

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(9)/2021**



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2021

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet  
Вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університета,  
(протокол № 11 від 27.05.2021 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:**

**Агеєц В.Ю.** – доктор сільськогосподарських наук, професор (Республіка Білорусь);  
**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;  
**Костоусов В.Г.** – кандидат біологічних наук (Республіка Білорусь);  
**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;  
**Шек П.В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор;  
**Шкуте А.** – доктор біологічних наук, професор (Латвія).

Електронна сторінка видання – [www.wra-journal.ksauniv.ks.ua](http://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»  
zareєстровано Міністерством юстиції України  
(Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації,  
серія КВ № 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**

<b>ВОДНІ БІОРЕСУРСИ.....</b>	<b>7</b>
<i>Бузіна І.М., Головань Л.В., Чуприна Ю.Ю.</i> Екологічні біотехнології очищення водних екосистем.....	7
<i>Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В.</i> Дослідження екологічного стану річки Ірша.....	18
<i>Ковальов М.М., Звездун О.М.</i> Вирощування найпоширеніших сортів салату ромен на різних типах субстратів в NFT системах.....	27
<i>Костоусов В.Г.</i> Изменение структуры рыбного населения озер в зависимости от степени их зарастания.....	37
<b>АКВАКУЛЬТУРА.....</b>	<b>49</b>
<i>Гриневич Н.Є., Водяницький О.М., Хом'як О.А., Світельський М.М., Жарчинська В.С.</i> Моніторинг вмісту глікогену хижих видів риб на ювенальній стадії розвитку за зміни температурного та кисневого режиму водойми.....	49
<i>Дюдяєва О.А.</i> Стан гармонізації законодавства України в сфері виробництва органічної продукції аквакультури з європейськими нормами .....	62
<i>Олешко О.А., Бітюцький В.С., Мельниченко О.М., Демченко О.А., Тимошок Н.О.</i> Вплив пробіотику та біогенного наноселену на морфометричні і біохімічні показники нивківського лускатого коропа.....	86
<i>Федоренко М.О., Вдовенко Н.М., Поплавська О.С., Матій І.Л.</i> Механізми функціонування марикультури Туреччини і напрямки їх впровадження в Україні через розвиток прибережних територій Чорного моря.....	101
<i>Цуркан Л.В.</i> Аналіз сучасних гідрологічних умов зимівлі цьоголітків коропових риб.....	114
<i>Шевченко В.Ю., Кутіщев П.С.</i> Потенційні можливості та аналіз рибогосподарського використання Явкінського водосховища.....	127
<b>ГІДРОЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>137</b>
<i>Лянзберг О.В., Євтушенко О.Т.</i> Оцінка якості поверхневих вод методом фітоіндикації в межах урбанізованої території міста Херсон.....	137
<i>Матвійчук Н.Г., Матвійчук Б.В., Можарівська І.А.</i> Фізико-хімічні та бактеріологічні показники якості питної води з різних джерел.....	147
<i>Морозов О.В., Морозов В.В., Чабан В.О.</i> Умови формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи та комплексні заходи щодо її покращення.....	160

<i>Пічура В.І., Потравка Л.О.</i> Екологічний стан басейну ріки Дніпро та удосконалення механізму організації природокористування на водозбірній території.....	170
<i>Подаков Є.С., Козичар М.В., Оліфіренко В.В.</i> Сучасні проблеми та законодавче забезпечення регулювання правових засад фінансування гідроекологічної діяльності.....	201
<i>Скок С.В.</i> Науково-технологічні аспекти удосконалення процесів очистки стічних вод в межах рибосистеми міста Херсон.....	216
<b>МЕТОДИ І МЕТОДИКИ</b> .....	228
<i>Біла Т.А., Ляшенко Є.В., Охріменко О.В.</i> Потенціометричний метод визначення рН природних вод.....	228
<i>Мельниченко С.Г., Богадьорова Л.М., Маркелюк А.В.</i> Використання статико-географічних методів при дослідженні екологічного стану водних ресурсів Херсонської області.....	235
<i>Романчук М.Є., Довгополий М.М., Кабак І.С., Пісоцький Є.С.</i> Аналіз змін хімічного складу води в басейні Середнього та Нижнього Дніпра (на прикладі річок Псел, Хорол та Інгулець).....	247
<b>СТОРІНКИ ІСТОРІЇ</b> .....	264
<i>Байдак Л.А., Дворецький А.І., Полєва Ю.Л., Рожков В.В.</i> Дніпропетровська гідробіологічна школа. Теорія та практика збагачення водойм новими, кормовими для риб, організмами. Життя та діяльність проф. П.О. Журавля (1901–1977) до 120-річчя від дня народження.....	264
<i>Бучковська В.І., Євстафієва Ю.М.</i> До історії формування кормової бази для водоплавної птиці.....	276

## CONTENTS

<b>WATER BIORESOURCES</b> .....	7
<i>Buzina I.M., Golovan L.V., Chuprina Yu.Yu.</i> Ecological biotechnologies of water ecosystem cleaning.....	7
<i>Yelnikova T.O., Kotsyuba I.G., Gerasimchuk O.L., Skyba G.V.</i> Research of the ecological condition of the Irsha river.....	18
<i>Kovalov M.M., Zvezdun O.M.</i> Growing most common varieties of romaine lettuce on different types of substrates in NFT systems.....	27
<i>Kostousov V.G.</i> Change in the structure of the fish population of lakes depending on the degree of their overgrowing.....	37
<b>AQUACULTURE</b> .....	49
<i>Grynevych N.E., Vodianitskyi O.M., Khomiak O.A., Svitelskyi M.M., Zharchynska V.S.</i> Monitoring of glycogen content of predatory fish species at the juvenile stage of development due to changes in the temperature and oxygen regime of the reservoir.....	49
<i>Dyudyaeva O.A.</i> The state of the harmonization of Ukrainian legislation with European norms in the field of the production of organic aquaculture .....	62
<i>Oleshko O.A., Bityutsky V.S., Melnychenko O.M., Demchenko O.A., Timoshok N.O.</i> Influence of probiotics and biogenic nanoselans on morphometric and biochemical indicators of Nivk scalp carp.....	86
<i>Fedorenko M.O., Vdovenko N.M., Poplavska O.S., Matiiv I.L.</i> Mechanisms of functioning of Turkey mariculture and directions of their implementation in Ukraine through the development of the coastal territories of the Black Sea.....	101
<i>Tsurkan L.V.</i> Analysis of modern hydrological conditions of wintering of young-of-the-year carp fish.....	114
<i>Shevchenko V.Yu., Kutishchev P.S.</i> Potential possibilities and analysis of fisheries use of Yavkins reservoir.....	127
<b>HYDROECOLOGY</b> .....	137
<i>Lyanzberh O.V., Yevtushenko O.T.</i> Assessment of surface water quality by phytoindication method within the urbanized territory of Kherson.....	137
<i>Matviychuk N.G., Matviychuk B.V., Mozharivska I.A.</i> Physico-chemical and bacteriological quality of drinking water from different sources.....	147
<i>Morozov O.V., Morozov V.V., Chaban V.O.</i> Conditions for formation of Ingulet irrigation system fuel water quality and complex measures to improve it.....	160

**Pichura V.I., Potravka L.O.** Ecological condition of the Dnipro river basin and improvement of the mechanism of organization of nature use on the water catchment territory.....170

**Podakov E.S., Kozychar M.V., Olifirenko V.V.** Current problems and legislative provision of regulation of legal frameworks of financing of hydroecological activity.....201

**Skok S.V.** Scientific-technological aspects of improving sewage treatment processes within the urbo-system of Kherson..... 216

**METHODS AND TECHNIQUES..... 228**

**Bila T.A., Lyashenko E.V., Okhrimenko O.V.** Potentiometric method of natural environmental waters pH determination.....228

**Melnychenko S.G., Bohadorova L.M., Markeliuk A.V.** Use of static-geographical methods in the study of the ecological condition of water resources of the Kherson region..... 235

**Romanchuk M.Ye., Dovhopolyi M.M., Kabak I.S., Pisotskyi Ye.S.** Analysis of changes in the chemical composition of water in the basin of the Middle and Lower Dnieper (on the example of the rivers Psel, Khorol and Ingulets).....247

**HISTORY PAGES.....264**

**Bajdak L.A., Dvoretzky A.I., Poleva J.L., Rozhkov V.V.** Dnipropetrovsk hydrobiological school. Theory and practice of enrichment of reservoirs with new food organisms for fish. Life and work of professor P.A. Zhuravel (1901–1977) to the 120<sup>th</sup> anniversary of his birth.....264

**Buchkovska V.I., Ievstafieva Yu.M.** To the history of formation of feed base for waterfall birds..... 276

# ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

---

---

УДК 504.064.4:502.51

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.1>

## ЕКОЛОГІЧНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

*Бузіна І.М.* – к.с.-г.н., доцент,  
*Головань Л.В.* – к.с.-г.н., доцент,  
*Чуприна Ю.Ю.* – аспірантка,

*Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва,  
nezabudka120187@gmail.com*

Інтенсивне забруднення гідросфери сьогодні набуло загрозливого, навіть критичного характеру. Здатність до самоочищення водних екосистем знижується пропорційно до підвищення темпів забруднення. Як результат запаси прісної води постійно зменшуються. У багатьох країнах, а останнім часом і у південних районах нашої держави, спостерігається її нестача.

Зниження якості водозабезпечення населення, зумовленого антропогенним забрудненням патогенними мікроорганізмами та різними ксенобіотиками господарсько-побутового й техногенного походження призводить до спалаху різних захворювань, зниженню якості життя людей.

Під час проведення досліджень екологічного стану водних ресурсів Національного природного парку «Гомільшанські ліси» у Харківській області, було встановлено, що однією з найефективніших та найбезпечніших технологій очищення водою є фіторемедіація. Принцип її дії ґрунтується на здатності деяких видів рослин поглинати певні шкідливі речовини із ґрунту, поверхневих і ґрунтових вод. Для цього культивують різні види рослин, які здатні накопичувати і руйнувати забруднюючі речовини. У системах фіторемедіації для очищення природних вод використовують вищі водні рослини, наприклад, очерет, айр, комиш та багато інших.

У результаті досліджень вдалося підтвердити у рослин очерету звичайного вираженого явища гіперакумуляції важких металів. Значна маса рослин і велика щільність росту доводить доцільність використання цих рослин у дренажних канавах навколо природних водних об'єктів як ефективних фіторемедіантів. Це зменшить поширення важких металів у ґрунтові води оточуючих територій НПП «Гомільшанські ліси», річку Сіверський Донець, що запобігатиме у подальшому техногенному навантаженню на навколишнє середовище.

Перевагами досліджуваної технології є те, що вона не потребує суттєвих економічних затрат, очищення відбувається безперервно за рахунок існуючого природного біоценозу. Високі та стабільні показники очищення води та навколишнього середовища протягом року дають можливість застосування таких біотехнологічних методів на територіях з різними кліматичними та ландшафтними умовами.

Ключові слова: водні екосистеми, гідробіонти, фіторемедіація, макрофіти, очерет звичайний, біоінженерні очисні споруди.

**Постановка проблеми.** Стрімкий розвиток техногенезу у нинішніх умовах призвів до значного забруднення гідросфери небезпечними поллютантами. Сьогодні це одна із найважливіших і найгостріших проблем людства.

У сфері водних ресурсів навіть незначне потрапляння шкідливих речовин призводить до забруднення значних територій. Вже сьогодні значна частина водних ресурсів на планеті забруднена. Щороку людство продукує близько 400 млрд. т відходів, значна частина з яких потрапляє до річок, морів та океанів.

У річках та інших водоймах відбувається природний процес самоочищення води. Однак він протікає досить повільно. Поки промислово побутові скиди становили незначну частку, водні екосистеми самі справлялися з ними. У наше індустріальне століття у зв'язку з різким збільшенням відходів гідросфера не справляється з такими значними обсягами забруднення. Тому виникла гостра необхідність знешкоджувати, очищувати водні ресурси з метою зниження антропогенного навантаження на природні екосистеми.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Однією з найефективніших та найбезпечніших технологій очищення водойм є фітореMediaція. Принцип її дії ґрунтується на здатності деяких видів рослин поглинати певні шкідливі речовини із ґрунту, поверхневих і ґрунтових вод. Для цього культивують різні види рослин, які здатні накопичувати і руйнувати забруднюючі речовини. У системах фітореMediaції для очищення природних вод використовують вищі водні рослини, наприклад, очерет, айр, комиш та багато інших. Перевагою використання рослин в природних методах очищення є їх здатність накопичувати забруднюючі речовини, в тому числі важкі метали. У водній екосистемі вищі водні рослини (ВВР) виконують важливі природоохоронні функції:

- створення фітофільтраційного бар'єру заростями макрофітів (особливо очерету) на шляху завислих речовин різного походження, які потрапляють до водойм разом з сільськогосподарськими, промисловими та побутовими стічними водами;

- поглинання і накопичення з водного середовища речовин різноманітного походження (органічні, мінеральні);

- знезараження водного середовища;

- активна участь у процесах самоочищення, які відбуваються у водному середовищі.

**Формулювання цілей статті.** Метою дослідження є обґрунтування фітореMediaційних властивостей очерету звичайного та доцільності застосування даного біометоду в природних умовах.



**Результати досліджень.** Формування хімічного складу води розпочинається в атмосфері, продовжується у літосфері і завершується у річкових мережах. Основні річкові басейни України розташовані в різних фізико-географічних зонах, саме тому істотно відрізняються за своїми орографічними, геологічними та гідрогеологічними умовами, ґрунтовим комплексом, кліматичними умовами та характером підстилаючої поверхні. Такі умови характеризують визначальні природні фактори формування водного стоку, хімічного складу та якості води в екосистемах. Лише за умови запобігання надходженню в різні об'єкти біосфери значної кількості полутантів, що забруднюють водні екосистеми, можна розраховувати на відновлення їх природного (фонового) стану [1].

Для детального аналізу досліджувалися природні водні джерела території національного природного парку «Гомільшанські ліси» у Харківській області.

У межах НПП протікає найбільша річка лівобережної України, права притока Дону – Сіверський Донець та її права притока – р. Гомільша. На території парку знаходяться озера-стариці в басейні Сіверського Дінця. Майже всі вони розміщені на заплавної та однолесовій терасах. Вони утворилися на місці старого русла ріки (рис. 1).

Основну роль у живленні Сіверського Дінця відіграють зимові опади, які досягають у північній та північно-східній частинах значних висот і обумовлюють підвищений весняний стік. На долю снігового живлення припадає до 69 % річного стоку. Підземне живлення Сіверського Дінця стійке і значне (33 % річного стоку). Дощове живлення – близько 10 %. Більша половина річного стоку припадає на період весняного водопілля. Витрати води у різні місяці показані на рисунку. Середній багаторічний стік складає 46,8 м<sup>3</sup>/с (біля м. Зміїв) [2].

Підприємства області за рік скидають таку кількість забруднюючих речовин, для розбавлення якої потрібно більше 9,1 км<sup>3</sup> чистої води, що в декілька разів перевищує середньорічний об'єм стоку р. Сіверський Донець і суттєво перевищує об'єм сформованого на території області місцевого стоку. Води головного джерела водопостачання області – р. Сіверський Донець – надходять до Харківської області із північної сусідньої території надзвичайно високо забрудненими ( $K_3 = 3$ ), а на всій території області їх показник забрудненості коливається від високого до надзвичайно високого, що робить проблематичним із гігієнічної точки зору використання поверхневих вод річки Сіверський Донець як головного джерела питного водопостачання м. Харкова [3].

З метою мінімізації кількості відходів та максимального їх повторного використання, а також запобігання негативних наслідків для здоров'я населення, повинні використовуватися більш екологічно безпечні методи переробки мулу.



*Рис. 1. Схема основних водойм НПП «Гомільшанські ліси» [2]*

В європейських країнах в повній мірі вже використовуються природні системи для очистки стічних вод (Німеччина, Швеція, Польща тощо). Найпоширенішими природними системами очистки є штучні ветланди, піщано-грунтові рослинні фільтри, фільтри із використанням макрофітів, системи поливу очищеними стічними водами.

На даний час відомо понад 2500 систем біологічного очищення стоків, які експлуатуються в різних країнах світу – в Європі та Америці [4].

Найбільш ефективним, безпечним та економічно доцільним є біологічний метод фітореMediaції гідросфери.

Охорона водойм НПП як середовища існування риб та інших гідробіонтів, а також як одного із головних чинників рекреаційної привабливості його території, передбачає комплекс екологічних, гідротехнічних та меліоративних заходів, спрямованих на забезпечення водоймищ достатньою кількістю і відповідної якості води, усунення явищ, що погіршують умови існування гідробіонтів. Для підвищення якості води, покращання умов існування гідробіонтів лімнофільного комплексу, створення більш сприятливих умов для нагулу (збільшення акваторій) та природного відтворення риб (відновлення проходів для плідників та цьоголітків), створення передумов для ведення рибогосподарської діяльності необхідно, спільно з фахівцями та науковцям, розробити комплекс науково-обґрунтованих заходів з врахуванням статусу цієї території [2].

З метою обмеження надходження забруднюючих речовин зі стоками у ґрунтові води оточуючих територій передбачено біотехнологічну рекультивацію шляхом висаджування рослин-фітореMediaнтів навколо водних об'єктів, що потребує, у свою чергу, підбору рослин для створення захисної смуги.

Рослини не лише акумулюють шкідливі речовини, розчинені у воді, а й являються субстратом для розвитку різноманітної мікрофлори, яка знешкоджує значну кількість забруднень, що надходять у природні водні об'єкти і таким чином сприяє покращенню якісного складу води [5; 6]. Якісний склад води регулюється не тільки завдяки фільтраційним властивостям вищих водних рослин (ВВР), але і їхньою здатністю поглинати розчинені у воді небезпечні речовини. Причому глибина занурення ВВР і концентрація споживних елементів істотно впливає на інтенсивність поглинання органічних і мінеральних речовин.

У результаті сорбції біогенних речовин та насичення води водоймищ розчинним киснем, який виділяють рослини у процесі своєї життєдіяльності, макрофіти дозволяють запобігати масовому розповсюдженню синьо-зелених водоростей і запобігають «цвітінню» водойм. Коренева система ВВР виділяє речовини бактерицидної дії – фітонциди, у результаті чого відбувається знезараження водоймищ, за рахунок суттєвого зниження кількості патогенних бактерій, які надходять зі стічними водами [7]. Для більшості макрофітів характерна висока швидкість поглинання марганцю, хрому, цинку і більш низька для заліза, міді, нікелю, свинцю. ВВР здатні здійснювати детоксикацію різних шкідливих речовин, які потрапляють у водойми, в тому числі й пестицидів.

Токсичні речовини, які поглинаються рослинами інактивуються, проходячи різноманітні хімічні перетворення, а потім разом з наземною фітомасою видаляються з водою.

Макрофіти сприяють також очищенню поверхневих вод від хімічних добрив, які змиваються із сільськогосподарських територій, і здатні акумулювати радіоактивні елементи, такі, як радій, торій, уран, церій, стронцій.

З великої кількості макрофітів у НПП частіше за все для очищення стічних вод використовують очерет звичайний (*Phragmites australis (Cav.) Trinex Stend.*), рогози вузьколистий (*Typha angustifolia L.*) та широколистий (*Typha latifolia L.*), комиш озерний (*Scirpus lacustris L.*) та деякі інші види.

За результатами проведених досліджень 1 га заростей очерету звичайного за вегетаційний період можуть вилучати з водних об'єктів до 450 кг N, 180 кг P, 220 кг K, 330 кг Сl. Окрім того, повітряно-водні мактофіти, до яких відносяться очерет, рогіз, комиш та інші, також покращують газовий режим болотних та затоплених водою ґрунтів.

У збагаченому киснем водному середовищі навколо тонких коренів у великій кількості розвиваються ризосферні мікроорганізми, саме вони беруть участь у процесах аеробної деструкції органічних речовин, які накопичуються у мулових відкладеннях та сприяють переведенню речовин у доступні для засвоєння рослинами форми. Тобто, завдяки ВВР активізуються природні процеси самоочищення гідросфери та відбувається циркуляція повітря у донних відкладеннях [7].

Так, після періоду вегетації рослини очерету скошили і перевірили на вміст у їх вегетаційних органах важких металів (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст важких металів у органах очерету звичайного

Варіант	Вміст валових форм важких металів, мг/кг золи							
	Zn	Cd	Ni	Co	Pb	Cu	Cr	Fe
Корінь	40,3 ±1,3	107,8 ±2,1	44,3 ±1,7	73,6 ±2,3	42,7 ±0,5	121,4 ±1,1	11,2 ±0,6	654,7 ±2,2
Листя	33,8 ±0,8	59,7 ±0,3	62,2 ±1,5	45,7 ±0,7	41,3 ±0,4	47,1 ±0,3	12,4 ±0,7	932,2 ±1,4
Суцвіття	12,4 ±0,3	25,4 ±0,1	12,2 ±0,3	34,2 ±0,4	7,5 ±0,7	2,4 ±0,5	3,7 ±0,2	228,6 ±1,3
Сумарно на рослину	86,5 ±0,4	192,9 ±1,2	118,7 ±0,6	153,5 ±0,9	91,5 ±0,6	170,9 ±0,4	27,3 ±0,3	1815,5 ±2,7
Коефіцієнт біологічного накопичення на рослину	15,7	58,4	2,1	2,5	12,9	52,3	15,3	60,7
Коефіцієнт біологічного накопичення на корінь	7,3	32,6	1,6	1,2	5,5	34,8	7,2	22,5

У коренях, порівняно з іншими органами рослини, виявлено найбільший вміст таких металів як Cu, Cd та Co, в листках Ni та Pb, а в суцвіттях вміст ВМ був найменшим. З практичної точки зору ця різниця у накопиченні не є суттєвою, оскільки принципово важливим є те, що рослини очерету здатні накопичувати ВМ у досить значних кількостях, вилучаючи їх зі субстратів і тим самим перешкоджаючи їх надходженню у ґрунтові води. Вміст у надземній масі рослин також є досить суттєвим, тому рекомендується викошування з подальшим спалюванням у спеціальних печах для екстракції металів та вилученні цих елементів з едафотопу. Під час визначення коефіцієнта біологічного накопичення на всю рослину і на окремі органи рослин виявилось, що основну функцію поглинання у очерету звичайного виконував корінь, в якому за більшістю елементів КБН становив до 50 % і більше від показника на всю рослину. Тобто рослини створюють захисний бар'єр, запобігаючи накопиченню шкідливих речовин у зеленій масі та насінні. Найбільші величини КБН припадають на Cd, Cu, Fe [8].

Таким чином, підтвердження у рослин очерету вираженості явища гіперакумуляції важких металів, значна маса рослин і велика щільність росту доводить доцільність використання цих рослин у дренажних канавах навколо породних водних об'єктів як ефективних фіторемедіантів. Це зменшить поширення важких металів у ґрунтові води оточуючих територій НПП «Гомільшанські ліси», річку Сіверський Донець, що запобігатиме у подальшому техногенному навантаженню на навколишнє середовище.

Вищі водні рослини, які використовують у біологічних системах очищення повинні не лише приймати участь у поглинанні забруднюючих речовин, але й відповідати умовам роботи очисних споруд і забезпечувати автономний режим роботи систем очищення на протязі всього року. Вони покликані забезпечувати надходження водних потоків у нижні прошарки фільтруючої товщі, витримувати коливання якісного складу стічної води, не залежати від їх об'ємів. Саме цим вимогам і відповідають такі рослини – очерет, рогіз та комиш.

Особливу роль у системах очищення відіграє очерет звичайний. Він має високі адаптивні властивості і здатний проростати навіть у дуже забруднених промисловими стічними водами водоймах [7]. У водному середовищі очерет видаляє з води такі сполуки, як феноли, нафтоли, анілін та інші органічні речовини. Питоме поглинання мінеральних речовин досягає (г на 1 г сухої маси): кальцію – 3,95, калію – 10,3, натрію – 6,3, кремнію – 12,6, цинку – 50, марганцю – 1,2, бору – 14,6. У даний час такі системи та споруди, в основі яких лежить природний процес самоочищення, широко розповсюджені в більшості країн світу [7]. Так, системи очищення водних об'єктів на плантаціях очерету, комишу активно використовуються в країнах Америки. Успішно впроваджують для очищення господарсько-побуто-

вих стічних вод в Нідерландах, Японії, Китаї, для очищення забрудненого поверхневого стоку в Норвегії, Австралії, та в інших країнах. Стійкість рослин очерету до дії значних концентрацій різних забруднень дозволила успішно використовувати його з метою очищення стічних вод комплексів розведення свиней у Великобританії. В Україні очисні споруди типу Constructed Wetlands відносяться до категорії біоінженерні очисні споруди (БІС) та біоплато [7]. Принцип роботи таких споруд передбачає використання природного процесу самоочищення, який протікає у товщі, яка одночасно фільтрує та є субстратом для формування біогеоценозів вищих водних рослин.

На даний час поширені декілька типів БІС для різних умов очищення та різні види біоплато. З успіхом використовують ці методи для доочищення стічних вод після традиційних очисних споруд.

Як і в будь-якого іншого методу, у фіторемедіації є деякі недоліки. До їх числа входить значні затрати часу. Фіторемедіація є довготривалим процесом, і займає, як мінімум пару сезонів.

Перевагами ж цієї технології є те, що будівництво не потребує суттєвих економічних затрат, майданчики працюють довгі роки з мінімальними витратами на їх експлуатацію (очищення відбувається безперервно за рахунок існуючого природного біоценозу). Біоінженерні споруди поєднують у собі основні елементи споруд ґрунтового очищення із гідро біоценозами біоплато або ставків з посадкою ВВР. Відмінною рисою цих споруд є сформований штучно біоценоз. Основними перевагами даного методу є високі та стабільні показники очищення води та навколишнього середовища протягом року, можливість застосування на територіях з різними кліматичними умовами.

**Висновки.** Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що фіторемедіація має ряд суттєвих переваг перед традиційними технологіями водоочищення. Але для повноцінної реалізації виявлених можливостей необхідно проводити додаткові дослідження, які передбачають вибір конкретної технології фіторемедіації перед початком проектування очисних споруд. Також доцільно аналізувати та застосовувати інформацію різного фахового спрямування: екологічну, біологічну, містобудівну, соціальну та економічну. Тому необхідним є розробка механізму методичного підходу, який дозволить комплексно враховувати інформацію під час вибору кращої технології фіторемедіації для впровадження в конкретних умовах.

## **ECOLOGICAL BIOTECHNOLOGIES OF WATER ECOSYSTEM CLEANING**

*Buzina I.M. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Golovan L.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Chuprina Yu.Yu. – Postgraduate Student,  
Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev,  
nezabudka120187@gmail.com*

Intense pollution of the hydrosphere today has become threatening, even critical. The ability of aquatic ecosystems to self-cleanse decreases in proportion to the increase in pollution rates. As a result, freshwater supplies are constantly declining. In many countries, and recently in the southern regions of our state, there is a lack of it.

Decreased quality of water supply of the population caused by anthropogenic pollution by pathogenic microorganisms and various xenobiotics of household and man-made origin leads to an outbreak of various diseases, reduced quality of life.

During the research of the ecological state of water resources of the Gomilshansky Forests National Nature Park in Kharkiv region, it was established that one of the most effective and safest technologies for water treatment is phytoremediation. The principle of its action is based on the ability of some plant widows to absorb certain harmful substances from the soil, surface and groundwater. To do this, cultivate different types of plants that are able to accumulate and destroy pollutants. Higher aquatic plants, such as reeds, calendula, reeds and many others, are used in phytoremediation systems to purify natural waters.

As a result of research it was possible to confirm in reed plants the usual expressed phenomenon of hyperaccumulation of heavy metals. The large mass of plants and high growth density prove the feasibility of using these plants in drainage ditches around rocky water bodies as effective phytoremediators. This will reduce the spread of heavy metals in the groundwater of the surrounding areas of NPP «Gomilshansky Forests», the river Seversky Donets, which will prevent further man-made pressure on the environment.

The advantages of the studied technology are that it does not require significant economic costs, purification is continuous due to the existing natural biocenosis. High and stable indicators of water and environmental purification during the year allow the application of such biotechnological methods in areas with different climatic and landscape conditions.

Keywords: aquatic ecosystems, aquatic organisms, phytoremediation, macrophytes, common reed, bioengineered treatment facilities.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бузіна І.М., Хайнус Д.Д. Дослідження питань забруднення водних екосистем важкими металами в умовах змін клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 240–246.
2. Проект організації території національного природного парку «Гомільшанські ліси», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів. Харків. 2019. 392 с.

3. Екологічний атлас Харківської області. Вид. друге, перероблене. Харків. 2005. 80 с.
4. Схеми альтернативних методів очистки стічних вод міста Сокаля. Західний центр Українського відділення «Міжнародного центру наукової культури – Всесвітня лабораторія». 2017. 19 с.
5. Hao Hu, Xiang Li, Shaohua Wu, Chunping Yang. Sustainable livestock wastewater treatment via phytoremediation: Current status and future perspectives. *Bioresource Technology*. 2020, November. Vol. 315:123809. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123809>
6. Бузіна І.М. Застосування фітореMediaційних технологій для ґрунтів з монометалічним забрудненням. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.7. С. 115–121.
7. Рибалова О.В., Бригада О.В., Ільїнський О.В. Методи фітореMediaції для очищення стічних вод. *Danish Scientific Journal*. 2020. № 41. Vol. 2, С. 10–12.
8. Баранов В.І., Книш І.М., Блайда І.А. Очерет звичайний – фітореMediaнт важких металів у дренажних канавах породних відвалів вугільних шахт. *Біологічні студії*. 2012. Т. 6, № 1. С. 93–100.

#### REFERENCES

1. Buzina I.M., Khainus D.D. (2019). *Doslidzhennia pytan zabrudnennia vodnykh ekosystem vazhkymy metalamy v umovakh zmin klimatu* [Research on pollution of aquatic ecosystems with heavy metals in the context of climate change]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Vol. 105, 240–246. [in Ukrainian].
2. *Proekt orhanizatsii terytorii natsionalnoho pryrodnoho parku «Homilshanskilisy», okhorony, vidtvorennia ta rekreatsiinoho vykorystannia yoho pryrodnykh kompleksiv i obiektiv*. (2019). [Project of organization of the territory of the national natural park «Gomilshansky forests», protection, reproduction and recreational use of its natural complexes and objects]. [in Ukrainian].
3. *Ekolohichnyy atlas Kharkivs'koyi oblasti*. (2005). [Ecological atlas of Kharkiv region]. [in Ukrainian].
4. *Skhemy al'ternatyvnykh metodiv ochystky stichnykh vod mista Sokalya*. (2017). *Zakhidnyy tsestr Ukrayins'koho viddilennya «Mizhnarodnoho tsestru naukovoyi kul'tury – Vsesvitnya laboratoriya»*. [Schemes of alternative methods of wastewater treatment in Sokal. Western Center of the Ukrainian Branch of the International Center for Scientific Culture – World Laboratory]. [in Ukrainian].
5. Hao Hu, Xiang Li, Shaohua Wu, Chunping Yang. (2020). Sustainable livestock wastewater treatment via phytoremediation: Current status



- and future perspectives. *Bioresource Technology*. 2020, November. Vol. 315:123809. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123809>
6. Buzina I.M. (2014) *Zastosuvanny afitoremediatsiynykh tekhnolohiy dlya gruntiv z monometalichnym zabrudnennyam* [Application of phytoremediation technologies for soils with monometallic pollution]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*. 24.7, 115–121. [in Ukrainian].
  7. Rybalova O.V., Bryhada O.V., Il'yins'kyi O.V. (2020). *Metody fitoremediatsiyi dlya ochyshchennya stichnykh vod* [Phytoremediation methods for wastewater treatment]. *Danish Scientific Journal*. no. 41, Vol. 2, 10–12. [in Ukrainian].
  8. Baranov V.I., Knysh I.M., Blayda I.A. (2012). *Ocheret zvychaynyy – fitoremediant vazhkykh metaliv u drenazhnykh kanavakh porodnykh vidvaliv vuhil'nykh shakht* [Reed is a phytoremediant of heavy metals in the drainage ditches of waste heaps of coal mines]. *Studia Biologica*. Vol. 6, no. 1, 93–100. [in Ukrainian].

УДК 504.453

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.2>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ ІРША

*Єльнікова Т.О. – к.т.н., доцент,*

*Коцюба І.Г. – к.т.н., доцент,*

*Герасимчук О.Л. – к.п.н., доцент,*

*Скиба Г.В. – к.т.н., доцент,*

*Державний університет «Житомирська політехніка»,*

*kpn\_shto@ztu.edu.ua*

В сучасний період нерегульованих взаємин між людським суспільством і навколишнім природним середовищем антропогенний вплив на екосистеми водного середовища спричиняє екологічні проблеми. Зокрема, забруднення комунальними і промисловими стічними водами, погіршення якості води, евтрофікація, заболочування, пересихання, збіднення видового складу біоти тощо.

Основною метою дослідження є оцінка екологічного стану річки Ірша, лівої притоки р. Тетерева (басейн Дніпра). Об'єктом дослідження у даній роботі є оцінка якості води річки Ірша, апредметом – набір гідрохімічних та гідрологічних показників екологічного стану річки Ірша у межах питного водозабору смт Нова Борова та Малинського водосховища, питний водозабір м. Малина за період 2018-2019 рр.

Для досягнення поставленої мети виконано наступні задачі: охарактеризовано басейн річки Ірша у межах території дослідження; виконано комплексну оцінку якості поверхневих вод річки Ірша на основі графічного методу; оцінено рівень забруднення р. Ірша за модифікованим індексом. За результатами комплексної оцінки якості поверхневих вод на основі графічного методу виявлено, що у 2018-2019 рр. в цілому річкові води в обох створах спостереження у межах річки Ірша не відповідають вимогам якості, спостерігалися високі значення показників кратності перевищення ГДК для показника ХСК, розчиненого кисню, заліза загального та перманганатної окиснюваності в обох створах. За модифікованим індексом забруднення виявлено, що найвищий рівень забруднення спостерігається у Малинському водосховищі (р. Ірша, 31 км), а найменш забрудненим є водне середовище Іршанського водосховища (р. Ірша, 93 км).

Актуальність теми визначається важливістю використання води річки Ірша для різних цілей: джерело питного водопостачання, енергії, як рекреаційний об'єкт, для зрошення, риборолві та ін.

Ключові слова: малі річки, річка Ірша, індекс забрудненості води (ІЗВ), екологічна оцінка, антропогенний вплив.

---

**Постановка проблеми.** Використання річкових екосистем у сучасних екологічних умовах носить екстенсивний та руйнівний для них характер. Це проявляється у надмірному антропогенному використанні річкових басейнів (вирубування лісів, розорювання понад 80 % території, житлово-комунальна і промислова забудова тощо), зростанні обсягів

надходження у річкові води забруднених господарсько-комунальних та виробничих стічних вод, руйнуванні річкового русла внаслідок інтенсифікації водно-ерозійних процесів [1]. Однак, саме малі річки формують гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок, а в їхніх басейнах формується понад 60 % водних ресурсів України [2; 3]. Проте, через незначні площі водозбірних басейнів вони є найбільш вразливими до деструктивного антропогенного впливу, тому потребують постійного моніторингу якості води.

Існуюча наразі державна система моніторингу якості води зорієнтована на спостереження за гідрохімічним складом води великих і середніх річок, тоді як малі річки практично не залучені до мережі спостережень. Не є виключенням і Житомирська область, де гідрохімічні спостереження здійснюються відділом лабораторно-інструментального контролю Державної екологічної інспекції в Житомирській області у 23 контрольних створах, тільки три з яких розташовані на малих річках Полісся, та Житомирським обласним управлінням водних ресурсів Держводагентства України у 10 контрольних створах, лише два з яких розташовані на малих річках Полісся. Відсутність достовірних даних про якісний склад води малих річок унеможливує проведення комплексної оцінки екологічного стану їхніх басейнів та розроблення заходів щодо його оптимізації. Виходячи зі сказаного, актуальності набуває вивчення хімічного складу вод малих річок при комплексному і поглибленому аналізі спрямованості гідрохімічних процесів, що відбуваються у них, як результату сукупного впливу природних та антропогенних чинників на відкриту гідрохімічну систему.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Оцінюванню якості поверхневих вод річок присвячено багато наукових досліджень. Вагомий внесок у методологію комплексного інтегрального оцінювання екологічного стану річок зробили Й. Гриб [4], А. Яцик [5–6], М. Клименко [8], В. Романенко [5] та В. Хільчевський [3]. Оцінку якості річкових вод та основні шляхи покращення екологічного стану малих річок Житомирщини, зокрема басейну річки Тетерів, висвітлено у наукових працях А. Колісника [7], І. Кота [10] та ін.

**Формулювання цілей статті.** Основними завданнями даної статті було виконати комплексну оцінку якості поверхневих вод річки Ірша на основі графічного методу та оцінити рівень забруднення р. Ірша за модифікованим індексом.

**Матеріали і методи дослідження.** Основними забруднювачами річки Ірша залишаються підприємства житлово-комунального господарства (4 підприємства). Їх частка становить 90 % забруднених зворотних вод. Комплекси очисних споруд каналізації комунальних підприємств

застарілі і працюють неефективно, тому потребують реконструкції з впровадженням сучасних технологій очистки стічних вод [9].

Вихідними матеріалами слугували інформаційні матеріали Державного агентства водних ресурсів та Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Житомирській області. В якості вихідної інформації для дослідження якісного стану річки Ірша були використані дані гідрохімічних спостережень з двох контрольних створів річкової мережі Житомирської області. Моніторинг якісного стану вод р. Ірша здійснювався на затвердженому пункті державного моніторингу якості вод за 93 км від гирла, Іршанське водосховище, питний водозабір смт. Нова Борова та у пункті за 31 км від гирла питний водозабір м. Малина.

Для дослідження якості та рівня забрудненості поверхневих вод річки Ірша застосовані графічний метод комплексної оцінки якості поверхневих вод та модифікований індекс забруднення.

Графічний метод комплексної оцінки якості поверхневих вод базується на складанні графічної моделі якості поверхневих вод, яка є круговою діаграмою з шкалами-радіусами, що відповідають певному гідрохімічному показнику. Ціна ділення кожного радіусу дорівнює максимальному значенню концентрації показника, що визначає придатність води для певного виду водокористування, тобто гранично допустимим концентраціям (ГДК) забруднювальних речовин (ЗР) у водному об'єкті. Графічна модель складається з двох діаграм. Одна з діаграм є кругом з одиничним радіусом, а друга – багатокутник з кількістю вершин, рівною числу гідрохімічних показників. Межа круга є межею екологічного оптимуму – тобто такого екологічного стану водного об'єкту, коли вміст усіх ЗР не перевищує ГДК [6; 7].

Оцінка якості води за індексом забруднення (ІЗВ) проводиться за обмеженим числом показників. Визначається середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному зпоказників. Знайдене середнє арифметичне значення кожного з показників порівнюється з їх ГДК. Розрахунок ІЗВ виконували за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (1)$$

де  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація (значення)  $i$ -го показника;  $C_i$  – фактична концентрація (значення)  $i$ -го показника;  $n$  – кількість показників.

Дана методика оцінки якості води полягає у розрахунку індексу забруднення води за гідрохімічними показниками, а потім за величинами розрахованих ІЗВ воду, яку досліджують, відносять до відповідного класу якості. За результатами оцінки встановлюються такі класи якості води [6]: І – дуже чиста ( $ІЗВ < 0,3$ ); ІІ – чиста ( $0,3 < ІЗВ < 1$ ); ІІІ – помірно забруд-

нена ( $1 < IЗВ < 2,5$ ); забруднена ( $2,5 < IЗВ < 4$ ); IV – брудна ( $4 < IЗВ < 6$ ); V – дуже брудна ( $6 < IЗВ < 10$ ); VI – надзвичайно брудна ( $IЗВ > 10$ ).

У роботі застосовано модифіковану методику розрахунку IЗВ, коли частина показників є постійною, а в якості інших беруть показники з найбільшими відношеннями до ГДК. Це дозволяє більш повно використовувати наявну гідрохімічну інформацію [6].

**Результати досліджень.** Оцінка якості поверхневих вод у річці Ірша виконана на основі графічного методу за 2018-2019 роки у двох контрольних створах: р. Ірша, ліва притока р. Тетерів, 93 км від гирла, Іршанське водосховище, питний водозабір смт. Нова Борова; р. Ірша, 31 км від гирла, Малинське водосховище, питний водозабір Малина. На рисунках 1–2 представлені результати за 2019 р.

Виявлено, що якість річкових вод у межах регіону протягом 2018-2019 рр. перебувала у задовільному стані. Вимоги до якості річкових вод витримувалися лише за такими показниками якості як: мінералізація, хлориди, завислі речовини, рН, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфати, розчинений кисень, БСК<sub>5</sub> та марганець.



*Рис. 1. Концентрації речовин в контрольних створах водних об'єктів (Іршанське водосховище, створ 1) за 2019 рік, в одиницях кратності відповідних ГДК*

Показник кратності перевищення ГДК для сульфатів впродовж всього періоду змінювався у межах 1,15 ГДК-1,3 ГДК, найбільше значення показника кратності спостерігалось в 2018 р. у Малинському водосховищі. За показником ХСК (3,18 ГДК-3,44 ГДК) найбільше перевищення ГДК в 3,44 разів було відмічене у воді цього ж створу. Якість води річки Ірша в обох створах незадовільна за вмістом заліза; найбільше значення показ-

ника кратності перевищення ГДК по залізу відмічене в обох створах у воді р. Ірша (3,2 ГДК).



Рис. 2. Концентрації речовин в контрольних створах водних об'єктів (Малинське водосховище, створ 2) за 2019 рік, в одиницях кратності відповідних ГДК

За показником перманганатної окиснюваності води найбільше перевищення ГДК в 5,3 рази спостерігалось в 2018 році у Іршанському водосховищі. Це максимальне перевищення серед всіх гідрохімічних показників.

Аналізуючи графіки з результатами оцінки якості річкових вод в 2019 році, слід відмітити:

- у створі 1 (Іршанське водосховище) вода найменше забруднена марганцем (0,006 ГДК) та хлоридами (0,07 ГДК), а найбільше значення має перманганатна окиснюваність (3,7 ГДК);
- у створі 2 (Малинське водосховище) спостерігається високий рівень забрудненості за показником ХСК (3,18 ГДК) та залізом загальним (3,2 ГДК), та найбільшого значення показника кратності перевищення ГДК набуває перманганатна окиснюваність (4,3 ГДК). У порівнянні з попереднім (2018) роком концентрація сульфатів (1,12 ГДК) у даному створі зменшилася у 2019 році до рівня нижче норми (0,66 ГДК).

За результатами комплексної оцінки якості поверхневих вод на основі графічного методу (табл. 1) виявлено, що у 2018-2019 рр. спостерігалися високі значення показників кратності перевищення ГДК для показників ХСК, розчиненого кисню, заліза загального та перманганатної окиснюваності в обох створах. В цілому річкова вода у двох створах спостереження річки Ірша не відповідають вимогам якості.

**Таблиця 1. Результати оцінки рівня забруднення річкових вод за модифікованим індексом забруднення**

Створи	2019		
	ІЗВ	Клас	Характеристика
р. Ірша, 93 км від гирла, Іршанське водосховище, питний водозабір смт Нова Борова	1,074	III	помірно забруднена
р. Ірша, 31 км від гирла, Малинське водосховище, питний водозабір м. Малина	1,153	III	помірно забруднена

Розрахунок ІЗВ за роками у різних створах за 2018-2019 роки показав зменшення забруднення води в обох створах. Так у Іршанському водосховищі спостерігалось зменшення забруднення на 12 %, а у Малинському водосховищі – на 5,5 %.

**Висновки.** За результатами комплексної оцінки якості поверхневих вод на основі графічного методу виявлено, що у 2018-2019 рр. спостерігалися високі значення показників кратності перевищення ГДК для показників ХСК, розчиненого кисню, заліза загального та перманганатної окиснюваності в обох створах. В цілому річкова вода у двох створах спостереження річки Ірша не відповідає вимогам якості.

За модифікованим індексом забруднення виявлено, що найвищий рівень забруднення спостерігається у Малинському водосховищі (р. Ірша, 31 км). Води річки Ірша в обох створах є «помірно забрудненими» та відносяться до III класу якості води, що свідчить про значний антропогенний вплив, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

Отже, за наявного рівня забруднення річки Ірша першочерговим та пріоритетним завданням до виконання у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів є реалізація заходів, передбачених державними та регіональними цільовими програмами щодо зниження антропогенного навантаження та поліпшення стану поверхневих водних об'єктів.

## **RESEARCH OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE IRSHA RIVER**

*Yelnikova T.O. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Kotsyuba I.G. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Gerasimchuk O.L. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
Skyba G.V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Zhytomyr Polytechnic State University,  
kpn\_shto@ztu.edu.ua*

In the modern period of unregulated relations between human society and the environment, anthropogenic impact on aquatic ecosystems causes environmental

problems. In particular, pollution by municipal and industrial wastewater, deterioration of water quality, eutrophication, waterlogging, drying, depletion of the species composition of a biome, etc.

The main purpose of the study is to assess the ecological status of the river Irsha, the left tributary of the Teterev (Dnieper basin). The object of research in this work is the assessment of water quality of the Irsha river, and the subject – a set of hydrochemical and hydrological indicators of the ecological state of the Irsha river within the drinking water intake of Nova Borova and Malyn reservoir, drinking water intake of Malyn for the period 2018-2019.

To achieve this goal, the following tasks were performed: the Irsha river basin within the study area was characterized; a comprehensive assessment of the surface water quality of the Irsha River was performed based on the graphical method; the level of pollution of the Irsha River was estimated according to the modified index. According to the results of a comprehensive assessment of surface water quality based on the graphical method, it was found that in 2018-2019 in general river waters in both observation sites within the Irsha River do not meet quality requirements, there were high values of MPC for dissolved oxygen, total iron and permanganate oxidation in both alignments. According to the modified pollution index, it was found that the highest level of pollution is observed in the Malyn Reservoir (Irsha River, 31 km), and the least polluted is the aquatic environment of the Irsha Reservoir (Irsha River, 93 km).

The relevance of the topic is determined by the importance of using the water of the Irsha River for various purposes: a source of drinking water, energy as a recreational facility, for irrigation, fishing, etc.

Keywords: small rivers, Irsha river, water pollution index (WWI), ecological assessment, anthropogenic impact.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ігошин М.І. Проблеми відродження та охорони малих річок і водойм. Гідроекологічні аспекти: навч. посіб. для студ. ВНЗ. Одеса:Астропринт, 2010. 230 с.
2. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. Київ: Вища шк., 1995. Т. 4. 307 с.
3. Хільчевський В.К., Маринич В.К., Савицький В.М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра. Київ-Луцьк: РВ ЛДТУ, 2002. С. 167–169.
4. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідрологія, управління): навч. посіб. Рівне: Рівнен. Держ. Техн. Ун-т, 1999. Т. 1. 348 с.
5. Яцик А.В., Жукинський В.М., Чернявська А.П., Єзловецька І.С. Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Київ: Оріяни, 2006. 44 с.
6. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навч. посіб. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
7. Колісник А.В., Романчук М.Є., Воловчук Н.О. Оцінка якості та рівня забрудненості річкових вод у межах Житомирської області на основі



- графічного методу та модифікованого індексу. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2019. № 2 (28). С. 38–43. DOI:10/30929/2073-5057.2019.2.38-43 (дата звернення: 16.11.2020).
8. Клименко М.О., Трушева С.С., Гроховська Ю.Р. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2004. Т. 3. 211 с.
  9. Регіональна доповідь «Про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2019 році». Житомирська обласна державна адміністрація. Управління екології та природних ресурсів URL: <http://ecology.zt.gov.ua/StanDov1.html> (дата звернення: 18.11.2020).
  10. Кот І.С. Особливості формування якості природних вод малих річок басейну р. Ірша. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. № 2 (42). Т. 1. С. 214–223.

