Призначений для ринку свіжої продукції та промислової переробки. Маса однієї рослини 35 г. Має високу стійкість до стрілкування.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили у науковій лабораторії Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2020-2021 років.

Варіанти досвіду: 1. Ґрунтова культура 2. Суха гідропоніка

Дослідні рослини вирощували з площею живлення – 330 см² та з розміщенням 25 росл./м² тепличної площі. Облікова площа ділянки – 4,8 м². Повторність у досліді – 4-х кратна. Рослини у досліді вирощувалися шляхом прямого посіву насіння на постійне місце.

У досліді вивчалися фенологічні та біометричні характеристики сортів руколи та біохімічні дослідження, по ділянковий облік врожайності.

При цьому проведені дослідження включали:

1) фенологічні спостереження: відзначали дати посіву насіння, появи сходів та 1 – 2 справжніх листків цвітіння, збирання врожаю.

2) біометричні спостереження: вимірювали висоту рослин, діаметр головного стебла, довжину головного кореня, враховували кількість листя, масу кореневої системи та надземної частини рослин у фазі технічної стиглості. Вимірювання проводили окремо з кожної ділянки. Кількість контрольних рослин на ділянці – 5 шт.

Вміст сухих речовин визначали термостатно-ваговим способом згідно з ДСТУ 8402:2015; аскорбінової кислоти – індофенольним методом; нітратів – іонометричним методом.

Статистичну обробку отриманих даних та оцінку достовірності результатів досвіду проводили за загальноприйнятою методикою – методом дисперсійного аналізу [9, с. 8; 10, с. 18].

Результати досліджень. У ході експериментальних досліджень в умовах плівкових гідропонних теплиць кафедри загального землеробства у зимовій сівозміні 2020–2021 років проведено порівняльне вивчення ефективності вирощування різних сортів руколи в умовах сухої гідропонної культури та традиційного ґрунтового вирощування [11, с. 80; 12, с. 20; 13, с. 104].

Проведені фенологічні спостереження передбачали облік термінів початку основних фаз розвитку рослин руколи. Вивчення динаміки проходження основних початкових етапів онтогенезу дозволило виявити вплив способу культури, отже, і умов вирощування, на ці показники (табл. 1).

Так, при вирощуванні в умовах гідропонічного вирощування перші сходи відзначалися на 3–4 добу після посіву насіння, тоді як за ґрунтової культури – на 4–5 добу. Це було характерно для усіх сортів рослин, що вивчаються в досліді. У цьому цікаво відзначити, що у активність проходження початкових етапів онтогенезу більшою мірою впливав метод культури. Так відрізняються більшою швидкістю проростання рослини руколи давали масові сходи на 4,5–4,6 (сорт Колтівата та Грація) та на 5,8 (сорт Знахар та Либідь) добу при гідропонному способі вирощування. Тоді як при вирощуванні в ґрунтовій культурі масові сходи з'явилися на 5,3–5,4 (сорт Колтівата та Грація) та 6,3 (сорт Знахар та Либідь) добу.

Ця тенденція простежувалася й надалі протягом усього вегетаційного періоду росту та розвитку рослин. Рослини в умовах гідропонної культури випереджали у своєму розвитку аналогічні рослини, що вирости ґрунтовій культурі.

Аналіз біометричних показників рослин сортів, що вивчаються (табл. 2) показав, що рослини, вирощені в умовах гідропоніки, перевершували практично за всіма показниками аналогічні рослини у ґрунтовій культурі.

Таблиця 1. Терміни проходження початкових етапів онтогенезу різних сортів індау посівного та дворядника тонколистого при різних способах культури (середнє 2020–2021рр.)

Назва сорту	Строки появи, доба			
	всходів		1-го справжнього листа	2-го справжнього листа
	перших (10 %)	масових (75 %)		
Суша гідропоніка				
Знахарь	4,2	5,8	10,1	12,3
Либідь	4,3	5,8	10,2	12,2
Колтівата	3,4	4,6	9,4	11,4
Грація	3,4	4,5	9,2	11,3
Грунтова культура				
Знахарь	5,1	6,3	11,2	13,1
Либідь	5,0	6,3	11,2	13,2
Колтівата	4,2	5,4	10,7	12,6
Грація	4,1	5,3	10,5	12,6

Таблиця 2. Біометричні показники рослин руколи при ґрунтовій культурі та в умовах гідропоніки (середнє за 2020–2021роки)

Сорти руколи	Висота рослин, см	Діаметр головного стебла, мм	Число листків, шт./росл.	Довжина головного корню, см	Маса кореневої системи, г
Суша гідропоніка					
Знахар	14,3±0,6	5,1±0,2	14,0±0,3	10,9±0,6	15,4±0,8
Либідь	14,8±0,7	5,2±0,3	14,5±0,3	11,1±0,8	16,1±0,5
Колтівата	13,9±0,4	5,8±0,5	15,1±0,5	11,5±0,5	15,9±0,5
Грація	14,4±0,5	5,6±0,4	15,1±0,3	11,3±0,4	16,1±0,4
Грунтова культура					
Знахар	10,0±0,5	4,9±0,6	15,8±0,5	12,4±1,2	12,3±0,8
Либідь	11,2±0,6	4,8±0,4	15,9±0,4	12,7±1,1	11,9±0,9
Колтівата	11,3±0,2	4,2±0,5	15,7±0,5	12,6±0,9	12,9±0,6
Грація	10,9±0,5	4,5±0,4	15,8±0,3	12,2±1,0	12,7±0,5

*Примітка. Показники наведені на момент збирання рослин.

Так, встановлено, що на момент зрізання рослини мали такі біометричні характеристики:

1) сорт Знахар: висота рослин – 14,3 см та 10,0 см, кількість листя – 14,0 шт. та 15,8 шт., маса кореневої системи – 15,4 г та 12,3 г відповідно при гідропонній та ґрунтовій культурі;

2) сорт Либідь: висота рослин – 14,8 см та 11,2 см, кількість листя – 14,5 шт. та 15,9 шт., маса кореневої системи – 16,1 г та 11,9 г;

3) сорт Колтівата: висота рослин – 13,9 см та 11,3 см; кількість листя – 15,1 шт. та 15,7 шт.; маса кореневої системи – 15,9 г та 12,9 г;

4) сорт Грація: висота рослин – 14,4 см та 10,9 см; кількість листя – 15,1 шт. та 15,8 шт.; маса кореневої системи – 16,1 г та 12,7 г.

При цьому рослини, що вирости в гідропонних горщиках при вирощуванні методом сухої гідропоніки, характеризувалися більш активним зростанням (13,9 см – 14,8 см та 10,1 см – 11,3 см відповідно при гідропонній та ґрунтовій культурі) та формували кореневу систему більшої маси (15,4 г – 16,1 г та 11,9 г – 12,9 г відповідно при гідропонній та ґрунтовій культурі).

Рослини, що вирости при ґрунтовій культурі, мали більшу кількість листків (15,7 шт. – 15,9 шт. проти 14,0 шт. – 15,1 шт. у варіантах на гідропоніці) та формували головний корінь більшої довжини (12,1 см – 12,7 см проти 10,9 см – 11,5 см у випадках на гідропоніці). Це, напевне, було зумовлено природними флуктуаціями водного режиму ґрунту, що сприяли формуванню кореневої системи орієнтованої забезпечення вологою рослинами. При цьому закономірності більшою мірою визначалися способом культури, а не видовими та сортовими відмінностями. В подальшому, рослини, що мали високі біометричні показники, як і варто було очікувати, були більш врожайнішими (табл. 3).

Аналіз даних таблиці 3 показав, що найвищі показники врожайності рослин руколи за всіма сортами Знахар, Либідь, Колтівата та Грація були досягнуті при вирощуванні в умовах гідропоніки.

При цьому врожайність руколи була на рівні: сорт Колтівата – 1,706 кг/м²; сорт Грація – 1,695 кг/м²; сорт Либідь – 1,650 кг/м²; сорт Знахар – 1,646 кг/м²; Тоді як аналогічні посіви на ґрунтосуміші показали наступні показники: сорт Знахар – 1,476 кг/м²; сорт Либідь – 1,442 кг/м²; сорт Колтівата – 1,511 кг/м²; сорт Грація – 1,498 кг/м².

В умовах гідропоніки відзначалися прискорення термінів настання технічної стиглості культури (табл. 3). Так, збір врожаю проходив на 44,3–46,0 добу від появи сходів в умовах гідропоніки, тоді як при ґрунтовій культурі лише на 49,8–51,3 добу. Терміни настання масового цвітіння, залежно від способу вирощування, мали аналогічну тенденцію (див. табл. 3) та склали: на гідропоніці – сорт Знахар – 56,0 діб, сорт Либідь – 56,0 діб, сорт Колтівата – 55,3 доби, сорт Грація 54,8 – доби; на ґрунтосуміші – сорт Знахар – 61,0 доба, сорт Либідь – 60,3 діб, сорт Колтівата – 59,5 діб, сорт Грація – 56,8 діб.

При цьому варто відзначити якісні характеристики листя у всіх варіантах дослідів. Проведений аналіз деяких біохімічних характеристик листя досліджених сортів, що вивчаються, та видів при вирощуванні в умовах гідропоніки та ґрунтової культури, дозволив визначити наступне (табл. 3).

Таблиця 3. Порівняльна ефективність гідропонного та ґрунтового вирощування руколи в умовах захищеного ґрунту (середнє за 2020–2021 роки)

Сорти	Маса однієї рослини, г/рослин.	Врожайність, кг/м ²	Строки, діб*		Біохімічні характеристики листьєв, мг/кг		
			зрізання рослини	цвітіння**	суха речовина, %	аскорбінова кислота, мг	нитраты, мг/кг
Гидропоника							
Знахарь	64,3	1,646	45,3	56,0	7,6	14,0	1725
Либідь	64,7	1,650	46,0	56,0	7,2	12,3	1718
Колтівата	66,7	1,706	45,5	55,3	7,3	12,8	1706
Грація	65,9	1,695	44,3	54,8	7,3	13,0	1704
НІР05= 0,015 кг/м ²							
Грунтова культура							
Знахарь	56,7	1,476	51,3	61,0	7,3	12,8	1715
Либідь	55,9	1,442	51,0	60,3	7,1	11,5	1668
Колтівата	57,4	1,511	50,3	59,5	7,0	11,0	1650
Грація	56,9	1,498	49,8	56,8	7,1	11,8	1685
НІР05= 0,028 кг/м ²							ГДК=3000 мг/кг
НІР05 АВ= 0.020 кг/м ²							

*– від дати появи сходів

** – терміни масового цвітіння визначали на дослідних рослинах.

При гідропонному способі вирощування рослин вміст сухих речовин в листі коливався в межах від 7,2 до 7,6 %. При цьому максимальний вміст сухих речовин був у рослин руколи (сорт Знахар).

У рослин руколи (сорт Либідь, Колтівата, Грація) сухих речовин у листі накопичувалося від 7,2 до 7,3 %. Аналогічна ситуація спостерігалася і при ґрунтовій культурі, де вміст сухих речовин у листі руколи (сорт Знахар) склало 7,3 % проти 7,0–7,1 % – у рослин сортів Либідь, Колтівата та Грація). Варто відзначити загальну закономірність більшого накопичення сухих речовин в листі у рослин при гідропонному вирощуванні у порівнянні з ґрунтовою культурою для всіх досліджуваних сортів, що напевно, є наслідком більш сприятливих умов забезпечення поживними речовинами. Разом з тим, перевищення вмісту сухих речовин у сорту Знахар, що відзначається, скоріше за все обумовлено видовими особливостями даного сорту.

Біохімічний аналіз листя на вміст аскорбінової кислоти, що є важливою якісною ознакою для всіх листових овочевих культур, показав, що її накопичення було в межах від 12,3 до 14,0 мг. При цьому найкращим був сорт Знахар, де вміст аскорбінової кислоти в листі склало 14,0 (гідропоніка) та 12,8 (ґрунтова культура) мг. Аналогічна ситуація була і для інших сортів,

де не спостерігалось значної відмінності в рівні накопичення аскорбінової кислоти залежно від методу вирощування.

Даний рівень накопичення аскорбінової кислоти у рослин руколи був значно меншим при ґрунтовому способі ніж при вирощуванні на гідропонії. Це було зумовлено, на нашу думку, тим, що хоч природне ультрафіолетове випромінювання однаково поширюється в середині геокупольної плівкової теплиці, але інтенсивність фіто освітлення для ґрунтової культури значно менше, ніж для гідропоніки за рахунок більшої відстані від фіто матиці до листової поверхні. А рівень сонячного світла є недостатнім в зимовий період вирощування культури.

Важливим показником, що характеризує якість овочевої продукції, є вміст нітратів. Особливо актуально це для листових культур, що характеризуються схильністю до надмірного накопичення в умовах дефіциту освітленості на тлі незбалансованого мінерального живлення. В результаті проведених досліджень встановлено, що при гідропонному способі вирощування в листі міститься дещо більше нітратів (1704–1725 мг/кг) порівняно з ґрунтовим їх вирощуванням (1650–1715 мг/кг). Відзначена видова специфічність накопичення нітратів у листі. Так, при обох способах вирощування культури, в листі рослин руколи сорту Знахар нітратів більше, ніж у рослин інших сортів, що вивчалися. Так, вміст нітратів у листі руколи сорту Знахар склало 1715 (ґрунтова культура) та 1725 (гідропоніка) мг/кг при 1650–1685 (ґрунтова культура) і 1718–1704 (гідропонний спосіб вирощування) у рослин досліджуваних сортів: Либідь, Колтівата та Грація. Разом з тим, всі зазначені рівні накопичення нітратів не перевищували встановлений граничнодопустимий рівень зелених салатних культур.

Висновки. Проведений облік врожайності вирощування сортів руколи показав їх досить високу продуктивність. При цьому достовірних відмінностей у врожайності, обумовлених сортовою приналежністю, не виявлено. На рівень урожайності достовірно впливав метод культури. Рослини, що виростили при гідропонній культурі, були врожайніші (1,650–1,706 кг/м²), ніж при ґрунтовій культурі (1,442–1,511 кг/м²) та накопичували більше сухих речовин. Найбільш урожайним був сорт руколи голландської селекції – Колтівата як при ґрунтовій (1,511 кг/м²), так і при гідропонній (1,706 кг/м²) культурі.

EFFICIENCY OF AUCOLA GROWING IN HYDROPONIC FILM GREENHOUSES

*Kovalov M.M. – PhD of Agriculture, Senior Lecturer,
Central Ukrainian National Technical University*

The article experimentally investigates and substantiates the peculiarities of the formation of the arugula harvest of domestic and foreign varieties in the conditions of the film geo-dome greenhouse of the Northern Steppe of Ukraine. The economic efficiency of the proposed methods and elements of cucumber cultivation technology with the use of dry hydroponics (Dry Hydroponics modules) in film dome greenhouses is calculated. The research on increase of productivity of production of arugula of grades of domestic and foreign selection is carried out, the comparison of cultivation by a method of dry hydroponics and soil culture is carried out. The technology of growing arugula in the conditions of protected soil in the winter crop rotation of the IV light zone is estimated. The expediency of growing the studied variety of foreign selection in the cultivation method by dry hydroponics has been proved.

As a result of the analysis of experimental data on the processes of growth and development of plants of the studied varieties of arugula of domestic and Dutch selection, the highest rates of dry matter accumulation were possessed by the variety Znahar. The dry matter content of this variety was 3.9–5.3% higher in hydroponic cultivation and 2.7–4.1 % higher in soil cultivation than in Lybid, Koltivata and Gracia cultivars.

In the conditions of hydroponics acceleration of terms of approach of technical maturity of culture was noted. Harvesting took place on 44,3–46,0 days from the emergence of seedlings in hydroponics, at the same time in soil culture, it took place on 5.3–5.5 days later. The timing of mass flowering, depending on the method of cultivation, had a similar trend and was: in hydroponic cultivation for sorots: Witch doctor – 56.0 days, Lybid – 56.0 days, Koltivata – 55,3 days, Grace 54,8 – days; at soil cultivation for grades: the Healer – 61,0 days, Lybid – 60,3 days, Koltivata – 59,5 days, Grace – 56,8 days.

Accounting for the yield of arugula varieties showed their fairly high productivity. The level of yield was significantly influenced by the method of culture. The most productive was the variety of arugula of the Dutch selection Koltivata. Its yield in hydroponics and soil culture was 0,6 – 3,5 % and 0,9–4,6 %, respectively, more than other varieties. Among domestic varieties of arugula, the most productive was the Lybid variety when grown on hydroponics – 1,650 kg / m², and on soil culture the Znahar variety – 1,476 kg / m².

Keywords: Dry Hydroponics modules, arugula, geocouple film greenhouse, soil culture, yield.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хареба О.В., Позняк О.В. Інду посівний і дворядник тонколистий: перспективи дослідження і освоєння в Україні. *Овочівництво і баштанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вип. 61. ВП «Плеяда», 2015. С. 311–319.

2. Бербеков К.З, Езаов А.К. Агробіологіческая ефективність вирощування рукколи в умовах захищеного ґрунту. *Вестник Орловського ГАУ*. 2014. № 1. С. 29–33.
3. Murphy, C.J., Pill W.G. Cultural practices to speed the growth of micro-green arugula (roquette; *eruca vesicaria* subsp. *sativa*). *Journal of horticultural science and biotechnology*. 2010. № 3. pp. 171–176.
4. Howard, M Resh. Hydroponic food production. NW. Taylor & Francis Group, 2013. P. 155.
5. Позняк О.В. Стан і перспективи селекційної роботи з індау посівним або дворядником та руколою на ДС «Маяк» ІОБ НААН : мат. Всеукраїнського науково-практичного семінару «Рослинний світ України: нетрадиційні та рідкісні види у наукових дослідженнях та господарськопрактичній діяльності», 27 березня 2015, Крути, 2015. С. 21–23.
6. Ширинкин И.В., Папонов А.Н. Влияние сроков посева на урожайность салатной продукции рукколы сорта Изумрудная в условиях защищенного и открытого грунта. *Аграрный Вестник Урала*. Екатеринбург, 2013. № 4. С. 371–374.
7. Улянич О.І., Алексейчук О.М., Сорока Л.В. Урожайність руколи посівної і шпинату городнього залежно від сортотипу. *Вісник Уманського національного інституту садівництва*. 2014. № 2. С. 19–23.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1979. 415 с.
9. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ, 2000. 144 с.
10. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. За ред. Г.Л. Бондаренка та К.І. Яковенка. Харків : Основа, 2001. 369 с.
11. Ковальов М.М. Вирощування огірка козіма F1 на різних типах субстратів у гідропонних купольних теплицях. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 117. Видавничий дім «Гельветика», 2021. С. 80–89.
12. Ковальов М.М., Звездун О.М., Михайлова Дарія Порівняння ефективності вирощування розсади *Thladiantha Dubia* в ґрунтовому середовищі і гідропонних системах. *Водні біоресурси та аквакультура*. № 2. 2020. Видавничий дім «Гельветика». С. 20–28.
13. Ковальов М.М. Вплив іонного складу поживного середовища на вирощування ремонтантних сортів полуниці в гідропонних колонах *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 116. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 104–111.

REFERENCES

1. Khareba O.V., & Poznyak O.V. (2015). *Indau posivnyy i dvoryadnyk tonkolystyy: perspektyvy doslidzhennya i osvoyennya v Ukrayini* [Indau sowing

- and dicotyledonous: prospects for research and development in Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk – Vegetable and melon growing: interdepartmental thematic scientific collection*, vol. 61, 311–319 [in Ukrainian].
2. Berbekov K.Z., & Ezaov A.K. (2014). *Ahrobyolohycheskaya effektivnost' vyrashchyvaniya rukoly v uslovyakh zashchyshchennoho hrunta* [Agrobiological efficiency of arugula cultivation in protected soil conditions]. *Vestnyk Orlovskogo HAU-Bulletin of Orel State Agrarian University*, no. 1, 29–33 [in Russian].
 3. Murphy, C.J., & Pill W.G. (2010). Cultural practices to speed the growth of microgreen arugula (roquette; *eruca vesicaria* subsp. *sativa*). *Journal of horticultural science and biotechnology*, no. 3, 171–176.
 4. Hovard, M Resh. (2013). *Hydroponic food production*. NW Taylor & Francis Group.
 5. Pozniak, O.V. (2015). State and prospects of breeding Indus sowing or diplotaxis and arugula on the DS "Lighthouse" IOB NAAS. Mat. Ukrainian scientific-practical seminar «The flora of Ukraine: Unconventional and rare in scientific research and economic-practice». 21–23. [in Ukrainian].
 6. Shyrynyn I.V. & Paponov A.N. (2013). Effect of sowing time to yield salad noy production arugula Yzumrudnaya varieties in terms zaschyschennoho open and soil. *Ahrarnbiy Journal Urals*, 4, 371–374. [in Russian].
 7. Ulyanych O.I., & Alekseychuk O.M., & Soroka L.V. (2014). *Urozhaynist' rukoly posivnoyi i shpynatu horodn'oho zalezho vid sortotypu* [Yields of arugula and spinach depending on the variety]. *Bulletin of the Uman National Institute of Horticulture*, no. 2, 19–23. [in Ukrainian].
 8. Dospekhov B.A. (1979). *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. Moscow : Kolos [in Russian].
 9. *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya sil'skohospodars'kykh kul'tur* (2000). [Methods of state variety testing of crops]. Kyiv : Derzhstandart Ukraine. [in Ukrainian].
 10. Bondarenko, H.L., & Yakovenko, K.I. (Eds.). (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methods of conducting experiments in vegetable and melon growing]. (3rd ed., rev.). Kharkiv : Osnova. [in Ukrainian].
 11. Kovalov M.M. (2021). *Vyroshchuvannya ohirka Kozima F₁ na riznykh typakh substrativ u hidroponnykh kupol'nykh teplytsyakh* [Growing cucumber F₁ on different types of substrates in hydroponic dome greenhouses]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk: Sil'skohospodars'ki nauky*. Kherson : Vydavnychyy dim «Hel'vetyka», no. 117, 80–89. [in Ukrainian].
 12. Kovalov M.M., & Zvezdun O.M., & Mykhailova Daria. (2020). *Porivnyannya efektyvnosti vyroshchuvannya rozsady Thladiantha Dubia*

- v gruntovomu seredovyshchi i hidroponnykh systemakh* [Comparison of the efficiency of growing Thladiantha Dubia seedlings in soil and hydroponic systems]. *Scientific journal «Aquatic Bioresources and Aquaculture»*. Kher-son : Publishing House «Helvetica». no. 2, 20–28. [in Ukrainian].
13. Kovalov M.M. (2020). *Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho seredovyshcha na vyroshchuvannya remontantnykh sortiv polunysi v hidroponnykh kolonakh* [Influence of the ionic composition of the nutrient medium on the cultivation of remontant varieties of strawberries in hydroponic columns]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk: Silskohospodarski nauky*, no. 116, 104–111. [in Ukrainian].

УДК 639.21

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.2>

ОЦІНКА СТАНУ ПРОМИСЛОВОГО ОСВОЄННЯ ІХТІОФАУНИ ЗАПОРІЗЬКОГО (ДНІПРОВСЬКОГО) ВОДОСХОВИЩА НА ПРИКЛАДІ РИБОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «БОРИСФЕН-2010»

Маренков О.М. – к.б.н., доцент,

Курченко В.О. – аспірантка,

Нестеренко О.С. – аспірант,

Сорокін С.О. – магістр,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

gidrobions@gmail.com

Наразі рибна галузь в Україні перебуває у кризовому стані. На всьому каскаді дніпровських водосховищ спостерігається тенденція до зменшення показників промислових уловів, що створює необхідність підвищення ефективності раціонального використання біоресурсів водойм рибогосподарського призначення. Посилений антропогенний тиск на екосистему Запорізького (Дніпровського) водосховища негативно впливає на процеси відтворення рибних ресурсів – зменшуються показники рибопродуктивності, реєструються суттєві зміни видового та вікового складу іхтіоценозу. Основною причиною, що стримує розвиток промислової іхтіофауни у водосховищі є обмеженість площ нерестових угідь та їх напружений екологічний стан. Статистика свідчить, що за останні десять років площа водного дзеркала, що використовується під риборозведення в Дніпропетровській області, збільшилась на 42%, але рибогосподарська діяльність на більшості водних об'єктів і наразі носить невпорядкований характер. Сучасна іхтіофауна Дніпровського водосховища нараховує 52 види риб, серед яких лише 35% мають промислове значення. Крім того, останні 25 років спостерігається негативна тенденція до зменшення у промислі частки промислово цінних видів риб (лящ, судак), збільшення малоцінних (карась сріблястий, верховодка) та зменшення чисельності хижих видів риб. Загальний об'єм рибовилову Запорізькому (Дніпровському) водосховищі тримається на рівні 660–700 т. Основний промисел базується на аборигенних корошових видах риб (сазан, плітка, карась), рибах далекосхідного рослиннідного комплексу (переважно білий товстолобик) та короткоциклових видах (тюлька, верховодка). У даній роботі представлено дослідження та аналіз стану промислового освоєння іхтіофауни Запорізького (Дніпровського) водосховища ТОВ «Борисфен 2010» протягом 2015–2019 років.

Ключові слова: Запорізьке (Дніпровське) водосховище, рибопродуктивність, промисловий вилов, іхтіофауна, рибальство.

Постановка проблеми. В Україні рибна галузь перебуває у кризовому стані. За 2013–2015 рр. обсяг вилову риби скоротився вдвічі. Вітчизняна аквакультура забезпечує внутрішні споживчі потреби у рибі лише на 20%, або 2 кг у розрахунку на одного жителя в рік. З метою сприяння розвитку рибництва в Україні необхідно реалізувати комплекс заходів щодо відновлення аграрного сектору в галузі аквакультури, рибництва та рибальства [1, 2]. На території Дніпропетровської області знаходиться близько 114,4 тис. га рибогосподарських угідь. Окрім великих водосховищ, загальна площа яких на території області дорівнює 70% площі водного фонду, до складу рибогосподарського фонду входять малі водосховища та ставки загальною площею близько 39,6 тис. га. Абсолютна більшість зазначених водних об'єктів має комплексне призначення, яке передбачає їх рибогосподарське використання. Статистика свідчить, що за останні десять років площа водного дзеркала, що використовується під риборозведення в області, збільшилась на 42%, але рибогосподарська діяльність на більшості водних об'єктів і наразі носить невпорядкований характер [3].

На всьому каскаді дніпровських водосховищ спостерігається тенденція щодо зменшення показників промислових уловів, що створює необхідність пошуку шляхів підвищення ефективності раціонального використання біоресурсів водойм рибогосподарського призначення. Посилений антропогенний тиск на екосистему Запорізького (Дніпровського) водосховища негативно впливає на процеси відтворення рибних ресурсів – зменшуються показники рибопродуктивності, реєструються суттєві зміни видового та вікового складу іхтіоценозу. Перш за все страждають фітофільніліторальні риби (щука, лин, короп, плоскирка), які відкладають ікру на коріння рослин біля самих берегів. Прибій хвиль, коливання рівня води, відсутність відповідного субстрату призводять до щорічної загибелі не менше 70–80% відкладеної ікри. Нестабільний температурний режим спричинює переродження ікри і зменшення показників абсолютної плодючості. Найбільш пристосованими до коливань рівневого та температурного режиму водосховища виявились фітофіли, які відкладають ікру на глибинах у відкритих акваторіях (плітка, лящ, окунь), а також риби, що мають батіпелагічну (чехоня) та пелагічну (тюлька) ікру [2].

Сучасна іхтіофауна Запорізького (Дніпровського) водосховища нараховує 52 види, серед яких лише 18 видів (35%) мають рибогосподарське або промислове значення. Крім того, останні 25 років спостерігається негативна тенденція до зменшення у промислі частки промислово цінних видів риб (щука, лящ, судак), збільшення малоцінних (карась сріблястий, тюлька, верховодка) та зменшення чисельності хижих видів риб.

Тому **метою роботи** стало – дослідити та оцінити стан промислового освоєння іхтіофауни Запорізького (Дніпровського) водосховища на прикладі рибогосподарської діяльності ТОВ «Борисфен 2010».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом усіх етапів існування Запорізького (Дніпровського) водосховища іхтіофауна водойми суттєво трансформувалася. У складі сучасної іхтіофауни водосховища налічується 52 види риб – представники 14 родин [4]. У порівнянні з річковим періодом існування Дніпра до його зарегулювання кількість видів риб залишилась на тому ж рівні, але видовий склад іхтіофауни корінним чином змінився. На структуру фауни суттєво вплинув комплекс екологічних факторів, які викликали зміни в іхтіоценозі [4–6].

На сьогодні близько 31% видів риб Запорізького (Дніпровського) водосховища є адвентивними. Подібні зміни в іхтіофауні водосховища можуть завдати шкоди рибному господарству, оскільки риби-вселенці, у переважній більшості, є харчовими конкурентами молоді промислово-цінних видів риб [7]. Серед представників іхтіофауни водосховища до переліку Червоної книги України внесено 15 видів риб.

Запорізьке (Дніпровське) водосховище має значний рибопродуктивний потенціал, про що свідчать показники розвитку природної кормової бази. За даними іхтіологічного моніторингу, у водосховищі спостерігається поступове нарощування промислових запасів риби. Це стосується, головним чином, родини коропових, які складають більш, ніж 90% загального рибопромислового фонду [8–10].

У промисловій іхтіофауні Запорізького (Дніпровського) водосховища родина Коропові *Cyprinidae* займає домінуюче положення (72%). Серед коропових стійко лідирують у промислі карась сріблястий (26%) і плітка (20%). Частка інших видів, у тому числі й цінних (сазан, лящ), не перевищує 10% [9, 11–13].

За останнє десятиріччя обсяги промислового вилову риби у Запорізькому (Дніпровському) водосховищі зросли з 471 тонн до 1166 тонн. Однак, не дивлячись на таку оптимістичну динаміку рибопродуктивності водосховища залишається у 3–4 рази нижчою порівняно із потенційною рибопродуктивністю, яку дозволяють отримати природні кормові ресурси [9].

Основною причиною, що стримує розвиток промислової іхтіофауни у Запорізькому (Дніпровському) водосховищі є обмеженість площ нерестових угідь та їх напружений екологічний стан. Переважна більшість цих площ припадає на Самарську затоку, яка утворилась на підтопленій заплаві нижньої течії р. Самара. Затока характеризується малим водообміном (швидкість течії менше 0,1 м/с), надмірним заростанням акваторії з гіперпродукцією макрофітів. Гідрохімічний режим несприятливий для

існування більшості гідробіонтів за рахунок надлишку органічних речовин та підвищеної мінералізації (у порівнянні з іншими ділянками водосховища) [14, 15].

До початку інтенсивного промислового та рекреаційного освоєння регіону Самарська затока була найважливішим місцем нересту ресурсних видів риб та місцем нагулу їх молоді [16, с. 141–142]. Під впливом антропогенної трансформації затоки почалась деградація природних нерестовищ. Дослідження останніх років свідчать, що за рівнями забруднення важкими металами вода Самарської затоки відноситься до категорії «забруднена» та «помірно забруднена» [9, 11, 17, 18]. У аналогічному кризовому стані знаходяться більшість нерестових угідь, розташованих в акваторії балок «Тягінка», «Ворона», «Звонецька».

Загальний об'єм вилову риби в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі тримається на рівні 660–700 т. Основний промисел базується на коропових видах риб (сазан, лящ, плітка, карась сріблястий), рибах далекосхідного рослинноїдного комплексу (переважно білий товстолобик) та короткоциклових видах (тюлька, верховодка).

У промислі переважає пасивний лов ставними сітками (90–100% загального улову). Активні знаряддя лову (неводи, тюлькові неводи) використовуються в окремі сезони року локально [14, 15].

Матеріали та методи. Збір та обробку іхтіологічних проб проводили за загальноприйнятими методиками на акваторії Запорізького (Дніпровського) водосховища: нижня частина поблизу с. Микільське-на-Дніпрі. Вилов риб виконувався на ТОВ «Борисфен 2010». Для аналізу використовували чотирирічних статевозрілих риб, у кількості по 50 екземплярів з кожної дослідної ділянки здійснювали стандартним набором ставних сіток з кроком вічка від 30 до 120 мм [19, 20].

Молодь риб відловлювали у третій декаді липня – першій декаді серпня на мілководдях. Знаряддями лову була малькова тканка – волокуша завдовжки 10 м. Весь улов молоді риб розподіляли за видами, підраховували їх кількість і проводили виміри довжини з точністю до 1 мм, маси особин з точністю до 0,01 г. При цьому промислових видів вимірювали не менше 50 екземплярів, а не промислових – не менше 25 екз. Видову належність цьоголіток визначали за А.Ф. Коблицькою [7, 21]. Біологічний аналіз риб проводили згідно класичних методик в іхтіології [19, 20].

Розрахунок параметрів промислового рибальства в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі здійснювали методом П.В. Тюріна [22] з додатковими рекомендаціями [20]. Статистичну обробку матеріалів проводили за допомогою комп'ютерної програми STATISTICA 8.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. ТОВ «Борисфен 2010» займається промисловим виловом водних біоресурсів на акваторії Запо-

різького (Дніпровського) водосховища. Так, рибопродуктивність Запорізького (Дніпровського) водосховища у 2019 році становила 28,44 кг/га. За статистичними даними Державного агентства меліорації та рибного господарства в Дніпропетровській області у 2019 році в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі вилучено 1166,082 т водних біоресурсів, що на 138,7 т більше, ніж показник 2017 року. Серед видів риб найбільший відсоток припав на карася сріблястого – 51,91% (що на 2,07% більше, ніж у минулому році). Наступною в промислових уловах домінувала плітка звичайна – 14,87% (що на 0,66% менше, ніж у 2018 році), рослиноїдні – 7,26%, потім лящ – 7,17% та плоскирка – 5,96% (рис. 1). Порівняльний аналіз промислового вилову риб показує, що за даними офіційної статистики відсоток вилову за окремими видами риб майже не різниться і коливається у діапазоні 1–2%.

Аналіз улову знарядь лову із розрахунку на 100 сіткодів контрольного порядку за окремими видами стабільний, коливається у межах показників минулих (2014–2018) років, та відповідає середньо багаторічному показнику. Видовий та чисельний склад іхтіофауни був представлений характерними для Запорізького (Дніпровського) водосховища видами риб.

У 2018 році в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі вилов карася сріблястого сягнув 52% від загальних сіткових уловів риб. За останні 20 років промисловий вилов карася зріс з 30 т/рік до 605,3 т/рік. Також карась – це популярний об'єкт аматорського та спортивного рибальства, що дає підстави вважати, що фактичні обсяги вилучення карася з водосховища значно вищі.

Показники промислової довжини особин карася трималися на рівні минулих років – $22,12 \pm 1,88$ см. Показники маси карася коливалися в межах від 80 г до 1260 г і в середньому сягали величини $252,12 \pm 21,24$ г.

У 2015 році загальний вилов водних біоресурсів рибалками підприємства становив 41,9 т. Найбільший відсоток припав на плітку (33%) та карася сріблястого (32%).

У 2016 році за рахунок збільшення рибацького флоту обсяг вилову водних біоресурсів підвищився майже у 2,5 рази, і в основному за рахунок освоєння карася сріблястого, улов якого становив 66 т, що складало 64,5% від загальної кількості виловленої риби (табл. 1).

Загальний улов у 2017 році становив 167,7 т, лідером улову також був карась сріблястий – 68,7% від улову. Украй низьким залишається вилов білизни, головня, шуки, чехоні, судака, що викликано дисбалансом в екосистемі за рахунок появи і поширенню виду-домінанту карася сріблястого, який домінує в промислових уловах водосховища.

Промисловий вилов риби підприємством в 2018 році залишався майже на рівні 2017 року і сягнув – 165,8 т. Як і минулі роки, основний

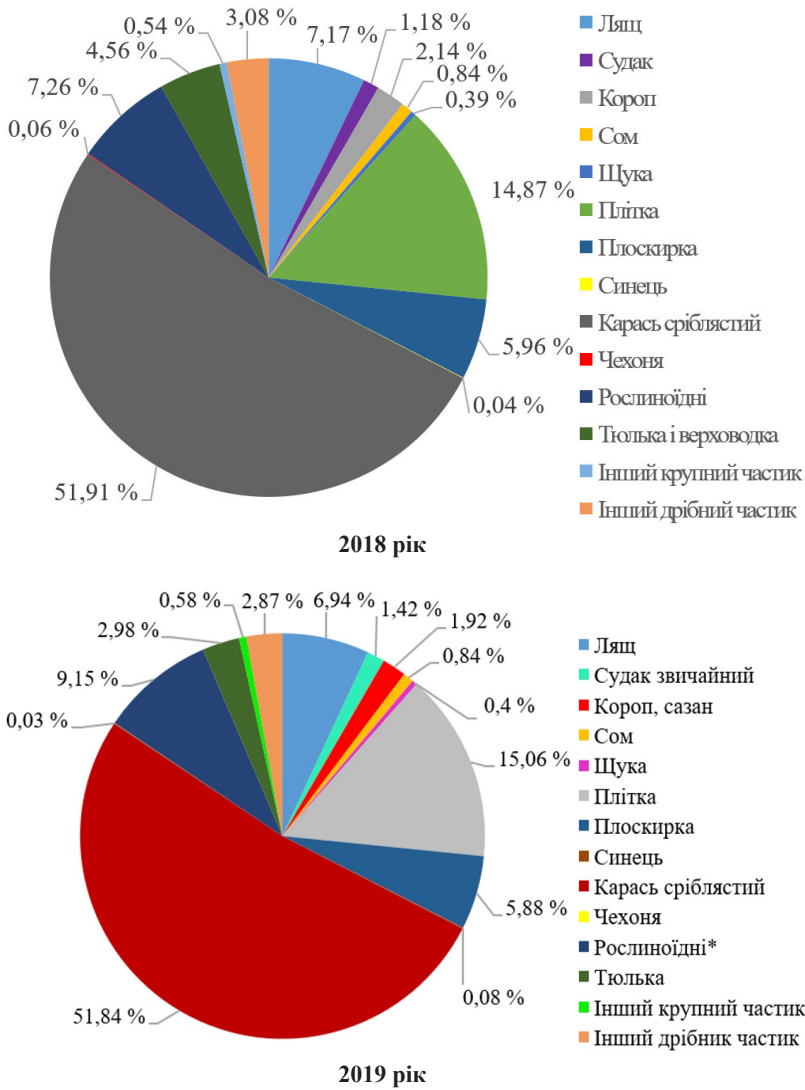


Рис. 1. Відсоткове співвідношення промислових видів риб в уловах Запорізького (Дніпровського) водосховища у 2018–2019 рр.

промисел базувався на карасі сріблястому, плітці та білому товстолобику. Більше 60% улову становив карась сріблястий – 99 т.

Найбільший вилов риби був в 2019 році – 179,6 т. Як і минулі роки, лідером промислового вилову був карась – обсяг вилучення якого сягнув 106 т, що становило 59,1%.

Таким чином, проаналізувавши рибогосподарську діяльність ТОВ «Борисфен 2010» можна спостерігати позитивну динаміку щодо посту-

Таблиця 1. Обсяг вилову водних біоресурсів ТОВ «Борисфен 2010», тонн

№	Вид риби Роки	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
1	Карась сріблястий	13,65	65,95	115,17	99,89	106,19
2	Лящ	6,18	5,66	6,00	7,53	6,83
3	Судак звичайний	0,45	0,59	0,48	0,70	0,77
4	Плітка	14,14	12,48	13,20	14,70	13,99
5	Плоскирка	4,17	4,92	4,38	4,99	4,99
6	Сазан (короп)	0,84	2,17	5,05	4,62	3,52
7	Сом	0,90	1,28	2,69	3,45	2,99
8	Щука	0,07	0,18	0,80	0,53	0,77
9	Чехоня	0,012	0,10	0,04	0,02	0,05
10	Окунь	0,10	0,87	1,01	2,19	4,19
11	Краснопірка	0,0	0,14	0,0	0,15	0,019
12	Головень	0,0	0,01	0,04	0	0,0
13	Білізна	0,01	0,09	0,10	0,23	0,03
14	Товстолобик	1,42	7,58	18,69	26,25	34,54
15	Білий амур	0,0	0,01	0,054	0,64	0,58

пового нарощування промислового використання риб водосховища, особливо за рахунок освоєння карася сріблястого (рис. 2).

Враховуючи біологічні показники карася сріблястого Запорізького (Дніпровського) водосховища можна зробити висновок, що популяція даного виду знаходиться у стані прогресу, що в свою чергу обумовлює необхідність подальшої інтенсифікації його промислового освоєння. Промисловий вилов даного виду слід продовжувати без встановлення лімітів та прогнозів, тобто «не лімітувати».

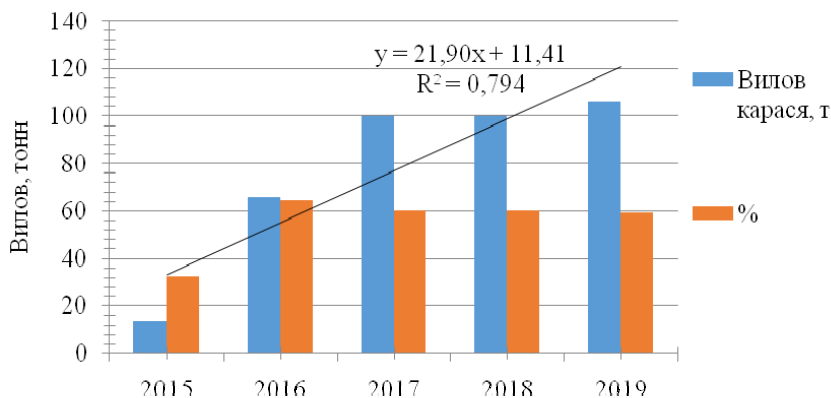


Рис. 2. Аналіз промислової діяльності ТОВ «Борисфен 2020»

Висновки. Рибопродуктивність Запорізького (Дніпровського) водосховища у 2019 році становила 28,44 кг/га. За статистичними даними Державного агентства рибного господарства в Дніпропетровській області у 2019 році в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі вилучено 1166,082 т водних біоресурсів, що на 138,7 т більше, ніж показник 2017 року. Порівняльний аналіз промислового вилову риб показує, що за даними офіційної статистики відсоток вилову за окремими видами риб майже не різниться і коливається в діапазоні 1–2%.

Серед видів риб найбільший відсоток припав на карася сріблястого – 51,91% (що на 2,07% більше, ніж у 2018 році). Наступною в промислових уловах домінувала плітка звичайна – 14,87% (що на 0,66% менше, ніж у 2018 році), рослиноїдні – 7,26%, потім лящ – 7,17% та плоскирка – 5,96%.

Проаналізувавши рибогосподарську діяльність ТОВ «Борисфен 2010» можна спостерігати позитивну динаміку щодо поступового нарощування промислового використання риб водосховища, особливо за рахунок освоєння карася сріблястого.

ASSESSMENT OF THE STATE OF INDUSTRIAL WITHDRAWAL OF THE ICHTHYOFAUNA OF THE ZAPORIZHZHYA (DNIEPER) RESERVOIR ON THE EXAMPLE OF FISHERY ACTIVITY OF LLC «BORISFEN-2010»

Marenkov O.M. – Ph.D., Associate Professor,

Kurchenko V.O. – Postgraduate Student,

Nesterenko O.S. – Postgraduate Student,

Sorokin S.O. – Master's Student,

Oles Honchar Dnipro National University

gidrobions@gmail.com

Currently, the fishing industry in Ukraine is in crisis. Throughout the cascade of Dnieper reservoirs, there is a tendency to reduce the rates of industrial catches, which creates the need to increase the efficiency of rational use of biological resources of fishery reservoirs. Increased anthropogenic pressure on the ecosystem of the Zaporizhia (Dnieper) reservoir has a negative impact on the processes of reproduction of fish resources – reduced fish productivity, significant changes in species and age composition of the ichthyocenosis. The main reason hindering the development of industrial ichthyofauna in the reservoir is the limited area of spawning grounds and their tense ecological condition. Statistics show that over the past ten years, the area of the water mirror used for fish farming in the Dnipropetrovsk region has increased by 42%, but fishing activities in most water bodies are still unregulated. The modern ichthyofauna of the Dnieper Reservoir includes 52 species, of which only 35% are of industrial importance. In addition, the last 25 years have seen a negative trend towards a decrease

in the share of industrially valuable fish species (bream, pike-perch), an increase in low-value (prussian carp, bleak) and a decrease in the number of predatory fish species. The total volume of fishing in the Zaporizhia (Dnieper) reservoir is kept at the level of 660–700 tons. The main fishery is based on aboriginal carp fish species (carp, roach, crucian carp), fish of the Far Eastern herbivorous complex (mostly silver carp) and short-cycle species (Black and Caspian Sea sprat, bleak). This paper presents a study and analysis of the state of industrial development of ichthyofauna of the Zaporozhye (Dnieper) reservoir of LLC "Borisfen 2010" during 2015–2019.