### REFERENCES

1. Ihoshyn M.I. (2010). *Problemy vidrodzhennia ta okhorony malykh richok i vodoim* [Problems of revival and protection of small rivers and reservoirs]. *Hidroekolohichni aspekty* [Hydroecological aspects]. Odesa: Astroprint. [in Ukrainian].
2. Horiev L.M., Peleshenko V.I., Khilchevskiy V.K. (1995). *Hidrokhimiia Ukrainy* [Hydrochemistry of Ukraine]. Kyiv: Vyscha shk., Vol. 4. [in Ukrainian].
3. Khilchevskiy V.K., Marynych V.K., Savytskyi V.M. (2002). *Porivnialna otsinka yakosti richkovykh vod baseinu Dnipro*. Kyiv-Lutsk: RV LDTU, 167–169. [in Ukrainian].
4. Hryb Y.V., Klymenko M.O., Sondak V.V. (1999). *Vidnovna hidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system (hidrokhimiia, hidrolohiia, upravlinnia)* [Restorative hydroecology of disturbed river and lake systems (hydrochemistry, hydrology, management)]. Rivne: Rivnen. Derzh. Tekhn. Un-t. Vol. 1. [in Ukrainian].
5. Yatsyk A.V., Zhukynskiy V.M., Cherniavska A.P., Yezlovetska I.S. (2006). *Dosvid vykorystannia «Metodyky ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyimi katehoriiami»* [Experience of using «Methods of ecological assessment of surface water quality by relevant categories»]. Kyiv: Oriiany. [in Ukrainian].
6. Yurasov S.M., Safranov T.A., Chuhai A.V. (2012). *Otsinka yakosti pryrodnykh vod* [Assessment of natural water quality]. Odesa: Ekolohiia. [in Ukrainian].
7. Kolisnyk A.V., Romanchuk M.Ye., Volovchuk N.O. (2019). *Otsinka yakosti ta rivnia zabrudnenosti richkovykh vod u mezhakh Zhytomyrskoi oblasti na osnovi hrafichnogo metodu ta modyfikovanoho indeksu* [Estimation of quality and level of river water pollution within Zhytomyr region on the basis

- of graphical method and modified index]. *Naukovyi zhurnal «Ekolohichna bezpeka»*. Vol. 2, no. 28, 38–43. [in Ukrainian]. DOI:10/30929/2073-5057. 2019.2.38-43 (accessed 16 November 2020).
8. Klymenko M.O., Trusheva S.S., Hrokhovska Yu.R. (2004). *Vidnovna hidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system* [Restorative hydroecology of disturbed river and lake systems]. Rivne: NUVHP. Vol. 3. [in Ukrainian].
  9. *Zhytomyrska oblasna derzhavna administratsiia. Upravlinnia ekolohii ta pryrodnykh resursiv* (2020). *Rehionalna dopovid «Pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Zhytomyrskoi oblasti u 2019 rotsi»* [Regional report «On the state of the environment of Zhytomyr region in 2019». Zhytomyr Regional State Administration. Department of Ecology and Natural Resources]. Zhytomyr. [in Ukrainian]. URL: <http://ecology.zt.gov.ua/StanDov1.html> (accessed 18 November 2020).
  10. Kot I.S. (2014). *Osoblyvosti formuvannia yakosti pryrodnykh vod malykh richok baseinu r. Irsha* [Features of formation of quality of natural waters of small rivers of the Irsha river basin]. *Visnyk ZhNAEU*, Vol. 2, no. 42, 214–223. [in Ukrainian].

УДК 581.085

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.3>

## ВИРОЩУВАННЯ НАЙПОШИРЕНІШИХ СОРТІВ САЛАТУ РОМЕН НА РІЗНИХ ТИПАХ СУБСТРАТІВ В NFT СИСТЕМАХ

*Ковальов М.М. – к. с.-г.н.,*

*Звєздун О.М. – завідувачка лабораторіями,*

*Центральноукраїнський національний технічний університет,*

*Nicolaskov80@gmail.com*

У статті експериментально досліджено і обґрунтовано особливості формування врожаю салату ромен сортів Максимус та Кармесі в умовах плівкової купольної теплиці на природних та штучних субстратах в проточних гідропонічних системах. Розраховано економічну ефективність вирощування салату ромен у плівкових купольних теплицях в системах NFT. Проведено дослідження з підвищення врожайності виробництва салату ромен та удосконалено елементи технології вирощування шляхом визначення субстратів для вирощування розсади на фоні застосування природних та штучних субстратів. Проведено економічну оцінку технології та доведено доцільність вирощування дослідженого сортів салату ромен на різних типах субстратів.

У результаті аналізу експериментальних даних процесів росту і розвитку рослин досліджуваних сортів салату ромен на різних етапах органогенезу, за комплексом біометричних показників виділився сорт Максимус, рослини якого мала найбільшу середню довжину листка (25,3 см), яку вирощували на лляних килимках, що на 9,4 % перевищує контроль. За площею асиміляційної поверхні листків, у фазу масового цвітіння, за 2019-2020 роки, найбільший показник зафіксовано на лляних килимках – 15112,47 см<sup>2</sup>/росл., що на 3,5 % перевищувало контроль для сорту Максимус та для сорту Кармесі 14736,59 см<sup>2</sup>/росл. і 19,1 % відповідно.

На варіанті досліду з використанням лляних урожайність салату ромен в середньому за усередненими даними в період досліджень у фазі технічної стиглості була найбільшою і становила для сорту Максимус 4,9 кг / м<sup>2</sup>, а для Кармесі – 3,8 кг / м<sup>2</sup>. У той час як на інших типах субстратів – від 4,1–4,7 кг / м<sup>2</sup> (сорт Максимус) та 3,5–3,7 кг / м<sup>2</sup> (сорт Кармесі). Таким чином виявлено, що в період технічної стиглості салату ромен найбільшу врожайність було отримано з розсади на лляних килимках що на 16,3 % більше контролю для сорту Максимус та 7,9 % для сорту Кармесі.

На фоні контролю найкращі економічні показники: прибуток – 147,7 грн./м<sup>2</sup>; рівень рентабельності – 127,29 %; собівартість продукції – 12,11 грн./кг та врожайність 4,9 кг/м<sup>2</sup> одержано при вирощуванні салату ромен на лляних килимках для сорту Максимус та 124,9 грн./м<sup>2</sup> прибутку, 118,37 % рівня рентабельності, 13,34 грн./кг собівартості продукції і 3,8 кг/м<sup>2</sup> урожайності для сорту Кармесі. Вирощування салату ромен на мінеральній ваті займає проміжне положення між кокосово-агроперлітним субстратом та лляними килимками.

Ключові слова: проточна гідропоніка, салат ромен, природні та штучні субстрати, купольна плівкова теплиця.

**Постановка проблеми.** В час всесвітньої нестабільності, коли різко зросли екологічні та психоемоційні навантаження на організм людини, все більшого значення набувають значення здоровий спосіб життя та раціональне харчування. Важлива роль при цьому відводиться зеленим і пряним культурам, оскільки навіть незначна кількість споживаної зелені в раціоні людини дає позитивний ефект [1; 2]. Салат вирощували, вживали в їжу і застосовували як лікарську рослину ще стародавні єгиптяни, римляни і греки. Листя салату дуже багаті вітамінами. Вони містять аскорбінову кислоту, тіамін, рибофлавін, нікотинову кислоту, рутин, каротин, 2,5-3,8 % цукрів, вуглеводи, протеїни, солі кальцію, калію, заліза, натрію, фосфору, амінокислоти, аспарагін, а також яблучну, лимонну, щавлеву і бурштинову кислоти. У молочному соці салату є глюкозид лактуцин, котрий є заспокійливим засобом, нормалізуючи з сон та знижує кров'яний тиск. Салат сприяє утворенню антисклеротичної речовини холіну, стимулює виведення з організму холестерину, що попереджає атеросклероз.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У порівнянні з ґрунтовим вирощуванням розсади овочевих культур гідропонні системи дозволяють значно прискорити зростання останньої, збільшити вихід продукції, забезпечити екологічну чистоту і високу якість овочевої продукції [3].

Дослідження поживного режиму при вирощування салату посівного в умовах ґрунтової культури плівкових теплиць показують, що застосування фертигації в системах краплинного зрошення призводить до збільшення врожайності лише при систематичному і правильному використанні добрив [4; 5].

**Постановка завдання.** Метою досліджень було порівняння швидкості вирощування різних сортів салату Ромен із застосуванням проточної гідропоніки NFT систем на різних типах субстратів: 1) на кокосово-агроперлітному субстраті; 2) на мінеральні ваті; 3) на лляних килимках. Схема досліджу:

1. Вирощування насіння салату Роменна кокосово-агроперлітному субстраті при температурі навколишнього середовища 20°C протягом 25 діб (контроль);

2. Вирощування салату Роменна мінеральні ваті при температурі навколишнього середовища 20°C протягом 25 діб;

3. Вирощування салату Роменна лляних килимках при температурі навколишнього середовища 20°C протягом 25 діб;

Облікова одиниця один пластиковий піддон з первинного пластику розміром 40x26x9 см. Об'єм піддонів для усіх варіантів 6 л. Кількість досліджуваного насіння в розсадному відділенні на одному варіанті – 112 шт. Сорти салату Ромен: Максимус та Кармесі. Повторність шести-кратна [6; 7].

У період пророщування салату Ромен проводили фенологічні спостереження: відмічали дати проростання насіння, контроль посівів на 4, 6, 14 та 21 день.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єкт дослідження – різні типи субстратів для гідропонного вирощування. Дослідження проводилися в науково-дослідній лабораторії «Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці» кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2019-2020 років. В якості поживного середовища використовувалися модифікований нами розчин Кнопа [8].

**Результати досліджень.** Більшість рослин, котрі вирощують в гідропонних теплицях, не відчувають проблем зі створенням для їх існування підвищеної вологості. При вирощуванні у теплиці з надто високою вологістю завжди існує небезпека, пов'язана з тим, що в умовах підвищеної вологості можливо загнивання рослин. При цьому, навіть такі прийоми, як обприскування листя, змочування ґрунтового субстрату фунгіцидами або застосування укорінювачів, не гарантують стовідсоткового виживання овочевої розсади.

Дану проблему можна вирішити при застосуванні альтернативного підходу, котрий пов'язаний з використанням гідропонних установок, що працюють за принципами поживного шару (NFT). Даний тип установок розроблений на кафедрі загального землеробства для вирощування зелених овочевих культур. В цих установках в якості субстрату використовується кокосово-агроперлітна ґрунтосуміш або мінеральна вата, або лляні килимки. Установки досить компактні, забезпечені системою освітлення, прості в експлуатації і працюють в автоматичному режимі. Найменша за корисною площею установка займає 0,104 м<sup>2</sup>, що дозволяє одночасно вирощувати від 40 до 112 рослин салату, причому різних сортів.

Правильність приготування живильного розчину має виключно важливе значення. Вода як основа розчину повинна бути чистою, низько мінералізованою. Для поживного розчину використовуються водорозчинні добрива. Маточні концентровані розчини готуємо в двох баках і окремо бак для регулятора кислотності розчину. У баку А знаходиться комплексне добриво з мікроелементами, а в баці Б – з мікроелементами та біологічними препаратами. Вміст бака В – азотна або ортофосфорна кислота [8].

Склад поживних розчинів, котрий використовується для вирощування зелених рослин змінюється по місяцях в залежності від пори року. Для контролю режиму живлення рослин один раз в тиждень аналізуємо розчин і щодня стежимо за величиною рН та вмістом солей. За необхідності коригуємо вміст макро- і мікроелементів. Один раз місяць поживний

розчин змінюємо повністю, так як в ньому можуть накопичуватися сірка і розклалися залишки відмерлих частин рослин.

Ми не використовували широко відомі гідропонні розчини, тому що при їх застосуванні не всі елементи живлення присутні у вигляді вільних іонів, деякі з них утворюють комплекси і випадають в осад (наприклад залізний купорос).

Для того щоб уникнути зазначених вище проблем, під час вирощування салату Ромен у нових умовах гідропонну установку заповнювали розчином мінеральних солей [9]. Був використаний повний, ½ і ¼ склад поживного розчину, а також вивчено вплив модифікованих розчинів на основі  $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  та  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  складів ¼ поживного середовища та його вплив на ріст та розвиток рослин салату таблиця 1.

**Таблиця 1. Поживні розчини для NFT-систем  
(середнє за 2019-2020 роки)**

Назва добрива	Розроблений склад поживного розчину I варіант, кг, л	Стандартний склад поживного розчину II варіант, кг, л
Ємність А		
Гідроксид натрію	0,8 кг	0,8 кг
Нітрат калію	45 кг	40 кг
Сульфат калію	4 кг	6 кг
Сульфат магнію	28 кг	35 кг
Монокалій фосфат	13,6 кг	16 кг
Сульфат марганцю	250 г	170 г
Сульфат цинку	100 г	200 г
Бура	190 г	140 г
Сульфат міді	16 г	19 г
Молибдат амонію	12 г	12 г
Ємність Б		
Нітрат кальцію	74 кг	6 кг
Нітрат калію	12,5 кг	17,4 кг
Брексіл залізо	2,6 кг	2 кг
Аміачна селітра	1,1 кг	2 кг

Як показали отримані результати, мінеральний склад поживного середовища, котрий був використаний в гідропонних установках, спричинив істотний вплив на ріст і розвиток рослин салату ромен. Так, поживний склад за Кнопом виявився найбільш не ефективним за всіма показниками. Окрім того, необхідно відзначити, що у рослин за весь період експерименту на цьому варіанті відбулося незначне збільшення площі листових пластинок.

Використання поживних розчинів зі зниженою концентрацією мінеральних солей (½ і ¼ складу) сприяло кращому розвитку розсади обох

сортів, у порівнянні з повним складом. Однак у рослин варіантів зниженої концентрації поживного розчину відзначено розвиток великого числа коренів другого порядку і значне збільшення розміру листової пластинки.

Перші експерименти з вивчення впливу мінеральної основи поживного розчину на ріст і розвиток рослин салату Ромен були проведені з рослинами сортів Максимус та Кармесі.

У тих випадках, коли застосовувалися модифіковані розчини, нарощування кореневої системи проводили з використанням двох гідропонних установок, заповнених відповідними розчинами, а піддони з розсадою салату ромен за 10 діб переставляли з однієї установки в іншу таблиця 2.

**Таблиця 2. Біометричні показники рослин салату на різних типах субстрату (середнє за 2019–2020 роки)**

Сорт	Субстрат	Біометричні показники				Площа листової поверхні листка рослини, см <sup>2</sup> /росл.
		Діаметр розетки, см	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Кількість листків, шт.	
Максимус	1	30,5	23,2	6,8	18	14730,96
	2	34,1	25,1	7,0	20	15080,34
	3	34,8	25,3	7,1	22	15112,47
Кармесі	1	24,9	19,2	6,5	16	12080,35
	2	27,3	21,4	6,7	18	14371,62
	3	27,9	21,9	6,7	19	14736,59

Довжина листка може сягати до 30 см, у середньому вона коливається у межах 20-25 см. Кількість листків у фазі добре розвиненої розетки за роки досліджень для сорту Максимус досягали 18-20 шт., у той же час для сорту Кармесі становила 16-19 залежно від типу субстрату.

Аналізуючи кількість листків у фазі товарної стиглості приходимо до висновку, що їхня кількість від фази добре розвиненої розетки зростає удвічі. Максимальна їхня кількість за роки досліджень була відмічена у сорту Максимус, окремі екземпляри якого мали до 22 листків довжиною 30 см.

Отримані нами результати підтвердили, що ріст рослин залежить від типу субстрату та його взаємодії з поживним розчином. У відповідності до методу Чеснокова в гідропонній культурі кращий ріст і розвиток ряду рослин відбувається при одноразовому або періодичному голодуванні рослин, особливо при нестачі азоту [10]. У ряді робіт з вивчення особливостей мінерального живлення рослин з використанням гідропонічних методів вирощування показано, що при нестачі фосфору у проростків зменшу-

ється розмір листа [10], але при цьому збільшується число бічних коренів і щільність кореневих волосків. З іншого боку, відзначено, що при низьких концентраціях азоту зменшується біомаса як пагонів, так і коренів, причому більше половини сухої речовини акумулюється в коренях. Тобто, змінюючи концентрацію мінеральних солей в поживному розчині та підбираючи субстрат, можна регулювати ріст і розвиток рослин.

Високі економічні показники закордонних та вітчизняних виробників овочевої продукції полягають у впровадженні новітніх інноваційних технологій у тепличному господарстві та в основному пов'язаний з інтенсифікацією виробничих процесів, тобто систем життєзабезпечення рослин та способів їх вирощування. Використання старих методів суттєво обмежує саму можливість поліпшення виробничих результатів. Одним з найбільш сучасних та ефективних і широко розповсюджених напрямів тепличного виробництва за кордоном і в нашій країні – вирощування овочів з використанням різних методів гідропоніки. Ці методи базуються на використанні новітніх досягнень хімії, біології та електронних систем життєзабезпечення. Дані по розрахункам економічної ефективності залежно від виду субстрату, впливу мікробіологічного препарату вирощування салату роменна проточних гідропонних системам в купольній плівковій теплиці наведено в таблиці 3.

**Таблиця 3. Економічна ефективність вирощування салату ромен**

Субстрат	Урожайність, кг/м <sup>2</sup>	Сорт	Вартість продукції, грн./м <sup>2</sup>	Прибуток, грн./м <sup>2</sup>	Собівартість, грн./кг	Рентабельність %
I тип	4,1	Максимум	440,0	115,69	13,43	123,4
	3,5	Кармесі	373,0	99,41	15,79	89,9
II тип	4,7	Максимум	425,0	113,81	14,00	114,3
	3,7	Кармесі	410,0	106,85	14,41	108,2
III тип	4,9	Максимум	484,0	127,29	12,11	147,7
	3,8	Кармесі	444,0	118,37	13,34	124,9

На фоні абсолютного контролю найкращі економічні показники: прибуток – 99,41–118,37. грн./м<sup>2</sup>; рівень рентабельності – 89,9 %; собівартість продукції – 15,79–13,34 грн./кг та врожайність 3,5 кг/м<sup>2</sup> одержано для сорту Кармесі при I типі субстрату. Вирощування на інших субстратах призводило до збільшення врожайності та економічної ефективності виробництва (табл. 3).

При вирощуванні салату ромен сорту Максимум найкращі економічні показники одержано також при III типі субстрату. Одержано прибу-



ток – 127,29 грн./м<sup>2</sup>, рівень рентабельності – 147,7 %; собівартість продукції 12,11 грн./кг; урожайність 4,9 кг/м<sup>2</sup>. Вирощування салату ромен на мінеральній ваті займає проміжне положення між кокосово-агроперлітовим субстратом та лляними килимками.

**Висновки.** Таким чином, проведені нами дослідження показали, що розроблена конструкція гідропонних систем дає можливість отримувати сталі врожаї рослин салату ромен сортів Максимус та Кармесіна різних типах природних та штучних субстратів. До того ж використання систем NFT, заповнених вдосконаленим нами поживним розчином певного іонного складу на кожній стадії вирощування (¼ розчину Кнопа +100 мг/л КН<sub>2</sub>РО<sub>4</sub> у перші 5 діб та ¼ розчину Кнопа + 1420 мг/л Са(НО<sub>3</sub>)<sub>2</sub> у наступні 12 діб) характеризується високою ефективністю, універсальністю та дозволяє отримати розсаду з добре розвинутою кореневою системою і надземною частиною у різних сортів рослин салату ромен.

## **GROWING MOST COMMON VARIETIES OF ROMAINE LETTUCE ON DIFFERENT TYPES OF SUBSTRATES IN NFT SYSTEMS**

*Kovalov M.M. – Candidate of Agricultural Sciences,  
Zvezdun O.M. – Head of Laboratories,  
Central Ukrainian National Technical University,  
Nicolaskov80@gmail.com*

The article experimentally investigates and substantiates specific features of yield formation of romaine lettuce varieties Maximus and Carmesi in the conditions of a film dome greenhouse on natural and artificial substrates in hydroponic flow systems. The economic efficiency of growing romaine lettuce in film dome greenhouses in NFT systems has been calculated. Economic assessment of the technology is carried out and the expediency of growing the studied varieties of romaine lettuce on different types of substrates is proved.

As a result of the analysis of experimental data on the processes of growth and development of plants of the studied varieties of romaine lettuce at different stages of organogenesis, the complex of biometric indicators of Maximus variety was marked out, with the largest average leaf length (25.3 cm). They exceed the control plant by 9,4 % exceeds control. In terms of the area of assimilation surface of leaves, in the phase of mass flowering, for 2019-2020, the highest rate was recorded on linen mats – 15112,47 cm<sup>2</sup>/plant, which is 3.5 % higher than the control plants for Maximus and Carmesi – 14736,59 cm<sup>2</sup>/plant and 19.1 %, respectively.

In case of the experiment using linen mats, the productivity of romaine lettuce on average according to the average data during the research period in the phase of technical maturity was the highest and was 4,9 kg/m<sup>2</sup> for Maximus variety, and 3,8 kg/m<sup>2</sup> for Carmesi. While on other types of substrates the productivity varied from 4,1 to 4,7 kg/m<sup>2</sup> (Maximus variety) and from 3,5 to 3,7 kg/m<sup>2</sup> (Carmesi variety). Thus, it was

found that in the period of technical maturity of romaine lettuce the highest productivity was obtained from seedlings on linen mats, which is 16,3 % higher than control plant for Maximus variety and 7,9 % for Carmesi variety.

Taking into consideration control plants the best economic indicators are the following: income – 147,7 UAH/m<sup>2</sup>; level of profitability is 127,29 %; production cost is UAH 12,11/kg with the productivity of 4,9 kg/m<sup>2</sup> was obtained by growing romaine lettuce on linen mats for Maximus variety, and UAH 124,9/m<sup>2</sup> of income, 118,37 of profitability level, 13,34 UAH/kg of production cost and 3,8 kg/m<sup>2</sup> of productivity for Carmesi variety. Growing romaine lettuce on mineral wool holds an intermediate position between the coconut-agroperlite substrate and linen mats.

Keywords: flow hydroponics, romaine lettuce, natural and artificial substrates, domed film greenhouse.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Уильям Тексье. Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому. Москва: HydroScore, 2013. 296 с.
2. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт: навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2008. 368 с.
3. Козловцев М.И., Вазюля И.В. NFT система для выращивания растений без субстрата. *Гавриш*. 2005. № 2. С. 32–35.
4. Улянич О.І., Кецкало В.В. Салат посівний: монографія. Умань: Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство, 2011. 183 с.
5. Атлас морфологічних ознак салату посівного *Lactuca sativa* L.: (доповнення до Методики проведення експертизи сортів салату посівного на відмінність, однорідність і стабільність). М-во аграр. політики України, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин, Укр. ін.-т експертизи сортів рослин. К., 2010. 77 с.
6. Кондратенко С.І., Могильна О.М., Горова Т.К., Хареба О.В. та ін. Методика-класифікатор проведення експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) салату посівного (*Lactuca sativa* L.). 2-е вид. доп. і перероб. ТОВ Харків : «ВП Пляда», 2015. 57 с.
7. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. За ред. Г.Л. Бондаренка і К.І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 369 с.
8. 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. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 104–111.
9. Ковальов М.М., Васильковська К.В. Вплив сольового складу поживного розчину за вирощування різних сортів салату ромен в гідропонних колонах. Матеріали II міжнародної наукової інтернет-конференції

«Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика». 2020. Тернопіль. С. 83–86.

10. Лещук Н.В. Морфобіологічні та господарсько-цінні параметри типової моделі сорту салату ромен (*Lactuca sativa*: var. *longifolia* L.) Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Науково-практичний журнал. № 1. 2013. С. 62–65. (64–65).

#### REFERENCES

1. William Texier (2013). *Gidroponika dlya vsekh. Vse o sadovodstve na domu* [Hydroponics for everyone. Everything about gardening at home]. Moscow: HydroScope. [in Russian].
2. Hil L.S., Pashkovskiy A.I., & Sulima L.T. (2008). *Suchasni tekhnologii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu. Zakrytyi grunt* [Modern technologies of vegetable growing indoors and outdoors. Protected Soil]. Part 1. Vinnytsia: Nova Knyha. [in Ukrainian].
3. Kozlovtssev M.I., & Vazyulya I.V. (2005). *NFT sistema dlya vyrashchivaniya rasteniy bez substrata* [NFT system for growing plants without substrate]. *Gavrish*, 2, 32–35. [in Russian].
4. Ulianych, O.I., & Keckalo, V.V. (2011). *Salat posivnyi* [Lettuce]. Uman: N.p. [in Ukrainian].
5. *Atlas morfolohichnykh oznak salatu posivnoho Lactuca sativa L.* (2010). [Atlas of morphological characteristics of lettuce *Lactuca sativa* L.]. Kyiv: Feniks. [in Ukrainian].
6. Kondratenko, S.I., Mohylina, O.M., Horova, T.K., Khareba, O.V., Kuts, O.V., Tkalych, Yu.V., Pozniak, O.V. (2015). *Metodyka-klasifikator provedennia ekspertyzy sortiv na vidminnist, odnoridnist ta stabilnist salatu posivnoho* [Method-classifier for the examination of lettuce varieties for the difference, uniformity and stability]. Kharkiv: TOV “VP Pleiada”. [in Ukrainian].
7. 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].
8. Kovalov M.M. (2020). *Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho seredovyshcha na vyroshchuvannia remontantnykh sortiv polunytsi 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*, 116, 104–111. [in Ukrainian].
9. Kovalov M.M., Vasylykova K.V. (2020). *Vplyv solovoho skladu pozhyvnoho rozchynu za vyroshchuvannia riznykh sortiv salatu romen v hidroponnykh kolonakh* [Influence of salt composition of nutrient solution while cultivating different varieties of romaine lettuce in hydroponic

- columns]. Proceedings of the II International Scientific Internet Conference: *Materialy II mizhnarodnoi naukovoï internet-konferentsii «Suchasnyi stan nauky v silskomu hospodarstvi ta pryrodokorystuvanni: teoriia i praktyka»-«Current state of science in agriculture and nature management: theory and practice»*. Ternopil, 83–86. [in Ukrainian].
10. Leshhuk N.V. (2013). *Morfobiologichni ta gospodars'ko-cinni parametry tyповoi' modeli sortu salatu romen (Lactuca sativa: var. longifolia L.)* [Morphobiological and economically valuable parameters of a typical model of romaine lettuce variety (*Lactuca sativa*: var. *Longifolia* L.)]. *Variety study and protection of plant variety rights: Scientific and practical journal*, no. 1, 62–65. [in Ukrainian].

УДК 597-15

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.4>

## **ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИХ ЗАРАСТАНИЯ**

*Костоусов В.Г. – к.б.н., доцент*

*РУП «Институт рыбного хозяйства», Беларусь, Минск  
belniirh@tut.by*

Рассмотрены вопросы взаимосвязи структуры ихтиоценозов озер и степени зарастания макрофитной растительностью. Макрофитная растительность является обязательным компонентом экосистемы озер, а ее значение для существования различных групп гидробионтов велико, поскольку она выступает важным звеном в формировании первичной продукции и оказывает влияние на все последующие звенья трофической цепи. Условия произрастания водных (в первую очередь погруженных) макрофитов лимитируется рядом факторов, важнейшим из которых выступает световой. Изменение условий освещенности вследствие изменения уровня режима или трофического статуса в первую очередь сказывается на интенсивности зарастания и глубине распространения погруженных форм (гидрофитов), тогда как воздушно-водные (гелофиты) этим фактором практически не затрагиваются. Изменение степени зарастания погруженными макрофитами ложа озер сказывается на условиях обитания сообщества рыб через формирование тех или иных экотопов. Сообразно последним некоторые виды рыб могут получать определенное преимущество, формируя основу промысловой ихтиомассы. На примере трех макрофитных эвтрофных озер в регионе Белорусского Поозерья показано, что изменение характера и степени зарастания отражается на условиях обитания рыб и, как следствие, на формировании комплекса доминирующих видов. Сокращение степени зарастания профундали способствовало нарастанию численности леща, занявшего в новых условиях ниши доминирующего зоопланкто- и бентофага, определяя величину ихтиомассы и видовую структуру получаемых уловов. Последнее было обусловлено изменением кормности угодий для младших возрастных групп, основу рациона которых составляет зоопланктон, при сохранении высокого воспроизводственного потенциала популяции в целом. В этих условиях хищники – ихтиофаги теряют возможность контролировать популяцию леща, в результате чего возрастает численность и долевое значение вида в получаемых уловах. Увеличение численности генераций леща за счет роста биомассы кормового зоопланктона не всегда обеспечивается доступными ресурсами зообентоса, что способствует формированию тугорослых популяций с более низкими товарными качествами.

Ключевые слова: озеро, макрофиты, зарастаемость, структура рыбного стада, уловы, лещ.

---

Величина и состав уловов рыбы, получаемых из внутренних водоемов, во многом зависит от уровней развития первичных продуцентов,

среди которых определенное значение имеет и макрофитная растительность. Изменение степени зарастания макрофитами ложа озер сказывается на условиях обитания туводных рыб через формирование тех или иных экотопов. Сообразно последним некоторые виды рыб могут получать определенное преимущество, формируя основу промысловой ихтиомассы. В развитие этой гипотезы были проанализированы имеющиеся данные по изменению степени зарастания, видовой структуре промысловых уловов и состоянию рыбного стада нескольких макрофитных водоемов, по которым имелись достоверные данные гидроэкологического состояния и статистики рыбного промысла.

Анализируемые водоемы расположены на севере (оз. Освейское) и северо-западе (озера Вишневской и Швакшты Большие) Беларуси, в регионе Белорусского Поозерья. Водоемы неоднократно становились предметом обследования, в том числе и авторами публикации, длительный период используются для целей промыслового рыболовства, в том числе с применением мало селективного неводного лова, имеют многолетние данные промысловой статистики. В основу настоящего анализа положены материалы гидроэкологических и ихтиологических исследований по водоемам за период 2001-2018 гг., а также данные литературных источников [1; 7; 8; 10].

Озерные экосистемы представлены относительно сбалансированными природными комплексами, тесно увязанными друг с другом, функционирование которых определяется внешними и внутренними факторами. Воздействие даже на один из компонентов экосистемы соответствующим образом сказывается на всех прочих, включая их видовую структуру и количественные показатели развития. В настоящее время рыбное население рассматривают как часть сообщества (подсистемы), которая взаимодействует со средой как единое целое и претерпевает закономерные изменения при тех или иных воздействиях на водоем. Состав ихтиофауны озер теснейшим образом увязан с морфометрическими показателями озера и степенью развития первичных продуцентов (в том числе макрофитной растительности), а их сукцессии находят отражение в структурных перестройках, происходящих под воздействием изменений условий обитания [4; 16]. Макрофитная растительность является обязательным компонентом экосистемы озер и представлена, как правило, воздушно-водными и погруженными формированиями. Растения с плавающими листьями в водоемах имеют меньшее, часто локальное распространение, дополняя первые два в виде чистых или смешанных ассоциаций. Значение водной растительности для существования других групп гидробионтов велико, поскольку она выступает важным звеном в формировании первичной продукции и оказывает влияние на все последую-

щие звенья трофической цепи. Условия произрастания водных (в первую очередь погруженных) макрофитов лимитируется рядом факторов, важнейшим из которых выступает световой. Увеличение прозрачности воды способствует продвижению зоны произрастания на большие глубины, снижение – наоборот к ее вытеснению в зону мелководий. Соответственно от глубины произрастания зависит и площадь покрытия дна, выступающая показателем степени зарастания [2; 14; 15]. Макрофиты способны оказывать существенное влияние на состояние водных сообществ, включая рыб. В определенных условиях макрофиты выступают нерестовым субстратом, укрытием, нагульным экотопом и непосредственно кормом для рыб. Кроме этого, возможно существуют и опосредованные механизмы взаимосвязи, обусловленные влиянием макрофитной растительности на фитопланктон. К таковым можно отнести снижение гидродинамической активности, приводящей к увеличению скорости оседания сестона, конкуренции с фитопланктоном за элементы минерального питания, прямого воздействия на микроводоросли через аллелопатию [17–19]. В частности, приводятся сведения, что метаболиты водной растительности могут оказывать воздействие на развитие различных форм фитопланктона, а также содержаться в достаточных количествах, что бы влиять и на зоопланктон [20]. В отсутствии других сигналов крупные кладоцеры избегают зарослей макрофитов, сокращение или изреживание площади их произрастания стимулирует развитие планктонных ракообразных, тем самым увеличивая кормность угодий для их потребителей.

По сложившимся к настоящему времени представлениям о продукционных процессах фитопланктона и макрофитов, принято выделять два типа озер – фитопланктонные и макрофитные. В первом типе главную роль в создании первичной продукции играет фитопланктон, во втором – макрофиты, включая фитобентос. В озерах, где ведущая роль в создании автохтонной первичной продукции принадлежит фитопланктону, в кормовой базе рыб главную роль играет зоопланктон, в ихтиоценозе – рыбы-планктофаги. В озерах, где ведущая роль в создании автохтонной первичной продукции принадлежит макрофитам и фитобентосу, в кормовой базе рыб главную роль играет зообентос, в ихтиоценозе – рыбы-бентофаги [6; 14]. Но в чистом виде данные случаи для территории Беларуси довольно редки и чаще встречаются озера с двумя векторами, но разным долевым участием продуцентов в формировании суммарной первичной продукции.

Соответственно степени развития макрофитной растительности формируется тот или иной комплекс рыб. Изменение степени зарастания или смены доминирующих форм может оказывать воздействие на изменение структуры ихтиоценоза как в видовом, так и в количественном аспектах. К настоящему времени еще недостаточно изучена связь структуры

рыбного сообщества и его изменчивости со степенью зарастания озер. В условиях относительно небольших мелководных озер структурированность ихтиоценов по зонам обитания носит довольно условный характер, поскольку четкого экологического различия между литоралью и профундалью не отмечается [5]. При высокой степени зарастания естественное преимущество получают виды т.н. «литорального» комплекса – плотва, окунь, щука, линь, обыкновенный карась, в норме тяготеющие в зарослевой зоне. Сокращение площади зарастания способствует развитию т.н. «профундального» комплекса – леща, ерша, густеры, судака, для которых обитание среди растительности является лишь этапом жизненного цикла (размножение, нагул на ранних стадиях развития) [12]. В развитие этой гипотезы были проанализированы имеющиеся данные по изменению степени зарастания, видовой структуры и состояния рыбного стада нескольких макрофитных водоемов, по которым имелись достоверные данные гидроэкологического состояния, характеристик популяций рыб и статистики рыбного промысла на разные периоды состояния экосистемы. Из них два озера (Освейское и Вишневское) были зарегулированы с некоторым подъемом уровня воды по сравнению со среднемноголетним до осуществления гидротехнических работ, одно (Швакшты Большие) – претерпело изменение в результате интенсивного зарыбления растительноядными рыбами (белый амур) в период 2004-2007 гг. с последующей элиминацией сообществ гидрофитов [11; 13]. В результате нарушения сложившегося баланса произошло перераспределение потоков энергии в системе фитопланктон-макрофиты, что нашло отражение в изменении условий освещенности в придонных слоях водоемов и в сокращении площади зарастания ложа водоемов, а также в изменении некоторых показателей качества среды и развития гидробионтов. В частности, объективно снизилась прозрачность воды, определяемая по белому диску, а на фоне роста содержания минерального азота и фосфора увеличились показатели развития планктонных сообществ (таблица 1). Так биомасса фитопланктона возросла в 2,6, 1,9 и 5,6 раза, биомасса зоопланктона в 3,1–7,1 раза. Объем ихтиоценозов (количество видовых популяций) по всем водоемам за анализируемые периоды практически не претерпел существенного изменения, а имеющиеся колебания видовой структуры (определяются наличием или отсутствием захода рыбы из водотоков таких как елец, язь, сом, налим) и видовым составом зарыбляемых видов (таблица 1).

Но отмеченные изменения нашли отражения в виде долевого значения тех или иных видов рыб, а также в величинах ихтиомассы (таблица 2). Для репрезентативности результатов в анализе учитывали только периоды ведения промыслового рыболовства с применением неводного лова за ряд лет до и после отмеченных изменений, что дает возможность не зависимо



от интенсивности рыболовства более полно представить реальное соотношение видов в облавливаемом стаде рыб.

**Таблица 1. Некоторые гидроэкологические показатели анализируемых озер до и после отмеченных изменений в экосистемах**

Показатели	оз. Освейское		оз. Вишневское		оз. Швакшты Большие	
	07.1972 г. [1]	2001 г.* [7]	08.1991 г. [1]	2007 г. **	07.1991 г. [1]	2014 г.* [10]
Степень зарастания, %	85	50	70	40	80	20
Прозрачность воды, м	2,5	1,1	до дна	1,0	2,5	0,5
Содержание азота аммонийного, мгN/л	0,115	0,570	0,175	0,880	0,200	0,920
Содержание минерального фосфора, мгP/л	0,015	0,026	0,00	0,048	0,006	0,019
Биомасса фитопланктона, мг/л	6,82	19,48	5,07	9,71	4,78	26,74
Биомасса зоопланктона, г/м <sup>3</sup>	1,36	4,25	1,20	0,48	1,28	9,15
Объем ихтиоценоза, видов	17	16	16	17	15	19

Примечание: \* – среднесезонные, \*\* – май

В частности, в оз. Освейское основной промысловый ихтиокомплекс вначале был представлен щукой, плотвой, окунем и линем с суммарным значением указанных видов 77,8 %, тогда как доля леща в уловах в среднем составляла всего 0,2 %.

В последующий период доля первых видов суммарно сократилась до 44,2 %, тогда как леща увеличилась до 50,5 %. Промысловый запас облавливаемого стада не претерпел значительного изменения на фоне сохранения общего высокого значения хищников – ихтиофагов, прежде всего щуки [6]. В оз. Вишневское основу промыслового комплекса в начальный период эксплуатации составляли окунь и плотва (суммарно 77,8 % от общего вылова), при доле леща всего 13,6 %. На следующем этапе суммарная доля плотвы и окуня снизились до 3,2 %, тогда как доля леща возросла более чем в 6 раз (таблица 2). Резкое снижение численности наиболее массовых видов не было компенсировано соответствующим приростом ихтиомассы леща, что отразилось на снижении и промыслового запаса рыбного стада (примерно на 32 %). Аналогичная картина наблюдается и по оз. Швак-

Таблиця 2. Состав и величина промысловых уловов рыбы из анализируемых озер до и после отмеченных изменений в экосистемах

Вид	оз. Освейское			оз. Вишневское			оз. Швакшты			Большие		
	среднее за 1981-1985 гг.		среднее за 1996-2000 гг.	среднее за 1986-1990 гг.		среднее за 2015-2019 гг.	среднее за 2000-2004 гг.		среднее за 2015-2019 гг.		среднее за 2015-2019 гг.	
	ц	%		ц	%		ц	%	ц	%	ц	%
щука	156,78	31,8	19,79	21,9	1,00	3,4	2,87	9,3	1,14	0,9	4,49	4,5
окунь	51,78	10,5	11,09	12,3	4,24	14,3	0,92	3,0	5,94	4,5	2,51	2,5
лещ	1,20	0,2	45,70	50,5	4,02	13,6	26,00	84,5	29,61	22,3	84,14	84,9
плотва	119,10	24,3	7,82	8,6	18,74	63,5	0,06	0,2	67,16	50,5	1,67	1,7
густера	-	-	0,09	0,1	-	-	-	-	1,92	1,4	1,74	1,8
лινь	72,21	11,2	1,25	1,4	-	-	-	-	27,0	20,3	-	-
язь	26,82	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
карась*	4,67	0,7	0,08	<0,1	0,65	2,7	0,08	0,3	0,06	0,4	0,21	0,2
красноперка	-	-	0,12	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
налим	1,72	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
каrp	-	-	-	-	0,64	2,2	0,24	0,8	-	-	1,16	1,2
белый амур	-	-	-	-	-	-	0,40	1,3	-	-	0,84	0,8
толстолобик*	-	-	-	-	0,10	0,2	-	-	-	-	0,28	0,3
угорь	-	-	-	-	0,05	0,1	0,19	0,6	-	-	2,04	2,1
мелочь III гр.	110,20	17,1	4,54	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	645,66	100	90,48	100	29,44	100	30,75	100	132,94	100	99,08	100
Промысловый запас рыбного стада, кг/га	35,9		38,3		117,9		80,0		77,1		57,5	

\*-без разделения на виды

шты Большие. Окунь и плотва, которые вначале обеспечивали суммарно 55 % вылова (таблица 2), на следующем этапе составили всего 4,2 %. Доля еще одного фитофила – линя снизилась с 20,3 % до практически 0 %. Напротив, доля леща возросла с 22 % до 85 %, определяя качественную характеристику вылова. На этом фоне также отмечено некоторое снижение промыслового запаса рыбного стада (примерно на 25 %). Следует отметить, что указанные процессы имели место как в озерах с высокой долей хищников – ихтиофагов (оз. Освейское), так и в озерах с меньшей их долей (озера Вишневское и Швакшты Большие). Это свидетельствует о том, что существующий состав ихтиофагов не в состоянии эффективно контролировать популяции леща по типу «top-down» и численность последнего ограничивается только емкостью определенных экологических ниш [3; 9].

Подтверждение данному факту служит анализ питания леща по анализируемым озерам в разрезе возрастных групп (таблица 3).

**Таблица 3. Состав пищевого кома леща анализируемых озер по компонентам питания, %**

Возрастная группа	оз. Освейское			оз. Вишневское			оз. Швакшты Большие		
	зоопланктон	зообентос	детрит	зоопланктон	зообентос	детрит	зоопланктон	зообентос	детрит
1+	100	-	-	-	-	-	95	4	1
2+	45	5	50	74	-	26	34	38	28
3+	единично	35	65	70	-	30	50	10	40
4+	единично	40	60	52	20	28	46	50	4
5+	-	40	60	15	44	41	5	70	25
6+	-	40	60	3	58	39	3	86	11
7+	-	45	55	-	-	-	5	82	13
8+	-	65	35	-	-	-	-	-	-
9+	-	66	34	единично	92	8	-	-	-
10+	-	70	30	единично	86	14	-	-	-
11+	-	-	-	-	95	5	-	-	-

В частности, зоопланктон является основой рациона молоди леща в первые три года жизни. По мере роста происходит видовая специализация в питании с ростом значения организмов зообентоса. Полный переход на зообентос в рационе питания леща отмечается к 5-6 летнему возрасту. Высвобождение открытых от растительности пространств дна объективно способствует развитию профундали и некоторому росту кормности озер, в первую очередь за счет усиления значения пелагического зоопланктона.

Тем самым создаются предпосылки для формирования более многочисленных генераций леща. Поскольку численность леща не контролируется в достаточной мере хищниками, вид занимает доминирующее значение в позициях зоопланкто- и зообентофагов, формируя ихтиомассу с преобладающим значением пополнения над остатком. Ограниченность на стадии специализации доступных ресурсов зообентоса в определенной степени компенсируется детритом, что накладывает отпечаток на дифференциацию роста внутри поколений леща и способствует формированию тугорослых популяций [9].

**Заключение.** В условиях эфтрофного озера снижение степени зарастания макрофитами способствует развитию планктонных сообществ, увеличивая биопродукционные возможности водоема в части развития планктонных сообществ. Изменение гидроэкологических характеристик благоприятно сказывается на росте численности в популяциях леща, который в новых условиях занимает ниши доминирующего зоопланкто- и бентофага, определяя величину ихтиомассы и видовую структуру получаемых уловов. Прирост численности поколений леща за счет роста биомассы кормового зоопланктона не всегда обеспечивается доступными ресурсами зообентоса, что способствует формированию тугорослых популяций с более низкими товарными качествами.

## **CHANGE IN THE STRUCTURE OF THE FISH POPULATION OF LAKES DEPENDING ON THE DEGREE OF THEIR OVERGROWING**

*Kostousov V.G. – PhD (Biology), Associate Professor,  
RUE “Fish Industry Institute”, Belarus, Minsk,  
belniirh@iut.by*

The issues of the relationship between the structure of lake ichthyocenoses and the degree of their overgrowth with macrophytic vegetation are considered. Macrophytic vegetation is an indispensable component of the ecosystems of lakes, and its importance for the existence of various groups of aquatic organisms is great, since it acts as an important link in the formation of primary production and influences all subsequent links of the trophic chain. The growing conditions of aquatic (primarily submerged) macrophytes are limited by a number of factors, the most important of which is light. A change in illumination conditions due to a change in the level regime or trophic status primarily affects the intensity of overgrowth and the depth of distribution of submerged forms (hydrophytes), while airwater (helophytes) are practically not affected by this factor. A changes in the degree of overgrowth by submerged macrophytes of the lake bed affects the habitat of the fish community through the formation of certain ecotopes. According to the latter, some fish species may receive a certain advantage, forming the basis of the commercial ichthyomass. As an example of three macrophytic eutrophic

lakes in the region of the Belarusian Lakeside, it is shown that a change in the degree and nature of overgrowth is reflected in the conditions of fish habitation and, as a consequence, on the formation of a complex of dominant species. A decrease in the degree of overgrowth contributes to an increase in the number of bream, which occupies niches of the dominant zooplankto- and benthophage under the new conditions, determining the value of ichthyomass and the species structure of the catches obtained. The latter was due to a change in the feeding capacity of the lands for the younger age groups, whose diet is based on zooplankton, while maintaining a high reproductive potential of population as a whole. Under these conditions, ichthyophagous predators lose the ability to control the bream population, as a result of which the number and share of the species in the catches obtained increases. An increase in number of generations of bream due to an increase in the biomass of forage zooplankton is not always provided by the available resources of zoobenthos, which contributes to the formation of slow growing populations which contributes to the formation of slow growing populations with lower commercial qualities.

Keywords: lake, macrophytes, overgrowth, structure of fish stock, catches, bream.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Власов Б.П. Озера Беларуси: Справочник. Б.П. Власов [и др.]. Мн.: БГУ, 2004. 284 с.
2. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: гидроэкологическое состояние, изменения и прогноз. Мн.: БГУ, 2004. 207 с.
3. Гладышев М.И. Биоманипуляция «TOP-DOWN» в обход трофического каскада на небольшом сибирском водоеме. *Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами*. Тезисы международной конференции. Т. 1. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. С. 139.
4. Жаков Л.А. Формирование и структура рыбного населения озер Северо-Запада СССР. М. Наука, 1984. 144 с.
5. Китаев С.П. Термические и оптические условия деления бентали на зоны. *Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды*: материалы международной науч. конф. Минск, 2003. С. 147–153.
6. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
7. Костоусов В.Г., Копылова Т.В., Попиначенко Т.И., Баран Т.Л. Состояние среды обитания и кормовой базы рыб оз. Освейское. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2002. Вып. 18. С. 193–201.
8. Костоусов В.Г., Оношко И.И., Лещенко А.В. Состояние ихтиофауны и рыбного промысла оз. Освейское. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2002. Вып. 18. С. 173–183.
9. Костоусов В.Г., Ризевский В.К. О разнокачественности популяций леща водоемов Беларуси. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2010. Вып. 26. С. 183–206.

10. Костоусов В.Г. Анализ экосистемного ответа гидрологического комплекса «озеро–река» на проведение рыбоводных мероприятий. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2016. Вып. 32. С. 169–197.
11. Костоусов В.Г., Адамович Б.В., Жукова Т.В., Селивончик И.Н. Оценка воздействия рыбоводных мероприятий на экосистему озера и эффективность ведения рыболовного хозяйства. *Весці НАН Беларусі*, Сер. аграрных навук, 2016. № 3. С. 94–98.
12. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Наука, 1974. 447 с.
13. Остапеня А.П., Жукова Т.В. Изменение экологической ситуации в озере Большие Швакшты и его причины. Доклады НАН Беларуси, 2009. Т. 53, № 3. С. 98–101.
14. Покровская Т.Н., Миронова Н.Я., Шилькрот Г.С. Макрофитные озера и их эвтрофирование. М.: Наука, 1983. 153 с.
15. Попов П.А. Допустимый привнос биогенных элементов в водоемы с замедленным и умеренным водообменном. *Водное хозяйство России*, 2020. № 4. С. 68–78.
16. Решетников Ю.С. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.
17. McQueen, D.J. (1990). Manipulating lake community structure where do we go from here? *Freshwater Biological*, 1990, V. 23, 613–620.
18. Hanson, M.A., Butler, M.G. Responses to food web manipulation in a shallow lake. *Hydrobiologia*, 1994, V. 289/280. 457–466.
19. Xu, F.L. Tao, S., Xu, Z.R. (1999). The restoration of riparian wetlands and macrophytes in Lake Cgao, an eutrophic Chinese lake: possibilities and effects. *Hydrobiologia*, Vol. 405, 169–178.
20. Semenchenko V.P., Razlutskiy V.I. (2009). Factors controlling diurnal distribution and migration of zooplankton in littoral zone of freshwater lakes. *Journal of Siberian Federal University*, 2, 191–225.

#### REFERENCES

1. Vlasov, B.P. (2004). *Ozera Belarusi* [Lakes of Belarus]: Spravochnik. Minsk: BGU. [in Russian].
2. Vlasov, B.P. (2004). *Antropogennaja transformacija ozer Belarusi: gidrojekologicheskoe sostojanie, izmenenija i prognoz* [Anthropogenic transformation of lakes in Belarus: hydroecological state, changes and forecast]. Minsk: BGU. [in Russian].
3. Gladyshev M.I. (2004). Biomanipuljacija «TOR-DOWN» v obhod troficheskogo kaskada na nebol'shom sibirskom vodoeme. *Nauchnye osnovy sohraneniya vodosbornyh bassejnov: mezhdisciplinarnye podhody k upravleniju prirodnyimi resursami. Tezisy mezhdunarodnoj konferencii*. Vol. 1. Ulan-Udje: Izd-vo BNC SO RAN. [in Russian].

4. Zhakov, L.A. (1984). *Formirovanie i struktura rybnogo naselenija ozer Severo-Zapada SSSR* [Formation and structure of the fish population of the lakes of the North-West of the USSR]. Moscow: Nauka. [in Russian].
5. Kitaev, S.P. (2003). Termicheskie i opticheskie uslovija delenija bentali na zony. *Ozernye jekosistemy: biologicheskie processy, antropogennaja transformacija, kachestvo vody: materialy mezhdunarodnoj nauch. konf.* Minsk: 147–153. [in Russian].
6. Kitaev, S.P. (2007). *Osnovy limnologii dlja gidrobiologov i ihtiologov* [Fundamentals of Limnology for Hydrobiologists and Ichthyologists]. Petrozavodsk, Karel'skij nauchnyj centr RAN. [in Russian].
7. Kostousov, V.G., Kopylova, T.V., Popinachenko, T.I., Baran, T.L. (2002). *Sostojanie sredy obitanija i kormovoj bazy ryb oz. Osvejskoe* [The state of the habitat and food base of fish in Lake Osveyskoye]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 18, 193–201. [in Russian].
8. Kostousov, V.G., Onoshko, I.I., Leshhenko A.V. (2002). *Sostojanie ihtiofauny i rybnogo promysla oz. Osvejskoe* [The state of ichthyofauna and fisheries in the lake Osveyskoye]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 18, 173–183. [in Russian].
9. Kostousov, V.G., Rizevskij, V.K. (2010). *O raznokachestvennosti populjacij leshha vodoemov Belarusi* [On the different quality of bream populations in water bodies of Belarus]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 26, 183–206. [in Russian].
10. Kostousov, V.G. (2016). *Analiz jekosistemnogo otveta gidrologicheskogo kompleksa «ozero-reka» na provedenie rybovodnyh meroprijatij* [Analysis of the ecosystem response of the hydrological complex "lake-river" to fish breeding activities]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 32, 169–197. [in Russian].
11. Kostousov, V.G. Adamovich, B.V., Zhukova, T.V., Selivonchik, I.N. (2016). *Ocenka vozdejstvija rybovodnyh meroprijatij na jekosistemu ozera i jeffektivnost' vedenija rybolovnogo hozjajstva* [Assessment of the impact of fish breeding activities on the lake ecosystem and the efficiency of fisheries management]. *Vesci NAN Belarusi*, ser. agrarnyh navuk. no. 3, 94–98. [in Russian].
12. Nikol'skij, G.V. (1974). *Teorija dinamiki stada ryb* [Theory of fish herd dynamics]. Moscow: Nauka. [in Russian].
13. Ostapenja, A.P., Zhukova, T.V. (2009). *Izmenenie jekologicheskoy situacii v ozere Bol'shie Shvakshty i ego prichiny* [Changes in the ecological situation in Lake Bolshie Shvakshty and its causes]. *Doklady NAN Belarusi*. Vol. 53, no. 3, 98–101. [in Russian].
14. Pokrovskaja, T.N., Mironova, N.Ja., Shil'krot, G.S. (1983). *Makrofitnye ozera i ih jevtrofirovanie* [Macrophytic lakes and their eutrophication]. Moscow: Nauka. [in Russian].

15. Popov, P.A. (2020). *Dopustimyj privnos biogennyh jelementov v vodoemy s zamedlennym i umerennym vodoobmennom* [Permissible input of nutrients into reservoirs with slow and moderate water exchange]. *Vodnoe hozjajstvo Rossii*, no. 4, 68–78. [in Russian].
16. Reshetnikov, Ju.S. (1982). *Izmenenie struktury rybnogo naselenija jevtrofiruemogo vodoema* [Changes in the structure of the fish population of the eutrophied reservoir]. Moscow: Nauka. [in Russian].
17. McQueen, D.J. (1990). Manipulating lake community structure where do we go from here? *Freshwater Biological*, 1990, V. 23, 613–620.
18. Hanson, M.A., Butler, M.G. (1994). Responses to food web manipulation in a shallow lake. *Hydrobiologia*, Vol. 289/280. 457–466.
19. Xu, F.L. Tao, S., Xu, Z.R. (1999). The restoration of riparian wetlands and macrophytes in Lake Cgao, an eutrophic Chinese lake: possibilities and effects. *Hydrobiologia*, Vol. 405, 169–178.
20. Semenchenko V.P., Razlutskiy V.I. (2009). Factors controlling diurnal distribution and migration of zooplankton in littoral zone of freshwater lakes. *Journal of Siberian Federal University*, 2, 191–225.



# АКВАКУЛЬТУРА

УДК:597.2/.5:574.57:576.32

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.5>

## МОНІТОРИНГ ВМІСТУ ГЛІКОГЕНУ ХИЖИХ ВИДІВ РИБ НА ЮВЕНАЛЬНІЙ СТАДІЇ РОЗВИТКУ ЗА ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ТА КИСНЕВОГО РЕЖИМУ ВОДОЙМИ

<sup>1</sup>Гриневич Н.Є. – д.вет.н., професор,

<sup>2</sup>Водяніцький О.М. – к.б.н.,

<sup>1</sup>Хом'як О.А. – к.с.-г.н., доцент,

<sup>3</sup>Світельський М.М. – к.с.-г.н., доцент,

<sup>1</sup>Жарчинська В.С. – асистент

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет,

<sup>2</sup>Інститут гідробіології Національної академії аграрних наук України,

<sup>3</sup>Житомирський національний агроекологічний університет

*ihziozoolog@ukr.net*

Дослідження впливу зміненого температурного режиму водойми на життєдіяльність риб почались у зв'язку з тепловим забрудненням води, викликаним роботою енергетичних об'єктів. В багатьох річках температура води збільшилась на 4–5°C, що суттєво змінило умови існування риб. Як і інші пойкилотермні тварини риби, істотно залежать від температури навколишнього середовища. Саме температура в значній мірі регулює інтенсивність обміну речовин, темпи розвитку риб. В межах певного діапазону часто спостерігається пряма залежність між швидкістю розвитку ембріонів та зміною температури. Здатність риб жити в певному температурному інтервалі є еволюційно сформованою адаптацією до температурного режиму оточуючого середовища тої або іншої групи риб. Проте, поряд з адаптацією до певних термічних умов окремої водойми, особливо важливе значення має їх здатність протидіяти різким короточасним або тривалим змінам температури. Енергетичне забезпечення механізмів адаптації у риб відбувається з використанням та утилізацією трьох типів енергоємних сполук: ліпідів, білку та глікогену.

На підставі отриманих даних можна стверджувати, що на ембріональних стадіях розвитку йоржа оптимальні температури води знаходяться в нижчих межах, ніж на постембріональних. Оскільки, ембріогенез окуня відбувався ранньою весною, коли температура на природних нерестовищах не коливається в широкому діапазоні, тому не було помічено різких коливань рівня білків. За нашими даними можна вважати оптимальною температурою для ембріонального розвитку окуня на рівні 9–11°C. Ембріони та передличинки цього виду швидко реагують на зміну умов оточуючого середовища, зменшуючи синтез нових білків при підвищенні

температури, навіть при незначному на  $0,4-1,0^{\circ}\text{C}$ , незважаючи на оптимальну насиченість води киснем. За вмістом глікогену в його ембріонах та передличинках для оптимальною температурою розвитку є  $9-14^{\circ}\text{C}$ , але з її підвищенням до  $16-18^{\circ}\text{C}$  цей вид риб добре пристосовується на личинкових стадіях розвитку.

Таким чином, для нормального ембріонального розвитку плітки оптимальними температурами є  $14-16^{\circ}\text{C}$ , на постембріональних стадіях –  $20-21^{\circ}\text{C}$ .

Ключові слова: глікоген, температура води, риба, ембріональний розвиток, кисневий режим, метаболізм.

---

**Постановка проблеми.** Дослідження впливу зміненого температурного режиму водойми на життєдіяльність риб почались у зв'язку з тепловим забрудненням води, викликаним роботою енергетичних об'єктів. В багатьох річках температура води збільшилась на  $4-5^{\circ}\text{C}$ , що суттєво змінило умови існування риб. Аналогічно діють зміни клімату, які спостерігаються останнім часом [1–3; 17].

Як і інші пойкилотермні тварини риби, істотно залежать від температури навколишнього середовища. У більшості риб температура тіла всього на  $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$  відрізняється від температури води [4–6]. Саме температура в значній мірі регулює інтенсивність обміну речовин, темпи розвитку риб. В межах певного діапазону часто спостерігається пряма залежність між швидкістю розвитку ембріонів та зміною температури. Поряд з пристосованістю риб до певних величин температури, досить велике значення має і амплітуда її коливань, при якій можуть жити одні й ті ж види [7–11].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасних літературних джерелах вказано, що низка абіотичних чинників має ембріотоксичну дію, яка проявляється в уповільненні ембріогенезу риб, появою аномальних зародків, зниженні темпів росту та швидкості витрати жовткових мас, зміні інтенсивності газообміну та кровотворення, виникненні патології в органах та тканинах [12–17].

Здатність риб жити в певному температурному інтервалі є еволюційно сформованою адаптацією до температурного режиму оточуючого середовища тої або іншої групи риб. Проте, поряд з адаптацією до певних термічних умов окремої водойми, особливо важливе значення має їх здатність протидіяти різким короткочасним або тривалим змінам температури [2; 3]. У зв'язку з цим проводяться експериментальні дослідження стійкості риб до високих та низьких (граничних) температур, а також аклімації риб до підвищених або знижених температур [7–10].

Енергетичне забезпечення механізмів адаптації у риб відбувається з використанням та утилізацією трьох типів енергоємних сполук: ліпідів, білку та глікогену. На відміну від більшості хребетних тварин у переважній більшості видів риб наявне широкое використання катаболізму білків білих м'язів у стресових чи несприятливих обставинах як основного дже-

рела енергії та відповідно ресинтез та відновлення білкових ресурсів при нормалізації умов існування [18].

До числа можливих причин і механізмів загибелі риб від високих температур відносять трансформаційні зміни структури мембран, денатурацію білків і їх коагуляцію в результаті нагрівання, термічну інактивацію ферментів, недостатністю кисню, а також відмінністю в температурному коефіцієнті ( $Q_{10}$ ) для взаємопов'язаних метаболічних реакцій і порушення водно-сольового балансу у риб. У той же час, фізіолого-біохімічні явища та процеси, які протікають безпосередньо в зоні сублетальних величин температур, зазвичай вище 30°C, на межі життєдіяльності гідробіонтів. Але ці питання багато в чому залишаються ще маловивченими [16; 18].

Збільшене навантаження на орган призводить до мобілізації енергетичних і структурних ресурсів організму, їх перерозподілу в бік забезпечення систем, відповідальних за адаптацію до цього чинника. Зростає рівень функціонування певних клітин, які забезпечують терміновий етап компенсаторної адаптації, причому тільки тих, які є найважливішими для виживання в цих умовах. Метаболічний регулятор енергетичних ресурсів бере участь не тільки в забезпеченні термінової адаптації, а й приводить в дію інший, більш складний контур регуляції: включаються нейрогуморальна, імунологічна, метаболічна регуляторні системи організму. Вони контролюють активність генетичного апарату клітини – визначають швидкість синтезу нуклеїнових кислот і білків, необхідних для подолання стресової ситуації. Ця реакція не тільки передуює довготермінової адаптації, а й відіграє важливу роль в її формуванні. Організм набуває додаткових можливостей, які дозволяють йому отримувати максимальну користь з навколишнього середовища [15; 16]. Але основні регулятивні системи підтримки гомеостазу на ранніх етапах розвитку риб ще не діють.

Метою досліджень було встановлення впливу абіотичних чинників водного середовища та їх природних коливань на ранні етапи ембріонального розвитку риб, та оцінка ступеню їх дії за біохімічними показниками.

**Матеріал і методи досліджень.** Дослідження проводили на Білоцерківській експериментальній гідробіологічній станції Інституту гідробіології НАН України. Біологічним матеріалом досліджень були ікра, ембріони та личинки окуня річкового (*Perca fluviatilis* L.), плітки (*Rutilus rutilus* L.), йоржа звичайного (*Gymnocephalus cernuus* L.). Саме ці види риб є представниками місцевої іхтіофауни.

Нами було відібрано три водойми (ставки), які через особливості свого розташування та ступеню затінення відрізнялися за температурними умовами, а завдяки цьому і кисневим режимом. Це особливо важливо оскільки через кліматичні зміни саме ці показники будуть найбільш

мінливі. Температуру води вимірювали ртутним термометром протягом доби о 4, 12 та 20 год. і по мірі проходження ембріональних стадій розвитку піддослідних риб. Вміст розчиненого кисню вимірювали о четвертій годині ранку методом Вінклера. Всі дослідні водойми наповнювалися водою з р. Рось, яка характеризувалась наступними гідрохімічними показниками (табл. 1).

Таблиця 1. Гідрохімічні показники води дослідних водойм

Величина	Показник	Одиниці вимірювання
O <sub>2</sub>	8,4–9,7	мг/дм <sup>3</sup>
pH	8,3	
твердість	6,1	мг-екв./дм <sup>3</sup>
Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup>	3,3	мг-екв./дм <sup>3</sup>
Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup>	2,8	мг-екв./дм <sup>3</sup>
Cl <sup>-</sup>	0,85	мг-екв./дм <sup>3</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,277	мг N/дм <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,006	мг N/дм <sup>3</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,080	мг N/дм <sup>3</sup>
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,062	мг P/дм <sup>3</sup>
ПО	8,0	мг O/дм <sup>3</sup>
БО	18,48	мг O/дм <sup>3</sup>

Дослідження проводили протягом квітня-травня, в той час коли відбувається нерест окуня, плітки, коропа та йоржа у природних водоймах. Запліднену ікру піддослідних видів риб розміщували в сітчасті контейнери ( $S_{\text{конт.}} = 169 \text{ см}^2$ ) у водоймі. Ікру всіх видів риб відбирали від трьох різних самок і в трьох повторностях розміщували в водоймах. Середня кількість ікринок в кожному сітчастому контейнері досягала 100–150 ікринок. По досягненню ікрою певних стадій розвитку – кінець гастрюляції, очні бокали, пігментації її відбирали та заморожували в морозильній камері при  $-18^\circ\text{C}$ . Після закінчення нересту риб зібрані проби пакували в портативну морозильну сумку оснащену холодowymi елементами та транспортували в лабораторію для подальших біохімічних досліджень.

Вміст глікогену (мг/г) визначали – за допомогою антронового реагенту, вміст загальних білків (мг/г) – по Лоурі. Отримані дані оброблені статистично за допомогою програми Statistica 5.5, Epa probit analysis program used for calculating LC/EC values (Version 1.5).

**Результати досліджень та їх обговорення.** Для окуня на початкових стадіях ембріонального розвитку (кінець гастрюляції) з підвищенням температури оточуючого середовища рівень глікогену поступово знижувався (рис. 1).

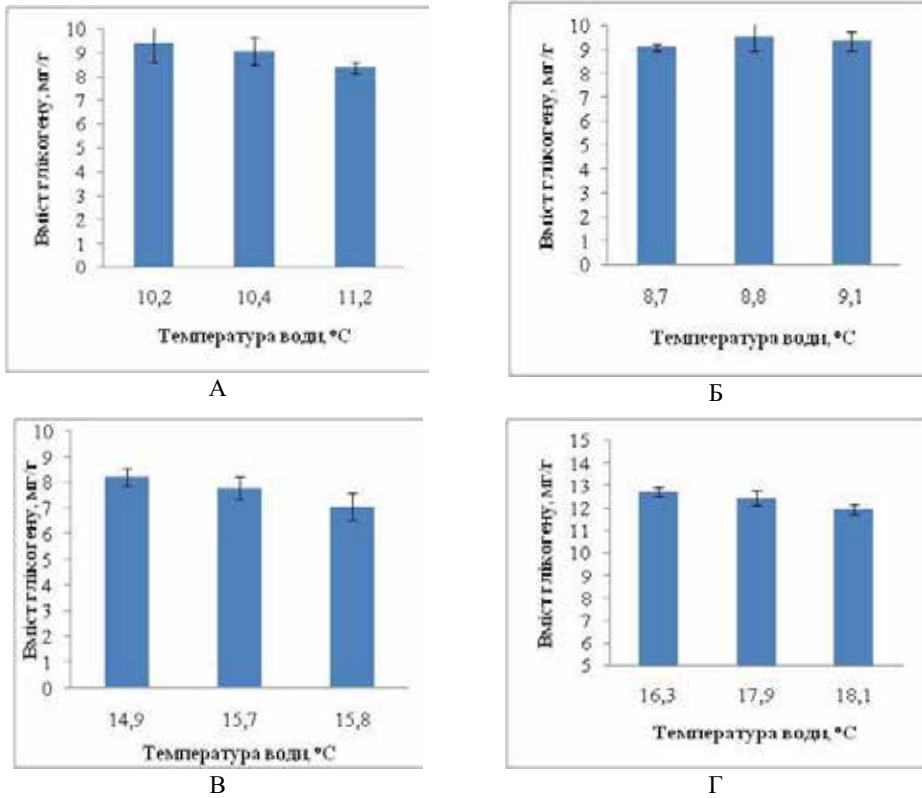


Рис. 1. Вміст глікогену в ембріонах та передличинках окуня на стадіях кінець гаструлляції (А), очні бокали (Б), пігментації очей (В) та передличинки (Г) за дії зростання температури води,  $M \pm m$ ,  $n=6$

Максимальна його кількість зафіксована при 10,2°C і становила – 9,38 мг/г, а мінімум був на 10,6 % менше (8,38 мг/г) при 11,2°C.

На наступній стадії розвитку (очні бокали) спостерігалось загальне зниження температури води у дослідних водоймах на 1,5–2,0°C. Саме тому вміст глікогену в ембріонах окуня з різних водойм поступово вирівнювався до 9,09–9,37 мг/г, при цьому діапазон температур був не значним – 8,7–9,1°C. На стадії пігментації очей помітно зросла температура води до 14,9–15,8°C, а по мірі її підвищення рівень глікогену в личинках знижувався. Це свідчить про те, що для розвитку окуня оптимальними температурами є її величина в нижній частині дослідженого діапазону. Максимум вмісту глікогену відмічено при 14,9°C (8,21 мг/г), а мінімум (7,06 мг/г) при 15,8°C, що на 14 % менше.

Таким чином, за вмістом глікогену в ембріонах та передличинках окуня для їх розвитку можна стверджувати, що оптимальною температу-

рою є 9–14°C, але з її підвищенням до 16–18°C цей вид риб добре пристосовувався особливо на личинкових стадіях розвитку.

Плітка. Для цього виду риб на ранніх стадіях розвитку (кінець гастрюляції) спостерігалася зворотня залежність між температурою води та рівнем глікогену в зародках (рис. 2). Його максимум було зафіксовано при 16,9°C (13,93 мг/г), а мінімум, який на 15,6 % менше, при 18,5°C. Це вказує на те, що для ембріонів плітки на цій стадії кращою з досліджуваних температур для розвитку є 16,9°C. Саме за цих умов організм більш економно використовував енергетичні запаси та встигав їх поновлювати.

Подібну ж закономірність відмічено на наступному етапі розвитку (очні бокали). Максимальна кількість глікогену в ембріонах відмічена при 15°C та становила 10,48 мг/г. З підвищенням температури води всього на 1,2°C (до 16,2°C) рівень глікогену знизився на 42 % до 6,08 мг/г. Мінімум глікогену було зафіксовано при 16,9°C, що на 47 % менше порівняно з максимальним. Це вказує на те, що для ембріонального розвитку плітки температурний оптимум знаходиться нижче за 16,0°C, що відповідає кліматичній нормі під час природного нересту плітки. Це підтверджується і даними за вмістом глікогену на наступній стадії розвитку. Таким чином, результати власних досліджень чітко вказують на те, що оптимальний діапазон температури для ембріонального розвитку плітки є 14–16°C.

Проте за даними по вмісту глікогену вже після вилуплення для передличинок діапазон оптимальних температур збільшується (рис. 2).

Таким чином, для нормального ембріонального розвитку плітки оптимальними температурами є 14–16°C, на постембріональних стадіях – 20–21°C.

Йорж. Під час ембріонального розвитку йоржа на ранніх стадіях розвитку (кінець гастрюляції) в піддослідних водоймах температура води коливалася від 13,6 до 14,5°C. Саме тому не помічено значних змін вмісту глікогену в ікрі (рис. 3). Наступна стадія розвитку (очні бокали) проходила при більш широкому діапазоні температури 16,3–18,8°C. Тому помітна тенденція збільшення вмісту глікогену з ростом температури води, що свідчить про пристосованість ембріонів йоржа до широких її меж. Максимальна його кількість була зафіксована при температурі 18,8°C (12,42 мг/г), а мінімальна при 16,3°C (11,23 мг/г), яка була меншою на 9,6 %.

На стадії передличинки зберігається тенденція, коли зі збільшенням температури води вміст глікогену зростає. Максимальний його рівень відмічено при 21,3°C (20,67 мг/г), а мінімальний при 19,4°C (18,95 мг/г), що на 6,1 % менший.

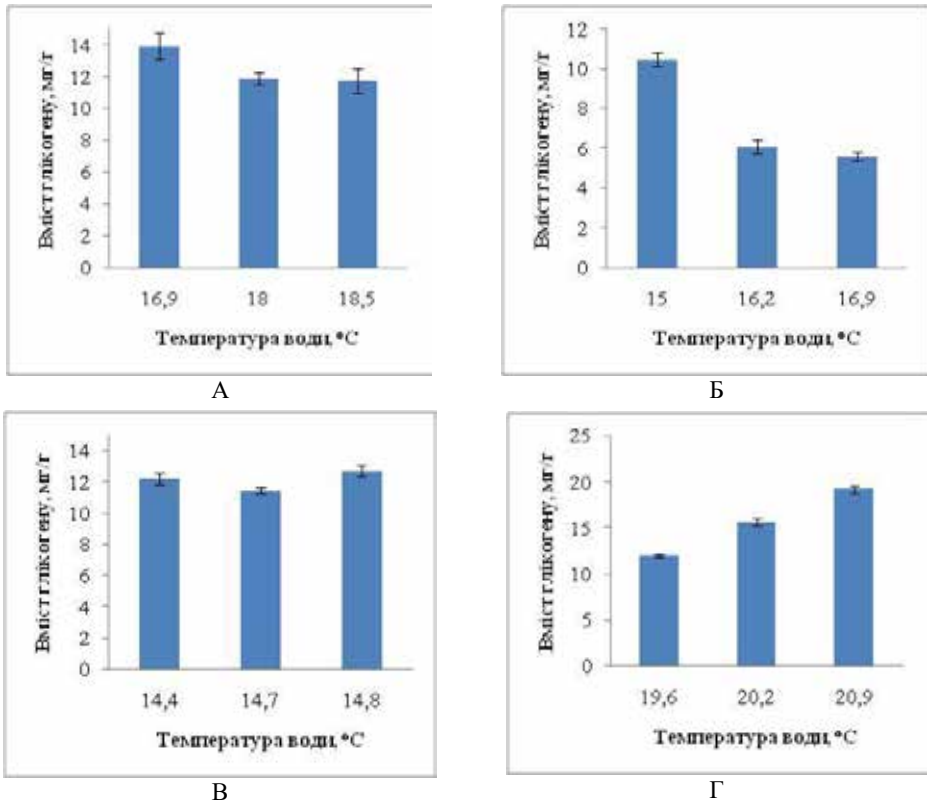


Рис. 2. Вміст глікогену в ембріонах та передличинках плітки на стадіях кінєць гаструляції (А), очні бокали (Б), пігментації очей (В) та передличинки (Г) за дії зростання температури води,  $M\pm m$ ,  $n=6$

**Висновки з дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі.** На підставі отриманих даних можна стверджувати, що на ембріональних стадіях розвитку йоржа оптимальні температури води знаходяться в нижчих межах, ніж на постембріональних.

Оскільки, ембріогенез окуня відбувався ранньою весною, коли температура на природніх нерестовищах не коливається в широкому діапазоні, тому не було помічено різких коливань рівня білків. За нашими даними можна вважати оптимальною температурою для ембріонального розвитку окуня на рівні 9–11°C. Ембріони та передличинки цього виду швидко реагують на зміну умов оточуючого середовища, зменшуючи синтез нових білків при підвищенні температури, навіть при незначному на 0,4–1,0°C, незважаючи на оптимальну насиченість води киснем. За вмістом глікогену в його ембріонах та передличинках для оптимальною температурою роз-

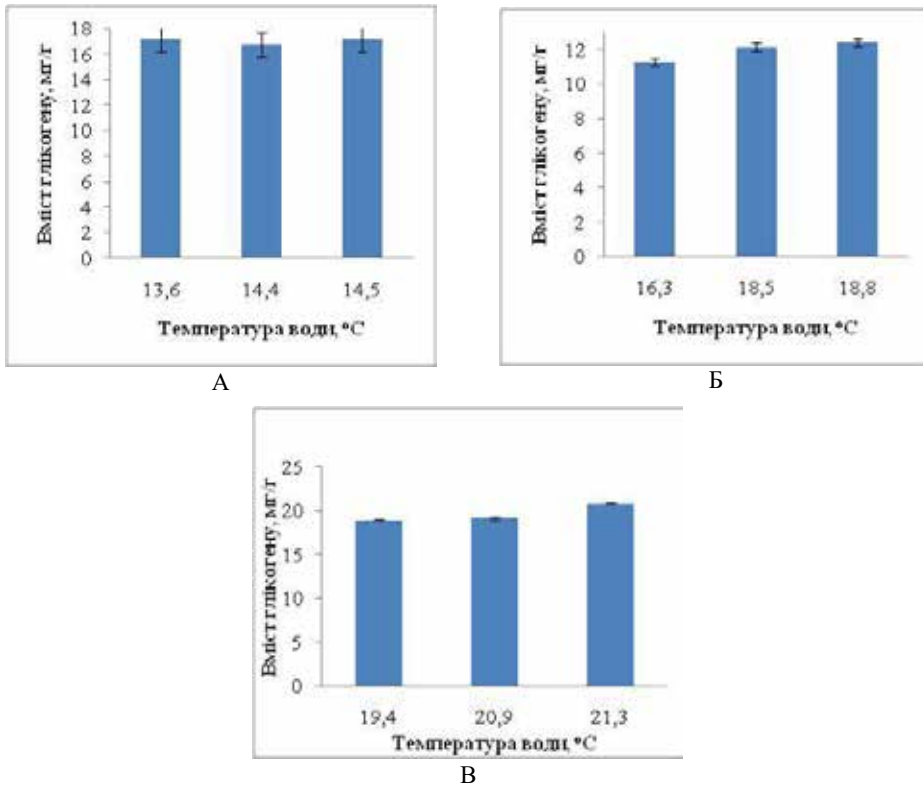


Рис. 3. Вміст глікогену в ембріонах та передличинках йоржа на стадіях кінець гастрюляції (А), очні бокали (Б) та передличинки (В) за дії зростання температури води,  $M \pm m$ ,  $n=6$

витку є 9–14°C, але з її підвищенням до 16–18°C цей вид риби добре пристосовується на личинкових стадіях розвитку.

Таким чином, для нормального ембріонального розвитку плітки оптимальними температурами є 14–16°C, на постембріональних стадіях – 20–21°C.

За біохімічними показниками зародків та передличинок риби встановлено межі оптимального температурного режиму для проходження ембріонального розвитку риби, а саме: для йоржа – 14–16°C, окуня – 9–12°C, плітки – 15–17°C при концентрації кисню вище за 5,0 мг/дм<sup>3</sup>.



## **MONITORING OF GLYCOGEN CONTENT OF PREDATORY FISH SPECIES AT THE JUVENILE STAGE OF DEVELOPMENT DUE TO CHANGES IN THE TEMPERATURE AND OXYGEN REGIME OF THE RESERVOIR**

<sup>1</sup>*Grynevych N.E. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor,*

<sup>2</sup>*Vodianitskyi O.M. – Candidate of Biology Sciences,*

<sup>1</sup>*Khomiak O.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,*

<sup>3</sup>*Svitelskyi M.M. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,*

<sup>1</sup>*Zharchynska V.S. – Assistant,*

<sup>1</sup>*Bila Tserkva National Agrarian University,*

<sup>2</sup>*Institute of Hydrobiology of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,*

<sup>3</sup>*Zhytomyr National Agroecological University,*

*ihzioolog@ukr.net*

Studies of the impact of the changed temperature regime of the reservoir on the life of fish began in connection with the thermal pollution of water caused by the operation of energy facilities. In many rivers, the water temperature increased by 4–5°C, which significantly changed the living conditions of fish. Like other poikilothermic animals, fish are significantly dependent on ambient temperature. It is the temperature that largely regulates the intensity of metabolism, the rate of development of fish. Within a certain range, there is often a direct relationship between the rate of embryo development and temperature change. The ability of fish to live in a certain temperature range is an evolutionarily formed adaptation to the temperature regime of the environment of a particular group of fish. However, along with adaptation to certain thermal conditions of a separate reservoir, their ability to counteract sharp short-term or long-term changes of temperature is especially important. Energy supply of adaptation mechanisms in fish occurs with the use and utilization of three types of energy-intensive compounds: lipids, protein and glycogen.

Based on the obtained data, it can be argued that in the embryonic stages of ruff development, the optimal water temperatures are in the lower range than in the postembryonic. Because perch embryogenesis occurred in early spring, when temperatures in natural spawning grounds did not fluctuate widely, no sharp fluctuations in protein levels were observed. According to our data, the optimal temperature for embryonic development of perch can be considered at the level of 9–11°C. Embryos and pre-larvae of this species respond quickly to changes in environmental conditions, reducing the synthesis of new proteins with increasing temperature, even at insignificant by 0.4–1.0°C, despite the optimal oxygen saturation of water. The content of glycogen in its embryos and pre-larvae for the optimal temperature of development is 9–14°C, but with its increase to 16–18°C, this species of fish adapts well to the larval stages of development.

Thus, for normal embryonic development of gossip, the optimal temperatures are 14–16°C, in the post-embryonic stages – 20–21°C.

Keywords: glycogen, water temperature, fish, embryonic development, oxygen regime, metabolism.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вербицкий В.Б. Понятие экологического оптимума и его определение у пресноводных пойкилотермных животных. *Журнал общей биологии*. 2008. Т. 69, № 1. С. 44–56.
2. Водяницький О.М., Гриневич Н.С., Хом'як О.А., Присяжнюк Н.М. Вплив фізичних показників води на кількість мікроядер у клітинах ембріонів хижих видів риби. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: збірник наукових праць*. Біла Церква, 2020. Вип. 1 (156). С. 142-149. doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-142-149.
3. Детлаф Т.А. Температурно-временные закономерности развития пойкилотермных животных. Москва, 2001. 211 с.
4. Капшай Д.С. Оценка оптимальных и сублетальных температур у молоди различных видов рыб. *Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: Мат. второй научно-практич. конф. молодых ученых*. Москва, 2011. С. 274–280.
5. Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб. Москва, 2004. 215 с.
6. Романенко В.Д. Основы гидробиологии. Киев, 2004. 664 с.
7. Carter K. (2008). Effects of Temperature, Dissolved Oxygen, Total Dissolved Gas, Ammonia, and pH on Salmonids. *Implications for California's North Coast TMDLs*, July, 53 p.
8. Meer D.L., Thillart G.E., Witte F. [et al.] (2005). Gene expression profiling of the long-term adaptive response to hypoxia in the gills of adult zebrafish. *Am. J. Physiol*, Vol. 289, pp. 1512–1519.
9. Gracey A.Y., Troll J.V., Somero G.N. (2001). Hypoxia-induced gene expression profiling in the euryoxic fish *Gillichthys mirabilis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 98, pp. 1993–1998.
10. Hochachka P.W., Somero G.N. (2002). Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution. *Oxford: Oxford University Press*, 356 p.
11. Hoppeler H. (2001). Muscle tissue adaptations to hypoxia. *Vogt Exp. Biol.*, Vol. 204, pp. 3133–3139.
12. Janauer G.A. (2012). Aquatic Vegetation in River Flood plains: Climate Change Effects, River Restoration and Eco-hydrology Aspects. *Climate Change. Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects, New York: Springi*, pp. 149–156.
13. Korwin-Kossakowski I.M. (2008). The Influence of temperature during the embryonic period on larval growth and development in carp, *Cyprinus Carpio* L., and Grass Carp, *Ctenopharyngodon Idella* (Val.). *Theoretical and Practical Aspects Department of Pond Fisheries. Archives of Polish Fisheries*, Vol. 16, № 3, pp. 231–314.

14. Nilsson G.E., Renshaw G.M. (2004). Hypoxic survival strategies in two fishes: extreme anoxia tolerance in the North European crucian carp and natural hypoxic preconditioning in a coral-reef shark. *J. Exp. Biol.*, Vol. 207, pp. 3131–3139.
15. Roesner A., Hankeln T., Burmester T. (2006). Hypoxia induces a complex response of globin expression in zebrafish (*Danio rerio*). *J Exp Biol.*, Vol. 209 (Pt 11), pp. 2129–2137.
16. Varsamos S., Nebel C., Charmantier G. (2005). Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish. *Comp. Biochem. and Physiol. Part A: Molecular & Integrative Physiol*, Vol. 141, № 4, pp. 401–429.
17. Vodianitskyi, O., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Khomiak, O., Khudiyash, Y., Prysiazhniuk, N., Rud, O., Sliusarenko, A., Zagoruy, L., Gutyj, B., Dushka, V., Maxym, V., Dadak, O., Liublin, V. (2020). Effect of reservoir temperature and oxygen conditions on the activity of Na-K pump in embryos and larvae of perch, roach, and ruffe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 184-189.
18. Wen W., Xuxiong H., Qingkai C. [et al.] (2013). Temperature effects on early development and biochemical dynamics of a marine fish, *Inimicus japonicas*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 442, pp. 22–29.

#### REFERENCES

1. Verbytskyi V.B. (2008). *Poniatye tkolohycheskoho optymuma i eho opredelenye u presnovodnykh poikylotermnykh zhyvotnykh* [The concept of ecological optimum and its definition in freshwater poikilothermic animals]. *Zhurnal obshchei byolohyy*, Vol. 69, no. 1, 44–56. [in Russian].
2. Vodianitskyi O.M., Hrynevych N.Je., Khomiak O.A., Prysiazhniuk N.M. (2020). *Vplyv fizychnykh pokaznykiv vody na kilnist mikroiaider u klitynakh embrioniv khyzhykh vydiv ryb* [Influence of physical parameters of water on the number of micronuclei in embryonic cells of predatory fish species]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva: zbirnyk naukovykh prats*. Bila Tserkva, Vol. 1 (156), 142–149. doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-142-149. [in Ukrainian].
3. Detlaf T.A. (2001). *Temperaturno-vremennye zakonomernosti razvytyia poikylotermnykh zhyvotnykh* [Temperature-temporal patterns of development of poikilothermic animals]. Moscow. [in Russian].
4. Kapshai D.S. (2011). *Otsenka optimalnykh y subletalnykh temperatur u molodi razlychnykh vidov ryb* [Evaluation of optimal and sublethal temperatures in juveniles of various fish species]. *Sovremennye problemy y perspektivy rybokhoziaistvennoho kompleksa: Mat. vtoroi nauchno-praktych. konf. molodykh uchenykh*. Moscow, 274–280. [in Russian].

5. Nemova N.N., Vysotskaia R.U. (2004). *Biokhimycheskaia indykatsyia sostoiannya ryb* [Biochemical indication of the state of fish]. Moscow. [in Russian].
6. Romanenko V.D. (2004). *Osnovy hydrobyolohii* [Fundamentals of Hydrobiology]. Kyiv. [in Ukrainian].
7. Carter K. (2008). Effects of Temperature, Dissolved Oxygen, Total Dissolved Gas, Ammonia, and pH on Salmonids. *Implications for California's North Coast TMDLs*, July.
8. Meer D.L., Thillart G.E., Witte F. [et al.] (2005). Gene expression profiling of the long-term adaptive response to hypoxia in the gills of adult zebrafish. *Am. J. Physiol.*, Vol. 289, 1512–1519.
9. Gracey A.Y., Troll J.V., Somero G.N. (2001). Hypoxia-induced gene expression profiling in the euryoxic fish *Gillichthys mirabilis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 98, 1993–1998.
10. Hochachka P.W., Somero G.N. (2002). *Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
11. Hoppeler H. (2001). Muscle tissue adaptations to hypoxia. *Vogt Exp. Biol.*, Vol. 204, 3133–3139.
12. Janauer G.A. (2012). Aquatic Vegetation in River Flood plains: Climate Change Effects, River Restoration and Eco-hydrology Aspects. *Climate Change. Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects*, New York: Springi, 149–156.
13. Korwin-Kossakowski I.M. (2008). The Influence of temperature during the embryonic period on larval growth and development in carp, *Cyprinus Carpio* L., and Grass Carp, *Ctenopharyngodon Idella* (Val.). *Theoretical and Practical Aspects Department of Pond Fisheries. Archives of Polish Fisheries*, Vol. 16, no. 3, 231–314.
14. Nilsson G.E., Renshaw G.M. (2004). Hypoxic survival strategies in two fishes: extreme anoxia tolerance in the North European crucian carp and natural hypoxic preconditioning in a coral-reef shark. *J. Exp. Biol.*, Vol. 207, 3131–3139.
15. Roesner A., Hankeln T., Burmester T. (2006). Hypoxia induces a complex response of globin expression in zebrafish (*Danio rerio*). *J Exp Biol.*, Vol. 209 (Pt 11), 2129–2137.
16. Varsamos S., Nebel C., Charmantier G. (2005). Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish. *Comp. Biochem. and Physiol. Part A: Molecular & Integrative Physiol.*, Vol. 141, no. 4, 401–429.
17. Vodianitskyi, O., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Khomiak, O., Khudiyash, Y., Prysiazniuk, N., Rud, O., Sliusarenko, A., Zagoruy, L., Gutyj, B., Dushka, V., Maxym, V., Dadak, O., Liublin, V. (2020). Effect

- of reservoir temperature and oxygen conditions on the activity of Na-K pump in embryos and larvae of perch, roach, and ruffe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 184–189.
18. Wen W., Xuxiong H., Qingkai C. [et al.] (2013). Temperature effects on early development and biochemical dynamics of a marine fish, *Inimicus japonicas*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 442, 22–29.

УДК 639.2/3:006.83

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.6>

## СТАН ГАРМОНІЗАЦІЇ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ В СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ АКВАКУЛЬТУРИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ НОРМАМИ

*Дюдяєва О.А. – старший викладач, консультант з експорту до ЄС,  
Херсонський державний аграрно-економічний університет  
dyudyaeva.olga@gmail.com*

Останні роки продукція українських агровиробників впевнено займає лідуючі позиції на зовнішніх ринках. Це стосується й сектора органічної продукції, реалізація якої дозволяє отримувати додатковий прибуток в іноземній валюті.

Особливу увагу займає ринок Європейського Союзу. Це пояснюється тим, що це найбільший за обсягом і найближчий до України ринок, із купівельною спроможністю споживача вище, ніж вітчизняного. Органічне харчування стало національною ідеєю в багатьох країнах.

Велику увагу європейських споживачів та екологічно відповідальних підприємців приваблює органічна продукція аквакультури. Серед очікувань споживачів: продукція корисніша та безпечна для здоров'я і життя, має кращий смак, з меншим вмістом забруднюючих речовин або взагалі їх не містить, не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Зростання інтересу до органічної аквакультури в багатьох країнах сприяло посилення контролю в галузі, розробка стандартів і процедур сертифікації на рівні урядів. У зв'язку з відсутністю єдиних міжнародних норм зацікавлені сторони розробляють свої власні спеціальні стандарти для органічної аквакультури і створюють органи з підтвердження відповідності.

У країнах ЄС органічне виробництво регулюється Регламентами Комісії, метою яких є розвиток органічного господарства, заснованого на концепції сталого розвитку. У 2021 році набув чинності Регламент Європейського Парламенту та Ради № 848/2018, дія якого має удосконалити законодавство з органічного виробництва та встановити єдині правила та стандарти для всіх учасників органічного сектору. Дія Регламенту поширюється й на виробників країн, які не є членами ЄС, але експортують продукцію на європейський ринок. Чіткий набір правил, заснований на європейському законодавстві, замінить наявні національні та приватні стандарти, які суттєво ускладнюють міжнародну торгівлю органічними продуктами аквакультури.

В Україні виробництво органічної продукції регулюється так званним «органічним» Законом, яким запропоновано нову модель органічного ринку з урахуванням правил ЄС. Закон повністю адаптує українське законодавство до європейського.

Гармонізація законодавства України з європейськими вимогами упорядкує виробництво органічної продукції, дозволить адаптувати українську систему контролю виробництва до європейських норм. Це, в свою чергу, дозволить при-

брати бар'єри для експорту української органічної продукції на європейський та інші зовнішні ринки.

Ключові слова: аквакультура, органічна аквакультура, органічні стандарти, органічне виробництво, законодавство з органічного виробництва, гармонізація.

**Актуальність поставленої задачі.** Сільськогосподарський сектор відіграє важливу роль у вітчизняній економіці, створюючи останні декілька років до 14 % ВВП та забезпечуючи робочі місця для однієї п'ятої частини зайнятого населення. Причому, у третьому кварталі 2020 року аграрний сектор разом з переробною галуззю сформували майже четверту частину ВВП країни – більше 23 %. На 2021 рік експерти прогнозують ріст сільського господарства ще на 5 % [1; 2].

Рибогосподарська діяльність є одним із напрямів сільськогосподарської галузі. Вирощування риби дозволяє на відносно незначній площі одержувати високий рівень рентабельності для підприємства при мінімальному залученні матеріально-технічних, сировинних та трудових ресурсів порівняно з іншими галузями агропромислового комплексу. Але є й стримуючі чинники розвитку галузі і серед основних – відносно тривалий період виробничого циклу, який становить в середньому 3–4 роки від вирощування личинок до вилову товарної риби.

У багатьох країнах світу рибному господарству традиційно належить важлива роль у забезпеченні продовольчої безпеки, підтриманні зайнятості населення та його добробуту, тоді як сам рибний промисел формує досить вагомий частку грошових надходжень і доходів, у тому числі податків та зборів.

Останніми роками, у зв'язку зі значним зменшенням у світовому океані запасів риби, а відповідно й обсягів її вилову, все більшого поширення набуває розвиток різних форм аквакультури. Фахівці припускають, що в найближчій перспективі валові показники світового рибальства повністю будуть залежними від тенденцій, які формуються розвитком товарної аквакультури.

Не дивлячись на багатовікові традиції розведення риби в деяких країнах, у глобальних масштабах аквакультура є молододою галуззю, в якій спостерігається значне зростання протягом останніх 50 років – втричі перевищило темпи росту світового виробництва м'яса (птахівництва разом з тваринництвом) за цей же період. При збереженні таких темпів розвитку до 2030 року половина добутих водних біоресурсів будуть штучного походження.

**Аналіз останніх досліджень.** Поширення пандемії COVID-19 серйозно вплинуло на світову економіку і на сектор виробництва і розподілу продовольства, включаючи рибальство, від чого постраждали національні економіки більшості країн світу.

У доповіді ФАО (2020) зазначено, що стан рибальства та аквакультури у майбутньому залежить від низки факторів і проблем, вирішення яких необхідно здійснювати спільно об'єднавшись на глобальному, регіональному та місцевому рівнях. Згідно доповіді, зростання народонаселення та його доходів на тлі урбанізації, технічного прогресу, удосконалення раціону харчування створять додатковий попит на продовольство, зокрема й на рибну продукцію [3]. Очікується, що загальний обсяг виробництва риби (за винятком водних рослин), який в 2018 році становив 179 млн. тонн, у 2030 році досягне 204 млн. тонн, а загальний приріст у порівнянні з 2018 роком за період до 2030 року складе 15 % (26 млн. тонн). Хоча, виробництво зростатиме повільніше, ніж в період 2007-2018 років (27 %), буде зберігатися тенденція до зростання виробництва риби в світі за рахунок аквакультури. За прогнозами фахівців у 2030 році обсяг виробництва продукції аквакультури досягне 109 млн. тонн, що на 32 % (26 млн. тонн) більше, ніж у 2018 році. Але, за прогнозами, середньорічні темпи зростання аквакультури в 2020-2030 рр. у порівнянні з 2007-2018 рр. знизяться приблизно до 2 %. Це має обґрунтовані пояснення: підвищення екологічної свідомості та відповідальності світової спільноти через прийняття та забезпечення дотримання екологічних норм та вимог; зменшення числа районів, придатних для виробництва рибної продукції через скорочення водних запасів води; поява нових хвороб та почастішання спалахів вже відомих хвороб через застосування інтенсивних методів виробництва тощо. У складі продукції аквакультури (ФАО, 2020) будуть переважати прісноводні види, що є актуальним для розвитку вітчизняної аквакультури.

Частка рибної продукції, призначеної для споживання людиною, також продовжить рости і до 2030 року досягне приблизно 89 %. Основними факторами цього росту стануть підвищення попиту, обумовленого збільшенням доходів населення та процесами урбанізації, підвищення обсягів виробництва риби, вдосконалення методів виробництва та переробки, удосконалення механізмів дистрибуції. Крім того, підвищенню попиту сприятимуть урізноманітнення споживаних продуктів, більш пильна увага до користі, поживної цінності та складу продуктів харчування, їх безпечності для здоров'я населення. З цієї точки зору риба є дуже важливим продуктом.

Прогнозується, що в 2030 році обсяг споживання харчової риби у світі на 18 % перевищить рівень 2018 року (28 млн. тонн в еквіваленті живої ваги). Причому, у 2030 році близько 59 % риби, призначеної для споживання людиною, буде вирощуватися в секторі аквакультури (у 2018 році цей показник становив 52 %). Зростання виробництва продукції аквакультури дозволить усунути розрив між попитом і пропозицією.

Рибництво є однією з небагатьох галузей вітчизняної економіки, яка забезпечує не лише продовольчу безпеку держави, але й дозволяє дивер-



сифікувати агробізнес і підвищити дохідність його ведення при порівняно незначних початкових інвестиціях та гарантованому ринку збуту [4].

Усвідомлюючи Україну як частину світової економіки, галузі національної економіки мають розвиватись з урахуванням появи викликів і переваг щодо світових тенденцій виробництва нових видів продукції, гармонізації регіональних та національних систем технічного регулювання з міжнародною, зміною поглядів та звичаїв світової спільноти, політичних подій в світі тощо. Зменшення природних запасів риби та інших водних живих ресурсів також сприяють зростанню попиту на рибну продукцію та визначенню напрямів задоволення потреб населення у повноцінній їжі.

Україна має значний природний потенціал для розвитку рибного господарства й аквакультури. Потенційний обсяг виробництва за оцінками вітчизняних експертів складає близько 100 тис. тонн [5]. За оперативними даними Держрибагентства в Україні понад 50 тис. штучних водних об'єктів (ставків і вдосховищ), а це понад 536 тис. га водного дзеркала. Площа внутрішніх водойм України – 1,3 млн.га (одна з найбільших у Європі). Аналіз діяльності вітчизняної аквакультури за останні роки дає можливість стверджувати, що відбувається зменшення обсягів виробництва товарної риби. Це наслідок зниження купівельної спроможності населення та нинішнього стану галузі в цілому. Екстенсивні технології, відсутність інновацій, невідповідність витратної та дохідної частин технологічного процесу риборозведення також сприяє зниженню обсягів виробництва. Ще один чинник, як збільшення витрат кормів, свідчить про неефективність діяльності. Запровадження у виробництво новітніх технологій, які знижують собівартість продукції, потребує значних коштів. Однак, навіть за таких умов, спостерігаються позитивні тенденції у напрямі оптимізації виробництва: з кожним роком збільшується частка інтенсивної аквакультури, кількість невеликих рибницьких підприємств, які представляють малий та середній бізнес, постійно збільшується. Водночас кількість великих підприємств не змінюється. Генеральна Асамблея ООН у своїй щорічній резолюції щодо сталого рибальства проголосила 2022 рік роком дрібного (аматорського) рибальства та аквакультури [6]. Спостерігається підвищення, хоча й незначне, рибопродуктивності водойм. Ці факти вказують на незначні переваги розвитку в бік інтенсивної аквакультури та ресурсощадних технологій. Виробництво органічної продукції аквакультури сьогодні виходить на одне з пріоритетних напрямів розвитку галузі та є однією з ключових вимог сучасності.

У рамках імплементації Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, реалізації намічених реформ поступово зменшуються технічні бар'єри у торгівлі, спостерігається підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції за рахунок дотримання міжнародних та регіональних норм,

продукція українських виробників виходить на ринки Європейського Союзу та інших розвинутих країн. Слід зазначити, європейський споживач, що піклується про своє здоров'я та стан навколишнього середовища, стає більш обізнаним щодо користі органічних продуктів віддає перевагу цій продукції. Об'єм споживання органічної продукції в Європі щорічно збільшується на 10 %, з'являється значна кількість активних представників органічного сектору. Сьогодні, навіть, з'явилося таке поняття як «нішева» продукція, тобто така, яка має всі передумови заповнити певну нішу на зовнішніх ринках. До такої «нішевої» продукції фахівці з питань експорту, однозначно, відносять органічну сільськогосподарську продукцію, в тому числі продукцію аквакультури.

Світова органічна аквакультура тільки починає розвиватись, її частка в загальному обсязі становить лише 0,1 % (близько 100 тис. тонн/рік). Об'єм споживчого органічного ринку ЄС з року в рік збільшується, але ця ніша не заповнена. Так, сьогодні в Європі працює до 100 органічних рибоводних господарств, які виробляють близько 10 % від загального обсягу продукції аквакультури. Наприклад, у Швейцарії 25–30 % виробленої аквапродукції є органічною. За прогнозами експертів кількість виробників органічної аквакультури до 2025 року зросте втричі.

Органічний ринок Європейського Союзу знаходиться під жорстким контролем і регулюється Регламентами Європейської Комісії, якими передбачені вимоги до годівлі, споруд для утримання водних організмів, умов ведення господарства, що мають відповідати еволюційним, фізіологічним і поведінковим потребам кожного виду із мінімальним впливом на навколишнє середовище, підтвердження відповідності та маркування. Отже, вітчизняний виробник, який бачить свою продукцію в цій «ніші», має розуміти, що виконання даних вимог є для нього обов'язковим.

**Матеріал та методика досліджень.** Сучасний стан розвитку аквакультури, як одного з напрямів вирощування водних біоресурсів із застосуванням інтенсивних технологій у водоймах природного та штучного походження, з впровадженням ресурсоощадних та екологічно безпечних технологій сприяють збільшенню частки споживання даної продукції населенням, що схвалюється міжнародними організаціями та установами в галузі охорони здоров'я, підвищує екологічну свідомість споживачів.

Євроінтеграційні процеси, що відбуваються в Україні, сприяють зверненню уваги на ефективний досвід розвитку рибного господарства в світовій практиці, урахуванню сучасних тенденцій у галузі, активізують вітчизняних виробників щодо запровадження сучасних технологій, підвищенню відповідальності з боку держави щодо забезпечення правової підтримки виробників продукції аквакультури, в тому числі й органічної.