Keywords: Zaporizhia (Dnieper) reservoir, fish productivity, industrial catch, ichthyofauna, fisheries.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маренков, О.Н. Биологическое разнообразие и экологическая оценка популяций мальков рыб Запорожского водохранилища. Биология внутренних вод. Сборник статей XV Школы-конференции молодых учёных, Борок, 2013. С. 263–268.
2. Маренков, О.М., Федоненко, О.В. Шляхи оптимізації умов відтворення іхтіофауни з використанням штучних нерестовищ. Дніпропетровськ, Журфонд, 2016. 92 с.
3. Романенко В.Д., Жукинський, В.Н. Актуальные проблемы и достижения Украинской гидроэкологии в области экологической оценки состояния поверхностных водных объектов. *Гидробиологический журнал*, 2003. № 39(1), С. 3–20.
4. Будкіна Л.Г., Тимченко В.М., Колісник, М.П. Деякі аспекти водного режиму дельти р. Дніпра в умовах антропогенного впливу. *Вісник Київського ун-ту. Географія*. 1985. № 27. С. 44–49.
5. Булахов В.Л., Новіцький Р.О., Пахомов О.Є., Христов О.А. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (*Cyclostomata*). Риби (*Pisces*). За загальн. ред. проф. О.Є. Пахомова. Д. : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. 304 с.
6. Дворецький А.І., Цегельник Л.І., Кириленко А.С. Зональне районування Дніпровського водосховища за рівнем дії антропогенного забруднення на гідробіоценози та якість води. *Рибне господарство: міжвід. темат. наук. зб. К.*, 2006. № 65. С. 75–79.
7. Коблицкая А.Ф. Изучение нереста пресноводных рыб: Метод. пособие. М. : Пищевая промышленность, 1966. 110 с.
8. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2015 рік. Дніпропетровськ, 2015. 136 с.
9. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2018 рік. Дніпропетровськ, 2018. 138 с.
10. Маренков О.М. Трансформація іхтіофауни Дніпровського (Запорізького) водосховища: ретроспективний огляд та сучасний стан. *Екологія та ноосферологія*, 2016. № 17(3–4). С 58–65.

11. Бузевич І.Ю. Стан та перспективи використання промислової іхтіофауни великих рівнинних водосховищ України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук: 03.00.10. Нац. акад. аграр. наук, Ін-т риб. госп-ва. Київ, 2012. 40 с.
12. Денисов Л.И. Рыболовство на водохранилищах. М. : Пищевая пром-ть, 1978. 285 с.
13. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2016 рік. Дніпропетровськ, 2016. 135 с.
14. Маренков О.Н. Искусственные нерестилища – способ улучшения природного воспроизводства рыб. Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России: материалы Междун. научной конф. Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН, 2014. С. 277–281.
15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2018 рік Дніпро, 2019. 316 с.
16. Маренков О.М., Федоненко О.В. Стан природного поповнення Самарської затоки молоддю риб. Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Матер. III Міжнар. конф., 2012. С. 141–142.
17. Булахов В.Л., Василенко В.В., Тарасенко С.Н. Характеристика ихтиофауны и рыбного промысла Запорожского водохранилища. Биол. аспекты охраны и рациональн. использ. окружающей среды. Д. : ДГУ, 1977. С. 51–59.
18. Маренков О.М. Вікова структура та біологічні показники нерестової популяції ляща (*Abramis brama* L.) Запорізького водосховища. *Шевченківська весна 2013*: Біологічні науки. Матеріали XI Міжнар. наук. конф. студентів та молодих науковців, Київ, 2013. С. 72–73.
19. Загальнодержавна програма розвитку рыбного господарства України на період до 2010 року. К. : КМУ № 1516–IV від 19.02.02. р. 27 с.
20. Дворецкий А.И., Рябов Ф.П., Емец Г.П., Галинский В.Л., Загубиженко Н.И., Антоненко Т.М., Барановский Б.А., Белоконь А.С., Баздеркина С.А., Федоненко Е.В., Варенко Н.И., Цегельник Л.И., Кириленко А.С., Мурзина Т.А. Запорожское (Днепровское) водохранилище: Информ. справ. Днепропетровск : Изд-во Днепропетр. ун-та, 2001. 48 с.
21. Коблицкая А.Ф. К изучению нерестилищ пресноводных рыб: методическое пособие. Астрахань, 1963, 64 с.
22. Зинченко А.А., Кравцов И.Н., Маренков О.Н. Рекомендации по восстановлению нерестилищ на примере Запорожского водохранилища (Днепропетровская область, Украина). *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*: сб. науч. тр. Подобщ. ред. В.Ю. Агееца. Минск, 2015. № 31. С. 131–138.

REFERENCES

1. Marenkov O.N. (2013). *Biologicheskoe raznoobrazie i ekologicheskaya otsenka populyatsiy mal'kov ryb Zaporozhskogo vodokhranilishcha* [Biological diversity and ecological assessment of young fish populations of the Zaporizhian reservoir]. Proceedings of the *Biologiya vnutrennikh vod*. Sbornik statey XV Shkoly-konferentsii molodykh uchenykh, Borok, 263–268. [in Russian].
2. Marenkov O.M. & Fedonenko O.V. (2016). *Shliakhy optymizatsii umov vidtvorennia ikhtiofauny z vykorystanniam shtuchnykh nerestovyshch* [The ways to optimize the conditions of reproduction of ichthyofauna with the use of artificial spawning grounds]. Dnipropetrovsk : Zhurfond. [in Ukrainian].
3. Romanenko V.D. & Zhukinskiy V.N. (2003). *Aktual'nye problemy i dostizheniya Ukrainskoy gidroekologii v oblasti ekologicheskoy otsenki sostoyaniya poverkhnostnykh vodnykh ob"ektov* [Actual problems and achievements of Ukrainian hydroecology in the field of environmental assessment of the state of surfacewater object]. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, vol. 39, no 1, 3–20. [in Russian].
4. Budkina L.H., Tymchenko V.M. & Kolisnyk M.P. (1985). *Deiaki aspekty vodnoho rezhymu delty r. Dnipra v umovakh antropohennoho vplyvu* [Some aspects of the water regime of the Dnieper delta in the conditions of anthropogenic impact]. *Visnyk Kyivskoho un-tu*. Heohrafiia, vol. 27, 44–49. [in Ukrainian].
5. Bulakhov V.L., Novitskyi R.O., Pakhomov O.Ye. & Khrystov O.A. (2008). *Biologichne riznomanittia Ukrainy* [Biological diversity of Ukraine. Dnipropetrovsk region]. Dnipropetrovska oblast. *Kruhloroti (Cyclostomata). Ryby (Pisces)* [Round-mouthed (Cyclostomata). Fish (Pisces)]. (eds. prof. Pakhomov O.Ye.). Dnipropetrovsk : Vyd-vo Dnipropetr. un-tu. [in Ukrainian].
6. Dvoretzkyi A.I., Tsehelnik L.I. & Kyrylenko A.S. (2006). *Zonalne raionuvannia Dniprovskoho vodoshkovyshcha za rivnem dii antropohennoho zabrudnennia na hidrobiotsenozy ta yakist vody* [Zonal zoning of the Dnieper reservoir by the level of anthropogenic pollution on hydrobiocenoses and water quality]. *Rybneposodarstvo: mizhvid. temat. nauk. zb.* Kyiv. 75–79. [in Russian].
7. Koblitskaya A.F. (1966). *Izuchenie neresta presnovodnykh ryb* [The study of spawning of fresh water fish]. Metod. posobie. Moscow : Pishchevaya promyshlennost'. [in Russian].
8. *Ekologichnyi pasport Dnipropetrovskoi oblastiza 2015 rik* (2015). [Ecological passport of the Dnipropetrovsk region for 2015]. Dnipropetrovsk. [in Ukrainian].

9. *Ekolohichnyi pasport Dnipropetrovskoi oblastiza 2018 rik* (2018). [Ecological passport of Dnipropetrovsk region for 2018]. Dnipropetrovsk. [in Ukrainian].
10. Marenkov O.M. (2016). *Transformatsiia ikhtiofauny Dnirovskoho (Zaporizkoho) vodoskhovyshcha: retrospektyvnyi ohliad ta suchasnyi stan* [Transformation of ichthyofauna of the Dnieper (Zaporizhian) reservoir: retrospective review and current state]. *Ekolohiia ta noosferolohiia*, vol. 17, no. 3–4, 58–65. [in Ukrainian].
11. Buzevych I.Yu. (2012). *Stan ta perspektyvy vykorystannia promyslovoi ikhtiofauny velykykh rivnynnykh vodoskhovyshch Ukrainy* [The state and prospects of use of industrial ichthyofauna of large plain reservoirs of Ukraine]. (PhDThesis), Kyiv : Nats. akad. ahrar. nauk, In-t ryb. hosp-va. [in Ukrainian].
12. Denisov L.I. (1978). *Rybolovstvo na vodokhranilishchakh* [Fishing in reservoirs]. Moscow : Pishchevayaprom-t'. [in Russian].
13. *Ekolohichnyi pasport Dnipropetrovskoi oblasti za 2016 rik* (2016). [Ecological passport of Dnipropetrovsk region for 2016]. Dnipropetrovsk. [in Ukrainian].
14. Marenkov O.N. (2014). *Iskusstvennye nerestilishcha – sposob uluchsheniya prirodnogo vosproizvodstva ryb* [Artificial spawning grounds are a way to improve the natural reproduction of fish]. *Aktual'nye voprosy rybnogo khozyaystva i akvakul'tury basseynov yuzhnykh morey Rossii: materialy Mezhdun. nauchnoy konf.* Rostov n/D: Izdatel'stvo YuNTs RAN, 277–281. [in Russian].
15. *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Dnipropetrovskii oblastiza 2018 rik* (2019). [Regional report on the state of the environment in the Dnipropetrovsk region for 2018]. Dnipro. [in Ukrainian].
16. Marenkov O.M. & Fedonenko O.V. (2012). *Stan pryrodnoho popovnennia Samarskoi zatoky moloddu ryb* [The state of natural replenishment of the Samara bay with young fish]. *Proceedings of the Suchasni problemy biolohii, ekolohii ta khimii: Mater. III Mizhnar. konf.* 141–142. [in Ukrainian].
17. Bulakhov V.L., Vasilenko V.V. & Tarasenko S.N. (1977). *Kharakteristika ikhtiofauny i rybnogo promysla Zaporozhskogo vodokhranilishcha* [Characteristics of the ichthyofauna and fishery of the Zaporozhian reservoir]. *Biol. aspekty okhrany i ratsional'n. ispol'z. okruzhayushchey sredy* [Biol. aspects of protection and rational. use environment]. Dnipropetrovsk: DGU. 51–59. [in Russian].
18. Marenkov O.M. (2013). *Vikova struktura ta biolohichni pokaznyky nerestovoi populiatsii liashcha (Abramis brama L.) Zaporizkoho vodoskhovyshcha* [The age structure and biological characteristics of spawning population

- of bream (*Abramisbrama L.*) of the Zaporizhian reservoir]. Proceedings of the *Shevchenkivska vesna 2013: Biologichni nauky*. Materialy XI Mizhnar. nauk. konf. studentiv ta molodykh naukovtsiv, Kyiv. 72–73. [in Ukrainian].
19. *Zahalnoderzhavna prohrama rozvytku rybnoho hospodarstva Ukrainy na period do 2010 roku* (2013). [National program of fisheries development of Ukraine for the period up to 2010], Kyiv : KMU, no. 1516–IV vid 19.02.02. [in Ukrainian].
 20. Dvoretzkiy A.I., Ryabov F.P., Emets G.P., Galinskiy V.L., Zagubizhenko N.I., Antonenko T.M., Baranovskiy B.A., Belokon' A.S., Bazderkina S.A., Fedonenko E.V., Varenko N.I., Tsegel'nik L.I., Kirilenko A.S. & Murzina T.A. (2001). *Zaporozhskoe (Dneprovskoe) vodokhranilishche* [Zaporizhian (Dniprovsky) reservoir]. Inform. sprav. Dnepropetrovsk : Izd-vo Dnepropetr. un-ta. [in Russian].
 21. Koblitskaya A.F. (1963). *K izucheniyu nerestilishch presnovodnykh ryb: metodicheskoe posobie* [To the study of spawning grounds of fresh water fish]. Astrakhan'. [in Russian].
 22. Zinchenko A.A., Kravtsov I.N. & Marenkov O.N. (2015). *Rekomendatsii po vosstanovleniyu nerestilishch na primere Zaporozhskogo vodokhranilishcha (Dnepropetrovskaya oblast', Ukraina)* [Recommendations for the restoration of spawning grounds on the example of the Zaporozhye reservoir (Dnipropetrovsk region, Ukraine)]. Proceedings of the *Voprosy rybnogo khozyaystva Belarusi*, no. 31, 131–138. [in Russian].

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.3>

ІНТРОДУЦЕНТИ ПРИМОРСЬКИХ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Шекк П.В. – д. с.-г. н., професор,

Бургаз М.І. – к. біол. н., доцент,

Одеський державний екологічний університет

shekk@ukr.net, marinaburgaz14@gmail.com

Азово-Чорноморський басейн та прилеглі внутрішні водойми (озера, лимани й лагуни) характеризуються складними інвазійними процесами, що впливають на структуру іхтіоценозів, які потребують постійного контролю та вивчення.

У результаті проведених досліджень надано характеристику поширення, чисельності, особливостей біології та шляхів вселення інвазійних представників іхтіофауни в лиманах та озерах північно-західного Причорномор'я.

Встановлено, що інтродукція чужорідних видів гідробіонтів у лимани та озера північно-західної частини Чорного моря може стати причиною зміни складу іхтіоценозів, підвищення конкурентності за кормові ресурси, місця нагулу та нересту.

Дослідження показали, що несанкціоноване вселення таких небажаних видів, як, наприклад, ротан-головешка, сонячний окунь, амурський чебачок тощо, призводить до катастрофічного скорочення біорізноманіття іхтіофауни.

Встановлено, що планована, біологічно й екологічно обґрунтована інтродукція та акліматизація, навпаки, сприяють підвищенню рибопродуктивності та біологічної різноманітності іхтіофауни водойм, як це відбувається з кефаллю піленгасом та рослиноїдними рибами.

Сьогодні інтродукція нових видів у водойми України є процесом стихійним, неконтрольованим. Його інтенсифікації сприяє гідробудівництво (будівництво каналів і водотоків), перевезення водними шляхами (інтродукція живих організмів із баластними водами), несанкціонований випуск у водойми екзотичних тварин (декоративне рибицтво) тощо.

Наведено рекомендації щодо відновлення водних екосистем, їх біорізноманіття та продуктивності.

Ключові слова: інвазійні види, іхтіофауна, біорізноманіття, північно-західне Причорномор'я, вселення, рибицтво, риби-вселенці.

Вступ. Переселення організмів з одних водойм в інші відбувалося в усі історичні епохи. Як правило, це було пов'язано з геологічними процесами трансформації водойм, зміною клімату та, відповідно, умов проживання.

До кінця XIX – початку XX ст. географічна ізоляція водойм забезпечувала відносну унікальність видового складу їх флори та фауни. Поява вселенців була досить рідкісною та, як правило, не завдавала значної шкоди екосистемі водойм.

У другій половині ХХ ст. вторгнення чужорідних видів рослин і тварин у прибережжя морів, океанів, а потім і у внутрішні водоймища різко зросло. Шляхи та причини інвазії чужорідних видів різноманітні. Ці переміщення пов'язані з флуктуаціями чисельності, кліматичними змінами, спрямованою акліматизацією, випадковою інтродукцією (наприклад, з баластними водами), розведенням декоративних тварин і рослин.

Вселення чужорідних видів визначається наявністю інвазійних коридорів і способів перенесення, адаптивними можливостями виду, ефективністю пресу рекрутів, уразливістю аборигенних екосистем.

Азово-Чорноморський басейн та прилеглі внутрішні водойми (озера, лимани й лагуни) характеризуються складними інвазійними процесами, що впливають на структуру іхтіоценозів, які потребують постійного контролю та вивчення [1; 2].

Мета дослідження полягала в охарактеризуванні поширення, чисельності, особливостей біології та шляхів вселення інвазивних представників іхтіофауни в лиманах та озерах північно-західного Причорномор'я.

Матеріал і методи дослідження. Матеріали для дослідження зібрані авторами з промислових, наукових, браконьєрських та любительських уловів у лиманах північно-західного Причорномор'я та Придунайських озерах у період із 1979 р. по 2020 р. Також проаналізовано повідомлення рибалок, екологів та інспекторів рибоохорони.

Для оцінки частоти трапляння риб були визначені три категорії: «ті, що часто трапляються», «нечисленні» та «рідкісні». Видову приналежність риб визначали за допомогою відповідних ознак і показників [3; 4]. Для оцінки чисельності використали офіційні дані промислової статистики органів рибоохорони в Одеській області.

Результати дослідження. До першої групи, найбільш динамічної за чисельністю й поширенням, можна віднести види, що натуралізувалися у водоймах вселення та сформували тут численні популяції, що самовідтворюються, часто мають вагоме промислове значення.

До другої групи належать види, не здатні сформувати самовідтворювані популяції у водоймах вселення. Їх чисельність підтримується штучно та залежить від обсягів зариблення молоддю, що отримана в розплідниках.

Третю групу становлять «рідкісні» види, що трапляються у водоймах вселення як поодинокі, локально. Проникнення таких вселенців у водойми має випадковий характер – як об'єкти, що є супутніми із цілеспрямованою інтродукцією, або які потрапляють туди внаслідок діяльності акваріумістів (табл. 1).

До найбільш поширених і численних інтродуцентів першої групи у прибережних водоймах північно-західного Причорномор'я можна віднести карася срібного – *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), кефаль піленгаса – *Liza*

Таблиця 1. Риби-вселенці лиманів північно-західного Причорномор'я

Вид	Дата вселення	Чисельність	Промислове значення	Відтворення	Водойми вселення*
Карась срібний <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	1960-ті рр.	висока	+	+	1-3; 9-13; 9-26
Піленгас <i>Liza haematocheilus</i> (Temminck & Schlegel, 1845)	1980-ті рр.	висока	+	+	1-3; 9-13; 15; 16; 19-21
Сонячний окунь звичайний <i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	XVIII ст.	висока	–	+	1-3; 9-13; 19-26
Білий товстолобик <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	1960-ті рр.	Залежить від обсягів зариблення	+	–	1-3; 9-13; 19-26
Строкатий товстолобик <i>Aristichthys nobilis</i>			+	–	
Білий амур <i>Ctenopharyngodon idella</i>			+	–	
Лаврак <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnatus, 1778)	1980-ті рр.	Поодинокі в період із 1976 р. по 1985 р.	–	–	9
Смугастий окунь <i>Morone saxatilis</i> (Walbaum, 1792)			–	–	
Канальний сом <i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)			–	–	
Далекохідна краснопірка (угай) – <i>Tribolodon brandti</i> (Dybowski, 1872)	1976 р.	Поодинокі в 1977 р.	–	–	
Мозамбікська тилапія – <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peeters, 1852)	1977–1982 рр.	Поодинокі в 1979–1981 рр.	–	–	
Райдужна форель та Сталоголовий лосось <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792),	1970-ті рр.	Поодинокі в період із 1969 р. по 1986 р.	–	–	9; 10; 17
	1980-ті рр.	Поодинокі в період із 1977 р. по 2004 р.	–	–	
Кутум – <i>Rutilus frisii kutum</i> (Kamenski, 1901)	1980-ті рр.	Поодинокі в період із 1983 р. по 1985 р.	–	–	17
Пандирний сом птеригопліхт – <i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Castelnau, 1855)	2020 р.	Два екземпляри	–	–	13
Амурський чебачок – <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	1960–1970-ті рр.	Часто трапляється	–	–	10; 20–26
Ротан-головешка – <i>Perccottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	2018–2019 рр.	Поодинокі	–	–	24

* шифри водоймищ: 1 – Сасик; 2 – Джантшейський; 3 – Малий Сасик; 4 – Шагани; 5 – Карачаус; 6 – Хаджидер; 7 – Алібей; 8 – Бурнас; 9 – Будакський; 10 – Дністровський; 11 – Кучурганський; 12 – Сухий; 13 – Хаджибейський; 14 – Куяльницький; 15 – Дофінівський; 16 – Григорівський; 17 – Тилігульський; 18 – Солонець Тузли; 19 – Березанський; 20 – Бузький; 21 – Дніпровський; 22 – Кагул; 23 – Картал; 24 – Ялпуг – Кугурлуй; 25 – Катлабук; 26 – Китай

haematocheilus (Temminch et Schlegel, 1845) та сонячного окуня (сонячну рибу синьозяброву) – *Lepomis gibbosus* (Linnaeus).

Значному поширенню та високій чисельності цих вселенців сприяли, з одного боку, їхня еврибіонтність, а з іншого – діяльність людини.

Срібний карась є одним із найбільш масових і значущих для рибного господарства багатьох країн об'єктів рибництва. Його нативний ареал – басейн річки Амур. У 60-х рр. XX ст. карася вселили у водойми Сибіру та Європи, пізніше – Північної Америки, Індії та інших країн. Сучасний ареал поширення *C. Gibelio* охоплює Євразію та Америку.

На думку одних учених, поширення срібного карася в Європі є результатом давньої інтродукції з Китаю чи Японії [5; 6]. Натомість інші науковці вважають, що для Центральної Європи срібний карась – це автохтонний вид [7].

На початку XX ст. срібного карася завезли в Європу, а також у ставки Львівської та Вінницької областей. Сьогодні він трапляється в басейні всіх великих річок, в озерах і водосховищах України.

У водоймах вселення інтродуцент швидко нарощував чисельність. Вступав у харчову конкуренцію з деякими аборигенними видами риб, слугував переносником хвороб і паразитів, негативно впливав на екологію водойм шляхом змучування води на мілководдях, пригнічування зростання макрофітів і стимулювання цвітіння вод [8; 9].

Гібридизація срібного карася із золотим карасем сприяла витісненню аборигенного для європейських водойм виду з природних популяцій диплоїдною формою срібного карася [10–12].

У ставковому рибництві Європи срібний карась часто розглядається як бур'ян [13], в Україні – як об'єкт промислу.

Деякі форми срібного карася включені в європейські бази даних як чужорідні види (DAISE – *Carassius gibelio*, NOBANIS – *C. auratus*), а також у міжнародні бази даних із чужорідних видів (CABI – *C. auratus aratus* та *C. gibelio*, GISD – *C. auratus*) [14; 15].

Сьогодні срібний карась трапляється практично в усіх лиманах північно-західного Причорномор'я та у Придунайських озерах (рис. 1–2, табл. 1).

Чисельність срібного карася у приморських лиманах коливається у значних межах. Промисел ведеться в лиманах Сасик, Шаболатський, Дністровський, Хаджибейський, Дніпро-Бузький та в усіх Придунайських озерах. Максимальний улов останніми роками зареєстрований у Дністровському лимані, де з 2016 р. по 2020 р. щорічно виловлювали від 1267,5 до 2067,8 т карася.

Другий за чисельністю та поширенням вид – інтродуцент у лиманах північно-західного Причорномор'я – *далекосхідна кефаль піленгас*.

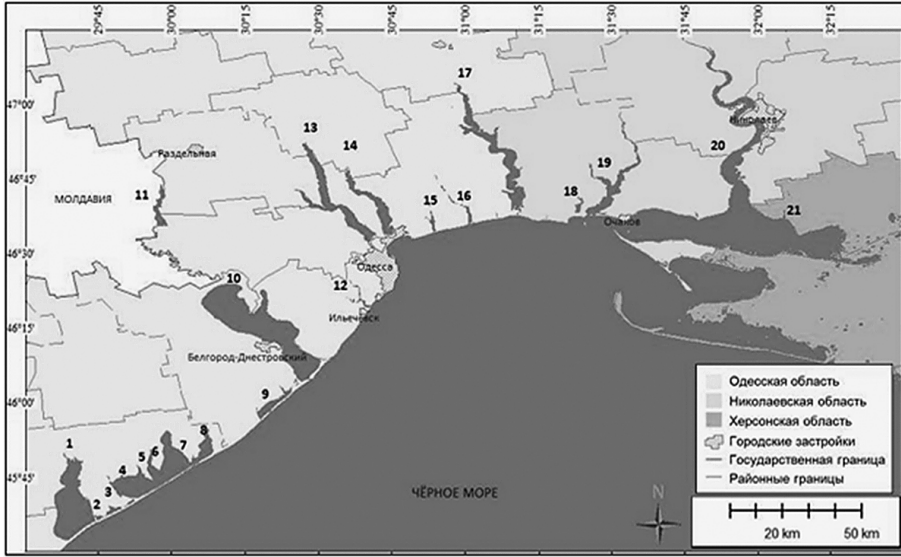


Рис. 1. Лимани північно-західного Причорномор'я [4]:

- 1 – Сасик; 2 – Джантшейський; 3 – Малий Сасик; 4 – Шагани; 5 – Карачаус;
6 – Хаджидер; 7 – Алібей; 8 – Бурнас; 9 – Шаболатський (Будакеський);
10 – Дністровський; 11 – Кучурганський; 12 – Сухий; 13 – Хаджибейський;
14 – Куяльницький; 15 – Дофінівський; 16 – Григорівський; 17 – Тилігульський;
18 – Солонець Тузли; 19 – Березанський; 20 – Бузький; 21 – Дніпровський



Рис. 2. Придунайські озера

У 1972–1980 рр. з Уссурійської затоки в північно-західну частину Чорного моря та приморські лимани вселили 46,1 тис. цьогорічок та річників піленгаса. Частину молоді використовували для формування маточного стада на Експериментальному кефалевому заводі (далі – ЕКЗ), решту випустили в Чорне море, Шаболатський, Дністровський та Тилігульський лимани.

Уже у вересні 1973 р. біля західного узбережжя Криму виловили понад 45 двохрічок піленгаса масою від 200 до 400 г, а у грудні його ловили вже біля Севастополя.

У наступні роки інтродуцент поширився від гирла Дунаю до Керченської протоки, зимував біля південного берега Криму [16; 17]. Навесні 1980 р., у період нагульної міграції чорноморських кефалей із Чорного в Азовське море, у Керченській протоці виловили чотирирічних, статевозрілих самок піленгаса. Це дало підставу академіку Національної академії наук України Ю.П. Зайцеву констатувати проникнення інтродуцента в Азовське море [18].

Результати мічення показали, що піленгас, випущений у районі Одеси, досяг берегів Кавказу та Туреччини, а потім Болгарії і Румунії [16].

У 1979–1982 рр. у прибережній частині моря та приморських лиманів масово траплялася рання молодь піленгаса, а в 1993–1994 рр. відзначений його масовий нерест у Шаболатському лимані [17].

У 1992 р. піленгаса вселили в Паліївську затоку, а потім і у відкриту акваторію Хаджибейського лиману [19]. Натуралізації виду в цій водоймі сприяло будівництво Палієвського комплексу з відтворення морських риб. З 1993 р. по 2004 р. у лиман зарибili понад 46 млн мальків піленгаса, отриманих у цьому риборозпліднику [20]. З 2000 р. інтродуцент посів чільне місце в уловах, а до 2004 р. сформував у Хаджибейському лимані популяцію, що самовідтворюється. Унаслідок акліматизації піленгаса в Хаджибейському лимані зросла також чисельність судака, для якого мальки кефалі стали основним об'єктом харчування, а ослаблення преса хижака на популяцію карася й бичків сприяло зростанню їх чисельності [21]. Максимальний офіційно зареєстрований вилов піленгаса в Хаджибейському лимані перевищив 1000 т, а якщо враховувати вилучення рибалками-любителями та бракон'єрами, то фактичний обсяг вилучення був у 2–2,5 раза більшим.

Третім за чисельністю інтродуцентом у водоймах північно-західного Причорномор'я є *сонячний окунь звичайний* (сонячна риба), завезений акваріумістами з Північної Америки до Європи в XVI ст. [3]. Зі ставків, у яких його розводили, він проникнув у басейни Рейну, Одера, Дунаю та пов'язані з ними внутрішні водойми. Завдяки високій екологічній пластичності та всеїдності *L. gibbosus* швидко натуралізувався у водоймах вселення, сформував популяції, що самовідтворюються. Сьогодні він поширений у басейнах практично всіх європейських річок та приморських лиманів, поодинокі трапляються в опріснених ділянках Чорного моря [22].

У пониззі Дунаю та Придунайських озерах сонячний окунь уперше був зареєстрований у 1940-х рр. У лимані Сасик він з'явився в 1980-х рр. після будівництва каналу, що з'єднав лиман із Дунаєм. Трохи пізніше сонячного окуня виявили у Джаншейському озері та Малому Сасику.

У 1950–1960-х рр. сонячного окуня виявили в пониззі Дністра, Дністровському та Шаболатському лиманах, пізніше – у Дніпро-Бузькому лимані та пониззі Дніпра. У 1970–1980-х рр. разом зі срібним карасем він був випадково вселений у Хаджибейський лиман.

Сонячний окунь поїдає ікру, личинок та мальків риб, вступає в харчову конкуренцію із цінними промисловими видами риб, тим самим завдаючи значної шкоди рибному господарству.

Аналіз тенденцій поширення *L. Gibbosus* дає можливість прогнозувати його подальше швидке розселення у водних системах Азово-Чорноморського та Каспійського басейнів.

У деяких прісноводних і солонуватоводних водоймах численними є інтродуценти, що належать до другої групи. Їх поширення й чисельність залежать від обсягів зариблення. Це, зокрема, товстолобик білий амурський – *Hypophthalmichthys molitrix* (Valencinents, 1844), товстолобик строкатий – *Aristichthys nobilis* (Richardson, 1845) та білий амур східноазійський – *Ctenopharyngodon idella* (Valencinents, 1844).

В Україну племінний матеріал білого амура, а потім білого та строкатого товстолобиків уперше був завезений у 1954–1957 рр. У 1960-х рр. рослиноїдних риб інтродукували у водойми європейської частини СРСР.

У річках України ці види не знайшли умови для природного відтворення. Виняток, можливо, становив Дунай. У 1984 р. в акваторії річки, у районі Ізмаїл – Вилкове, уперше були виловлені ікра та личинки білого амура й білого товстолобика. У наступні роки спостерігалася значна концентрація цьогорічок цих видів у суміжних водоймах і скидних каналах рисової системи, що може свідчити про регулярний нерест цих риб у руслі Дунаю [23]. За даними Одеського центру Південного науково-дослідного інституту морського рибного господарства та океанографії, така картина епізодично спостерігається й в останні роки.

У 1970-ті рр. були розроблені методи формування маткових стад у ставках та заводського відтворення рослиноїдних риб [24].

У 1980–1990-ті рр. рослиноїдних риб масово вселяли в лимани Сасик, Шаболатський, Дністровський, Хаджибейський, Кучурганський, Тилігульський, Бузький, Дніпровський, у вершину Сухого лиману, Дженшейське озеро та Малий Сасик, а також у Придунайські водойми, де з 1974 р. вони стали важливим об'єктом промислу. З 1980 р. рослиноїдні риби, а саме білий товстолобик (78–93%) посів друге місце за обсягом вилову після карася, а до 1986 р. його улови досягли 1364,4 т.

У 1970 р. на базі ЕКЗ (Шаболатський лиман) проводився комплекс широкомасштабних робіт з акліматизації лаврака – *Dicentrarchus labrax* (Linnatus, 1978), смугастого окуня – *Morone saxatilis* (Walbaum, 1792), каналного сома – *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818), мозамбікської

тилапії – *Oreochromis mossambicus* (Peeters, 1852), далекосхідної краснопірки (угай) – *Tribolodon brandti* (Dybowski, 1872).

На базі лососевої ділянки ЕКЗ здійснювалося відтворення та товарне вирощування райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), а пізніше – сталевоголового лосося.

Усі ці види, які можна віднести до третьої групи вселенців, містилися у проточних басейнах і садках та різними шляхами потрапляли в суміжні лиманні й морські акваторії.

У період 1970–1980-х рр. у Шаболатському та Дністровському лиманах часто траплялася райдужна форель та сталевоголовий лосось, рідше лаврак, смугастий окунь, тилапія та сомик-кішка. Перелічені види добре росли, а деякі з них (форель, лосось, лаврак і смугастий окунь) зимували в лимані, однак так і не змогли знайти адекватні умови для відтворення та натуралізуватися в нових умовах.

Ще один вселенець – кутум *Rutilus frisii kutum* (Kamenski, 1901). У 1980-і рр. понад 300 цьогорічок цього виду були доставлені з Туркменістану та інтродуковані в Тилігульський лиман. У наступні роки окремі екземпляри кутума різної маси й віку траплялися в лимані, що може свідчити про успішну зимівлю та нагул в умовах водойми вселення, проте відтворення інтродуцента в лимані не спостерігалось.

Один із напрямів аквакультури, що бурхливо розвивався у ХХ ст. в низці країн, – акваріумістика. Екзотичні види тварин і рослин вносяться у водойми випадково чи навмисно. Деякі з таких інтродуцентів зумовили значний негативний вплив на екосистеми водойм вселення.

Мабуть, завдяки безвідповідальності акваріумістів у 2020 р. до видів інтродуцентів Хаджибейського лиману додався ще один екзотичний об'єкт – **панцирний сом птеригопліхт** – *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855). Два екземпляри цього виду були спіймані в сіті у грудні 2019 – січні 2020 р. в Хаджибейському лимані (рис. 1). Довжина самця становила 52,7 см, маса – 510 г, а самки – 46,5 см та 385 г відповідно.

Житель гірських струмків, тропічних боліт, солонуватоводних річкових естуаріїв, панцирний сом має високу екологічну пластичність. У нативному ареалі він досягає довжини пів метра й більше. Ротовий апарат має вигляд присоски. Основна їжа – рослини та нарости, хоча понад 20% раціону може становити тваринна їжа (загиблі організми, креветка, черв'яки, мотиль тощо).

Випадки появи панцирного сома у природних водоймах відзначалися й раніше. Так, з 2013 р. по 2020 р. панцирного сома довжиною від 25 до 60 см і масою до 800–900 г виловлювали в річках та озерах Петербурга, Вологодської, Самарської, Новосибірської областей у річці Об та інших водоймах. Усі перелічені випадки вилову панцирних сомів

у водоймах європейської частини Росії та в Сибіру стосуються весняно-літньо-осіннього періодів. На думку фахівців, *P. pardalis* не здатний виживати в зимовий час через екстремально низьку для цього тропічного виду температуру води.

Очевидно, екземпляри, виловлені в Хаджибейському лимані, також були випущені у водойму акваріумістами. До цього часу в Україні не описано жодного випадку затримання панцирного сома *P. pardalis* у природних водоймах. Тому вилов його в Хаджибейському лимані Одеської області викликає певне занепокоєння як поява нового інвазивного виду, потенційно небезпечного для аборигенної іхтіофауни.

По-перше, вилов сома зафіксований у зимовий період за температури води 4–6 °С. У цих умовах риби зимували та залишалися активними (потрапили у ставні сіті), навіть продовжували харчуватися. Так, у шлунку самки були виявлені залишки напівперетравленої риби (бичка піщаника), а у шлунку самця – 2 екземпляри річників кефалі піленгаса завдовжки 7,5 та 11,7 см.

По-друге, птеригопліхти легко розмножуються. У Хаджибейському лимані, де є всі умови для відтворення, цей вид цілком може натуралізуватися та сформувати популяцію, що самовідтворюється. За наявності досить рясної кормової бази (масових риб лиману), за умов глобального потепління нічого не заважає панцирному сому досить швидко збільшити свою чисельність. При цьому зовсім не зрозуміло, чого більше принесе інтродукція птеригопліхта в Хаджибейський лиман: користі чи шкоди.

Варто сподіватися, що вселення панцирного сома – *P. pardalis* мало обмежений характер, а в рибників-акваріумістів вистачить здорового глузду більше не повторювати несанкціоноване вселення будь-яких декоративних гідробіонтів у водойми України.

У 1960–1970-х рр. у Придунайські озера разом зі срібним карасем, білим і строкатим товстолобиками та білим амуром випадково був вселений **амурський чебачок** *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). Його батьківщина – річка Амур, водойми Японії, Китаю, Кореї. Ця невелика рибка (довжина 8–11 см) відрізняється високою толерантністю до несприятливих умов середовища, стійкістю до низьких температур. Завдяки ранньому дозріванню, невибагливості до нерестового субстрату, відносно високій плодючості та виживанню молоді амурський чебачок швидко нарощує свою чисельність у водоймах вселення. У Дунаї його вперше виявили в 1961 р., після чого він швидко розселився всіма придунайськими водоймами. Має високу харчову пластичність. Вступає в конкуренцію з іншими видами риб, охоче поїдає їхню ікру та молодь. У 2000-х рр. виявлений у пониззі Дністра та Дністровському лимані, трохи раніше – у Дніпровському та Бузькому лиманах.

У 2018–2019 рр. в озері Кугурлуй, а потім і в озері Ялпуг зафіксовано факти вилову ще одного представника далекосхідної іхтіофауни – **ротана-головешки** – *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877). За наявною інформацією ротан трапляється й в інших Придунайських водоймах. Цей новий вид – інтродуцент – мешкає у дрібних, зарослих водоймах. Як і амурський чебачок, стійкий до гіпоксії, толерантний до широкого спектру змін умов зовнішнього середовища. Витримує часткове пересихання водойми та повне промерзання. Взимку впадає у сплячку, часто використовує оригінальний спосіб групового «капсулювання» з подальшим вмерзанням у лід. Вживає в забруднених водоймах.

Ротан – типовий хижак-засадник. Мальки харчуються зоопланктом, потім дрібними безхребетними та бентосом. Дорослі особини поїдають ікру й молодь риб. У невеликій водоймі здатний повністю винищити представників інших видів риб.

Висновки. Інтродукція чужорідних видів гідробіонтів у лимани та озера північно-західної частини Чорного моря може стати причиною зміни складу іхтіоценозів, підвищення конкурентності через кормові ресурси, місця нагулу та нересту. Висока толерантність до несприятливих умов середовища й адаптивна здатність дає змогу деяким інтродуцентам легко витіснити цінні аборигенні види риб. Несанкціоноване вселення таких небажаних видів, як, наприклад, ротан-головешка, сонячний окунь, амурський чебачок тощо, призводить до катастрофічного скорочення біорізноманіття іхтіофауни.

Запланована, біологічно й екологічно обґрунтована інтродукція та акліматизація, навпаки, сприяють підвищенню рибопродуктивності й біологічної різноманітності іхтіофауни водойм, як це відбувається з кефаллю піленгасом та рослиноїдними рибами.

Сьогодні інтродукція нових видів у водойми України є процесом стихійним, неконтрольованим. Його інтенсифікації сприяє гідробудівництво (будівництво каналів і водотоків), перевезення водними шляхами (інтродукція живих організмів із баластними водами), несанкціонований випуск у водойми екзотичних тварин (декоративне рибицтво). Усе це створює величезні ризики для водних екосистем, їх біорізноманіття та продуктивності. У ситуації, що склалася, необхідні такі дії:

- довгострокова, науково обґрунтована політика інтродукції (акліматизації) гідробіонтів із метою підвищення продуктивності водних екосистем;
- посилений моніторинг та суворий контроль перенесення вселенців (інтродуцентів) через державний кордон;
- удосконалення законодавства щодо проведення інтродукцій та завезення організмів з інших країн.

THE INTRODUCENTS OF THE PRIMORSKY ESTUARIES OF THE NORTH-WESTERN BLACK SEA REGION

Shekk P.V. – Doctor of Agriculture, Professor,

Burgaz M.I. – Candidate of Biology, Associate Professor

Odessa State Ecological University

shekk@ukr.net, marinaburgaz14@gmail.com

The Azov-Black Sea basin and adjacent inland water bodies (lakes, estuaries and lagoons) are characterized by complex invasive processes that affect the ichthyocenoses structure, which require constant monitoring and study.

As a result of the studies carried out, a characteristic of the distribution, abundance, biology characteristics and introduction ways of invasive the fish fauna representatives in the north-western Black Sea region estuaries and lakes were given.

It has been established that the aquatic organisms alien species introduction into the estuaries and lakes of the Black Sea north-western part can cause changes in the composition of ichthyocenoses, increased food resources competition, feeding and spawning grounds.

Studies have shown that the unauthorized introduction of such undesirable species as, for example, Amur sleeper (*Percottus glehni*), sunfish (*Lepomis gibbosus*) and stone morocco (*Pseudorasbora parva*), etc., leads to a catastrophic reduction in the fish fauna biodiversity.

It is shown that the planned, biologically and ecologically justified introduction and acclimatization, on the contrary, contribute to an increase in fish productivity and the water bodies, fish fauna biological diversity as is the case with pilengas mullet (*Liza haematocheilus*) and herbivorous fish.

The introduction of new species into the water bodies of Ukraine is a spontaneous, uncontrolled process today. Its intensification is facilitated by hydraulic construction (construction of canals and watercourses), transportation by waterways (introduction of living organisms with ballast water), exotic animals unauthorized release into water bodies (ornamental fish farming), etc.

Recommendations for the restoration of aquatic ecosystems, their biodiversity and productivity are given.

Keywords: invasive species, fish fauna, biodiversity, north-western Black Sea coast, universe, fish farming, alien fish.

ЛІТЕРАТУРА

1. Насека А.М., Дирипаско О.А. Новые рыбы-вселенцы в водоёмах Северного Приазовья. *Вестник зоологии*. 2005. № 39(4). С. 89–94.
2. Вселенцы в биоразнообразии и продуктивности Азовского и Чёрного морей / под ред. Г.Г. Матишова, А.Р. Болтачева. Ростов-на-Дону : ЮНЦ РАН, 2010. 114 с.
3. Световидов А.Н. Рыбы Чёрного моря. Москва ; Ленинград : Наука, 1964. 552 с.
4. Мовчан Ю.В. Риби України (визначник-довідник). Київ, 2011. 420 с.

5. Szczerbowski J.A. *Carassius auratus. The Freshwater Fisher of Europe*. Vol. 5. Cyprinidae 2/III. Wiebelsheim : AULA Verlag, 2001. P. 5–41.
6. Мовчан Ю.В., Смирнов А.И. Карась серебристый *Carassius auratus gibelio*. Фауна Украины. Т. 8 : Рыбы. Вып. 2 : Карповые. Ч. 2. Киев : Наукова думка, 1983. С. 243–265.
7. Берг Д.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Т. 2. Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1949. 925 с.
8. Richardson M.J., Whoriskey F.G., Roy L.H. Turbidity generation and biological impacts of an exotic fish *Carassius auratus*, introduced into shallow, seasonally anoxic ponds. *Journal of Fish Biology*. 1995. № 47. P. 576–585.
9. Morgan D., Beatty S. Fish fauna of the Vasse River and the colonisation by feral goldfish (*Carassius auratus*). Report to Fishcare WA and Geocatch. 2004.
10. Hanfling B., Bolton P., Harley M., Carvalho G.R. A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology*. 2005. № 50. P. 403–417.
11. Smartt J. A possible genetic basis for species replacement: preliminary results of interspecific hybridisation between native crucian carp *Carassius carassius* (L.) and introduced goldfish *Carassius auratus* (L.). *Aquatic Invasions*. 2007. Vol. 2. № 1. P. 59–62.
12. Hanfling B., Bolton P., Harley M., Carvalho G.R. A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology*. 2005. № 50. P. 403–417.
13. Вехов Д.А. Некоторые проблемные вопросы биологии серебряного карася *Carassius auratus*. Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2013. Вып. 19. С. 5–38.
14. Siriwardena S., Bonham V. *Carassius auratus auratus* (goldfish). CABI. Invasive Species Compendium. 2010. URL: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/90563>
15. Britton R. *Carassius gibelio* (Prussian carp). CABI. Invasive Species Compendium. 2011. URL: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/90562>
16. Старушенко Л.И. Результаты акклиматизации дальневосточной кефали пиленгаса в Черном море. *Рыбное хозяйство*. 1977. № 1. С. 26–28.
17. Старушенко Л.И., Куликова Н.И., Шекк П.В. Процесс акклиматизации дальневосточной кефали пиленгаса *Mugil so-iuy* Bas. в западной части Черного моря. *Аквакультура: проблемы и достижения*. Москва : ВНИЭРХ, 1997. Вып. 4–5. С. 14–39.
18. Зайцев Ю.П., Старушенко Л.И. Пиленгас (*Mugil so-iuy* Basilewsky, 1855) – новая промысловая рыба в Черном и Азовском морях. *Гидробиологический журнал*. Киев, 1997. Т. 33. № 3. С. 29–37.

19. Шекк П.В. Екологічні аспекти інтродукції далекосхідної кефалі піленгасу (*Mugil so-iiu* Basilewsky) у лимани північно-західного Причорномор'я. *Збірник наукових праць Полтавського державного педагогічного університету. Серія «Екологія, біологічні науки»*. Полтава, 2007. Вип. 6(58). С. 109–115.
20. Шекк П.В. Відтворення та вирощування піленгасу у Хаджибейському лимані. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2003. Вип. 29. С. 240–245.
21. Шекк П.В. Крюкова М.І. Формування іхтіофауни Хаджибейського лиману. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2012. Вип. 78. С. 315–320.
22. Болтачев А.Р., Данелюк О.Н., Пахоруков Н.П. О вселении солнечной рыбы *Lepomis gibbosus* (Perciformes, Centrarchidae) во внутренние водоёмы Крыма. *Вопросы ихтиологии*. 2003. Т. 43. № 6. С. 853–856.
23. Ровнин А.А., Финько В.А. Информация советской стороны о распространении, условиях размножения и местах нереста растительноядных и других акклиматизируемых видов рыб в Дунае. *Materialy Z 28 Zazadnutia komisie*, Bratislava, April, 1987. Bratislava, 1987. P. 363–369.
24. Виноградов В.К., Ерохина Л.В. Промышленная биотехника искусственного воспроизводства дальневосточных растительноядных рыб. *Сборник научных трудов ВНИИ Прудового рыбного хозяйства*. 1979. Вып. 26. С. 3–17.

REFERENCES

1. Naseka, A.M., Dyrypasko, O.A. (2005). *Novye ryby-vselency v vodojomah Severnogo Priazov'ja* [New fish-invaders in the reservoirs of the Northern Sea of Azov]. *Vestnik zoologii*, no. 39(4), 89–94. [in Russian].
2. Matishov, G.G., Boltachev, A.R. (eds.) (2010). *Vselency v bioraznobrazii i produktivnosti Azovskogo i Chjornogo morej* [Invaders in the biodiversity and productivity of the Azov and Black Seas]. Rostov-na-Donu : JuNC RAN. [in Russian].
3. Svetovidov, A.N. (1964). *Ryby Chjornogo morja* [Black Sea fish]. Moscow ; Leningrad : Nauka. [in Russian].
4. Movchan, Yu.V. (2011). *Ryby Ukrainy (vyznachnyk-dovidnyk)* [Fish of Ukraine (determinant-handbook)]. Kyiv. [in Ukrainian].
5. Szczerbowski, J.A. (2001). *Carassius auratus. The Freshwater Fisher of Europe*, vol. 5, Cyprinidae 2/III. Wiebelsheim : AULA Verlag, 5–41.
6. Movchan, Ju.V., Smirnov, A.I. (1983). *Karas' serebristyj Carassius auratus gibelio* [Silver carp *Carassius auratus gibelio*]. *Fauna Ukrainy*, vol. 8: Ryby, issue 2: Karpovye, part 2. Kyiv : Naukova dumka, 243–265. [in Russian].
7. Berg, D.S. (1949). *Ryby presnyh vod SSSR i sopredel'nyh stran* [Fresh water fish of the USSR and neighboring countries], vol. 2. Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of USSR. [in Russian].

8. Richardson, M.J., Whoriskey, F.G., Roy, L.H. (1995). Turbidity generation and biological impacts of an exotic fish *Carassius auratus*, introduced into shallow, seasonally anoxic ponds. *Journal of Fish Biology*, no. 47, 576–585.
9. Morgan, D., Beatty, S. (2004). Fish fauna of the Vasse River and the colonisation by feral goldfish (*Carassius auratus*). Report to Fishcare WA and Geocatch.
10. Hanfling, B., Bolton, P., Harley, M., Carvalho, G.R. (2005). A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology*, no. 50, 403–417.
11. Smartt, J. (2007). A possible genetic basis for species replacement: preliminary results of interspecific hybridisation between native crucian carp *Carassius carassius* (L.) and introduced goldfish *Carassius auratus* (L.). *Aquatic Invasions*, vol. 2, no. 1, 59–62.
12. Hanfling, B., Bolton, P., Harley, M., Carvalho, G.R. (2005). A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology*, no. 50, 403–417.
13. Vehov, D.A. (2013). *Nekotorye problemnye voprosy biologii serebrjanogo karasja Sarassius auratus* [Some problematic issues in the biology of silver carp *Carassius auratus*]. *Nauchno-tehnicheskij bjulleten' laboratorii ihtologii INJeNKO*, iss. 19, 5–38. [in Russian].
14. Siriwardena, S., Bonham, V. (2010). *Carassius auratus aratus* (goldfish). CABI. Invasive Species Compendium. Retrieved from: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/90563>
15. Britton, R. (2011). *Carassius gibelio* (Prussian carp). CABI. Invasive Species Compendium. Retrieved from: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/90562>
16. Starushenko, L.I. (1977). *Rezultaty akklimatizacii dal'nevostochnoj kefali pilengasa v Chernom more* [Results of acclimatization of the Far Eastern pilengas mullet in the Black Sea]. *Rybnoe hozjajstvo*, no. 1, 26–28. [in Russian].
17. Starushenko, L.I., Kulikova, N.I., Shekk, P.V. (1997). *Process akklimatizacii dal'nevostochnoj kefali pilengasa Mugil so-iuy Bas. v zapadnoj chasti Chernogo morja* [The process of acclimatization of the Far Eastern pilengas mullet *Mugil so-iuy* Bas. in the western part of the Black Sea]. *Akvakul'tura: problemy i dostizhenija*. Moscow: VNIJeRH, iss. 4–5, 14–39. [in Russian].
18. Zajcev, Ju.P., Starushenko, L.I. (1997). *Pilengas (Mugil so-iuy Basilewsky, 1855) – novaja promyslovaja ryba v Chernom i Azovskom morjah* [Pilengas (*Mugil so-iuy* Basilewsky, 1855) is a new commercial fish in the Black and Azov Seas]. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, vol. 33, no. 3, 29–37. [in Russian].

19. Shekk, P.V. (2007). *Ekolohichni aspekty introduktsii dalekoskhidnoi kefali pilenhasu (Mugil so-iuy Basilewsky) u lymany pivnichno-zakhidnoho Prychornomoria* [Ecological aspects of the introduction of the Far Eastern mullet (*Mugil so-iuy* Basilewsky) into the estuaries of the north-western Black Sea coast]. *Zbirnyk naukovykh prats Poltavskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Seriiia "Ekolohiia, biolohichni nauky"*, iss. 6(58), 109–115. [in Ukrainian].
20. Shekk, P.V. (2003). *Vidtvorennia ta vyroshchuvannia pilenhasu u Khadzhybeiskomu lymani* [Reproduction and cultivation of pilengas in the Hadjibey estuary]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, iss. 29, 240–245. [in Ukrainian].
21. Shekk, P.V. Kriukova, M.I. (2012). *Formuvannia ikhtiofauny Khadzhybeiskoho lymanu* [Formation of ichthyofauna of the Hajibey estuary]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, iss. 78, 315–320. [in Ukrainian].
22. Boltachev, A.R., Daneljuk, O.N., Pahorukov, N.P. (2003). *O vselenii solnechnoj ryby Lepomis gibbosus (Perciformes, Centrarchidae) vo vnutrennie vodojomy Kryma* [On the introduction of the sunfish *Lepomis gibbosus* (Perciformes, Centrarchidae) into the inland waters of the Crimea]. *Voprosy ihtiologii*, iss. 43, no. 6, 853–856. [in Russian].
23. Rovnin, A.A., Fin'ko, V.A. (1987). *Informacija sovetskoj storony o rasprostranenii, uslovijah razmnozhenija i mestah neresta rastitel'nojadnyh i drugih akklimatiziruemyh vidov ryb v Dunae* [Information from the Soviet side on the distribution, breeding conditions and spawning grounds of herbivorous and other acclimatized fish species in the Danube]. *Materialy Z 28 Zazadnutia komisie*, Bratislava, April, 1987. 363–369. [in Russian].
24. Vinogradov, V.K., Erohina, L.V. (1979). *Promyshlennaja biotekhnika iskusstvennogo vosproizvodstva dal'nevostochnyh rastitel'nojadnyh ryb* [Industrial biotechnology of artificial reproduction of Far Eastern herbivorous fish]. *Sbornik nauchnykh trudov VNII Prudovogo rybnogo khozyaystva*, iss. 26, 3–17. [in Russian].

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.375:595.354

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4>

ПЕРСПЕКТИВНИЙ ОБ'ЄКТ АКВАКУЛЬТУРИ РАКОПОДІБНИХ *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS, 1868): БІОЛОГІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ (ОГЛЯД)

¹Гриневич Н.Є. – д. вет. н., професор,

¹Жарчинська В.С. – аспірантка,

²Світельський М.М. – к. с.-г. н., доцент,

¹Хом'як О.А. – к. с.-г. н., доцент,

¹Слюсаренко А.О. – к. вет. н., доцент,

¹Білоцерківський національний аграрний університет

²Житомирський національний агроекологічний університет

zharchynskavs@ukr.nett

Розпочато огляд літературних джерел щодо наукового обґрунтування вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) в умовах аквакультури з урахуванням технологічних особливостей вирощування та біотехнологічних методів, що забезпечують високий відсоток виживання ракоподібних, тим самим підвищуючи результативність роботи з ними. Наголошено, що осучаснення та дотримання вимог вирощування із застосуванням належних біодобавок до корму сприятиме зниженню канібалізму.

У матеріалі висвітлено доцільність використання різного роду укриття, що сприяють збереженню ракоподібних, разом з тим всі рекомендації тісно переплітаються із біологією розвитку *Cherax quadricarinatus*, особливості живлення та перебування в природних умовах. Доцільно зазначити, що індустріальне вирощування цього виду ракоподібних в умовах аквакультури, за умов високих щільностей посадки на одиницю площі, в Україні лише починає розвиватись. Саме тому виникає необхідність максимального збереження екземплярів на етапі підрощення для досягнення результату на етапі прорахунку собівартості.

Нами виконано аналіз наукових досліджень вчених Австралії, Китаю, Аргентини, Бразилії, Мексики, України, Еквадору щодо вивчення питання біології, вирощування та адаптації до умов аквакультури, для отримання високоякісної білкової продукції. Досліджено, що застосування біодобавок (*Spirulina*+*Chlorella*, *Digestarom*, каротиноїдів) із екструдованими кормами сприятиме, як підвищенню темпу росту та зниженню процесу канібалізму. Виробництво продукції, що забезпечує отримання максимального прибутку, визначається, по-перше, розвитком аквакультури, як елементу первинного сектору економіки країни та, по-друге, високим технологічним рівнем культивування гідробіонтів у промислових масштабах.

Окремо ознайомились із технологіями вирощування, адже одним із основних завдань в аквакультурі є дотримання вимог екологічно безпечної продукції.

Окремий напрямок наших наукових досліджень передбачатиме застосування біопрепаратів для накопичення їх в організмі ракоподібних, що на подальшому етапі вирощування сприятиме максимальному зниженню канібалізму. Ряд вчених (Chanawi J. et al., 2012; Calvo N.S. et al., 2013; Кутіщев П.С. та ін., 2015; Jones C.M. et al., 2020; Rigg D.M. et al., 2020; Федорович Л.І. та ін. 2021) акцентують увагу на удосконаленні схеми вирощування австралійського червоноклешневого рака, особливостях годівлі та зниженні відсотку канібалізму на етапі ікринка – товарна продукція.

Ключові слова: аквакультура, ракоподібні, прісноводні раки, австралійський червоноклешневий рак *Cherax quadricarinatus*, біологічні особливості, технологія вирощування.

Метою огляду було проаналізувати розвиток аквакультури австралійського червоноклешневого рака з урахуванням наукового обґрунтування підвищення ефективності, прибутку та подальшого розширення промисловості ракоподібних на території України.

Постановка проблеми. Аквакультура – одна із галузей сільського господарства, що займає ключове значення для харчової індустрії, яка має значні темпи розвитку.

За даними The Food and Agriculture Organization (FAO) у 2018 році у світі було реалізовано понад 179 млн. т риби; загальний обсяг її початкових продажів у грошовому еквіваленті склав 401 млрд. \$ США; з яких 82 млн. т, оцінені у 250 млрд. \$ США, були продукцією аквакультури. У 2018 році світовим сектором аквакультури надано 82,1 млн. т риби, 32,4 млн. т водоростей та 26 000 т декоративних раковин та перли, і загальний обсяг виробництва сектора досяг рекордного рівня 114,5 млн. тонн.

Основну частку продукції аквакультури у 2018 році складали кісткові риби (54,3 млн. тонн – 47 млн. т у внутрішніх водоймах та 7,3 млн. т – у морській та прибережній аквакультурі), молюски, в основному двостулкові (17,7 млн. т) та ракоподібні (9,4 млн. т). Світове вирощування ракоподібних у морських і прибережних зонах становило 5,734 тис. т; в умовах аквакультури внутрішніх водойм – 3,653 тис. т живої маси [1].

Окремим об'єктом аквакультури у статистиці FAO [2] згадується 45 видів ракоподібних: креветок (*Caridea*) – 26; крабів (*Brachyura*) – 9; річкових раків (*Astacoidea*, *Parastacoidea*) – 7; лангустів (*Achelata*) – 3. У загальному обсязі аквакультури ракоподібних річкові раки займають 10%, краби – 15% і основний обсяг припадає на креветок – 75%.

Станом на 2018 рік види ракоподібних, обсяги яких є найбільшими, це: креветка білонога *Litopenaeus vannamei* (52,9%), рак болотяний червоний *Procambarus clarkii* (18,2%), краб китайський *Eriocheir sinensis* (8,1%),

гігантська тигрова креветка *Penaeus monodon* (8,0%), креветка східна річкова *Macrobrachium nipponense* (2,5%), креветка гігантська прісноводна *Macrobrachium rosenbergii* (2,5%). На долю інших видів ракоподібних припадає 7,8% від загальної частки [3].

Донедавна, за даними [4], лідерами з виробництва продукції ракоподібних вважали Бразилію, Еквадор, Сполучені Штати Америки, північні країни Європи, Австралію. Однак, за останнє десятиліття, як вказує [5], значний прорив у вирощуванні ракоподібних внутрішніх водойм зробив Китай. Підґрунтям для цього став системний підхід, що охоплює проблеми наукового супроводу функціонування фермерських господарств та економічної реформи країни, що забезпечує розвиток аквакультури.

Елементом аквакультури ракоподібних є відтворення та вирощування прісноводних раків. Вміння реалізувати ці процеси опирається на знання біологічної характеристики та впровадженні інтенсивних методів, прогресивних та сучасних технологій.

Про австралійського червоноклешневого рака (австралійський прісноводний рак, червонопалий рак) *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868), як об'єкт масового культивування у країнах з тропічним та субтропічним кліматом представлені матеріали [6]

Біологічна класифікація: тип – *Artropoda*; підтип – *Crustacea*; клас – *Malacostraca*; ряд – *Decapoda*; родина – *Parastacidae*; рід – *Cherax*; вид – *Cherax quadricarinatus*. Перший опис та наукову видову назву дав у 1868 році німецький зоолог Карл Едуард фон Мартенс.

Природний ареал поширення (рис. 1, 2) охоплює північні території Австралії, північно-західний Квінсленд, південну частину Папуа-Нової Гвінеї, а також Нову Зеландію, де червоноклешневі раки населяють



Рис. 1. Самець *Cherax quadricarinatus*
(р. Бардекін, штат Квінсленд)
(за URL: <https://alchetron.com/Cherax-quadricarinatus>)



Рис. 2. Самка *Cherax quadricarinatus*
(берег р. Фліндерс, штат Квінсленд)
(за URL: https://Cherax_quadricarinatus)

заплави, невеликі прісноводні річки, озера та струмки. Вони живуть під камінням, стовбурами дерев, інколи в норах [7].

Cherax quadricarinatus – значно великий представник річкових раків австралійського континенту. Довжина тіла досягає 20–25 см. Маса самців 500 г, а самок – 400 г. У статевозрілих самців на зовнішній частині клешні добре помітний своєрідний яскраво-червоний плоский нарост. Саме через цю ознаку вид і отримав свою назву [8].

Тіло червоноклешневого рака складається з головогрудей та черевця (абдомен). Цефалоторакс із дорсальної сторони та боків прикритий потужним панцирем (карапаксом), бічні частини (брахіостегіти) якого, покриваючи зябра, формують зяброві камери. Передня частина карапаксу витягнута в довгий клиноподібний рострум. Черевце утворене рухомо з'єднаними шістьма члениками і тельсоном. Тіло раків вкрите твердим екзоскелетом, що має кутикулярне походження і виконує захисну, опорну функції. Органи чуття добре розвинені. Біля основи антенул розміщені органи рівноваги –статоцисти. Має складні фасеткові очі, з великою кількістю омаїдів [9].

Прісноводна аквакультура Австралії передбачає вирощування трьох видів прісноводних раків роду *Cherax*, а саме: яббі звичайний *Cherax destructor* (Clark, 1936) (рис. 3), маррон гладенький *Cherax cainii* (Austin, 2002) (рис. 4) та човоноклешневий рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (рис. 5).

За біологією, представлені види, мають багато спільного, проте їх специфічна аквакультура розвивається самостійно.

Cherax destructor вирощують у яружно-балкових та наливних ставках, а *Cherax cainii* і *Cherax quadricarinatus* – в спеціальних копаних земляних ставках. Маррони повільно ростуть, товарного розміру досягають за 2 роки і потребують для вирощування спеціально створених умов [10].



Рис. 3. Яббі звичайний *Cherax destructor*
(за URL: <https://www.newsofthearea.com.au/swan-bay-researcher-identifies-new-australian-crayfish-species-77719>)



Рис. 4. Маррон гладенький *Cherax cainii*
(за URL: <https://www.sydneymarket.com.au/Home/Seafood/Species-Information/List/marron>)



Рис. 5. Самка Cherax quadricarinatus (фото авторів)

В Австралії червоноклешневий рак є популярним їстівним видом, вирощування якого займаються великі фермерські господарства. *Cherax quadricarinatus* має вигідне поєднання аквакультурних характеристик: висока інтенсивність росту, відносно низький прояв внутрішньовидової агресії та канібалізму, виживання в несприятливих умовах, має оригінальне забарвлення з переважанням яскраво-синього або блакитного відтінку і жовтуватими вкрапленнями по всьому тілу, характерне для тропічних видів.

Привабливість даного напрямку пов'язана також з безвідходною технологією виробництва продукції раків, яка обумовлена наявністю в карапаксах хітину, меланіну та хітозану, що знайшли своє широке застосування від медицини (радіопротектори), продуктів харчування («ракові шийки», соуси) до сільського господарства (захисна обробка насіння рослин) [11].

Вперше вид *Cherax quadricarinatus* був представлений широкому загалу наприкінці 1980-х років, на південному сході Квінсленда, як новий перспективний об'єкт комерційної аквакультури і потенційне джерело доходу для фермерів [12].

Найбільшим постачальником світового ринку (понад 70%) продукцією *Cherax quadricarinatus* на сьогодні є Китай. У виробництві, пов'язаному з культивуванням австралійського червоноклешневого рака, нині задіяно близько 6 млн. китайців. Особливість вирощування цих членистоногих полягає в тому, що для їх розведення активно використовують чекові поля. З кожної плантації заливного рисівництва китайські фермери отримують два врожаї – рис та раків. Австралійський червоноклешневий рак інтродукований як вид для аквакультури в Аргентину, Барбадос, Гватемалу, Малайзію, Маврикій, Мексику, Нову Каледонію, Самоа, Уругвай, до Белізу, Індонезії, Марокко, Панами та Іспанії [13].

Cherax quadricarinatus має значну віддачу, з точки зору виходу м'яса, що складає близько 30% від маси тіла та є вигідним для порівняння з іншими комерційно цінними ракоподібними.

Склад м'яса *Cherax quadricarinatus*: вода – 81,0%, білки – 16,46%, жири – 0,16%, клітковина – 0,1%, зола – 1,42%, та ін. – 0,86%. Для покращення смакових якостей перед реалізацією, раків іноді витримують у солонуватій воді.

Для порівняння, текстура м'яса та смак *Cherax quadricarinatus* вигідно відрізняється від морських видів, а схожість з морськими омарами дозволяє претендувати у преміум частині спектру ринку ракоподібних, між прісноводним креветками та морськими десятиногими ракоподібними, як джерело повноцінного білка, жиру, мікроелементів і вітамінів. Завдяки своїм біологічним особливостям австралійський рак має високу комерційну цінність та перспективу на ринку продукції гідробіонтів [14].

Біотехнологія інтенсивного розведення раків і ракоподібних у штучно створених умовах – перспективний напрям розвитку аквакультури, який в Україні перебуває на етапі розробки враховуючи, що кількість їх видів постійно збільшується [15].

Річкові раки (*Astacidae*) – гідробіонти, які незалежно від сезону, постійно користуються значним попитом. У водоймах України є об'єктом, ресурс якого експлуатується переважно стихійно. Основні популяції астакофауни України представлені наступними видами роду *Astacus*: *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758), *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), *Astacus angulosus* (Rathke, 1836), *Astacus pachypus* (Rathke, 1837).

Динаміка промислового вилову раків має вигляд ламаної кривої з загальною тенденцією до зниження. У 2014-2016 рр. промисловий вилов раків у внутрішніх водоймах склав 3,2–4,6 т, з яких 67–78% вилучено з водосховищ дніпровського каскаду [16].

У матеріалах висвітлених [17] аквакультура ракоподібних в Україні ґрунтувалася на розведенні аборигенних річкових видів раків, головним чином широкопалого *Astacus astacus* та довгопалого *Pontastacus leptodactylus*.

Враховуючи несприятливу екологічну ситуацію, порушення постанови Кабінету Міністрів України «Правил любительського і спортивного рибальства», популяції річкових раків на території нашої держави значно скорочуються, а беручи до уваги те, що вищезгадані види тугорослі – не мають перспективи штучного відтворення та вирощування з огляду на відсутність бажаного економічного ефекту, нерентабельність.

Зважаючи на те, що раки – делікатесний продукт, джерело цінного білка і мінеральних речовин, важливим є пошук альтернативних видів для розвитку аквабіотехнології раківництва.

Австралійський червоноклешневий рак, як перспективний об'єкт аквакультури. Одним із нових, перспективних та мало вивчених об'єктів аквакультури ракоподібних є австралійський червоноклешневий рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). Науковці [18] прогнозують, що цей вид цілком здатний скласти конкуренцію прісноводній креветці (*Macrobrachium rosenbergii*), яка користується непоганим попитом. Тим більше, що Україна має для цього необхідні водні ресурси. Крім того, праці [19] підтверджують високий ступінь рентабельності та значний потенціал промислового вирощування раків.

На даний момент, в Україні багато інформації щодо методів вирощування лише на аматорському, експериментальному рівні, без стандартів технології розведення та утримання. Аналіз ринку показав повну відсутність товарного *Cherax quadricarinatus* в Україні. Поряд з тим, велика кількість пропозицій реалізації малька цього гідробіонта наводить на думку про налагодження методів розведення та повної відсутності технології вирощування товарного продукту.

У великих масштабах вирощування товарного червоноклешневого раку потребує освоєння біотехнологічного процесу відтворення, дослідження селекційних, господарських особливостей даного виду з розробленням біотехнологічних схем та нормативів для контрольованих умов [20].

Головним завданням штучного відтворення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) є отримання фізіологічно повноцінної молоді, із високим рівнем виживаності, а також отримання товарної продукції в плановому обсязі [21].

Однією з головних переваг *Cherax quadricarinatus* перед річковими раками, що мешкають у нашій кліматичній зоні, є висока швидкість росту: якщо до кінця 1 року річкові раки досягають в середньому маси 5 г, то червоноклешневий рак – 70 г, варіюючи від 60 до 200 г. Приріст товарної маси окремих особин може досягати 200 г, тоді як звичайний річковий рак набирає масу від 100 до 120 г протягом 8-10 років. Тривалість життя *Cherax quadricarinatus* 5 років [22].

Технологія вирощування червоноклешневих раків в Україні перебуває на стадії удосконалення та має свої особливості. Це пов'язано, насамперед, з наявністю холодного зимового сезону. Саме тому, вирощування цих членистоногих у нашій країні відбувається в два етапи: вирощування в штучних умовах та дорощування до товарної маси у водоймах рибогосподарського призначення глибиною від 1 до 2,5 метрів і з площею дзеркала від 0,05 до 0,5 га.

На швидкість росту *Cherax quadricarinatus* впливають фактори абіотичного (температура води, водневий показник, жорсткість, вміст

розчиненого кисню, освітленість) та біотичного (щільність посадки, інтенсивність розмноження, індивідуальні особливості особин) середовища [23].

Температура навколишнього середовища під час вирощування ракоподібних є невід'ємною складовою фізіологічної здатності організму до споживання і перетворення ресурсів, таких як їжа, на ріст, розмноження та виживання. Австралійський червоноклешневий рак може переносити широкий діапазон температур від 16 до 32°C. Найкраще *Cherax quadricarinatus* росте при температурі від 20 до 34°C. Оптимальною є температура 27°C. При створенні умов для розмноження температура води має становити 28°C. Летальною для виду та лімітуючим фактором під час вирощування є температура нижче 10°C і вище 36°C [24].

Водневий показник в межах 6,5–8,5 одиниць рН. Жорсткість – від 5 до 20 мг-екв./дм³. Із зростанням жорсткості води забарвлення цих членистоногих стає більш насиченим та яскравим. У достатньо м'якій воді колір їх хітинового панцира набуває світло-коричневого відтінку з блакитним полиском. Вміст розчиненого у воді кисню – 6–7 мг/дм³. Освітленість – 14/10 (день – 14 годин; ніч – 10 годин) [25].

Статевої зрілості австралійський рак зазвичай досягає у віці від 6 до 12 місяців. Для стимулювання одночасного отримання потомства самців і самок поміщають окремо на 7–10 діб, температура – 17–18°C, освітленість 10 (день)/14 (ніч). Потім поступово піднімають температуру на 1–2°C на день до оптимуму, та освітленість 14 (день)/10(ніч) та статеве співвідношення з розрахунку 2–3 самки на 1 самця.

Після спаровування самка австралійського рака починає формувати під черевцем ікру, яку потім виношує впродовж 8–9 тижнів (насамперед це залежить від температури води). Кожна доросла самка здатна принести 3–5 кладок від 300 до 800 ікринок. Нерест у австралійських раків відбувається тричі на рік, а відсоток виживаності молодняка складає близько 60% [26].

Молодь росте швидко, але нерівномірно, тому час від часу її потрібно сортувати за розміром. Утворені внаслідок сортування розмірні групи, необхідно утримувати в різних акваріумах чи басейнах і постійно вибраковувати слабкіших. До причин нерівномірного росту особин відносять: конкуренція за їжу (домінуючі особини з'їдають більше їжі, ніж слабкіші); агресивна взаємодія раків (ушкодження кінцівок під час «сутичок»); хімічні речовини, що виділяються більшими особинами, які пригнічують ріст дрібніших раків.

Найперша проблема вирощування товарного раку – тотальний канібалізм, який починається вже з 2,5–3,0 місяців вирощування [27].

Тому, одним із векторів розвитку даного напрямку є запобігання канібалізму, що можна розглядати як ефективний прийом у біотехнології відтворення та вирощування червоноклешневого рака.

Зміна розміру червоноклешневих раків може мати негативний вплив на менших особин через ієрархічне домінування.

Дослідження [28] продемонстрували ефективність різних матеріалів, які забезпечують середовище проживання для молоді та дорослих особин: мікротрубки, поліпропіленові сітчасті мішки, штучні макрофіти, ПВХ-труби різних розмірів. Під час вирощування в індустріальних умовах, укриття потрібно забезпечити ракам із розрахунку 3 комірки на 1 екземпляр.

Забезпечення кормами становить 70% операційних витрат в аквакультурі. Економічна ефективність корму – критичний фактор для аквакультури в усьому світі.

Опубліковано значну кількість досліджень харчування червоноклешневого рака різних вікових груп. Молодь раків необхідно забезпечувати різноманітною їжею, до складу якої входить детрит, тваринний (зоопланктон, трубочник, риба, креветки) та рослинний (хара) компоненти. Загальноприйнята структура раціону раків складає 70% рослинної та 30% тваринної їжі.

З віком, потреба червоноклешневих раків у білках зменшується. Молодь потребує від 31 до 34% білка, особини масою більше 50 г потребують 25,6%. Ліпіди також є важливим компонентом раціону, який впливає на ріст, розвиток та здоров'я раків. На відміну від білка, потреба в ліпідах з віком не змінюється. Вуглеводи виконують енергетичну функцію, беруть участь в утворенні стероїдів і жирних кислот, а також сприяють накопиченню глікогену та синтезу хітину.

Обов'язковим елементом годівлі повинні бути листя дуба звичайного *Quercus robur* (Linnaeus, 1758) в необмеженій кількості. Завдяки наявності в них дубильних речовин вони слугують ракам природними антибіотиками [29].

На сьогодні, науковці проводять експерименти щодо вивчення годівлі *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури, з метою пошуку можливості часткової або повної заміни рибного борошна в рецептурі кормів іншими інгредієнтами, застосування яких значно знизить ціну на корм.

Висновки. Розвиток аквакультури австралійського червоноклешневого рака можливий лише за наукового обґрунтування та використання «найкращих практик», що у подальшому передбачають підвищення ефективності, прибутку та подальшого розширення промисловості ракоподібних на території України.

PROMISING OBJECT OF AQUACULTURE OF CRUSTACEANS *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS, 1868): BIOLOGY, TECHNOLOGY (REVIEW)

¹Hrynevych N.E. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor,

¹Zharchynska V.S. – Postgraduate Student,

²Svitelskyi M.M. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

¹Khomiak O.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

¹Slusarenko A.O. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,

¹Bila Tserkva National Agrarian University,

²Zhytomyr National Agroecological University,

zharchynskavs@ukr.net

A review of the literature on the scientific basis for the cultivation of Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in aquaculture, taking into account the technological features of cultivation and biotechnological methods. It is emphasized that modernization and compliance with the requirements of cultivation with the use of appropriate organic feed additives will help reduce cannibalism.

The material highlights the feasibility of using various shelters that contribute to the preservation of crustaceans, however, all the recommendations are closely intertwined with the biology of development of *Cherax quadricarinatus*, especially feeding and living in natural conditions. It should be noted that the industrial cultivation of this species of crustaceans in aquaculture, in conditions of high planting densities per unit area, in Ukraine is just beginning to develop. That is why there is a need for maximum preservation of specimens at the stage of growth to achieve results at the stage of calculating the cost.

We analyzed the research of scientists from Australia, China, Argentina, Brazil, Mexico, Ukraine, Ecuador to study the issue of biology, cultivation and adaptation to aquaculture, to obtain high quality protein products. It has been investigated that the use of bioadditives (Spirulina + Chlorella, Digestarom, carotenoids) with extruded feeds will help increase growth rate and decrease cannibalism rate. Production of products that provide maximum profit is determined, firstly, by the development of aquaculture as an element of the primary sector of the economy and secondly, the high technological level of cultivation of aquatic organisms on an industrial scale. We got acquainted with the cultivation technologies separately, because one of the main tasks in aquaculture is to comply with the requirements of environmentally friendly products.

A separate area of our research will involve the use of biological products for their accumulation in the body of crustaceans, which at a later stage of cultivation will help reduce cannibalism. A number of scientists (Chanawi J. et al., 2012; Calvo N.S. et al., 2013; Kutishchev P.S. et al., 2015; Jones C.M. et al., 2020; Rigg D.M. et al., 2020; Fedorovich L.I. et al 2021) focus on improving the scheme of growing Australian red-breasted crab, feeding characteristics and reducing the percentage of cannibalism at the stage of eggs – marketable products.

Keywords: aquaculture, crustaceans, freshwater crayfish, Australian red-breasted crayfish *Cherax quadricarinatus*, biological features, cultivation technology.

ЛІТЕРАТУРА

1. Golub G.A., Zavadzka O.A., Kukharets V.V. Development of block diagrams of closed water supply installation for aquaculture production. *Scientific horizons*. 2019. Vol. 5(78). pp. 105–111. Doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-78-5-105-111>.
2. Jones C.M., Valverde C. Development of mass production hatchery technology for the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Freshwater Crayfish*. 2020. Vol. 25(1). pp. 1–6. Doi: <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.001>
3. The state of world fisheries and aquaculture. Measures to improve resilience. FAO. Rome, 2020. 205 p.
4. Dyudyaeva O.A., Bekh V.V. Food security of domestic aquaculture products as a guaranteed prerequisite for entering foreign markets. *Aquatic bioresources and aquaculture*. 2020. Vol. 1. pp. 44–60. Doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.5>
5. Fedorovich L.I., Muzhenko A.V., Slyusar M.V. Relationship between chemical and physical parameters of water with morphological features of cancers of different species. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. 2020. Vol. 4(47). pp. 165–170. Doi: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.28>
6. Poplavskaya O.S., Gerasimchuk V.V. Opportunities for import substitution of aquaculture products in Ukraine. *Fisheries science of Ukraine*. 2020. Vol. 4(54). pp. 22–37. Doi: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.022>
7. Panchishny M.O., Borodin Y.M., Rokytyansky A.B. Productive indicators and resistance of crayfish (*Astacus leptodactylus esch.*) In the conditions of artificial cultivation. *Problems of zooengineering and veterinary medicine*. 2016. Vol. 32(1). pp. 265–268.
8. Mezhzherin S.V., Kostyuk V.S., Zhalai E.I. Peculiarities of the genetic structure of populations and morphological variability of populations of crayfish *Astacus* Fabricius, 1775 in the south-east of Ukraine. *Scientific Bulletin of Uzhgorod University*. 2012. Vol. 33. pp. 33–136.
9. Rigg D.M., Seymour J.E., Courtney R.L. et al. A review of juvenile Redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) aquaculture: global production practices and innovation. *Freshwater Crayfish*. 2020. Vol. 25(1). pp. 13–30. Doi: <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.013>
10. Calvo N.S., Stumpf L., Sacristan H.J. et al. Energetic reserves and digestive enzyme activities in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* nearby the point-of-no-return. *Aquaculture*. 2013. Vol. 416–417. pp. 85–91. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.08.017>
11. Calvo N.S., Stumpf L., Pietrokovsky S. et al. Early and late effects of feed restriction on survival, growth and hepatopancreas structure in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*. 2011. Vol. 319. pp. 355–362. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.033>

12. Blaha M., Patoka J., Kozak P. et al. Unrecognised diversity in New Guinean crayfish species (*Decapoda, Parastacidae*): The evidence from molecular data. *Integrative Zoology*. 2016. Vol. 11. pp. 457–468. Doi: <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12211>
13. Masser M.P. and Rouse B.D. Australian Red Claw Crayfish. 1997. SRAC Publication № 244. The Alabama Cooperative Extension Service, USA.
14. Volpe M.G., Santagata G., Coccia E., Di Stasio M., Malinconico M. and Paolucci M. Pectin-based pellets for crayfish aquaculture: structural and functional characteristics and effects on Redclaw *Cherax quadricarinatus* performances. *Aquaculture Nutrition*. 2015. Vol. 21(6). pp. 814–823. Doi: <https://doi.org/10.1111/anu.12204>
15. Azhar M.H., Suciyo S., Budi D.S. et al. Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon–nitrogen ratios. *Aquacult. Int.* 2020. Vol. 28. pp. 1293–1304 Doi: <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526-z>
16. Mitchell B.D. and Collins R. Development of field-scale intensive culture techniques for the commercial production of the yabbie (*Cherax destructor/albidus*). Centre for Aquatic Science, Warrnambool Institute of Advanced Education, Warrnambool. 1989. Victoria.
17. Dammannagoda L.K., Pavasovic A., Hurwood D.A. and Mather P.B. Effects of soluble dietary cellulose on specific growth rate, survival and digestive enzyme activities in three freshwater crayfish (*Cherax*) species. *Aquaculture Research*. 2015. Vol. 46(3). pp. 626–636. Doi: <https://doi.org/10.1111/are.12209>
18. Stumpf L., Calvo N.S., Diaz F.C. et al. Effect of intermittent feeding on growth in early juveniles of the crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*. 2011. Vol. 319. pp. 98–104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.029>
19. Melnichenko S.G., Babushkina R.O., Markelyuk A.V. Analysis of the current state of aquatic bioresources of Ukraine. *Aquatic bioresources and aquaculture*. 2020. Vol. 2. pp. 42–47. Doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.4>
20. Saoud I.P., Ghanawi J., Thompson K.R., Webster C.D. A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). *Journal of the World Aquaculture Society*. 2013. Vol. 44. pp. 1–29. Doi: <https://doi.org/10.1111/jwas.12011>
21. Bitomsky J. Scoping Report Red Claw Industry Development. 2008. Kleinhardt Business Consultants, Cairns.
22. Ghanawi J., Saoud I.P. Molting, reproductive biology, and hatchery management of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). *Aquaculture*. 2012. Vol. 358-359. pp. 183–195. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.06.019>

23. Bezusiy O.L., Borbat M.O. To the problem of obtaining planting material of crayfish. *Fisheries science of Ukraine*. 2008. Vol. 2. pp. 72–74.
24. Mezhzherin S.V., Kostyuk V.S., Garbar A.V., Zhalai E.I., Kutishchev P.S. The thick-clawed crayfish, *Astacus pachypus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae), in Ukraine: karyotype, allozymes and morphological parameters. *Bulletin of Zoology*. 2015. Vol. 49(1). pp. 41–48. Doi: <https://doi.org/10.1515/vzoo-2015-0004>
25. Calvo N.S., Tropea C., Anger K. et al. Starvation resistance in juvenile freshwater crayfish. *Aquatic biology*. 2012. Vol. 16. pp. 287–297. Doi: <https://doi.org/10.3354/ab00451>
26. Hrynevych N.E., Khomyak O.A., Prysyzhnyuk N.M. et al. Analysis of the hydraulic component of industrial aqua farms with closed water supply. *Aquatic bioresources and aquaculture*. 2019. Vol. 2. pp. 59–76. Doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.5>
27. Ackefors H. Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*. 2000. Vol. 1(4). pp. 337–359. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2000.00023.x>
28. Thompson K.R., Muzinic L.A., Engler L.S., Morton S-R, Webster C.D. Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. *Aquaculture Research*. 2004. Vol. 35(7). pp. 659–668. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01063.x>
29. Zakharchenko I.L., Maksymenko M.L. Structural indicators of the industrial herd of crayfish of the Kakhovka reservoir. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*. 2017. Vol. 1. pp. 35–43.

REFERENCES

1. Golub, G.A., Zavadska, O.A., Kukharets, V.V. (2019). Development of block diagrams of closed water supply installation for aquaculture production. *Scientific Horizons*, vol. 5(78), 105–111. Available at: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-78-5-105-111>
2. Jones, C.M., Valverde, C. (2020). Development of mass production hatchery technology for the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Freshwater Crayfish*, vol. 25(1), 1–6. Available at: <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.001>
3. The state of world fisheries and aquaculture. Measures to improve resilience. FAO. Rome. 2020.
4. Dyudyayeva, O.A., Bekh, V.V. (2020). Food security of domestic aquaculture products as a guaranteed prerequisite for entering foreign markets.

- Aquatic bioresources and aquaculture*, vol. 1, 44–60. Available at: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.5>
5. Fedorovich, L.I., Muzhenko, A.V., Slyusar, M.V. (2021). Relationship between chemical and physical parameters of water with morphological features of cancers of different species. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, vol. 4(47), 165–170. Available at: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.28>
 6. Poplavska, O.S., Gerasymchuk, V.V. (2020). Opportunities for import substitution of aquaculture products in Ukraine. *Fisheries science of Ukraine*, vol. 4 (54), 22–37. Available at: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.022>
 7. Panchishny, M.O., Borodin, Y.M., Rokytyansky, A.B. (2016). Productive indicators and resistance of crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.) in the conditions of artificial cultivation. *Problems of zooengineering and veterinary medicine*, vol. 32(1), 265–268.
 8. Mezhzherin, S.V., Kostyuk, V.S., Zhalai, E.I. (2012). Peculiarities of the genetic structure of populations and morphological variability of populations of crayfish *Astacus Fabricius*, 1775 in the south-east of Ukraine. *Scientific Bulletin of Uzhgorod University*, vol. 33, 133–136.
 9. Rigg, D.M., Seymour, J.E., Courtney, R.L. et al. (2020). A review of juvenile Redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) aquaculture: global production practices and innovation. *Freshwater Crayfish*, vol. 25(1), 13–30. Available at: <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.013>
 10. Calvo N.S., Stumpf L., Sacristan H.J. et al. (2013). Energetic reserves and digestive enzyme activities in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* nearby the point-of-no-return. *Aquaculture*, vol. 416–417, 85–91. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.08.017>
 11. Calvo N.S., Stumpf L., Pietrokovsky S. et al. 2011. Early and late effects of feed restriction on survival, growth and hepatopancreas structure in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*. Vol. 319, 355–362. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.06.033>
 12. Blaha, M., Patoka, J., Kozak, P. et al. (2016). Unrecognised diversity in New Guinean crayfish species (Decapoda, Parastacidae): The evidence from molecular data. *Integrative Zoology*, vol. 11, 457–468. Available at: <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12211>
 13. Masser, M.P. and Rouse, B.D. (1997). Australian Red Claw Crayfish. SRAC Publication № 244. The Alabama Cooperative Extension Service, USA.
 14. Volpe, M.G., Santagata, G., Coccia, E., Di Stasio, M., Malinconico, M. and Paolucci, M. (2015). Pectin-based pellets for crayfish aquaculture: structural and functional characteristics and effects on Redclaw *Cherax quadricarinatus* performances. *Aquaculture Nutrition*, vol. 21(6), 814–823. Available at: <https://doi.org/10.1111/anu.12204>

15. Azhar, M.H., Suciyo, S., Budi, D.S. et al. (2020). Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon-nitrogen ratios. *Aquacult. Int.*, vol. 28, 1293–1304. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526-z>
16. Mitchell B.D. and Collins R. (1989). Development of field-scale intensive culture techniques for the commercial production of the yabbie (*Cherax destructor/albidus*). Centre for Aquatic Science, Warrnambool Institute of Advanced Education, Warrnambool, Victoria.
17. Dammannagoda, L.K., Pavasovic, A., Hurwood, D.A. and Mather, P.B. (2015). Effects of soluble dietary cellulose on specific growth rate, survival and digestive enzyme activities in three freshwater crayfish (*Cherax*) species. *Aquaculture Research*, vol. 46(3), 626–636. Available at: <https://doi.org/10.1111/are.12209>
18. Stumpf, L., Calvo, N.S., Diaz, F.C. et al. (2011). Effect of intermittent feeding on growth in early juveniles of the crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*, vol. 319, 98–104. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.029>
19. Melnichenko, S.G., Babushkina, R.O., Markelyuk, A.V. (2020). Analysis of the current state of aquatic bioresources of Ukraine. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, Vol. 2, 42–47. Available at: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.4>
20. Saoud, I.P., Ghanawi, J., Thompson, K.R., Webster, C.D. (2013). A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). *Journal of the World Aquaculture Society*, vol. 44, 1–29. Available at: <https://doi.org/10.1111/jwas.12011>
21. Bitomsky, J. (2008). Scoping Report Red Claw Industry Development. Kleinhardt Business Consultants, Cairns.
22. Ghanawi, J., Saoud, I.P. (2012). Molting, reproductive biology, and hatchery management of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). *Aquaculture*, vol. 358–359, 183–195. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.06.019>
23. Bezusiy, O.L., Borbat, M.O. (2008). To the problem of obtaining planting material of crayfish. *Fisheries science of Ukraine*, vol. 2, 72–74.
24. Mezgher, S.V., Kostyuk, V.S., Garbar, A.V., Zhalai, E.I., Kutishchev, P.S. (2015). The thick-clawed crayfish, *Astacus pachypus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae), in Ukraine: karyotype, allozymes and morphological parameters. *Bulletin of Zoology*, vol. 49(1), 41–48. Available at: <https://doi.org/10.1515/vzoo-2015-0004>
25. Calvo, N.S., Tropea, C., Anger, K. et al. (2012). Starvation resistance in juvenile freshwater crayfish. *Aquatic biology*, vol. 16, 287–297. Available at: <https://doi.org/10.3354/ab00451>

26. Hrynevych, N.E., Khomyak, O.A., Prysyazhnyuk, N.M. et al. (2019). Analysis of the hydraulic component of industrial aqua farms with closed water supply. *Aquatic bioresources and aquaculture*, vol. 2, 59–76. Available at: <https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.5>
27. Ackefors, H. (2000). Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*, vol. 1(4), 337–359. Available at: <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2000.00023.x>
28. Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Morton, S-R, Webster, C.D. (2004). Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. *Aquaculture Research*, vol. 35(7), 659–668. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01063.x>
29. Zakharchenko I.L., Maksymenko M.L. (2017). Structural indicators of the industrial herd of crayfish of the Kakhovka reservoir. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, vol. 1, 35–43.