Матеріалами досліджень стали міжнародні правові акти та норми, державні законодавчі та нормативні документи щодо здійснення господарювання в рибній галузі, зокрема й аквакультури, із застосуванням органічних технологій, можливості та перспективи розвитку пріоритетного напрямку розвитку галузі.

**Результати досліджень.** За часи Радянського Союзу стан аквакультури в Україні був більш розвинений ніж в інших республіках. Галузь була забезпечена всім необхідним для виробництва риби; всі складові виробничого циклу здійснювались в Україні: рибальство та переробка риби, відтворення та збереження популяції риби, розвиток центрів вирощування риби. Рівень продуктивності ставків для розведення риби перевищував середнє значення по Союзу.

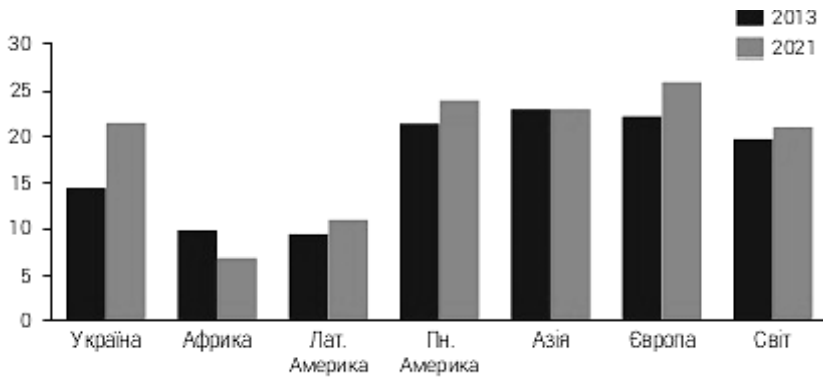
У 1990-х роках після розпаду СРСР відбулось становлення України, як держави з ринковою економікою. Внаслідок зміни економічної системи, в галузі аквакультури було повністю скасовано всі субсидії, що, в свою чергу, спричинило різкий спад обсягів вилову риби та виробництва продукції аквакультури. Проблеми конкурентоспроможності вітчизняної аквакультурної галузі окреслилися низкою причин: недоліками в процесі оренди водних об'єктів, проблемами доступу до ринків збуту продукції, низькою фінансовою спроможністю суб'єктів господарювання тощо. Ще п'ять років тому спостерігалось зменшення ставового фонду, причому для розведення риби використовувались менше 50 відсотків наявних водоймищ. Імпорт став основним джерелом надходження риби та морепродуктів на ринок України.

Згідно даних Державного агентства рибного господарства України, починаючи з 2015 року, загальний обсяг виловленої риби у внутрішніх водоймах незначно збільшився на 6 % (до 39,6 тис. тонн). Причому, анексія Кримського півострову вплинула на переорієнтацію місць вилову риби, що також призвело до збільшення обсягу вилову у внутрішніх водоймах.

Рівень виробництва продукції аквакультури 21,0 тис. тонн на той час (2016 рік) також знизився і був на 78 % нижче у порівнянні з 90-ми роками. Такий стан галузі пояснювався низкою причин: розпадом СРСР (1991 – 33 %), економічною кризою (– 27 %), загостренням військового конфлікту на Сході країни (2014 – 12,5 %).

Порівнюючи загальний рівень виробництва риби, як продукції аквакультури з сукупним виловом риби в Україні, видно, що розвиток аквакультури, як за обсягом, так і за вартістю виробленої продукції, протягом останніх десяти років змінився незначно (спад 2,58 % у порівнянні з 60 % зменшення вилову). Це пояснюється тим, що виробництво продукції аквакультури є менш уразливим від економічних, політичних та інших факторів.

З 2016 року спостерігається поступове, хоча й незначне, підвищення загального рівня споживання риби та морепродуктів в Україні (432,0 тис. тонн). На жаль, рівень споживання риби та морепродуктів на людину в Україні є нижчим за середньосвітовий показник. Світовий рівень споживання харчової риби на душу населення збільшилася з 9,0 кг (в еквіваленті живої ваги) в 1961 році до 20,5 кг у 2018 році [3]. Таке зростання споживання було обумовлено не тільки збільшенням обсягів виробництва, а й цілим рядом інших факторів. Це розвиток технологій, зростання доходів населення світу, скорочення втрат і псування продукції, підвищення обізнаності про користь риби для здоров'я. За оцінками ФАО рівень споживання риби в Україні у 2021 року зросте на 67 % (порівняно з 2013 р.) і перевищить середньосвітовий показник (рисунок).



*Рис. Споживання риби та морепродуктів на душу населення [7]*

Сьогодні серед головних пріоритетних напрямів державної політики у сфері рибного господарства України є відновлення рибогосподарського потенціалу природних водоймищ через їх зариблення, а також підтримання сталих запасів риби. Це потребує системного підходу, невід'ємною складовою якого є удосконалення законодавчої бази, запровадження та реалізація державних та регіональних програм щодо зариблення водойм, фінансової підтримки відтворення рибних запасів внутрішніх водойм за рахунок аквакультурних підприємств.

Регулювання розвитку рибної галузі в Україні здійснюється відповідними законодавчо-правовими актами та державними програмами: Закон України «Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них» [8]; Закон України «Про аквакультуру» [9]; Закон України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів» [10]; Концепція розвитку рибного господарства України, схвалена постановою Верховної Ради України від 13 липня 2000 р. № 1885-III тощо.

Методичним інструментарієм регулювання розвитку аквакультури стало прийняття Державної цільової економічної програми розвитку рибного господарства на 2012–2016 роки [11], яка передбачає створення сприятливих умов для забезпечення розвитку рибного господарства, його конкурентоспроможності на внутрішньому та зовнішньому ринках. Серед таких умов були зазначені: відтворення водних біоресурсів; формування та утримання селекційно-племінної бази для підвищення якості об'єктів аквакультури; підвищення продуктивності використання рибогосподарських водних об'єктів для вирощування водних біоресурсів в умовах аквакультури; отримання державної підтримки для функціонування підприємств галузі тощо.

Але варто зазначити, що Концепція Державної цільової економічної програми розвитку рибного господарства на 2012–2016 роки [12], прийнята у 2011 році, була зосереджена лише на аналізі причин виникнення проблеми та обґрунтуванні необхідності її розв'язання програмним методом без урахування системності підходів, що б сприяло інтеграції аграрного сектора та аквакультури, підвищенню, як їх окремих потенціалів розвитку, так і їх спільного потенціалу.

Ще одним важливим програмним документом щодо розвитку аквакультури стало прийняття Програми розвитку інфраструктури ринку риби, інших водних живих ресурсів та харчової продукції, що з них виробляється, [13] яка була спрямована на здійснення в інфраструктурі ринку риби системних перетворень. Програмою було задекларовано принципи щодо створення умов для інтенсивного розвитку та підвищення ефективності державного регулювання цього сегменту рибної галузі.

Аналізуючи норми законодавства, що є недосконалістю норм та причиною суперечок та конфліктів у сфері рибного господарства, аквакультури, а також орієнтуючись на Директиви та Регламенти Європейського Союзу та рекомендації Департаменту аквакультури та рибальства ФАО можна виділити низку важливих аспектів:

- спеціальне законодавство у сфері рибного господарства [9; 10] було прийнято відповідно у 2011 та 2013 роках. Механізми реалізації норм даних законів введені у дію значно пізніше. До набрання чинності законодавчих актів, за часи незалежності, були фактично сформовані відносини у сфері аквакультури і законодавство лише узаконило ті концептуальні положення, принципи та правила, які суспільством вже були створені протягом останніх двох десятиріч в рибному господарстві;

- єдиним нововведенням Закону «Про аквакультуру» став новий порядок надання в оренду водних об'єктів;

- недосконалість законодавства у сфері аквакультури найчастіше пов'язані з ресурсними аспектами (земельні та водні відносини, водні

ресурси, отримання дозволу на спеціальне водокористування, інших дозвільних документів).

Закон «Про аквакультуру» є рамочним але потребує певних змін та доповнень, щоб зробити рибну галузь України інвестиційно привабливою, враховуючи приклади країн, які є сьогодні світовими лідерами у риборозведенні.

Останнім часом все більшої уваги європейських споживачів, екологічно свідомих підприємців привертає органічна продукція аквакультури. Серед очікувань споживачів: органічна продукція більш корисна для здоров'я, з меншим вмістом забруднюючих речовин або взагалі їх не містить, безпечна для життя та не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Аквакультура в країнах Європи перш за все ґрунтується на сталому розвитку та дозволяє вирішувати питання соціальної сфери та дружніх відносин людини з довкіллям. Сталий розвиток аквакультури передбачає раціональне використання ресурсів, мінімальний вплив виробництва на навколишнє природне середовище, забезпечення відновлення водних біоресурсів та проведення рибогосподарської меліорації, розвиток органічної продукції, екологічне виховання населення, культивування здорового стилю життя.

Створення доданої вартості продукції рибальства та аквакультури є ключовою позицією економічної складової діяльності рибної галузі. Збільшення доданої вартості рибопродукції сприяє підвищенню рентабельності виробництва рибогосподарського комплексу, забезпеченню розвитку галузі в цілому, зростанню кількості представників малого та середнього бізнесу та отриманню населенням більш якісної рибної продукції.

Останні дослідження в ряді європейських країн показали, що близько п'ятдесяти відсотків споживачів готові переплачувати за органічну продукцію із перевищенням її номінальної вартості більше ніж на 15 %, тридцять відсотків – готові переплачувати до 15 %. Але за деякі види органічної рибопродукції споживач готовий платити надбавку, яка становить 130-180 %. Крім того, деякі мережі сучасних супермаркетів йдуть на збільшення продажних площ з органічною продукцією з метою збільшення обсягів продажів. Як приклад, компанія професійного закупівельника рибної продукції для британської мережі супермаркетів Waitrose своєю політикою активно підтримує розвиток стійкої аквакультури, що ідеально підходить для органічного виробництва цієї категорії продукції.

Зростання інтересу світової спільноти до органічної аквакультури привело до того, що в багатьох країнах на рівні урядів встановлено контроль над цією галуззю, розробляються стандарти і процедури сертифікації. У зв'язку з відсутністю єдиних міжнародних стандартів зацікавлені сторони розробляють свої власні національні та приватні спеціальні стан-

дарті для органічної аквакультури і створюють органи з підтвердження відповідності. Ці стандарти часто сильно розрізняються залежно від місця, органу сертифікації і об'єктів сертифікації.

В Європі понад 20-ти компаній проводять сертифікацію органічної продукції аквакультури. І хоча процедури, які вони виконують, однакові, існують і деякі відмінності, які вводять в оману покупців і споживачів рибної продукції. Одні з них, наприклад, забороняють використовувати в кормах для лосося натуральний барвник і органічний лосось, вирощений відповідно до вимог цих стандартів, має світле м'ясо. Лосось, вирощений із використанням барвників, не може бути диференційований за кольором від лосося, виробленого традиційними способами. Іншим прикладом можуть бути французькі стандарти, які дозволяють використовувати прилов для виробництва кормів, у той час як стандарти англійської органу органічної сертифікації Soil Association цього не допускають.

У 2007–2008 роках в Європейському Союзі було ухвалено Регламенти № 834/2007 та № 889/2008 щодо виробництва та маркування органічної продукції [14; 15]. Перший Регламент [14] було прийнято на заміну Регламенту № 2092/91, прийняття якого у 1991 році стало частиною реформи Спільної сільськогосподарської політики ЄС (Common Agricultural Policy) і завершенням процесу офіційного визнання органічного сільського господарства. Введення Регламенту [14] створило загальні вимоги для країн-членів ЄС, сприяло підвищенню довіри споживачів до екологічно чистих продуктів. Країнам Євросоюзу не заборонялося приймати свої власні, додаткові і більш суворі стандарти органічного виробництва. Регламентом № 889/2008 [15] визначалися детальні правила імплементації Регламенту № 834/2007 [14] в частині виробництва, маркування і контролю. Метою прийнятих нормативно-правових документів стало подальший розвиток органічного сільського господарства, заснованого на концепції сталого розвитку (sustainable development), зроблено акцент на охороні навколишнього середовища. Також було введено основні терміни та визначення щодо органічного виробництва, що зменшило нерозуміння споживачів, дозволило збільшити продажі органічної продукції серед країн ЄС і вивело органічне виробництво на міжнародний рівень. Як зазначено вище, Регламент № 834/2007 не тільки визначав методи органічного виробництва, але і регулював маркування, обробку, контроль і збут органічних продуктів в країнах Європейського співтовариства та імпорт екологічно чистих продуктів з країн не членів ЄС. Регламентом регулюються вимоги щодо оцінки відповідності органічної продукції, в тому числі аквакультури, та правила щодо маркування та використання логотипу Organic.

Останні зміни до законодавства ЄС щодо органічного виробництва було внесено Регламентом Ради ЄС від 30 травня 2018 року № 848/2018

про органічне виробництво та маркування органічних продуктів із скасуванням Регламенту Ради (ЄС) № 834/2007 [16]. Регламент, який набрав чинності 17 червня 2018 року, встановлює нову нормативну базу для органічного виробництва. З метою забезпечення плавного переходу від старої нормативної бази до нової, Регламент (ЄС) 2018/848 мав би набути чинності з 01 січня 2021 року. Але пандемія COVID-19 та пов'язана з нею криза громадського здоров'я поставили безпрецедентний виклик для держав-членів ЄС та, зокрема, для операторів органічного ринку. В умовах сьогодення оператори концентрують свої зусилля на підтримці органічного виробництва та торгових потоків і не можуть одночасно підготуватися до введення в дію нової нормативної бази згідно з Регламентом (ЄС) 2018/848. До того ж, ЄС «не встиг» затвердити всі документи, необхідні для повноцінного впровадження нового регламенту. Тому, щоб забезпечити безперебійне функціонування органічного сектору, забезпечити правову визначеність та уникнути потенційних порушень ринку, Регламентом (ЄС) № 2020/1693 [18] було відтерміновано дію Регламенту (ЄС) № 2018/848 на один рік – до початку 2022 р.

Прийнятим у червні 2018 року регламентом встановлено єдині правила та стандарти для всіх учасників органічного сектору ЄС, у тому числі для виробників із країн, що не є членами ЄС, але експортують свою продукцію на європейські ринки. Чіткий набір правил, оснований на європейському законодавстві, замінить більше ніж 60 наявних стандартів, регіональних та приватних, які суттєво ускладнюють міжнародну торгівлю органічними продуктами.

Діючий принцип еквівалентності буде замінено принципом відповідності, який працює в США. Тобто органічна продукція, імпортована в ЄС, повинна відповідати його стандартам. Еквівалентні стандарти будуть визнані лише в межах двосторонніх торговельних або інших угод, наприклад, між ЄС, США та Канадою.

Єдині стандарти означатимуть, що органічний логотип ЄС гарантує споживачам у будь-якій країні Європи рівноцінну якість продукції. Це важливо для покупців органіки, адже вони платять більше й очікують отримати високоякісну продукцію незалежно від її походження.

У таких умовах питання виробництва органічної продукції аквакультури в Україні також набувають особливої актуальності [19; 20]. Продукція органічного походження здатна підвищити економічну ефективність господарювання, є унікальною за своїми якостями та особливо корисною для дітей, завдяки обмеженню впливу хімічних та токсичних речовин на здоров'я населення а навколишнє середовище. Виробництво та споживання органічної продукції аквакультури стає однією з ключових вимог сучасності.



Регулювання органічним виробництвом в Україні бере свій початок із набранням чинності 09 січня 2014 року Закону України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» [21]. З його прийняттям закінчилася більш ніж десятирічна історія обговорення цієї теми і відбулося узаконення органічного виробництва в Україні. Закон також передбачав визначення правових, економічних, соціальних і організаційних основ ведення органічного сільського господарства, вимоги щодо вирощування, виробництва, переробки, сертифікації, маркування, перевезення, зберігання та реалізації органічної продукції та сировини. Закон було розроблено з урахуванням вимог Регламентів Ради Європи (ЄС) [14; 15], а також Кодексу Аліментаріус «Керівні положення з виробництва, переробки, маркування і реалізації органічних продуктів» [22]. На виконання статті 20 Закону [21] 30 вересня 2015 року Постановою Кабінету Міністрів України № 982 було затверджено Детальні правила виробництва органічної продукції (сировини) аквакультури [23].

У вересні 2015 року Кабінетом Міністрів України було затверджено пакет нормативно-правових актів у сфері аквакультури, що відкрило низку нових можливостей для діяльності у цій сфері («Про затвердження типових договорів користування на умовах оренди частиною рибогосподарського водного об'єкта, акваторією (водним простором) внутрішніх морських вод, територіального моря, виключної (морської) економічної зони України для цілей аквакультури» від 30 вересня 2015 року № 981, «Про затвердження Методики визначення розміру плати за використання на умовах оренди акваторії (водного простору) внутрішніх морських вод, територіального моря, виключної (морської) економічної зони України для цілей аквакультури (марикультури)» тощо). Створення механізму реалізації норм Закону України «Про аквакультуру» надало можливість знайти альтернативну форму, при якій виробничі активи належатимуть суб'єктам аквакультури на правах власності. Це дозволить у законодавчо регульований спосіб сформулювати прошарок малого (сімейного) та середнього виробника.

Однак, недосконалість та невідповідність законодавству ЄС Закону України «Про виробництво та обіг органічної продукції та сировини» [21], створювало негативний вплив на позиціонування України в світі як надійного виробника органічної сільськогосподарської та харчової продукції. Зарубіжні партнери готові закуповувати органічну сировину та продукцію, однак не мають повної довіри до продукту як такого, що вироблений в країні, де фактично не діяло законодавство про виробництво та обіг органічної продукції, був відсутній належний механізм регулювання органічного ринку та система контролю. Це створювало умови для порушення прав споживачів та розвитку недобросовісної

конкуренції серед виробників. На вітчизняному ринку була присутня продукція, що не відповідала міжнародним нормам, але була маркована як органічна. В результаті страждає споживач, який платить більше за псевдоорганічний продукт, і виробник, який дотримувався всіх встановлених вимог аби продукт і справді був органічним, але може втратити споживача через недовіру до системи контролю органічної продукції. Тому виникла необхідність допрацювання та внесення змін у вітчизняне органічне законодавство. 10 липня 2018 року було прийнято Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу й маркування органічної продукції», основні положення якого набрали чинності 02 серпня 2019 року [24].

Згідно Закону [24] «органічна аквакультура» – це органічне виробництво, пов'язане із штучним розведенням, утриманням та вирощуванням об'єктів аквакультури відповідно до вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції.

Законом визначено вимоги до органічної аквакультури, до яких відносяться:

- врахування здатності об'єктів аквакультури пристосовуватися до перебування у повністю або частково контрольованих умовах;
- використання переважно природних методів репродукції;
- годування об'єктів аквакультури органічними кормами, крім тих видів об'єктів аквакультури, яким не згодують корми під час вирощування;
- регулярне очищення та дезінфекція обладнання, басейнів, водойм, приміщень та споруд, що використовуються для об'єктів аквакультури;
- використання засобів для очищення та дезінфекції споруд для утримання об'єктів аквакультури під час органічного виробництва виключно з речовин, включених до Переліку речовин (інгредієнтів, компонентів), які дозволяється використовувати у процесі органічного виробництва та які дозволені до використання у гранично допустимих кількостях;
- гуманне ставлення до об'єктів аквакультури, у тому числі зведення до мінімуму їхніх страждань, та утримання об'єктів аквакультури з урахуванням фізіологічних та поведінкових потреб.

Зміни вітчизняного законодавства дозволять адаптувати українську систему контролю якості органічної продукції до вимог ЄС, що, у свою чергу, усуне технічні бар'єри для експорту української продукції на європейські та інші зовнішні ринки.

З метою виконання основних положень Закону [24] Постановою Кабінету Міністрів № 970 від 23 жовтня 2019 року було затверджено Порядок (детальні правила) органічного виробництва та обігу органічної продукції [25], якою було скасовано прийняті раніше правила.

Згідно Детальних правил щодо органічної аквакультури під час виробництва органічної продукції аквакультури мають застосовуватись загальноприйняті технологічні операції вирощування об'єктів аквакультури з урахуванням вимог, установлених Законами України [9; 10; 24].

Основою виробництва органічної продукції аквакультури визначено:

- відповідне планування та організація біологічних процесів, які базуються на екосистемах з використанням їх внутрішніх природних ресурсів, із застосуванням методів виробництва органічної продукції аквакультури на засадах раціонального використання водних біоресурсів, заборони застосування генетично модифікованих організмів та їх похідних крім ветеринарних препаратів;

- зведення до мінімуму використання ресурсів, що не відновлюються;

- урахування місцевого або регіонального екологічного балансу під час вибору продукції для виробництва;

- підтримання у здоровому стані об'єктів аквакультури шляхом стимулювання природного імунного захисту, а також вибір відповідних кормів і методів господарювання тощо.

Правилами уточнено вимоги до органічної аквакультури, що визначені Законом. Виробництво органічної продукції аквакультури має здійснюватися на ділянках, які не піддавалися забрудненню речовинами, крім речовин, внесених до переліку речовин (інгредієнтів, компонентів).

Якщо передбачається ведення органічного та неорганічного виробництва аквакультури, потужності для виробництва повинні відокремлюватися.

Для кожного нового оператора, який подає заявку на перехід до органічного виробництва та планує виробляти більше ніж 10 тонн продукції аквакультури на рік, має бути проведена оцінка впливу на довкілля відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля». Всі оператори, що здійснюють виробництво органічної продукції аквакультури мають розробляти щорічний план сталого управління.

Органічна аквакультура базується на вирощуванні об'єктів аквакультури, що походять з органічного маточного стада та органічного господарства. У разі відсутності об'єктів вирощування з органічного маточного стада або органічного господарства в органічному господарстві використовуються виловлені дикі водні біоресурси чи неорганічні об'єкти аквакультури лише з метою годування, покращення генетичного матеріалу, а також у разі відсутності доступу до органічної аквакультури. Зазначені особини вирощуються згідно з вимогами законодавства про органічне виробництво, обіг та маркування органічної продукції протягом не менше трьох місяців до використання у виробництві органічної продукції аквакультури.

Документом визначаються показники щодо щільності посадки та практика господарювання під час вирощування органічної продукції з виробництва об'єктів аквакультури.

Годівля об'єктів аквакультури здійснюється кормами, що відповідають їх харчовим потребам на різних стадіях розвитку. Рослинна частка корму повинна походити з органічного виробництва, а частка корму, отримана з водних біоресурсів, – з природних популяцій риб, які виловлені згідно з дотриманням вимог законодавства. У процесі вирощування органічної молоді водних біоресурсів як корм може використовуватися традиційний для цих об'єктів аквакультури фіто- і зоопланктон. Корми, що використовуються у раціоні водних біоресурсів, мають відповідати наступним умовам: органічне походження кормового матеріалу; походження рибного борошна та жиру з продуктів переробки органічної аквакультури; кормовий раціон може містити не більш як 60 відсотків органічної продукції рослинництва. Використання неорганічних кормових матеріалів рослинного, тваринного та мінерального походження, кормових добавок, технологічних добавок окремих продуктів, які застосовуються під час годівлі об'єктів аквакультури, дозволяється, якщо вони внесені до переліку речовин (інгредієнтів, компонентів).

Організація кормового режиму має здійснюватись із дотриманням таких умов, як здоровий стан об'єктів аквакультури; висока якість продукції, включаючи харчовий склад, який повинен гарантувати високу якість кінцевої продукції, призначеної для споживання; незначний вплив на стан навколишнього природного середовища.

Не допускається використання активаторів росту та синтетичних амінокислот під час здійснення органічного виробництва продукції аквакультури.

Профілактика захворювань об'єктів органічного виробництва продукції аквакультури ґрунтується на здійсненні заходів щодо утримання об'єктів аквакультури в оптимальних умовах завдяки вибору відповідного місця та оптимальної конструкції споруд, а також провадження на належному рівні господарської діяльності та управління, зокрема шляхом регулярного очищення та дезінфекції споруд і приладів, застосування високоякісних кормів, відповідної щільності розміщення, а також вибору видів і різновидів.

Особлива увага приділяється процесам управління здоров'ям об'єктів аквакультури. Для запобігання стражданню об'єкта аквакультури у разі виникнення захворювання лікування слід проводити невідкладно; традиційні ветеринарні препарати, зокрема антибіотики, можуть застосовуватися у разі потреби та виключно за умови, що застосування фітотерапевтичних, гомеопатичних та інших продуктів є неефективним.

Забороно застосування установок замкнутого водопостачання, крім інкубаційних цехів та басейнів, під час виробництва органічної продукції аквакультури, а також під час виробництва видів, що використовуються як корм для відгодівлі об'єктів аквакультури.

Умовами утримання органічних об'єктів аквакультури є: наявність достатнього простору для нормального існування об'єктів аквакультури з урахуванням потреб кожного їх виду; забезпечення гранично допустимої концентрації речовин у водних об'єктах; відповідність рівня температури та освітлення біологічним потребам видів з урахуванням географічного розташування господарств. Утримання об'єктів аквакультури здійснюється таким чином, щоб унеможливити їх потрапляння в навколишнє природне середовище. Оператор повинен забезпечити дотримання законодавства у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Втручання людини у природні процеси, притаманні для об'єктів аквакультури, повинне бути мінімальним із використанням належного устаткування та складенням відповідної звітності з метою уникнення травм та стресових ситуацій.

Правилами визначено й умови використання штучного освітлення, аерації середовища утримання під час органічного виробництва продукції аквакультури, умови транспортування об'єктів аквакультури.

Створення умов для запровадження альтернативних форм аквакультури, фермерських господарств сімейного типу, запровадження кооперації та змішаних господарств, використання органічних технологій є передумовою розвитку української аквакультури.

Інтеграція України до ЄС і втрата деяких ринків країн пострадянського простору змушує вітчизняних виробників шукати виходи на зовнішні ринки. Але в самій галузі визнають, що в той час як спостерігається великий ринковий інтерес до цієї категорії продукції, асортимент вітчизняної органічної продукції аквакультури залишається обмеженим, і загальна ринкова частка ще залишається невеликою.

Одною з обов'язкових умов для здійснення органічної аквакультури, як було зазначено вище, є необхідність створення водних систем, які мають запобігати потраплянню забруднюючих речовин, що зобов'язує виробників робити капітальні вкладення (додаткові витрати) у водний об'єкт, призначений для ведення органічної аквакультури. Це вимагає відповідної фінансової підтримки органічних виробників з боку держави на етапі створення і розвитку органічного виробництва продукції аквакультури. На жаль, держава практично не заохочує розвиток вказаного виду діяльності [26].

Сьогодні бюджетні кошти спрямовуються з метою стимулювання збільшення виробництва продукції аквакультури (рибництва)

(п. 1 Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для підтримки тваринництва, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції, аквакультури (рибництва), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 07.02.2018 р. № 107. Вказані кошти передбачаються Міністерством розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України у Державному бюджеті України за програмою «Державна підтримка тваринництва, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції, аквакультури (рибництва)». Також, фермерські господарства можуть скористатися фінансовою підтримкою, яка надається через Український державний фонд підтримки фермерських господарств, на конкурсних засадах на поворотній основі. Її розмір не повинен перевищувати 500 тис. гривень. Вона надається строком до п'яти років для проведення оцінки відповідності виробництва органічної продукції (сировини) (п. 6 Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для надання підтримки фермерським господарствам, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 р. № 1102). Тобто, виробники органічної продукції аквакультури не користуються жодними перевагами при їх розподілі. Враховуючи вищезазначене, можна стверджувати, що сьогодні відсутнє будь-яке положення щодо забезпечення державної фінансової підтримки органічної аквакультури.

**Висновки.** Українська аквакультура має значний потенціал розвитку в частині збільшення обсягів виробництва та урізноманітнення об'єктів аквакультури.

Виробництво органічної продукції аквакультури має низку економічних, екологічних та соціальних переваг.

До екологічних переваг органічного виробництва продукції аквакультури відносяться: зберігання довкілля в процесі виробництва; охорона водних джерел від забруднення.

Соціальні переваги органічного виробництва полягають у створенні додаткових робочих місць у сільській місцевості й нових перспектив для малих та середніх фермерських господарств, збільшенні життєздатності сільських громад. Про це свідчить досвід розвитку рибного господарства в світі та Європейському Союзі, зокрема, який є надзвичайно актуальним і для України.

Органічна продукція аквакультури є більш привабливою для споживачів, оскільки вона:

- корисна для здоров'я та екологічно безпечна;
- має кращу якість;
- не містить у собі генетично модифікованих організмів; токсичних та шкідливих речовин;

- не містить шкідливих залишків штучних стимуляторів росту, лікарських препаратів та антибіотиків, що не дозволяються у органічному рослинництві та тваринництві;

- не містить хвороботворних мікроорганізмів, паразитів та алергенів;
- зберігає поживні речовини та натуральний склад при переробці, оскільки використовуються лише натуральні методи переробки.

Інтеграція України в ЄС і заміна деяких ринків країн пострадянського простору змушує вітчизняних виробників шукати виходи на західні ринки. Але в самій галузі визнають, що в той час, як спостерігається великий ринковий попит на цю продукцію, асортимент вітчизняної органічної продукції аквакультури залишається обмеженим із невеликою загальною ринковою часткою. Перехід товаровиробників рибної продукції на органічні методи господарювання може бути можливим лише за умови їх усвідомлення переваг органічного виробництва порівняно з традиційним та впровадження державних програм підтримки.

Українське законодавство в галузі виробництва органічної продукції аквакультури має бути спрямоване на забезпечення державної підтримки суб'єктів господарювання, які здійснюють вказаний вид діяльності. З метою підвищення захисту прав споживачів органічної продукції, необхідним є удосконалення законодавства щодо оцінки відповідності продукції з урахуванням вимог законодавства ЄС. Гармонізація законодавства України з європейським дозволить адаптувати українську систему контролю виробництва органічної продукції до вимог ЄС. Це, в свою чергу, приведе до поліпшення процедур експорту вітчизняної органічної продукції аквакультури на європейський та інші зовнішні ринки.

## **THE STATE OF THE HARMONIZATION OF UKRAINIAN LEGISLATION WITH EUROPEAN NORMS IN THE FIELD OF THE PRODUCTION OF ORGANIC AQUACULTURE**

*Dyudyaeva O.A. – Senior Lecturer, certified export consultant to the EU  
Kherson State Agrarian and Economic University  
dyudyaeva.olga@gmail.com*

Last years, the products of Ukrainian agricultural producers have confidently taken a leading position in foreign markets. This also applies to the sector of organic products, the sale of which allows obtaining additional income in foreign currency.

The European Union market pays special attention. This is because it is the largest and the closest to Ukraine market, with the purchasing power of the consumer higher than domestic. Organic nutrition has become a national idea in many countries.

Organic aquaculture products attract a lot of attention from European consumers and environmentally responsible entrepreneurs. Among the expectations of consumers: the products are more useful and safe for health and life, have a better taste, with less or no contaminants, do not harm the environment.

The growing interest in organic aquaculture in many countries has been fueled by increased control over the production, the development of standards and certification procedures at the government level. In the absence of uniform international standards, stakeholders are developing their own specific standards for organic aquaculture and establishing conformity assessment bodies.

In the EU organic production is regulated by Commission Regulations, which aim to develop an organic economy based on the concept of sustainable development. Regulation 848/2018 of the European Parliament and of the Council, which should improve the legislation on organic production and establish common rules and standards for all participants in the organic sector, came into force in 2021. The Regulation also applies to producers of countries that are not members of the EU, but export their products to the European market. A clear set of rules based on European legislation will replace existing national and private standards, which significantly complicate international trade in organic aquaculture products.

In Ukraine, the production of organic products is regulated by the so-called «organic» Law, which proposes a new model of the organic market, taking into account EU rules. The law fully adapts Ukrainian legislation to European one.

The harmonization of Ukrainian legislation with European requirements will streamline the production of organic products and adapt the Ukrainian production control system to European standards. This, in turn, will remove barriers to the export of Ukrainian organic products to European and other foreign markets.

Keywords: aquaculture, organic aquaculture, organic standards, organic production, legislation on organic production, harmonization.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Циганок О. Хто врятував українську економіку в 2020 році. 30 грудня 2020. URL: <https://thepage.ua/economy/kto-spas-ukrainskuuyu-ekonomiku-v-2020-godu>
2. Аналіз динаміки структури ВВП України. Прогноз на 2020-2022 рр. *Capital Times*. URL: <https://www.capital-times.com/ua-ua/analysis-of-ukraines-gdp-dynamics>
3. FAO. 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. URL: <http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA9229EN>
4. Ю. Кернасюк Рибництво: потенціал є! *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 11. С. 14–16.
5. Овчаренко М. Україна має значний природний потенціал для розвитку рибного господарства й аквакультури. *Промисловий портал*. 20.03.2018. URL: <http://uprom.info/news/agro/ukrayina-maye-znachniy-prirodniy-potentsial-dlya-rozvitku-ribnogo-gospodarstva-y-akvakulturi/>



6. 2022 рік оголошено роком дрібного рибальства та аквакультури – *Posted on 16 January 2018*. URL: <http://wwf.panda.org/uk/?320832/2022-the-aquaculture-year-UN>
7. Розвиток аквакультури в Україні. Всеохоплюючий аналіз проблем і можливостей галузі аквакультури в Україні, найкращі практики і рекомендацій з питань політики. Київ, листопад 2017. URL: [https://www.slideshare.net/Easy\\_Business/ss-83657232](https://www.slideshare.net/Easy_Business/ss-83657232)
8. Закон України «Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них» від 06.02.2003. № 486–IV, зі змінами та доповненнями від 05.09.2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/486-15>
9. Закон України «Про аквакультуру» від 08.09.2012. № 529–VI. URL: <http://rada.gov.ua/laws/show/5293-17>
10. Закон України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів» від 18.09.2012. № 3667–17. URL: <http://rada.gov.ua/laws/show/3677-17>
11. Про затвердження Державної цільової економічної програми розвитку рибного господарства на 2012–2016 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1245. *Офіційний вісник України*. 2011. № 95.
12. Про схвалення Концепції Державної цільової економічної програми розвитку рибного господарства на 2012–2016 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.10.2011 № 1003–р. *Офіційний вісник України*. 2011. № 79.
13. Про затвердження Програми розвитку інфраструктури ринку риби, інших водних живих ресурсів та харчової продукції, що з них виробляється на 2005-2010 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 25.12.2004 № 1755. *Офіційний вісник України*. 2004. № 52. Т. 1. С. 311.
14. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32007R0834>
15. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008R0889&qid=1621211767212>
16. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. URL:

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0848&qid=1621211857583>
17. Реферативний огляд європейського права: інформаційно-аналітичний дайджест. Інститут законодавства Верховної Ради України. Вип. 4 (2020) (жов.-груд. 2020 р.). К., 2020. 41 с.
  18. Regulation (EU) 2020/1693 of the European Parliament and of the Council of 11 November 2020 amending Regulation (EU) 2018/848 on organic production and labelling of organic products as regards its date of application and certain other dates referred to in that Regulation. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2020.381.01.0001.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2020%3A381%3ATOC](https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2020.381.01.0001.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2020%3A381%3ATOC)
  19. Правові засади ведення органічного землеробства: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції (29–30 вересня 2017 року). Харків: «Доміно», 2017. 246 с.
  20. Вербельчук С.П., Слюсар М.В. Передумови розвитку органічної аквакультури. Матеріали Форуму «Науково-практичні основи розвитку фермерського руху Житомирщини 2018». (07.12.2018, м. Житомир). ЖНАЕУ. 2018. С 149-154.
  21. Закон України Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини від 03.09.2013, № 425-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/425-18#Text>
  22. Кодекс Алиментариус. Органические пищевые продукты. Пер. с англ.; К 57 ФАО, ВОЗ. М.: Издательство «Весь Мир», 2006. 72 с.
  23. Детальні правила виробництва органічної продукції (сировини) аквакультури, затверджені Постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2015 р. за № 982. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/982-2015-%D0%BF#Text>
  24. Закон України Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції 10 липня 2018 року № 2496-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>
  25. Про затвердження Порядку (детальних правил) органічного виробництва та обігу органічної продукції. Постанова Кабінету Міністрів України. 23 жовтня 2019. № 970. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/970-2019-%D0%BF#Text>
  26. Гафурова О.В. Законодавство про органічну аквакультуру: деякі проблеми реалізації. *Право. Людина. Довкілля*, 2020, Vol. 11, № 1, С. 27–35.

## REFERENCES

1. Cyganok O. (2020). *Hto vrjativav ukrai'ns'ku ekonomiku v 2020 roci* [Who saved the Ukrainian economy in 2020]. URL: <https://thepage.ua/economy/kto-spas-ukrainskuyu-ekonomiku-v-2020-godu>. [in Ukrainian].

2. *Analiz dynamiky struktury VVP Ukrainy. Prognoz na 2020-2022 rr.* [Analysis of the dynamics of the structure of Ukraine's GDP. Forecast for 2020-2022]. *Capital Times*. URL: <https://www.capital-times.com/ua-ua/analysis-of-ukraines-gdp-dynamics>. [in Ukrainian].
3. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. URL: <http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA9229EN>
4. Kernasjuk Ju. (2014). *Rybnytvo: potencial je!* [Fish farming: there is potential!]. *Agrobiznes s'ogodni*, no. 11, 14–16. [in Ukrainian].
5. Ovcharenko M. (2018). *Ukrai'na maje znachnyj pryrodnyj potencial dlja rozvytku rybnogo gospodarstva j akvakul'tury* [Ukraine has a significant natural potential for the development of fisheries and aquaculture]. *Promyslovij portal*, 20.03.2018. URL: <http://uprom.info/news/agro/ukrayina-maye-znachnyj-prirodnyj-potentsial-dlya-rozvitku-ribnogo-gospodarstva-y-akvakulturi/>
6. *2022 rik ogołosheho rokom dribnogo rybal'stva ta akvakul'tury* [2022 has been declared the year of small-scale fishing and aquaculture]. Posted on 16 January 2018. URL: <http://wwf.panda.org/uk/?320832/2022-the-aquaculture-year-UN>. [in Ukrainian].
7. *Rozvytok akvakul'tury v Ukraini. Vseohopljujuchyj analiz problem i mozhlyvostej galuzi akvakul'tury v Ukraini, najkrashhi praktyky i rekomendacij z pytan' polityky* [Development of aquaculture in Ukraine. Comprehensive analysis of the problems and opportunities of the aquaculture industry in Ukraine, best practices and policy recommendations]. Kyiv, November 2017. URL: [https://www.slideshare.net/Easy\\_Business/ss-83657232](https://www.slideshare.net/Easy_Business/ss-83657232). [in Ukrainian].
8. About fish, others and aquatic living resources and food products from them: Law of Ukraine, no. 486–IV. (2003, February 06). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/486-15>. [in Ukrainian].
9. About aquaculture: Law of Ukraine, no. 529–VI. (2012, September 08). URL: <http://rada.gov.ua/laws/show/5293-17>. [in Ukrainian].
10. About fisheries, industrial fishing and protection of aquatic bioresources: Law of Ukraine, no. 3667–17. (2012, September 18). URL: <http://rada.gov.ua/laws/show/3677-17>. [in Ukrainian].
11. State Targeted Economic Program for Fisheries Development for 2012–2016: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, no. 1245. (2011, November 23). *Official Gazette of Ukraine*, no. 95. [in Ukrainian].
12. Concept of the State Targeted Economic Program for Fisheries Development for 2012–2016: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine, no. 1003-r. (2011, October 05). *Official Gazette of Ukraine*, no. 79. [in Ukrainian].

13. Program for the development of fish market infrastructure, other aquatic living resources and food products produced from them for 2005-2010: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, no. 1755. (2004, December 25). *Official Gazette of Ukraine*, no. 52, vol. 1, 311. [in Ukrainian].
14. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32007R0834>.
15. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008R0889&qid=1621211767212>.
16. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0848&qid=1621211857583>.
17. *Referatyvnyj ogljad jevropejs'kogo prava: informacijno-analitychnyj dajdzhest* (2020). [Abstract review of European law: information-analytical digest]. Instytut zakonodavstva Verhovnoi' Rady Ukraїny. Issue. 4 (October–December 2020 p.). Kyiv. [in Ukrainian].
18. Regulation (EU) 2020/1693 of the European Parliament and of the Council of 11 November 2020 amending Regulation (EU) 2018/848 on organic production and labelling of organic products as regards its date of application and certain other dates referred to in that Regulation. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_2020.381.01.0001.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2020%3A381%3ATOC](https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_2020.381.01.0001.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2020%3A381%3ATOC).
19. *Pravovi zasady vedennja organichnogo zemlerobstva* [Legal bases of organic farming]: zbirnyk materialiv mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' (29–30 September, 2017). Harkiv: «Domino». [in Ukrainian].
20. Verbel'chuk S.P., Sljugar M.V. (2018). *Peredumovy rozvytku organichnoi' akvakul'tury* [Prerequisites for the development of organic aquaculture]. Materialy Forumu «*Naukovo-praktychni osnovy rozvytku fermers'kogo ruhu Zhytomyrshhyny 2018*». (07.12.2018, Zhytomyr). ZhNAEU. 149–154. [in Ukrainian].
21. On the production and circulation of organic agricultural products and raw materials: Law of Ukraine, no. 425-VII. (2013, September 03). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/425-18#Text>. [in Ukrainian].

22. Codex Alimentarius – Organically Produced Foods (2006). Moscow: Izdatel'stvo «Ves' Mir». [in Russian].
23. Detailed rules of production of organic products (raw materials) of aquaculture: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, no. 982 (2015, September 30). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/982-2015-%D0%BF#Text>. [in Ukrainian].
24. On the basic principles and requirements for organic production, circulation and labeling of organic products: Law of Ukraine, no. 2496-VIII. (2018, July 10). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>. [in Ukrainian].
25. The order (detailed rules) of organic production and circulation of organic products: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, no. 970 (2019, October 23). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/970-2019-%D0%BF#Text>. [in Ukrainian].
26. Hafurova O.V. (2020). *Zakonodavstvo pro organichnu akvakul'turu: dejaki problemy realizacii'* [Legislation about organic aquaculture: some realization of problems]. *Law. Human. Environment*, 11(1), 27–35. [in Ukrainian].

УДК 577.1+579.8

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.7>

## ВПЛИВ ПРОБІОТИКУ ТА БІОГЕННОГО НАНОСЕЛЕНУ НА МОРФОМЕТРИЧНІ І БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ НИВКІВСЬКОГО ЛУСКАТОГО КОРОПА

<sup>1</sup>Олешко О.А. – к.с.-г.н., доцент,

<sup>1</sup>Бітюцький В.С. – д.с.-г.н., професор,

<sup>1</sup>Мельниченко О.М. – д.с.-г.н., професор,

<sup>2</sup>Демченко О.А. – к.с.-г.н., с.н.с.,

<sup>2</sup>Тимошок Н.О. – к.б.н., с.н.с.,

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет,  
<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного  
Національної академії аграрних наук України,  
*Oleshko-bc@ukr.net*

Однією з найбільш розповсюджених форм стресового явища, що суттєво впливає на продуктивність галузі аквакультури, є окислювальний стрес. Знизити негативну дію цього явища можна за допомогою введення до складу кормів пробіотиків та біогенних елементів. Такі функціональні корми можуть бути альтернативою при необхідності підвищення природнього захисту риб та інших об'єктів аквакультури. Вони являють собою особливі дієтичні композиції, які містять добавки для оптимізації антиоксидантного статусу та імунного захисту організму.

Дослід по перевірці ефективності використання біогенного наноселену в комплексі з пробіотиком проводили в лабораторії аквакультури Білоцерківського НАУ. Збагачення біогенним наноселеном пробіотичної добавки проведено в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, у відділі проблем інтерферону та імуномодуляторів.

Комбікорм з додаванням пробіотику *L. Plantarum* та пробіотику, збагаченого наноселеном, використовували при годівлі однорічок коропа з метою визначення впливу складових раціону на темпи росту і біохімічні показники крові. Найкращі результати за динамікою живої маси були отримані у дослідної групи, в раціон якою були додані наночастинки селену та пробіотичний препарат. При аналізі показників крові досліджуваних груп, була зафіксована аналогічна картина до оптимізації метаболічного та антиоксидантного статусу. Проведеними дослідженнями встановлено, що додавання наноселену в комплексі з пробіотиками підсилює активність каталази, супероксиддисмутази (SOD) та глутатіон пероксидази (GPx), а також знижує біомаркери окислювального стресу і перекисного окислення ліпідів, оптимізуючи метаболічні показники та знижуючи окислювальний стрес у риби.

Ключові слова: однорічки коропа, наноселен, пробіотик, селеніт натрію, окислювальний стрес, морфометричні показники, біохімічні показники.

**Постановка проблеми.** Галузь аквакультури постійно трансформується відповідно до вимог у вирішенні проблем забруднення оточуючого

середовища, змін клімату, стресів та інших чинників, які можуть призводити до зниження продуктивності рибогосподарської діяльності.

В процесі вирощування різних об'єктів аквакультури патогени бактеріальної і вірусної природи, являють постійну загрозу для виробництва. Механізм дії багатьох вірусів риби на даний момент не до кінця вивчений, і постійно проводяться дослідження і пошуки можливих рішень для посилення природних способів захисту риби. Забруднення навколишнього середовища, зміна клімату, а також патогенні інвазії підсилюють стресовий вплив, що призводить до зниження продуктивності. Однією з найбільш розповсюджених форм стресового явища, що суттєво впливає на продуктивність галузі аквакультури, є окислювальний стрес.

Знизити негативну дію цього явища можна за допомогою введення до складу кормів пробіотиків та біогенних елементів. Такі функціональні корми можуть бути альтернативою при необхідності підвищення природного захисту риб та інших об'єктів аквакультури. Вони являють собою особливі дієтичні композиції, які містять добавки для оптимізації антиоксидантного статусу та імунного захисту організму [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Створення комплексних селеновмісних пробіотичних препаратів обумовлено властивостями селену (Se) – металоїду окислювально-поновлюваної дії, який приймає участь у редокс-процесах організму, та є фундаментальним для функціонування Se-містких білків – селенпротеїнів, кількість яких є різною для різних видів [2; 3]. В даний час велика увага приділяється біодоступним формам селену, у тому числі, біоселену, який можна отримувати за допомогою пробіотичних мікроорганізмів. З розвитком нанотехнологій *нано-Se* зацікавив дослідників аквакультури своєю високою каталітичною активністю, антимікробними властивостями та меншою токсичністю ніж неорганічний селен [4–7].

З літературних джерел відомо, що ефективність добавки Se залежить від форми Se, складу раціону, виду риб і розміру тіла [8; 9]. Зазвичай Se можна включати в корм для аквакормів в неорганічній формі. Однак використання високих концентрацій неорганічного Se викликало екологічні проблеми через велику кількість екскреції Se з фекаліями. Останнім часом інтерес до використання наноформ мікроелементів в якості добавок до корму для тварин зріс через більш високу біодоступність у порівнянні з неорганічними солями [10–12]. Наночастинки є більш доступними для біологічних систем і при цьому можуть суттєво впливати на організм при менших концентраціях, ніж інші форми. В кінцевому результаті, це зменшує витрати на годівлю та знижує собівартість продукції [13; 14]. Дослідження в аквакультурі проводились на різних видах риб по застосуванню *Nano-Se* при їх вирощуванні. Були

отримані позитивні результати щодо загального стану об'єктів, їх продуктивності та підвищенню імунітету [15–17]. Наприклад, активність СОД у рибок даніо була збільшена за рахунок Se-NPs в раціоні [18] (Bai, Z., 2019). Nano-Se доступніший для біологічної системи, і його ефективність швидко розпізнається кишечником і органами травлення, що збільшує абсорбцію і використання корму, тобто прискорюється темп росту [14–17].

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що наноселен і пробіотики при годівлі різних об'єктів аквакультури використовувались в якості імуномодуляторів та антиоксидантів як окремі компоненти, а про їх комплексне використання інформації мало. Таким чином, в нашому дослідженні ми використовували Nano-Se, який був одержаний методом біологічного синтезу за допомогою пробіотичного штаму лактобактерій для визначення його впливу на морфометричні і біохімічні показники однорічок коропа.

**Матеріали і методи дослідження.** Збагачення біогенним наноселеном пробіотичної добавки проведено в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, у відділі проблем інтерферону та імуномодуляторів. Дослід по перевірці ефективності використання біогенного наноселену в комплексі з пробіотиком проводили в лабораторії аквакультури Білоцерківського НАУ на однорічках коропа української селекції – нивківський лускатий відповідно до науково-методичних рекомендацій В. Стеффенсона [18]. Фізичні та хімічні показники води в дослідних ємностях відповідали загальним вимогам та нормам для рибогосподарських підприємств [19], які підтримували протягом 40 діб за допомогою фільтраційних систем, аераторів і терморегуляторів. Відповідно до схеми досліду, після підготовчого періоду, було сформовано чотири групи по п'ятнадцять екземплярів (табл. 1). В якості основного раціону (ОР) використовували збалансований комбікорм для однорічок коропа К-111/2, який призначений як для ставів, так і для годівлі в індустріальних умовах.

Контрольну групу годували комбікормом К-111/2. Дослідну групу № 1 комбікормом К-111/2 з додаванням пробіотику (*L. Plantarum*); дослідну групу № 2 – *L. Plantarum*, збагачений біогенним наноселеном, дослідну групу № 3 – *L. Plantarum* + наноселен, одержаний фізико-хімічними методами. Культуру *L. Plantarum* вирощували на MRS broth (Difco) при збагаченні культурального середовища  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  в концентрації 0,05 мг/мл аеробно, трансформацією неорганічної форми селена в наноселен та з послідуною ліофілізацією культур. Тривалість досліду складала 40 діб. Годівля проводилась відповідно до складеного графіку два рази на добу. Морфометричний аналіз досліджуваних риб проводили за загальноприйня-



тими методиками в іхтіології [20]. Визначали масу риб (М), іхтіологічну довжину (L) і максимальну висоту (Н) тіла. Відбір крові проводили відповідно до методичних вказівок [21].

**Таблиця 1. Схема дослідів**

Дослідна група	Раціон
<b>1-15 доба дослідів</b>	
контроль	К111/2
дослідна група I	К111/2 + <i>L. Plantarum</i> (1/1000)
дослідна група II	К111/2 + <i>L. Plantarum</i> +селеніт Na (1/1000)
дослідна група III	К111/2 + <i>L. Plantarum</i> +наноселен (1/1000)
<b>16-25 доба дослідів</b>	
контроль	К111/2 + дафнія
дослідна група I	К111/2 + дафнія
дослідна група II	К111/2 + дафнія
дослідна група III	К111/2 + дафнія
<b>26-40 доба дослідів</b>	
контроль	К111/2
дослідна група I	К111/2 + <i>L. Plantarum</i> (1/1000)
дослідна група II	К111/2 + <i>L. Plantarum</i> , збагачений біогенним наноселеном (1/1000)
дослідна група III	К111/2 + <i>L. Plantarum</i> +наноселен (1/1000)

Для оцінки показників системи ПОЛ-АОЗ в сироватці крові проводили визначення вмісту гідропероксидів ліпідів [22], ТБК-активних продуктів (продуктів, що реагують з тіобарбітуровою кислотою [23] та активність глутатіонпероксидази [24], супероксиддисмутази [25], каталази [26].

Вміст білку, тригліцеридів, креатинину, активність амінотрансфераз (АЛАТ, АСАТ) проведено з використанням загальноприйнятих методик за допомогою тест-наборів “Філісіт-Діагностика” (Україна).

Статистичну обробку усіх результатів досліджень проводили з використанням програмного пакета для персональних комп’ютерів «Microsoft Excel» для Windows. Результати досліджень обробляли статистично з обчисленням середніх арифметичних величин (М), стандартної похибки (m), середнього квадратичного відхилення ( $\sigma$ ). Для оцінки достовірності різниці між статистичними характеристиками двох альтернативних сукупностей даних обраховували коефіцієнт Стьюдента.

**Результати досліджень.** На початку дослідів за масою тіла однорічки всіх дослідних груп істотно не відрізнялись, середні значення цього показнику були в межах 17,4–17,6 г. За показниками висоти і довжини тіла також не було істотної різниці (табл. 2).

Таблиця 2. Морфометричні і вагові показники однорічок коропа\*

Показник	Дослідна група			
	контроль	I	II	III
Початок досліджу				
М, г	17,6±0,50	17,6±0,50	17,5±0,45	17,4±0,51
L, см	8,7±0,9	8,7±0,12	8,6±0,11	8,7±0,10
H, см	3,0±0,03	3,1±0,05	3,0±0,04	3,0±0,04
15 доба досліджу				
М, г	28,3±0,61	30,2±0,56	31,2±0,43	29,7±0,7
L, см	9,2±0,05	9,3±0,05	9,4±0,06	9,3±0,05
H, см	3,4±0,05	3,5±0,04	3,5±0,04	3,4±0,05
26 доба досліджу				
М, г	32,8±0,69	35,2±0,19	36,3±0,52	33,9±0,57
L, см	10,1±0,09	10,3±0,09	10,6±0,09	10,3±0,06
H, см	3,7±0,05	3,9±0,05	3,9±0,05	3,7±0,06
Кінець досліджу				
М, г	39,2±0,60	45,1±0,72	46,3±0,54	43,5±0,58
L, см	11,6±0,19	12,1±0,11	12,3±0,07	12,0±0,05
H, см	4,1±0,04	4,2±0,04	4,4±0,05	4,1±0,05

\*М – маса тіла; L – довжина тіла; H – висота тіла.

На 15 добу досліджу результати вагового аналізу показали, що найбільші значення приросту спостерігалися в I і II дослідних групах, середні значення показника «маса тіла» становили 30,2±0,56 і 31,2±0,43 г відповідно. В контрольній групі середня маса була на рівні 28,3±0,61 г. Середньоарифметичне значення маси тіла в третій дослідній групі на 15 добу досліджу було 29,7±0,7 г. Схожа тенденція відзначалась і за показниками довжини і висоти тіла. Найвищі значення були зафіксовані в I і II дослідних групах.

Аналогічні результати можна було спостерігати протягом всього періоду дослідження. Середньоарифметичний показник маси тіла в кінці досліджу для однорічок коропа в I дослідній групі становив 45,1±0,72 г при довжині тіла 12,1±0,11 см і висоті тіла 4,2±0,04 см. В другій дослідній групі значення цих показників були ще вищими – 46,3±0,54 г; 12,3±0,07 і 4,4±0,05 см відповідно.

Приріст в контрольній групі за дослідний період склав 21,6 г; в першій – 27,5 г; в другій – 28,8 г; в третій – 26,1 г. Тобто, в порівнянні з контрольною групою в усіх варіантах досліджу було відзначені більш високі значення вагових і морфометричних показників однорічок коропа.

Таким чином, максимальний позитивний ефект при отриманні рибопосадкового матеріалу коропа підвищеної ваги, спостерігався при введенні до основного раціону пробіотика *L. Plantarum* в комплексі із селенітом натрія із розрахунку 1 г на 1 кг комбікорму.

За результатами біохімічних досліджень було встановлено, що рівні загального білку в сироватці крові риби дослідних груп, які отримували добавку пробіотику, пробіотика і селеніту натрію та наночастинок селену і пробіотика, підвищилися, достовірні ці зміни були в II ( $p \leq 0,01$ ) і III ( $p \leq 0,001$ ) групах (табл. 3).

Вплив пробіотику в комплексі з неорганічною формою селену і наноселеном призвело до зниження окислених форм ліпідів на достовірну величину в порівнянні з контрольною групою відповідно на ( $p \leq 0,05$ ) і ( $p \leq 0,001$ ). Вміст сечової кислоти, загальних ліпідів і тригліцеридів не зазнало істотних змін у порівнянні з контрольною групою. Рівень продуктів первинної ланки ліпопероксидації (гідропероксидов) і вторинних продуктів пероксидного окислення ліпідів (ТБК-АП) в крові знижувався у риб дослідних груп від  $p \leq 0,05$  до  $p \leq 0,001$ .

**Таблиця 3. Біохімічні показники крові однорічок коропа ( $M \pm m$ ;  $n=5$ )**

Показник	Контроль	Група досліді		
		I	II	III
Загальний білок, г/л	21,85±1,52	26,02±1,74	34,65±2,81**	27,42±2,31
Загальні ліпіди, г/л	4,82±0,54	6,12±0,63	5,63±0,39	5,98±0,42
Каталаза, ммоль H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /мг білка /хв.	21,1±1,12	22,67±1,27	29,79±0,80***	23,67±1,24
Гідропероксида, од.Е/мл	2,69±0,23	1,79±0,09*	1,12±0,05***	1,57±0,11**
ТБК-АП, мкмоль/л	5,11±0,07	4,72±0,14*	3,04±0,07***	4,42±0,18**
Сечова кислота, мкмоль/л	264,7±22,14	288,50±31,42	278,4±25,41	291,7±31,12
Триацилгліцероли, ммоль/л	1,32±0,06	1,42±0,03	1,56±0,05	1,39±0,04
Супероксиддисмутаза, у.о./мг білка	3,32±0,16	3,68±0,23	4,85±0,35**	3,92±0,31
ГП, мкмоль GSH/мг білка· хв	25,9±1,04	27,3±1,4	34,6±1,15***	31,42±1,64
Креатинин ммоль/л	0,34 ± 0,06	0,29 ± 0,04	0,26 ± 0,05	0,30 ± 0,04
АЛТ ммоль/(л×ч)	0,29 ± 0,07	0,27 ± 0,06	0,25 ± 0,04	0,28 ± 0,02
АСТ ммоль/(л×ч)	0,48 ± 0,09	0,47 ± 0,11	0,38 ± 0,06	0,44 ± 0,07

Примітка: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  порівняно з контрольною групою

Перекисне окислення ліпідів або реакція кисню з ненасиченими ліпідами утворює широкий спектр продуктів окислення. Основними первинними продуктами перекисного окислення ліпідів є гідропероксида ліпідів (LOOH). Серед безлічі різних альдегідів, які можуть утворюватися як вторинні продукти під час перекисного окислення ліпідів, малонової діальдегід (MDA), пропанал, гексанал та 4-гідроксиноненал (4-HNE). MDA

виявляється найбільш мутагенним продуктом перекисного окислення ліпідів, тоді як 4-HNE є найбільш токсичним [27; 28]. МДА – високотоксична речовина, що виробляється при розкладанні перекису ліпідів, яке може викликати пошкодження організму, відображаючи ступінь пошкодження клітин і перекисного окислення ліпідів в клітинах тварин.

Таким чином, аналізуючи характер зміни такого показника, як ТБК-АП, необхідно враховувати його пріоритетне значення в порівнянні з іншими показниками ПОЛ, оскільки до складу ТБК-АП входить ряд високореакційних сполук, які діють на всі компоненти клітини, включаючи ДНК, і призводять до дезорганізації мембранної структури клітин. Утворені в процесі ПОЛ ТБК-ативні продукти забезпечують багатофакторне явище, яке визначається як ендогенна інтоксикація, і спільно з накопиченням середньомолекулярних пептидів, обтяжують перебіг захворювань, що супроводжуються підвищенням концентрації цих продуктів ПОЛ [29].

Нами встановлено, що активність каталази, СОД і глутатіонпероксидази вірогідно збільшилася в крові у риб, які зазнали впливу біогенного наноселену і пробіотику в порівнянні з контрольною групою ( $p \leq 0,001$ ).

Реакція антиоксидантного захисту після окислювального стресу, викликаного факторами навколишнього середовища, є важливою реакцією, оскільки вона знижує якість м'яса через пероксидне окиснення ліпідів і негативно впливає на здоров'я риб [30; 31]. Активність SOD, CAT та GPX, як один із важливих антиоксидантних ферментів, можна розглядати як біомаркери окисного стресу на додаток до вказівки на антиоксидантну здатність водних організмів [32].

В наших дослідженнях додавання Nano-Se успішно збільшувало активність SOD, CAT та GPX і зменшувало вміст кінцевих продуктів пероксидного окислення ліпідів (ТБК-АП), головним з яких є малоновий діальдегід (МДА).

Підвищення активності антиоксидантних ферментів за додавання сполук селену був повідомлений іншими дослідниками [33; 34]. Підвищення антиоксидантних властивостей у риб після споживання Nano-Se може бути пов'язано з роллю Se в утворенні селеноцистеїну, який присутній в активному центрі ферменту GPX [35].

Вміст креатиніну в сироватці крові, як маркера для оцінки функції нирок, тригліцеридів, загальних ліпідів, сечової кислоти не мали суттєвих змін відносно контрольної групи.

Активність ферментів-маркерів цитолізу гепатоцитів (ALT та AST) мала тенденцію до зменшення, що свідчить о певній гепатопротекторній дії пробіотику та комплексу пробіотику та наноселену.

**Висновки.** Проведено дослідження щодо встановлення ефективності додавання в комбікорма пробіотику *L. Plantarum* та різних форм селену, які

використовували при годівлі однорічок коропа з метою визначення впливу складових раціону на темпи росту і біохімічні показники крові. Найкращі результати за динамікою живої маси, метаболічного та антиоксидантного статусу були отримані у дослідної групи, в раціон якою були додані наночастинки біогенного селену та пробіотик. Додавання наноселену в комплексі з пробіотиками підсилює активність каталази, супероксиддисмутази (SOD) та глутатіонпероксидази (GPx), а також знижує біомаркери оксидативного стресу і перекисного окислення ліпідів, оптимізуючи метаболічні показники та знижуючи оксидативний стрес у риби, що вказує на те, що біогенний нано-Se в комплексі з пробіотиком є ефективним джерелом отримання селену у складі комбікорма для цього виду риб.

## **INFLUENCE OF PROBIOTICS AND BIOGENIC NANOSELANS ON MORPHOMETRIC AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF NIVK SCALP CARP**

<sup>1</sup>*Oleshko O.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,*

<sup>1</sup>*Bityutsky V.S. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,*

<sup>1</sup>*Melnychenko O.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,*

<sup>2</sup>*Demchenko O.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher,*

<sup>2</sup>*Timoshok N.O. – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher,*

<sup>1</sup>*Bila Tserkva National Agrarian University,*

<sup>2</sup>*Institute of Microbiology and Virology. D.K. Zabolotny NAS of Ukraine,*

*Oleshko-bc@ukr.net*

One of the most common forms of stress, which significantly affects the productivity of the aquaculture industry, is oxidative stress. You can reduce the negative effects of this phenomenon with help introduction of probiotics and nutrients into the feed. Such functional feeds can be an alternative if you need to increase the natural protection of fish and other aquaculture facilities. They are special dietary compositions that contain supplements to optimize antioxidant status and immune protection.

An experiment to test the effectiveness of the use of biogenic nanoselenium in combination with a probiotic was performed in the aquaculture laboratory of BilaTserkva NAU. Enrichment of biogenic nanoselen probiotic additives was carried out at the Institute of Microbiology and Virology D.K. Zabolotny NAS of Ukraine, in the department of interferon and immunomodulators.

Compound feed with the addition of probiotic *L. Plantarum* and probiotic enriched with nanoselen, was used in the feeding of annual carp to determine the effect of dietary components on growth rates and biochemical parameters of the blood. The best results on the dynamics of live weight were obtained in the experimental group, in the diet of which were added selenium nanoparticles and a probiotic drug. In the analysis of blood parameters of the studied groups, a similar picture was recorded to optimize the metabolic and antioxidant status. Studies have shown that the addition of

nanoselen in combination with probiotics enhances the activity of catalase, superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GPx), as well as reduces biomarkers of oxidative stress and lipid peroxidation, optimizing metabolic and metabolic depressants.

Keywords: carp annuals, nanoselents, probiotic, sodium selenite, oxidative stress, morphometric parameters, biochemical parameters.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Pacitti D, Lawan M.M., Sweetman J., Martin S.A.M., Feldmann J., et al. (2016). Correction: Selenium Supplementation in Fish: A Combined Chemical and Biomolecular Study to Understand Sel-Plex Assimilation and Impact on Selenoproteome Expression in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). PLOS ONE 11(2): e0144681. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144681>.
2. Papp L. V., Lu J., Holmgren, A., Khanna, K.K. (2007). From selenium to selenoproteins: synthesis, identity, and their role in human health. *Antioxidants & redoxsignaling*, Vol. 9, no. 7, 775–806.
3. Lobanov A.V., Hatfield D.L., Gladyshev, V.N. (2009). Eukaryotic selenoproteins and selenoproteomes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA). General Subjects*, Vol. 1790, no. 11, 1424–1428.
4. Tsekhmistrenko S.I., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko O.S., Melnichenko, O.M., Kharchyshyn, V.M., Tymoshok, N.O., Demchenko, A.A. (2020). Effects of selenium compounds and toxicant action on oxidative biomarkers in quails. *Ukrainian Journal of Ecology*, Vol. 10, no. 2, 232–239.
5. Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Tsekhmistrenko O. (2019). Effects of Different Dietary Selenium Sources Including Probiotics Mixture on Growth Performance, Feed Utilization and Serum Biochemical Profile of Quails. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations. Springer*. 623–632. doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5\_61.
6. Tsekhmistrenko S.I., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko O.S., Polishchuk V.M., Polishchuk S.A., Ponomarenko N.V., Spivak, M.Y. (2018). Enzyme-like activity of nanomaterials. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, Vol. 9, no. 3, 469–476.
7. Tsekhmistrenko O.S., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko S.I., Melnichenko O.M., Tymoshok N.O., & Spivak M.Y. (2019). Use of nanoparticles of metals and non-metals in poultry farming. *Animal Husbandry Products Production and Processing*, Vol. 2, 113–130.
8. Aliko V., Qirjo M., Sula E., Morina V., Faggio C. (2018). Antioxidant defense system, immune response and erythron profile modulation in gold fish, *Carassius auratus*, after acute manganese treatment. *Fish Shellfish Immunol*, Vol. 76, 101–109.
9. Zhu L., Han D., Zhu X., Yang Y., Jin J., Liu H., Xie S. (2017). Dietary selenium requirement for on-growing gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III). *Aquac. Res.*, Vol. 48, no. 6, 2841–2851.

10. Dawood M.A., Eweedah N.M., Moustafa Moustafa E., Shahin M.G. (2019). Effects of feeding regimen of dietary *Aspergillus oryzae* on the growth performance, intestinal morphometry and blood profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquac. Nutr.*, Vol. 25, no. 5, 1063–1072.
11. Saffari S, Keyvanshokoo S, Zakeri M, Johari SA, Pasha-Zanoosi H. (2017). Effects of different dietary selenium sources (sodium selenite, selenomethionine and nanoselenium) on growth performance, muscle composition, blood enzymes and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquac.Nutr.*, Vol. 23, no. 3, 611–617.
12. Zhou X., Wang Y., Gu Q., Li W. (2009). Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture*, no. 291, 78–81.
13. Naderi M., Keyvanshokoo S., Ghaedi A., Salati A.P. (2019). Interactive effects of dietary Nano-selenium and vitamin E on growth, haematology, innate immune responses, antioxidant status and muscle composition of rainbow trout under high rearing density. *Aquac.Nutr.*, Vol. 25, no. 5, 1156–1168.
14. Wang Y., Yan X., Fu L. (2013). Effect of selenium nanoparticles with different sizes in primary cultured intestinal epithelial cells of crucian carp, *Carassius auratus gibelio*. *Int J Nanomedicine*, Vol. 8, no. 1, 4007–4013.
15. Ashouri S., Keyvanshokoo S., Salati A.P., Johari S.A., Pasha-Zanoosi H. (2015). Effects of different levels of dietary selenium nanoparticles on growth performance, muscle composition, blood biochemical profiles and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, no. 446, 25–29.
16. Wang Y., Han J., Li W., Xu Z. (2007). Effect of different selenium source on growth performances, glutathione peroxidase activities, muscle composition and selenium concentration of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Anim Feed Sci Technol*, Vol. 134, no. 3, 243–251.
17. Lee S., Lee J.H., Bai S.C. (2008). Effects of different levels of dietary selenium (se) on growth, tissue se accumulations and histopathological changes in black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*. *Asian Australas J Anim Sci*, no. 21, 1794–1799.
18. Bai Z., Ren T., Han Y., Hu Y., Schohel M. R., & Jiang Z. (2019). Effect of dietary Bio-fermented selenium on growth performance, nonspecific immune enzyme, proximate composition and bioaccumulation of zebrafish (*Danio rerio*). *Aquaculture Reports*, no. 13, 100–180.
19. Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыбы. Москва, 1985. 384 с.
20. СОУ-05.01-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ: Міністерство АПК України, 2006. 15 с.

21. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Москва, 1966. 376 с.
22. Пряхин Ю.В., Шицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований. Кубань, 2006. 214 с.
23. Олексюк Н.П., Янович В.Г. (2010). Активність про- і антиоксидантних систем у печінці прісноводних риб у різні пори року. *Укр. біохім. журн.*, Вип. 82(3), С. 41–48.
24. Моин В.М. (1986). Простой и специфический метод определения активности глутатионпероксидазы в эритроцитах. *Лабораторное дело*, № 12, С. 724–727.
25. Дубинина Е.Е., Сальникова Л.Я., Ефимова Л.Я. (1983). Активность и изоферментный спектр СОД эритроцитов. *Лабораторное дело*, № 10, С. 30–33.
26. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. (1988). Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*, № 1, С. 16–18.
27. Esterbauer H., Eckl P., Ortner A. (1990). Possible mutagens derived from lipids and lipid precursors. *Mutation Research*, Vol. 238, no. 3, 223–233.
28. Ayala A., Muñoz M.F., Argüelles S. (2014). Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative medicine and cellular longevity*. doi: 10.1155/2014/360438.
29. Kolesnikova L.I., Vlasov B.Y., Kravtsova O.V., Dolgikh M.I., Natyaganova L.V. (2014). Features of lipid peroxidation-antioxidant protection in adolescent girls in different groups of health. *Annals of the Russian academy of medical sciences*, Vol. 69, no. 3–4, 50–54.
30. Amaral A.B., Silva M.V.D., Lannes S.C.D.S. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. *Food Science and Technology*, no. 38, 1–15.
31. Dawood M.A., Zommara M., Eweedah N.M., Helal A.I., Aboel-Darag M.A. (2020). The potential role of nano-selenium and vitamin C on the performances of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 27, 9843–9852.
32. Abdel-Daim M.M., Eissa I.A., Abdeen A., Abdel-Latif H.M., Ismail M., Dawood M.A., Hassan A.M. (2019). Lycopene and resveratrol ameliorate zinc oxide nanoparticles-induced oxidative stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environ Toxicol Pharmacol*, no. 69, 44–50.
33. Bai Z., Ren T., Han Y., Hu Y., Schohel M.R., Jiang Z. (2019). Effect of dietary bio-fermented selenium on growth performance, nonspecific immune enzyme, proximate composition and bioaccumulation of zebrafish (*Danio rerio*). *Aquac. Rep.*, no. 13, 100–180.



34. Khan K.U., Zuberi A., Nazir S., Fernandes J.B.K., Jamil Z., Sarwar H. (2016). Effects of dietary selenium nanoparticles on physiological and biochemical aspects of juvenile *Tor putitora*. *Turk J Zool.*, Vol. 40, no. 5, 704–712.
35. Köhrle J., Brigelius-Flohé R., Böck A., Gärtner R., Meyer O., Flohé L. (2000). Selenium in biology: facts and medical perspectives. *Biological chemistry*, no. 9–10, 849–864.

### REFERENCES

1. Pacitti D, Lawan M.M., Sweetman J., Martin S.A.M., Feldmann J., et al. (2016). Correction: Selenium Supplementation in Fish: A Combined Chemical and Biomolecular Study to Understand Sel-Plex Assimilation and Impact on Selenoproteome Expression in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *PLOS ONE* 11(2): e0144681. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144681>.
2. Papp L. V., Lu J., Holmgren, A., Khanna, K.K. (2007). From selenium to selenoproteins: synthesis, identity, and their role in human health. *Antioxidants & redoxsignaling*, Vol. 9, no. 7, 775–806.
3. Lobanov A.V., Hatfield D.L., Gladyshev, V.N. (2009). Eukaryotic selenoproteins and selenoproteomes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA). General Subjects*, Vol. 1790, no. 11, 1424–1428.
4. Tsekhmistrenko S.I., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko O.S., Melnichenko, O.M., Kharchyshyn, V.M., Tymoshok, N.O., Demchenko, A.A. (2020). Effects of selenium compounds and toxicant action on oxidative biomarkers in quails. *Ukrainian Journal of Ecology*, Vol. 10, no. 2, 232–239.
5. Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Tsekhmistrenko O. (2019). Effects of Different Dietary Selenium Sources Including Probiotics Mixture on Growth Performance, Feed Utilization and Serum Biochemical Profile of Quails. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations*. Springer. 623–632. [doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_61).
6. Tsekhmistrenko S.I., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko O.S., Polishchuk V.M., Polishchuk S.A., Ponomarenko N.V., Spivak, M.Y. (2018). Enzyme-like activity of nanomaterials. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, Vol. 9, no. 3, 469–476.
7. Tsekhmistrenko O.S., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko S.I., Melnichenko O.M., Tymoshok N.O., & Spivak M.Y. (2019). Use of nanoparticles of metals and non-metals in poultry farming. *Animal Husbandry Products Production and Processing*, Vol. 2, 113–130.
8. Aliko V., Qirjo M., Sula E., Morina V., Faggio C. (2018). Antioxidant defense system, immune response and erythron profile modulation in gold fish, *Carassius auratus*, after acute manganese treatment. *Fish Shellfish Immunol*, Vol. 76, 101–109.

9. Zhu L., Han D., Zhu X., Yang Y., Jin J., Liu H., Xie S. (2017). Dietary selenium requirement for on-growing gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III). *Aquac. Res.*, Vol. 48, no. 6, 2841–2851.
10. Dawood M.A., Eweedah N.M., Moustafa Moustafa E., Shahin M.G. (2019). Effects of feeding regimen of dietary *Aspergillus oryzae* on the growth performance, intestinal morphometry and blood profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquac. Nutr.*, Vol. 25, no. 5, 1063–1072.
11. Saffari S, Keyvanshokoo S, Zakeri M, Johari SA, Pasha-Zanoosi H. (2017). Effects of different dietary selenium sources (sodium selenite, selenomethionine and nanoselenium) on growth performance, muscle composition, blood enzymes and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquac.Nutr.*, Vol. 23, no. 3, 611–617.
12. Zhou X., Wang Y., Gu Q., Li W. (2009). Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture*, no. 291, 78–81.
13. Naderi M., Keyvanshokoo S., Ghaedi A., Salati A.P. (2019). Interactive effects of dietary Nano-selenium and vitamin E on growth, haematology, innate immune responses, antioxidant status and muscle composition of rainbow trout under high rearing density. *Aquac.Nutr.*, Vol. 25, no. 5, 1156–1168.
14. Wang Y., Yan X., Fu L. (2013). Effect of selenium nanoparticles with different sizes in primary cultured intestinal epithelial cells of crucian carp, *Carassius auratus gibelio*. *Int J Nanomedicine*, Vol. 8, no. 1, 4007–4013.
15. Ashouri S., Keyvanshokoo S., Salati A.P., Johari S.A., Pasha-Zanoosi H. (2015). Effects of different levels of dietary selenium nanoparticles on growth performance, muscle composition, blood biochemical profiles and antioxidant status of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, no. 446, 25–29.
16. Wang Y., Han J., Li W., Xu Z. (2007). Effect of different selenium source on growth performances, glutathione peroxidase activities, muscle composition and selenium concentration of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Anim Feed Sci Technol*, Vol. 134, no. 3, 243–251.
17. Lee S., Lee J.H., Bai S.C. (2008). Effects of different levels of dietary selenium (se) on growth, tissue se accumulations and histopathological changes in black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*. *Asian Australas J Anim Sci*, no. 21, 1794–1799.
18. Bai Z., Ren T., Han Y., Hu Y., Schohel M. R., & Jiang Z. (2019). Effect of dietary Bio-fermented selenium on growth performance, nonspecific immune enzyme, proximate composition and bioaccumulation of zebrafish (*Danio rerio*). *Aquaculture Reports*, no. 13, 100–180.

19. Steffens V. (1985). *Industrialnyye metody vyrashchivaniya ryby* [Industrial methods of fish farming]. Moscow. [in Russian].
20. Ministry of AIC of Ukraine (2006) *SOU-05.01.-37-385:2006. Voda rybohos-podars'kykhpidpryyemstv. Zahal'nyvymohy ta normy* [SOU-05.01.-37-385: 2006. Water of fishery enterprises. General requirements and norms], Kyiv: Ministry of AIC of Ukraine. [in Ukrainian].
21. Pravdin I.F. (1966) *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Guide to the study of fish]. Moscow. [in Russian].
22. Pryakhin YU.V., Shitskiy V.A. (2006) *Metody rybokhozyaystvennykh issledovaniy* [Fisheries research methods]. Kuban. [in Russian].
23. Oleksyuk N.P., Yanovych V.H. (2010). *Aktyvnist' pro- i antyoksydantnykh system u pechintsi prysnovodnykh ryb u rizni pory roku* [Activity of pro- and antioxidant systems in the liver of freshwater fish at different times of the year]. *Ukr. biochemistry. Journal*, Vol. 82 (3), 41–48. [in Ukrainian].
24. Moin V.M. (1986). *Prostoy I spetsificheskyy metod opredeleniya aktivnosti glutationperoksidazy v eritrotsitakh* [A simple and specific method for determining the activity of glutathione peroxidase in erythrocytes]. *Laboratory business*, no. 12, 724–727. [in Russian].
25. Dubinina Ye.Ye., Sal'nikova L.Ya., Yefimova L.Ya. (1983). *Aktivnost' I izofermentnyy spektr SOD eritrotsitov* [Activity and isozyme spectrum of SOD of erythrocytes]. *Laboratory business*, no. 10, 30–33. [in Russian].
26. Korolyuk M.A., Ivanova L.I., Mayorova I.G., Tokarev V.Ye. (1988). *Metod opredeleniya aktivnosti katalazy* [Method for determining the activity of catalase]. *Laboratory business*, no. 1, 16–18. [in Russian].
27. Esterbauer H., Eckl P., Ortner A. (1990). Possible mutagens derived from lipids and lipid precursors. *Mutation Research*, Vol. 238, no. 3, 223–233.
28. Ayala A., Muñoz M.F., Argüelles S. (2014). Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative medicine and cellular longevity*. doi: 10.1155/2014/360438.
29. Kolesnikova L.I., Vlasov B.Y., Kravtsova O.V., Dolgikh M.I., Natyaganova L.V. (2014). Features of lipid peroxidation-antioxidant protection in adolescent girls in different groups of health. *Annals of the Russian academy of medical sciences*, Vol. 69, no. 3–4, 50–54.
30. Amaral A.B., Silva M.V.D., Lannes S.C.D.S. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. *Food Science and Technology*, no. 38, 1–15.
31. Dawood M.A., Zommara M., Eweedah N.M., Helal A.I., Aboel-Darag M.A. (2020). The potential role of nano-selenium and vitamin C on the performances of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 27, 9843–9852.

32. Abdel-Daim M.M., Eissa I.A., Abdeen A., Abdel-Latif H.M., Ismail M., Dawood M.A., Hassan A.M. (2019). Lycopene and resveratrol ameliorate zinc oxide nanoparticles-induced oxidative stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environ Toxicol Pharmacol*, no. 69, 44–50.
33. Bai Z., Ren T., Han Y., Hu Y., Schohel M.R., Jiang Z. (2019). Effect of dietary bio-fermented selenium on growth performance, nonspecific immune enzyme, proximate composition and bioaccumulation of zebrafish (*Danio rerio*). *Aquac. Rep.*, no. 13, 100–180.
34. Khan K.U., Zuberi A., Nazir S., Fernandes J.B.K., Jamil Z., Sarwar H. (2016). Effects of dietary selenium nanoparticles on physiological and biochemical aspects of juvenile *Tor putitora*. *Turk J Zool.*, Vol. 40, no. 5, 704–712.
35. Köhrle J., Brigelius-Flohé R., Böck A., Gärtner R., Meyer O., Flohé L. (2000). Selenium in biology: facts and medical perspectives. *Biological chemistry*, no. 9–10, 849–864.

## МЕХАНІЗМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАРИКУЛЬТУРИ ТУРЕЧЧИНИ І НАПРЯМКИ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ ЧЕРЕЗ РОЗВИТОК ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ ЧОРНОГО МОРЯ

<sup>1</sup> Федоренко М.О. – перший заступник директора,

<sup>2</sup> Вдовенко Н.М. – д.е.н, професор,

<sup>1</sup> Поплавська О.С. – начальник інформаційно-консультаційного відділу,

<sup>1</sup> Матіїв І.Л. – фахівець,

<sup>1</sup> Бюджетна установа «Методично-технологічний центр з аквакультури»,

<sup>2</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
[bumtcaqua@gmail.com](mailto:bumtcaqua@gmail.com), [globeco@nubip.edu.ua](mailto:globeco@nubip.edu.ua)

У статті розглянуто механізми регулювання марикультури Туреччини через розвиток прибережних територій Чорного моря і запропоновано їх до практичного застосування в Україні. Зроблено висновок, що збільшення попиту саме на морську рибну продукцію підтверджує необхідність розвитку вказаного напрямку вітчизняної аквакультури. Розкрито методичні засади галузевого розвитку для функціонування марикультури як різновиду аквакультури, яка здійснюється у внутрішніх морських водах України – в Чорному і Азовському морях.

Запропоновано до практичного використання в Україні досвід становлення марикультури Туреччини. Висвітлено механізми регулювання розвитку сектору, який рекомендується використовувати для розвитку марикультури України у Чорному морі. Висвітлено переваги та недоліки, а також труднощі, які спіткали Туреччину на шляху до досягнення високих результатів розвитку марикультури, як перспективного напрямку національної економіки, які країна має на сьогоднішній день.

Висвітлено цінний досвід того, як можна організуватись, розробити раціональну стратегію розвитку аква- та марикультури через застосування інструментів державної підтримки сектору та вивести галузь зі стану стагнації, посівши лідерські позиції з виробництва та експорту рибної продукції в Європі.

Запропоновано механізми впровадження раціональної моделі розвитку марикультури в Чорному морі. Передбачено заходи для визначення наявних ресурсів для формування і функціонування стратегії з урахуванням можливостей розвитку потенціалу прибережних територій Чорного моря, розвитку матеріально технічної бази та ефективного управління і регулювання господарських процесів.

Запропоновано базові підходи до вирішення проблемних питань сприяння адаптації досвіду розвитку марикультури Туреччини в Чорному морі та розкрито методичні засади щодо побудови власної моделі розвитку, можна не лише через розширення асортименту риби та рибної продукції для внутрішнього ринку а й шляхом дотримання належної якості продукції, доступності кінцевому споживачу.

чеві за вартістю, можливостями експортувати продукцію на європейський та світові ринки. Доведено, що розвиток марикультури дозволить створити нові робочі місця та посилити економічні показники в рибному господарстві країни в цілому.

Ключові слова: механізм, марикультура, Чорне море, галузь, регулювання, показник, стратегія, пропозиція, інструмент, національна економіка, прибережні території.

**Актуальність поставленої задачі.** Як висвітлюють дослідження, ще з давніх часів природні умови були базовими та основними факторами, які визначали кількість, якість продукції, що може бути вирощена на певній території, здатність народу, який там проживає, розвивати господарську діяльність. При цьому, хоч і Туреччина не є провідною світовою сільськогосподарською країною у сфері землеробства та, що стосується аквакультури, особливо марикультури, за останні десятиліття зробила величезний крок у напрямку розвитку даного сектору національної економіки і є однією з провідних риболовецьких країн. Тому вивчення та адаптація досвіду Туреччина з метою виокремлення перспектив розвитку даного сектору для України з кожним роком набуває все більшого значення.

Водночас збільшення попиту саме на морську рибну продукцію підтверджує необхідність розвитку вказаного напрямку вітчизняної аквакультури. Марикультура є різновидом аквакультури, яка здійснюється у внутрішніх морських водах України – в Чорному і Азовському морях. Нагальними стануть розробка пропозицій щодо застосування механізмів впровадження раціональної моделі розвитку марикультури в Чорному морі. Бажано передбачено заходи для визначення наявних ресурсів для формування і функціонування стратегії з урахуванням можливостей розвитку потенціалу прибережних територій Чорного моря, розвитку матеріально технічної бази та ефективного управління і регулювання господарських процесів. Безперечно, розвитку марикультури нині сприяють процеси застосування новітніх технологій, залучення фінансування, пошук нових об'єктів вирощування а також розвиток перспективних прибережних морських ділянок, що і потребує подальших наукових розвідок і досліджень.

**Аналіз останніх досліджень.** З огляду на ситуацію, що складалась науковцями, перш за все, було вивчено саме географічне розташування та існуючі природні ресурси Туреччини, які забезпечували б відповідні можливості для застосування на практиці механізмів галузевого регулювання з метою ведення рибного господарства та виробництва аква- і марикультури. Сприяло розвиткові галузі і той факт, що Туреччина оточена одразу трьома морями і має власне внутрішнє – Мармурове море. Чорне, Егейське та Середземне моря омивають її береги. Кожне з морів, що оточує Туреччину має свої специфічні характеристики та різні продукційні можливості. Як показали дослідження, водний фонд Туреччини налічує майже 33 річкові системи, 26 з

яких є основними, 200 природних озер, а також 822 водосховища і 507 ставків, що без сумніву є значним потенціалом у розвитку рибного господарства та виробництвом аквакультури [1]. Чорноморська берегова лінія не має захищених бухт через свої географічні особливості. Встановлено, що нині існує не значна кількість територій, придатних для здійснення прибережної марикультури. При цьому розвиток технологій дозволяє марикультурі нарощувати обсяги виробництва в цьому регіоні [4]. Зниження обсягів вилову риби, спричинене забрудненням довкілля та надмірним виловом, призвело до орієнтації на прибережну марикультуру наприкінці 1980-х років [1]. Є багато аргументів щодо вирішення проблемних питань сприяння адаптації досвіду розвитку марикультури Туреччини в Чорному морі, але вказане можливо реалізувати через побудову власної моделі розвитку розширення асортименту риби та рибної продукції для внутрішнього ринку а й шляхом дотримання належної якості продукції, доступності кінцевому споживачеві за вартістю, можливостями експорту продукції на європейський та світові ринки. Важливою, на наш погляд, думкою вчених є твердження, що розвиток марикультури дозволить створити нові робочі місця та посилити економічні показники в рибному господарстві країни в цілому.

**Постановка завдання.** Україна має значні перспективи розвитку марикультури в Чорному морі але для того аби ефективно використовувати свій природний потенціал необхідна низка дієвих, послідовних та професійних заходів націлених на сектори аква- та марикультури. Необхідно визначити дві основні складові: по-перше – це стратегія, а по-друге – наявні ресурси, після чого можна буде раціонально аналізувати ситуацію, перспективи та можливості в цілому. Досвід Туреччини у цьому питанні важливий тим, що це яскравий приклад того як зорганізувавшись, розробивши ефективну стратегію, залучивши підтримку держави – можна фактично з дуже низького рівня аквакультури вийти на лідируючі позиції у Європі [2]. Як висвітлюють проведені дослідження, саме у 1986 році уряд Туреччини вперше повідомив про загальну кількість в 3075 тонн продукції аквакультури: 3040 тонн форелі були вироблено у внутрішніх водоймах, тоді як 35 тонн лаврака (*Dicentrarchus labrax*) та дорадо (спар) (*Sparus aurata*) були вирощені в морських водах. При цьому, у 1988 році загальне виробництво аквакультури становило 4100 тонн, а виробництво аквакультури зросло до 21,6 тис. т вже в 1995 р. та досягло 61,2 тис. т у 2002 р. У 2003 р. сектор аквакультури вперше був залучений до фінансової підтримки. Згодом виробництво аквакультури щорічно збільшувалось і зросло до 167,1 тис. т у 2010, 314,5 тис. т у 2018 р. та 373,4 тис. т у 2019 р. З 2002 р. по 2019 р. виробництво аквакультури зросло більше ніж на 500 %.

У другій половині 80-х років, коли в Туреччині аквакультура почала нарощувати обсяги виробництва, формуванням пропозиції форелі займа-

лися порівняно невеликі приватні ферми, які розташовувались в річках. Проте все більшій популярності набувало використання садків у водосховищах, оскільки виробництво сектору аквакультури поступово зростало. У цей період марикультура також швидко розвивалася завдяки технологічному прогресу у секторі марикультури та виробництву риби в морських садках та виробництві кормів. У 2019 році виробництво морських видів риб становило удвічі більше від виробництва прісноводної рибної продукції. Загальний обсяг виробництва аквакультури становив 373,4 тис. т у 2019 р., з них 256,9 тис. т (68,82 %) було забезпечено морськими об'єктами аквакультури, 116,4 тис. т (31,18 %) – риба походженням з аквакультури (табл. 1) [1].

Таблиця 1. Загальний обсяг виробництва аквакультури по роках [1]

Роки	Море, т	Всього, %	Внутрішні води, т	Всього, %	Всього
1986	35	1,13	3040	98,87	3075
1990	1545	26,72	4237	73,28	5782
1995	8494	39,31	13113	60,69	21607
2000	35646	45,10	43385	54,90	79031
2005	69673	58,90	48604	41,10	118277
2010	88573	53	78568	47	167141
2015	138879	57,80	101455	42,20	240334
2018	209370	66,60	105167	33,40	314537
2019	256930	68,82	116426	31,18	373356

Незважаючи на те, що останнім часом велике значення та державна підтримка у Туреччині націлені на вирощування нових видів риб, проте пструг, дорадо та лаврак досі є найпопулярнішими видами, які вирощуються в умовах марикультури. Протягом періоду з 2010 р. до 2019 р. виробництво дорадо та лаврака продовжувало зростати та становило: дорадо – 28,2 тис. т у 2010 р. і досягло 99,7 тис. т у 2019 р. із збільшенням на 254 %, а лаврака у 2010 р. становило 50,8 тис. т, досягло 137,4 тис. т у 2019 р. із збільшенням на 171 % [1]. Крім того, в останні роки проводилося інтенсивне виробництво – чорноморського лосося (*Salmo labrax*), який вирощується до певних розмірів у внутрішніх водах, а завершує процес росту в садках Чорного моря [1].

У період з 2010 р. по 2019 р. виробництво лососевих видів риб у внутрішніх водоймах зростало до 2013 р. і дещо зменшилось у 2014 р., а стабільним, на рівні 101 тис. т на рік було, у 2015–2016 роках. Виробництво пструга у внутрішніх водоймах досягло 104,9 тис. т у 2018 р. та 116,1 тис. т у 2019 р. Марикультура пструга здійснюється переважно в Чорному морі (в 2010 р. пропозиція становила 7,1 тис. т, а у 2019 р. досягла 9,7 тис. т). Через збільшення попиту на турецького пструга, який останніми роками



був улюблений на міжнародному ринку, в майбутньому очікується збільшення виробництва цього виду в Чорному морі [3].

Конкуренція у виробництві лаврака та дорадо серед основних видів, які вирощуються, Туреччини спрямувала науковців на пошук інших потенційних видів. Марикультура камбалових видів риб(камбала-калкан, тюрбо, калкан великий) в Туреччині, хоч і активно розвивається, проте масовості так і не набула. Це пов'язано з багатьма факторами, в тому числі особливістю біології та специфікою вирощування. Проте камбала-калкан є комерційно важливим видом для чорноморського рибальства. Виробництво чорноморської камбали-калкан розпочалось у Туреччині між 1997 р. і 2007 р. як спільний проект з Агентством міжнародного співробітництва Японії (JICA) при Центральному інституті досліджень рибного господарства (SUMAE) в Трабзоні. Результатом цього співробітництва став спільний проект, підтримуваний урядом Японії, щодо розробки інкубаційних технологій чорноморської камбали-калкан в центральному науково-дослідному інституті рибного господарства в Трабзоні. Інкубаційна технологія була розроблена для камбали-калкан після семирічного проекту, але, не зважаючи на деякі випробування, комерційного виробництва поки що немає. Лінія виробництва цього виду в Трабзоні досі працює і фінансується [1]. Природні запаси камбалових видів риб за останні десятиліття мають тенденцію до зниження. Тому виробництво цих видів є важливим для покращення природних запасів, аква- та марикультури. У цьому контексті камбалоподібні, мають високу харчову та економічну цінність, особливо тюрбо, виробництво якого у світі швидко зростає [5].

Розвиток рибного господарства слугує не лише інструментом для задоволення потреб населення у якісних та доступних продуктах харчування але і забезпечує робочими місцями з достойною заробітною платнею велику кількість людей. Рибогосподарська галузь у Туреччині забезпечує можливості працевлаштування майже для 60000 людей безпосередньо та для 300000 людей опосередковано. Лише тільки виробництво риби забезпечує зайнятість для 30000 людей [1]. За даними звітів ФАО (FAO, 2018), запаси Середземного та Чорного морів є одними з найбільш нестійких запасів дикої риби у світі. У Туреччині рибальство має тенденцію до зниження. Причин зниження є багато. На додаток до забруднення довкілля, стрімкий розвиток Чорноморського регіону призвів до надмірної експлуатації запасів дикої риби. Виснаження природних запасів негативно позначилося на морських екосистемах, а також на економіці рибного господарства [6].

Водночас, базові засади розвитку з відновлення рибного сектору Туреччини (табл. 2) розпочалися з розвитку економіки після 2003 року, а виробництво швидко зростало з розвитком асоційованого членства в ЄС та субсидіями, що надаються урядом. В наслідок чого промисловість роз-

винулась до такої міри, що Туреччина в даний час є другою за величиною в Європі виробником продукції рибництва, першим за величиною виробником лаврака, дорадо та порційного райдужного пструга (після Норвегії) [10]. Також в Туреччині докладають зусиль до розвитку комерційного виробництва нових видів для Чорного моря. Цільовими видами є камбала-калкан, осетр та місцевий морський пструг (кумжа). Значного прогресу було досягнуто на фазі інкубації камбали-калкана, але для значного зростання необхідні значні інвестиції. У 2006 році до ФАО було надано проект технічного співробітництва, спрямований на збереження, поповнення запасів та розвиток комерційної аквакультури осетрових риб [2; 10].

**Таблиця 2. Характеристика рибної галузі Туреччини [2]**

Сильні сторони	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Багаті водні прибережні ресурси.</li> <li>• Урядова політика підтримки.</li> <li>• Освіта, дослідницька та навчальна діяльність.</li> <li>• Динамічність та інвестиційна спроможність сектору.</li> <li>• Сучасні риборозплідники високої потужності, що підтримують галузь аквакультури.</li> <li>• Розвиток у виробництві кормів та технологій годівлі.</li> <li>• Створені асоціації та федерація аквакультури.</li> <li>• Інноваційний сектор.</li> <li>• Постійні наукові зусилля щодо нових альтернативних видів.</li> <li>• Потужна мережа допоміжних служб (садки, сітки, басейни тощо).</li> <li>• Спрощена реєстрація фермерів.</li> </ul>
Слабкі сторони	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сильна конкуренція між основними країнами-виробниками.</li> <li>• Обмежені форми презентації та асортимент продукції.</li> <li>• Ринок, обмежений середземноморськими країнами.</li> <li>• За винятком основних об'єктів, поганий контроль за здоров'ям риб та управління хворобами.</li> <li>• Відсутність надійних екологічних даних на існуючих ділянках та неоптимальне використання системи екологічного планування.</li> <li>• Характеристика галузі, як ризикованої, що робить страхові витрати високими.</li> <li>• Відносно короткий термін оренди для морської зони та високі збори за оренду.</li> <li>• Низький рівень обізнаності громадськості.</li> </ul>
Можливості	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Бути провідним гравцем у розвитку світової аквакультури.</li> <li>• Розробка виділених зон для розвитку аквакультури.</li> <li>• Розробка технологій виробництва нових видів.</li> <li>• Розвиток ринку та можливості фінансування після членства в ЄС.</li> <li>• Визначення нових видів.</li> <li>• Збільшення доданої вартості в секторі.</li> <li>• Зниження собівартості продукції.</li> <li>• Збільшення обсягів формування пропозиції товарної продукції.</li> <li>• Розвиток розведення моллюсків (особливо двостулкових).</li> </ul>
Загрози	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конкуренція (конфлікти, особливо з туристичним сектором).</li> <li>• Надмірне рибництво і, як наслідок, падіння цін.</li> <li>• Забруднення води.</li> <li>• Пошук нових ділянок простору для розвитку.</li> <li>• Висока міжнародна ціна на рибну олію та рибне борошно.</li> <li>• Зростаюче занепокоєння громадськості щодо довкілля.</li> <li>• Посилення міжнародної конкуренції на ринку (зниження ціни на лаврака та дорадо через надмірне постачання).</li> <li>• Новий закон про екологічний контроль виведення господарств із закритих бухт.</li> </ul>

Проаналізувавши таблицю 2 можна наочно побачити велику різницю нашої вітчизняного рибного господарства та турецького. Звісно, починали вони з куди меншого ніж мають зараз. Проте сучасні дані можуть в певних питаннях слугувати орієнтиром і для України. Серед сильних або потенційно сильних сторін в українській марикультурі можна виділити такі: протяжна берегова лінія; урядова політика державної підтримки сектору; освітня, дослідницька та навчальна діяльність.

1. Протяжна берегова лінія – берегова лінія Чорного моря в Україні становить 1540 км, що всього лиш на 160 км менше Турецької, яка складає 1700 км. Це дозволяє, за наявності необхідних ресурсів, а також належної державної та законодавчої підтримки, у повній мірі розвивати марикультури у цьому регіоні. Це допоможе розширити асортимент вирощуваної продукції та позитивно впливати на економіку України шляхом її розвитку як на вітчизняному так і на європейському ринках [6].

2. Урядова політика державної підтримки сектору – поступовий але ефективний розвиток рибного господарства Туреччини розпочався саме з побудови якісної стратегії державної підтримки суб'єктів аквакультури та галузі в цілому. У 2003 р. розпочалось впровадження субсидій для аквакультури, щоб підтримати виробництво дорадо, лаврака, пструга. Ці субсидії продовжували розширюватись та впроваджуватись відповідно до розвитку в цьому секторі. У рамках підтримки аквакультури, що реалізується з 2003 р., виробникам, які займаються аквакультурою, між 2003 р. і 2019 р. було виплачено приблизно 1,35 млрд. лір, що становить близько 743 млн. дол. США за поточним курсом. Завдяки цим підтримкам та технологічним розробкам виробництво збільшилось, а потужності модернізували. Екологічно чиста модель виробництва була прийнята шляхом переміщення об'єктів морської аквакультури далі від узбережжя. У цьому контексті виробництво аквакультури становило 61 тис. т у 2002 р., а у 2019 р. зросло до 373,4 тис. т, збільшившись на 510 %. Частка аквакультури у загальному обсязі рибного господарства та виробництва аквакультури зросла з 9 % у 2002 році до 44,6 % у 2019 р. Міністерство сільського та лісового господарства надає допомогу аквакультури в Туреччині завдяки фінансуванню, яке виплачується залежно від обсягів виробництва [1; 10]. Рівень підтримки на 2006 рік становив: лаврак, дорадо – 0,85 лір/кг (0,45 євро за 1 кг); пструг – 0,65 лір/кг (0,35 євро за 1 кг); нові види – 1 лір/кг (0,55 євро за 1 кг); молюски – 0,10 лір/кг (0,06 євро за 1 кг); мальки – 0,05 лір/кг (0,03 євро за 1 кг).