УДК 639.212:612.887:615.212.7:582.776.2

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.5>

ДОСЛІДЖЕННЯ АНЕСТЕЗУЮЧОГО ВПЛИВУ ПРЕПАРАТУ ГВОЗДИЧНА ОЛІЯ НА КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*)

Коваленко Б.Ю. – аспірант,

Коваленко В.О. – кандидат сільськогосподарських наук,

Кононенко Р.В. – кандидат ветеринарних наук,

Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук,

Макаренко А.А. – доктор філософії,

Національний університет біоресурсів та природокористування України

kovalenko@it.nubip.edu.ua

Використання анестезії в рибному господарстві відоме з середини ХХ століття. Розробка різних методик введення в анестезію риби проводилась для запобігання травмування як працівника так і самої риби. Під час маніпуляцій з рибою в неї діє група стрес-факторів, який часто називають загальним словом «хендлінг». Аналіз літератури показав, що в світі широко використовують анестезуючі препарати, як синтетичного (хінальдин, новокаїн, фенозепам) так і природного походження (гвоздична олія). Серед способів введення в анестезію виділяють два способи: ін'єкції та додавання препарату у воду. Широкого поширення, в останні роки, набула гвоздична олія (діюча речовина евгенол), що не має побічної дії на рибу та не токсична для людини. Її знеболююча дія відома в медицині, а також використовується в кулінарії та косметології. В результаті експерименту було перевірено анестезуючу дію гвоздичної олії на кларієвого сома. Перевірку здійснювали на базі навчально-науково виробничої лабораторії рибництва кафедри аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України. Приготування емульсії здійснювали «холодним» спосіб, адже він найпростіший в виробничих умовах. Концентрація гвоздичної олії була від коливалася в залежності від групи 0,1–1 мл. Температура води коливалась в межах 24–30 °С. В експерименті використовувалась риба масою 60–70 г та 400–1800 г. Виводили з анестезії в чистій, насиченій киснем воді. В результаті експерименту було встановлено, що гвоздична олія має виражений вплив кларієвого сома. Концентрації 0,1 та 0,2 мл не викликали анестезії у сома, а починаючи з 0,3 мл мали виражену анестезуючу дію. Час входу та виходу з анестезії залежав від концентрації гвоздичної олії у воді. Як показали експерименти, важливе значення мали і температура води, чим вища температура тим швидше риба входить в стан анестезії, але за таких умов і виходить швидше. Встановлено залежність маси до часу який потрібен, щоб риба ввійшла в стан анестезії. Чим більша маса риби тим довше вхід в стан анестезії, а вихід коротший.

Ключові слова: «хендлінг», аквакультура, анестезія, риба, температура.

Постановка проблеми. Анестезія – це стан організму, що викликає ний за допомогою седативних речовин для зменшення чи втрати чутливості нервової системи.

На рибах, дію анестезії почали вивчати на початку ХХ ст. Застосовували її в лабораторних умовах, для вивчення фізіологічних особливостей риб, особливостей роботи нервової системи, а також для маніпуляцій з піддослідними об'єктами. І лише в 50-х та 60-х роках ХХ ст. використання анестезії почалось і в світовій аквакультурі [21; 24].

Використання анестезії в аквакультурі направлено в першу чергу на забезпечення безпеки працівника під час роботи з сильною та активною рибою [1] так і для запобігання травмування цінного біологічного матеріалу, що в свою чергу запобігає розвитку стресових реакцій у риби, що часто викликаються під час маніпуляцій з нею (бонітування, біопсія, відбір ікри, перевезення та різноманітні хірургічні втручання). Такі маніпуляції називають «handling», а стрес викликаний ними «handlingstress» [8; 11; 16].

При підвищенні стресу в організмі риби проходять біохімічні (зміна рівня кортизолу, адреналіну та глюкози в крові) та фізіологічні зміни (прискорення дихання, швидкі та різкі рухи, збільшення виділення слизу) [2]. Це негативно впливає на організм риби.

Метою даної роботи є визначити оптимальні концентрації анестетику «гвоздичної олії» для маніпуляцій з рибою в процесі бонітування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Викликати стан анестезії у риб можна декількома способами, що поділяються на стандартні – викликаються за допомогою хімічних речовин, так і не стандартних – за допомогою холодового шоку, електричного струму різної потужності, та різних газів, наприклад CO₂ [3; 6; 9; 15; 19; 23]. Іноді ці методи комбінують. Нестандартні способи введення в анестезію не практичні для рибоводних господарств, трудомісткі, та не завжди безпечні (електрошок), тому може використовуватись лише за певних умов.

Другий спосіб введення риб в анестезію – за допомогою хімічних речовин (анестетиків) різного походження, як штучного (хінальдин, фенотезепам, MS-222, пропісцин) [4; 10; 14] так і природного (гвоздична олія) [13].

В роботі з рибою виділяють два способи доставки анестезуючих речовин до організму:

- ін'єкції. Найчастіше використовують для місцевого знеболення у великих особин риб, в тому числі і осетрових (кетамін, новокаїн) [12].

- додавання у воду, в якій утримують рибу. Найбільш зручний та безпечний для працівника спосіб. Використовують хінальдин, феназепам, гвоздичну олію [5; 20; 4].

Речовини, що розглядаються на роль анестетиків, повинні відповідати вимогам [10] до них: викликати анестезію за короткий час, з посту-

повим виходом із цього стану; швидко виводиться з організму; бути не шкідливим для організму людей та риби; мати широкий діапазон між нетоксичними та токсичними дозами; бути ефективним за низьких концентрацій; бути простим у використанні і легкодоступним для споживачів.

Як показує практика, універсальних методів анестезії, як і хімічних препаратів-анестетиків, немає. Всі вони мають недоліки, наприклад, не всі препарати повністю усувають виділення гормону стресу – кортизолу, але все одно вони зменшують швидкість з якою він виділяється [8].

При порушенні технології можлива загибель риби через надмірний седативний ефект у вигляді зупинки дихання. Крім того, ряд препаратів-анестетиків дають шкідливі побічні ефекти, дефіцитні, занадто дорогі або відносяться до наркотичних речовин.

У зв'язку з цим, триває пошук недорогих анестетиків без шкідливої побічної дії, особливо при роботі з плідниками, адже в роботі використовуються цінний і дорогий племінний матеріал.

Гвоздична ефірна олія – це ефірна олія природного походження, яку добувають бутонів гвоздичного дерева. Гвоздична олія містить у своєму складі понад вісімдесят компонентів, але її анестезуючі властивості визначаються, в основному, наявністю евгенолу [5; 18].

Її знеболюючу, антисептичну та заспокійливу дію використовують у медицині (в стоматології) [7], косметології [17], харчових технологіях [22], тому для людини не являється токсичною і швидко виводиться з організму. Перевагами цього препарату є легка доступність, низька вартість, безпека для риби і людини, відсутність більшості побічних ефектів, властивих синтетичним препаратам, наркотичної дії і екологічність (відсутність негативного впливу на навколишнє середовище).

Матеріали і методика досліджень. Дослідження з ефективності використання гвоздичної олії проводили на базі навчально-науково виробничої лабораторії рибництва кафедри аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України (смт. Немішаєве, Бородянський р-н, Київська обл.).

Для анестезії використовувалась природна речовина «гвоздична олія».

У процесі експериментів йшов пошук оптимальних концентрацій гвоздичної олії для швидкого входження кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в стан анестезії за різних концентрацій.

Гвоздичну олію купували в аптеках. На початковому етапі використовували дві різні торгові марки препарату, але одна торгова марка не показала ніякої дії. Тому використовували гвоздичну олію ТМ «Ароматика».

Готували емульсію, використовуючи технічну воду з резервуарів, де знаходилась риба. Спосіб для приготування емульсії був обраний

«холодний», не дивлячись на існування ще двох способів «гарячого» та «спиртового розчину» [5; 25]. «Холодний» спосіб має перевагу в тому, що приготувати таку емульсію найпростіше.

Для приготування емульсії використовували інсулінові шприци об'ємом 1 мл та додавали у воду. Об'єм води становив 10 л. Температура води була різною і коливалась від 24 до 30°C. Підвищували та підтримували на одному рівні, температуру, за допомогою акваріумних нагрівачів.

Концентрації гвоздичної олії використовувались наступні: 0,1–0,5 мл та 1 мл.

Перемішували воду з препаратом за допомогою руки чи кухонного міксера.

Матеріалом для дослідження обрали малька масою 60–70 г та дорослих особин 400–1800 г. В кожній групі було по 20 екз.

Результат фіксувався засікаючи час. Критерієм для фіксації були наступні пункти:

- I Фаза. Початок входу в анестезію. Уповільнення рухів плавниками та тілом.

- II Фаза. Повний вхід в анестезію. Припинення рухів тілом та плавниками, але недопущення припинення рухів зябровими кришками. Тіло риби перевертається черевом вверх.

- II аФаза. Початок входу в анестезію. З'являються повільні рухи тілом та плавниками. Тіло ще знаходиться в перевернутому стані.

- I бФаза. Повний вихід з анестезії. Риба сама перевертається в нормальне положення та відновлює активні рухи.

Слід зазначити, що всю рибу після введення в анестезію, зважували та вимірювали, а потім виводили з стану анестезії. Час вимірювання в середньому становить 30 с.

Виводили з анестезії в чистій, насиченій киснем воді, щоб прискорити вихід з анестезії.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати спостереження за рибою, яку вводили в стан анестезії з використанням гвоздичної олії, за різної температури, різної маси та різної концентрації гвоздичної олії у водній емульсії, наведено в таблиці 1.

За результатами дослідів видно, що інтенсивність впливу гвоздичної олії на кларієвого сома залежить від концентрації, температури та маси риби.

Концентрація. За концентрації препарату 0,1 мл не спостерігалось навіть I фази анестезії, не кажучи вже про повну анестезію. За концентрації 0,2 мл спостерігалось лише початок входу в анестезію, але інші фази не спостерігались. Починаючи з концентрації 0,3 мл спостерігались всі стадії анестезії. В процесі збільшення концентрацій гвоздичної олії за однієї тем-

Таблиця 1. Середній час входу та виходу кларієвого сома з анестезії за різних концентрацій гвоздичної олії

№ групи	Маса риби, г	Температура води °С	Доза анестетика, мл	Фаза І	Фаза ІІ	Фаза ІІ а	Фаза ІІ б
1	60–70	24	0,1	—	—	—	—
2		24	0,2	8 хв 30 с	—	—	—
3		24	0,3	4 хв	6 хв	1 хв 30 с	2 хв 30 с
4		24	0,4	3 хв 50 с	5 хв 40 с	2 хв 40 с	3 хв 50 с
5		24	0,5	2 хв 50 с	4 хв 45 с	3 хв 15 с	4 хв 10 с
6		24	0,8	2хв 10 с	4 хв 20 с	3 хв 05 с	3 хв 55 с
7		24	1	1 хв 35 с	2 хв 30 с	4 хв 10 с	6 хв
8		28	1	1 хв 15 с	2 хв 10 с	3 хв 30 с	4 хв 50 с
9		30	0,5	1 хв 55 с	3 хв 40 с	1 хв 25 с	2 хв 55 с
10	400–1800	24	1	2 хв 05 с	4 хв 10 с	3 хв 10 с	4 хв 45 с
11		26	1	2 хв 10 с	3 хв 15 с	3 хв 10 с	5 хв 25 с
12		28	1	2 хв	3 хв 10 с	2 хв 20 с	3 хв 55 с

ператури спостерігалось зменшення часу входу в стан анестезії, а вихід, навпаки, подовжувався.

Температура. За однакової концентрації препарату у воді, але зміни температури в сторону збільшування, зменшують час входу і зменшують час виходу зі стану анестезії. Результати можна спостерігати якщо порівняти групи № 7, 8 та 10, 11, 12. Пояснити це можна тим що при збільшенні температури прискорюється обмін речовин, а це як сприяє поширенню по організму анестетика так і його швидке виведення при потраплянні риби в чисту, добре насичену киснем воду. На практиці це дає можливість зменшити концентрацію гвоздичної олії при підвищенні температури. Даний висновок можна зробити порівнюючи дані групи № 5 та 9.

Маса риби. Настання стадії анестезії також залежить від маси риби та її віку. Порівнюючи групи № 7 з масою 60–70 г та 10 з масою в 400–1800 г, можна констатувати, що при однаковій температурі та концентрації препарату, риба повільніше входить в стан анестезії і швидше виходить. Пояснити це можна більшою масою та кращим розвитком нервової системи на яку безпосередньо діє гвоздична олія.

Висновки та пропозиції. Враховуючи наведені вище результати можна зробити наступні висновки, щодо впливу гвоздичної олії на кларієвого сома:

Анестезуюча дія препарату збільшується зі збільшенням концентрації у воді гвоздичної олії.

Час входу та виходу з стану анестезії зменшується зі збільшенням температури. Це дає змогу зменшити концентрацію в порівнянні з нижчими температурами.

Важливим фактором для підбору концентрації гвоздичної олії є вік та маса риби. Потрібно мати на увазі, що риба старших вікових груп можуть входити довше в анестезію, ніж мальок, навіть при однаковій температурі та концентрації препарату.

Виводити рибу з анестезії потрібно в чистій, добре насиченій киснем воді.

RESEARCH ANESTHETIC INFLUENCE PREPARATION «CLOVE OIL» ON AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS*)

Kovalenko B.Yu. – PhDstudent,

Kovalenko V.O. – Candidate of Agricultural Sciences,

Kononenko R.V. – Candidate of Veterinary Sciences,

Shevchenko P.G. – Candidate of Biology Sciences,

Makarenko A.A. – Ph.D,

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

kovalenko@it.nubip.edu.ua

The usage of anesthesia in fisheries is popular for many years. The development of different methods of anesthesia for fish was carried out to prevent injury to both the employee and the fish itself. When manipulation with fish is done, it has a group of stressors, often called the general word "handling". An analysis of the literature shows that anesthetics are widely used in the world, both synthetic (quinaldin, novocaine, fenzepam) and natural origin (clove oil). Among the methods of induction of anesthesia, there are two ways: injection and addition of the drug to water. In recent years, clove oil (active substance eugenol) become widespread, which has no side effects on fish and is not toxic to humans. Its analgesic effect is known in medicine and is also used in cooking and cosmetology. As a result of the experiment, the anesthetic effect of clove oil on clary catfish was tested. The inspection was carried out on the basis of the training and research and production laboratory of fish farming of the Department of Aquaculture of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Preparation of the emulsion was carried out in a "cold" way because it is the easiest in production conditions. The concentration of clove oil ranged from 0.1 to 1 ml. The water temperature ranged from 24 to 30 °C. Fish weighing 60–70 g and 400–1800 g were used in the investigation. They were removed from anesthesia in clean, oxygen-saturated water. As a result of the experiment, it was found that clove oil has a pronounced effect on clary catfish. Concentrations of 0.1 and 0.2 ml did not cause anesthesia in catfish, and starting with 0.3 ml had a pronounced anesthetic effect. The time of entry and exit of anesthesia depended on the concentration of clove oil in water. Experiments have shown that the temperature of the water was also important. The highest temperature was the faster the fish enters the state of anesthesia, but under such conditions, it comes out faster from this state. The dependence on the weight on the time required for the fish to enter the state of anesthesia was established. The greater the weight of the fish, the longer time is needed for the entry into anesthesia, and the shorter time of exit from this condition.

Keywords: handling stress, aquaculture, anesthesia, fish, temperature.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці у рибному господарстві. Київ, 2016. 630 с.
2. Гриб Й.В. Деякі аспекти взаємозв'язку стресових чинників та адаптації гідробіонтів у порушених водних екосистемах. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*, 2011. № 2(47). С. 15–22.
3. Жуйков, А.Ю. Способ анестезии рыб. *Рыбное хозяйство*. 1989. № 5. С. 57.
4. Зиньковский О.Г., Потрохов А.С., Евтушенко Н.Ю. Применение анти-стрессовых и обездвиживающих веществ в промышленном рыбоводстве и при экспериментальной работе с рыбами. Киев, 2000. 72 с.
5. Микодина Е.В., Седова М.А., Пьянова С.В., Коуржил Я., Гамачкова Й. Руководство по применению анестетика «гвоздичное масло» в аквакультуре. Москва, 2011. 58 с.
6. Корнієнко В.О., Оліфіренко В.В., Козичар М.В. Спосіб анестезії африканського сома. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2020. № 1. С. 61–72.
7. Трезубов В.Н., Щербаков А.С., Мишнев Л.М., Фадеев Р.А. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение. Санкт-Петербург, 1999. С. 115–122.
8. Солдатов А.А. Функциональные эффекты применения анестезирующих препаратов на костистых рыбах (обзор). *Биология внутренних вод*. 2021. № 1. С. 67–77.
9. Barham W.T., Schoonbee H.J. A comparison of the effects of alternating current electronarcosis, rectified current electronarcosis and chemical anaesthesia on the blood physiology of the freshwater bream *Oreochromis mossambicus* (Peters). I. The effect on blood pH, pO₂, pCO₂, glucose, lactate, LDH and HBDH. *Comp. Biochem. Physiol.* 1990. № 2. 333 p.
10. Brown, L.A. Anesthesia in Fish. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 1988. № 18(2), 317–330.
11. Brydges, N.M., Boulcott, P., Ellis, T., & Braithwaite, V.A. Quantifying stress responses induced by different handling methods in three species of fish. *Applied Animal Behaviour Science*, 2009. № 116(2–4), pp. 295–301.
12. Chebanov, M.S., Galich, E.V. Sturgeon hatchery manual. Ankara, FAO. 2011, 303 p.
13. Silva, D.R., Arvigo, A.L., Giaquinto, P.C., Delicio, H.C., Barcellos, L.J.G., Barreto, R.E. Effects of clove oil on behavioral reactivity and motivation in Nile tilapia. *Aquaculture*, 2021. T. 532, P. 736045.
14. Ganjoor, M., Salahi-ardekani, M., Nazari, S., Mahdavi, J., Kazemi, E., Mohammadpour, M. The Effectiveness of Ketamine as an Anesthetic for

- Fish (Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*). *Oceanography & Fisheries Open Access Journal*, 2021. № 13(1), pp. 10–16.
15. Gunstrom, G.K., Bethers, M. Electrical anesthesia for handling large salmonids. *The Progressive Fish-Culturist*, 1985. № 47(1), pp. 67–69.
 16. Hamackova, J., Kouril, J., Kozak, P., Stupka, Z. Clove oil as an anaesthetic for different freshwater fish species. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2006. № 12(2), pp. 185–194.
 17. Huang X.-w., Feng Y.-c., Huang Y., Li H.-l. Chemical composition, antioxidant and the possible use as skin-care ingredient of clove oil (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) and citronella oil (*Cymbopogon goeringii*) from China. *J. Essent. Oil Res.*, 2013. № 4, pp. 315–323.
 18. Keene, Noakes, Moccia, & Soto. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 1998. № 29(2), pp. 89–101.
 19. Marx H., Brunner B., Weinzierl W. et al. Comparative investigations on different methods for stunning fish with special regard to meat quality parameters. *Ins. Inter. Du Froid*. 1996. 199 p.
 20. Muench, B. Quinaldine, a New Anesthetic for Fish. *The Progressive Fish-Culturist*, 1958 № 20(1). pp. 42–44.
 21. Никоноров С.И. Перспективы применения нейротропных веществ в рыбоводстве. *Рыбное хозяйство*. 1984. № 4. С. 72–73.
 22. Sanuja, S., Agalya, A., & Umapathy, M.J. Studies on magnesium oxide reinforced chitosan bionanocomposite incorporated with clove oil for active food packaging application. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 2014. № 63(14), pp. 733–740.
 23. Yokoyama Y., Azuma Y., Sakaguchi M., et al. ³¹P NMR study of bioenergetic changes in carp muscle with cold CO₂ anesthesia and non-destructive evaluation of freshness. *Fish. Sci.*, 1996 № 2. 267 p.
 24. Zahl, I.H., Samuelsen, O., Kiessling, A. Anaesthesia of farmed fish: implications for welfare. *Fish physiology and biochemistry*, 2012 № 38(1). pp. 201–218.
 25. Öğretmen, F., & Gökçek, K. Comparative efficacy of three anesthetic agents on juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2013. № 13(1).

REFERENCES

1. Voinalovych O.V., Marchyshyna Ye.I. (2016). *Okhorona pratsi u rybnomu hospodarstvi*. [Labor protection in fisheries]. Kyiv. [in Ukrainian].
2. Hryb, Y.V. (2011). *Deiaki aspekty vzaïmozv'язku stresovykh chynnykiv ta adaptatsii hidrobiontiv u porushenykh vodnykh ekosystemakh* [Some aspects of the relationship between stressors and adaptation of aquatic

- organisms in disturbed aquatic ecosystems]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biologhiia*, no. 2 (47), 15–22. [in Ukrainian].
3. Zhuykov. A.Yu. (1989). *Sposob anestezii ryb* [Method of anesthesia of fish]. *Rybnoye khozyaystvo*, 5, 57. [in Russian].
 4. Zinkovskiy O.G., Potrokhov A.S., Evtushenko N.Yu. (2000). *Primeneniye antistressovykh i obezdvizhivayushchikh veshchestv v promyshlennom rybovodstve i pri eksperimentalnoy rabote s rybami* [The use of anti-stress and immobilizing substances in industrial fish farming and in experimental work with fish]. Kyiv. [in Russian].
 5. Mikodina E.V., Sedova M.A., Pianova S.V., Kourzhil Ya., Gamachkova Y. (2011). *Rukovodstvo po primeneniyu anestetika "gvozdichnoye maslo" v akvakulture* [Guide to the use of anesthetic "clove oil" in aquaculture]. Moscow. [in Russian].
 6. Korniienko, V.O., Olifirenko, V.V., Kozychar, M.V. (2020). *Sposib anestezii afrykanskocho soma* [Method of anesthesia of African catfish]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*, no. 1, 61–72. [in Ukrainian]
 7. Trezubov, V.N., Shcherbakov. A.S., Mishnev, L.M., Fadeyev, R.A. (1999). *Ortopedicheskaya stomatologiya. Prikladnoye materialovedeniye* [Orthopedic dentistry. Applied materials science]. Saint-Petersburg. 115–122. [in Russian].
 8. Soldatov A.A. (2021). *Funktsionalnyye efekty primeneniya anesteziruyushchikh preparatov na kostistyykh rybakh (obzor)* [Functional effects of the using of anesthetic drugs on the bony fish (review)]. *Biologiya vnutrennikh vod*, no. 1, 67–77. [in Russian].
 9. Barham W.T., Schoonbee H.J. (1990). A comparison of the effects of alternating current electronarcosis, rectified current electronarcosis and chemical anaesthesia on the blood physiology of the freshwater bream *Oreochromis mossambicus* (Peters). I. The effect on blood pH, pO₂, pCO₂, glucose, lactate, LDH and HBDH. *Comp. Biochem. Physiol*, no. 2.
 10. Brown, L.A. (1988). Anesthesia in Fish. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, no. 18(2), 317–330.
 11. Brydges, N.M., Boulcott, P., Ellis, T., & Braithwaite, V.A. (2009). Quantifying stress responses induced by different handling methods in three species of fish. *Applied Animal Behaviour Science*, no. 116(2-4), 295–301.
 12. Chebanov, M.S.; Galich, E.V. (2011). *Sturgeon hatchery manual*. Ankara, FAO.
 13. Silva, D.R., Arvigo, A.L., Giaquinto, P.C., Delicio, H.C., Barcellos, L.J.G., Barreto, R.E. (2021). Effects of clove oil on behavioral reactivity and motivation in Nile tilapia. *Aquaculture*, no. 532, 736045.
 14. Ganjoor, M., Salahi-ardekani, M., Nazari, S., Mahdavi, J., Kazemi, E., Mohammadpour, M. (2021). The Effectiveness of Ketamine as an Anesthetic

- for Fish (Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*). *Oceanography & Fisheries Open Access Journal*, no. 13(1), 10–16.
15. Gunstrom, G.K., Bethers, M. (1985). Electrical anesthesia for handling large salmonids. *The Progressive Fish-Culturist*, no. 47(1), 67–69.
 16. Hamackova, J., Kouril, J., Kozak, P., Stupka, Z. (2006). Clove oil as an anaesthetic for different freshwater fish species. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, no. 12(2), 185–194.
 17. Huang X.-w., Feng Y.-c., Huang Y., Li H.-l. (2013). Chemical composition, antioxidant and the possible use as skin-care ingredient of clove oil (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) and citronella oil (*Cymbopogon goeringii*) from China. *J. Essent. Oil Res.*, no. 4, 315–323.
 18. Keene, Noakes, Moccia, & Soto. (1998). The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, no. 29(2), 89–101.
 19. Marx H., Brunner B., Weinzierl W. et al. (1996). Comparative investigations on different methods for stunning fish with special regard to meat quality parameters. *Ins. Inter. Du Froid*.
 20. Muench, B. (1958). Quinaldine, a New Anesthetic for Fish. *The Progressive Fish-Culturist*, no. 20(1), 42–44.
 21. Nikonorov S.I. (1984). *Perspektivy primeneniya neyrotropnykh veshchestv v rybovodstve* [Prospects for the use of neurotropic substances in fish farming]. *Rybnoye khozyaystvo*, no 4, 72–73. [in Russian].
 22. Sanuja, S., Agalya, A., & Umapathy, M. J. (2014). Studies on magnesium oxide reinforced chitosan bionanocomposite incorporated with clove oil for active food packaging application. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, no. 63(14), 733–740.
 23. Yokoyama Y., Azuma Y., Sakaguchi M., et al. (1996). ³¹P NMR study of bioenergetic changes in carp muscle with cold CO₂ anesthesia and non-destructive evaluation of freshness. *Fish. Sci.*, no. 2.
 24. Zahl, I.H., Samuelsen, O., Kiessling, A. (2012). Anaesthesia of farmed fish: implications for welfare. *Fish physiology and biochemistry*, no. 38(1), 201–218.
 25. Öğretmen, F., & Gökçek, K. (2013). Comparative efficacy of three anesthetic agents on juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, no. 13(1).

УДК 639.371.52:[639.3.03:621.52]

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.6>

ХАРАКТЕРИСТИКА РИБНИЦЬКО-БІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КОРОПІВ НИВКІВСЬКОГО ЛУСКАТОГО ТА МАЛОЛУСКАТОГО ВНУТРІШНЬОПОРОДНОГО ТИПУ НА ТРЕТЬОМУ РОЦІ ЖИТТЯ, ВІДТВОРЕННИХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ КРІОКОНЦЕРВУВАННЯ СТАТЕВИХ ПРОДУКТІВ

¹Сироватка Д.А. – к. с.-г. н., с. н. с. відділу селекції риб,

²Бех В.В. – д. с.-г. н., професор,

¹Осіпенко М.І. – с. н. с.

¹Куріненко Г.А. – к. с.-г. н.,

¹Куць У.С. – доктор філософії, с. н. с.

¹Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України

²Національний університет біоресурсів та природокористування

denyssyrovatka@gmail.com, vitbekh@gmail.com, osipenko59@ukr.net,

annazakharenko@ukr.net, ulja.kuts840@gmail.com

У рибогосподарській практиці України застосування кріоконсервування статевих продуктів розпочато порівняно недавно. Більшість дослідницьких робіт присвячено вдосконаленню технології кріоконсервування, другим етапом є порівняння рибогосподарських показників нащадків отриманих за використання нативної та дефростованої сперми. Тому в даній роботі, вперше, з метою формування племінних стад, проведено порівняльний аналіз кількісних та якісних рибницько-біологічних показників дворічок-триліток Нивківського лускатого та Малолускатого коропа, отриманих з використанням нативної та дефростованої сперми. В результаті проведених досліджень встановлено, що на третьому році життя не поступалися за якісними та кількісними показниками особинами того ж віку отриманих з використанням нативної сперми. Зокрема середнє значення за показником індивідуальної маси дворічок НЛК дослідної групи складало $940,00 \pm 43,59$ г, контрольної $860,00 \pm 55,68$ г, МЛК відповідно – $965,33 \pm 7,33$ та $850,00 \pm 40,41$ г. Середній показник втрати маси за період зимівлі складав від 7,72 до 14,96%. Перевагу за даним показником мали особини дослідної групи. Втрати маси в контрольній групі в середньому були вищі на 0,64% у НЛК, та 1,68% у МЛК. Вживаність за період зимівлі коливався в межах 86–96 %, при цьому середній показник контрольної групи НЛК складав 92%, дослідної 91%, серед особин МЛК, дані показники були відповідно 93 та 92%.

Середня рибопродуктивність за триліток складала для контрольної групи НЛК $1176,7$ кг/га та $1180,9$ кг/га для МЛК, у дослідній групі відповідні показники склали $1180,9$ кг/га та $1176,1$ кг/га. За середнім показником індивідуальної маси обидва внутрішньопородні типи впродовж двох років досліджень мали близькі значення з межами коливань в 100г. Вживаність триліток впродовж періоду

дослідження склав в середньому для контрольної групи у НЛК – 93,5 %, МЛК – 94,5%, у дослідній групі відповідні показники становили 94,5% та 95,5%.

Ключові слова: нивківський лускатий короп, малолускатий короп, дефростована, нативна сперма, дворічки, трілітки.

Постановка проблеми. Аналіз стану діяльності селекційних господарств свідчить про те, що за останні роки в рибогосподарських підприємствах усіх форм власності спостерігається тенденція використання племінних стад в умовах ізолюваного утримання. Наявність даного факту призводить до погіршення генетичної структури локальних стад, що, відповідно, негативно відображається на темпі росту, виживанні та кількісних та якісних репродуктивних показниках. З метою запобігання вказаних явищ, а також з метою проведення селекційних робіт, застосовують сучасний метод збереження генетичного матеріалу за допомогою кріоконсервування. Даний метод є широко поширеним в тваринництві для зберігання рідкісних, цінних та зникаючих видів в тому числі і риб [1–3]. Дану методику використовують у рибництві з метою запобігання проявам інбредної депресії в племінних стадах. Застосування методу кріоконсервування дозволяє знизити економічні витрати на утримання маточних стад, разом з тим завчасно заготовляти і використовувати кріоконсервовану сперму від самців з унікальними генетичними та рибницькими показниками [4–7].

Однак, при використанні методу кріоконсервування сперми, у рибництві відмічається висока варіабельність показників якості дефростованих сперматозоїдів, яка значною мірою залежить від ряду технологічних процесів.

Більшість науково-дослідних робіт присвячено вдосконаленню технології, з метою забезпечення максимального виходу живих спермій після кріоконсервування. Тому актуальність даної роботи полягає у порівнянні рибогосподарських показників нащадків отриманих за використання нативної та дефростованої сперми, з метою оптимізації їх відтворення при формуванні племінних стад [8, 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Незважаючи на достатню кількість вітчизняного селекційно-племінного матеріалу коропа більшість рибгоспів не ведуть селекційну роботу через брак спеціалістів, що призводить до виродження породи та породних типів. Різке скорочення числа плідників і використання близькоспоріднених пар при отриманні потомства може призвести до втрати природного генетичного поліморфізму, інбридінгу і, як наслідок, значним зниженням адаптивного потенціалу популяції.

З кожним роком зростає потреба у створенні і впровадженні нових, економічно ефективних біотехнологій для збереження біологічного різно-

маніття гідробіонтів. Найважливішим напрямком цієї діяльності є питання формування і утримання генофондних колекцій у вигляді стад, локальних контрольованих популяцій, а також кріоконсервованої сперми.

Прогрес в галузі кріобіології, біології розвитку, популяційної генетики та селекції риб, а також в інших областях науки дозволяє створення нових технологій аквакультури, що відрізняються більш високою економічною ефективністю і стабільністю.

Нині достатньо відпрацьовані та успішно застосовуються методики кріоконсервування для багатьох прісноводних та морських видів риб. За даними деяких авторів, їх кількість складає близько 200 [10, 11]. Найбільш широке застосування отримало кріоконсервування сперми осетрових, коропових та лососевих видів риб як перспективних об'єктів рибиництва та промислу [12–15]. На даний час розроблені рецептури кріозахисних середовищ, методи заморожування-розморожування сперми цілого ряду видів риб – об'єктів аквакультури, зокрема коропових [16].

На думку вітчизняних і закордонних вчених, за рахунок зупинки фізіологічних процесів сперма може зберігатися при температурі рідкого азоту без втрати своїх репродуктивних функцій десятки і навіть сотні років [17–19].

Одним із шляхів ефективного збереження генетичних ресурсів є створення системи низькотемпературних генетичних банків. На сьогоднішній день спеціалізовані кріобанки для збереження сперми риб існують в Україні, Великобританії, Японії, Туреччині, Росії, Чехії, Росії, Китаї, Туреччині, Франції, Ізраїлі, Індії, Бразилії, Угорщині, Японії [20–22].

Матеріал та методи. Матеріалом для дослідження слугували дворічки та трілітки нивківського лускатого та малолускатого коропа. Основні рибирибницько-біологічні показники досліджували під час контрольних ловів, весняної інвентаризації та осінніх обловів за загальноприйнятими в рибирибництві методиками [23, 24].

Для зимівлі використовували вирощувальні стави площею 0,05 га за густоти посадки 10 тис. кг/га. Стави перед запуском риби спеціально готували, для цього їх дезінфікували негашеним вапном з розрахунку 200 кг/га. Посадку дволіток до зимувалів проводили у першій декаді листопада. Основними критеріями оцінки зимостійкості дворічок виступали рівень виживаності після зимівлі та втрати маси впродовж цього періоду [25].

Зариблення ставів дворічками здійснювали в березні, після розгрузки зимувалів. Вирощування тріліток проходило у вирощувальних ставах за густоти посадки 500 екз./га. У відповідності до інструкції із організації племінної роботи у коропівництві [18]. З другої половини червня розпочинали підгодівлю коропа наявним в господарстві комбікормом із вмістом протеїну близько 25%.

Екстер'ерна оцінка дослідних осіб проводилася за наступними параметрами: масою та довжиною тіла, висотою тіла, обхватом тіла. Проміри проводили сантиметровою стрічкою з точністю до 1 мм. Індивідуальне зважування здійснювали на електронних товарних вагах з точністю 1 г. За результатами вимірювань аналізували та визначали основні екстер'ерні індекси – індекс обхвату (співвідношення довжини тіла до обхвату тіла), індекс високоспинності (співвідношення довжини тіла до висоти тіла), індекс голови (співвідношення довжини голови до довжини тіла).

Статистична обробка матеріалів виконана з використанням пакета стандартних програм Microsoft Office.

Виклад основного матеріалу. Зимівлю дволіток проводили у вирощувальних ставах площею 0,05 га. Середній показник індивідуальної маси впродовж досліджень коливався в межах 780,0–1010,0 г, до того ж і мінімальне значення і максимальне було досягнуто в останній рік досліджень. Загалом середнє значення за показником індивідуальної маси НЛК дослідної групи складало $940,00 \pm 43,59$ г, контрольної $860,00 \pm 55,68$ г, МЛК відповідно – $965,33 \pm 7,33$ та $850,00 \pm 40,41$ г. Середній показник втрати маси за період зимівлі складав від 7,72 до 14,96%. Перевагу за даним показником мали особини дослідної групи. Втрати маси в контрольній групі в середньому були вищі на 0,64% у НЛК, та 1,68% у МЛК.

Відсоток виловлених дворічок за період зимівлі коливався в межах 86–96%, при цьому середній показник контрольної групи НЛК складав 92%, і дослідної 91%, серед особин МЛК, дані показники були відповідно 93 та 92%. Отже дослідні особини за даним показником поступалися на 1% як в особин НЛК так і МЛК (табл. 1).

Зариблення дворічками проводили у експериментальні стави площею по 0,5 га. Щільність посадки дворічок складала 525 екз./га. Відповідно необхідно було вселити по 262 екз. Для зариблення відібрали по 260 екз. кожної із груп, решту особин було вибракувано у відповідності до загальноприйнятих вимог у рибництві.

Трилітки в період вирощування характеризувались високим темпом росту, про що свідчать показники рибопродуктивності. Середня рибопродуктивність за 2018-2020 роки вирощування склала для контрольної групи НЛК 1176,7 кг/га та 1180,9 кг/га для МЛК, у дослідній групі відповідні показники склали 1180,9 кг/га та 1176,1 кг/га. Загалом середні наважки демонстрували відповідні нормативні показники для ремонтного молодняку коропа у віці триліток. Показник життєстійкості виражений у відсотку виходу триліток впродовж періоду дослідження склав в середньому для контрольної групи у НЛК – 93,5%, МЛК – 94,5%, у дослідній групі відповідні показники становили 94,5% та 95,5%.

Таблиця 1. Результати вирощування дворічок отриманих з нативної та дефростованої сперми, (n=25)

Рік	Дослідна група	Площа ставу, га	Середня маса, г	Відсоток виживання, %	Відсоток втрати маси, %
2018	НЛК	0,05	953,33±59,93	86	9,47
	МЛК	0,05	980,00±70,05	90	12,31
	Контроль НЛК	0,05	970,00±62,75	88	11,55
	Контроль МЛК	0,05	920,00±73,52	91	11,81
2019	НЛК	0,05	860,00±68,04	96	14,96
	МЛК	0,05	958,00±85,09	94	9,12
	Контроль НЛК	0,05	820,00±68,04	95	11,14
	Контроль МЛК	0,05	850,00±55,12	96	10,35
2020	НЛК	0,05	1010±74,44	91	8,91
	МЛК	0,05	958±66,99	92	7,72
	Контроль НЛК	0,05	790±64,16	93	12,57
	Контроль МЛК	0,05	780±70,15	92	12,56

Таблиця 2. Результати вирощування тріліток отриманих з нативної та дефростованої сперми, (n=25)

Рік	Дослідна група	Щільність посадки, екз/га	Відсоток виходу, %	Середня маса, г	Рибопродуктивність, кг/га
2019	НЛК	525	90	2350±157,13	1108,3
	МЛК	525	95	2300±146,71	1144,9
	Контроль НЛК	525	92	2300±130,93	1108,8
	Контроль МЛК	525	93	2400±120,32	1169,6
2020	НЛК	525	97	2650±99,64	1346,9
	МЛК	525	96	2400±139,39	1207,3
	Контроль НЛК	525	95	2500±119,92	1244,5
	Контроль МЛК	525	96	2370±150,54	1192,2

Отже, за однакових умов утримання та рівномірної годівлі, трілітки, за показником динаміки накопичення маси, виживаності та рибопродуктивності отримані з застосуванням дефростованої сперми не поступалися своїм одноліткам отриманих від нативної сперми, що свідчить про можливість використання кріотехнології в промисловій аквакультурі.

Висновки і перспективи. В результаті проведених досліджень було встановлено, що на третьому році життя коропа Нивківського лускатого внутрішньопородного типу та Малолускатого внутрішньопородного типу отримані з дефростованої сперми не поступалися за якісними та кількісними показниками особинами того ж віку отриманих з використанням нативної сперми. Зокрема, середнє значення за показником індивідуальної маси дворічок НЛК дослідної групи складало 940,00±43,59 г, контрольної

860,00±55,68 г, МЛК відповідно – 965,33±7,33 та 850,00±40,41 г. Середній показник втрати маси за період зимівлі складав від 7,72 до 14,96%. Перевагу за даним показником мали особини дослідної групи. Втрати маси в контрольній групі в середньому були вищі на 0,64% у НЛК, та 1,68% у МЛК. Вживаність за період зимівлі коливався в межах 86–96%, при цьому середній показник контрольної групи НЛК складав 92%, дослідної 91%, серед особин МЛК, дані показники були відповідно 93 та 92%.

Середня рибопродуктивність за трілток склала для контрольної групи НЛК 1176,7 кг/га та 1180,9 кг/га для МЛК, у дослідній групі відповідні показники склали 1180,9 кг/га та 1176,1 кг/га. Вживаність трілток впродовж періоду дослідження склав в середньому для контрольної групи у НЛК – 93,5%, МЛК – 94,5%, у дослідній групі відповідні показники становили 94,5% та 95,5%.

Це підтверджує можливість використання методу довготривалого збереження генетичного матеріалу з використанням рідкого азоту в селекційних цілях із подальшим відтворенням у племінних господарствах, а також за необхідності отримання промислових внутрішньопорідних гібридів. Використання методу кріоконсервування статевих продуктів отриманих від плідників з визначеними особливостями генотипу дозволить полегшити формування високопродуктивних стад, використовуючи методи індивідуальної селекції, отримувати високопродуктивні поміси, а також гібриди між географічно ізольованими популяціями.

CHARACTERISTICS OF PISCICULTURAL AND BIOLOGICAL PARAMETERS OF CARP OF NYVKY SCALY AND SCALELESS INTRABREED TYPE ON THEIR THIRD YEAR OF LIFE PRODUCED FROM CRYOPRESERVED SPERM

¹*Syrovatka D.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher*

²*Bekh V.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,*

¹*Osipenko M.I. – Senior Research Fellow*

¹*Kurinenko H.A. – Senior Research Fellow*

¹*Kuts U.S. – Doctor of Philosophy, Senior Research Fellow*

¹*Institute of Fisheries NAAS of Ukraine*

²*National University of Life and Environmental Sciences*

denyssyrovatka@gmail.com, vitbekh@gmail.com, osipenko59@ukr.net,

annazakharenko@ukr.net, ulja.kuts840@gmail.com

The use of sperm cryopreservation in the aquaculture of Ukraine was introduced relatively recently. Most of the research works is devoted to improving the technology

of cryopreservation, the second stage is the comparison of piscicultural parameters of offspring produced by using native and defrosted sperm. Therefore, this work is the first comparative analysis of quantitative and qualitative piscicultural and biological parameters of age-2 and age-2+Nyvky scaly and scaleless carp produced using native and defrosted sperm. The study showed that carp produced from defrosted sperm on the third year of life were not inferior in qualitative and quantitative parameters to fish of the same age obtained with the use of native sperm. In particular, the average individual weight of age-2Nyvky scaly carp in the experimental group was 940.00 ± 43.59 g, that in the control was 860.00 ± 55.68 g, scaleless carp was 965.33 ± 7.33 and 850.00 ± 40.41 g, respectively. The average weight loss over the winter period ranged from .72 to 14.96%. Individuals of the experimental group had an advantage according to this indicator. Weight loss in the control group was on average 0.64% higher in Nyvky scaly carp and 1.68% in scaleless carp. Survival rate during the winter period ranged from 86 to 96%, where the average value for Nyvky scaly carp was 92%, in the control group and 91% in the experimental group. As for scaleless carp, these values were 93 and 92%, respectively.