Міністерство сільського та лісового господарства та Головне управління сільськогосподарської реформи надає 50 % грантової підтримки розвитку сільських територій. У рамках цього обсягу різні гранти надають різні інструменти та обладнання для об'єктів аквакультури та переробних

підприємств на етапі монтажу та допоміжних заходів у галузі аквакультури. На додаток до цієї підтримки, Ziraat Bank та сільськогосподарські кредитні кооперативи надають інвестиційні та операційні позики з набагато більш прийнятними відсотковими ставками, ніж звичайні ринкові до 10 млн. лір, підприємцям, які бажають створити аквакультурне підприємство. Крім того, Інститут підтримки сільського господарства та розвитку сільських територій надає 55–65 % грантів підприємствам аквакультури у 42 провінціях в рамках підтримки IPARD. В 2018 р., Туреччина займала 19-те місце в аквакультурі у світі [1]. Тому, впровадження механізмів залучення державної підтримки в сектор є тим кроком, який принесе прибутковий, позитивний результат для ведення господарської діяльності. Обсяги інвестування рибної галузі Туреччини мали і мають значні успіхи. Це пов'язано не лише з кількістю коштів але й з якістю галузевого регулювання та стратегією розвитку.

Водночас сучасна державна підтримка рибної галузі України, присутня, але значно слабша за турецьку. Зокрема, Законом визначена підтримка аквакультури по напрямках [11]: 16<sup>-2.3</sup> «Виробникам, які займаються сільськогосподарською діяльністю з розведення та/або утримання, та/або вирощування, та/або вилову прісноводної та/або морської риби, жаб, безхребетних, водоростей та інших гідробіонтів, державна підтримка надається шляхом: часткової компенсації до 30 відсотків витрат з урахуванням обмежень, зазначених в абзаці другому пункту 2<sup>-1.4</sup> статті 2<sup>-1</sup> цього Закону, понесених на таку діяльність; надання дотації на одиницю виробленої продукції або площу водного об'єкта. 17<sup>-2.3</sup> [11]. Сільськогосподарським товаровиробникам (в обсязі до 50 відсотків) та сільськогосподарським кооперативам (в обсязі до 70 відсотків) відшкодовується вартість будівництва та реконструкції тваринницьких ферм і комплексів для утримання сільськогосподарських тварин та птиці, рибницьких господарств, пасік, доїльних залів, об'єктів з переробки та зберігання сільськогосподарської продукції та/або побічних продуктів тваринного походження, що належать до II та III категорій, а також вартість закупівлі техніки, механізмів та обладнання для виробництва та переробки сільськогосподарської продукції.

Порядок надання державної підтримки виробникам, які займаються сільськогосподарською діяльністю з розведення та/або утримання, та/або вирощування, та/або вилову прісноводної та/або морської риби, жаб, безхребетних, водоростей та інших гідробіонтів розробляється і затверджується Кабінетом Міністрів України. Наразі тривають роботи по його створенню. Аби досягти видимих результатів та підвищити ефективність рибної галузі, державну підтримку та іншу підтримку галузі слід збільшити та розробляти альтернативні шляхи розвитку цього питання як це

зробила і робить досі Туреччина. Україна розвивається в цьому напрямі, що без сумніву буде мати позитивні наслідки в майбутньому.

3. Освітня, дослідницька та навчальна діяльність – дуже важливим фактором у досягненні Україною успіхів в розвитку рибної галузі в морі (в тому числі і Чорноморському регіоні) та в внутрішніх водоймах є забезпеченість якісними, кваліфікованими спеціалістами. Для цього в Україні існує мережа навчальних закладів, які готують фахівців за освітньо-професійними програмами підготовки освітнього ступеня «Бакалавр» та «Магістр» спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура». Загальна кількість налічує близько 15 закладів вищої освіти, а також рибогосподарських науково-дослідних установ серед пріоритетних напрямів розвитку яких на найближчі роки – це аквакультура, зокрема марикультура, дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук, визначення, розроблення перспективних напрямів розвитку рибного господарства, координування та здійснення методичного керівництва науково-дослідними у внутрішніх водоймах України.

Стосовно Туреччини, то наукову діяльність в галузі виконують різні рибні факультети, дослідницькі інститути (MARA). Існує 14 рибних факультетів та 5 кафедр на сільськогосподарських факультетах, що забезпечують бакалаврську та аспірантську освіту з рибного господарства (включаючи аквакультуру) та водних видів. В даний час щороку понад 300 студентів закінчують ці факультети (порівняно з 600 в 2001–2002 рр.). Однак кількість зайнятих у цьому секторі дуже обмежена. Випускники в основному працюють в марикультурі. Факультети проводять дослідження за програмами магістра і докторантури, які безпосередньо фінансуються за рахунок наукових фондів установи, фондами TUBITAK та ЄС. Цікаві пріоритети наукових досліджень обираються відповідно до універсальних наукових розробок, національних пріоритетів, встановлених TUBITAK та SPO, регіональних питань та лабораторно-дослідницької інфраструктури конкретних навчальних підрозділів [2].

Таким чином, опираючись на досвід Туреччини, залучення фінансування за рахунок наукових фондів та ЄС допоможе Україні укріпити позиції вітчизняної рибної галузі та значно покращити ситуацію з марикультурою, в першу чергу, саме у Чорноморському регіоні. Перейнявши досвід Туреччини для розвитку української марикультури, слід бути готовою до низки труднощів, що можуть значно уповільнити розвиток або унеможливити досягнення поставлених завдань.

Бажано звернути увагу на причин такого становища в Україні, основними з яких є неефективна законодавча база, що гальмує розвиток цього напрямку; складний механізм державної підтримки суб'єктів аквакультури; мала кількість захищених від вітру та течії бухт, придатних для

садкових господарств; еколого-економічна складові; висока конкуренція на світовому та європейському ринках продукції марикультури; низька якість зворотного зв'язку від господарств, що вже задіяні в марикультури (звітність, збут тощо). Ці та інші фактори визначають перспективи галузі на майбутнє.

Серед слабких або потенційно слабких сторін в українській марикультури можна виділити такі. Дослідженням підтверджено, що сучасний стан марикультури України, обмежені форми презентації та асортимент продукції – на даному етапі розвитку марикультури України однією з основних проблем, у контексті досвіду Туреччини, – це обмежені форми презентації та асортимент продукції. Марикультура України не розвинена в принципі, вже не кажучи про асортимент та форми її презентації. До недавнього часу невеликий потенціал марикультури Чорного моря підтримувався господарствами АР Крим та наразі, марикультура в тому регіоні тимчасово перебуває у стані стагнації. Інша ж частина узбережжя Чорного моря придатна для повноцінної та ефективної марикультури лиш частково, оскільки потребує заплавл та бухт, захищених від сильного вітру та швидкої течії. Тому асортимент, як такий, в українській марикультури відсутній, що свідчить про необхідність розвитку цієї галузі.

Акцентуємо увагу на сильній конкуренції між основними країнами-виробниками – світова марикультура з кожним роком набуває все швидших темпів розвитку. Обсяги продукції збільшуються, ринки збуту розширюються, тому країнам-виробникам все важче реалізувати свою продукцію. Також це пов'язано і з вибагливістю покупців, люди вимагають нової продукції і прослідковується зниження попиту на вже існуючу. У таких умовах Україні буде досить складно налагодити масовий експорт до світового ринку. Велика конкуренція та високі вимоги до транспортування, сертифікації та якості продукції не можуть обіцяти Україні стійке місце на світовому ринку продукції марикультури.

**Висновки та пропозиції.** Таким чином, провівши відповідні наукові дослідження виокремлення базових засад, інструментарію і механізмів функціонування марикультури Туреччини і виокремлення можливих напрямків їх впровадження в Україні через розвиток прибережних територій чорного моря можна зробити наступні висновки. По перше, про лідируючі позиції України на світовому ринку нині вести наукові дискусії поки що не можливо. Водночас досвід Туреччини є цінним у практичній і теоретико-методичній площині, оскільки його можна взяти за основу, як приклад, щоб вивести українську марикультуру із стану стагнації.

По-друге, врахувавши досвід Туреччини, а саме здійснення послідовних реформ в рибному господарстві, впровадження в практичну діяльність механізмів державної підтримки та співпраця з Європейським Союзом – допоможе галузі, в тому числі марикультури Чорноморського регіону

розвинути свій потенціал і розробити та впровадити ефективну модель розвитку марикультури на майбутнє. Проте це послідовний та клопіткий процес, що потребує застосування механізмів галузевого регулювання та ефективною реалізації в процесі досягнення успіхів.

По-третє, Україні слід вдосконалити законодавчу базу, а згодом налагодити фінансування, визначити райони і види, які є придатними для марикультури в Чорному морі, розвивати прибережні території.

І на завершення відмітимо, що лише побудова власної, стратегічної моделі розвитку марикультури в перспективі сприятиме розширенню асортименту рибної продукції, забезпеченню належної якості, доступної за ціною кінцевому споживачеві, формування пропозиції на продукцію з доданою вартістю, можливостями експортувати продукцію на європейський та світові ринки, створенню робочих місць, посиленню як організаційно-технологічних, так і економічних показників в рибному господарстві.

## **MECHANISMS OF FUNCTIONING OF TURKEY MARICULTURE AND DIRECTIONS OF THEIR IMPLEMENTATION IN UKRAINE THROUGH THE DEVELOPMENT OF THE COASTAL TERRITORIES OF THE BLACK SEA**

<sup>1</sup> *Fedorenko M.O. – First Deputy Director,*

<sup>2</sup> *Vdovenko N.M. – Doctor of Economics, Professor,*

<sup>1</sup> *Poplavskaya O.S. – Head of the Information and Advisory Department,*

<sup>1</sup> *Matiiv I.L. – Specialist of the I category,*

<sup>1</sup> *Budget Institution “Methodological and Technological Center for Aquaculture”,*

<sup>2</sup> *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,*

*bumtcaqua@gmail.com, globeco@nubip.edu.ua*

The article considers the mechanisms of regulation of Turkish mariculture through the development of the coastal areas of the Black Sea and proposes them for practical application in Ukraine. It is concluded that the increase in demand for marine fish products confirms the need to develop this area of domestic aquaculture. Methodical bases of branch development for functioning of mariculture as a kind of aquaculture which is carried out in internal sea waters of Ukraine – in the Black and Azov seas are opened.

The experience of formation of Turkish mariculture in Ukraine is offered for practical use in Ukraine. The mechanisms of regulating the development of the sector, which is recommended to be used for the development of mariculture in Ukraine in the Black Sea, are highlighted. The advantages and disadvantages, as well as the difficulties encountered by Turkey on the way to achieving high results in the development of mariculture as a promising area of the national economy, which the country has today are highlighted. The valuable experience of how to organize, develop a rational strategy for aquaculture and mariculture through the use of instruments of state support of the

sector and bring the industry out of stagnation, taking leading positions in the production and export of fishery products in Europe.

Mechanisms for implementing a rational model of mariculture development in the Black Sea are proposed. Measures are envisaged to determine the available resources for the formation and operation of the strategy, taking into account the potential of the Black Sea coastal areas, the development of material and technical base and effective management and regulation of economic processes. Basic approaches to solving problematic issues of assistance in adapting the experience of Turkish mariculture in the Black Sea and methodological principles for building your own development model are revealed. Expanding the range of fish and fish products for the domestic market but also by maintaining proper product quality and accessibility to the end consumer at cost, opportunities to export products to European and world markets disclosed in the article. It is proved that the development of mariculture will create new jobs and strengthen economic indicators in the fisheries of the country as a whole.

Keywords: mechanism, mariculture, Black Sea, branch, regulation, indicator, strategy, offer, tool, national economy, coastal territories.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Deniz Coban, M. Didem Demircan, Deniz D. Tosun. Marine aquaculture in Turkey: advancements and management, 2020. Istanbul, Turkey.
2. Akin Candan, Suheyla Karatas, Huseyin Kucuktas, Ibrahim Okumus. Marine aquaculture in Turkey, 2007. Istanbul, Turkey.
3. Turkish fisheries. Republic of Turkey Ministry of Food Agriculture and Livestock, 2017. Ankara, Turkey.
4. Шекк П.В., Куликова Н.И. Марикультура рыб и перспективы ее развития в черноморском бассейне: монографія. К.: КНТ, 2005. 308 с.
5. Шекк П.В. Биолого-технологические основы культивирования кефалевых и камбаловых. Х.: Гринь, 2012. 306 с.
6. Lessons from the Young Turks: how Turkey became an aquaculture power house. URL: <https://thefishsite.com/articles/lessons-from-the-young-turks-how-turkey-became-an-aquaculture-powerhouse>
7. Мовчан Ю.В. Рыби України (визначник-довідник). К.: Золоті ворота, 2011. 444 с.
8. Вдовенко Н.М. Сучасний стан та напрями розвитку рибного господарства в Україні. Економіка АПК. 2010. № 3. С. 15–20.
9. Вдовенко Н.М., Наконечна К.В. Особливості структурних змін в економіці України. Економіка АПК. 2018. № 9. С. 56–61. URL: <http://eaprk.org.ua/contents/2018/09/56> DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201809056>
10. European Aquaculture production report 2014–2019. URL: [http://feap.info/wp-content/uploads/2020/12/20201218\\_feap-production-report-2020.pdf](http://feap.info/wp-content/uploads/2020/12/20201218_feap-production-report-2020.pdf)
11. Закон України «Про державну підтримку сільського господарства України», 24 червня 2004 року № 1877-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1877-15#Text>



**REFERENCES**

1. Deniz Coban, M. Didem Demircan, Deniz D. (2020). *Tosun. Marine aquaculture in Turkey: advancements and management*. Istanbul, Turkey.
2. Akin Candan, Suheyla Karatas, Huseyin Kucuktas, Ibrahim Okumus (2007). *Marine aquaculture in Turkey*. Istanbul, Turkey.
3. Turkish fisheries. (2017). Republic of Turkey Ministry of Food Agriculture and Livestock. Ankara, Turkey.
4. Shekk P.V., Kulikova N.I. (2005). *Marikul'tura ryb i perspektivy ee razvitija v chernomorskom bassejne: monografija* [Mariculture of fish and prospects of its development in the Black Sea basin: a monograph]. Kyiv: KNT. [in Russian].
5. Shekk P.V. (2012). *Biologo-tehnologicheskie osnovy kul'tivirovaniya kefalevyh i kambalovyh* [Biologo-tehnologicheskije osnovy kul'tivirovaniya kefalevykh i kambalovykh]. Kherson: Grin'. [in Russian].
6. Lessons from the Young Turks: how Turkey became an aquaculture power house. URL: <https://thefishsite.com/articles/lessons-from-the-young-turks-how-turkey-became-an-aquaculture-powerhouse>
7. Movchan Ju.V. (2011). *Ryby Ukrainy (vyznachnyk-dovidnyk)* [Fish of Ukraine (guide)]. Kyiv: Zolotyie vorota. [in Ukrainian].
8. Vdovenko N.M. (2010). *Suchasnyj stan ta naprjamy rozvytku rybnogo gospodarstva v Ukraini* [Current state and directions of fisheries development in Ukraine]. *Ekonomika APK*, no. 3, 15–20. [in Ukrainian].
9. Vdovenko N.M., Nakonechna K.V. (2018). *Osoblyvosti strukturnykh zmin v ekonomici Ukrainy* [Features of structural changes in the economy of Ukraine]. *Ekonomika APK*, no. 9, 56–61. URL: <http://eapk.org.ua/contents/2018/09/56> DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201809056>. [in Ukrainian].
10. *European Aquaculture production report 2014-2019*. URL: [http://feap.info/wp-content/uploads/2020/12/20201218\\_feap-production-report-2020.pdf](http://feap.info/wp-content/uploads/2020/12/20201218_feap-production-report-2020.pdf)
11. *About the state support of agriculture of Ukraine*: Law of Ukraine. The Verkhovna Rada of Ukraine, no. 1877-IV. (2004). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1877-15#Text> [in Ukrainian].

УДК 639.3:597.551.2

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.9>

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ УМОВ ЗИМІВЛІ ЦЬОГОЛІТКІВ КОРОПОВИХ РИБ

*Цуркан Л.В. – асистент,*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет,*

*ludmilacurkan@gmail.com*

У статті розглядаються наслідки впливу глобального потепління на кліматичні умови півдня України. При цьому особлива увага приділяється динаміці температур повітря протягом зимового періоду, та її вплив на температуру води в зимувальних ставах. Дослідження проводились на зимувальних ставах господарства Державна установа «Новокаховський рибоводний завод частикових риб», протягом зимових періодів 2016-2019 років. Поряд з дослідженням температурного режиму, було проведено аналіз гідрохімічних показників та динаміки льодоставу. В результаті було встановлено, що динаміка температури повітря в зимовий період, демонструє сталу тенденцію до підвищення. Так сума температур в січні збільшилась від  $-64^{\circ}$  в 2016 році до  $123^{\circ}$  у 2020 році. Це, в свою чергу, вплинуло на динаміку температурного режиму зимувальних ставів. В результаті, відбулось скорочення періоду оптимальних зимових температур ( $1-4^{\circ}$ ) в сумі на два місяці, що в сукупності з астатичністю температур повітря та води призводить до понаднормового виснаження рибопосадкового матеріалу і, як наслідок, зниження відсотку виходу однорічків після зимівлі. Як наслідок підвищення температури повітря та її астатичності, спостерігається зменшення періоду льодоставу від 150 діб у 1963 році до 40 діб у 2019 році. При цьому товщина льоду не перевищує 20 см., а відлиги стають частіше з кожним роком. Поряд з цим, гідрохімічні показники зимувальних ставів були в межах норми. Вміст кисню коливався в межах  $7 \text{ мг/дм}^3$  не знижуючись до критичних позначок. рН був на рівні 7,3-8,2, рівень  $\text{NO}_2$  складав  $0,001-0,030 \text{ мг/дм}^3$ , рівень  $\text{NO}_3$  складав  $0,16-0,25 \text{ мг/дм}^3$ . Поряд з цим, практично у всі періоди, спостерігається понаднормова окислюваність води  $5,5-17,8 \text{ мг/дм}^3$ . У подальшому доцільно провести дослідження стосовно визначення динаміки біохімічних показників тіла цьоголітків та однорічків коропа та рослиноїдних риб протягом зимівлі, що дасть нам можливість встановити величину енергетичних втрат.

Ключові слова: зимівля, рибопосадковий матеріал, сума температур, температура води, цьоголітки, однорічки, гідрохімія, льодостав.

---

**Постановка проблеми.** Роль фізичних властивостей води в житті риб дуже велика. Від щільності води в певній мірі залежать умови руху риби. Температура води в значній мірі визначає інтенсивність процесів обміну речовин у риб, що є характерним явищем для пойкилотермних видів. Таким чином, зміна температури, в багатьох випадках, є натуральним подразником, який встановлює початок нересту, міграцій та інші поведінкові реакції риб [1].

Як пойкилотермна тварина, риба не може самостійно регулювати температуру свого тіла й знаходиться у великій залежності від температури навколишнього середовища. У більшості риб температура тіла перевищує температуру навколишнього середовища лише на  $0,5-1^{\circ}$ . Зі змінами температури навколишнього середовища, у свою чергу, пов'язана й швидкість розвитку риб. Поряд з пристосуваннями риб до певних температур, досить важливе значення має амплітуда коливань температур, при яких можуть існувати одні й ті ж види. Одні види можуть витримувати коливання в десятки градусів (карась, лин), інші пристосовані до амплітуди не вище  $5-7^{\circ}$  [2].

По-різному реагують риби на коливання температур в залежності від біологічного стану. В межах оптимальних для коропових риб температур, її підвищення призводить до посилення перетравлювання кормових гідробіонтів. При зміні температури змінюється ступінь перетравлюваності. Оскільки риба пристосована до життя в певному діапазоні температур, звісно, що її розподілення у водоймі тісно пов'язане з розподіленням температури води [3–5].

У зимовий період, коли основні біологічні процеси в тілі риб уповільнюються й вона переходить на внутрішнє живлення, сталість температури у відповідному діапазоні протягом визначеного періоду, набуває вирішального значення. Поряд з цим, у зв'язку з глобальним потеплінням, в останні роки на півдні України, температура повітря в зимовий період демонструє астатичний характер з тенденцією до підвищення, що відображається на температурі води в зимувальних ставах.

Керуючись вище викладеною інформацією, вважається доцільним виконати спеціальні, систематичні дослідження, присвячені динаміці температурного та гідрохімічного режимів зимувальних ставів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** З 1880 по 2015 роки, глобальна середня приземна температура повітря підвищилась приблизно на  $1^{\circ}$  з діапазоном від  $0,8^{\circ}$  до  $1,2^{\circ}$ , цю величину прийнято називати підвищенням глобальної температури з часів доіндустріальної епохи. З 1951 р. швидкість зростання температури приземного повітря склала  $0,12$  (від  $0,08$  до  $0,14$ ) $^{\circ}\text{C}/10$  років, а за 1998–2012 рр. тільки  $0,05$  (від  $-0,05$  до  $+0,15$ ) $^{\circ}\text{C}/10$  років. Уповільнення зростання приземної температури пов'язано з природними коливаннями кліматичної системи і не може слугувати доказом припинення глобального потепління [6–8]. Потепління, яке перевищує середньорічний глобальний показник, спостерігається в багатьох регіонах на суші й для різних пір року, в тому числі, за проведеними оцінками, встановлено, що значне потепління більшої частини нетропічної зони північної півкулі, в якій знаходиться Україна, спостерігається в зимньо-весняний період [9–13].

У зв'язку з глобальними змінами клімату, які впливають на трансформацію регіонального клімату та окремі метеорологічні величини, середня місячна температура повітря в Україні за останні 18 років зазнала значних змін в порівнянні з періодом 1961–1990 рр. В зимньо-весняний період, температура повітря по Україні підвищилася на 1,1–1,7°. Зима 2018/19 рр. була набагато тепліше кліматичної норми, усереднюючи по Україні, аномалія температури склала +4,79° – максимальна величина в ряду, аномалії на станціях сходу України досягали +6°. Весною аномальні температури спостерігались на півдні України і досягали +1,9°. Такі зміни призвели до зміщення агрокліматичних зон України на 200 км на північ. Таким чином, природно-кліматична зона Полісся взагалі вийшла за межі України, а зона Лісостепу досягла меж Вінницької області [14–16].

Особливо відчутно температура повітря впливає на акваторії штучного походження, які мають відносно малу площу в поєднанні з невеликим об'ємом, що є характерною особливістю ставів, які входять до складу риборозплідників та повносистемних тепловодних ставових рибницьких господарств, в тому числі й зимувальні стави.

Узагальнюючи вище викладене, можна зробити наступний висновок, специфіка півдня України на фоні загального потепління атмосфери виявилась найбільш чутливою до зимівлі цьоголітків корошових, що суттєво впливає, в конкретних умовах зони, на температуру води під дією періодичного потепління в процесі зимівлі. Кожне таке потепління призводить до підвищеної рухливості цьоголітків в процесі зимівлі, а в умовах практичної відсутності кормів і неможливості їх ефективного засвоєння, рухливість призводить до погіршення загального фізіологічного стану цьоголітків, зниження резистентності організму, понаднормової втрати маси і як результат, низького відсотку виходу однорічків, що доведено, достатньо достовірно, проведеними раніше дослідженнями [17–19].

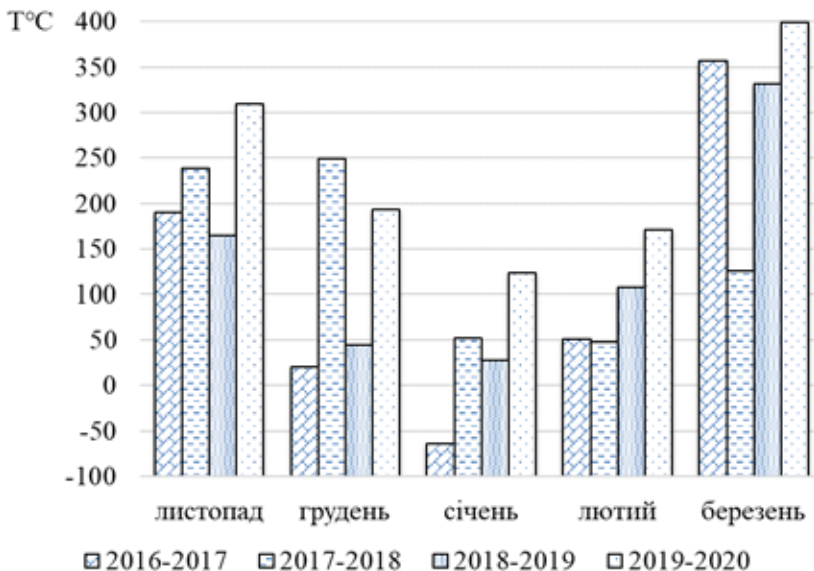
**Матеріал та методи досліджень.** Дослідження гідрологічного режиму зимувальних ставів проводили в умовах ставового господарства ДУ «Новокаховський рибоводний завод частикових риб» протягом зимового періоду 2016-2019 рр., в якості об'єкта досліджень використовували зимувальні стави господарства. Предметом досліджень, були гідрологічні та гідрохімічні параметри ставів.

Показники температури повітря були отримані в базі українського гідрометеорологічного центру [20]. Температура води в експериментальних ставах визначалась за допомогою зануреного температурного датчика води з бездротовим поєднанням до автоматичної професіональної метеостанції Ambient Weather AW007 по модулю UC20GC-128 STD. Відбір проб води для проведення гідрохімічного аналізу відбувався безпосередньо зі ставу із застосуванням пробовідбірників з дотриманням загально-

прийнятих в рибогосподарських дослідженнях методик [21]. Зібрані проби оброблялися за допомогою сертифікованого прибору мультипараметричного фотометру Palintest 7500.

Визначення товщини льодового покриву ставів відбувалось методом прорубання лунок та заміру за допомогою штангенциркуля.

**Результати досліджень.** Систематичні дослідження за динамікою температури повітря протягом зимівлі переконливо показали, що вона демонструвала характерні коливання як по місяцях, так і по роках загалом. Найбільш чітко розглянути картину поступового підвищення температури повітря, можливо, якщо звернути увагу на самий холодний місяць зими – січень (рис. 1).



*Рис. 1.* Сума температур повітря протягом зимових періодів 2016-2020 років

Якщо в зимовий період 2016-2017 року, сума температур протягом січня складала  $-64^{\circ}$ , то протягом зими 2017-2018 та 2018-2019 років відбулось різке підвищення суми температур повітря практично в два рази ( $52^{\circ}$ ,  $28^{\circ}$ ). Найбільше підвищення температури спостерігалось в зимовий період 2019-2020 року, сума температур в січні сягала  $123^{\circ}$ . Сума температур повітря по іншим зимових місяцях коливається в різних межах, але при цьому, зберігається загальна тенденція поступового підвищення. Це свідчить про скорочення кількості днів з від'ємною температурою повітря, що в свою чергу, впливає на температуру води в зимувальному ставу (рис. 2) та тривалість льодоставу.

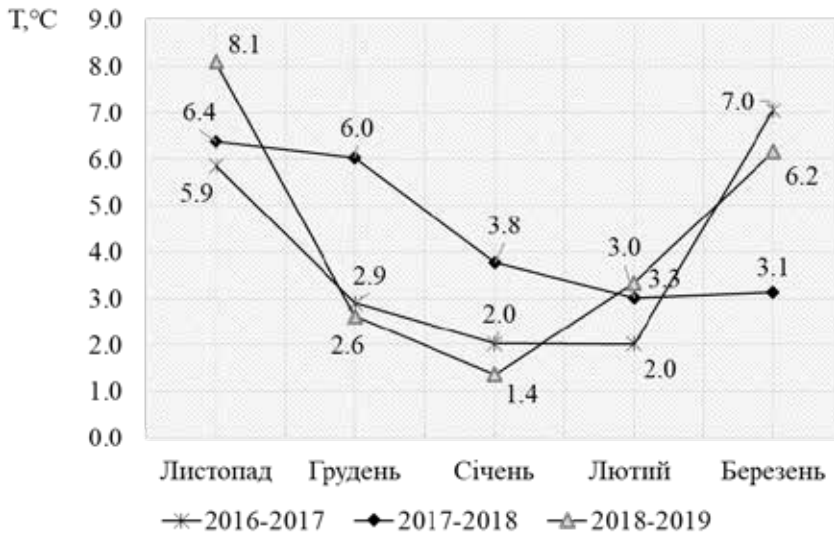


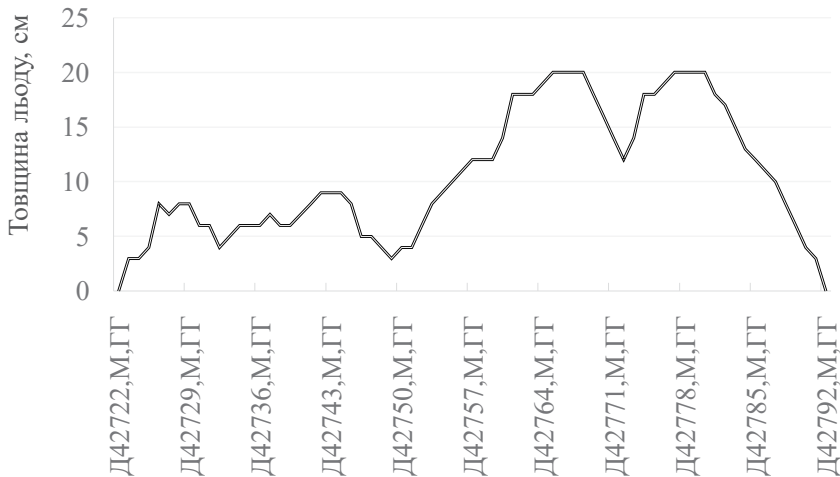
Рис. 2. Динаміка температури води в зимувальних ставах під час зимового періоду 2016-2019 років

Як видно з графіку (рис. 2), оптимальні температури води для зимівлі цьоголітків коропових, взимку 2016-2017 року, настали тільки на початку грудня, коли температура води знизилась нижче 4°C й до середини лютого трималась на рівні близько 2°C. Підвищення температури води почалось наприкінці лютого й в середині березня її значення сягало 6,2°C. Зимовий період 2017-2018 року, відбулось різке скорочення періоду оптимальних зимових температур та зміщення їх в бік березня. З листопада по січень температура води трималась на рівні 6–4°C, починаючи з січня й до другої половини березня, її показники сягали близько 3°C. Протягом зими 2018-2019 року, температура води в листопаді була на рівні 8,1°C, поступово знижуючись до 2,6°C в грудні та 1,4°C в січні. Починаючи з лютого, температура води в якому становила 3,3°C, почалося поступове її підвищення до 6,2°C в березні.

Для стабілізації температури води і створення бажаних умов зимівлі, важливим фактором виступає льодовий покрив ставів, відіграючи суттєву роль в теплообміні між водною товщею та атмосферним повітрям. Безпосередньо льодовий покрив забезпечує сталість температури води протягом всієї зимівлі, що дозволяє цьоголіткам ефективно використовувати накопичені поживні речовини без підвищених енергетичних витрат.

Згідно даним, представленим в роботі Товстика В.Ф. (1963), період, протягом якого стави були покриті льодом, на території степової зони України, складав 150 днів. В сучасних умовах, на фоні підвищення температур

повітря в планетарному масштабі, відбулось різке скорочення періоду льодоставу на ставах господарств півдня України, що орієнтує на доцільність відповідних досліджень в сучасності (рис. 3).



**Рис. 3. Стан льодового покриву зимувального ставу під час зимівлі 2016-2017 років**

Як видно з графіку, період льодоставу на ставах господарства, взимку 2016-2017 року, почався тільки з середини грудня й тривав до кінця лютого. Таким чином загальна кількість днів льодоставу склала близько 80 днів. Максимальна товщина льоду спостерігалась в лютому й склала 20 см.

Потягом 2017-2018 років, як видно з графіку, характер параметрів тривалості льодового покриву демонструє інші параметри (рис. 4).

Під час зими 2017-2018 року, льодовий покрив з'явився тільки в середині січня й простежувався до середини березня. При цьому сформувалися три періоди, протягом яких льодовий покрив зовсім зникав з поверхні ставу, триваючи в середньому 5 діб. Таким чином, загальна кількість днів льодоставу склала близько 50 днів. Максимальна товщина льоду відмічалася в січні й склала 18 см.

Своєрідні зміни тривалості льодового покриву спостерігалися в період зимівлі 2018-2019 років (рис. 5).

Під час зими 2018-2019 відбулось значне скорочення періоду льодоставу. Льодовий покрив спостерігався в середині грудня до кінця січня, чергуючись з періодами його повної відсутності. Таким чином, загальна кількість днів льодоставу склала близько 40 діб, максимальна товщина льоду спостерігалась в січні й сягала 7 см.

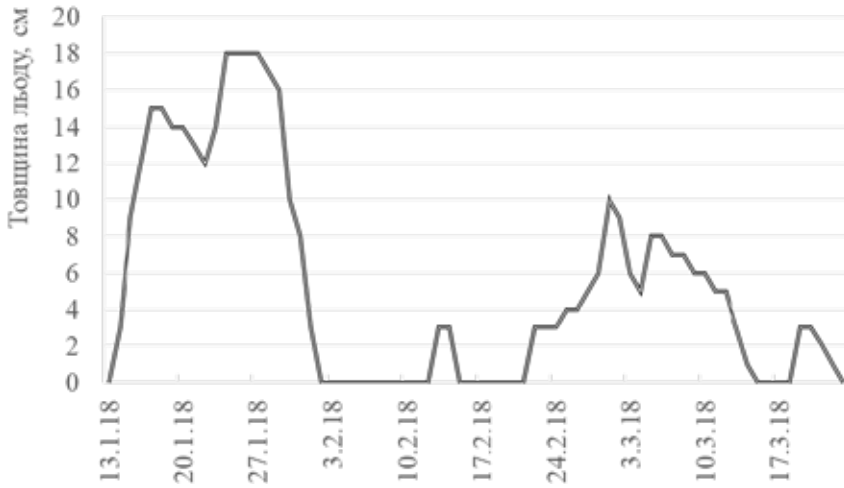


Рис. 4. Стан льодового покриття зимувального ставу під час зимівлі 2017-2018 років

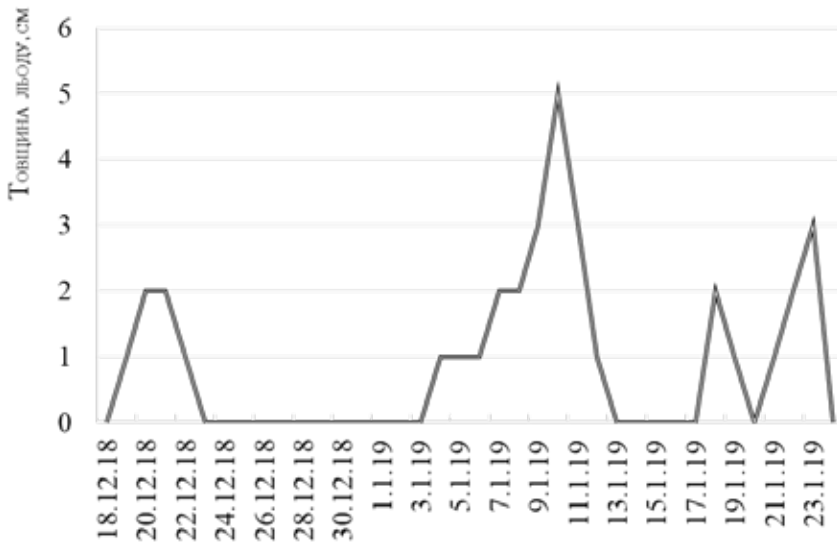


Рис. 5. Стан льодового покриття вирощувального ставу під час зимівлі 2018-2019 років

Динаміка льодоставу в умовах експериментальних польових досліджень, суттєво корелюється з температурою повітря. Товщина льоду впливає на глибину проникнення сонячного світла, погіршує кисневий режим ставів, але поряд з цим, забезпечує повну стабілізацію температури води, що є позитивним фактором.



Оскільки, під час зимівлі, рибопосадковий матеріал в умовах тепловодного ставового рибництва тривалий час знаходиться під дією таких характерних природних та технологічних факторів, як підвищена щільність посадки, відсутність їжі, то необхідно приділяти значну увагу якості води у зимувальних ставах.

Аналіз гідрохімічних показників в зимувальних ставах протягом зимового періоду 2016-2019 років, дав змогу встановити що, практично всі хімічні показники води знаходились в межах норми. Концентрація розчиненого у воді кисню знаходилась в межах  $7 \text{ мг/дм}^3$  не знижуючись до критичних позначок. рН був на рівні 7,3–8,2, рівень  $\text{NO}_2$  складав  $0,001\text{--}0,030 \text{ мг/дм}^3$ , рівень  $\text{NO}_3$  складав  $0,16\text{--}0,25 \text{ мг/дм}^3$ . Поряд з цим, практично у всі періоди, спостерігається понаднормова окислюваність води  $5,5\text{--}17,8 \text{ мг/дм}^3$ , що говорить про забрудненість ставів органічними речовинами й обумовлено відсутністю літування ставів тривалий період.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Сума температур повітря протягом зимових періодів 2016-2020 років, демонструє чітку тенденцію до поступового підвищення. В середньому, період оптимальних температур води для зимівлі цьогорітків корошових та рослиноїдних риб, припадає на період коли температура води складає  $2\text{--}4^\circ\text{C}$ , триваючи близько трьох місяців. В періоди з листопада і до середини грудня та з середини лютого і до кінця березня, зимуючий рибопосадковий матеріал піддається впливу підвищених температур води на фоні «голодного обміну» з підвищеними затратами енергетичних ресурсів, майже протягом 2 місяців. Період льодоставу на ставах півдня України за останні 50 років скоротився практично в чотири рази.

За таких умов, рибопосадковий матеріал дуже швидко втрачає накопичені поживні речовини, при цьому погіршується його загальний фізіологічний стан, що призводить до низького відсотку виходу річняків.

У подальшому доцільно провести дослідження стосовно визначення динаміки біохімічних показників тіла цьогорітків та однорічків коропа та рослиноїдних риб протягом зимівлі, що дасть нам можливість встановити величину енергетичних втрат.

## **ANALYSIS OF MODERN HYDROLOGICAL CONDITIONS OF WINTERING OF YOUNG-OF-THE-YEAR CARP FISH**

*Tsurkan L.V. – Assistant,  
Kherson State Agrarian and Economic University,  
ludmilacurkan@gmail.com*

The article considers the consequences of global warming on the climatic conditions of southern Ukraine. At the same time, special attention is paid to the

dynamics of air temperatures during the winter period, and its influence on the water temperature in winter ponds. The research was carried out on the winter ponds of the state institution «Novokakhovsky fish farm plant of partial fish», during the winter periods of 2016–2019. Along with the study of the temperature regime, the analysis of hydrochemical parameters and dynamics of the ice sheet was carried out. As a result, it was found that the dynamics of air temperature in winter, shows a steady upward trend. Thus, the sum of temperatures in January increased from  $-64^{\circ}$  in 2016 to  $123^{\circ}$  in 2020. This, in turn, affected the dynamics of the temperature regime of winter ponds. As a result, there was a reduction in the period of optimal winter temperatures ( $1-4^{\circ}\text{C}$ ) in the amount of two months, which in combination with astatic air and water temperatures leads to excessive depletion of fish stocking material and, consequently, reduced annual yield after wintering. As a consequence of the increase in air temperature and its astaticity, there is a decrease in the ice age from 150 days in 1963 to 40 days in 2019. The thickness of the ice does not exceed 20 cm, and thaws become more frequent every year. Along with this, the hydrochemical parameters of wintering ponds were within normal limits. The oxygen content ranged from  $7\text{ mg/dm}^3$  without decreasing to critical values. The pH was at the level of 7.3-8.2, the level of  $\text{NO}_2$  was  $0.001-0.030\text{ mg/dm}^3$ , the level of  $\text{NO}_3$  was  $0.16-0.25\text{ mg/dm}^3$ . Along with this, in almost all periods, there is an excess of water oxidation of  $5.5-17.8\text{ mg/dm}^3$ . In the future, it is advisable to conduct research to determine the dynamics of biochemical parameters of the body of yearlings and annuals of carp and herbivorous fish during the winter, which will allow us to establish the amount of energy loss.

Keywords: wintering, fish stocking material, sum of temperatures, water temperature, yearlings, annuals, hydrochemistry, glacier.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Никольский Г.В. Экология рыб. Москва: Высшая школа, 1961. 336 с.
2. Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. Москва. 1962. 444 с.
3. Коростылев С.Г., Неваленный А.Н. Влияние температуры на пищеварительно-транспортную функцию кишечника карповых рыб. *Вопросы ихтиологии*. 2005. Т. 45, № 2. С. 225–235.
4. Пегель В.А. Эколого-физиологические особенности пищеварения у рыб. Экологическая физиология рыб. Москва, 1973.
5. Карамушко Л.И., Шатуновский М.И., Христиансен Й.Ш. Скорость метаболизма и метаболические адаптации у рыб разных широт. *Вопросы ихтиологии*. 2004. Т. 44. Вып. 5. С. 692–699.
6. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Stocker, T.F., D. Qin, G.-K.Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
7. IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of  $1.5^{\circ}\text{C}$ . An IPCC Special Report on the impacts of global warming of  $1.5^{\circ}\text{C}$  above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission

- pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.). In Press
8. Клименко В.В. Почему замедляется глобальное потепление? *Доклады академии наук*. 2011. Том 440. № 4. С. 536–539.
  9. Сводное ежегодное сообщение о состоянии и изменении климата на территориях государств-участников СНГ за 2012 год. Москва. 2013. 45 с.
  10. Сводное ежегодное сообщение о состоянии и изменении климата на территориях государств-участников СНГ за 2019 год. Москва. 2020. 65 с.
  11. S. Boychenko, V. Voloshchuk, Y. Movchan. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*. 2016. no. 4(69): 96–113.
  12. S. Boychenko, Y. Movchan, O. Tyshchenko. Modern tendencies of climate, water resources and ecosystems changes in the middle-lower part of Southern Bug river, Ukraine. *Proceedings of the National Aviation University*. 2017. no. 3(72): 78–89.
  13. Верменич Я. Херсонська область. Інститут історії України НАН України. К. : Наук. думка, 2013. 380 с.
  14. Андрианова О.Р. Максимумы в межгодовом ходе уровня Мирового океана и характеристик Черного моря и их связь с Эль-ниньо. *Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова. Серія Географічні та геологічні науки*. 2013. Т. 18. Вып. 2(18). С. 54–60.
  15. Полонский А.Б. Роль океана в изменениях климата. Киев: Наукова думка, 2008. 184 с.
  16. URL: <https://landlord.ua/news/nova-karta-klimatychnykh-zon-ukrainyzmishchennia-na-200-km-na-pivnich/>
  17. Цуркан Л.В., Воліченко Ю.М., Кутіщев П.С., Шерман І.М. Динаміка змін основних рибничо-біологічних показників рибопосадкового матеріалу коропа та рослиноїдних риб як реакція на клімат сучасної зими півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2019. Вип. 109. С. 225–232.
  18. Цуркан Л.В., Воліченко Ю.М., Шерман І.М. Еколого-гематологічні складові зимівлі цьоголітків коропа в умовах півдня України. *Водні біоресурси та аквакультура*. Херсон, 2020. № 2. С. 59–69.
  19. Цуркан Л.В., Воліченко Ю.М., Кутіщев П.С., Шерман І.М. Особливості зимівлі цьоголіток коропа та рослиноїдних риб в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2019. Вип. 108. С. 224–230.

20. URL: <https://meteo.gov.ua/ua/33902>.
21. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л. 1970. 413 с.
22. Товстик В.Ф. Биологическое обоснование оптимального стандарта посадочного материала карпа при двухлетнем обороте хозяйства в условиях лесостепной и степной зоны Украины. Киев, 1963. 22 с.

### REFERENCES

1. Nikol'skiy G.V. (1961). *Ekologiya ryb* [Fish ecology]. Moscow: Graduate school. [in Russian].
2. Stroganov N.S. (1962). *Ekologicheskaya fiziologiya ryb* [Ecological physiology of fish]. Moscow. [in Russian].
3. Korostylev S.G., Nevalenny A.N. (2005). *Vliyanie temperatury na pishchevaritel'no-transportnyuyu funktsiyu kishchnika karpovyykh ryb* [Influence of temperature on the digestive-transport function of the intestines of cyprinids]. *Ichthyology issues*, Vol. 45, no. 2, 225–235. [in Russian].
4. Pegel' V.A. (1973). *Ekologo-fiziologicheskie osobennosti pishchevareniya u ryb* [Ecological and physiological features of digestion in fish]. Ecological physiology of fish: Moscow. [in Russian].
5. Karamushko L.I., Shatunovskiy M.I., Khristiansen Y.Sh. (2004). *Skorost' metabolizma i metabolicheskie adaptatsii u ryb raznykh shirot* [Metabolic Rate and Metabolic Adaptations in Fish of Different Latitudes]. *Ichthyology issues*, Vol. 44, no. 5, 692–699. [in Russian].
6. IPCC, 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
7. IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.). In Press.
8. Klimenko V.V. (2011). *Pochemu zamedlyaetsya global'noe poteplenie?* [Why is global warming slowing down]. *Academy of Sciences reports*, Vol. 440, no. 4, 536–539. [in Russian].
9. Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy (ROSGIDROMET) (2013). *Svodnoe ezhegodnoe soobshchenie o*

- sostoyanii i izmenenii klimata na territoriyakh gosudarstv-uchastnikov SNG za 2012 god* [Consolidated annual report on the state and climate change in the territories of the CIS member states for 2012]. Moscow. [in Russian].
10. Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy (ROSGIDROMET) (2020). *Svodnoe ezhegodnoe soobshchenie o sostoyanii i izmenenii klimata na territoriyakh gosudarstv-uchastnikov SNG za 2019 god* [Consolidated annual report on the state and climate change in the territories of the CIS member states for 2019]. Moscow. [in Russian].
  11. S. Boychenko, V. Voloshchuk, Y. Movchan (2016) Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*, Vol. 69, no. 4, 96–113.
  12. S. Boychenko, Y. Movchan, O. Tyshchenko (2017) Modern tendencies of climate, water resources and ecosystems changes in the middle-lower part of Southern Bug river. *Proceedings of the National Aviation University*, Vol. 72, no. 3, 78–89.
  13. Vermenych Ya. (2013). *Khersonska oblast* [Kherson region]. Kyiv: Scientific thought. [in Ukrainian].
  14. Andrianova O.R. (2013). *Maksimumy v mezhgodovom khode urovnya Mirovogo okeana i kharakteristik Chernogo morya i ikh svyaz' s El'-nin'o* [Maxima in the interannual variation of the World Ocean level and characteristics of the Black Sea and their relationship with El Niño]. *Bulletin of Odessa National University. I.I. Mechnikov*, Vol. 18, no. 2, 54–60. [in Russian].
  15. Polonskiy A. B. (2008). *Rol' okeana v izmeneniyakh klimata* [Role of the ocean in climate change]. Kyiv: Scientific thought. [in Russian].
  16. URL: <https://landlord.ua/news/nova-karta-klimatychnykh-zon-ukrainyzmishchennia-na-200-km-na-pivnich/>
  17. Tsurkan L.V., Volichenko Yu.M., Kutishchev P.S., Sherman I.M. (2019). *Dynamika zmin osnovnykh rybnycho-biologichnykh pokaznykh ryboposadkovoho materialu koropa ta roslynoidnykh ryb yak reaktsiia na klimat suchasnoi zymy pivdnia Ukrainy* [Dynamics of changes in the main fish-biological indicators of carp and herbivorous fish planting material as a reaction to the climate of modern winter in the south of Ukraine]. *Taurian Scientific Bulletin*, Vol. 109, 225–232. [in Ukrainian].
  18. Tsurkan L.V., Volichenko Yu.M., Sherman I.M. (2020). *Ekolohohematologichni skladovi zymivli tsholitkiv koropa v umovakh pivdnia Ukrainy* [Ecological and hematological components of wintering of this year carp in the conditions of the south of Ukraine]. *Aquatic bioresources and aquaculture*, no. 2, 59–69. [in Ukrainian].
  19. Tsurkan L.V., Volichenko Yu.M., Kutishchev P.S., Sherman I.M. (2019). *Osoblyvosti zymivli tsholitok koropa ta roslynoidnykh ryb v umovakh*

- pivdnia Ukrainy* [Features of wintering of this year carp and herbivorous fish in the south of Ukraine]. *Taurian Scientific Bulletin*, Vol. 108, 224–230. [in Ukrainian].
20. URL: <https://meteo.gov.ua/ua/33902>.
21. Alekin O.A. (1970). *Osnovy gidrokhimii* [Fundamentals of hydrochemistry]. Lviv. [in Russian].
22. Tovstik V.F. (1963). *Biologicheskoe obosnovanie optimal'nogo standartu posadochnogo materiala karpa pri dvuletnem oborote khozyaystva v usloviyakh lesostepnoy i stepnoy zony Ukrainy* [Biological substantiation of the optimal standard of carp planting material in a two-year farm turnover in the forest-steppe and steppe zones of Ukraine]. Kyiv. [in Russian].

УДК 639.3.