The average fish productivity for age-2+ carp was 1176.7 kg/ha for the control group of Nyvky scaly carp and 1180.9 kg/ha for scaleless carp, while they were 1180.9 kg/ha and 1176.1 kg/ha in the experimental groups, respectively. As for the average individual weight, both intrabreed types during two years of the study had similar values with fluctuation limits of 100 g. The survival rate of age-2 during the study period were on average 93.5% and 94.5% in Nyvky scaly carp and scaleless carp in the control group, respectively, while they were 94.5% and 95.5%, respectively, in the experimental group.

Keywords: Nyvky scaly carp, scaleless carp, defrosted, native sperm, age-2 fish, age-2+ fish.

ЛІТЕРАТУРА

1. Копейка Е.Ф., Пушкаръ Н.С., Белоус А.М. Низкотемпературная консервация спермы рыб. *Генетика, селекция гибридикация рыб* : 2 Всесоюз. совещание, Ростов-на-Дону: тезисы докл. Ростов н/Д., 1–20 марта 1981. С. 105–106.
2. Пилиев С.А. Применение криоконсервации в рыбоводстве. *Селекция рыб*. М, 1989. С. 100–105.
3. Ротт Н.Н. Использование криоконсервированного генетического материала для восстановления редких и исчезающих видов гидробионтов. *Консервация генет. ресурсов*. 1994. Вып. 1. С. 2–8.
4. Кононенко І.С., Бех В.В. Кріоконсервування статевих продуктів – ефективний метод збереження біорізноманіття осетрових видів риби. *Рибогосподарська наука України*. 2016. № 2. С. 5–21.
5. Güneş Yamaner, A. Ekici, Devrim Memiş. A brief overview on cryopreservation method of sturgeon sperm. *Biology. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 2015. Vol. 30(2). 2015. Pp. 14–20. DOI: 10.18864/IJFAS.11849.
6. Horvath A. et al. Application of sperm cryopreservation to hatchery and species conservation: A case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*). *Aquaculture*. 2012. Vol. 358. Pp. 213–215.

7. Betsy J., Kumar S. Cryopreservation: History and Development. Cryopreservation of Fish Gametes. Singapore : Springer, 2020 pp. 135–149. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4025-7_6
8. Babiak I. Kriokonserwacja nasienia ryb słodkowodnych – wyniki badań przeprowadzonych w latach 1993–94 w Polsce. *Arch. RybactwaPol.* 1995. Vol. 3, supl. 1. pp. 19–28.
9. Glogowski J. Kriokonserwacja nasienia ryb – znaczenia, specyfika oraz krajowe osiągnięcia w ostatnim dziesięcioleciu. *Med. Wet.* 2008. Vol. 64. P. 551–554.
10. Horvath A. et al. Application of sperm cryopreservation to hatchery and species conservation: A case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*). *Aquaculture*. 2012. Vol. 358. Pp. 213–215.
11. Agarwal N.K. Cryopreservation of fish semen Himalayan aquatic biodiversity conservation & new tools in biotechnology. *Transmedia Publication*, 2011. pp. 104–127.
12. Філіпов В.Ю., Третяк О.М. До питання кріоконсервації сперми американського веслоноса. *Рибогосподарська наука України*. 2012. № 1. С. 93–97.
13. Цветкова Л.И. Методическое пособие по кріоконсервации спермы карпа, лососевых и осетровых видов рыб. Москва : ВНИИПРХ, 1997. 11 с.
14. Філіпов В.Ю., Третяк О.М., Бучацький Л.П. Оцінка ефективності реалізації складових етапів кріоконсервації сперми струмкової форелі (*Salmo trutta morpha fario Linne*). *Рибогосподарська наука України*. 2015. № 1. С. 88–95.
15. Копейка Е.Ф. Замораживание спермы осетровых Азово-Черноморского бассейна. *Кріоконсервация репродуктивных клеток рыб и эмбрионов* : сб. научн. тр. Харьков : АН Украины, 1992. С. 66–72.
16. Boryshpolets S. Cryopreservation of Carp (*Cyprinus carpio* L.) Sperm: Impact of Seeding and Freezing Rates on Post-Thaw Outputs. *Biopreserv Biobank*. 2017. Vol. 15(3). pp. 234–240. doi: 10.1089/bio.2016.0065. Epub 2017 Jan 10. PMID: 28072924.
17. Зелинский Ю.П. Некоторые структурно-популяционные и эколого-биохимические проблемы кріоконсервации генетических ресурсов атлантического лосося. *Симпозиум по атлантическому лососю* : тезисы докл. Сыктывкар, 1990. С. 25.
18. Цветкова Л.И. Создание низкотемпературной коллекции спермы рыб. *Проблемы репродуктивной биологии в трудах профессора С. И. Кулаева и его последователей*. Москва : МГУ, 1998. С. 326–330.
19. Lahnsteiner F. Semen cryopreservation in the Salmonidae and in the Northern pike. *Aquac. Res.* 2000. Vol. 31. Pp. 245–258.

20. Isaksson A. The status of Icelandic salmonid resources, with special reference to genetic conservation policy. *Action before extinction. Victoria, British Columbia, Canada*, 1998. pp. 115–127.
21. O'Reilly P., Doyle R. Live gene banking of endangered Atlantic salmon populations. *The Atlantic salmon. Genetics, Conservation and Management*. Oxford, 2007. pp. 425–469.
22. Piironen J., Heinimaa P. Preservation programs for endangered fishstocks in Finland. *Action before extinction. Victoria, British Columbia, Canada*, 1998. pp. 105–113
23. Інструкція з організації племінної роботи в коропівництві України. Інтенсивне рибництво. Київ: Аграрна наука, 1995. С. 3–34.
24. Інструкція з організації та ведення промислової гібридизації в коропівництві. Інтенсивне рибництво. Київ: Аграрна наука, 1995. С. 74–83.
25. Демченко І.Ф. Інструкція з організації зимівлі риб. Інтенсивне рибництво. Київ: Аграрна наука, 1995. С. 178–185.

REFERENCES

1. Kopeyka E.F., Pushkar N.S., Belous A.M. (1981). *Nizkotemperaturnay akonservatsiya spermy ryib* [Low temperatures storage of fish semen]. *Genetika, selektsiya gibrizatsiya ryb*, 105–106. [in Russian].
2. Piliev S.A. (1989). *Primenenie kriokonservatsii v rybovodstve* [Application of cryopreservation in fish farming]. *Selektsiaryb*, 100–105. [in Russian].
3. Rott H.H. (1994). *Ispolzovani ekriokonservirovannogo geneticheskogo materiala dlya vosstanovleniya redkih i ischezayuschih vidov gidrobiontov* [The use of cryopreserved genetic material for the restoration of rare and endangered species of hydrobionts]. *Konservatsiya genet. resursov*, Issue 1, 2–8. [in Russian].
4. Kononenko I.S., Bekh V.V. (2016). *Kriokonservuvannia statevykh produktiv – efektyvnyi metod zberezhennia bioriznomanittia osetrovykh vydiv ryb* [Cryopreservation of reproductive products as an effective method for preserving the biodiversity of sturgeon fish species (review)]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. Issue 2, 5–21. [in Ukrainian].
5. GüneşYamaner, A. Ekici, DevrimMemiş (2015). A brief overview on cryopreservation method of sturgeon sperm. *Biology. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 30(2), 14–20. DOI: 10.18864/IUJFAS.11849
6. Horvath A. et al. (2012) Application of sperm cryopreservation to hatchery and species conservation: A case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*). *Aquaculture*, 358, 213–215.
7. Betsy J., Kumar S. (2020). Cryopreservation: History and Development. *Cryopreservation of Fish Gametes. Singapore* : 135–149. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4025-7_6

8. Babiak I., Giogowski J. (1995). Kriokonservacja nasienia ryb słodkowodnych – wyniki badań przeprowadzonych w latach 1993–94 w Polsce. *Arch. Rybactwa Pol.* Vol. 3, supl. 1. 19–28. [in Poland].
9. Glogowski J., Ciereszko A. (2008). Kriokonservacja nasienia ryb – znaczenie, specyfika i osiągnięcia krajowe w ostatniej dekadzie. *Med. Wet.* Vol. 64, 551–554. [in Poland].
10. Horvath A. et al. (2012). Application of sperm cryopreservation to hatchery and species conservation: A case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*). *Aquaculture*. Vol. 358, 213–215.
11. Agarwal N.K. (2011). Cryopreservation of fish semen. Himalayan aquatic biodiversity conservation & new tools in biotechnology. *Transmedia Publication*, 104–127.
12. Filipov V.Yu., Tretyak O.M. (2012). *Do pytannya kriokonservatsiyi spermi amerikanskogo veslonosa* [To the question of cryopreservation of sperm of the american paddlefish]. *Ribogospodarska nauka Ukraïni*. Vol. 1, 93–97. [in Ukrainian].
13. Tsvetkova L.I. (1997). *Metodicheskoe posobie po kriokonservatsii spermy karpa, lososevyih i osetrovyyih vidov ryb* [Methodological manual on cryopreservation of sperm of cyprinid, salmon and sturgeon fish]. Moscow : VNIIPRH, 11. [in Russian].
14. Filipov V.Yu. (2015). *Otsinka efektyvnosti realizatsii skladovykh etapiv kriokonservatsii spermy strumkovoi foreli (Salmo truttamorphafario Linne)* [Evaluation of the effectiveness of the implementation of component stages of sperm cryopreservation in brown trout (*Salmo truttamorphafariolinne*)] *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, Vol 1, 88–95. [in Ukrainian].
15. Kopeyka E.F. (1992). *Zamorazhivanie spermy osetrovyyih Azovo-Chernomorskogo basseyna* [Freezing of sturgeon sperm from the Azov-Black Sea basin]. *Kriokonservatsiyare produktivnyih kletok ryib i embrionov : sb. nauchn. tr. Harkov : AN Ukrainy*, 66–72. [in Ukrainian].
16. Boryshpolets Sergii (2017). Cryopreservation of Carp (*Cyprinus carpio* L.) Sperm: Impact of Seeding and Freezing Rates on Post-Thaw Outputs. *Biopreserv Biobank*. Vol. 15(3), 234–240. Doi: 10.1089/bio.2016.0065
17. Zelinskiy Yu.P. (1990) *Nekotoryie strukturno-populyatsionnyie i ekologo-biohimicheskie problem kriokonservatsii geneticheskikh resursov atlanticheskogo lososya* [Some Structural-Population and Ecological-Biochemical Problems of Cryopreservation of Atlantic Salmon Genetic Resources]. *Simpozium po atlanticheskomu lososyu: tezisy i dokl.* Syiktyivkar, 25. [in Ukrainian].
18. Tsvetkova L. I. (1998) *Sozdanie nizkotemperaturnoy kollektsii spermy ryib* [Creation of a low-temperature collection of fish sperm]. *Problemyi*

- reproduktivnoy biologii v trudah professora S. I. Kulaeva i ego posledovateley*. Moscow : MGU, 326–330. [in Russian].
19. Lahnsteiner F. (2000). Semen cryopreservation in the Salmonidae and in the Northern pike. *Aquac. Res*, Vol. 31, 245–258.
 20. Isaksson A. (1998). The status of Icelandic salmonid resources, with special reference to genetic conservation policy. *Action before extinction*. Victoria, British Columbia, Canada. 115–127.
 21. O'Reilly P., Doyle R. (2007) Live gene banking of endangered Atlantic salmon populations. *The Atlantic salmon. Genetics, Conservation and Management*, 425–469.
 22. Piironen J., Heinimaa P. (1998). Pr Preservation programs for end angered fishstocks in Finland. *Action before extinction*. Victoria, British Columbia, Canada, 105–113.
 23. *Instruktsiia z orhanizatsii plemnoi roboty v koropivnytstvi Ukrainy* (1995) [Instruction on the organization of breeding work in the koropivnytstvo of Ukraine]. *Intensyvne rybnytstvo*. Kyiv : Ahrarna nauka, 3–34.
 24. Oleksiienko, O.O., Tomilenko, V.H., & Kucherenko, A.P. (1995). *Instruktsiia z orhanizatsii ta vedennia promyslovoi hibrydzatsii v koropivnytstvi* [Instructions for the organization and conduct of industrial hybridization in horticulture]. *Intensyvne rybnytstvo*. Kyiv : Ahrarna nauka, 74–83. [in Ukrainian].
 25. Demchenko, I.F., Kharytonova, N.M., Dovbenko, L.I. (1995). *Instruktsiia z orhanizatsii zymivli ryb* [Instructions for organizing the wintering of fish]. *Intensyvne rybnytstvo*. Kyiv : Ahrarna nauka, 178–185. [in Ukrainian].

УДК [639.3.043.1:693.371.52]:597-113

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.7>

ЖИВЛЕННЯ ЦЬОГОЛІТОК КОРОПО-САЗАНОВИХ ГІБРИДІВ, ОТРИМАНИХ ВІД ПЛІДНИКІВ РІЗНОГО ГЕНЕТИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Тучапська А.Я. – н.с. відділу біоресурсів водосховищ,
Куць У.С. – доктор філософії, н.с. відділу селекції риб,
Куріненко Г.А. – к. с.-г. н., зав. відділом селекції риб,
Григоренко Т.В. – к. с.-г. н., зав. відділом гідробіології,

Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України
anna.tuchapska@ukr.net, ulja.kuts840@gmail.com, annazakharenko@ukr.net,
grygorenko-@ukr.net

Стаття розглядає питання особливостей живлення цьоголіток коропо-сазанових гібридів різного генезису, яких вирощували у ставах Державного підприємства «ДГ Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН», котре розташоване у Лісостеповій зоні. Для більшості риб характерні сезонні зміни раціону, пов'язані з циклічністю розвитку як риб, так і харчових об'єктів, з фізіологічним станом риб, впливом абіотичних та біотичних факторів. Аналіз вмісту харчових грудок цьоголіток коропо-сазанових гібридів показав, що в їх складі були зоопланктонні і зообентосні організми, штучний корм та детрит, частка яких значно змінювалася впродовж сезону і залежала від стану розвитку природних кормів та інтенсивності годівлі.

З'ясовано, що протягом сезону вегетації проходять зміни у живленні риб, що зв'язано в першу чергу з гідрохімічним режимом водойми, температурою води, сезонними змінами у складі, чисельності та доступності кормових організмів, інтенсивності годівлі штучними кормами. Встановлено, що протягом періоду вирощування вміст природного корму у харчових грудках цьоголіток був найвищим у червні – 87,6–93,6%. Тоді ж у ставах відмічали найвищий розвиток зоопланктону та зообентосу. Далі проходить поступове зниження кількісних та якісних показників природних кормів і набуває вагомих значень штучний корм (52,8–79,5%), який у середньому за сезон вирощування склав 52,8–56,2% раціону, коли частка детриту – 18,8–22,5%.

Індекс наповнення кишечника цьоголіток КСГ різного походження піддавався значним коливанням – від 251,3 до 484,1‰, при цьому за середнім індексом наповнення кишечника цьоголіток, отриманих від 8-річних самців, переважали одержані від місцевих самців — $359,2 \pm 39,2\text{‰}$, проти $303,5 \pm 22,2\text{‰}$ у особин отриманих від кріосамців. Середній індекс наповнення кишківників цьоголіток від 9-річних самців місцевого походження становив $320,4 \pm 20,0\text{‰}$, у цьоголіток від кріосамців був вищим на 3,8% – $332,4 \pm 39,4\text{‰}$.

Ключові слова: цьоголітки, генезис, природна кормова база, живлення, зоопланктон, зообентос, штучний корм, детрит.

Постановка проблеми. Як відомо, забезпечення кормами всіх живих організмів, у тому числі риб, на різних етапах життєвого циклу має велике значення і визначає хід усіх біологічних процесів, а саме їх ріст, загальну резистентність організму, час настання статевої зрілості і результативність відтворення, та загалом тривалість життя. Природні корми мають важливе значення у раціоні ставових риб, оскільки містять всі необхідні для росту і розвитку поживні речовини. Від частки природних кормів у раціоні риб значною мірою залежить темп росту та імунітет риб, засвоєння штучних кормів та рибопродуктивність ставів [1; 2].

Проте слід врахувати, що з віком у риб відбувається зміни будови і функцій шлунково-кишкового тракту, що вимагає диференціації живлення молоді риб. Кожен вид риб на всіх стадіях росту повинен одержувати раціон з оптимальним вмістом окремих поживних речовин та їхнім співвідношенням з урахуванням споживання природних кормів [3].

Одне з основних завдань при веденні прибуткового рибицтва полягає саме у тому, щоб домогтися наявності відповідних кормів у добовому раціоні, щоб уникнути зниження поїдання і засвоюваності поживи.

Знов таки протягом сезону вегетації проходять зміни у живленні риб, що пов'язані в першу чергу з біотичними та абіотичними чинниками середовища, таким чином через споживання їжі проходить зв'язок організму з навколишнім середовищем.

Аналіз живлення цьоголіток дає змогу оцінити забезпеченість організму харчовими компонентами, які є головною, тобто улюбленою їх їжею, отримати характеристики харчових раціонів риб та дає більш глибоке уявлення по використанню рибами кормових ресурсів водойм і вплив риби на їх різноманіття та щільність популяції, а в кінцевому результаті загалом на функціональний стан екосистеми [4].

У зв'язку з цим, **метою нашої роботи** було вивчити та проаналізувати особливості живлення цьоголіток коропо-сазанових гібридів (далі КСГ) отриманих від плідників різного генетичного походження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Короп є традиційним об'єктом ставового рибицтва в Україні, тому питанням підвищення обсягів його продукції та смакових якостей приділяють постійну увагу. Для отримання високої рибопродуктивності при веденні ставового рибицтва слід забезпечити рибу повноцінними природними та штучними кормами. Одночасно обов'язковою умовою отримання високих економічних результатів вирощування коропа за різних технологій є культивування порід, порідних груп або масивів із підвищеною загальною активністю живлення та високою пошуковою здатністю природних кормів. Як і всі інші ознаки організму риби, активність живлення є генетично обумовленою.

Так, амурський сазан, у порівнянні із коропом, характеризується кращими пошуковими здібностями, особливо у виїданні зообентосу [5]. Ця властивість амурського сазана, поряд із іншими, стали основою для його використання як вихідної форми у створенні нових синтетичних порід коропа, а також для отримання промислових гібридів шляхом схрещування із коропом [6].

Вивчення особливостей живлення при створенні нових породних груп коропа чи промислових помісей і гібридів завжди приділялась значна увага, оскільки це дає змогу оцінити нові стада як за термофільністю, так і за пов'язаною з нею пошуковою здатністю [7].

Тому дослідження із вивчення особливостей живлення на різних етапах вирощування та при різних умовах є важливими та актуальними.

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження проводились у ДПДГ Львівській дослідній станції ІРГ, впродовж 2019-2020 рр. Об'єктом досліджень були цьоголітки, отримані від: самців амурського сазана, що є нащадками особин, завезених із Далекого Сходу – озера Ханка (басейн р. Амур) у 70–80-х роках минулого століття, які пройшли 8 поколінь відтворення [8]; кріосазанів, отриманих зі сперми сазанів, відтворених з дефростованої сперми, тривалого зберігання [9].

Самців амурського сазана обох генерацій 8-річного віку було схрещено з галицькими рамчастими самицями, а в 9-річному – з любінськими лускатими, в результаті було отримано 4 дослідні групи цьоголіток:

- 1) ♀Кг♂СмГ – від схрещування галицьких рамчастих самиць та самців амурського сазана місцевого походження;
- 2) ♀Кг♂СкГ – від схрещування галицьких рамчастих самиць та кріосамців амурського сазана;
- 3) ♀Кл♂СмГ – від схрещування любінських лускатих самиць та самців амурського сазана місцевого походження;
- 4) ♀Кл♂СкГ – від схрещування любінських лускатих самиць та кріосамців амурського сазана [10].

Для вирощування були використані 4 вирощувальні стави, площею 1,37–1,77 га та 0,54 і 0,63 га, які були зарибнені 4-денною личинкою КСГ різного походження, із розрахунку 20 тис.екз./га. Вирощування цьоголіток КСГ проводили за напівінтенсивною технологією. Відповідно, годівлю подрібненим зерном пшениці розпочинали в першій декаді липня.

Відбір та опрацювання проб фіто-, зоопланктону та зообентосу проводили за загальноприйнятими методиками [11, 12].

Проби на вивчення живлення риб відбирали під час контрольних ловів, обробку кишкових трактів здійснювали індивідуальним методом за загальноприйнятими методиками [13–15]. Видовий склад організмів у харчовій грудці визначали як за цілими організмами, які збереглись, так

і з неперетравленими залишками [16] за характерними для організмів ознаками за допомогою вищеперелічених визначників. Інтенсивність живлення встановлювали, використовуючи загальні індекси наповнення кишечників.

Виклад основного матеріалу. Проведеними дослідженнями встановлено, що протягом вегетаційних сезонів 2019–2020 рр. умови вирощування у ставках в цілому були сприятливими та забезпечували можливість активного споживання кормів цьоголітками.

Фітопланктон ставів був представлений прісноводними видами, що характерні для евтрофних водойм. Середньосезонні кількісні показники розвитку фітопланктону ставів упродовж сезонів за біомасою становили 0,77–3,32 мг/дм³, відповідно: зелені водорості (29,36–66,53% загальної біомаси), на частку синьо-зелених припадало 5,83–15,66%, тоді як діатомових – 8,68–38,59%; інші відділи не справляли значного впливу на формування біомаси.

Видовий склад зоопланктону типовий для вирощувальних ставів, угруповання зоопланктону мало переважно кладоцерно-копеподний характер.

Кількісні показники розвитку біомаси зоопланктону впродовж вегетаційного сезону 2019 р. у ставках перебували в межах 0,36–19,01 г/м³, у 2020 році – 0,56–8,13 г/м³, з найвищим значенням у червні, який забезпечувався інтенсивним розвитком гіллястовусих ракоподібних, а саме *Daphnia pulex* [17].

Основна частка біомаси зообентосу сформована личинками двокрилих із родини дзвінцевих – *Chironomidae* (ряд *Diptera*), складала 2,11–3,37 г/м² у 2019 році та 2,41–2,88 (2020 р.), з максимальними значеннями зафіксованими у першій половині червня – 8,47–9,19 г/м².

Розбір вмісту харчових грудок цьоголіток коропо-сазанових гібридів різного походження показав, що у їх складі були зоопланктонні і зообентосні організми, штучний корм та детрит, частка яких закономірно змінювалася впродовж сезону і залежала від гідрохімічного режиму водойми, рівня розвитку природних кормів та інтенсивності годівлі.

Основними зоопланктонними організмами у живленні цьоголіток КСТГ були гіллястовусі та веслоногі ракоподібні, тоді як коловертки зустрічалися в незначній кількості. Серед гіллястовусих домінували *Daphnia pulex*, *Bosmina longirostris*, *Moina rectirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia affinis*, з веслоногих раків переважали *Cyclops* sp., *Diaptomus* sp. та їх ювенальні стадії розвитку. Із коловерток зустрічалися *Asplanchna priodonta*, *Brachionus calyciflorus* та *Br. diversicornis*.

Серед зообентосних організмів протягом усього вегетаційного періоду переважали личинки хірономід, також часто зустрічались ефіпіуми та яйця ракоподібних.

З'ясовано, що вміст природних кормів у харчовій грудці цьоголіток КСГ у початковий період вирощування, ще до початку годівлі штучними кормами залежала від температури води та кількісного і якісного розвитку кормових організмів. Разом з тим, слід зауважити, що впродовж сезону, відбувалось закономірне істотне зменшення їх частки у живленні молоді.

За середньосезонними показниками вміст зоопланктону у харчовій грудці цьоголіток КСГ різного походження знаходився у межах 2,4–15,7%, зообентосу – 11,0–20,5%, частка штучного корму становила 52,8–56,2%, детриту – 18,8–22,5% раціону (табл. 1).

Таблиця 1. Середньосезонне співвідношення компонентів харчової грудки цьоголіток КСГ (%), 2019–2020 рр. (min – max / M ± m; n=25)

Компоненти харчової грудки	Роки досліджень та походження цьоголіток			
	2019		2020	
	К _р , С _г , М	К _р , С _г , М	К _р , С _г , М	К _р , С _г , М
Зоопланктон	1,8–51,2 15,7±9,0	0,7–6,4 2,4±1,0	0,2–40,2 12,4±7,3	0,2–55,1 15,4±10,4
Зообентос	0,8–40,2 11,0±7,4	1,3–87,2 20,5±16,7	1,1–47,4 12,3±8,9	0,8–34,0 9,6±6,4
Штучний корм	0,0–74,3 53,4±13,5	0,0–70,9 55,2±13,8	0,0–67,0 52,8±13,3	0,0–75,5 56,2±14,5
Детрит	8,6–27,0 19,9±3,2	6,4–27,1 21,9±3,9	12,4–28,2 22,5±3,5	10,9–25,7 18,8±2,7

Відомо, що запаси природного корму у ставах досягають максимуму свого розвитку у червні, тоді ж проходить активне виїдання його цьоголітками коропа. В цей час вміст природних кормів у харчовій грудці цьоголіток КСГ, отриманих від місцевих 8-річних самців, був найвищим – 91,4%. У липні та серпні запаси природних кормів знижуються до мінімуму і їх кількість в раціоні риб скорочується до 2,6% у третій декаді серпня. При цьому частка зоопланктонних організмів у харчовій грудці коропа знижувалась від 51,2 до 1,8%, а організмів зообентосу – від 40,2 до 0,8% (рис. 1).

Протягом липня вміст природних кормів у раціоні цьоголіток зменшився від 21,5 до 10,1%, а в першій декаді серпня їх частка складала лише 8,3 та 2,6% в третій декаді місяця. У середньому за сезон вміст природного корму становив 26,7% із перевагою зоопланктону – 15,7%.

Частка природного корму у гібридних цьоголіток від 8-ми річних кріосамців у другій половині червня складала 93,6%, при цьому у раціоні переважали організми зообентосу – 87,2%, що відповідало більш інтенсивному його розвитку у ставі.

З початком годівлі штучними кормами та внаслідок скорочення кормової бази дослідних ставів у першій половині липня частка природних кормів у раціоні знизилась більше, ніж у 10 разів і становила 8,4%,

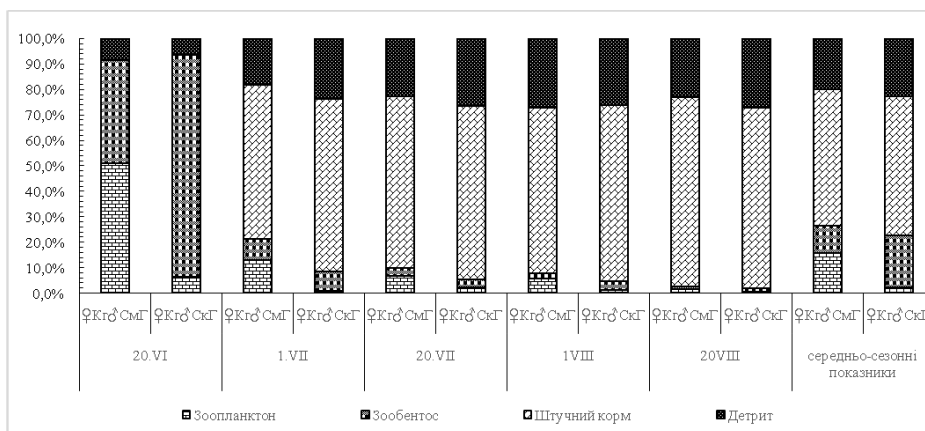


Рис. 1. Співвідношення компонентів харчової грудки цьоголіток, отриманих від 8-річних самців амурського сазана, % (n = 25)

а у серпні цей показник продовжує падати від 4,7% на початку місяця до 2,0% в кінці.

На відміну від цьоголіток від місцевих самців, у раціоні таких від кріосамців упродовж усього сезону у складі природного корму переважали організми зообентосу, які за середньосезонними показниками складали 20,5% маси харчової грудки, тоді як зоопланктонні організми досягали лише 2,4%.

З'ясовано, що основним компонентом раціону цьоголіток у період годівлі був штучний корм, частка якого впродовж сезону знаходилася практично на однаковому рівні – 67,8–70,9%. Одночасно, за середньосезонними значеннями його частка у харчовій грудці цьоголіток від місцевих самців складала $53,4 \pm 13,5\%$, у цьоголіток від кріосамців була дещо вищою – $55,2 \pm 13,8\%$.

Під час аналізу спектру живлення риб відмічено присутність детриту у кишечниках на протязі всього періоду досліджень, який є джерелом надходження додаткових поживних речовин, а більшою мірою як супутній продукт при добуванні їжі.

Частка детриту у харчових грудках гібридних цьоголіток коливалася від 6,4 до 27,1%, при цьому найвищий вміст детриту відмічено у серпні. За середньосезонним вмістом детриту цьоголітки КСГ різного походження не відрізнялися – 19,9 та 21,9%.

Індекси наповнення кишкового тракту були високими, і у цьоголіток, отриманих від місцевих самців, були у межах $265,3\text{--}484,1\text{‰}$, у цьоголіток, вирощених від схрещування з кріосамцями, були нижчими протягом червня та першої половини липня і серпня, крім другої половини липня та початку серпня, перебуваючи в межах від $230,2$ до $364,4\text{‰}$.

За середнім індексом наповнення кишечників переважали цьоголітки, отримані від місцевих самців, – $359,2 \pm 39,2\text{‰}$, проти $303,5 \pm 22,2\text{‰}$ у цьоголіток, одержаних від кріосамців.

У спектрі живлення цьоголіток, отриманих від 9-річних самців місцевого походження, вміст природного корму коливався від 87,6 до 1,3%, а у цьоголіток, одержаних від кріосамців, – від 89,1 до 1,0% (рис. 2).

До початку годівлі у третій декаді червня зоопланктонні організми (веслоногі і гіллястовусі ракоподібні) у молоді місцевого походження складали 40,2% раціону, у цьоголіток від кріосамців їхня частка була вищою – 55,1%. Зообентосні організми в цей період відповідно складали 47,4 та 34,0% маси харчових грудок цьоголіток.

З початком годівлі вміст природних кормів у харчових грудках цьоголіток знизився до 23,1–28,3% у першій половині липня, із вищим значенням у особин, отриманих від кріосамців. Проте вже у другій половині липня частка природного корму складала тільки 7,5% (місцеві) та 4,4% раціону (кріо). У серпні продовжувалося зниження частки природного корму у харчових грудках від 3,8–2,5% на початку до 1,0–1,3% у кінці місяця.

У період годівлі у живленні цьоголіток домінував штучний корм, який у молоді від місцевих сазанів становив від 61,0 до 69,6% харчової грудки; у цьоголіток від кріосамців діапазон коливань був ширшим – 57,0–79,5% раціону. У середньому за сезон частка штучного корму відповідно складала 52,8 та 56,2% раціону, із перевагою цьоголіток, отриманих від схрещування любінських самиць та кріосамців сазана.

Частка детриту у раціоні цьоголіток КСГ протягом липня–серпня значно коливалась – від 10,9 до 29,1%. Середній за сезон вміст детриту у

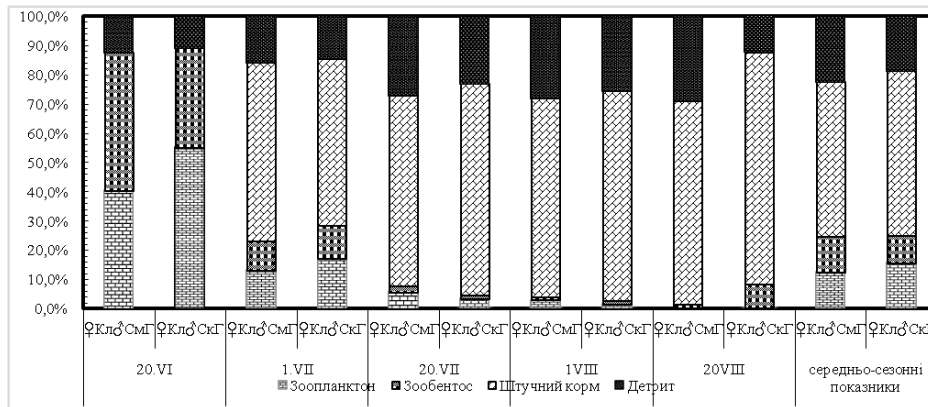


Рис. 2. Співвідношення компонентів харчової грудки цьоголіток, отриманих від 9-річних самців амурського сазана, % (n = 25)

раціоні цьоголіток місцевого походження складав 22,5%, у раціоні нащадків кріосамців – 18,8%.

Індекси наповнення кишкового тракту цьоголіток були високими і коливалися у цьоголіток від сазанів місцевого походження від 272,1 до 383,6‰, у цьоголіток, отриманих від кріосамців, – від 251,3 до 477,2‰, та знижувалися протягом сезону. Середній індекс наповнення кишечників цьоголіток від самців місцевого походження становив $320,4 \pm 20,0$ ‰, у цьоголіток від кріосамців був вищим на 3,8% – $332,4 \pm 39,4$ ‰.

Висновки і перспективи. Отримані результати досліджень свідчать: спектр живлення цьоголіток коропо-сазанових гібридів різного походження напряму залежить від температури води, сезонних змін у складі, чисельності, доступності кормових організмів, які в даний період переважають в сестоні водойми та інтенсивності годівлі штучними кормами.

Так, проведений аналіз вмісту харчових грудок цьоголіток показав, що у їхньому складі були зоопланктонні і зообентосні організми, штучний корм та детрит, частка яких значно змінювалася впродовж сезону вирощування із середньосезонними значеннями зоопланктону у межах 2,4–15,7%, зообентосу – 11,0–20,5%, штучного корму – 52,8–56,2%, детриту – 18,8–22,5% раціону.

Середні індекси наповнення кишечників цьоголіток коропо-сазанових гібридів були достатньо високими, що свідчить про інтенсивний процес живлення і високу пошукову спроможність.

THE NUTRITIONAL OF YEARLINGS OF COMMON CARP X AMUR CARP HYBRIDS OF DIFFERENT GENESIS

Tuchapska A.Ya. – PhD in Agricultural Sciences,

Kuts U.S. – PhD in Agricultural Sciences,

Kurinenko H.A. – PhD in Agricultural Sciences,

Grygorenko T.V. – PhD in Agricultural Sciences,

Institute of Fisheries National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

ulja.kuts840@gmail.com

The article considers the nutritional of yearlings of common carp x amur carp hybrids of different genesis, which were grown in the ponds of the State Enterprise "DG Lviv research station of the institute of fisheries NAAS", located in the forest- steppe zone. It was found that during the growing season there are changes in the diet of fish, primarily due to the hydrochemical regime of the reservoir, water temperature, seasonal changes in the composition, number and availability of forage organisms, the intensity of artificial feeding. It was found that during the growing period the content of natural feed in the food lumps of this year was the highest in June – 87.6-93.6%. At the same time, the highest development of zooplankton and zoobenthos was observed in the ponds. Most fish are characterized by seasonal changes in diet, associated with the cyclical

development of both fish and food, with the physiological state of fish, the influence of abiotic and biotic factors. Analysis of the content of yearlings of common carp x amur carp hybrids of different genesis showed that they included zooplankton and zoobenthos organisms, artificial feed and detritus, the share of which varied significantly during the season and depended on the state of development of natural feeds and feeding intensity.

Then there is a gradual decline in quantitative and qualitative indicators of natural feeds and becomes important artificial feed (52.8–79.5%), which averaged 52.8–56.2% of the diet during the growing season, when the proportion of detritus – 18, 8–22.5%.

The intestinal filling index of yearlings KSG of different origins was subject to significant fluctuations – from 251.3 to 484.1‰, with the average intestinal filling index of yearlings, obtained from 8-year-old males, dominated by those obtained from local males – $359.2 \pm 39, 2$ ‰, against 303.5 ± 22.2 ‰ in individuals obtained from cryo-males. The average index of intestinal filling of yearlings from 9-year-old males of local origin was 320.4 ± 20.0 ‰, this year from cryo-males was higher by 3.8% – 332.4 ± 39.4 ‰.

Keywords: yearlings, genesis, natural fodder base, nutritional, zooplankton, zoobenthos, artificial feed, detritus.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тучапська А.Я., Кражан С.А. Культивування гіллястовусих ракоподібних для підвищення забезпеченості цьоголіток коропа природними кормами (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 2. С. 55–68.
2. Гринжевський М.В., Пшеничний Д.Р., Янінович Й.Є., Швець Т.М. Вплив окремих факторів на ріст та якість риби. *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 3. С. 57–62.
3. Грициняк І.І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риб. Київ. 2007. 237 с.
4. Тучапська А.Я. Аналіз живлення цьоголіток любінського лускатого коропа при підгодівлі кормовим зоопланктоном. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 2. С. 45–50.
5. Гринжевський М.В., Шерман І.М., Грициняк І.І. Організація селекційно-племінної роботи в рибористві. Київ : Рибка моя, 2006. 352 с.
6. Кирпичников В.С. Гибридизация европейского карпа с амурским сазаном : автореферат дис. на соискание уч. степени докт. биол. наук. Ленинград, 1967. 64 с.
7. Куць У.С., Куріненко Г.А. Рибницько-біологічна оцінка цьоголіток коропо-сазанового гібрида різного генезису. *Рибогосподарська наука України*. 2021. № 1. С. 66–79. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.01.066>
8. Савич М.В., Сяра Я.И., Колпаков Ю.А. Сравнительная рыбохозяйственная характеристика двухлетков сазано-карповых гибридов разного происхождения. *Рыбное хозяйство*. 1974. Вып. 19. С. 18–23.
9. Безусий О.Л. Вивчення впливу кріоконсервування та довгострокового зберігання сперми амурського сазана на життєстійкість личинок. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології* :

- IV Міжнар. іхтіологічн. наук. – практич. конф. : тези. Одеса : Фенікс, 2011. С. 30–32.
10. Куць У.С., Грициняк І.І., Куріненко Г.А., Тучапський Я.В. Характеристика екстер'єрних показників самців амурського сазана (*Cyprinus carpio haematopterus*) різного генезису. *Рибогосподарська наука України*. 2020. № 3. С. 47–56. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.03.047>
11. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. Москва : Высшая школа, 1960. 190 с.
12. Кражан С.А. Природна кормова база ставів. Науково-виробниче видання. Херсон : Олді-Плюс, 2009. 328 с.
13. Инструкция по сбору и обработке материала для исследования питания рыб в естественных условиях. Ч. 2. Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Москва : ВНИРО, 1971. 78 с.
14. Мельничук Г.А. Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчета рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоемах. Л. : ГосНИОРХ, 1978. 30 с.
15. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. Москва, 1974. 254 с.
16. Боруцкий Е.В. Определитель свободнодвижущих пресноводных веслоногих раков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечниках рыб. Изд-во АН СССР, 1960. 218 с.
17. Куць У.С., Тучапська А.Я., Добрянська О.П., Куріненко Г.А. Вплив екологічних умов на вирощування цьоголіток коропо-сазанових гібридів різного походження. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 106–114. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227247>

REFERENCES

1. Tuchapska A.Ya., Krazhan S.A. (2014). *Kultyvuvannia hilliastovusykh rakopodibnykh dlia pidvyshchennia zabezpechenosti tsoholitok koropa pryrodnyimi kormamy (ohliad)*. [Cultivation of cladoceran for increasing provision of young-of-the-year carp with natural feeds (review)]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 2, 55–68. [in Ukrainian].
2. Hrynzhovskyi M.V. (2008). *Vplyv okremykh faktoriv na rist ta yakist ryby* [Influence of separate factors on fish growth and quality]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 3, 57–62. [in Ukrainian].
3. Hrytsyniak I.I. (2007). *Naukovo-praktychni osnovy ratsionalnoi hodivli ryb*. [Scientific and practical bases of rational feeding of fish]. Kyiv. [in Ukrainian].
4. Tuchapska A.Ya. (2013). *Analiz zhyvlennia tsoholitok liubinskoho luskatoho koropa pry pidhodivli kormovym zooplanktonom* [Analysis nutritional

- fingerlings of lyubinskui scaly carp when feeding fodder zooplankton]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 2, 45–50. [in Ukrainian].
5. Hrynzhovskyi M.V., Sherman I.M., Hrytsyniak I.I. (2006). *Orhanizatsiia selektsiino-pleminnoi roboty v rybnytstvi* [Organization of selection and breeding work in fish farming]. Kyiv : Rybka moia [in Ukrainian].
 6. Kirpichnikov V.S. (1967). *Gibridizatsiya evropeys.kogo karpa s amurskim sazanov* [Hybridization of European carp with Amur carp]: avtoreferat dis. na soiskanie uch. stepeni dokt. biol. nauk. Leningrad, 64. [in Russian].
 7. Kuts U.S., Kurinenko H.A. (2021). *Rybnytsko-biologichna otsinka tsoholitok koropo-sazanovoho hibryda riznoho henezysu* [Fisheries-biological evaluation of yong-of-the-year wild carp-domestic carp hybrid of different genesis]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 1, 66–79. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.01.066>. [in Ukrainian].
 8. Savich M.V., Syara Ya.I., Kolpakov Yu.A. (1974). *Sravnitel'naya ryibohozyaystvennaya harakteristika dvuhletkov sazano-karpovyih gibridov raznogo proishozhdeniya* [Comparative fishery characteristics of two-year-old carp-carp hybrids of different origin]. *Ryibnoe hozyaystvo*. Issue 19, 18–23. [in Russian].
 9. Bezusyi O.L. (2011). *Vyvchennia vplyvu kriokonservuvannia ta dovhostrokovoho zberihannia spermy amurskoho sazana na zhyttiistykist lychynok* [Study of the effect of cryopreservation and long-term storage of Amur carp sperm on the viability of larvae]. *Suchasni problemy teoretychnoi i praktychnoi ikhtiologii : tezy IV Mizhnar. ikhtiologichn. nauk.-prakt. konf.* Odesa : Feniks. 30–32. [in Ukrainian].
 10. Kuts U.S. (2020). *Kharakterystyka ekster'iernykh pokaznykiv samtsiv amurskoho sazana (Cyprinus carpio haematopterus) riznoho henezysu* [Characteristic of exterior indicators of male of amur wild carp (cyprinus carpio haematopterus) of different genesis]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 3, 47–56. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2021.01.066> [in Ukrainian].
 11. Zhadin V.I. (1960). *Metody gidrobiologicheskikh issledovaniy* [Methods of hydrobiological research]. Moscow : Vysshaya shkola. [in Russian].
 12. Krazhan S.A. (2009). *Prirodna kormova baza staviv* [Natural feed base]. Naukovo-virobniche vidannya. Kherson: OldI-Plyus. [in Ukrainian].
 13. *Instruktsiya po sboru i obrabotke materiala dlya issledovaniya pitaniya ryib v estestvennykh usloviyakh* (1971). [Instructions for the collection and processing of material for the study of fish nutrition in natural conditions]. Part 2. Vsesoyuzniy nauchno-issledovatel'skiy institut morskogo rybnogo hozyaystva i okeanografii (VNIRO). Moscow : VNIRO. [in Russian].
 14. Melnichuk G.A. (1978). *Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu sovremennykh metodov izucheniya pitaniya ryib i rascheta ryibnoy produktsii*

- po kormovoy baze v estestvennyih vodoemah* [Guidelines for the use of modern methods for studying fish nutrition and calculating fish products by food base in natural reservoirs]. Leningrad: GosNIORH. [in Russian].
15. *Metodicheskoe posobie po izucheniyu pitaniya i pischevyih otnosheniy ryib v estestvennyih usloviyah* (1974). [Methodological guide for the study of nutrition and nutritional relationships of fish in natural conditions]. Moscow.
 16. Borutskiy E.V. (1960). *Opredelitel svobodnodvizhuschih presnovodnyih veslonogih rakov SSSR i sopredelnyih stran po fragmentam v kishechnikah ryib* [Key to free-moving freshwater copepods of the USSR and neighboring countries by fragments in the intestines of fish]. Izd-vo AN SSSR. [in Russian].
 17. Kuts U.S., Tuchapska A.Ya., Dobrianska O.P., Kurinenko H.A. (2021). *Vplyv ekologichnykh umov na vyroshchuvannia tsoholitok koropo-sazanovykh hibrydiv riznoho pokhodzhennia* [The influence of ecological conditions on the cultivation of carp-carp hybrids of different origins]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, no. 1, 106–114. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227247> [in Ukrainian].

ГІДРОЕКОЛОГІЯ

УДК 628.1.033:614.777:628.161.1

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.8>

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА СУМАРНИМ ПОКАЗНИКОМ ЯКОСТІ

Валерко Р.А. – к. с.-г. н.,

Романчук Л.Д. – д. с.-г. н.,

Герасимчук Л.О. – к. с.-г. н.,

Поліський національний університет

Оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання у межах сільських селітебних територіях є першочерговим завданням для органів місцевого самоврядування, оскільки від її стану безпосередньо залежить стан здоров'я сільського, а особливо дитячого, населення. Дослідження проходили у межах 12 об'єднаних територіальних громад нового укрупненого Житомирського району Житомирської області. Зразки питної води відбирались із приватних і громадських колодязів та свердловин і аналізувались за показником рН, вмістом нітратів, заліза загального та жорсткості. Установлено, що у середньому невідповідність даного показнику нормативу не спостерігалось у жодній із досліджуваних громад, проте у деяких джерелах Вільшанської, Волицької, Любарської громад виявлено підкислення води (5,4 одиниці рН), а на території Оліївської громади зафіксовано підлучення води (12,5 одиниці рН). Найгірша ситуація склалась для вмісту нітратів, перевищення нормативу, яких у середньому зафіксована у всіх досліджуваних громадах від 1,4 до 3,5 разів. Наднормативний вміст загального заліза був характерний лише для Любарської громади, де зафіксовано перевищення його середньої концентрації у 1,9 рази. Групування громад за показником твердості загальної показало, що питна вода більшості громад має середню твердість, а у трьох громадах виявлено тверду воду. Розрахунок сумарного показнику якості питної води показав, що відмінну якість води мають населені пункти Глибочицької і Тетерівської громад, задовільна якість води виявлена у Житомирській, Новоуївинській, Пулинській, Черняхівській та Станишівській громадах, незадовільна – на територіях Любарської, Березівської, Вільшанської, Волицької та Оліївської громад.

Ключові слова: питна вода, якість питної води, об'єднані територіальні громади, сумарний показник якості, рН, нітрати, залізо загальне, твердість загальна.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Якість питної води є показником рівня якості життя людини та екологічного благополуччя держави в цілому. Проблема якісного питного водопостачання особливо гостро стоїть для сільської місцевості, оскільки її характерною ознакою

є зазвичай відсутність централізованого водопостачання та водовідведення. Наявні приватні та громадські колодязі, свердловини, каптажі, які використовуються сільським населенням, дуже часто не мають належного облаштування, що сприяє надходженню до води різних небезпечних для здоров'я населення речовин.

Отже, контроль якості питної води, що надходить із джерел нецентралізованого водопостачання, у межах сільських селітебних територій є одним із напрямів управління екологічною безпекою держави у галузі питного водопостачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання наразі висвітлена у багатьох працях вітчизняних та зарубіжних учених. Дані дослідження стосуються як комплексного дослідження різних джерел нецентралізованого водопостачання [1, 2], так й окремо природних джерел [3]. Велика кількість досліджень присвячено ризику для здоров'я населення внаслідок споживання неякісної води [4, 5]. Серед методів оцінки якості питної води слід виділити метод комплексного оцінювання якості води з урахуванням сукупного впливу окремих показників на здоров'я людини [6], екологічну оцінку стану ґрунтових вод [7, 8], оцінку води за класами якості [9] тощо.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття. Відсутність комплексних досліджень науковцями щодо якості води джерел нецентралізованого водопостачання на території сільських населених пунктів аграрних регіонів за сумарним показником якості та не приділення достатньої уваги дослідників питанням її якості зумовлюють необхідність проведення досліджень в даному напрямку.

Дослідження проводилися в рамках науково-дослідної теми «Еколого-соціальна оцінка стану сільських селітебних територій у контексті сталого розвитку» (державний реєстраційний №: 0120U104233), результати якого можуть бути використані представниками сільських, селищних рад та об'єднаних територіальних громад для прийняття управлінських рішень у сфері якісного водопостачання.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Таким чином дані дослідження присвячені розробці методу оцінки якості питної води за сумарним показником якості на території об'єднаних територіальних громад нового укрупненого Житомирського району Житомирської області.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Дослідження проходили на території сільських населених пунктів таких об'єднаних громад Житомирського району, а саме: Житомирська міська громада, Любарська, Новоуївинська, Пулинська, Черняхівська селищні громади, Березівська,

Вільшанська, Волицька, Глибочицька, Оліївська, Станишівська, Тетерівська сільські територіальні громади. Зразки питної води відбирали із джерел нецентралізованого водопостачання – колодязів та свердловин. Загалом було відібрано близько 500 зразків. Аналітичні дослідження здійснювали на базі Вимірювальної лабораторії Поліського національного університету за загальноприйнятими методиками. Зокрема, рівень рН визначали потенціометричним методом, вміст нітратів – іонометричним, вміст заліза загального – фотоколориметричним, твердість – титриметричними методами. Отримані результати порівнювали із стандартом, що діє на території України – ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до якості води, призначеної до споживання людиною» [10].

Графічні зображення результатів дослідження створені за допомогою програмного забезпечення ArcGIS Pro.

Погіршення якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітебних територій спричинено низькою екологічною культурою селян, інтенсивним веденням сільського господарства, недотриманням місцевими жителями правил утримання худоби, відстаней між господарськими спорудами та джерелами водопостачання тощо [11, 12]. Крім того, на сучасному етапі, коли відбувається повномасштабне вторгнення російських військ на територію України, існує великий ризик руйнування приватних колодязів та свердловин у сільській місцевості, що звичайно знизить якість питної води. Існує також небезпека влучання військових снарядів у приватні або фермерські склади мінеральних добрив та засобів захисту рослин, що може спричинити їх надходження у поверхневі та підземні води і, таким чином, зробити їх непридатними до вживання.

При здійсненні оцінки якості питної води щодо показника рН було встановлено, що у середньому у жодній досліджуваній громаді не було виявлено невідповідності його нормативу. Проте, слід відмітити, що на території більшості громад, крім Вільшанської, Волицької та Любарської, у питній воді деяких населених пунктів зафіксовано зниження водневого показника до величини 5,45, що свідчить про підкислення води. Крім того, підвищення показника рН до величини 12,5 було виявлено у воді спорудженого нещодавно колодязю Некрашівської гімназії Оліївської громади. Таке перевищення нормативу, на нашу думку, може бути пов'язано із спеціальними присадками, які присутні у нових бетонних кільцях (рис. 1).

Середній вміст нітратів у питній воді усіх досліджуваних громад перевищує норматив, який установлений на рівні 50 мг/дм³ (рис. 2).

Перевищення середнього вмісту нітратів варіювало у межах від 1,4 рази у Новогуївській громаді до 3,5 разів у Волицькій громаді (табл. 1). Максимальний вміст нітратів на рівні 660 мг/дм³ було зафіксовано у колодязній воді села Вереси, що входить до складу Житомирської

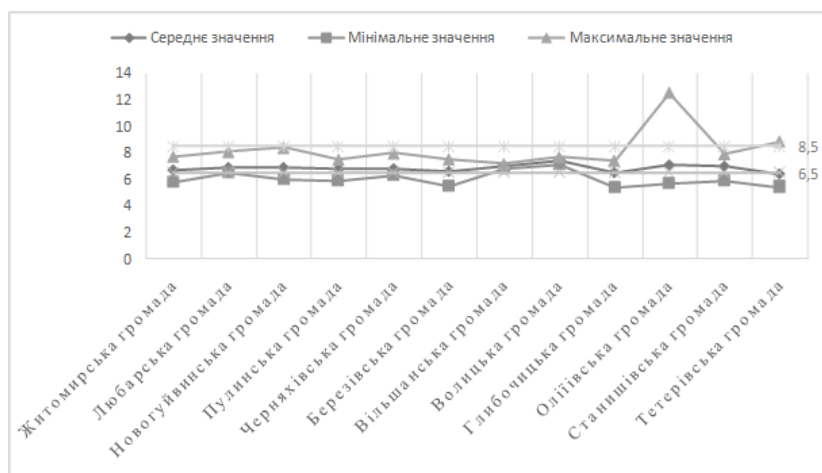


Рис. 1. Якість питної води за показником pH

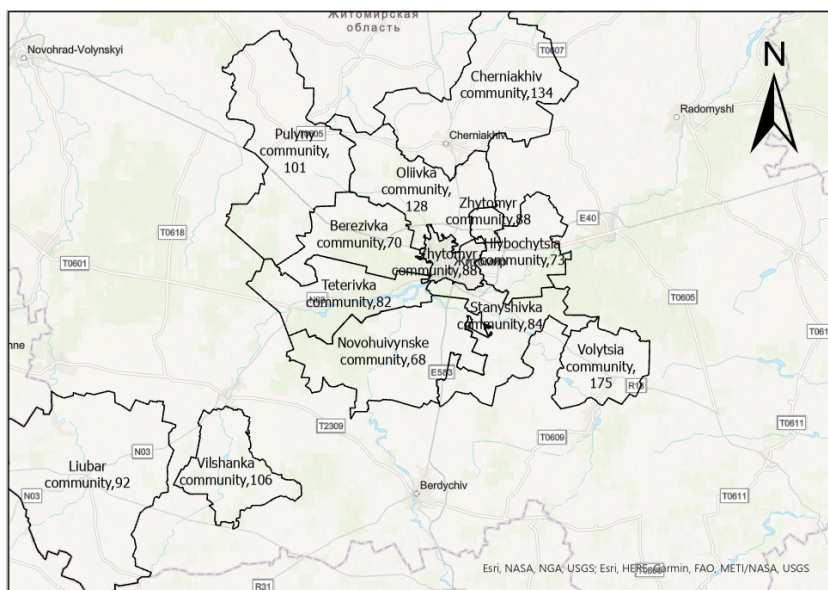


Рис. 2. Середній вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання громад Житомирського району, мг/дм³

міської громади. Загалом же максимальна концентрація нітратів варіювала у межах 167–660 мг/дм³, а мінімальна – 0,508–2,06 мг/дм³.

Середній вміст заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання територіальних громад перевищував норматив, який визначено на рівні 1 мг/дм³, лише у сільських населених пунктах Любарської громади у 1,9 рази (рис. 3).

Таблиця 1. Середній вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання, долі ГДК

Перевищення нормативу	Громади
1,1-2,0 ГДК	Житомирська, Любарська, Новоуївинська, Березівська, Глибочицька, Станишівська, Тетерівська
2,1-5,0 ГДК	Пулинська, Черняхівська, Вільшанська, Волицька, Оліївська

Середня величина показника загальної твердості у розрізі громад варіює у межах від 4,2 до 11,3 ммоль/дм³. Перевищення нормативу зазначеного у ДСанПіН 2.2.4-171-10 спостерігається лише у питній воді Вільшанської громади (рис. 4).

Групування громад за показником загальної твердості води показало, що більшість зразків мають воду середньої жорсткості (табл. 2).

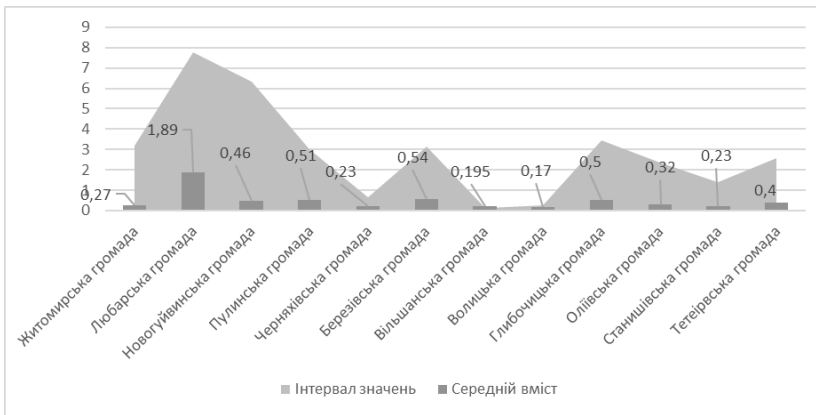


Рис. 3. Середній вміст заліза загального у питній воді громад Житомирського району, мг/дм³

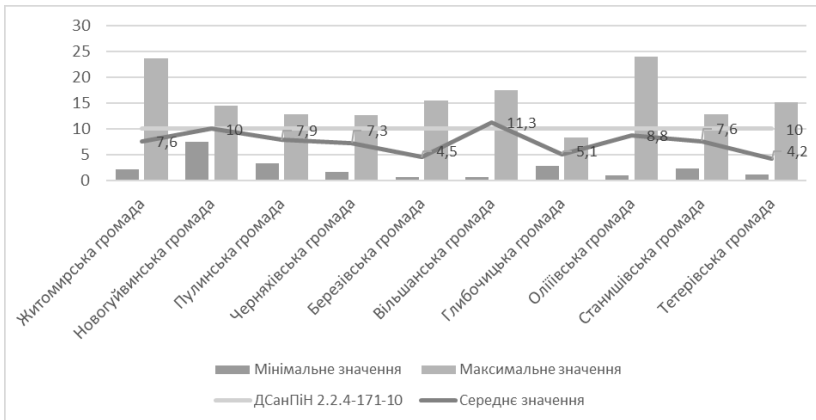


Рис. 4. Загальна твердість у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання територіальних громад Житомирського району, ммоль/дм³

Таблиця 2. Групування громад за показником твердості питної води

Ознака води	Назва громади
Дуже м'яка вода	–
М'яка вода	–
Середня твердість води	Житомирська, Пулинська, Черняхівська, Березівська, Глибочицька, Станишівська, Тетерівська
Тверда вода	Новогуївинська, Вільшанська, Оліївська
Дуже тверда вода	–

На основі отриманих результатів досліджень та використовуючи за основу методику, наведену у науковому дослідженні Національного інституту стратегічних досліджень [13] запропоновано провести групування громад за сумарним показником якості питної води. Для цього необхідним є визначення коефіцієнту якості води за формулою:

$$m_i = \frac{M_i - M_{\min}}{M_{\max} - M_{\min}} \quad (1)$$

де M_i – це показник якості питної води (водневий показник, вміст нітратів, вміст заліза загального, твердість загальна).

Сумарний показник якості питної води об'єднаних територіальних громад Житомирського району γ запропоновано визначати за формулою:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n \frac{M_i - M_{\min}}{M_{\max} - M_{\min}} \quad (2)$$

Класифікацію сумарного показника якості питної води пропонується проводити таким чином:

- $\gamma < 0,75$ – відмінна якість води;
- $\gamma = 0,75 - 1$ – добра якість води;
- $\gamma = 1 - 1,5$ – задовільна якість води;
- $\gamma = 1,5 - 2,5$ – незадовільна якість води;
- $\gamma > 2,5$ – дуже погана якість води.

Розрахунок сумарного показника якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання наведено в таблиці 3.

Таким чином було здійснено групування громад за сумарним показником якості питної води. Визначено, що відмінну якість води мають Глибочицька та Тетерівська громада, розрахований показник якості для яких становив менше 0,75. Задовільну якість води мають сільські населені пункти Житомирської, Новогуївинської, Пулинської, Черняхівської та Станишівської громад. Для питної води приватних колодязів та свердловин Любарської, Березівської, Вільшанської, Волицької та Оліївської громад зафіксовано незадовільну якість (рис. 5).

Таблиця 3. Сумарний показник якості питної води
у межах об'єднаних громад

Громада	m ^{1*}	m ²	m ³	m ⁴	γ ^{**}
Житомирська	0,3	0,19	0,06	0,48	1,03
Любарська	0,5	0,22	1	-	1,72
Новоуївинська	0,5	0	0,17	0,82	1,49
Пулинська	0,4	0,31	0,2	0,52	1,43
Черняхівська	0,4	0,62	0,03	0,44	1,49
Березівська	0,2	0,03	0,01	1	1,93
Вільшанська	0,56	0,36	0,01	1	1,93
Волицька	1	1	0	-	2
Глибочицька	0,1	0,05	0,19	0,13	0,47
Оліївська	0,7	0,56	0,09	0,65	2
Станишівська	0,6	0,16	0,03	0,48	1,27
Тетерівська	0	0,13	0,13	0	0,26

Примітка: * – m_i – показник якості питної води (рН, вміст нітратів, вміст заліза загального, твердість);

** – сумарний показник якості питної води.

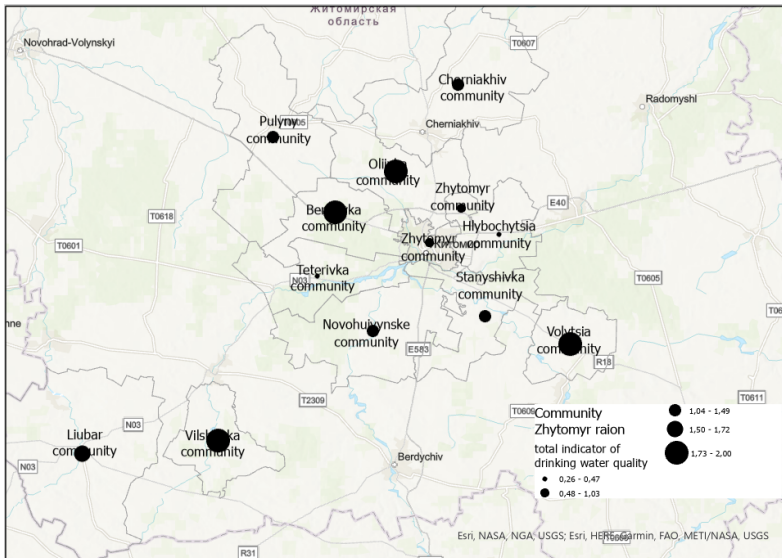


Рис. 5. Ранжування громад за величиною сумарного показника якості питної води

Отже, у результаті проведення розрахунку сумарного показнику якості питної води виявлено, що у переважній більшості територіальних громад якість питної води визначається як задовільна та незадовільна.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі. Методика, яку використовували для розра-

хунку сумарного показника якості питної води може бути використана для оцінки її якості із джерел нецентралізованого водопостачання, оскільки враховує усі показники якості води, перелік яких, для отримання більш достовірного значення, може бути збільшено. Перспективним, на нашу думку, є розрахунок сумарного показника якості питної води для усіх сільських населених пунктів та територіальних громад Житомирської області, що може стати основою для прийняття управлінських рішень органами місцевого самоврядування для покращення сфери водопостачання.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF DRINKING WATER ACCORDING TO TOTAL QUALITY INDICATOR

*Valerko R.A. – Candidate of Agricultural Sciences,
Romanchuk L.D. – Doctor of Agricultural Sciences,
Herasymchuk L.O. – Candidate of Agricultural Sciences,
Polissya National University*

Assessing the quality of drinking water from sources of decentralized water supply within rural settlements is a priority for local governments, as its state directly affects the health of the rural, especially children, population. The research was conducted within 12 united territorial communities of the new enlarged Zhytomyr district of Zhytomyr region. Drinking water samples were taken from private and public wells and wells and analyzed for pH, nitrates, total iron and hardness. It was found that on average non-compliance with this indicator was not observed in any of the studied communities, but in some sources of Vilshanka, Volytsia, Lyubar communities acidification of water (5.4 pH units) was detected, and in the Oliivka community water leaching was recorded (12.5 pH units). The worst situation was for the content of nitrates, exceeding the norm, which on average was recorded in all studied communities from 1.4 to 3.5 times. Excessive content of total iron was characteristic only for the Lyubar community, where the excess of its average concentration was recorded 1.9 times. The grouping of communities according to the general hardness index showed that the drinking water of most communities has a medium hardness, and hard water was found in three communities. The calculation of the total indicator of drinking water quality showed that the villages of Hlybochytsia and Teterivka communities have excellent water quality, satisfactory water quality was found in Zhytomyr, Novohuyvynske, Pulyny, Chernyakhiv and Stanyshivska communities, unsatisfactory – in Lyubar, Berezivka, Vilshanka, Volytsia and Oliivka.

Keywords: drinking water, drinking water quality, united territorial communities, total quality indicator, pH, nitrates, total iron, total hardness.

ЛІТЕРАТУРА

1. Valerko R., Herasymchuk L., Hurskyi Y., Pavlenko A. Assessment of drinking water quality within amalgamated territorial communities.

- Environmental Problems*. 2021. Vol. 6 Num.4. P. 201–210. <https://doi.org/10.23939/ep2021.04.201>
2. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Екологічна оцінка стану питної води у межах об'єднаних територіальних громад укрупненого Житомирського району. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2021. Вип. 35. С. 37–47.
 3. Степова К.В., Мусій К.П., Думас І.З. Оцінка якості води у природних джерелах м. Львова. *Вісник ЛДУБЖД*. 2019. № 20. С. 106–109. DOI: 10.32447/20784643.20.2019.16
 4. Moldovan A., Hoaghia M.A., Kovacs E., Mirea I.C., Kenesz M., Arghir R.A., Petculescu A., Levei E.A., Moldovan O.T. Quality and Health Risk Assessment Associated with Water Consumption – A Case Study on Karstic Springs. *Water*. 2020. 12. 3510. <https://doi.org/10.3390/w12123510>
 5. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Оцінка перорального надходження нітратів з питною водою для різних верств населення Житомирської області. *Довкілля та здоров'я*. 2021. № 4 (101). С. 68–76. <https://doi.org/10.32402/dovkil2021.04.068>
 6. Василенко С.Л., Кобилянський В.Я. Інтегральне оцінювання якості питної води в сильно розгалуженій водопровідній мережі. *Комунальне господарство міст*. 2015. Вип. 121. С. 21–25.
 7. Трапезнікова Л.В., Чундак С.Ю., Монич І.І., Ламбрух Л.М., Маркович В.П., Рішко Я.В. Екологічний стан ґрунтових питних вод с. Драгово Хустського району Закарпатської області. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Хімія*. 2015. Вип. 1. С. 66–71.
 8. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Екологічна оцінка стану підземних вод Бердичівського району Житомирської області. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2021. № 4. С. 11–16.
 9. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А. Якість води джерел нецентралізованого водопостачання на території сільських населених пунктів Житомирської області. *Екологічні науки*. 2021. № 1 (34). С. 145–150. doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.24
 10. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10: МОЗ України; Наказ, Норми, Правила від 12.05.2010 № 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
 11. Палапа Н.В. Оцінка сільських селітебних територій за якістю питної води. *Агроєкологічний журнал*. 2015. № 4. С. 41–47.
 12. Romanchuk L.D., Valerko R.A., Herasymchuk L.O., Kravchuk M.M. Assessment of the impact of organic agriculture on nitrate content in drinking water in rural settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(2): 17–26. DOI: 10.15421/2021_71

13. Іванюта С.П. Оцінка рівня техногенного навантаження в Україні: регіональний вимір. *Стратегічні пріоритети*. 2015. № 2(35). С. 157–163.

REFERENCES

1. Valerko R., Herasymchuk L., Hurskyi Y., Pavlenko A. (2021). Assessment of drinking water quality within amalgamated territorial communities. *Environmental Problems*, vol. 6, no. 4, 201–210. URL: <https://doi.org/10.23939/ep2021.04.201>
2. Valerko R.A., Gerasymchuk L.O. (2021). *Ekologichna ocinka stanu pytnoi' vody u mezhah ob'jednanyh terytorial'nyh gromad ukрупnenogo Zhytomyrs'kogo rajonu* [Ecological assessment of drinking water status within the united territorial communities of the enlarged Zhytomyr district]. *Ljudyna ta dovkillja. Problemy neoekologii'*, Issue 35, 37–47. [in Ukrainian].
3. Stepova K.V., Musij K.P., Dumas I.Z. (2019). *Ocinka jakosti vody u pryrodnyh dzherelah m. L'vova* [Assessment of water quality in natural springs of Lviv]. *Visnyk LDUBZhD*, no. 20, 106–109. DOI: 10.32447/20784643.20.2019.16 [in Ukrainian].
4. Moldovan A., Hoaghia M.A., Kovacs E., Mirea I.C., Kenesz M., Arghir R.A., Petculescu A., Levei E.A., Moldovan O.T. (2020). Quality and Health Risk Assessment Associated with Water Consumption – A Case Study on Karstic Springs. *Water*, 12, 3510. <https://doi.org/10.3390/w12123510>
5. Valerko R.A., Gerasymchuk L.O. (2021). *Ocinka peroral'nogo nadhodzhennja nitrativ z pytnoju vodoju dlja riznyh verstv naselennja Zhytomyrs'koi' oblasti* [Estimation of oral intake of nitrates with drinking water for different segments of the population of Zhytomyr region]. *Dovkillja ta zdorov'ja*, no. 4(101), 68–76. <https://doi.org/10.32402/dovkil2021.04.068> [in Ukrainian].
6. Vasylenko S.L., Kobyljans'kyj V.Ja. (2015). *Integral'ne ocinjuvannja jakosti pytnoi' vody v syl'no rozgaluzhenij vodoprovodnij merezhi* [Integrated assessment of drinking water quality in a highly branched water supply network]. *Komunal'ne gospodarstvo mist*, issue 121, 21–25. [in Ukrainian].
7. Trapeznikova L.V., Chundak S.Ju., Monych I.I., Lambruh L.M., Markovych V.P., Rishko Ja.V. (2015). *Ekologichnyj stan g'runtovyh pytnyh vod s. Dragovo Husts'kogo rajonu Zakarpats'koi' oblasti* [Ecological condition of groundwater drinking s. Dragovo, Khust district, Zakarpattia region]. *Naukovyj visnyk Uzhgorods'kogo universytetu. Ser. Himija*, issue 1, 66–71. [in Ukrainian].
8. Valerko R.A., Gerasymchuk L.O. (2021). *Ekologichna ocinka stanu pidzemnyh vod Berdychivs'kogo rajonu Zhytomyrs'koi' oblasti* [Ecological assessment of groundwater status in Berdychiv district of Zhytomyr region]. *Problemy himii' ta stalogo rozvytku*, no. 4, 11–16. [in Ukrainian].

9. Gerasymchuk L.O., Valerko R.A. (2021). *Jakist' vody dzherel necentralizovanogo vodopostachannja na terytorii' sil's'kyh naselenyh punktiv Zhytomyrs'koi' oblasti* [Water quality of sources of decentralized water supply on the territory of rural settlements of Zhytomyr region]. *Ekologichni nauky*, no. 1 (34), 145–150. doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.24 [in Ukrainian].
10. *Pro zatverdzhennja Derzhavnyh sanitarnyh norm ta pravyl «Gigijenichni vymogy do vody pytnoi', pryznachenoj' dlja spozhyvannja ljudynoj»* (2010). [About the statement of the State sanitary norms and rules «Hygienic requirements to drinking water intended for human consumption»]. DSanPiN 2.2.4-171-10: Ministry of Health of Ukraine; Order, Norms, Rules of the 12th of May 2010, no. 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> [in Ukrainian].
11. Palapa N.V. (2015). *Ocinka sil's'kyh selitebnyh terytorij za jakistju pytnoi' vody* [Assessment of rural residential areas by drinking water quality]. *Agroekologichnyj zhurnal*, no. 4, 41–47. [in Ukrainian].
12. Romanchuk L.D., Valerko R.A., Herasymchuk L.O., Kravchuk M.M. (2021). Assessment of the impact of organic agriculture on nitrate content in drinking water in rural settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 17–26. DOI: 10.15421/2021_71
13. Ivanjuta S.P. (2015). *Ocinka rivnja tehnogennogo navantazhennja v Ukrai'ni: regional'nyj vymir* [Assessment of the level of man-made load in Ukraine: regional dimension]. *Strategichni priorytety*, no 2(35), 157–163. [in Ukrainian].

УДК 677.027

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.9>

FORMALDEHYDE IS AN ENVIRONMENTAL PROBLEM IN THE TEXTILE INDUSTRY

*Reznikova V.V. – Ph.D. (Technical Science),
Kherson State Agrarian and Economic University,
reznikovaveronika16@gmail.com*

The article presents the results of research of influence of resins of different nature for final finishing of viscose fabrics. The possibility of reduction of free formaldehyde on fabrics is established, which allows to improve hygienic indicators of the fabric. Also, in the article the results of research of aminoreactive softener for giving low sedimentary to fabric from rayon fibers are presented. The optimal concentrations of silicon softener allowing to give maximal effect are established. Ecological problems of the textile industry in most cases have to do with the solution of problems connected with utilization and regeneration of production wastes: sewage treatment; creation of a system of recycling water supply; dust treatment of working area air, etc.

Unfortunately, another aspect of environmental problems in the textile industry – environmental control of the textile products themselves – is devoted to a relatively small number of works. Environmental safety of textile products (fibers, barnacles, textile sponges) and technologies of their production, textile raw materials (fibers, barbells, textile-domestic spunks) and technologies of their production, as well as environmental safety of products made of them, the negative impact of on people and children, as indicated by the analysis of information sources, can have at technologies of textile production. Especially harmful, as is known, for people and children were the technologies of their vibrieval, farbouvannya, drukuvannya, as well as special treatment of textile materials formaldehyde treatment with preparations.

That is why it is not accidental that the last hour in the practice of textile manufacturing practices in all countries, special attention is given to the use of environmentally friendly resource- and energy-saving formaldehyde-free and environmentally-friendly, as well as advanced nano-, bio- and chemical technologies. And, on the other hand, Intermediate use or even rejection of certain textile production technologies, which are harmful to people and children, although their use has been widespread in the past. The textile industry has been producing large-tonnage products in the past.

Keywords: technology, pollution, environment, human health damage, ecological problem.

Introduction. According to statistical data, the share of chemical fiber production was 50%. Annual growth of viscose and viscose-staple fibers production increases by 6% [1].

Fast growth of chemical fibers output is promoted by high economic efficiency of production and use of these fibers in comparison with natural fibers, available raw material base; high quality of the fibers.

The demand for viscose fibers is increasing not only for nonwoven materials, but also in production of comfortable clothes for sports and outdoor activities, casual wear and home textiles.

At the same time there are increasing requirements for the quality of products: such as giving properties of nonwearability, shrinkability, form stability, etc. while maintaining hygienic properties [2–4].

Modern requirements for the quality of finished fabrics are becoming stricter, and therefore it is necessary to ensure environmentally friendly technological processes. In this regard, there is a need to use thermosetting resins of a different nature, which would allow to obtain a formaldehyde-free finish. Currently, foreign industry produces low- and formaldehyde-free resins [5].

Experimental part. The aim of this work was to create highly effective technology of low-shrinkage, low-shrinkage finishing of viscose-staple fabric for dress use on the basis of new low- and nonformaldehyde finishing preparations.

Kinetic regularities of thermosetting resin fixation in hot air have been studied, optimal technological parameters of finishing process have been determined.

Subjects of the research were viscose-staple (filament fibers in the base, staple fibers in the weft), emulsion 3 (30% emulsion of H21642 oil), thermosetting resin Sakotex PU, resin concentration (BF-modified dimethyl dihydroxyethylenemachivin – nonformaldehyde; Fortex-a precondensate of thermosetting resin based on a hydroxyethylene urea derivative with an integrated catalyst-low-formaldehyde) ranged from 120 to 180 g/L with an interval of 30 g/L, NH_4Cl and MgCl_2 catalysts.

The data presented in Table 1 showed that low-formaldehyde and non-formaldehyde resins impart the necessary effect of unkink ability and linear size stabilization to viscose-staple fabrics, but when used in rather high concentrations, which is uneconomical. In addition, the mechanical strength of the fabric is significantly reduced, and in the case of formaldehyde-free resins, a change in color shade is observed during heat treatment, and white fabrics turn yellow.

Optimization of urea-formaldehyde resin finishing process was carried out by searching for possibilities to reduce free formaldehyde content.

Washing the fabric after finishing allows to remove unreacted chemical reagents and absorbed formaldehyde.

One of the ways to reduce free formaldehyde release during the fabric operation is to use formaldehyde acceptors in the washing baths. Compounds used as formaldehyde acceptors must be water-soluble, well-diffuse into fibers, be non-volatile, not evaporate under heat treatment conditions, not have alkaline properties and at the same time not decrease pH on fabric, which may cause hydrolysis of transverse bonds in the fiber.

In the present work, such compounds as: urea, PPS preparation were used as formaldehyde acceptors. The data are presented in Table 2.

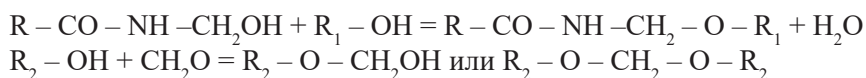
Table 1. Quality indexes of viscose-staple fabric after finishing

Composition and concentrations, g/l	Stretchability-coefficient, %	Change of linear dimensions at wet processing, %		Abrasion resistance, count of cycles	Percent drop of breaking load, %	
		Stock	basis		Stock	basis
GOST	57	-3,5	±2	1300	25	40
Formaldehyde-free resin (Otexid BF) – 180 Emulsion 3 – 15 MgCl ₂ – 36	57	-3	+2,5	1300	4,0	7,0
Low-formaldehyde resin (Fortex) – 150 Emulsion3 – 15	57	-3	+1,0	1300	4,0	7,5
Urea-formaldehyde resin (Sacatex PU) – 80 Emulsion 3 – 15 NH ₄ Cl – 4,5	60	-3	+2,0	1370	+4,0	+10,7

Table 2. Changes in free formaldehyde content after washing with acceptors

Compositions	Stretchabilitycoefficient, %		Free formaldehyde content, µg/g	
	Before	After	Before	After
Suggested variant, washed with urea	60	57	350	50
Suggested variant, washed with PFS	60	58	350	80

From the literature data, it is known that good results in reducing the content of free formaldehyde in the fabric are achieved by adding polyatomic alcohols: ethylene- and diethylene glycol, sorbitol, polyethylene glycol. In this work, it was assumed that polyalcohols present in the PPS preparation can react with the hydroxyl groups of dimethylolurea and with formaldehyde to form acetyls or semiacetyls:



Obviously, the reduction of formaldehyde content on the fiber material using compounds containing NH – groups is based on the fact that NH – group can form N – methylene compounds with formaldehyde.

Thus, application of urea and PFS as formaldehyde acceptors during washing allows to reduce formaldehyde content on a fibrous material by 86% (with urea) and by 77% (with PFS) in comparison with the fabric treated without acceptor.

Introduction of polyatomic alcohols in the finishing composition allows to reduce the amount of free formaldehyde 2–3 times. Due to their high boiling

point, the polyatomic alcohols do not decompose at the temperature of heat treatment. As suggested above, they can react with hydroxyl groups of finishing preparations, forming esters and with formaldehyde, forming acetals or semiacetals. By reacting with the free hydroxymethyl groups of the crosslinking reagents, the polyatomic alcohols protect them from hydrolysis and hence prevent the release of free formaldehyde.

Analysis of the data obtained during treatment of fabric with formaldehyde-containing preparations shows that due to the use of effective components in the finishing composition, first of all amino-functional softener of new generation, there is a possibility to reduce the amount of urea-formaldehyde resins, which leads to a decrease in free formaldehyde emission. In addition, it is necessary to take measures such as mandatory washing after finishing, which reduces the release of free formaldehyde by an order of magnitude (tab. 3).

Table 3. Changes in the amount of free formaldehyde from the concentration of acceptors in the impregnation bath

Variants	Free formaldehyde content, µg/g						
	Amount of additive						
	0	0,5	1	2	3	5	7
Sakotex PU 80 g/l NH ₄ Cl 5 g/l Emulsion (3) 15 g/l PFS	350	270	145	170	180	220	260
Sakotex PU 80 g/l NH ₄ Cl 5 g/l Emulsion (3) 15 g/l Sorbitol	350	265	135	165	185	200	250
Sakotex PU 80 g/l NH ₄ Cl 5 g/l Emulsion (3) 15 g/l Urea	350	280	220	200	175	160	280

In this case to increase the efficiency of reduction of free formaldehyde by 2–3 times is possible through the introduction of formaldehyde acceptors in the impregnating solution and in the washing bath. Selection of effective catalysts, for example magnesium chloride with acetic acid, also allows reducing the amount of free formaldehyde.

The indicated measures to reduce the content of free formaldehyde on textile materials allowed to minimize the emitted formaldehyde, which did not exceed the established norms when selling fabrics in the domestic market.

Conclusions. Thus, companies have a choice:

– or to use preparations that would provide the lowest formaldehyde content, requiring high temperatures, concentrations of resins and catalysts and yet have a high cost;

- or the use of domestically produced resins, which have lower cost, used on the basis of highly efficient technology, which provides a reduction of formaldehyde emitted for the industrial standard in the amount of 50–150 mcg/g;
- or use of formaldehyde-free resins for a very limited range of fabrics, in this case smooth-dyed and white fabrics are excluded.

ФОРМАЛЬДЕГІД ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Резнікова В.В. – к.т.н.,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати дослідження впливу смол різної природи для заключної обробки віскозних тканин. Встановлено можливість зниження вмісту вільного формальдегіду на тканинах, що дозволяє покращити гігієнічні показники тканини. Також у статті представлені результати дослідження амінореактивного пом'якшувача для надання малозминальності тканин із віскозних волокон. Встановлено оптимальні концентрації кремнійорганічного пластифікатора, що дозволяють отримати максимальний ефект. Екологічні проблеми текстильної промисловості здебільшого пов'язані з вирішенням питань, пов'язаних з утилізацією та регенерацією відходів виробництва: очищення стічних вод; створення системи обігового водопостачання; очищення повітря робочої зони від пилу та інше.

На жаль, іншому аспекту екологічних проблем текстильної промисловості – екологічному контролю саме текстильних виробів – присвячено порівняно невелику кількість робіт. Екологічна безпека текстильної продукції та технології її виробництва є актуальною. Текстильна сировина та технології їх виробництва, а також екологічна безпека виробів з них, надає негативний вплив на людину та дітей, як свідчить аналіз інформаційних джерел. Особливо шкідливими, як відомо, для людини виявилися технології їхнього відбілювання, фарбування, друкування, а також спеціальна заключна обробка текстильних матеріалів формальдегідними препаратами.

Особливо шкідливим, як відомо, для людини та довкілля виявилися технології їх вибілювання, фарбування, друкування, а також спеціального оброблення текстильних матеріалів формальдегідумісними обробними препаратами. Тому не випадково останнім часом у практиці текстильного виробництва всіх країн особливо увага приділяється застосуванню екологічнобезпечних ресурсо- та енергозберігаючих, безформальдегідних, а також перспективних нано-, біо- і хімічних технологій. І, навпаки, обмежується застосування або навіть відмовляються від тих окремих технологій текстильного виробництва, які є шкідливими для людини та довкілля, хоча з їх використанням раніше випускалася крупнотоннажна продукція.

Ключові слова: технологія, забруднення, навколишнє середовище, шкода здоров'ю людини, екологічна проблема.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фомченкова Л.Н. Рынок химических волокон комплексных нитей. *Текстильная промышленность*. 2007. № 1–2. С. 39–41.

2. Костюк В.В., Сарібєкова Д.Г. Использование аминифункциональных мягчителей с термореактивными смолами для заключительной отделки вискозных тканей. *Вестник ХНУ*. 2008. № 1. С. 118–121.
3. Резнікова В.В. Екологічні проблеми в текстильній промисловості. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 122. С. 324–328.
4. Резнікова В.В., Козичар М.В. Екологічні проблеми високоякісної обробки віскозних тканин. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: зб. матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, 21–22 жовтня 2021 р. Херсон: Олді-плюс, 2021. С. 234–237.
5. Шубина Е.В. Новая технология малосминаемой отделки текстильных материалов. *Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности*. 2003. № 270. С. 73–76.

REFERENCES

1. Fomchenkova L.N. (2007). *Rynok khimicheskikh volokon kompleksnykh nitey* [The market for chemical fibres in complex yarns]. *Tekstil'naya promyshlennost'*, no. 1–2, 39–41. [in Russian].
2. Kostyuk V.V., Saribekova D.G. (2008). *Ispol'zovaniye aminofunktsional'nykh myagchiteley s termoreaktivnimi smolami dlya zaklyuchitel'noy otdelki viskoznykh tkaney* [Use of aminofunctional softeners with thermosetting resins for final finishing of viscose fabrics]. *Vestnik KHNU*, no. 1, 118–121. [in Russian].
3. Reznikova V.V. (2021). *Ekolohichni problemy u tekstyl'niy promyslovosti tkaney* [Ecological problems in the textile industry]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk*, vol. 122, 324–328. [in Ukrainian].
4. Reznikova V.V., Kozychar M.V. (2021). *Ekolohichni problemy vysokoyakisnoyi obrobky viskoznykh tkanyn* [Ecological Problems of High-Volume Treatment of Wax Fabrics]. *Proceeding of the Ekolohichni problemy dovkillya ta ratsional'noho pryrodokorystuvannya v konteksti staloho rozvytku* (Ukraine, Kherson, October 21–22, 2021), Kherson : Oldi-plyus, pp. 234–237. [in Ukrainian].
5. Shubina Ye.V. (2003). *Novaya tekhnologiya malosminayemoy otdelki tekstil'nykh materialov* [New technology for low-wrinkle finishing of textile materials]. *Izvestiya VUZov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*, no. 270, 73–76. [in Russian].

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

УДК 502.51:504(477.72)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.10>

ВИКОРИСТАННЯ *EICHHORNIA CRASSIPES* ТА *LEMNA MINOR* ДЛЯ ДОДАТКОВОГО ОЧИЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ

Пічура В.І. – д. с.-г. н., професор,

Потравка Л.О. – д. е. н., професор,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com

На сучасному етапі водовідведення та очищення комунальних і багатьох типів каналізаційно-скидних вод на території України переважно використовують традиційні технології біологічного очищення в аеротенках процесом аеробного окиснення за участю активного мулу, які характеризуються низькою ефективністю. Скиди неочищених та умовно очищених вод призводять до виникнення анаеробних процесів, гниття, органічних забруднень, що обумовлює непридатність водойм та водотоків приймачів каналізаційно-скидних вод для водокористування, призводить до замору риби, цвітіння та їх заростання. Визначено, що ефективними є біологічні технології очистки та доочистки каналізаційно-скидних вод, які передбачають застосування гідрофітів. В умовах зростання рівня антропогенного навантаження на водні ресурси, еколого-біологічне та господарське обґрунтування застосування вищих водних рослин для забезпечення біологічної очистки каналізаційно-скидних вод є актуальним. Об'єктом дослідження визначено процес покращення якості каналізаційно-скидних вод міста Херсон із застосуванням вищих водних рослин. Дослідження стану якості каналізаційно-скидних вод та ефективності їх очистки проводилися у три етапи: I етап – «стан до очистки», II етап – «стан після механічно-біологічної очистки» існуючими міськими очисними спорудами, III етап – «стан після додаткового очищення гідрофітами». З метою визначення ефективності використання гідрофітів для додатково очищення у один ставок-відстійник було висаджено *Eichhornia crassipes* (водний гіацинт) і багаторічна водна рослина *Lemna minor*. В результаті проведеного експерименту визначено високу ефективність використання гідрофітів для додаткової очистки каналізаційно-стічних вод. Зокрема, ефективність доочистки у ставках-відстійниках залишку завислих речовин за 40 днів склала 32%, від токсичних солей в межах 13,0–23,0%, нафтопродуктів – 30,0%, біогенних речовин – 68,5–83,3%. Це призвело до зменшення значення хімічного та біологічного споживання кисню за 5 діб на 89,6% та 61,2% відповідно. Ефективність очистки стічних вод від токсичних солей та нафтопродуктів сягало до 97,7%, від мінеральних та органічних полютантів до 99%, це значно підвищило якість скидних вод за рибогосподарськими критеріями. Зокрема, враховуючи високу поживну цінність *Eichhornia crassipes* та *Lemna mi-*

nor, було одержано 12,5 тонн сирової маси гідрофітів, яку можна використовувати у якості сидератів, кормів для сільськогосподарських тварин, птиці та риби.