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.10>

## ПОТЕНЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ТА АНАЛІЗ РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ ЯВКІНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

*Шевченко В.Ю.* – к.с.-г.н., доцент,

*Кутіщев П.С.* – к.б.н., доцент, завідувач кафедри,  
*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

Явкінське водосховище, що розміщене в балці Вірьовчина (басейн р. Дніпро). Головне цільове призначення є зрошення сільськогосподарських культур, риборозведення та рекреація. Площа водного дзеркала 105,16 га, середня глибина – 1,7 м. Хімічний склад та якісні показники води у Явкінському водосховищі знаходився в межах гранично допустимих концентрацій (ГДК), що регламентуються нормативними документами для рибогосподарського використання. Певне зниження вмісту біогенних елементів (азоту та фосфору) свідчить про стабільний рівень евтрофікації водойми з певною тенденцією до зниження, що свідчить про покращання фізико-хімічного режиму. Таким чином, якість води в 2020 році в порівнянні з 2012 практично не змінилася з тенденцією до покращання. На підставі аналізів була зроблена оцінка продукційних можливостей Явкінського водосховища по рівню розвитку природної кормової бази. В 2020 році середньосезонні показники розвитку фітопланктону дорівнювали – 14,08 г/м<sup>3</sup>, зоопланктону – 3,65 г/м<sup>3</sup>, зообентосу – 5,5 г/м<sup>2</sup>, макрофітів – 264,6 г/м<sup>2</sup>. На підставі аналізів була зроблена оцінка рибопродукційних можливостей Явкінського водосховища. Для аналізу стану рибогосподарського використання водойми були надані дані з зариблення водосховища в 2012-2020 рр., та вилову в 2013-2017 рр. Аналіз даних в порівнянні із рекомендаціями вказує на те, що зариблення здійснювалося з певним, але цілком припустимим в умовах пристосованої водойми перевищенням щільностей посадки. Звертає на себе увагу різке відставання від очікуваних, показників промислового повернення і, відповідно, промислової рибопродукції. – 23,18 кг/га проти 133,5 кг/га., або 2052,8 кг проти 14039 кг на всю водойму. Такі показники можна пояснити наявністю неконтрольованого вилову риби місцевим населенням, що постійно спостерігається. Слід зауважити, що неконтрольований вилов риби незаперечно сприяє покращанню соціальних умов навколишніх населених пунктів, населення яких бере питання вилову риби на себе. Подальші дослідження повинні бути спрямованими на моніторинг стану кормової бази та рибогосподарського використання водойм з метою їхньої оптимізації.

Ключові слова: малі водосховища, рибогосподарське використання, кормова база, полікультура, рибопродукція.

---

**Постановка проблеми.** Україна має значний ресурсний потенціал для розвитку рибного господарства у внутрішніх водоймах. Водний фонд складає більше 1 млн. га, із них на долю водосховищ приходить

797 тис. га, які можна використовувати для вирощування риби. Найбільш численну групу склали малі водосховища площею менше 1 тис. га – 94 % від загального числа, але на їх долю припадає лише 10 % від загальної площі. Малі водосховища мають виключне значення не тільки за своїм цільовим призначенням, але і як рибогосподарські акваторії. Їх відносно невеликі площі і гідрологічний режим, в порівнянні з середніми і великими водосховищами, дозволяють більш цілеспрямовано і з меншими матеріальними витратами здійснювати формування продуктивних штучних іхтіоценозів, а наявність на більшості і з них підвищеного біопродукційного потенціалу сприяє процесу утворення рибопродукції з низькою «біологічною вартістю». Роботами науково-дослідних рибогосподарських організацій показано, що сучасні об'єми виловів риби у водосховищах значно нижчі їх можливостей [1]. Тим не менше, досвід вирощування товарної риби у ряді водойм різного цільового призначення показує, що в залежності від гідрологічного режиму рибопродуктивність у середніх водосховищах може досягати 80-200 кг/га, у малих (площею до 1000 га) – 500–1100 кг/га. Товарне рибництво на малих водосховищах виявилось більш ефективним, ніж на великих. Зариблення цих водойм цьоголітками рослиноїдних риб та їх годівля вже через 2-3 роки забезпечує підвищення об'ємів виловів від 2 до 12 разів [2]. Слід зазначити, що в більшості водосховищ, де організоване товарне рибництво, умови не досягли прогнозних величин; у водосховищах рибопродуктивність не перевищує 80-120 кг/га. Разом з тим, дослідження деяких водосховищ показує, що запаси кормових організмів можуть забезпечити при реконструкції іхтіофауни значний приріст рибопродукції. А тому для подальшого розвитку рибництва у внутрішніх водоймах потрібно покращити організацію розведення і вилову риби, збільшити об'єми й удосконалити методи зариблення, на основі науково обґрунтованих рекомендацій і методик. Для реалізації цієї потреби необхідним є здійснення оцінки реального стану потенційних можливостей водойми та її рибогосподарського використання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Технологічна схема виробництва товарної риби на технічних водоймах з максимальним використанням товстолобиків, як найбільш перспективних об'єктів рибництва, передбачає оптимальне використання природних кормових ресурсів. Використання рослиноїдних риб для підвищення рибопродуктивності технічних водойм дозволить без погіршення якості води, забезпечуючи інтереси основних водокористувачів, організувати нагульну форму виробництва товарної риби на базі цих водойм. Малі водосховища по характеру рибогосподарської експлуатації повинні займати, а в ряді випадків займають, проміжне положення між неспускними нагульними ставами й спеціалізованими рибничими господарствами, що базуються на озерах і великих



рівнинних водоймищах, що визначає необхідність синтетичного, комплексного підходу при розробці принципів їхнього рибогосподарського використання. Виробництво товарної риби на базі малих водосховищ орієнтується на одержання максимуму продукції за рахунок раціонального використання природних кормових ресурсів [3]. У зв'язку із цим очевидна актуальність і господарська значимість досліджень, орієнтованих на підвищення ефективності рибогосподарського використання малих водоймищ, які є резервом рибництва внутрішніх водойм. Поряд з фізико-хімічними параметрами малих водосховищ вивчені продукційні процеси, представлені середньосезонними багаторічними даними, що визначають приріст маси туводної іхтіофауни й об'єктів культивування, що дозволило сформулювати ознаки, які відбивають сутність конкретних класів. Для водойм I класу характерний інтенсивний розвиток фітопланктону (від 33,3 до 80,0 г/м<sup>3</sup>), що викликає добре виражене «цвітіння» води. Зоопланктон розвинений добре, у ряді водосховищ із невеликою щільністю риб може досягати 10 г/м<sup>3</sup>. Біомаса м'якого зообентосу, особливо в малорибних водоймах, досить висока (до 6,22 г/м<sup>2</sup>). Використання кормових ресурсів залежно від щільності зариблення може забезпечити приріст іхтіомаси, освоєної промислом, за рахунок білого товстолобика від 500 до 1000 кг/га, строкатого товстолобика – від 100 до 240, коропа – до 40 кг/га.

Для водойм II класу характерний помірний розвиток фітопланктону, «цвітіння» води спостерігається дуже рідко, середньосезонна біомаса від 17,9 до 33,5 г/м<sup>3</sup>. Біомаса зоопланктону в окремих водоймах становить близько 3 г/м<sup>3</sup>, м'якого зообентосу – не перевищує 3,7 г/м<sup>2</sup>. Використання кормових ресурсів залежно від щільності зариблення може забезпечити приріст іхтіомаси, освоєної промислом, за рахунок білого товстолобика від 400 до 500 кг/га, строкатого товстолобика – від 80 до 200 кг/га, коропа – до 20 кг/га.

Розвиток фітопланктону у водоймах III класу слабкий, «цвітіння» води не спостерігається. Показники розвитку зоопланктону невисокі – до 1 г/м<sup>3</sup>, м'якого зообентосу – рідко перевищують 2 г/м<sup>2</sup>. При рибогосподарській експлуатації для стимуляції розвитку кормової бази, де це представляється можливим, необхідно застосовувати добрива. Використання кормових ресурсів може забезпечити приріст іхтіомаси, освоєної промислом, за рахунок білого товстолобика 300 кг/га, строкатого товстолобика – 50–80 кг/га. Оскільки строкатий товстолобик природними кормами в таких водоймах забезпечений слабо, його доцільно, замінити гібридами білого й строкатого товстолобиків. У такому випадку сумарна величина рибопродукції по коропу й гібридам може досягти 100 кг/га. Продукційні можливості малих водосховищ, дозволяють припустити усереднені дані як визначальні критерії, що лежать в основі еколого-біологічних аспектів рибогосподарської класифікації.

Водойми, що не ввійшли в I-III класи, варто розглядати як перспективну базу, раціональне рибогосподарське використання якої доцільно за умови попереднього виконання меліоративних заходів, що забезпечують доведення відсотка промислового повернення до відповідних певному класу величин. Водойми з показником промислового повернення при інших рівних факторах менше 20 % не представляється економічно доцільним для експлуатації підприємствами, що не мають власного рибопосадкового матеріалу. Вартість рибопосадкового матеріалу, придбаного в спеціалізованих господарствах, у сполученні з іншими витратами обумовить збитковість товарної продукції [4]. Таким чином, наявна інформаційно-наукова база дозволяє визначити показники для аналізу та розробки оптимізованої технології рибогосподарського використання конкретної водойми.

**Формулювання цілей статті.** Задачею досліджень було визначення параметрів рибогосподарського використання водойми, а на підставі аналізу екологічних параметрів, визначити потенційні можливості такого використання. Задача статті – узагальнення отриманих результатів.

**Методики досліджень та розрахунків.** Дослідження проводилися в плані госпдоговірної тематики ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» за договором з ТОВ «Оазис-Бісан» на базі Явкінського водосховища, що в Миколаївській області, протягом вегетаційного сезону 2020 року. Розробка комплексу заходів, спрямованих на оптимізацію гідрологічного та гідрохімічного стану технічної водойми Миколаївської області Явкінського водосховища основана на даних, отриманих в ході польових робіт протягом сезону 2012 р. Подальші дослідження з метою аналізу сучасного стану водойми та впливу її рибогосподарської експлуатації на екологічний стан було проведено в липні 2020 року.

Нормативною базою для розробки комплексу заходів є: Закон України «Про тваринний світ» [5]; Правила промислового рибальства в рибогосподарських водних об'єктах України [6]; Ресурсозберігаюча технологія вирощування риби у малих водосховищах [7].

У процесі виконання досліджень та розробки заходів з метою покращення водного режиму Явкінського водосховища вивчалися абіотична і біотична складові елементів гідроекосистеми з метою визначення можливостей біомеліоративного використання риб у даній водоймі, а також вивчення стану і перспектив рибогосподарського використання.

Для отримання об'єктивної інформації щодо фізико-хімічних параметрів, рівня розвитку головних компонентів біотичної складової відбирали гідрохімічні й гідробіологічні проби, які піддавали попередній польовій і завершальній камеральній обробкам. Гідрохімічні дослідження виконувалися за загальноприйнятими стандартними методиками, які наведені у спеціальній літературі [8]. Для об'єктивної оцінки біотичної

системи комплексно оцінювали окремі її складові. Камеральну обробку гідробіологічних проб здійснювали у лабораторних умовах. З метою дослідження фітопланктону, зоопланктону і зообентосу відбирали проби з наступною їх обробкою згідно з класичною методикою, що наведена у відповідних літературних джерелах [9]. Певну увагу при виконанні даної роботи приділяли вивченню продукційних можливостей Явкінського водосховища з метою впровадження пасовищної аквакультури для біомеліоративних робіт покращення якості води. В якості риб-біомеліораторів розглядалися такі риби, як короп, білий та строкатий товстолобики і білий амур. Розраховуючи потенційно можливу рибопродукцію водойми за умов впровадження елементів пасовищної аквакультури з метою отримання рибогосподарського ефекту, керувалися відповідними рекомендаціями та нормативами [1; 4; 10].

**Результати досліджень.** Явкінське водосховище, що розміщене в балці Вільовчина (басейн р. Дніпро), розташоване біля с. Явкіне на землях Явкінської сільської ради Баштанського району Миколаївської області. Досліджуване водосховище за гідролого-морфологічною класифікацією належить до малих водосховищ комплексного використання, що передбачає багаторічне водорегулювання, головне цільове призначення якого, за проектом і у дійсності, є зрошення сільськогосподарських культур, риборозведення та рекреація. Площа водного дзеркала 105,16 га, середня глибина – 1,7 м. Динаміка температур Явкінського водосховища підпорядкована інтенсивності інсоляції і має типовий характер для континентальних водойм Миколаївської області. Максимальних значень температура води досягає в серпні (28,4°C), мінімальні значення (2,3°C) зафіксовано у грудні. Оптимальним для життєдіяльності гідробіонтів у водосховищі є період з червня по вересень, коли утримується температура води понад 20,0°C. Глибини Явкінського водосховища сприяють перемішуванню поверхневих шарів водних мас, що відбивається на прозорості води, яка коливається від 0,38 до 0,84 м (середнє значення становить 0,55 м). На цій підставі можна визначити глибину фотичного шару, в межах якого здійснюється фотосинтетична діяльність фітопланктону, яка дорівнює подвійній прозорості води, тобто становить близько 1,1 м. Гідрохімічні аналізи були проведені в літній період 2020 р., та наведені в порівнянні із минулими (табл. 1).

Хімічний склад води був стабільним, який практично не зазнавав змін протягом вегетаційного періоду. Деяке відхилення мали показники біогенних речовин – азоту і фосфору. В порівнянні із 2012 роком спостерігається певне, незначне підвищення загальної мінералізації води без істотних змін в структурі складу розчинених речовин. Хімічний склад та якісні показники води знаходився в межах ГДК, що регламентуються нор-

мативними документами для рибогосподарського використання. Певне зниження вмісту біогенних елементів (азоту та фосфору) свідчить про стабільний рівень евтрофікації водойми з певною тенденцією до зниження, що свідчить про покращання фізико-хімічного режиму. Таким чином, якість води в 2020 році в порівнянні з 2012 практично не змінилася з тенденцією до покращання.

**Таблиця 1. Хімічні показники води Явкінського водосховища**

Показники, одиниці виміру	Значення		ГДК*
	2012 р.	2020 р.	
Розчинений у воді кисень, мг/ дм <sup>3</sup>	4,3	5,8	≥4,0
pH	7,24	8,25	6,5-8,5
Перманган. Окиснюван, мг О/дм <sup>3</sup>	5,4	6,24	≤30
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	5,0	6,22	Не регламентується
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	9,47	10,25	≤350
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	14,21	22,45	≤500
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	14,30	20,2	Не регламентується
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	5,15	6,20	Не регламентується
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	9,25	10,22	Не регламентується
P, мг/дм <sup>3</sup>	0,09	0,05	≤0,5
N, мг/дм <sup>3</sup>	0,51	0,32	≤2,0
Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>	3,68	3,2	Не регламентується
Жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup>	6,51	7,0	≤7,0
Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>	717,3	902,2	≤1000

\*ГДК – Гранично допустима концентрація [9; 17–19]

Планктонні угруповання водоростей Явкінського водосховища збіднілі і сформовані за рахунок зелених та синьо-зелених водоростей, що домінують. Другорядне значення мали діатомові водорості, підпорядковане – евгленові та пірофітові водорості. Біомаса фітопланктону мала досить помірне середнє значення і становила 17,0 г/м<sup>3</sup>. Наявні гідробіологічні дані щодо розвитку фітопланктону дозволяють віднести водойму за рівнем розвитку цієї кормової групи до середньокормних акваторій.

За якісним аналізом зоопланктонних проб, відібраних у водосховищі, встановлено збіднілий видовий склад цієї трофічної групи. Визначено, що біомаса зоопланктону становила 2,27 г/м<sup>3</sup>, що характеризує водосховище за цією групою організмів як помірно кормну водойму. Загальна середньосезонна біомаса зообентосу складала 4,5 г/м<sup>2</sup>.

Дані біомас компонентів природної кормової бази представлені (табл. 2).

На підставі аналізів була зроблена оцінка рибопродукційних можливостей Явкінського водосховища по рівню розвитку природної кормо-

вої бази (табл. 3). Для аналізу стану рибогосподарського використання водойми Замовником були надані дані з зариблення водосховища в 2012-2020 рр., та вилову в 2013-2017 рр.

**Таблиця 2. Рівень розвитку елементів природної кормової бази**

Елементи кормової бази	Роки	
	2012 р.	2020 р.
Фітопланктон, г/м <sup>3</sup>	17,0	14,08
Зоопланктон, г/м <sup>3</sup>	2,2	3,65
Зообентос, г/м <sup>2</sup>	5,8	5,5
Макрофіти, г/м <sup>2</sup>	202,5 *	264,6 *

\* З урахуванням площі заростання.

**Таблиця 3. Оцінка рибопродукційних можливостей по рівню розвитку природної кормової бази**

Компонент кормової бази	Споживач *	Біомаса г/м <sup>3</sup> , г/м <sup>2</sup>	Продукція, кг/га	Потенціальна рибопродукція, кг/га
Фітопланктон	БТ	14,1	19712,0	197,4
Зоопланктон	СТ	3,7	730,0	61,7
Зообентос	К	5,5	275,0	27,5
Макрофіти	БА	264,6	317,5	3,2
ВСЬОГО				289,7

\* БТ – Білий товстолобик, СТ – Строкатий товстолобик, К – Короп, БА – Білий амур.

Оскільки дані мали великі відмінності по роках, для аналізу було зроблене усереднення, результати якого, у порівнянні з обґрунтуванням наведені (табл. 4).

**Таблиця 4. Рибогосподарське використання водосховища**

Варіант	Посаджено			Виловлено			Рибопро-дукція, кг/га
	Вид риби	Тис.	Екз / га	Тис.	Екз / га	Пром. поверн., %	
Фактично	Короп	39,70	380	1,72	16,31	4,32	7,97
	Товстолобик	67,09	640	3,81	28,99	5,68	13,71
	Білий амур	21,11	200	0,28	1,06	1,32	0,48
	Всього	127,90	1220	4,88	46,36	3,81	23,18
За норма-тивами*	Короп	6,4	61,0	2,6	24,4	40	11,6
	Товстолобик	66,8	635,6	26,7	254,2	40	120,9
	Білий амур	0,6	5,6	0,2	2,2	40	1,1
	Всього	73,9	702,3	29,5	280,9	40	133,5

\*Рекомендовані у відповідності до стану кормової бази водойми на 2012 рік.

Аналіз даних в порівнянні із рекомендаціями вказує на те, що зариблення здійснювалося з певним, але цілком припустимим в умовах пристосованої водойми перевищенням щільностей посадки. Звертає на себе увагу різке відставання від очікуваних, показників промислового повернення і, відповідно, промислової рибопродукції. – 23,18 кг/га проти 133,5 кг/га, або 2052,8 кг проти 14039 кг на всю водойму. Такі показники можна пояснити наявністю неконтрольованого видобутку риби місцевим населенням, що постійно спостерігається. Також фактором впливу є невисока ефективність вилову риби силами ТОВ «Оазис Бісан».

Дане явище характерне для нинішньої ситуації, що склалася в галузі аквакультури України в цілому. Наявні показники рибогосподарського використання Явкінського водосховища слід оцінити з урахуванням позитивного соціального впливу, що вони справляють на місцеве населення.

### **Висновки.**

1. Хімічний склад та якісні показники води у Явкінському водосховищі за період спостережень (2012 та 2020 роки) знаходиться в межах ГДК, що регламентуються нормативними документами для рибогосподарського використання.

2. В 2020 році середньосезонні показники розвитку фітопланктону дорівнювали – 14,08 г/м<sup>3</sup>, зоопланктону – 3,65 г/м<sup>3</sup>, зообентосу – 5,5 г/м<sup>2</sup>, макрофітів – 264,6 г/м<sup>2</sup>.

3. Дані аналізу природної кормової бази дозволили визначити рекомендовані параметри рибогосподарського використання водойми.

4. Аналіз даних фактичного рибогосподарського використання Явкінського водосховища порівнянні із рекомендаціями вказує на те, що зариблення здійснювалося з певним, але цілком припустимим в умовах пристосованої водойми перевищенням щільностей посадки.

5. Звертає на себе увагу різке відставання від очікуваних, показників промислового повернення і, відповідно, промислової рибопродукції. – 23,18 кг/га проти 133,5 кг/га, або 2052,8 кг проти 14039 кг на всю водойму.

6. Такі показники можна пояснити наявністю неконтрольованого видобутку риби місцевим населенням, що постійно спостерігається. Також фактором впливу є невисока ефективність вилову риби силами ТОВ «Оазис Бісан».

7. Слід зауважити, що неконтрольований видобуток риби незалежно сприяє покращанню соціальних умов навколишніх населених пунктів, населення яких бере питання вилову риби на себе.

**Перспектива подальших досліджень.** Подальші дослідження повинні бути спрямованими на моніторинг стану кормової бази та рибогосподарського використання водойм з метою їхньої оптимізації.

## **POTENTIAL POSSIBILITIES AND ANALYSIS OF FISHERIES USE OF YAVKINS RESERVOIR**

*Shevchenko V.Yu. – Candidate of Agricultural Science, Associate Professor*  
*Kutishchev P.S. – Ph.D, Biology*  
*Kherson State Agrarian and Economic University,*  
*kutishev\_p@ukr.net*

Yavkins Reservoir, located in the beam Virovchyna (Dnieper River basin). The main purpose is irrigation of crops, fish farming and recreation. The area of the water mirror is 105,16 ha, the average depth is 1,7 m. The chemical composition and quality of water in the Yavkins reservoir were within the maximum allowable concentrations, which are regulated by regulations for fishery use. A certain decrease in the content of nutrients (nitrogen and phosphorus) indicates a stable level of eutrophication of the reservoir with a certain tendency to decrease, which indicates an improvement in the physico-chemical regime. Thus, water quality in 2020 compared to 2012 has not changed with a tendency to improve. On the basis of analyzes the estimation of productive possibilities of the Yavkins reservoir on a level of development of a natural forage base was made. In 2020, the average seasonal indicators of phytoplankton development were – 14,08 g/m<sup>2</sup>, zooplankton – 3,65 g/m<sup>2</sup>, zoobenthos – 5,50 g/m<sup>2</sup>, macrophytes – 264,6 g/m<sup>2</sup>. On the basis of analyzes the estimation of fish-producing possibilities of the Yavkins reservoir was made. To analyze the state of fishery use of the reservoir, data on stocking of the reservoir in 2012-2020 and catch in 2013-2017 were provided. Analysis of the data in comparison with the recommendations indicates that stocking was carried out with a certain, but quite acceptable in the conditions of a suitable reservoir excess of planting densities. The sharp lag behind the expected indicators of industrial return and, accordingly, industrial fish products is noteworthy. – 23,18 kg/ha against 133,5 kg/ha, or 2052,8 kg against 14039 kg for the whole reservoir. Such indicators can be explained by the presence of uncontrolled fishing by the local population, which is constantly observed. It should be noted that uncontrolled fishing is undoubtedly improving the social conditions of the surrounding settlements, the population of which takes over the issue of fishing. Further research should be aimed at monitoring the condition of the feed base and fishery use of reservoirs in order to optimize them.

Keywords: small reservoirs, fishery use, fodder base, polyculture, fish production.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Гринжевський М.В. Аквакультура України. Львів: Вільна Україна, 1998. 364 с.
2. Алимов С.І. Рибне господарство України: стан і перспективи. К.: Вища освіта, 2003. 336 с.
3. Виноградов В.К. Растительные рыбы в водоемах комплексного назначения. *Рыбоводство*. 1985. Вып. 5. С. 23–34.
4. Шерман И.М. Рыбоводство на малых водохранилищах. М.: Агропромиздат, 1988. 56 с.
5. Закон України Про тваринний світ. (Відомості Верховної Ради України, 2002, № 14, ст. 97). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2894-14>

6. Наказ Державного комітету рибного господарства України № 33 від 18.03.99 Про затвердження Правил промислового рибальства в рибно-господарських водних об'єктах України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0326-99>
7. Шерман І.М., Красношок Г.П., Пилипенко Ю.В., Гринжевський М.В., Ковальчук Н.Є. Ресурсозберігаюча технологія вирощування риби в малих водосховищах. Миколаїв: Возможности Киммерии, 1996. 51 с.
8. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л. : Наука, 1970. 443 с.
9. Жадин В.И. Методы исследования гидробиологического режима рыбохозяйственных водоемов. Метод. пособие. М.: Наука, 1995. 144 с.
10. Шерман І.М., Рилов В.Г. Технологія виробництва продукції рибництва. К.: Вища освіта, 2005. 351 с.

#### REFERENCES

1. Grynzhivs'kyj M.V. (1998). *Akvakul'tura Ukrai'ny* [Aquaculture of Ukraine]. L'viv: Vil'na Ukrai'na. [in Ukrainian].
2. Alymov S.I. (2003). *Rybne gospodarstvo Ukrai'ny: stan i perspektyvy* [Fisheries of Ukraine: state and prospects]. Kyiv: Vyshha osvita [in Ukrainian].
3. Vinogradov V.K. (1985). *Rastitel'nojadnye ryby v vodojomah kompleksnogo naznachenija* [Herbivorous fish in complex water tanks]. *Rybovodstvo*. Iss. 5, 23–34. [in Russian].
4. Sherman I.M. (1988). *Rybovodstvo na malyh vodohranilishhah* [Fish farming in small reservoirs]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian].
5. *On Fauna : Law of Ukraine* (2002). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, no. 14, 97. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2894-14>
6. *On approval of the Rules of industrial fishing in fishery water bodies of Ukraine*: Order of the State Committee for Fisheries of Ukraine, no. 33, 18.03.99. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0326-99>
7. Sherman I.M., Krasnoshok G.P., Pylypenko Ju.V., Grynzhivs'kyj M.V., Koval'chuk N.Je. (1996). *Resursozberigajucha tehnologija vyroshhuvannja ryby v malyh vodoshovyshhah* [Resource-saving technology of fish farming in small reservoirs]. Mykolaiv: Vozmozhnomy Kymmeryy. [in Ukrainian].
8. Alekin O.A. (1970). *Osnovy gidrohimii* [Fundamentals of Hydrochemistry]. Leningrad : Nauka. [in Russian].
9. Zhadin V.I. (1995). *Metody issledovanija gidrobiologicheskogo rezhima rybohozjajstvennyh vodoemov* [Methods for studying the hydrobiological regime of fishery reservoirs]. Metod. posobie. Moscow: Nauka. [in Russian].
10. Sherman I.M., Rylov V.G. (2005). *Tehnologija vyrobnytva produkcii' rybnytva* [Technology of fish production]. Kyiv: Vyshha osvita. [in Ukrainian].



# ГІДРОЕКОЛОГІЯ

---

---

УДК 574.5

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.11>

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД МЕТОДОМ ФІТОІНДИКАЦІЇ В МЕЖАХ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ МІСТА ХЕРСОН

*Ляньберг О.В. – к.с.-г.н., доцент,*

*Відокремлений структурний підрозділ*

*«Херсонський гідрометеорологічний фаховий коледж*

*Одеського державного екологічного університету», [lyanzberg@ukr.net](mailto:lyanzberg@ukr.net)*

*Євтушенко О.Т. – к.с.-г.н.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет,*

*[semen\\_olga@ukr.net](mailto:semen_olga@ukr.net)*

У статті відображено пошук нових можливостей оцінки екологічного стану водних екосистем за окремими чутливими видами, а також угрупованнями вищих водних рослин через вивчення їх видового складу та трансформації під впливом антропогенного забруднення. Достовірна наукова інформація про стан водних об'єктів необхідна для охорони й відновлення водних екосистем і прийняття адекватних управлінських рішень. Тому спостереження і виявлення змін, що відбуваються в цьому районі в якісній і кількісній розмаїтості, у співвідношенні екологічних груп гідробіонтів є актуальними, мають великий науковий і практичний інтерес.

При написанні роботи були використані теоретичні, польові та лабораторні методи досліджень з використанням гідроекологічних, геоботанічних та математичних аналізів даних. Спеціальні дослідження були проведені на поймових вододіамах пониззя Дніпра в межах міста Херсон, зокрема у Стеблійському лимані та на річці Кошова.

В ході проведеного аналізу було визначено систематичний склад, спектр еколого-біологічних груп, спектр стратегій рослин та географічну структуру флори Стеблійського лиману та річки Кошова. У процесі досліджень ідентифіковано 50 види вищих водних та прибережно-водних рослин, що належать до 40 родів та 24 родин. Це 1 вид хвощів та 49 вид покритонасінних рослин; з них 22 однодольних (45,1 %) та 27 дводольних (54,9 %).

На основі вивчення видової різноманітності ценозів вищої водної рослинності, чисельності чутливих до забруднення води видів, які визначено аналізом індикаторності, рівня сприятливості умов водного об'єкта або його ділянки для розвитку рослинності, запропоновано кількісний показник – індекс фітоіндикації екологічного стану водних екосистем за вищою водною рослинністю. Зростання значення індексу вказує на зниження якості води та погіршення стану водного середовища.

За результатами проведених досліджень було встановлено, що в контрольованих умовах р. Кошова якість води описується градацією від 3 до 4 класу, а якість Стеблівського лиману перебувала у межах 3 класу. На цих же водоймах встановлено також два класи якості (3-4) за індексом фітоіндикації.

Ключові слова: водні екосистеми, забруднення води, біоіндикація, макрофіти, індекс фітоіндикації.

**Постановка проблеми.** В останні десятиліття антропогенне навантаження на водні екосистеми сильно збільшилося в зв'язку з такими факторами, як інтенсифікація господарської діяльності на водозборах зі зростаючим споживанням водних ресурсів, скиданням у них стічних вод, зміною гідрологічного режиму, і, як наслідок, зміною гідрофізичних характеристик водних мас, що свідчить про значні, а частіше корінні перетворення гідрохімічного і гідробіологічного режимів водойм. Внаслідок чого на великих площах відбувається деградація біологічних комплексів. При цьому види, що проявили позитивну реакцію витісняють інші, що характеризуються підвищеною чутливістю до змін природного середовища. Щоб деградація природних водойм не стала неминучою, необхідно в першу чергу проводити постійне спостереження за екологічним станом навколишнього природного середовища. Достовірна наукова інформація про стан водних об'єктів необхідна для охорони й відновлення водних екосистем і прийняття адекватних управлінських рішень. Тому спостереження і виявлення змін, що відбуваються в цьому районі в якісній і кількісній розмаїтості, у співвідношенні екологічних груп гідробіонтів є актуальними, мають великий науковий і практичний інтерес.

Водна рослинність – потужний автотрофний блок водних екосистем, що чутливо реагує на зміну стану середовища існування і, зокрема, на антропогенне забруднення води. Без всебічного вивчення флористичних ознак угруповань макрофітів неможлива розробка нових науково обґрунтованих методик оцінки екологічного стану поверхневих вод, заходів з організації моніторингу та управління станом водних екосистем.

Враховуючи зазначене, перспективним практичним напрямом в моніторингових дослідженнях можуть стати спостереження за розвитком та трансформацією угруповань вищих водних рослин як консервативного показника стану поверхневих вод.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Біологічні методи оцінки якості води, які використовують біологічні особливості видів та показники структури угруповань біоти водойми, почали широко залучати до практики оцінки стану водойм лише у другій половині ХХ ст. Проте сьогодні вони набули широкого поширення та стрімко розвиваються. Біологічна оцінка якості води природних водойм проводиться за допомогою різних методів, серед яких головними є біоіндикація та біомоніторинг [1–3].

Біоіндикація – метод оцінки якості води та екологічного стану водойми за складом видів-індикаторів або структурними показниками угруповань. Іншими словами, біоіндикація – це спосіб оцінки антропогенного навантаження за реакцією на нього живих організмів та їхніх угруповань. Даний підхід базується на постулаті, що всі живі та неживі компоненти екосистеми тісно взаємопов'язані між собою, а, отже, екологічний стан водойми, забруднення та погіршення якості води в ній позначається на організмах, які тут мешкають: види-індикатори з'являються або зникають, змінюється їхнє видове багатство (кількість видів), чисельність, рясність, продукційні показники. Метод можна використовувати для оцінки якості води у водоймах, що мають розвинену власну біоту. І якщо біотестування дозволяє вивчити наслідки впливу забруднення на рівні організму, тканини, клітини, то біоіндикація дозволяє оцінити результат дії забруднення на видовому, популяційному рівні, а також на рівні угруповань та екосистем. Біотестування дозволяє судити про стан води, що аналізується, біоіндикація – про стан екосистеми водойми [4–6].

Біологічні методи оцінки якості води шляхом аналізу якісних і кількісних змін, у біотичній підсистемі передбачають визначення ступеня антропогенного впливу на водну екосистему. М.О. Клименко та інші зазначили, що методи біоіндикації стану водного середовища мають низку переваг перед хімічними і фізико-хімічними методами [7].

**Постановка завдання.** Ключова мета проведених досліджень – пошук нових можливостей оцінки екологічного стану водних екосистем за окремими чутливими видами, а також угрупованнями вищих водних рослин через вивчення їх видового складу та трансформації під впливом антропогенного навантаження в межах урбанізованих територій.

**Матеріали і методи дослідження.** Спеціальні дослідження були проведені на поймових водоймах пониззя Дніпра в межах міста Херсон, зокрема у Стеблівському лимані та на річці Кошова в умовах антропогенних навантажень на їх екосистеми. Методики досліджень, що були використані для досягнення поставленої мети, включали в себе проведення польових, лабораторних, теоретичних та аналітичних досліджень.

Стеблівський лиман – озеро на острові Карантинному в дельті Дніпра. Лиман протоками з'єднаний з р. Кошова (права притока Дніпра) та рукавом Вільховий Дніпро, а також з озерами Лопухи та Мідне. Стеблівський лиман складається з 2-х водойм (Перше Погоріле та Друге Погоріле). Загальна довжина 4 км, площа близько 4 км<sup>2</sup>).

Річка Кошова починається відразу ж біля Херсона, в районі річкового вокзалу. Місце відгалуження р. Кошової від Дніпра прийнято вважати вершиною дніпрової дельти. В районі селища Дніпровське річка розділяється на два рукави та утворює острів Рожок, близько кілометра завдов-

жки. Загальна протяжність річки – 15 км. На екологічний стан Кошової безпосередньо впливають розміщені на її берегах підприємства промисловості й транспорту.

Вищу водну рослинність Стеблівського лиману та річки Кошова вивчали з використанням загальноприйнятих методик [8], у період її вегетації протягом 2018-2020 рр. Фітоценотичні описи вищої водної рослинності виконували на пробних ділянках розміром 10 м<sup>2</sup> (3,3 × 3,3 м). Фрагменти угруповань меншого розміру описували в існуючих межах. В описах фіксували флористичний склад (обсяг виду прийнято за монотипним стандартом), проективне вкриття (відношення площі горизонтальних проекцій рослин на поверхню ґрунту до загальної площі ділянки) та рясність видів за шкалою Браун-Бланке. Пробні майданчики для описів закладали, переважно, в сприятливих для розвитку вищих рослин непроточних або слабопроточних місцях з незначною глибиною (до 1,5 м).

Для оцінки екологічного стану поверхневих вод використовували кількісний показник – індекс фітоіндикації екологічного стану водного середовища за вищими водними рослинами ( $I_f$ ). Величина індексу фітоіндикації залежить від видової різноманітності ценозів, наявності чутливих видів, прозорості води, а ефективність фітоіндикації або межі застосування залежать від вибраних для характеристики ділянок. Зростання значення індексу вказує на погіршення стану поверхневих вод. Для можливості порівняння видового складу введений коефіцієнт сприятливості для розвитку ВВР ( $K_{сп}$ ), і, залежно від чутливості виду до забруднень, коефіцієнт значущості індикатора ( $Z_i$ ).

Індекс фітоіндикації може бути розрахований за формулою 1:

$$I_f = \frac{2,5 \times K_{сп} \times N}{Z_i} \quad (1)$$

де  $N$  – загальна кількість видів на 10 майданчиках по 50 м<sup>2</sup> (пробні майданчики мають охоплювати усі пояси рослинності від берега углиб водою, крім явищ монотипізації рослинності);

$K_{сп}$  – коефіцієнт сприятливості для розвитку угруповань ВВР, введений для можливості порівняння видового складу водних об'єктів або їх ділянок, що різняться за гідрологічними та гідрофізичними характеристиками;

$Z_i$  – коефіцієнт значущості індикатора визначений залежно від чутливості виду до забруднень.

**Результати досліджень.** Проведений аналіз дав можливість визначити систематичний склад, спектр еколого-біологічних груп, спектр стратегій рослин та географічну структуру флори Стеблівського лиману та річки Кошова. У процесі досліджень ідентифіковано 50 види вищих водних та прибережно-водних рослин, що належать до 40 родів та 24 родин.

Це 1 вид хвощів та 49 вид покритонасінних рослин; з них 22 однодольних (45,1 %) та 27 дводольних (54,9 %).

Найбагатше у флористичному відношенні представлені родини осокових (*Cyperaceae*) та рдесникових (*Potamogetonaceae*) – по 7 видів, які разом складають 19 % від загальної чисельності. Відносно багатими виявились також родини злакових (*Poaceae*) – 5 видів, губоцвітих (*Lamiaceae*) – 5, гречкових (*Polygonaceae*), жовтецевих (*Ranunculaceae*) та капустяних (*Brassicaceae*) – по 4 види. Решта 23 родини складають 51 % від загального числа, у тому числі десять з них представлені лише одним видом.

У флорі досліджених водних об'єктів власне водних рослин – гідрофітів налічується 23 види, або 31 % усіх виявлених. З них: занурені не укорінені – 3 види; занурені укорінені – 9 видів; вільноплаваючі – 3 види; з плаваючим листям – 8 видів.

Серед угруповань дрібних вільноплаваючих рослин союзу *Lemnion minoris*, найпоширеніша асоціація ряски малої (*Lemnetum minoris*). Серед ценозів більших за розмірами вільноплаваючих рослин порядку *Hydrocharitetalia*, часто траплялися асоціації жабурника звичайного з ряскою малою (*Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae*) та куширу зануреного (*Ceratophylletum demersi*). Ценози цих асоціацій виявлені нами на більшості досліджених ділянок, які характеризуються різною комбінацією екологічних факторів, у тому числі – відмінним рівнем забруднення води. Розвиток і продуктивність найпоширеніших угруповань вільноплаваючих рослин найбільше залежали від наявності та швидкості течій. На розподіл ценозів ряски триборозенчастої (*Lemnetum trisulcae*) у значній мірі впливала якість води.

Серед угруповань занурених укоріненних рослин союзу *Potamion* найпоширеніші асоціації рдесника пронизанолистого (*Potametum perfoliati*) та кучерявого (*Potametum crispi*), а серед угруповань укоріненних рослин з плаваючим листям союзу *Nymphaeion* широко розповсюджені ценози асоціації глечиків жовтих та латаття білого (*Nupharo lutei-Nymphaeetum albae*).

Розвиток угруповань прикріплених до дна водних рослин з плаваючим на поверхні та в товщі води листям значною мірою залежить від якості води. Зокрема, ценози асоціації рдесника блискучого (*Potametum lucentis*) не виявлено на ділянках річки р. Кошова в межах міста Херсон, що зазнає значного антропогенного забруднення.

З угруповань прибережних повітряно-водних рослин союзу *Phragmition communis* найпоширеніші ценози очерету звичайного (*Phragmitetum communis*) та лепешняка великого (*Glycerietum maximae*). Поширення та розвиток угруповань повітряно-водної рослинності найменше залежали від якості води, що збігається з висновками попередніх досліджень науковців у цій галузі [9].

Отже, фітобіота досліджених об'єктів досить різноманітна і може бути достатньо об'єктивним індикатором забруднення та трансформації екосистем річок, що відбуваються під антропогенним впливом.

Паралельно на ділянках річок зі створами гідрохімічної зйомки проводили дослідження рослинності на популяційно-видовому та цено-тичному рівні. Аналіз розподілу видів вздовж градієнта забруднення води (за значеннями KEI), показав різну чутливість рослин до якості води (таблиця 1).

Таблиця 1. Оцінка індикаторності видів

Вид	Індикаторна інформативність	Екологічний центр розподілу	Екологічна амплітуда
Рдесник пронизанолистий ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	0,69	5,7	6,0
Рдесник блискучий ( <i>P. lucens</i> )	0,50	4,7	3,0
Латаття біле ( <i>Nymphaea alba</i> )	0,54	5,4	3,5
Ряска триборозенчаста ( <i>Lemna trisulca</i> )	0,58	5,0	3,8
Водопериця колосиста ( <i>Myriophyllum spicatum</i> )	0,37	4,7	3,2
Елодея канадська ( <i>Elodea canadensis</i> )	0,59	5,4	5,7
Глечики жовті ( <i>Nuphar lutea</i> )	0,64	5,8	5,0
Рдесник гребінчастий ( <i>P. pectinatus</i> )	0,53	7,6	10,0
Рдесник кучерявий ( <i>P. crispus</i> )	0,73	7,6	11,9
Кушир занурений ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	1,0	8,4	14,4

За результатами оцінки індикаторності нами виділено три групи видів:

1 – найкращі індикатори якості води з вузькою екологічною амплітудою за градієнтом KEI (3,0-3,8), за нашими спостереженнями найчастіше зустрічалися у водах 3 класу якості: рдесник блискучий (*Potamogeton lucens*), латаття біле (*Nymphaea alba*), ряска триборозенчаста (*Lemna trisulca*) та водопериця колосиста (*Myriophyllum spicatum*). Такі види характеризуються значенням  $Z_i=3$ .

2 – рослини з ширшою екологічною амплітудою (5,0-6,0) і центром розподілу, розташованим вище ніж у попередньої групи: рдесник пронизанолистий (*P. perfoliatus*), елодея канадська (*Elodea canadensis*) та глечики жовті (*Nuphar lutea*). Індикаторні ознаки цих видів нижчі, ніж у першої

групи, але достатні, що дозволяє їх використовувати для потреб фітоіндикації ( $Z_i=2$ ).

3 – рослини з широкою екологічною амплітудою (10,0-14,4), володіють значною стійкістю до антропогенного забруднення води: рдесники гребінчастий (*P. pectinatus*) і кучерявий (*P. crispus*), кушир занурений (*Ceratophyllum demersum*) ( $Z_i=1$ ).

Загалом, стійкими до забруднення потрібно визнати усі види, виявлені на 6-кілометровому проміжку р. Кошова в межах міста Херсон. Ті з них, які здатні формувати потужні зарості, можна використати при створенні руслових, берегових та заплавних «біологічних фільтрів» для інтенсифікації очищення води нижче стоків промислових підприємств, урбанізованих територій тощо. З метою акумуляції забруднюючих речовин можна використати наступні види: рдесник гребінчастий, рдесник кучерявий, кушир занурений, лепеху звичайну, лепешняк великий, очерет звичайний, рогози широколистий та вузьколистий.

На основі вивчення видової різноманітності ценозів вищої водної рослинності, чисельності чутливих до забруднення води видів, які визначено аналізом індикаторності, рівня сприятливості умов водного об'єкта або його ділянки для розвитку рослинності, запропоновано кількісний показник – індекс фітоіндикації екологічного стану водних екосистем за вищою водною рослинністю. Зростання значення індексу вказує на зниження якості води та погіршення стану водного середовища (табл. 2).

**Таблиця 2. Оцінка стану водного середовища досліджуваних водойм за індексом фітоіндикації**

Ділянка	$N$	$\sum_{i=1}^n Z_i$	$P, m$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_{cnp}$	$I_f$	Клас якості
р. Кошова, м-р Острів	23	4	0,9	1	0,8	0,6	1	0,88	12,7	4
р. Кошова, с. Дніпровське	20	7	0,9	1	0,8	0,6	1	0,92	6,6	3
Стеблівський лиман, оз. 1 Погоріле	19	3	1,3	1	1	0,8	1	0,32	5,1	3
Стеблівський лиман, оз. 2 Погоріле	22	5	1,4	1	1	0,8	1	0,96	4,0	3

У ході проведених розрахунків за значенням індексу фітоіндикації встановлено клас якості води у досліджуваних районах. При варіюванні значень в межах від 3,0 до 8,0 клас якості води відповідає третьому, а від 8,1 до 15,0 – четвертому класу якості природних вод.

**Висновки.** Оцінка якості води, проведена за гідрохімічними показниками на основі комплексного екологічного індексу, показала, що в контрольованих умовах р. Кошова якість води описується градацією від 3 до 4 класу, а якість Стеблівського лиману перебувала у межах 3 класу. На цих же водоймах встановлено також два класи якості (3-4) за індексом фітоіндикації.

## **ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY BY PHYTOINDICATION METHOD WITHIN THE URBANIZED TERRITORY OF KHERSON**

*Lyanzberh O.V. – PhD in agriculture, Associate Professor,  
Separated Structural Unit “Kherson Hydrometeorological Professional College  
of Odessa State Environmental University”,  
lyanzberg@ukr.net*

*Yevtushenko O.T. – PhD in agriculture,  
Kherson State Agrarian and Economic University,  
semen\_olga@ukr.net*

The article reflects the search for new opportunities to assess the ecological status of aquatic ecosystems by individual sensitive species, as well as groups of higher aquatic plants through the study of their species composition and transformation under the influence of anthropogenic pollution. Reliable scientific information about the state of water bodies has been necessary for the protection and restoration of aquatic ecosystems and the adoption of adequate management decisions. Therefore, observations and detection of changes occurring in this area in qualitative and quantitative diversity, in the ratio of ecological groups of aquatic organisms were relevant, have had great scientific and practical interests.

Theoretical field and laboratory research a method with the usage of hydroecological, geobotanical and mathematical data analyzes were used. Special studies have been conducted on the floodplains of the Lower Dnieper within the Kherson region, particularly in the Stebliyiv estuary and on the Koshova River.

In the course of the analysis, the systematic composition, spectrum of ecological and biological groups, spectrum of plant strategies and geographical structure of the flora of the Stebliv estuary and the Koshova river were determined. In the course of the research, 50 species of higher aquatic and coastal-aquatic plants belonging to 40 genera and 24 families were identified. These were 1 species of horsetails and 49 species of angiosperms; of which 22 monocotyledons (45,1 %) and 27 dicotyledons (54,9 %).

Based on the study of species diversity of cenoses of higher aquatic vegetation, the number of species sensitive to water pollution, which are determined by analysis of indicators, the level of favorable conditions of the water body or its area for vegetation development, proposed a quantitative indicator – phytoindication. An increase in the value of the index has indicated a decrease in water quality and deterioration of the aquatic environment.



According to the results of the researches, it was established that in the controlled conditions of the Koshova River the water quality has described by the gradation from 3 to 4 classes, and the quality of the Stebliyiv estuary was within 3 classes. On the same reservoirs there were also two quality classes (3-4) according to the phytoindication index.

Keywords: water ecosystems, water pollution, bioindication, macrophytes, phytoindication index.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Романенко В.Д. Основи гідроекології. К.: Генеза, 2004. 664 с.
2. Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
3. Мальцев В.І., Карпова Г.О., Зуб Л.М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. К.: Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. 112 с.
4. Олексів І.Т., Ялинська Н.С., Брагінський Л.П. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень (теорія, методи, практикави-користання). Львів: Світ, 1995. 440 с.
5. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Киев : Высш. шк., 1984. 336 с.
6. Разнообразие водорослей Украины. Под ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко. *Альгология*. 2000. 10, № 4. 309 с.
7. Клименко М.О., Гроховська Ю.Р. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип'яті за вищими водними рослинами. Рівне: НУВГП, 2005. 194 с.
8. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
9. Гейни С., Сытник К.М. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды. Киев: Наукова думка, 1993. 436 с.

### REFERENCES

1. Romanenko V.D. (2004). *Osnovi gidroekologii* [The fundamentals of hydroecology]. Kyiv: Geneza. [in Russian].
2. Abakumov V.A. (1992). *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnyh ekosistem* [The Guide for Hydrobiological Monitoring of Freshwater Ecosystems]. St. Petersburg : Gidrometeoizdat. [in Russian].
3. Mal'cev V.I., Karpova G.O., Zub L.M. (2011). *Vyznachennja jakosti vody metodamy bioindykacii': naukovo-metodychnyj posibnyk* [Determination of water quality by bioindication methods]. Kyiv: Naukovyj centr ekomonitoryngu ta bioriznomanittja megapolisu NAN Ukrai'ny,

- Nederzhavna naukova ustanova Instytut ekologii' (INEKO) Nacional'nogo ekologichnogo centru Ukrai'ny. [in Ukrainian].
4. Oleksiv I.T., Jalyns'ka N.S., Bragins'kyj L.P. (1995). *Gidroekologichna toksykometrija ta bioindykacija zabrudnen' (teorija, metody, praktykavy-korystannja)* [The hydroecological toxicometry and bioindication of pollution (theory, methods, practices-use)]. L'viv: Svit. [in Ukrainian].
  5. Topachevskij A.V., Masjuk N.P. (1984). *Presnovodnye vodorosli Ukrainskoj SSR* [The freshwater algae of the Ukrainian SSR]. Kyiv : Vyssh. shkola. [in Russian].
  6. Vassera S.P., Carenko P.M. (2000). *Raznoobrazie vodoroslej Ukrainy* [The variety of algae in Ukraine]. *Al'gologija*. 10, no. 4. [in Russian].
  7. Klymenko M.O., Grohovs'ka Ju.R. (2005). *Ocinka ekologichnogo stanu vodnyh ekosystem richok basejnu Pryp'jati za vyshhymy vodnymy roslynamy* [The assessment of the ecological status of aquatic ecosystems of the rivers of the Pripyat basin by higher aquatic plants]. Rivne: NUVGP. [in Ukrainian].
  8. Katanskaja V.M. (1981). *Vysshaja vodnaja rastitel'nost' kontinental'nyh vodoemov SSSR. Metody izuchenija* [The higher aquatic vegetation of the continental reservoirs of the USSR. Study methods]. Leningrad: Nauka. [in Russian].
  9. Gejni S., Sytnik K.M. (1993). *Makrofity – indikatory izmenenij prirodnoj sredy* [The macrophytes – indicators of changes in the natural environment]. Kyiv: Naukova dumka. [in Russian].