Ключові слова: якість води, каналізаційні скиди, очисні системи, *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor*, політанти, очистка води.

Постановка проблеми. Посилення забруднення поверхневих вод та деградація природного стану водних об'єктів призвело до значного скорочення гідромережі, дефіциту водних ресурсів та їх непридатності без додаткової очистки для комунальних, рибогосподарських потреб та зрошення. Основними причинами погіршення поверхневих вод є зарегулювання водотоків та зменшення стоку [1], скидання неочищених та недостатньо очищених стоків [2], масова вирубка лісів [3, 4], знищення водоохоронних зон, скорочення природних угідь, порушення агротехніки на водозборах (розорювання схилів та заплав) [5] призвело до посилення проявів ерозійних процесів [6, 7], абразії берегів, замулення, зарегулювання та деградації водотоків. На ряду із постійним підвищенням антропогенного навантаження зростає частота негативних проявів кліматичних змін на стан водних ресурсів та водозбірних басейнів [8, 9], що призводить до трансформації структурно-функціонального природного стану ландшафтних і аквально-структур.

Скиди неочищених та умовно очищених вод призводять до виникнення анаеробних процесів, гниття, органічних забруднень, що обумовлює непридатність водойм та водотоків приймачів каналізаційно-скидних вод для водокористування, призводить до замору риби, цвітіння та їх заростання. Скидні води комунальної та промислової галузі є небезпечними, характеризуються високою концентрацією завислих речовин, синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), високомолекулярних органічних сполук, іонів важких металів, радіонуклідів, нафтопродуктів та інших політанти, що унеможлиблює їх використання для задоволення рибогосподарських потреб та зрошення [10–12] тощо.

На сучасному етапі водовідведення та очищення комунальних і багатьох типів каналізаційно-скидних вод на території України використовують традиційні технології біологічного очищення в аеротенках процесом аеробного окиснення за участю активного мулу. Ці технології використовуються з 50–60-х років минулого століття, насамперед, для очищення висококонцентрованих скидних вод. Вони мають низьку ефективність та ряд недоліків, а саме: погіршення ефективності очищення при нерівномірному надходженні скидних вод і концентраціями забруднень, уповільнення процесу очищення в результаті низької та швидкої зміни температури, pH, токсичних для активного мулу речовин, невідповідність якості очищеної води встановленим нормам водокористування, високий рівень надлишкового мулу, який потребує

додаткових витрат на утилізацію [13]. Зокрема, існуючі біологічні очисні споруди не відповідають сучасним вимогам до природоохоронних заходів, не забезпечують належної водоочистки та дотримання гранично допустимих скидів забруднювальних речовин у природні води. Тому, актуальності набуває розробка, апробація та практичне застосування ефективних та низьковитратних технологій очистки скидних вод.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дієвим та ефективним рішенням є застосування біологічних технологій очистки та доочистки каналізаційно-скидних вод із застосуванням гідрофітів [14–16]. Вони покращують хімічні властивості води і являються біологічним фільтром очистки водних ресурсів [17–19]. В умовах зростання рівня антропогенного навантаження на водні ресурси, еколого-біологічне та господарське обґрунтування застосування вищих водних рослин для забезпечення біологічної очистки каналізаційно-скидних вод є актуальним. Зокрема, дослідження практичного застосування гідрофітів представляє значний господарський інтерес для очистки та доочистки каналізаційно-скидних вод з метою їх повторного використання та зменшення навантаження на поверхневі води.

Постановка завдання. Визначити ефективність застосування *Eichhornia crassipes* (водний гіацинт) і багаторічна водна рослина *Lemna minor* для біологічної очистки та доочистки комунальних стоків.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом дослідження визначено процес покращення якості каналізаційно-скидних вод міста Херсон із застосуванням вищих водних рослин. Дослідження стану якості каналізаційно-скидних вод та ефективності їх очистки проводилися у три етапи: I етап – «стан до очистки», II етап – «стан після механічно-біологічної очистки» існуючими міськими очисними спорудами, III етап – «стан після додаткового очищення гідрофітами» (рис. 1).

Міські очисні споруди із загальною площею 85,2 га щодобово очищують 45-50 тис.м³ стоків, які через 17 насосних станцій потрапляють на очисні споруди. Загальна довжина мережі водовідведення становить 297 км. Очисні споруди міста побудовано у 1975 році, вони мають двоступеневу схему очищення стоків: механічна очистка – решітки, пісколовки і первинні відстійники, які утримують важкі забруднення і очищують каналізаційні води на 35–40%; біологічна очистка – очищення стічної води біоорганізмами, життєдіяльність яких підтримується подачею киснем (аеротенки), забезпечується очистка вод до 90% і більше. Далі, вода подається на вторинні відстійники, після яких скидається в правий рукав р. Дніпро – р. Кошову через р. Вірьовчину.

В останні 25 років реконструкцію очисних споруд не проводили, що призвело до зниження ефективності очистки каналізаційно-стічних вод

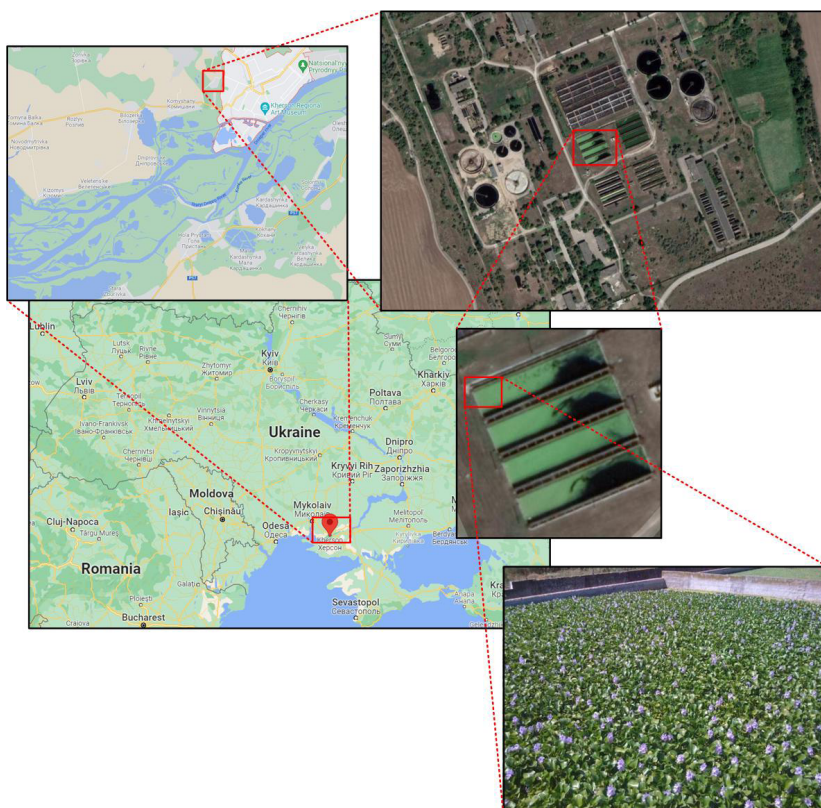


Рис. 1. Місце розташування очисних споруд міста Херсон та дослідних ставків-відстійників для гідролітичного доочищення води

міста Херсон. Тому для проведення третього етапу дослідження результатів доочищення води в один ставок-відстійник висаджено *Eichhornia crassipes* і багаторічну водну рослину *Lemna minor*. Загальна площа чотирьох ставків-відстійників складає 17,2 га із потужністю доочищення каналізаційних скидів до 250 тис. м³. Експеримент третього етапу досліджень був закладений в одному окремо підготовленому ставку-відстійнику площею 1,0 га із глибиною 1,5 метри із фактичним вмістом об'єму каналізаційних стоків 13 000 м³. Розміщення гідрофітів у ставку-відстійнику каналізаційних вод визначена із розрахунку 1 рослина *Eichhornia crassipes* на 5 м² із середньою вагою сирої маси 62,0±10,0 грами та додатковою посадкою *Lemna minor* близько 10% ваги *Eichhornia crassipes*. Загальна маса розміщення гідрофітів на 1,0 га ставка склала близько 136,5 кг. Дослідження проводилося в літній період, тому що у липні-серпні рівень водного споживання та скидів сягає максимуму. Температура води у вторинних відстійниках складала у червні – 26,0–27,5 °С, липні 27,0–34,0 °С, серпні – 28,2–34,5 °С.

Стан якості води на трьох етапах визначався в період 2016–2021 рр. за показниками зміни її гідрохімічних властивостей. Ефективність очищення каналізаційних стоків на очисних спорудах визначалася порівнянням їх якості до подачі і після скиду з очисних споруд у відповідності до методики контролю якості стічних вод [20]. Комплексну оцінку якості каналізаційно-скидних вод здійснено за різними методиками, діючими в Україні нормативами якості води поверхневих водних об'єктів за значенням гранично допустимої концентрації (*ГДК*) для рибогосподарського призначення [21, 22]. Для обробки та аналізу вхідних даних використані ліцензійні програмні продукти STATISTICA Advanced + QC for Windows v.10 Ru.

Результати дослідження та їх обговорення. Водовідведення побутових та промислових стоків здійснюється самотічно каналізаційною системою міста Херсон, потужність її складає до 250 тис.м³ на добу. Близько 60% каналізаційної системи міста знаходиться в незадовільному технічному стані, це призводить до систематичного їх прориву, витоку та перерозподілу каналізаційних стоків в ґрунтових водах, які гідравлічно пов'язані із неогеновими горизонтами водопостачання міста. Для підтримки задовільного стану мережі необхідно щорічно оновлювати не менше 5% (45 км/рік) її довжини, за фактичними даними в період 2016–2021 рр. щорічно відновлювалося близько 0,8% каналізаційної мережі. Окрім цього, у період 2016–2021 рр. щоденні обсяги каналізаційного водовідведення на очисні споруди міста (смт Комишани) складають 45–50 тис. м³, які через біологічні ставки умовно очищеними скидаються в правий рукав Дніпра.

Визначено негативний вплив цих скидів на погіршення стану гідроекосистем Нижнього Дніпра, що підсилюється погіршенням технічних умов очисних споруд, зокрема, невчасна очистка біологічних ставків приводить до скиду значної кількості забрудненого мулу, що викликає потрапляння в річку близько 400 тонн поверхнево-активних речовин, окисів азоту, сірки, фосфору, нафтопродуктів тощо.

Встановлено, що у період 2016–2021 рр. середнє значення окремих показників гідрохімічних властивостей каналізаційних скидів (табл. 1), які надходять безпосередньо до акваторії р. Вирьовчиної і перерозподіляються до річок Кошова та Дніпро за критеріями рибогосподарського призначення перевищувало *ГДК*: вмісту завислих речовин в 4,2 рази, фосфатів – 3,6 рази; сухого залишку – 1,3 рази; сульфатів – 1,7 рази; хлоридів – 1,2 рази; натрію+калію – 2,6 рази; азоту амонійного – 3,8 рази; нафтопродуктів – 2,0 рази.

Значною характерною ознакою зміни якості каналізаційних стоків є хімічне споживання кисню (XCK_5) та біологічне споживання кисню за 5 діб (BCK_5) споживання кисню: значення XCK_5 ($ГДК=2,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) до очистки $400,0 \pm 52,3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, після очистки $54,2 \pm 9,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, ефективність очистки 86,45%; значення BCK_5 ($ГДК=2,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) до очистки

Таблиця 1. Гідрохімічні характеристики каналізаційних стоків у місці скиду за період 2016–2021 рр.

Сезон та роки		Завислі речовини, мг/л ³	pH	Сухий залишок, мг/л ³	Сульфати мг/л ³	Хлориди мг/л ³	Фосфати мг/л ³	Кальцій мг/л ³	Магній мг/л ³	Натрій + Калій мг/л ³	Азот амонійний мг/л ³	Азот нітратний мг/л ³	Нафтопродукти, мг/л ³
ГДК за рибогосподарськими критеріями													
Значення ГДК		20	6,5–8,5	1000	100	300	3,5	180	50	120	0,50	40	0,05
До очистки	$\bar{x}$	2327	8,2	32568	5733	6236	51,7	151,2	32,3	1226,7	49,2	186,7	0,12
	σ	441,3	0,24	4501	529	350	6,8	70,5	14,8	271,8	10,8	41,3	0,04
Після очистки	$\bar{x}$	84,0	8,5	1300	168	365,7	12,6	150,3	4,4	313,9	1,9	25,7	0,10
	σ	12,5	0,3	207,0	20,8	43,6	1,8	47,9	1,4	69,6	0,8	12,3	0,04
+/-		-2243	0,35	-31268	-5565	-5870	-39,1	-0,87	-27,9	-912,8	-47,3	-161	-0,02
Перевищення ГДК		4,2	–	1,3	1,7	1,2	3,6	–	–	2,6	3,8	–	2,0

200,0±34,5 мгО₂/дм³, після очистки 14,50±2,17 мгО₂/дм³, ефективність очистки 92,75%.

Зміну гідрохімічних властивостей каналізаційних стоків обґрунтовано вираженою сезонною динамікою, яка характеризується зміною обсягу використання води у господарсько-побутовій діяльності населення. До очисних систем в осінній період винос сухого залишку (солі, ґрунтово-піщані компоненти та біогенно-детритні частки) в 1,4 рази менший ніж в літній період. Тому ефективність очистки каналізаційних стоків залежить від кількості забруднюючих речовин, які надходять до очисних споруд. Тому ефективність очисних систем м. Херсон за різницею показників гідрохімічних властивостей приходу і скиду каналізаційних вод складає 50,0–97,0% (табл. 2).

Таблиця 2. Ефективність очистки каналізаційних стічних вод на очисних спорудах, %

Сезон та роки	Завислі речовини, мг/дм ³	Температура С°	pH	Мінералізація (сухий залишок) мг/дм ³	Сульфати мг/дм ³	Хлориди мг/дм ³	Фосфати мг/дм ³	Азот амонійний мг/дм ³	Азот нітратний мг/дм ³	Нафтопродукти, мг/дм ³
Червень 2020	55	0	1,22	95	97	94	75	95	95	58
Липень 2020	69	0	0	97	97	94	78	95	92	8
Серпень 2020	65	0	0	97	97	95	75	96	92	0
Червень 2021	68	0	1,22	96	96	95	77	93	89	75
Липень 2021	67	0	0	95	96	94	78	92	82	50
Серпень 2021	57	0	0	95	96	93	77	95	83	92

Результати дослідження гідрохімічних властивостей стану очищених каналізаційних стоків у місці їх скиду свідчать про суттєве зменшення поллютантів, які потрапляють з каналізаційними водами на очисні системи. Однак, у місці скиду річкової акваторії гідрохімічні властивості каналізаційних вод за окремими показниками перевищують значення ГДК для потреб рибогосподарського призначення в 4 рази.

Для зменшення швидкості та обсягу винесення поллютантів каналізаційними стоками міста в літній період та запобігання погіршення екологічного стану гідроекосистем річок нами запропоновано розміщення *Eichhornia crassipes* багаторічної водної рослини *Lemna minor* у ставок-відстійник вторинної аерації для додаткового очищення каналізаційних стоків. *Eichhornia crassipes* разом із *Lemna minor* здатні споживати біогенні речовини (азот, фосфор) та накопичувати важкі метали (свинець, ртуть, мідь, кадмій, нікель, кобальт, олово, марганець, залізо, цинк, хром), радіонукліди (цезій, стронцій, церій, кобальт та ін.). В результаті біохімічних процесів у кореневій

системі ейхорнії відбувається окислювально-відновлювальні реакції, які обумовлюють переробку високомолекулярних сполук у низькомолекулярні і виокремлення необхідних хімічних елементів живлення. Гідрофіти добре пристосовується до умов довкілля та здатні інтенсивно трансформувати органічні та неорганічні сполуки з водних розчинів. Водночас, концентруючись у великих кількостях, можуть ефективно мінералізувати детрит та контролювати чисельність мікроорганізмів. Тому використання гідрофітів підвищить ефективність біологічної додаткової очистки каналізаційних стоків та забезпечить розширення виробництва кормових ресурсів.

Ефективність використання *Eichhornia crassipes* та *Lemna minor* для додаткового очищення каналізаційних стоків вивчали у літні періоди 2016–2021 років, температуру повітря становила від 35,0 °C у червні до 46,0 °C у липні та серпні, температура води у відкритих водоймах варіювала від 26,0 °C у червні до 34,0 °C у липні та серпні. Дослідження швидкості очистки каналізаційних вод у ставках-відстійниках досліджувалося впродовж 40 днів, із частотою водозабору для фіксації значень гідрохімічних показників якості води кожні 10 днів (табл. 3).

Встановлено, що вміст поллютантів впродовж всього періоду досліджень додаткової очистки мали тенденцію до зменшення. Зокрема, ефективність доочистки у ставках-відстійниках залишку завислих речовин за 40 днів склала 32% – від $84,0 \pm 12,5$ мг/дм³ (4,20 ГДК) до $57,1 \pm 8,5$ мг/дм³ (2,86 ГДК). Значення рН варіювало в межах 8,05–8,50, що відповідало нормативу ГДК із незначною лужністю. Вміст сульфатів та хлоридів в період доочистки із застосуванням гідрофітів зменшився на 23,0% та 13,0% відповідно і становили при скиді очищених вод у акваторію річки 1,3 ГДК сульфатів та 1,06 ГДК хлоридів.

Високу ефективність застосування *Eichhornia crassipes* разом із *Lemna minor* зафіксовано у додатковій очистці каналізаційних вод від вмісту біогенних речовин. Неконтрольоване потрапляння у поверхневі води підвищеного вміст біогенних речовин із стічними водами являється однією із основних проблем погіршення трофічного стану акваторій водойм та річок та заростання їх синьо-зеленими водоростями. В результаті додаткової очистки вміст фосфатів у каналізаційно-стічних водах знизився на 83,3% – від $12,6 \pm 1,8$ мг/дм³ (3,60 ГДК) до $2,1 \pm 0,3$ мг/дм³ (0,60 ГДК), азот амонійний знизився на 75,8% – від $1,90 \pm 0,80$ мг/дм³ (3,80 ГДК) до $0,46 \pm 0,20$ мг/дм³ (0,92 ГДК), вміст азоту нітратного знизився на 68,5% – від $25,7 \pm 12,3$ мг/дм³ (0,64 ГДК) до $8,1 \pm 3,9$ мг/дм³ (0,20 ГДК). Незначна ступінь додаткового очищення у ставках-відстійниках гідрофітами зафіксовано наступних солей: вміст магнію знизився на 10,9% і становив 0,08 ГДК, кальцію на 13,8% і становив 0,72 ГДК, вміст натрію+калію знизився на 14,0% і становив 2,24 ГДК. Вміст нафтопродуктів знизився на 30,0% і становив 1,4 ГДК.

Таблиця 3. Динаміка значень гідрохімічних показників якості каналізаційних вод у ставках-відстійниках із додатковою очисткою за допомогою *Eichhornia crassipes* та *Lemna minor*

Показники якості води	Період очистки води, діб					Ефективність очистки за 40 діб, %
	0	10	20	30	40	
Завислі речовини, мг/дм ³	84,0±12,5	75,9±11,3	74,5±11,0	60,9±9,0	57,1±8,5	32,0
pH	8,50±0,30	8,05±0,28	8,25±0,29	8,30±0,29	8,30±0,29	–
Сухий залишок, мг/дм ³	1300±207	1245±198	1210±192	1170±185	1120±178	13,8
Сульфати, мг/дм ³	168,0±20,8	137,1±16,9	135,3±16,7	132,8±16,4	129,4±16,0	23,0
Хлориди, мг/дм ³	365,7±43,6	341,9±40,5	330,1±39,5	323,9±38,6	318,2±37,9	13,0
Фосфати, мг/дм ³	12,6±1,8	11,8±1,7	8,1±1,2	5,9±0,8	2,1±0,3	83,3
Кальцій, мг/дм ³	150,3±47,9	138,7±44,2	136,0±43,3	133,7±42,6	129,6±41,3	13,8
Магній, мг/дм ³	4,40±1,40	4,26±1,37	4,18±1,33	4,01±1,27	3,92±1,23	10,9
Натрій + Калій, мг/дм ³	313±69,6	291±64,7	282±62,6	275±61,2	269±59,9	14,0
Азот амонійний, мг/дм ³	1,90±0,80	1,22±0,51	0,83±0,31	0,62±0,24	0,46±0,20	75,8
Азот нітратний, мг/дм ³	25,7±12,3	18,3±8,8	14,9±7,1	10,2±4,9	8,1±3,9	68,5
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,10±0,04	0,09±0,04	0,07±0,03	0,07±0,03	0,07±0,03	30,0
ХСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	54,20±9,80	38,8±7,02	21,68±3,92	12,85±2,32	5,62±1,02	89,6
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	14,50±2,17	13,9±2,08	6,83±1,02	6,10±0,91	5,62±0,84	61,2

Одним із головних показників, що характеризує ступінь і динаміку очищення або самоочищення забруднених стічних вод являється хімічне споживання кисню. Він визначається кількістю кисню, витраченого на окиснення забруднюючих хімічних речовин, що містяться в одиниці об'єму води, за певний час (5 діб – ХСК₅, 10 діб – ХСК₁₀ тощо). Найбільші значення окислювання властиві водам, які мають високий вміст біогенних речовин. Хімічне споживання кисню за 5 діб в результаті додаткового очищення гідрофітами знизилося на 89,6% – від $54,20 \pm 9,80 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ (27,1 ГДК) до $5,62 \pm 1,02 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ (2,81 ГДК). Значення ХСК₅, при скиданні стічних вод в акваторію річки характеризувалося на межі класів «середня ($5,0\text{--}10,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) – мала ($2,0\text{--}5,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$)» окислювання води. На ряду із ХСК₅ важливим показником ефективності очистки стічних вод є біохімічне споживання кисню (БСК), який характеризує кількість розчиненого кисню, що використовується водними організмами для кисневого розкладання органічних речовин, що надходять у воду для свого росту, розмноження і створення біомаси. Зокрема, значення БСК залежить від наявності у воді органічних забруднювачів. Зростання показника БСК призводить до дефіциту розчиненого кисню у воді, що негативно позначається на умовах життя водних організмів. Біохімічне споживання кисню за 5 діб в результаті додаткового очищення гідрофітами знизилося на 61,2% – від $14,50 \pm 2,17 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ (7,25 ГДК) до $5,62 \pm 0,84 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ (2,81 ГДК), що межує в класах «середня ($5,0\text{--}10,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) – мала ($2,0\text{--}5,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$)» біологічного споживання кисню. Швидкість додаткового очищення каналізаційних стоків гідрофітами від політантів у ставках-відстійника математично описані у таблиці 4.

Таблиця 4. Функції швидкості очистки каналізаційних стоків гідрофітами *Eichhornia crassipes* та *Lemna minor*

Показники якості води	Функція	Кореляція, r	Детермінація, r ²
Завислі речовини, мг/дм ³	$y = -0,688t + 84,24$	0,974	0,948
Сухий залишок, мг/дм ³	$y = -4,35t + 1296$	0,997	0,995
Сульфати, мг/дм ³	$y = 0,0388t^2 - 2,3664t + 164,58$	0,946	0,895
Хлориди, мг/дм ³	$y = 0,0299t^2 - 2,3243t + 364,53$	0,995	0,991
Фосфати, мг/дм ³	$y = -0,269t + 13,48$	0,984	0,968
Кальцій, мг/дм ³	$y = 0,011t^2 - 0,904t + 149,14$	0,975	0,951
Магній, мг/дм ³	$y = -0,0121t + 4,396$	0,995	0,990
Натрій + Калій, мг/дм ³	$y = 0,0243t^2 - 2,0114t + 311,66$	0,993	0,987
Азот амонійний, мг/дм ³	$y = 0,0009t^2 - 0,0697t + 1,8763$	0,998	0,996
Азот нітратний, мг/дм ³	$y = 0,0066t^2 - 0,6987t + 25,429$	0,996	0,993
Нафтопродукти, мг/дм ³	$y = -0,0008t + 0,096$	0,894	0,800
ХСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	$y = 1,7593t^2 - 22,867t + 75,878$	0,998	0,997
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	$y = 0,47t^2 - 5,376t + 20,348$	0,936	0,877
<i>t</i> – час очищення каналізаційних вод від забруднювачів, доба			

У результаті застосування комбінованого очищення каналізаційно-стічних вод із застосуванням існуючої системи механічно-біологічної очистки та додаткового очищення гідрофітами *Eichhornia crassipes* та *Lemna minor* у період максимального водоспоживання та водовідведення, ефективність очистки стічних вод від токсичних солей та нафтопродуктів (рис. 2) варіює в межах 14,0–97,7%, від мінеральних та органічних поллютантів (рис. 3) в межах 96,0–99,0%.

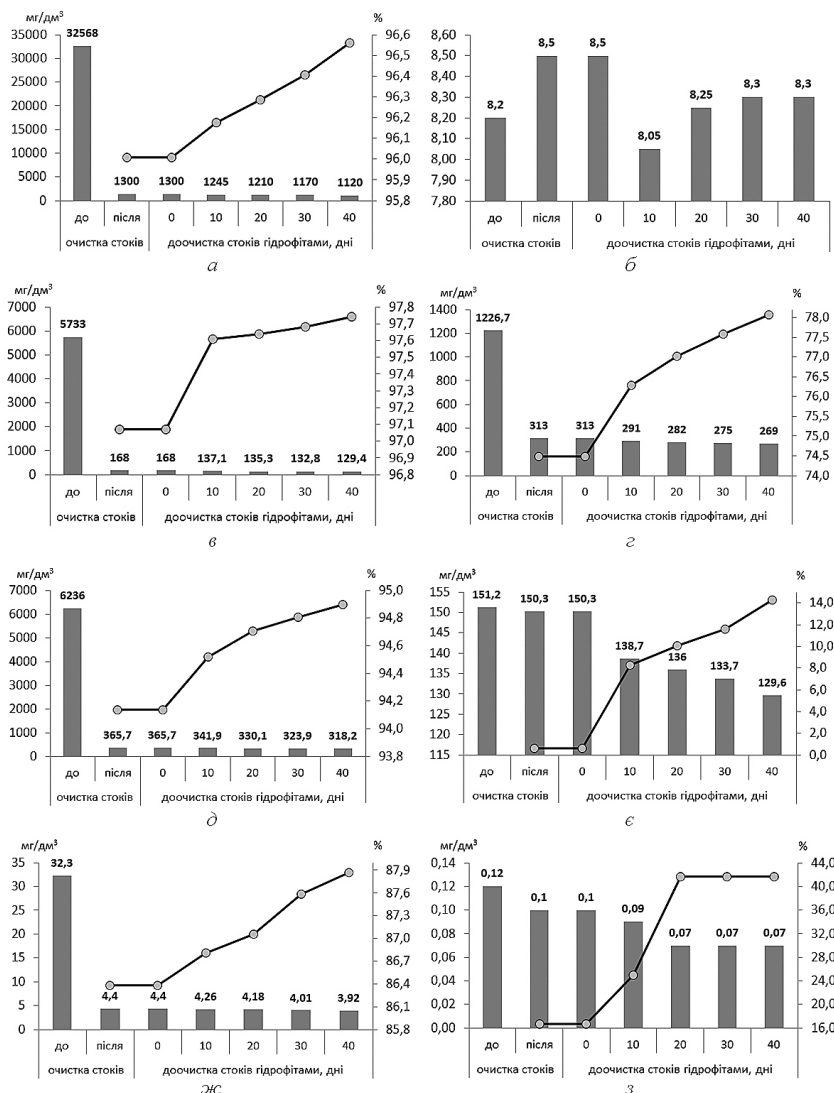


Рис. 2. Комбінована очистка каналізаційних стоків від солей та нафтопродуктів: а – сухий залишок; б – рН; в – сульфати; г – натрій + калій; д – хлориди; е – кальцій; ж – магній; з – нафтопродукти

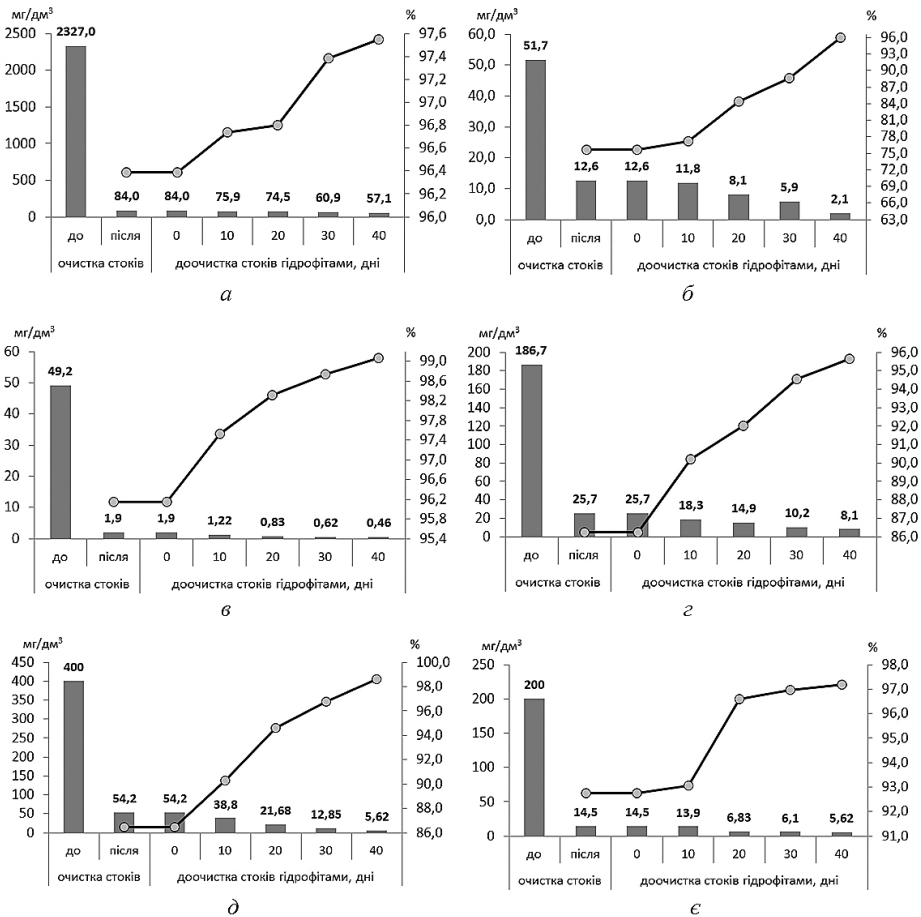


Рис. 3. Комбінована очистка каналізаційних стоків від мінеральних та органічних поліютантів: а – завислі речовини; б – фосфати; в – азот амонійний; г – азот нітратний; д – ХСК5; є – БСК5

За результатами дослідження встановлено, що фітомаса однієї рослини *Eichhornia crassipes* за 40 днів збільшилася на $14,5 \pm 8,6$ грам. Це обумовлено високим температурним режимом в літній період та надходженню на доочистку у ставки-накопичувачі каналізаційних вод із високою концентрацій біогенних речовин, які забезпечують добрі вегетаційні умови гідрофітів. Швидкість розмноження *Eichhornia crassipes* описується математичною функцією $y = 0,5e^{0,3466t}$. Загальна біопродуктивність гідрофітів у ставку-відстійнику за 40 днів додаткової очистки каналізаційних вод склала більше 12,5 тонн сирової маси, тобто $1,25 \text{ кг/м}^2$.

Встановлено, що склад зеленої маси *Eichhornia crassipes*, висаджених для додаткової очистки стічних водах, характеризувався високим

вмістом вологи (94,0–88,9%), протеїнів у межах 20–30 кг/т зеленої маси, азоту – 20–35 кг/т, фосфору – 12–17 кг/т, каротину – 35–40 кг/т. Гідрофіти *Eichhornia crassipes* та *Lemna minor* використовують в якості сидерату, для забезпечення кормами галузь тваринництва та рибництва.

Висновки. За результатами дослідження доведено високу ефективність використання *Eichhornia crassipes* разом із *Lemna minor* для додаткової очистки міських каналізаційних стоків. Ефективним є використання гідрофітів в літній період. Літній температурний режим зони Степу в межах 35,0–46,0 °С забезпечує прогрів каналізаційних вод у ставках-відстійниках від 26,0 до 34,5 °С, що обумовлює умови розвитку гідрофітів та споживання ними поллютантів із води. Встановлено, що існуюча системи очистки міських каналізаційних вод не повною мірою забезпечує умови очистки стоків, які надходять безпосередньо до акваторії річок. Вміст поллютантів у скидних каналізаційних водах після очистки за критеріями рибогосподарського призначення перевищувало рівень їх граничнодопустимої концентрації, зокрема: вмісту завислих речовин в 4,2 рази, фосфатів – 3,6 рази; сухого залишку – 1,3 рази; сульфатів – 1,7 рази; хлоридів – 1,2 рази; натрію+калію – 2,6 рази; азоту амонійного – 3,8 рази; нафтопродуктів – 2,0 рази. В результаті експериментального розміщення *Eichhornia crassipes* та *Lemna minor* у ставку-відстійнику підвищило ефективність додаткової очистки каналізаційно-стічних вод. Зокрема, ефективність доочистки у ставках-відстійниках залишку завислих речовин за 40 днів склала 32%, від токсичних солей в межах 13,0–23,0%, нафтопродуктів – 30,0%, біогенних речовин – 68,5–83,3%. Це призвело до зменшення значення хімічного та біологічного споживання кисню за 5 діб на 89,6% та 61,2% відповідно. Ефективність очистки стічних вод від токсичних солей та нафтопродуктів сягало 97,7%, від мінеральних та органічних поллютантів до 99,0%, це значно підвищило якість скидних вод за рибогосподарськими критеріями. Зокрема, враховуючи високу поживну цінність *Eichhornia crassipes* та *Lemna minor*, було одержано 12,5 тонн сирої маси гідрофітів для їх використання у якості сидератів, кормів для сільськогосподарських тварин, птиці та риби.

USE OF *EICHHORNIA CRASSIPES* AND *LEMNA MINOR* FOR ADDITIONAL TREATMENT OF MUNICIPAL DRAINS

Pichura V.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Potravka L.O. – Doctor of Economics, Professor
Kherson State Agrarian and Economic University
pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com

At the present stage of drainage and treatment of municipal and many other types of wastewater in Ukraine mainly have been used traditional technologies of biological treatment in aeration tanks by aerobic oxidation with the participation of activated sludge, which are characterized by low efficiency. Discharges of untreated and conditionally treated waters have led to anaerobic processes, decay, organic pollution, which caused unsuitability of reservoirs and watercourses of sewage receivers for water usage, led to fish death, flowering and overgrowth.

It was determined that efficient biological technologies for cleaning and post-treatment of wastewaters, as a transfer of water pollution. In condition of the growing level of anthropogenic pressure on water resources, ecological, biological and economic justification for the usage of the higher aquatic plants to ensure biological treatment of sewage and waste waters was relevant. The object of the investigation was the process of reducing the capacity of the sewerage-wastewaters of Kherson area from the flooding of the higher aquatic plants. Studies of the quality of sewage and wastewater treatment efficiency were conducted in three stages: Stage I – "state before treatment", Stage II – "state after mechanical and biological treatment" of existing municipal treatment plants, Stage III – "state after additional treatment with hydrophytes". *Eichhornia crassipes* (water hyacinth) and perennial aquatic plant *Lemna minor* were planted in one settling pond to determine the efficiency of using hydrophytes for additional cleaning.

As a result of the conducted experiment the high efficiency of usage of hydrophytes for additional sewage treatment was determined. In particular, the efficiency of additional treatment in the settling ponds of the residue of suspended solids for 40 days was 32%, from toxic salts in the range of 13.0–23.0%, petroleum products – 30.0%, nutrients – 68.5–83.3%. It has led to a decrease in the value of chemical and biological oxygen consumption for 5 days by 89.6% and 61.2%, respectively. The efficiency of wastewater treatment from toxic salts and petroleum products has reached 97.7%, from mineral and organic pollutants up to 99%, which significantly improved the quality of wastewater according to fishery criteria. In particular, including the high nutritional value of *Eichhornia crassipes* and *Lemna minor*, 12.5 tons of raw hydrophytes were obtained, which could be used as green manure, feed for farm animals, poultry and fish.

Keywords: water quality, sewer drain, treatment systems, *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor*, pollutants, water treatment.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pichura V.I., Malchykova D.S., Ukrainskij P.A., Shakhman I.A., Bystriantseva A.N. Anthropogenic Transformation of Hydrological Regime of the Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 45(3). pp. 445–453.

2. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. Causal Regularities of Effect of Urban Systems on Condition of Hydro Ecosystem of Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 47(2). pp. 273–280.
3. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Pavlyuk Y.V., Marinina O.A. Comparative assessment of methods for forecasting river runoff with different conditions of organization. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. Vol. 6(4). pp. 56–60.
4. Lisetskii F., Polshina M., Pichura V., Marinina O. Limatic factor in long-term development of forest ecosystems. *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*, 2017. Vol. 17(32). pp. 765–774.
5. Pichura V.I., Domaratsky Y.A., Yaremko Yu.I., Volochnyuk Y.G., Rybak V.V. Strategic Ecological Assessment of the State of the Transboundary Catchment Basin of the Dnieper River Under Extensive Agricultural Load. *Indian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 44(3). pp. 442–450.
6. Dudiak N.V., Pichura V.I., Potravka L.A., Stroganov A.A. Spatial modeling of the effects of deflation destruction of the steppe soils of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21(2). pp. 166–177.
7. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Stratchuk N. Environmental and economic effects of water and deflation destruction of steppe soil of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2021. Vol. 50(VI–IX). Pp. 11–27.
8. Pichura V.I., Potravka L.A., Skrypchuk P.M., Stratchuk N.V. Anthropogenic and climatic causality of changes in the hydrological regime of the Dnieper river. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21(4). pp. 1–10.
9. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Vdovenko N. (2021). Space–Time Modeling of Climate Change and Bioclimatic Potential of Steppe Soil. *Indian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 48(3). pp. 671–680.
10. Deffontis S., Breton A., Vialle C., Montréjaud–Vignoles M., Vignoles C., Sablayrolles C. Impact of dry weather discharges on annual pollution from a separate storm sewer in Toulouse, France. *Science of the Total Environment*. 2013. Vol. 452–453. pp. 394–403.
11. Becouze–Lareure C., Thiebaud L., Bazin C., Namour P., Breil P., Perrodin Y. Dynamics of toxicity within different compartments of a peri–urban river subject to combined sewer overflow discharges. *Science of the Total Environment*. 2016. Vol. 539. pp. 503–514.
12. Beckers L.–M., Busch W., Krauss M., Schulze T., Brack W. Characterization and risk assessment of seasonal and weather dynamics in organic pollutant mixtures from discharge of a separate sewer system. *Water Research*. 2018. Vol. 135. pp. 122–133.

13. Пічура В.І. Басейнова організація природокористування на водозбірній території транскордонної річки Дніпро. Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС». 2020. 380 с.
14. Carbiner R., Tremolieres M., Mercier S. (1990). Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters. *Vegetatio*. 1990. Vol. 86. pp. 71–88.
15. Eidab E.M., Shaltout K.H., Almuqrind A.H., Alorainid D.A., Khedheref K.M., Taherag M.A., Alfarhanh A.H., Picó Y., Barcelohj D. Uptake prediction of nine heavy metals by *Eichhornia crassipes* grown in irrigation canals: A biomonitoring approach. *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 782, 146887.
16. Mònica E., Matamoros C.V. Linking plant–root exudate changes to micropollutant exposure in aquatic plants (*Lemna minor* and *Salvinianatans*). A prospective metabolomic study. *Chemosphere*. 2022. Vol. 287(1), 132056.
17. Zimmles Y., Kirzhner F., Malkovskaja A. Application of *Eichhornia crassipes* and *Pistiastratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of Environmental Management*. 2006. Vol. 81. pp. 420–428.
18. Wangb F., Gaoa J., Zhaia W., Cuia J., Huaa Y., Zhoua Z., Liua D., Wanga P., Zhangc H. Accumulation, distribution and removal of triazine pesticides by *Eichhornia crassipes* in water–sediment microcosm. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021. Vol. 219, 112236.
19. Imron M.F., Ananta A.R., Ramadhani I.S., Kurniawan S.B., Abdullah S.R.S. (2021). Potential of *Lemna minor* for removal of methylene blue in aqueous solution: Kinetics, adsorption mechanism, and degradation pathway. *Environmental Technology & Innovation*. 2021. Vol. 24, 101921.
20. Sheludchenko B.A. Engineering ecology. Textbook part II Hydrosphere. Zhytomyr, Volyn State Agrarian University. 2001. 220 p.
21. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік гранично допустимих концентрацій та орієнтовно допустимих рівнів шкідливих речовин у воді рибогосподарських водойм. Київ, Міністерство рибного господарства СССР, 12–04–11. 1990. 45 с.
22. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та лиманів України. Методологія. Київ, Керівний нормативний документ, 211.1.4.010–94. 1994. 37 с.

REFERENCES

1. Pichura V.I., Malchykova D.S., Ukrainskij P.A., Shakhman I.A., Bystriantseva A.N. (2018). Anthropogenic Transformation of Hydrological Regime of the Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*, vol. 45(3), 445–453.

2. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. (2020). Causal Regularities of Effect of Urban Systems on Condition of Hydro Ecosystem of Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*, vol. 47(2), 273–280.
3. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Pavlyuk Y.V., Marinina O.A. (2015). Comparative assessment of methods for forecasting river runoff with different conditions of organization. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 6(4), 56–60.
4. Lisetskii F., Polshina M., Pichura V., Marinina O. (2017). Limatic factor in long-term development of forest ecosystems. *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*. Vol. 17(32), 765–774.
5. Pichura V.I., Domaratsky Y.A., Yaremko Yu.I., Volochnyuk Y.G., Rybak V.V. (2017). Strategic Ecological Assessment of the State of the Transboundary Catchment Basin of the Dnieper River Under Extensive Agricultural Load. *Indian Journal of Ecology*, vol. 44(3), 442–450.
6. Dudiak N.V., Pichura V.I., Potravka L.A., Stroganov A.A. (2020). Spatial modeling of the effects of deflation destruction of the steppe soils of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, vol. 21(2), 166–177.
7. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Strachuk N. (2021). Environmental and economic effects of water and deflation destruction of steppe soil of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*, vol. 50(VI–IX), 11–27.
8. Pichura V.I., Potravka L.A., Skrypchuk P.M., Strachuk N.V. (2020). Anthropogenic and climatic causality of changes in the hydrological regime of the Dnieper river. *Journal of Ecological Engineering*, vol. 21(4), 1–10.
9. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Vdovenko N. (2021). Space–Time Modeling of Climate Change and Bioclimatic Potential of Steppe Soil. *Indian Journal of Ecology*, vol. 48(3), 671–680.
10. Deffontis S., Breton A., Vialle C., Montréjaud–Vignoles M., Vignoles C., Sablayrolles C. (2013). Impact of dry weather discharges on annual pollution from a separate storm sewer in Toulouse, France. *Science of the Total Environment*, vol. 452–453, 394–403.
11. Becouze–Lareure C., Thiebaud L., Bazin C., Namour P., Breil P., Perrodin Y. (2016). Dynamics of toxicity within different compartments of a peri–urban river subject to combined sewer overflow discharges. *Science of the Total Environment*, vol. 539, 503–514.
12. Beckers L.–M., Busch W., Krauss M., Schulze T., Brack W. (2018). Characterization and risk assessment of seasonal and weather dynamics in organic pollutant mixtures from discharge of a separate sewer system. *Water Research*, vol. 135, 122–133.
13. Pichura V.I. (2020). *Basejnova organizacija pryrodokorystuvannja na vodozbirnij terytorii' transkordonnoi' richky Dnipro* [Basin organization

- of nature use on the catchment area of the Dnieper transboundary river]. Kherson, OLDI-PLUS. [in Ukrainian].
14. Carbiner R., Tremolieres M., Mercier S. (1990). Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters. *Vegetatio*, vol. 86, 71–88.
 15. Eidab E.M., Shaltout K.H., Almuqrind A.H., Alorainid D.A., Khedheref K.M., Taherag M.A., Alfarhanh A.H., Picó Y., Barcelohj D. (2021). Uptake prediction of nine heavy metals by *Eichhornia crassipes* grown in irrigation canals: A biomonitoring approach. *Science of the Total Environment*, vol. 782, 146887.
 16. Mònica E., Matamoros C.V. (2022). Linking plant–root exudate changes to micropollutant exposure in aquatic plants (*Lemna minor* and *Salvinianatans*). A prospective metabolomic study. *Chemosphere*, vol. 287(1), 132056.
 17. Zimmles Y., Kirzhner F., Malkovskaja A. (2006). Application of *Eichhornia crassipes* and *Pistiastratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of Environmental Management*, vol. 81, 420–428.
 18. Wangb F., Gaoa J., Zhaia W., Cuia J., Huaa Y., Zhoua Z., Liua D., Wanga P., Zhanga H. (2021). Accumulation, distribution and removal of triazine pesticides by *Eichhornia crassipes* in water–sediment microcosm. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 219, 112236.
 19. Imron M.F., Ananta A.R., Ramadhani I.S., Kurniawan S.B., Abdullah S.R.S. (2021). Potential of *Lemna minor* for removal of methylene blue in aqueous solution: Kinetics, adsorption mechanism, and degradation pathway. *Environmental Technology & Innovation*, vol. 24, 101921.
 20. Sheludchenko B.A. (2001). *Engineering ecology*. Textbook part II Hydrosphere. Zhytomyr, Volyn State Agrarian University. [in Ukrainian].
 21. *Granychno dopustymi znachennja pokaznykiv yakosti vody dlja rybogospodars'kyh vodojm. Zagal'nyj perelek granychno dopustymyh koncentracij ta orijentovno dopustymyh rivniv shkidlyvyh rehovyn u vodi rybogospodars'kyh vodojm* (1990). [Maximum permissible values of water quality indicators for fishery reservoirs. General list of maximum permissible concentrations and approximate permissible levels of harmful substances for water in fishery reservoirs]. Kyiv, Ministry of Fisheries of the USSR, 12–04–11, 45. [in Ukrainian].
 22. *Ekologichna ocinka yakosti poverhnevyyh vod sushi ta lymaniv Ukrai'ny* (1994). [Ecological assessment of surface water quality of land and estuaries of Ukraine]. Methodology. Kyiv, Guiding Normative Document, 211.1.4.010–94, 37. [in Ukrainian].

УДК 574.58

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.11>

БІОІНДИКАЦІЙНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Скок С.В. – к. с.-г. н., доцент,

Херсонський державний аграрно-економічний університет
skok_sv@ukr.net

Антропогенне навантаження на водні екосистеми призвело до зниження якості поверхневих вод та зменшення видового різноманіття гідробіонтів. Зростання рівня забруднення навколишнього середовища порушило екологічну рівновагу у біологічних системах, що проявилось у змінах їх життєвих функцій. У зв'язку із цим, широкого застосування набули біоіндикаційні методи оцінки екологічного стану поверхневих вод, які дозволяють встановити закономірності просторово-часового розподілу поліутантів у водному середовищі та його здатність до природного самоочищення.

Для здійснення біоіндикаційної оцінки якості поверхневих вод використовуються біологічні системи різних таксономічних категорій. Проте визначено, що найбільш чутливими до антропогенного впливу є індикатори дафнія (*Daphnia magna* S.) та цибуля звичайна (*Allium cepa* L.). Біоіндикація водного середовища за дафніями (*Daphnia magna*) полягає у фіксації кількості живих особин протягом 24, 36, 48, 72, 92 годин. Критерієм токсичності води є кількість загинувлих особин дафній по відношенню до контролю. Встановлено, що смертність дафній на 92% залежить від тривалості токсичного впливу забруднюючих речовин.

Біоіндикаційний метод оцінки токсичності поверхневих джерел з використанням цибулі звичайної дозволяє виявити пригніблюючий та стимулюючий вплив поліутантів. Критерієм токсичності води є зниження швидкості росту корінців цибулі та цитогенетичні порушення в процесі клітинного поділу. Фіксація середньої довжини та кількості корінчиків у пучках цибулі для кожного зразку води здійснюється на 92-й годині їх розміщення у емкостях. Встановлено, що величина проростання пагонів цибулі звичайної не являється ознакою токсичності води.

Інтегральна токсико-екологічна оцінка води розраховується як середнє арифметичне індексу токсичності на основі показників виживання дафнії та росту корінців цибулі звичайної. Для інтерпретації результатів біоіндикаційної оцінки якості поверхневих вод із використанням тест-об'єктів різної форми життєвої організації розроблена шкала рівня токсичності водного середовища.

Згідно проведених досліджень встановлено, що біоіндикація є швидким та достовірним методом визначення оцінки якості водних екосистем, який може використовуватися разом із хімічними методами для здійснення систематичного моніторингу екологічного стану поверхневих вод.

Ключові слова: біоіндикація, водні екосистеми, дафнія, цибуля звичайна, поліутанти, ступінь токсичності, антропогенне навантаження.

Постановка проблеми. Глобальні зміни кліматичних умов та антропогенна деградація компонентів навколишнього середовища призвели до надмірного забруднення водних ресурсів, змінивши їх хімічний та біологічний склад. Особливого занепокоєння викликає незадовільний екологічний стан поверхневих вод, які є джерелами питного водопостачання, рекреації та рибного господарства. Гідроекосистема характеризується складною системою зв'язків між гідробіонтами та екологічними факторами навколишнього середовища, які проявляються у показниках трофічного статусу водойм, токсичності, рівні сапробності, процесах самоочищення, заболочування. В умовах антропогенного навантаження порушується екологічна рівновага у водних екосистемах, зменшується видове біорізноманіття гідробіонтів.

При цьому необхідним постає здійснення систематичного моніторингу екологічного стану водойм та водотоків на основі їх якісної оцінки. Загальновідомо, що визначення концентрації хімічних речовин здійснюється за допомогою фізико-хімічних методів та зіставляється з їх нормованими значеннями. Однак проблема контролю якості поверхневих вод ускладнюється відсутністю встановлених гранично допустимих концентрацій для токсичних речовин, які можуть потрапити до водойм чи водотоків внаслідок виробничої діяльності. У зв'язку із цим, актуалізується питання удосконалення системи оцінки екологічного стану водного середовища. Зважаючи на те, що рослинні та тваринні організми реагують на забруднення водних об'єктів, шляхом зміни своїх життєвих функцій перспективним методом контролю рівня забруднення та токсичності поверхневих вод є біоіндикаційні методи. Оцінка екологічного стану гідроекосистем за реакціями живих організмів дозволяє встановити закономірності просторово-часового розподілу забруднюючих речовин у водному середовищі та його здатність до природного самоочищення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Недоліки хіміко-аналітичних методів оцінки якості водних екосистем сприяли розвитку біоіндикації із застосуванням живих організмів різних рівнів життєвої організації. Вивчення екологічного стану гідроекосистем за біоіндикаційними методами розпочалося з другої половини XX століття, у період інтенсивного антропогенного пресингу на всі компоненти навколишнього середовища.

Питання біоіндикаційної оцінки якості поверхневих вод, зміни морфологічних ознак індикаторних видів у забрудненому водному середовищі розглядалися у наукових працях Аристархова Е.О. [1], Стецюк Л.М. [2], Осмаленого М.С. [3], Клименка М.О. [4], Петрука Р.В. [5] Гаранько Н.М. [6] та інших. У якості реакцій живих організмів до антропогенного впливу досліджені порушення репродуктивних функцій, динаміка чисельності, зміни структури популяцій, видового різноманіття.

Головними завданнями біоіндикації є встановлення рівня впливу забруднення поверхневих вод на популяційному рівні, визначення класу якості водної екосистеми та її придатності відповідно до цілей водоко-ристування [7]. Перевагами біоіндикаційних методів оцінки екологічного стану водних об'єктів перед хімічними методами є невисока затратність у часовому, грошовому вимірах, мінімальний рівень підготовки фахівців, відсутність негативного впливу на водну екосистему [8].

Біоіндикаційна оцінка дозволяє встановити токсикологічний вплив на водне середовище 80% хімікатів [9]. Західноєвропейські країни здійснюють токсичну оцінку якісного стану гідроекосистем на основі використання рачків та риб із різним діапазоном витривалості до дії екологічних факторів. Для визначення рівнів токсичності та забруднення природних водотоків широкого застосування отримали методи біотестування на ракоподібних *Daphnia magna*. На законодавчому рівні України від 10 червня 2003 року затверджено національний стандарт ДСТУ 4173:2003 (ISO 6341:1996, MOD) «Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea)», відповідно до якого здійснюється оцінка токсичності поверхневих, ґрунтових, питних та стічних вод різних категорій.

Перелік індикаторних організмів, які реагують на вміст поліутантів у водному середовищі за останні двадцять років суттєво розширився. На сьогодні немає універсального індикаторного організму з однаковою реакцією на вміст поліутантів у водному середовищі. Однак всі біологічні тест-об'єкти вказують на токсичність води за показниками загину, виживання, фізіологічного стану, плодючості, ступеня синхронності подрібнення яйцеклітин, рухливості, поведінкових реакцій, середньої швидкості росту, добового приросту культури, енергії проростання насіння, схожості, довжини первинного кореня, морфофізіологічних змін.

Постановка завдання. Визначити доцільність застосування біоіндикаційних методів для визначення рівня забруднення водних екосистем.

Методика досліджень. Для здійснення біоіндикаційної оцінки якості поверхневих вод використовуються біологічні системи різних таксономічних категорій. Чим нижчий ранг біоіндикаторів, тим точними будуть результати щодо впливу екологічних факторів на компоненти навколишнього середовища. Реакціями живих організмів на дію чинників є їх зміни, які полягають у хімічному складі клітин, структурно-функціональній характеристиці клітинних органел, розмірах клітин, морфологічних показниках, рівні активності, частоті, характеру мутацій та канцерогенезу. У залежності від рівня організації живих організмів біоіндикаційні методи

поділяються на популяційно-видовий, організменний, органотканинний, клітинний, субклітинний та генетичний [10]:

– біоіндикатори на організменному рівні (бактерії, мікроорганізми, водорості, безхребетні, молюски, риби, вищі рослини, які поділяються за систематичним найменуванням);

- біоіндикатори на органотканинному рівні (мембранні системи);
- біоіндикатори на клітинному рівні (органели клітин);
- біоіндикатори на субклітинному рівні (ферментативні системи);
- біоіндикатори на генетичному рівні (мутагенність).

Для визначення токсико-екологічного стану поверхневих вод пропонуємо використовувати індикаторні види безхребетних гідробіонтів та рослинних біотестів з різним рівнем життєвої організації.

Біоіндикація водного середовища за дафніями (*Daphnia magna*) полягає у фіксації кількості живих особин протягом 24, 36, 48, 72, 92 годин. Критерієм токсичності води є кількість загинблих особин дафній по відношенню до контролю [11]:

$$I = 100(I_1 - I_0) / I_1 \quad (1)$$

де I – індекс токсичності;

$I_1 - I_0$ – кількість живих дафній у контролі та досліді при фіксованому часу експозиції досліджуваного зразка питної води з тест-об'єктом.

Для встановлення кореляційних зв'язків між часом токсичної дії води та виживання дафній необхідно здійснити статистичний аналіз результатів дослідження. Із збільшенням часу тестування кількість живих дафній зменшується. Варіація смертності тестуючих особин на 92% залежить від тривалості токсичної дії забруднюючих речовин у воді (рис. 1).

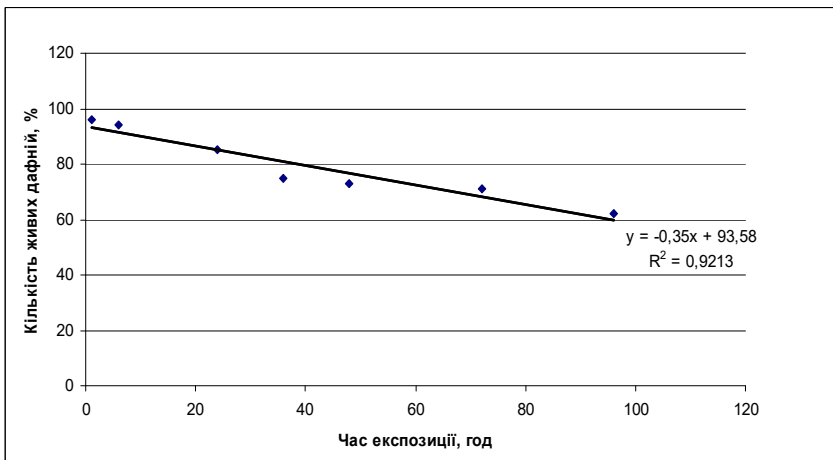


Рис. 1. Модель залежності виживання дафній від часу експозиції тестування

Для отримання достовірних результатів біоіндикаційної оцінки водних екосистем на основі обліку основних особливостей адаптаційних процесів, рівня чутливості, резистентності тест-організмів необхідно дотримуватися термінів та часу тестування.

Емпіричне кореляційне відношення повинне мати високий рівень надійності. Для оцінки надійності кореляційних характеристик використовують критерій Стюдента (t – критерій) за формулою:

$$t_{\eta} = \frac{\eta}{\mu_{\eta}} \quad (2)$$

де μ_{η} – середня помилка кореляційного відношення,
 η – коефіцієнт кореляції.

$$\mu_{\eta} = \frac{1 - \eta^2}{\sqrt{\eta}} \quad (3)$$

Якщо значення критерію Стюдента дорівнює або більше 3 ($t_{\eta} \geq 3$) емпіричне кореляційне відношення вважають вірогідним.

Визначення еколого-токсикологічного стану поверхневих вод за показниками виживання дафній здійснюється згідно таблиці 1.

Таблиця 1. Класифікаційна шкала для оцінки ступеня токсичності води [12]

Час експозиції, години	Кількість загиблих дафній по відношенню до контролю, %	Ступінь токсичності
3	$\geq 50\%$	надзвичайно токсична
6	$\geq 50\%$	високотоксична
12	$\geq 50\%$	середньо токсична
24	$\geq 50\%$	помірно токсична
48	$\geq 50\%$	слаботоксична
	$< 50\%$	нетоксична

Додаткова крос-перевірка токсичності водного середовища може здійснюватися із використанням цибулі звичайної *Allium cepa* L. [13, 14].

Критерієм токсичності води є зниження швидкості росту корінців цибулі та цитогенетичні порушення в процесі клітинного поділу. Фіксація середньої довжини та кількості корінчиків у пучках цибулі для кожного зразку води здійснюється на 92-й годинні їх розміщення у ємкостях. Встановлено, що проростання пагонів цибулі звичайної не залежить від часу тестування, тому даний показник не являється ознакою токсичності води. Біоіндикаційний метод оцінки токсичності поверхневих джерел з використанням рослинних тест-об'єктів дозволяє виявити пригноблюючий та стимулюючий вплив полутантів [15].

При проведенні біоіндикації у лабораторних умовах абіотичні фактори впливу на результати досліджень повинні бути незмінними. Інтегральна токсико-екологічна оцінка води розраховується як середнє арифметичне індексу токсичності за двома обраними тест-об'єктами на основі показників виживання дафній та росту корінців цибулі звичайної. Для інтерпретації результатів біоіндикаційної оцінки якості поверхневих вод із використанням тест-об'єктів різної форми життєвої організації розроблена шкала рівня токсичності водного середовища (табл. 2).

За результатами визначення токсико-екологічного стану водних екосистем згідно реакцій тест-організмів можна встановити біоіндикаційну диференціацію рівня забруднення водних екосистем, здійснити оцінку придатності джерел води до господарського використання, визначити наслідки систематичного та залпового забруднення водного середовища. Крім того, біологічні методи надають оцінку інтенсивності перебігу процесів самовідновлення гідроекосистем внаслідок систематичного антропогенного впливу на навколишнє середовище [16].

Таблиця 2. Оцінка рівня забруднення водних екосистем за індексом токсичності

Індекс токсичності, I_m	Клас якості води	Характеристика рівня забруднення
<20	I	Слабкий
21–40	II	Помірний
41–60	III	Високий
60–80	IV	Надзвичайно високий рівень забруднення
> 80	V	Небезпечний

На рисунку 2 представлена графічна модель прогресивної та регресивної зміни біоіндикатора у вигляді параболи із значеннями його позитивної реакції на вміст забруднюючих речовин до певного рівня. Це поясню-

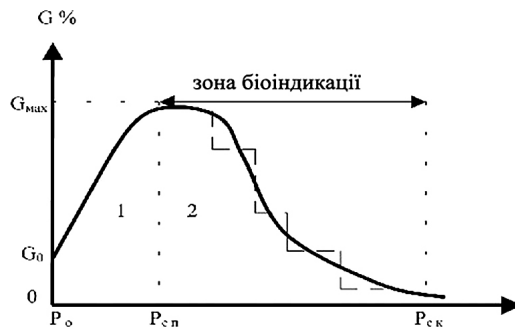


Рис. 2. Реакція біоіндикатора на вміст поллютантів у воді [17]

ється тим, що навіть в якісному водному середовищі є елементи живлення, на які реагує біоіндикатор для підтримки своєї життєдіяльності.

Вміст забруднюючих речовин у водних екосистемах, які поглинає індикатор призводить до його позитивних змін лише в оптимальній зоні 1. З урахуванням цього, графічна модель життєвості біоіндикатора має прогресивне зростання на ділянці від G_0 до G_{max} , що відповідає пороговому значенню $P_{сп}$. На ділянці 2 зростання та різке спадання графіку супроводжується негативними змінами біоіндикатора до критичного значення $P_{ск}$. Діапазон між точками $P_{сп}$ та $P_{ск}$ є зоною біоіндикації, яка характеризується зниженням адаптаційного механізму живих організмів. При цьому відбуваються морфологічні зміни біоіндикаторів, які визначаються візуальними або інструментальними методами.

Джерелами надходження ксенобіотиків до водотоків, які мають канцерогенні і мутагенні властивості є поверхневі дифузні змиви із урбанізованих територій, сільськогосподарських угідь, аварійні пориви каналізаційних та водогінних мереж, низька ефективність роботи очисних споруд каналізації, порушення гідродинамічних умов водоносних горизонтів (рис. 3).

Величина токсикогенного стоку у гідроекосистемах змінюється внаслідок кліматичних умов, геоморфології, рельєфу, глибини розташування водопідпірних горизонтів, залягання ґрунтових вод та соціально-економічної структури регіону.

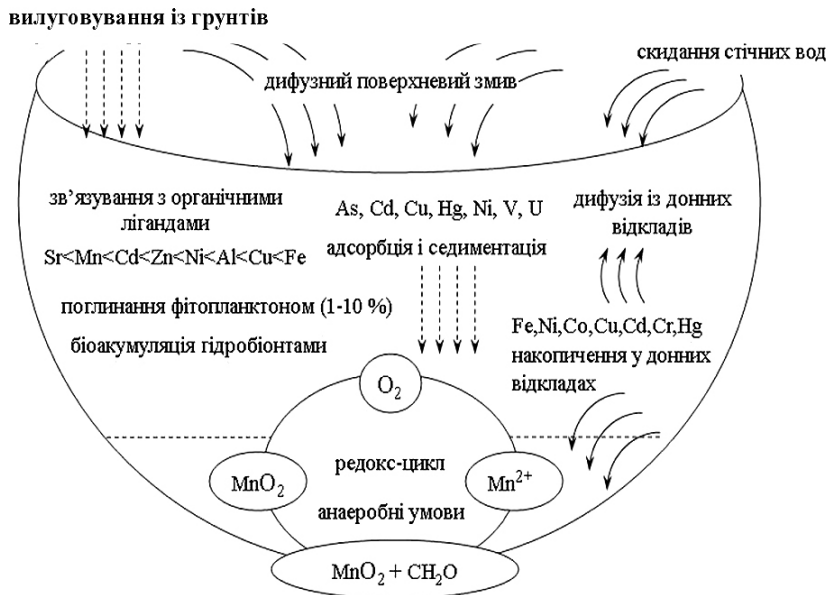


Рис. 3. Джерела забруднення водних екосистем [16]

Проблема забруднення водного середовища токсичними речовинами повинна вирішуватися шляхом розробки обґрунтованої системи їх екологічного нормування та контролю за джерелами потрапляння поллютантів до поверхневих вод. Встановлення ГДК токсичних речовин у воді є важливою умовою для функціонування гідроекосистем та життєдіяльності населення селітебних територій. Однак екологічне нормування токсикантів не вирішить проблему збереження біоресурсів, оскільки систематичне, довготривале їх надходження у малих концентраціях здатне викликати хронічне отруєння біоти водних екосистем. Тому виникає необхідність у здійсненні постійного моніторингу екологічного стану поверхневих вод на основі уніфікованих біологічних методів із використанням рослинних та тваринних індикаторів. Визначення токсико-екологічної оцінки гідроекосистем пропонуємо здійснювати за морфологічними змінами дафній, за показниками її виживання та за біометричними параметрами коренів цибулі звичайної.

Встановлено, що біоіндикація є швидким та достовірним методом визначення оцінки якості водних екосистем, який може використовуватися разом із хімічними методами для здійснення систематичного моніторингу екологічного стану поверхневих вод, розробки науково-обґрунтованих заходів покращення якості поверхневих вод та зменшення наслідків господарської діяльності.

Висновки. Для здійснення токсико-екологічної оцінки поверхневих вод запропоновано використовувати біоіндикатори дафнію та цибулю звичайну. Встановлено, що смертність дафній на 92% залежить від тривалості токсичної дії забруднюючих речовин у воді. Метод оцінки токсичності поверхневих джерел з використанням цибулі звичайної дозволяє виявити пригнічуючий та стимулюючий вплив поллютантів. Інтегральна токсико-екологічна оцінка води здійснюється на основі розрахунку середнього арифметичного індексу токсичності за показниками виживання дафній та росту корінців цибулі звичайної. Рівень токсичності поверхневих вод із використанням біоіндикаторів оцінюється згідно шкали токсичності водного середовища. Запропоновано створення обґрунтованої системи нормування скидів поллютантів до поверхневих вод та здійснення постійного моніторингу екологічного стану поверхневих вод на основі морфологічних змін дафній, показників її виживання та біометричних параметрів коренів цибулі звичайної.

BIOINDICATION METHODS FOR ASSESSING THE LEVEL OF POLLUTION OF AQUATIC ECOSYSTEM

*Skok S.V. – PhD in Agriculture, Associate Professor,
Kherson State agrarian and economic university
skok_sv@ukr.net*

Anthropogenic pressure on an aquatic ecosystem has led to a decrease of surface water quality and a reduction of the species diversity of aquatic organisms. The increase of the level environmental pollution has disturbed the ecological balance in biological systems, which has manifested in changes of their vital functions. In this regard, widely using bioindication methods for evaluation the ecological status of surface waters, which allow to establish patterns of spatio-temporal distribution of pollutants in the water environment and its ability to natural self-cleaning.

Biological systems of different taxonomic categories are used to carry out bioindication assessment of surface water quality. It was determined that the most sensitive to anthropogenic impact are indicators of *Daphnia magna* and *Allium cepa* L. Bioindication of the water environment by daphnia (*Daphnia magna*) is based fixing the number of living individuals for 24, 36, 48, 72, 92 hours. The criterion of water toxicity is the number of dead daphnia in relation to control. It was established that the mortality of daphnia on 92% depends from the time of toxic influence of pollutants.

Bioindication method for assessing the toxicity of surface sources using onions allows to identify the depressing and stimulating influence of pollutants. The criterion of water toxicity is a decrease of the growth rate of onion roots and cytogenetic disorders in the process of cell division. Fixation of the average length and number of roots in the bunches of onions for each sample of water is carried out on the 92 hour of their placement in containers.

It was determined that the magnitude of germination of onion shoots is not an indication of water toxicity. Toxicological assessment of water is calculated as the arithmetic mean of the toxicity index based on changes in the reaction of daphnia and growth rates of onion roots. A scale of aquatic toxicity levels has been developed for performing a bioindication assessment of surface water quality using test objects of various forms of life organization. A scale of aquatic toxicity levels has been developed for performing a bioindication assessment of surface water quality using test objects of various forms of life organization.

According to research, bioindication is a fast and reliable method of evaluation the quality of aquatic ecosystem, which can be used for systematic monitoring of the ecological status of surface waters.

Keywords: bioindication, quatic ecosystem, daphnia, onion, pollutants, degree of toxicity, anthropogenic load.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аристархова Е.О. Експрес-оцінка потенційної небезпеки води методом біотестування на *Daphnia magna* S. Вісник аграрної науки. 2017. № 2. С. 50–54.
2. Стецюк Л.М. Використання методів біоіндикації та біотестування для оцінки стану водних екосистем. Вісник Національного університету

- водного господарства та природокористування. 2013. Вип. 2(62). С. 175–18.
3. Комплексна оцінка токсичності водних зразків за допомогою рослинних і тваринних тест-організмів. Осмалений М.С. та ін. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 74–77.
 4. Клименко, М.О., Прищепа А.М., Клименко О.М., Стецюк Л.М. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування. Рівне : НУВГП, 2014. 170 с.
 5. Аналіз фітотоксичного ефекту небезпечних пестицидних препаратів за допомогою біоіндикації. Р.В. Петрук та інші. *Техногенно-екологічна безпека*. 2019. № 6. С. 42–48.
 6. Гаранько Н.М., Ісламов В.О. Оцінка питної води за допомогою методів біотестування. *Екологія довкілля та безпеки життєдіяльності*. 2003. № 5. С. 34–37.
 7. Крайнюкова А.М., Божко Т.В., Крайнюков О.М., Чистякова О.О. Біотестування в системі нормування і контролю забруднення водних об'єктів зворотними водами (на прикладі Дніпропетровської області). *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр. УкрНДІЕП*. Харків: Райдер, 2011. Вип. 23. С. 198–212.
 8. Лятушинський С.В. Особливості розробки системи біотестування вод рибогосподарського призначення. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 4. С. 207–210.
 9. Сидорович М.М. Використання біометричних показників allium test для визначення якості питної води міста. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова*. Серія 20. Біологія. 2013. Вип. 5. С. 182–192.
 10. Крайнюков О.М. Алгоритми і способи визначення рівнів гострої летальної та хронічної токсичності води. Людина та довкілля. *Проблеми неоекології*. 2016. № 1–2(25). С. 14–19.
 11. Крайнюков О.М. Критерії оцінки чутливості організмів та ефективності методик біотестування для визначення токсичних властивостей води. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна*. Серія Екологія. 2013. № 1054. С. 80–85.
 12. Барабаш О.В. Оцінка ступеня токсичності поверхневих вод м. Києва. *Екологічна безпека*. 2019. № 2(28). С. 31–37.
 13. Скок С.В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 2. С. 26–30.
 14. Skok S., Breus D. Bioindication Assessment of Drinking Water Toxicity in Large Cities of Ukraine. *Indian Journal of Ecology*. 2021. 48(6). pp. 1692–1697.

15. Дударєва Г.Ф., Дубова О.В., Войтович О.М. Фітоіндикація навколишнього середовища: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напрямів підготовки «Біологія», «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Запоріжжя : ЗНУ, 2016. 91 с.
16. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування. Київ : Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. 297 с.
17. Никофоров В.В., Дігтяр С.В., Мазницька О.В., Козловська Т.Ф. Біоіндикація та біотестування. Кременчук : ПП Щенбатих О.В. 2016. 76 с.

REFERENCES

1. Arystarkhova E.O. (2017). *Ekspres-otsinka potentsiinoi nebezpeky vody metodom biotestuvannia na Daphnia magna S* [Express assessment of potential water hazards by biotesting for *Daphnia magna* S]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, no. 2, 50–54. [in Ukrainian].
2. Stetsiuk L.M. (2013). *Vykorystannia metodiv bioindykatsii ta biotestuvannia dlia otsinky stanu vodnykh ekosystem* [Use of bioindication and biotesting methods to assess the state of aquatic ecosystems]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia*, vol. 2(62), 175–181. [in Ukrainian].
3. Osmalenyi M.S. (2015). *Kompleksna otsinka toksychnosti vodnykh zrazkiv za dopomohoiu roslynnykh i tvarynnykh test-orhanizmi* [Comprehensive assessment of the toxicity of aquatic samples using plant and animal test organisms]. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv*, vol. 16, 74–77. [in Ukrainian].
4. Klymenko M.O., Pryshchepa A.M., Klymenko O.M., Stetsiuk L.M. (2014). *Otsiniuvannia stanu vodnykh ekosystem za pokaznykamy biotestuvannia* [Evaluation of the state of hydro-ecosystem according to biotesting indicators]. Rivne: NUVHP. [in Ukrainian].
5. Petruk R.V., Kravets N.M., Trach I.A., Kvaterniuk S.M., Varaksa V.V. (2019). *Analiz fitotoksychnoho efektu nebezpechnykh pestytsydneykh preparativ za dopomohoiu* [Analysis of phytotoxic effect of hazardous pesticides using bioindication]. *Tekhnohenno-ekolohichna bezpeka*, no. 6, 42–48. [in Ukrainian].
6. Haranko N.M., Islamov V.O. (2003). *Otsinka pytnoi vody za dopomohoiu metodiv biotestuvannia* [Evaluation of drinking water according to biotesting methods]. *Ekolohiia dovykillia ta bezpeky zhyttiedialnosti*, no. 5, 34–37.
7. Krainiukova A.M., Bozhko T.V., Krainiukov O.M., Chystiakova O.O. (2011). *Biotestuvannia v systemi normuvannia i kontroliu zabrudnennia vodnykh ob'ektiv zvorotnymy vodamy (na prykladi Dnipropetrovskoi*

- oblasti*) [Biotesting in the system of regulation and control of pollution of water bodies by return waters (on the example of Dnipropetrovsk region)]. *Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha ta ekolohichnoi bezpezky*, vol. 23, 198–212. [in Ukrainian].
8. Liatushynskiy S.V. (2016). *Osoblyvosti rozrobky systemy biotestuvannia vod rybohospodarskoho pryznachennia* [Features of development of biotesting system of fishery waters]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, no. 4, 207–210. [in Ukrainian].
 9. Cydorovych M.M. (2013). *Vykorystannia biometrychnykh pokaznykiv allium test dlia vyznachennia yakosti pytnoi vody mista* [Use of biometric indicators allium test to determine the quality of drinking water in the city]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Serii 20. Biolohiia*, vol. 5, 182–192. [in Ukrainian].
 10. Krainiukov O.M. (2016). *Alhorytmy i sposoby vyznachennia rivniv hostroi letalnoi ta khronichnoi toksychnosti vody* [Algorithms and methods for determining the levels of acute lethal and chronic water toxicity]. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*, no. 1–2(25), 14–19. [in Ukrainian].
 11. Krainiukov O.M. (2013). *Kryterii otsinky chutlyvosti orhanizmiv ta efektyvnosti metodyk biotestuvannia dlia vyznachennia toksychnykh vlastyvostei vody* [Criteria for assessing the sensitivity of organisms and the effectiveness of biotesting to determine the toxic properties of water]. *Visnyk KhNU imeni V.N. Karazina. Serii Ekolohiia*, no. 1054, 80–85. [in Ukrainian].
 12. Barabash O.V. (2019). *Otsinka stupenia toksychnosti poverkhnevyykh vod m. Kyieva* [Evaluation of the degree of toxicity of surface waters in Kyiv]. *Ekolohichna bezpeka*, no. 2(28), 31–37. [in Ukrainian].
 13. Skok S.V. (2015). *Otsiniuvannia yakosti pytnoi vody m. Khersona metodom biotestuvannia* [Evaluation of drinking water quality in Kherson by biotesting method]. *Ahroekolohichniy zhurnal*, no. 2, 26–30. [in Ukrainian].
 14. Skok S., Breus D. (2021). Bioindication Assessment of Drinking Water Toxicity in Large Cities of Ukraine. *Indian Journal of Ecology*, vol. 48(6), 1692–1697.
 15. Dudarieva H.F., Dubova O.V., Voitovych O.M. (2016). *Fitoindykatsiia navkolyshnoho seredovyshcha: navchalno- metodychnyi posibnyk dlia zdobuvachiv stupenia vyshchoi osvity bakalavra napriamiv pidhotovky «Biolohiia», «Ekolohiia, okhorona navkolyshnoho seredovyshcha ta zbalansovane pryrodokorystuvannia* [Phytoindication of the environment: a textbook for higher education bachelor's degrees in Biology, Ecology, Environmental Protection and Sustainable Nature Management]. Zaporizhzhia: ZNU. [in Ukrainian].

16. Dudnyk S.V., Yevtushenko M.Iu. (2013). *Vodna toksykolohiia: osnovni teoretychni polozhennia ta yikhnie praktychne zastosuvannia* [Aquatic toxicology: basic theoretical principles and their practical application]. Kyiv: Vyd-vo Ukrainskoho fitosotsiologichnoho tsentru. [in Ukrainian].
17. Nykoforov V.V., Dihtiar S.V., Maznytska O.V., Kozlovska T.F. (2016). *Bioindykatsiia ta biotestuvannia* [Bioindication and biotesting]. Kremenchuk: PP Shchenbatykh O.V. [in Ukrainian].

СТОРІНКИ ІСТОРІЇ

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.12>

ВІТАЄМО ЮВІЛЯРІВ!

Ученому-гідробіологу, біохіміку та радіобіологу, професору АНАТОЛІЮ ІВАНОВИЧУ ДВОРЕЦЬКОМУ – 85!



Майбутній професор, доктор біологічних наук, академік Української екологічної академії наук Анатолій Іванович Дворецький народився 1 січня 1937 року у старовинному козацькому селі Дмухайлівка (Магдалинівський район Дніпропетровської області) у родині вчителів.

Після закінчення середньої школи Анатолій вступив до Харківського ветеринарного інституту (1954 р.), де проявив жвавий інтерес до практичної наукової роботи.

У 1959 році після закінчення вузу А.І.Дворецький починає працювати завідувачем відділу цеху на Дніпропетровській біофабриці (а потім – і завідувачем біохімічної лабораторії). Молодий науковець бере активну участь у розробленні нової біотехнології виробництва ліофільно висушених вакцин для профілактики хвороб тварин. Результати цієї роботи викладені у першій його друкованій роботі у співавторстві «Твёрдая казеиново-кровяная среда для определения концентрации живых пастерел».

В 1964 році юнак вступає до аспірантури Дніпропетровського державного університету (ДДУ). Саме цьому закладу вищої освіти Анатолій Іванович присвятив понад півстоліття активного науково-педагогічного життя! В ДДУ він виконав і захистив кандидатську (1969), а потім – і докторську (1987) дисертації.

В стінах Almamater Анатолій Іванович пройшов шлях від аспіранта і асистента до завідувача кафедр іхтіології, гідробіології і екології ДДУ.

За значні досягнення у науково-педагогічній діяльності А.І. Дворецький у 1970 році був відзначений медаллю «За доблестный труд».

Саме в Дніпропетровському державному університеті А. І. Дворецький отримав вчене звання професора (1989).

У 1974 році А.І. Дворецького було призначено заступником директора з наукової роботи НДІ біології ДДУ.

В 1976 році у державі розпочинається розбудова ставового рибиництва та заснування нового напрямку рибиництва індустріального типу. Керівництво Дніпропетровської області у 1977 році призначає Анатолія Дворецького головним керівником наукового супроводу створення та функціонування садково-басейнових господарств області. Науковець включається у роботу по створенню в області чотирьох індустріальних (садково-басейнових) господарств: Придніпровського (на підігрітих водах Придніпровської ДРЕС), Зеленодольського (на базі Криворізької ДРЕС-2) та Дніпродзержинського і Нікопольського рибиницьких господарств.

У співпраці з директором Інституту гідробіології АН УРСР В.Д. Романенком, завідувачкою лабораторії ставкового рибиництва НДІ біології ДДУ О.М. Чапліною у травні 1977 року А.І. Дворецьким розроблена комплексна програма науково-дослідних робіт з розвитку рибних господарств індустріального типу у Дніпропетровській області.

У стислі строки (до кінця 1978 року) було споруджено унікальне Придніпровське індустріальне тепловodne рибне господарство, де згідно з проєктними розрахунками при використанні теплої скидної води Придніпровської ДРЕС у весняно-осінній період повинно було вирощуватися 1200 тонн коропа (360 тонн – у басейнах і 840 тонн – у садках); а в зимовий період – 700 тонн товарної форелі.

Промислова експлуатація Придніпровського індустріального тепловодного рибного господарства під керівництвом А.І. Дворецького розпочалась у 1979 році. У перший рік в басейнах було отримано 61 тону товарного коропа, а вже за два роки по тому (1981) у басейнах господарства було отримано 416 т риби, тобто зі значним перевищенням проєктного рівня.

Розроблені технології індустріального вирощування риби дозволили довести рибопродуктивність басейнів під час вирощування товарних дволіток коропа до 250 кг/м²; райдужної форелі – до 120 кг/м².

Анатолій Іванович Дворецький забезпечив також закупівлю найкращого у світі японського рибного комбікормового заводу та початок виробництва в Дніпропетровській області повноцінних гранульованих рибних кормів за японською технологією. Таким чином, наприкінці 1970-х – на початку 1980-х рр. на теренах Дніпропетровщини було створено одне з кращих в Європі тепловодних садково-басейнових господарств! Розпочалась технологічна ера нового напрямку рибиництва – індустріального рибиництва.

Під керівництвом проф. А.І. Дворецького розроблялися нові технології вирощування коропа, форелі, канального сома. У цей час за результатами наукових досліджень індустріального тепловодного рибного господарства підготовлено та захищено 7 кандидатських дисертацій.

Ще одним науковим напрямком діяльності науковця є радіоекологія. Під керівництвом Анатолія Івановича співробітники ДДУ розробили основи системного підходу до вивчення наслідків радіоактивного і хімічного забруднення водних екосистем, досліджували шляхи надходження радіонуклідів і хімічних полютантів у живі організми, здійснювали оцінку їх внеску у формування радіаційно-хімічного навантаження, виявляли радіобіологічні ефекти на клітинному рівні, що зумовлені порушенням фізико-хімічних особливостей мембран і систем трансмембранного переносу іонів в клітинах. А.І. Дворецький запропонував оригінальні підходи до вивчення хеморецептивних властивостей мембран, вказав на пострадіаційне відновлення їх рецепторних функцій завдяки модуляції енергетики клітини, запропонував нові підходи у використанні біологічно-активних профілактичних і лікувальних препаратів.

У 1988 році за наукову роботу «Изучение действия ионизирующей радиации на энергетические и регуляторно-транспортные функции биомембран» йому присуджена Премія Державного комітету СРСР з народної освіти.

З 1991 року А.І. Дворецький – віце-президент Радіобіологічного товариства України. У 1993 році Анатолій Іванович – академік Української



Під час наукової гідроекологічної експедиції:
проф. А.І. Дворецький – перший зліва

екологічної академії наук (УЕАН), у 1994 році він отримує почесне звання «Соросівський професор».

У 1996 р. Президія НАН України присудила проф. А.І. Дворецькому за серію наукових праць «Вивчення механізмів променевого порушення іонного гомеостазу в клітинах тваринного організму» премію ім. О.В. Палладіна.

У 1998 році за вагомий внесок у підготовку кваліфікованих фахівців у регіоні Указом Президента України йому присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України».

Під час активної науково-педагогічної діяльності А.І. Дворецький перебував у службових відрядженнях у Болгарії, Румунії, Чехословаччині, Угорщині, Китаї. За його керівництва були розроблені і виконувались науково-технічні програми «Про розвиток і впровадження наукових розробок щодо підвищення рибопродуктивності садково-басейнових господарств в Дніпропетровській області» (1977–1985 рр.), «Програма розвитку рибного господарства Дніпропетровської області 2010–2014 рр.» та інші.

Наукова діяльність Анатолія Івановича Дворецького добре визнана за кордоном завдяки опублікуванню понад 100 наукових праць у міжнародних виданнях, 400 наукових праць в Україні (у тому числі 4 монографій, 2 довідників, 8 навчальних посібників, 4 винаходів, які захищені авторськими свідоцтвами).

Понад 50 років Анатолій Іванович бере активну участь у підготовці кадрів вищої кваліфікації. Під його керівництвом захистилися понад півтора десятки кандидатів та докторів наук. Вагомий внесок у підготовку висококваліфікованих рибогосподарських кадрів він зробив як член чотирьох спецрад двох країн, а також як учасник редколегій журналів «Рибне господарство України», «Рибогосподарська наука України», Вісника ДНУ (Біологія. Екологія), наукового збірника «Рибне господарство» Інституту рибного господарства УААН.

Професор А.І. Дворецький керував виконанням держбюджетних тем Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара: «Дослідження впливу промислових агломерацій на водні екосистеми та радіаційно-токсикологічний стан довкілля» (ДР № 0106U000794).; «Екологічні особливості формування гідробіоценозів в умовах промислового та радіаційно-хімічного впливу на водойми Придніпров'я» (ДР № 0109U000141); «Теоретичні основи формування і функціонування гідроекосистем в умовах поєднаного впливу мегаполісів та підприємств ядерної промисловості» (ДР № 0111U001137); «Збалансований (сталій) розвиток агросфери і його технологічне та інформаційне забезпечення в умовах техногенно-навантажених територій» (ДР № 0115U002284) та інших.



**Кафедра водних біоресурсів та аквакультури ДДАЕУ:
проф. А. І. Дворецький – третій праворуч**

У 2011 році проф. А.І. Дворецького було запрошено до Дніпропетровського державного аграрного університету (нині – Дніпровський державний аграрно-економічний університет) для створення кафедри водних біоресурсів та аквакультури. Він став її фундатором і ефективним керівником до 2016 року.

Сьогодні Анатолій Іванович – головний науковий співробітник держбюджетної теми «Оцінка сучасного стану рекреаційного природокористування та розробка ефективної стратегії сталого використання водних біоресурсів України» (ДДАЕУ).

Ювіляр є активним членом Гідроекологічного товариства України (Дніпропетровське відділення очолював до 2018 року), Європейського радіобіологічного товариства, Міжнародного радіоекологічного союзу, Європейської біоелектромагнітної асоціації, керівник міжрегіональної неурядової екологічної організації «Світ води». Генерал-осавул А.І. Дворецький є радником з питань гідроекології та рибництва Головного отамана ДОГО Січеславського козацтва Запорізького з 2014 р.

Необхідно зазначити, що Анатолій Іванович Дворецький завжди приділяє значну увагу збереженню, систематизації та узагальненню матеріалів з історії становлення та розвитку дніпропетровської гідробіо-

логічної школи техногенно трансформованих прісноводних екосистем. Він досліджував пріоритетність дніпропетровської школи у заснуванні і поглибленні багатьох новаторських напрямів в гідробіології та рибництві: космічній гідробіології, прісноводній радіоекології, ставовому рибництві, акліматизації та вселенню нових, кормових для риб організмів, індустріальному рибництві, технічній гідробіології тощо.

Колектив Дніпровського державного аграрно-економічного університету бажає шановному ювіляру міцного здоров'я, невичерпної творчої наснаги і завзяття, вагомих успіхів та усіляких гараздів на ниві вітчизняної науки!

Новіцький Р.О., доктор біологічних наук, професор,

Байдак Л.А., кандидат історичних наук, старший науковий співробітник.

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий

журнал

1(11)/2022

Коректура • М. Бабич
Комп'ютерна верстка • В. Гайдабрус

Формат 70x100/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 8,86. Ум. друк. арк. 12,19.
Підписано до друку 28.01.2022. Наклад 100 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73021, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефон +38 (0552) 399 580,
+38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.