УДК 543.3:614.777

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.12>

## **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА БАКТЕРІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ**

*Матвійчук Н.Г. – к.с.-г.н.,*

*Матвійчук Б.В. – к.с.-г.н.,*

*Можарівська І.А. – к.с.-г.н.,*

*Поліський національний університет,*

*natamatviychuk400@ukr.net*

Забезпечення населення доброякісною питною водою на сьогодні є основним завданням суспільства. Використання для своїх життєвих потреб недоброякісної води загрожує здоров'ю нації. Однією із причин незадовільної якості питної води в Україні є забруднення поверхневих водойм скидами в них у великих кількостях неочищених і недостатньо очищених господарсько-побутових, промислових і сільськогосподарських стічних вод, талих вод з полів, територій сіл і міст. Порушення режиму підземних вод унаслідок довготривалої експлуатації артезіанських свердловин, забруднення ґрунтових вод, погіршення санітарно-технічного стану розподільних водопровідних мереж також сприяє забрудненню питної води [3; 5].

У публікації висвітлено результати дослідження якості питної води централізованого водопостачання, різних природних джерел, фасованої та води з пунктів розливу м. Житомира. За фізико-хімічними та бактеріологічними показниками визначено, що найбільш придатною для пиття є вода із свердловини при встановленні додаткових фільтрів для очищення та вода, що продається.

Не дивлячись на відповідність води при подачі з резервуару водоканалу санітарним нормам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», одержані результати лабораторних досліджень свідчать про незадовільний стан питної води централізованого водопостачання по місту, оскільки при проходженні по водогону міста значно збільшується вміст амонію, заліза загального та допустимий рівень загального мікробного числа і вода стає непридатною для пиття.

Вода із джерела, якою часто користуються містяни безпечна за такими показниками як вміст нітратів, аміаку та хлоридів, але водночас містить значну кількість заліза, рН є нижчим допустимої норми та має дуже низьку твердість, що може сприяти розвитку захворювань.

Тривале споживання води з криниці може викликати небажані зміни в організмі людини, оскільки містить в 2 рази більше норми нітратів, має велику твердість, а також високі норми вмісту нітрит-іонів та амонію.

Також, у зразках води із криниці та джерела (с. Левків) виявлено ріст загальних колі-форм у 100 см куб. та наявність *E. Coli*, що є небезпечним при вживанні некип'яченої води та може привести до виникнення кишкових інфекційних захворювань.

Найоптимальнішим варіантом для споживача на сьогодні є вода з пунктів розливу, оскільки має вищу якість, ніж водогінна і нижчу у декілька разів ціну порівняно з фасованою водою.

Ключові слова: вода, водневий показник, твердість, хлориди, нітрати, нітри, аміак, залізо, ЗМЧ, *E. Coli*, коліформні бактерії, гранично-допустима концентрація.

**Постановка проблеми.** За рік людина випиває близько 750 літрів води, з якої вона складається на 70 %. Обмін речовин, підтримання теплового балансу, виведення токсинів і продуктів розпаду, – все це здійснює вода. Отже, вода має бути задовільної якості, оскільки наявність у воді домішок може завдати організму людини значної шкоди і ініціювати розвиток багатьох захворювань. Забезпечення населення якісною та безпечною для здоров'я людини питною водою гарантоване законодавством України [1; 7; 8; 10]. Саме з якістю води за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я пов'язано 80 % захворювань людства і є причиною смерті щорічно 2,2 млн. чоловік [5].

Особливо актуальною проблема якісного водозабезпечення є для маленьких міст та сільської місцевості. Сільські населені пункти Житомирської області охоплені централізованим водопостачанням лише на 13,7 % (229 н/п із 1613), смт – 88,4 % (38 смт із 43). Питоме водоспоживання на 1 людину у сільських населених пунктах становить 53 л/добу (у селищах міського типу – 89 л/добу, у містах – 125 л/добу). В якості альтернативи централізованому водопостачанню мешканці сільської місцевості використовують воду джерельну і колодязну.

Якість води з криниць по всій території України, і Житомирської області зокрема, є сьогодні вкрай незадовільною по ряду показників. Проблема якості води нецентралізованих джерел водопостачання загострюється й тим, що наразі комплексні дослідження їх якості не проводять, а випадки контролю носять епізодичний [4].

Для м. Житомира головним джерелом постачання питної води є водогін. У даний час, значна частина споруд водогінного комплексу відпрацювала нормативний термін, потребує оновлення та заміни. Через зношеність і незадовільний стан водогінні мережі мають завищені витоки. Це призводить до підтоплення та заболочування території, і, як наслідок, до вторинного забруднення питної води. Вода, що пройшла обробку (очищення) на виробництвах «Міськводоканалу» відповідає вимогам, тобто безпечна для здоров'я людини. Однак, якщо, навіть після очисних споруд, якість питної води відповідає ДСТУ, то після проходження через водогони, її якість погіршується. Корозія металевих труб обумовлює появу тривалентного заліза на їх поверхні. З часом цей наліт перетворюється на мул іржі, який, відриваючись, потрапляє споживачеві в кран. Також при аваріях

на трубопровідних мережах у водопровід можуть потрапляти домішки у вигляді піску і дрібного сміття, вода піддається вторинному забрудненню: зваженими речовинами, хлором, хлорорганічними сполуками та хлораміном.

Головною альтернативою водогінної води у місті є фасована вода та з пунктів розливу, які знаходяться в кожному мікрорайоні міста.

Якість води з бутлів має кілька проблем: стан якості пластикової тари, масштабна фальсифікація пропонованої води, підвищений вміст вуглекислоти. Чистою водою у бутлях є та, яку підготували відповідно до існуючих нормативних документів [11]. Підприємства, що випускають питну воду, працюють за своїми власними технічними умовами (ТУ) і за своїми технологічними інструкціями, що дозволяє застосувати різне обладнання і технологію доочищення води та її дезінфікування, а також різні джерела водопостачання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивченням якості питної води на сьогоднішній день займаються ряд вчених. Оцінка, проведена за інтегральними показниками, свідчить, що тільки три із десяти джерел мають воду доброї якості за показниками, яку з певними допущеннями можна вважати придатною для питних цілей.

Вживання води з відхиленими від допустимих норм фізико-хімічними показниками негативно впливає на людський організм та може викликати ряд захворювань. Водневий показник говорить про кислотно-лужний баланс води. Від нього безпосередньо залежить корозійна агресивність рідини, швидкість протікання хімічних реакцій і ступінь токсичності забруднюючих речовин. Вчені вважають, що рН води повинен приблизно відповідати нормі рН крові людини, яка дорівнює 7,5 [2].

Найбільш поширена проблема якості води це її висока твердість, яка обумовлена сумарною кількістю розчинених іонів лужноземельних металів, зазвичай враховують кальцій  $\text{Ca}^{2+}$  і магній  $\text{Mg}^{2+}$ , оскільки вони становлять не менше 98-99 % всіх з'єднань. У меншій мірі на жорсткість впливають берилій, стронцій і барій – ці метали відносяться до групи важких, тому окремо нормуються більш жорсткими нормативами. Від води, переповненій іонами кальцію і магнію, погіршуються органолептичні показники, вона негативно впливає на шкіру і органи травлення, надмірно страждає серцево-судинна система. Тривале використання жорсткої води може призвести до виникнення захворювань суглобів (артритів, поліартритів), утворенням каменів в нирках і жовчних шляхах [6].

Хлориди мають високу розчинність і тому присутні у всіх природних водах в основному у вигляді солей кальцію, натрію і магнію. Їх потраплянню у воду сприяє вимивання столової солі та інших сполук хлору з шарів порід вулканічного походження. Величезна кількість хлоридів

міститься в морях і океанах. Через атмосферний цикл вода, опади і з підземними течіями солі потрапляють у всі інші водойми. Однак багато хлоридів потрапляють у воду з промисловим і побутовим стоком [9].

Вода, перенасичена хлоридами, може призвести до пошкодження слизових оболонок, очей, шкіри та дихальних шляхів. Після вживання такої води порушується водно-сольовий баланс і робота травного тракту. Надлишок солей призводить до зміни судин, перевантаження серця і нирок, підвищення артеріального тиску і може значно загострити перебіг серцево-судинних захворювань [2].

Нітрати і нітрити – це солі азотної кислоти, які широко використовуються в якості дешевих і ефективних добрив. Безпосередньо з сільськогосподарських полів вони проникають в ґрунт і відкриті водойми. Поширенню цієї групи речовин сприяють ті ж відходи промисловості і худоби, використання побутової хімії і септиків біля свердловин і колодязів.

Частіше надлишкова концентрація нітратів у воді спостерігається в поверхневих водах, рідше в глибоких джерелах. Дуже важливо контролювати вміст нітратів у воді в районах з сільськогосподарськими полями. У таких районах нітрати можуть міститися у воді колодязів і джерел у великій кількості [11].

У зв'язку з повсюдним використанням нітратів у сільському господарстві велика кількість з них потрапляє в організм разом з їжею. Це означає, що хімічний аналіз води і обробка нітратів дуже важливі.

Під впливом ферментів з нітратів в шлунково-кишковому тракті утворюються нітрити, які є ще більш небезпечними. При потрапленні в організм нітрит-іони реагують з гемоглобіном і пригнічують його основну функцію – переносити кисень в тканини. В результаті виникає гіпоксія, задишка, тахікардія, ціаноз, слабкість, головний біль, а при високих концентраціях – смерть. Нітрити особливо небезпечні для дітей до 1 року, у яких ще не сформувався захисний фермент [6].

Отруєння водою, яка містить багато нітритів викликає пошкодження шлунково-кишкового тракту. Це може виражати нудота, блювання, діарея, невеликий крововилив внутрішніх органів. Занадто велика інтоксикація може навіть призвести до коми. На шкірі можуть з'явитися найрізноманітніші неприємні подразнення і алергічні реакції. Центральна нервова система також пригнічена: з'являються сонливість, депресія, млявість і координація рухів, шум у вухах. Крім того, нітрити негативно впливають на роботу щитовидної залози і сприяють розвитку серцево-судинних захворювань [2].

У природних водах джерелом накопичення амонію є продукти розкладання і життєдіяльності різних організмів. Проте більшість іонів амонію потрапляють у воду зі стоком тваринницьких господарств, сільсько-

господарських полів, промислових підприємств. Високу щільність амонію можна знайти у водосховищах, близьких до комунальних очисних споруд, каналізаційних колекторів та вигрібних ям. Продуктом гниття амонію є аміак. У воді він зв'язується з іншими елементами і може створювати дуже токсичні сполуки.

Надлишок амонію і аміаку може надати воді дуже неприємний запах і смак. А тривале вживання такої води призводить до порушення кислотно-лужного балансу в організмі. Крім того, аміак може викликати серйозні ураження очей і слизових оболонок. Іони амонію засолюють плазму крові, що може призвести до клітинної гіпоксії. Набряк тканин, нудота, тремор, напади задухи, сплутаність свідомості – все це не повний перелік проблем, викликаних надлишком амонію і аміаку у воді [2].

Вода з високим вмістом заліза має відразливий металевий смак і запах, набуває коричневого кольору, викликає забруднення водопровідних мереж. Така вода не тільки не підходить для пиття, але і дуже шкідлива для труб, зашморгів, сантехніки, котлів, пральних машин та іншої побутової техніки. Значна кількість заліза потрапляє у воду і під впливом людини. Перш за все, це стік різних промислових і сільськогосподарських підприємств, використання в центральному водопроводі старих водопровідних труб [5; 9].

Але всі знають, що залізо дуже потрібне нашому організму. Він бере участь в процесі кровообігу, безпосередньо впливає на шкіру, волосся і нігті, щитовидну залозу і займає важливе місце в процесі формування імунітету. Однак важливо розуміти, що корисне залізо міститься в овочах, фруктах, яловичині і бобових, які містять спеціальні вітаміни для його засвоювання. Але залізо, яке розчинне у воді, організмом не засвоюється і тільки значно збільшує навантаження на процес травлення і роботи нирок [6].

Рядом досліджень встановлено, що непридатною до споживання у сирому вигляді за вмістом мікробіологічних показників є водопровідна вода в багатьох містах України [2; 6; 11].

Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води встановлює ступінь її епідбезпеки відповідно до вимог. Основним санітарно-показовим тестом забруднення води виділеннями кишечника теплокровних залишаються бактерії групи кишкових паличок. На відміну від переважної більшості країн в Україні збережено більш жорсткі вимоги до якості питної води щодо даного показника, тобто враховуються всі різновиди глюкозопозитивних коліформних бактерій, а не тільки лактозопозитивні варіанти. Такий підхід є обґрунтованим, оскільки цілий ряд лактозонегативних кишкових бактерій можуть не тільки потрапляти, а й за відповідних умов розмножуватися у питній воді і спричиняти негативний вплив на стан здоров'я людини.

*E. Coli* – як індикатор фекального забруднення регламентованою Директивою Європейського Союзу (ЄС) 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року щодо якості води, призначеної для споживання населенню, на зміну термотолерантних бактерій [7].

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень було лабораторно дослідити стан якості питної води за фізико-хімічними та бактеріологічними показниками, визначити, яка вода найбільш придатна для споживання.

**Матеріали та методи.** Для аналізу було відібрано сім проб води на території міста Житомира:

- 1 – вода централізованого водопостачання (водоканал з РЧВ № 2);
- 2 – вода централізованого водопостачання по місту (бульвар Старий 7);
- 3 – вода з джерела (с. Левків);
- 4 – вода з криниці;
- 5 – вода з свердловини;
- 6 – фасована вода, яка продається по місту;
- 7 – вода з пунктів розливу.

При проведенні досліджень використовували потенціометричний, гравіметричний, титриметричний, колориметричний і спектрофотометричний методи. Для санітарно-бактеріологічного контролю якості води були використані методи застосування тестових наборів Colilert-18 та SimPlateWHPC-25, які були запатентовані компанією IDEXX Laboratories (USA).

Проби води відбиралися відповідно до ДСТУ ISO 5667-2:2003 Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбору проб.

Лабораторні дослідження виконувались згідно діючих ДСТУ.

Оцінку якості питної води проводили шляхом порівняння отриманих значень досліджуваних показників із нормативами, зазначеними у ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [1].

**Результати досліджень.** У відібраних зразках води визначали водневий показник, твердість, вміст хлорид-іонів, нітратів, нітритів, аміаку та іонів амонію, заліза загального, загальне мікробне число, наявність загальних колиформ та кишкової палички.

До нормальних показників рН питної води відноситься діапазон від 6,5 до 8,5 одиниць (табл. 1).

Як видно з даних таблиці 2, рН досліджуваних проб води знаходиться в нормі, крім проби № 3 (вода з джерела с. Левків), де вода дещо нижча допустимої норми. Найбільш сприятливим для людини є споживання води з загальною твердістю 3–4 ммоль/дм<sup>3</sup>, у водопровідній воді показник має бути не більше 7 ммоль/дм<sup>3</sup>. Аналіз показав, що вода в усіх відібраних зраз-



ках знаходиться у межах норми. Найнижчий вміст солей кальцію і магнію у пробі № 3 (вода з джерела с. Левків) – 1,0 ммоль/дм<sup>3</sup>, найвищий у воді з криниці – 6,2 ммоль/дм<sup>3</sup>.

**Таблиця 1. Гранично допустимі концентрації речовин у питній воді**

№ п/п	Показник	Одиниці виміру	Норма для питної води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»		
			Водопровідної	Колодязів та каптажів джерел	Фасованої та з пунктів розливу
1.	Водневий показник	од. рН	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
2.	Загальна твердість	ммоль /дм <sup>3</sup>	не більше 7,0 (10)1	не більше 10,0	не більше 7,0
3.	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	не більше 250 (350)1	не більше 350,0	не більше 250,0
4.	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	не більше 50,0	не більше 50,0	не більше 10,0
5.	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	не більше 0,5	не більше 3,3	не більше 0,5
6.	Амоній	мг/дм <sup>3</sup>	не більше 0,5 (2,6)1	не більше 2,6	не більше 0,1
7.	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	не більше 0,2 (1,0)1	не більше 1,0	не більше 0,2
8.	Загальне мікробне число	КУО/см <sup>3</sup>	≤ 100	не визначається	≤ 20
9.	Загальні коліформи	КУО/100 см <sup>3</sup>	відсутність	не більше 1	відсутність
10.	Наявність E. Coli	КУО/100 см <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність

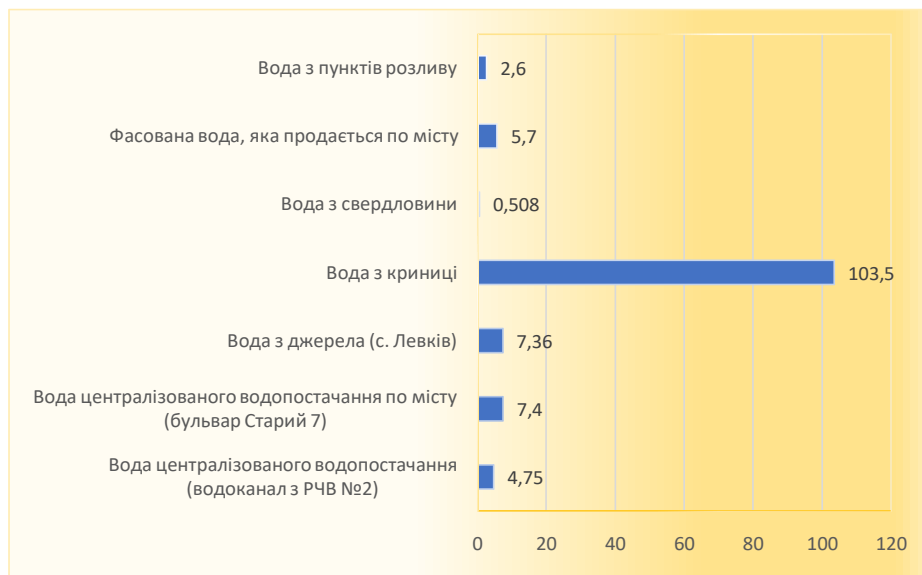
**Таблиця 2. Фізико-хімічні та бактеріологічні показники якості питної води**

Показник	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6	Проба 7
Водневий показник, од. рН	6,67	6,92	6,06	6,53	7,38	7,3	7,09
Твердість, ммоль/дм <sup>3</sup>	3,8	3,9	1,0	6,2	2,8	3,8	2,8
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	51	54	18,2	32	10,2	30	42
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	4,75	7,4	7,36	103,5	0,508	5,7	2,6
Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,006	0,014	0,086	0,019	0,001	0,026
Амоній, мг/дм <sup>3</sup>	0,39	0,6	0,082	0,410	0,009	<0,003	<0,003
Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,187	0,356	0,396	0,296	0,316	0,076	0,134
Загальне мікробне число, КУО/см <sup>3</sup>	74	120	-	-	-	4	18
Загальні коліформи, КУО/100 см <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	більше 1	більше 1	відсутність	відсутність	відсутність
Наявність E. Coli, КУО/100 см <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	наявність	наявність	відсутність	відсутність	відсутність

Вміст хлоридів в питній воді не має перевищувати 250 мг/дм<sup>3</sup> для водопровідної і фасованої води та 350 мг/дм<sup>3</sup> – для води з колодязів та каптажів джерел. Характеристика вмісту хлоридів не показала перевищень ГДК. Аналіз на вміст хлоридів показав, що у зразках фасованої та джерельної води його вміст незначний, далекий до значень ГДК, і знаходиться в межах від 10 до 32 мг/дм<sup>3</sup>, у воді з пунктів розливу 42 мг/дм<sup>3</sup>, у водопровідній воді 51 мг/дм<sup>3</sup>.

Досліджувався вміст азотної групи *нітратів, нітритів, амонію*. За стандартами ДСанПіН концентрація нітратів вважається безпечною 50 мг/л (табл. 1).

Показники нітратів у водогінній воді знаходилися у межах норми – 4,75 мг/дм<sup>3</sup>, у джерельній воді – від 0,508 до 7,36 мг/дм<sup>3</sup>. Однак, у пробі № 4 (криниця) вміст нітратів перевищує допустиму норму більш чим у 2 рази, що є небезпечним при вживанні такої води, особливо маленькими дітьми. У фасованій та воді з пунктів розливу вміст нітратів також є низьким і знаходиться в межах від 2,6–5,7 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1).



**Рис. 1. Концентрація нітратів (мг/дм<sup>3</sup>) у питній воді різних джерел водопостачання м. Житомира**

У відібраних зразках нітриту присутні у водопровідній, джерельній та у воді, що продається в досить низьких межах 0,001-0,026 мг/дм<sup>3</sup>, крім криниці де вміст нітритів складає 0,086 мг/дм<sup>3</sup>.

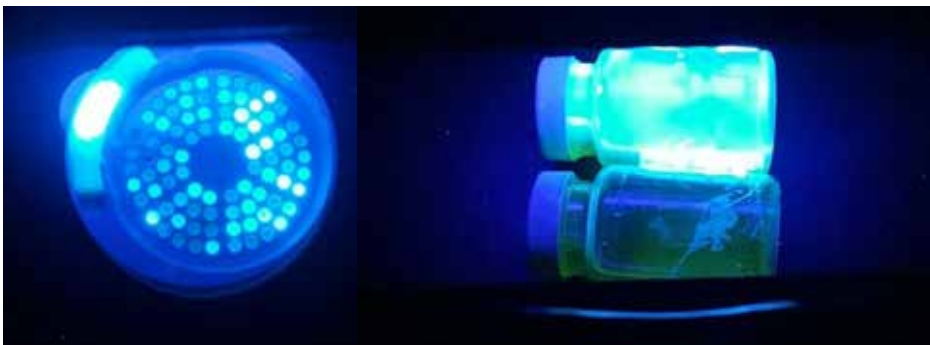
Вміст амонію при подачі з водоканалу не перевищує 0,5 мг/л, але при проходженні через водогін міста концентрація збільшується на 0,21 мг/дм<sup>3</sup>

і вода вже не відповідає санітарним нормам. Вміст іонів амонію в природних джерелах знаходиться в межах допустимої норми ( $1 \text{ мг/дм}^3$ ), найбільший вміст спостерігається в пробі № 4 (криниця) –  $0,410 \text{ мг/дм}^3$ , найменший у воді з свердловини –  $0,009 \text{ мг/дм}^3$ . У фасованій воді найменший вміст нітратів  $<0,003 \text{ мг/дм}^3$ , при допустимій нормі  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ .

Норма заліза для питної води згідно ДСанПіН не більше  $0,2 \text{ мг/л}$  (табл. 1). В наших дослідженнях вміст загального заліза у воді, яка подається з резервуару водоканалу не перевищує допустиму норму, але після проходження через водогони міста цей показник значно погіршується і вміст його збільшується майже в 2 рази і складає  $0,356 \text{ мг/дм}^3$ , при нормі у водопровідній воді до  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ . У воді з різних природних джерел цей показник знаходиться в межах  $0,296\text{--}0,396 \text{ мг/дм}^3$  при нормі  $1 \text{ мг/дм}^3$ . У фасованій та воді з пунктів розливу вміст заліза загального відповідає нормі й не перевищує  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ .

Загальне мікробне число є непрямим показником бактеріального забруднення води, оскільки характеризує загальний вміст мікроорганізмів у воді без їх якісної характеристики. У воді з колодязів та каптажних джерел даний показник не нормується ДСанПіНом. У зразках води централізованого постачання по місту виявлено перевищення допустимого рівня загального мікробного числа на  $20 \text{ КУО/см}^3$ .

У зразках води із криниці та джерела (с. Левків) виявлено ріст загальних колі-форм у  $100 \text{ см куб.}$  та наявність *E. Coli*, що є небезпечним при вживанні некип'яченої води та може привести до виникнення кишкових інфекційних захворювань (рис. 2).



*Рис. 2. Бактеріологічні дослідження води*

**Висновки з дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі.** Аналіз результатів дослідження фізико-хімічного та бактеріологічного складу питної води показав, що:

1. Вода із свердловини є найчистішою, вона захищена від бактеріологічних забруднень, має постійний фізико-хімічний склад, має помірну

твердість, характеризується невеликим вмістом солей найбільш придатна для споживання. Але слід зазначити, що вона містить значну кількість заліза загального, що може негативно впливати на здоров'я людини, хоча показник і знаходиться в межах ГДК.

2. Покупна фасована вода є придатною для споживання людиною, відповідає всім нормам ДСанПіН, але не можна виключати її фальсифікацію.

3. На сьогодні найоптимальнішим варіантом для споживача є вода з пунктів розливу, оскільки вищу якість, ніж водогінна та нижчу у декілька разів ціну порівняно з фасованою водою.

4. Вода із джерела, якою часто користуються містяни безпечна за такими показниками як вміст нітратів, аміаку та хлоридів, але також містить значну кількість заліза, рН є нижчим допустимої норми та має дуже низьку твердість, що може сприяти розвитку захворювань.

5. Вода з криниці має велику твердість, містить нітратів в 2 рази більше норми, також високі норми вмісту нітрит-іонів та амонію. Тривале споживання такої води матиме негативний вплив на організм людини.

6. У зразках води із криниці та джерела (с. Левків) виявлено ріст загальних колі-форм у 100 см куб. та наявність *E. Coli*, що є небезпечним при вживанні некип'яченої води та може привести до виникнення кишкових інфекційних захворювань.

7. Не дивлячись на відповідність води при подачі з резервуару водоканалу санітарним нормам, одержані результати лабораторних досліджень вказують на незадовільний стан питної води централізованого водопостачання місту за показниками вмісту амонію, заліза загального та бактеріологічними показниками. Ця вода непридатна для пиття.

Від якості питної води на пряму залежить стан здоров'я населення, тому необхідно покращувати ситуацію з забезпеченням населення доброякісною питною водою, впроваджувати заходи щодо оздоровлення поверхневих та підземних джерел водопостачання, оновлення водопровідних мереж.

## **PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL QUALITY OF DRINKING WATER FROM DIFFERENT SOURCES**

*Matviychuk N.G. – Candidate of Agricultural Sciences,*

*Matviychuk B.V. – Candidate of Agricultural Sciences,*

*Mozharivska I.A. – Candidate of Agricultural Sciences,*

*Polissia National University,*

*natamatviychuk400@ukr.net*

Supply of safe drinking water to population is one of the main tasks of the society today. Use of low-quality water for living needs is a threat to public health.

One of the reasons that drinking water in Ukraine is of poor quality is contamination of surface watercourses with extensive discharges of untreated and insufficiently treated domestic, industrial and agricultural wastewater, melt-water from the fields, rural and urban territories. Violation of underground waters regimen caused by continuous use of artesian wells, contamination of ground waters, deterioration of sanitary and technical condition of distribution water supply system also contributes to contamination of drinking water [3; 5].

The article illustrates the results of quality investigation of drinking water supplied through public water supply network and different natural sources, bottled water and water from water selling points in Zhytomyr city. It was ascertained that according to its physic-chemical and bacteriological characteristics water from boreholes additionally filtered as well as water sold at water selling points is the best for drinking.

Notwithstanding that water supplied from the reservoir of the water service company complies with the State Sanitary Rules and Regulations 2.2.4-171-10 «Hygienic requirements to drinking water meant for human consumption», laboratory tests evidence poor quality of water supplied through city public water supply network, as it goes through water pipes ammonia and total iron content, total permissible level of microbial count increases considerably and water becomes unsafe for drinking.

Water from streams which is often used by the city residents is safe considering such parameters as nitrate, ammonia and chlorides content, nevertheless, iron content is considerable, its pH is lower than permissible level and its hardness is really low, which may facilitate development of diseases.

Continued consumption of water from the well may cause undesirable changes in human organism, due to containment of nitrates exceeding the limit twice, high hardness and heavy rates of nitrite ions and ammonia.

Moreover, samples from the well and stream (vil. Levkiv) displayed increase of total coliform in 100 cm<sup>3</sup> and presence of *E. Coli* which is dangerous when unboiled water is used as it may lead to enteric infectious diseases.

Currently, water at water selling points is the most appropriate for consumers owing to its quality higher than quality of water supplied through public water supply network and lower price in comparison with bottled water.

Keywords: water, pH value, hardness, chlorides, nitrates, nitrites, ammonia, iron, total microbial count, *E. Coli*, coliform bacteria, maximum permissible concentration.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСанПіН 2.2.4–171–10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : державні санітарні норми та правила. [Чинний від 2019-12-28]. Київ, 2012. 55 с.
2. Григоренко Л.В. Еколого-гігієнічна оцінка впливу питної води з централізованих, децентралізованих джерел водопостачання та доочищеної питної води на здоров'я сільського населення Дніпропетровської області : дис. д-ра. мед. наук : 14.02.01. Нац. акад. мед. наук України, Дніпро. 2019. 411 с.
3. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища. Київ: Знання. 2000. 203 с.
4. Екологічний паспорти регіонів за 2019 р. : Веб-сайт. URL: <https://mep.gov.ua/news/35913.html> (дата звернення: 20.04.2021).

5. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник. Київ : Вища школа, 2005. 671 с.
6. Липовецька О.Б. Вплив довготривалого споживання некондиційної за мінеральним складом води на формування неінфекційної захворюваності населення та розробка профілактичних заходів : дис. к-та мед. наук : 14.02.01. НАМН України, ДУ «Ін-т громад. здоров'я ім. О.М. Марзєєва». Київ, 2016. 177 с.
7. Про затвердження методичних вказівок «Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води»: Наказ МОЗ України від 3 лютого 2005 р. № 60. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0060282-05#Text>.
8. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методиконтролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Київ, 2014. 25 с.
9. Охріменко О.В., Гафіатулліна О.Г. Оцінка якості питної води за хімічними показниками. *Таврійський науковий вісник*. 2011. № 77. С. 211–214.
10. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України від 18.05.2017 р. № 2047-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text>.
11. Ричак Н.Л., Чепурна А.О. Склад та якість питної води різних джерел водопостачання (на прикладі Дзержинського району міста Харкова). *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2012. Випуск 6(77). С. 112–116.

#### REFERENCES

1. *Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption: state sanitary norms and rules*. (2010). DSanPiN 2.2.4–171–10 from 28<sup>th</sup> December 2019. Kyiv. [in Ukrainian].
2. Hryhorenko L.V. (2019). *Ekoloho-hihienichna otsinka vplyvu pytnoi vody z tsentralizovanykh, detsentralizovanykh dzherel vodopostachannia ta doochyshchenoi pytnoi vody na zdorov'ia silskoho naseleння Dnipropetrovskoi oblasti* [Ecological and hygienic assessment of the impact of drinking water from centralized, decentralized sources of water supply and purified drinking water on the health of the rural population of Dnipropetrovsk region] (PhD Thesis), Dnipro: Nats. akad. med. nauk Ukrainy. [in Ukrainian].
3. Dzhyhyrei V.S. (2000). *Ekolohiia ta okhorona navkolyshnoho seredovyshcha* [Ecology and environmental protection]. Kyiv : Znannia. [in Ukrainian].
4. *Ekologichnyj pasporty regioniv za 2019 r.* [Ecological passports of regions for 2019]. URL: <https://mepr.gov.ua/news/35913.html> [in Ukrainian].
5. Zapolskyi A.K. (2005). *Vodopostachannia, vodovidvedennia ta yakist vody : pidruchn* [Water supply, drainage and quality water: textbook]. Kyiv : Vyshcha shkola. [in Ukrainian].

6. Lypovetska O.B. (2016). *Vplyv dovrotryvaloho spozhyvannia nekon-dytsiinoi za mineralnym skladom vody na formuvannia neinfektsiinoi zakhvoriuvanosti naseleння ta rozrobka profilaktychnykh zakhodiv* [The impact of long-term consumption of substandard mineral composition on the formation of non-communicable diseases and the development of preventive measures] (PhD Thesis), Kyiv: NAMN Ukrainy, DU «In-t hromad. zdorovia im. O.M. Marzieieva». [in Ukrainian].
7. *Pro zatverdzhennja metodychnykh vkazivok «Sanitarno-mikrobiologichnyj kontrol' yakosti pytnoi' vody»*. (2005). [About the statement of methodical instructions «Sanitary and microbiological control of quality of drinking water»]. Order of the Ministry of Health. 03.02.2005, no. 60. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0060282-05#Text>.
8. *Drinking water: Requirements and methods of quality control*. (2014). DSTU 7525:2014 from 1<sup>st</sup> of February 2015. Kyiv. [in Ukrainian].
9. Okhrimenko O.V., Hafiatullina O.H. (2011). *Otsinka yakosti pytnoi vody za khimichnymi pokaznykamy* [Assessment of drinking water quality by chemical parameters]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, no. 77, 211–214. [in Ukrainian].
10. *About drinking water and drinking water supply* (2017). Law of Ukraine, no. 2047-VIII (18.05.2017). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text>. [in Ukrainian].
11. Rychak N.L., Chepurna A.O. (2012). *Sklad ta yakist pytnoi vody riznykh dzherel vodopostachannia (na prykladi Dzerzhynskoho raionu mista Kharkova)* [Composition and quality of drinking water from different sources of water supply (on the example of Dzerzhinsky district of Kharkiv)]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*. Vol. 6, no. 77, 112–116. [in Ukrainian].

УДК 631.67.03:502.175

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.13>

## УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЇЇ ПОКРАЩЕННЯ

<sup>1</sup>*Морозов О.В.* – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
<sup>1</sup>*Морозов В.В.* – кандидат сільськогосподарських наук, професор,  
<sup>2</sup>*Чабан В.О.* – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
<sup>1</sup>*Херсонський державний аграрно-економічний університет,*  
<sup>2</sup>*Херсонська державна морська академія,*  
*morozov-2008@ukr.net, morozov17041950@gmail.com, fito2011@i.ua*

Річка Інгулець забруднена високомінералізованими промисловими водами підприємств м. Кривий Ріг. Кожного року для створення безпечних умов відпрацювання рудних родовищ відкачується до 20 млн. м<sup>3</sup> шахтних і 16-18 млн м<sup>3</sup> кар'єрних вод. Ці води використовуються для поповнення зворотних систем водопостачання гірничо-збагачувальних підприємств, а їх надлишки збираються у накопичувачі балки Свистунова та в хвостосховищі Північного гірничо-збагачувального комбінату. Взагалі в накопичувачах та хвостосховищах акумулюється 40-50 млн.м<sup>3</sup> високомінералізованих вод з мінералізацією 5,0-40,0 г/дм<sup>3</sup>.

Проектні режими роботи і правила експлуатації накопичувачів та хвостосховищ порушуються внаслідок їх переповнення надлишками шахтних та кар'єрних вод. Цей процес негативно впливає на екологічний і технічний стан водоймищ та гідротехнічних споруд, значно підвищує ризик негативних наслідків та небезпечних змін довкілля. Такі умови викликають необхідність здійснення періодичних дозованих скидів високомінералізованих вод у річки Саксагань та Інгулець. Згідно регламенту, що затверджується Кабінетом Міністрів України, в р. Інгулець щорічно скидається 10-20 млн. м<sup>3</sup> високомінералізованих вод. Внаслідок інтенсивної фільтрації солоних та забруднених вод з накопичувачів та хвостосховищ значно забруднюються підземні води. Таким чином, водні ресурси річки Інгулець зазнають значних негативних змін екологічного стану.

З метою запобігання виникнення низки надзвичайних ситуацій і техногенних катастроф у Кривбасі та і за його межами, пов'язаних з відкачкою, використанням та тимчасовою акумуляцією значної кількості підземних вод, виникає необхідність у щорічному впровадженні інженерних заходів зі скиду надлишків зворотних вод в р. Інгулець. Нажаль, іншого, більш безпечного способу поводження з надлишками зворотних (шахтних вод), поки що не існує. Повернення підземних шахтних вод, що утворилися внаслідок видобутку залізної руди у Криворізькому гірничорудному басейні, з господарської ланки кругообігу води в природні ланки, здійснюється за допомогою технічних споруд і засобів, штучно створеного ставка – накопичувача шахтних вод у балці Свистунова шляхом їх скиду у р. Інгулець.

Уперше в умовах півдня України були проведені наукові дослідження з очищення водної поверхні, яка мала у складі надлишкову кількість хлоридів, сульф-



фатів, фосфатів, нітратів, нафтопродуктів, фенолів за допомогою очерету, рогозу, ейхорнії. Як показали результати досліджень, найкращим очисником води від сторонніх домішок виявилась водна рослина ейхорнія. В подальшому будуть продовжені дослідження із використання даної рослини для очищення водоймищ.

Ключові слова: зрошення, якість поливної води, регламент, технічні та біологічні методи очищення.

---

**Постановка проблеми.** Згідно проекту Інгулецької зрошувальної системи (ІЗС), який розроблений й втілений в життя наприкінці 50-х років ХХ сторіччя, якість води в Інгулецькому магістральному каналі формується шляхом змішування води р. Інгулець і р. Дніпро і залежить від їх витрат. На цей процес впливають режим роботи Головних насосних станцій зрошувальних систем (Інгулецької і Явкинської), кліматичні та антропогенні умови.

Річка Інгулець забруднена високомінералізованими промисловими водами підприємств м. Кривий Ріг. Кожного року для створення безпечних умов відпрацювання рудних родовищ відкачується до 20 млн. м<sup>3</sup> шахтних і 16–18 млн. м<sup>3</sup> кар'єрних вод. Ці води використовуються для поповнення зворотних систем водопостачання гірничо-збагачувальних підприємств, а їх надлишки збираються у накопичувачі балки Свістунова та в хвостосховищі Північного гірничо-збагачувального комбінату. Взагалі в накопичувачах та хвостосховищах акумулюється 40–50 млн. м<sup>3</sup> високомінералізованих вод, мінералізація яких 5,0–40,0 г/дм<sup>3</sup>.

Проектні режими роботи і правила експлуатації накопичувачів та хвостосховищ порушуються внаслідок їх переповнення надлишками обсягами шахтних та кар'єрних вод. Це негативно впливає на екологічний та технічний стан водойм та гідротехнічних споруд, значно підвищує ризик негативних наслідків та небезпечних змін довкілля. Такі обставини викликають необхідність здійснення періодичних дозованих скидів високомінералізованих вод у річки Інгулець та Саксагань. Згідно регламенту, що затверджується Кабінетом Міністрів України, щорічно скидається 10–20 млн. м<sup>3</sup> високомінералізованих вод. Внаслідок інтенсивної фільтрації солоних та забруднених вод з накопичувачів та хвостосховищ значно забруднюються підземні води. Таким чином, водні ресурси річки Інгулець зазнають значних негативних змін екологічного стану.

В цьому зв'язку актуальними є подальші дослідження і науково-технічні розробки щодо покращення якості поливної води р. Інгулець, у тому числі за допомогою методів біологічного очищення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Морозовим В.В., Козленком Є.В., Морозовим О.В. у результаті проведених досліджень розроблено науково – методичне обґрунтування та практичні рекомендації щодо коре-

гування регламенту промивки р. Інгулець шляхом зміни умов формування якості води на Інгулецькій зрошувальній системі, які принципово відрізняються від проектних та від рекомендацій попередніх наукових досліджень (відмова від варіанту «антирічка»), що надає можливість забезпечити в сучасних економічних і водогосподарських умовах стабільну задовільну для зрошення якість води II класу (за ДСТУ 2730-94) в Інгулецькому магістральному каналі незалежно від режиму роботи Головної насосної станції, що сприяє покращенню еколого-агроекономічного стану земель, охороні, збереженню і підвищенню родючості ґрунтів та врожайності сільськогосподарських культур [1–5].

Для очищення стоків нині у світовій практиці вивчаються менш затратні методи очищення стічних вод, тому до вивчення постало питання використання в Південному регіоні України рослини ейхорнії, яка швидко зростає та інтенсивно поглинає із водного середовища практично всі біогенні елементи та їх з'єднання. Методи біологічного очищення поверхневих вод за допомогою рослин в умовах Інгулецького зрошувального масиву описані в роботах В.О. Чабана [6–8]. Їм було надано інформацію про те, що в якості природного фільтра було використано ейхорнію, яка, як і всі вищі водні рослини, здатна в значних кількостях накопичувати важкі метали (свинець, ртуть, мідь, кадмій, нікель, кобальт, олово, марганець, залізо, цинк, хром), а також радіонукліди (цезій, стронцій, церій, кобальт та ін.). Водночас їх концентрації в рослинній тканині можуть бути в сотні (залізо, стронцій), тисячі (ртуть, мідь, кадмій, цезій), сотні тисяч разів (цинк, марганець) вище їх вмісту у воді [8].

**Постановка завдання.** Завдання дослідження – визначити умови формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи та запропонувати комплексні (технічні та біологічні) заходи щодо її покращення.

**Об'єкт дослідження** – процес формування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи та шляхи її покращення.

**Матеріали і методи дослідження.** Інформаційну базу дослідження складають дані моніторингових досліджень поверхневих вод Снігурівської гідрогеолого–меліоративної партії Держводагентства України, матеріали особистих досліджень авторів. Опрацювання і візуалізація статистичної, інформації та результатів дослідження здійснювалось за допомогою пакетів програм Microsoft Excel.

У роботі використано комплекс загальнонаукових та спеціальних, емпіричних і теоретичних методів дослідження: *аналітичний* – для аналізу умов та процесів зміни показників якості зрошувальних вод; *системний аналіз і підхід* для комплексного аналізу стану і вивчення закономірностей формування якості зрошувальних вод.

**Результати досліджень.** Річка Інгулець є правою притокою р. Дніпро. Довжина річки Інгулець 551 км, площа водозбору 13700 км<sup>2</sup>, у тому числі до створу Карачунівської греблі – 6316 км<sup>2</sup>. Головні притоки річки Інгулець: Жовта, Зелена, Бокова, Боковенька, Саксагань та Вісунь.

Річка Інгулець бере початок з криниць у балці с. Кучерівка, Кіровоградської області, тече вона в південному напрямку по Кіровоградській, Дніпровській, Миколаївській та Херсонській областях і впадає в р. Дніпро праворуч на 456 км від його гирла. При впадінні річка розподіляється на 2 рукави, із яких правий має довжину 0,9 км, лівий 1,5 км.

Вода річки Інгулець жорстка і відноситься до сульфатного класу кальцієво-магнієвої групи. Середньорічні концентрації забруднюючих речовин в р. Інгулець (гребля Карачунівського водосховища) наведені в таблиці 1. Концентрації забруднюючих речовин, що поступають в р. Інгулець, з постійно діючих водовипусків, починаючи від греблі Карачунівського водосховища до створу державного гідро посту в с. Андріївна, наведені в таблиці 2.

**Таблиця 1. Середньорічні концентрації забруднюючих речовин в р. Інгулець (Карачунівське водосховище (гребля) р. Інгулець)**

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Значення
1	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	106
2	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	407
3	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	1004
4	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,25
5	БСК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	3,6
6	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	0,8
7	Нітриди, мг/дм <sup>3</sup>	0,03
8	Завислі речовини	менше 5,0
9	Нафтопродукти	менше 0,04
10	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	менше 0,05
11	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	0,001
12	Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	0,18
13	Розчинений кисень	9,7
14	ХСК	18,0
15	pH	8,4

За об'єкт дослідження нами було взято водну поверхню у 2,5 га де було систематичне викидання стоків від промислових підприємств у р. Дніпро, в дану водойму була закачана вода з р. Дніпро, дана водойма була розділена на чотири ділянки, які були відділені одна від одної земельним валом. Ранньою весною в даній водоймі були взяті проби води, результатів аналізів наведені в таблиці 3.

Таблиця 2. Середньорічні концентрації забруднюючих речовин, що поступають з постійних водовипусків в р. Інгулець

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела постійного водовипуску, у тому числі		
		Саксаганське (Дзержинське) водосховище (портал) р. Саксагань, мг/дм <sup>3</sup>	Південна станція аерації КП «Кривбасводоканал» ГДС, мг/дм <sup>3</sup>	Гирло обвідного каналу, мг/дм <sup>3</sup>
1	Хлориди	641	493	440
2	Сульфати	1050	433	468
3	Мінералізація	2870	2028	1858
4	Азот амонійний	0,22	1,98	0,28
5	БСК <sub>5</sub>	10,0	15,0	3,4
6	Нітраги	1,9	45,0	35,1
7	Нітрити	0,06	3,12	0,12
8	Завислі речовини	16,0	15,0	20,2
9	Нафтопродукти	0,3	0,14	0,05
10	Залізо загальне	0,13	0,18	0,66
11	Феноли	0,001	0,001	0,001
12	Фосфати	0,20	3,95	0,02
13	Розчинений кисень	9,0	менше 4,0	менше 4,0
14	ХСК	36,0	80,0	21,9
15	pH	8,1	6,5-8,5	8,5

Таблиця 3. Вміст забруднюючих речовин у водоймі ранньою весною

Показники	Значення
Зважені речовини, мг/дм <sup>3</sup>	1100
Біологічне споживання кисню, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	850
Хімічне споживання кисню, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1200
Амонійний азот, мг/дм <sup>3</sup>	130

Зважені речовини в даній водоймі становили 1100 мг/дм<sup>3</sup>, хімічне споживання кисню – 1200 мг/дм<sup>3</sup>. Після трьох тижнів відстоювання води у водоймі був проведений повторний аналіз поверхневих вод (табл. 4). Аналізуючи показники води після трьох тижнів відстоювання можна зробити висновок, що якість води у водоймі поліпшилась, а хімічне споживання кисню знизилось з 1200 до 30,3 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Біологічне споживання кисню за переднього відбору води становило 850, після відстоювання води – 12,6 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Згідно з варіантом досліду першою водною ділянкою – контроль (без рослин), а іншою – рослина ейхорнія, відповідно до методичних указівок проводилися аналізи води у водоймах та проводився відбір рослинних зразків на біохімічний аналіз з різних періодів розвитку рослин.

**Таблиця 4. Показники якості води після трьох тижнів відстоювання води у водоймі**

Показники	Якість води після відстоювання
ХСК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30,3
БСК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	12,6
Жорсткість, мг-екв/л	2,6
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	23,6
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	77,0
Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	1,2
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	4,1
Амонійний азот мг/дм <sup>3</sup>	5,0
Зважені, мг/дм <sup>3</sup>	220,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	420,5

Після закінчення дослідження на кожній дослідній ділянці були взяті аналізи води на вміст у ній забруднювальних речовин, вони були різними залежно від наявних на дослідних ділянках рослин, так, хлориди у варіанті – з рослинами очерет та ейхорнія знижувалися відповідно до варіанту досліджень (табл. 5).

**Таблиця 5. Результати аналізу показників забруднювальних речовин у воді залежно від застосування різних варіантів досліджень під кінець вегетації рослин (середнє за 2012–2018 рр.)**

Контрольні показники води	Варіанти досліджень	
	Контроль (водойма без рослин)	Ейхорнія
ХСК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	17,3	7,0
БСК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	11,2	5,4
Жорсткість, мг-екв./дм <sup>3</sup>	2,4	2,0
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	22,6	12,5
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	57,0	39,1
Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	1,0	0,3
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	3,9	0,25
Амонійний азот, мг/дм <sup>3</sup>	5,0	0,96
Зважені, мг/дм <sup>3</sup>	180,0	39,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	380,5	10,4

### **Висновки.**

1. Річка Інгулець забруднена високомінералізованими промисловими водами підприємств м. Кривий Ріг. Кожного року для створення безпечних умов відпрацювання рудних покладів відкачується до 20 млн. м<sup>3</sup> шахтних

і 16–18 млн. м<sup>3</sup> кар'єрних вод. Ці води використовуються для поповнення зворотних систем водопостачання гірничо-збагачувальних підприємств, а їх надлишки збираються у накопичувачі балки Свистунова та в хвостосховищі Північного гірничо-збагачувального комбінату. Взагалі в накопичувачах та хвостосховищах акумулюється 40–50 млн. м<sup>3</sup> високомінералізованих вод, мінералізація яких 5,0–40,0 г/дм<sup>3</sup>.

2. Проектні режими роботи і правила експлуатації накопичувачів та хвостосховищ порушуються внаслідок їх переповнення надлишками шахтних та кар'єрних вод. Це негативно впливає на технічний стан гідротехнічних споруд, значно підвищує ризик негативних наслідків та небезпечних змін довкілля. Такі умови викликають необхідність здійснення періодичних дозованих скидів високомінералізованих вод у річки Саксагань та Інгулець. Згідно регламенту, що затверджується Кабінетом Міністрів України, щорічно скидається 10–20 млн. м<sup>3</sup> високомінералізованих вод. Внаслідок інтенсивної фільтрації солоних та забруднених вод з накопичувачів та хвостосховищ значно забруднюються підземні води. Таким чином, водні ресурси річки Інгулець зазнають значних негативних змін екологічного стану.

3. З метою запобігання виникнення надзвичайних ситуацій і техногенних катастроф у Кривбасі і за його межами, пов'язаних з відкачкою, використанням та тимчасовою акумуляцією значної кількості підземних вод, виникає необхідність у щорічному впровадженні заходів зі скиду надлишків зворотних вод в р. Інгулець. Нині, іншого, більш безпечного способу поведінки з надлишками зворотних (шахтних вод), поки не існує.

4. Повернення підземних шахтних вод, що утворилися внаслідок видобутку залізної руди у Криворізькому басейні, з господарської ланки кругообігу води в природні ланки, здійснюється за допомогою технічних споруд і засобів, штучно створеного ставка – накопичувача шахтних вод у балці Свистунова, шляхом їх скиду у р. Інгулець.

5. Вперше в умовах півдня України були проведені наукові дослідження з очищення поверхневих вод, які мали у хімічному складі надлишкову кількість хлоридів, сульфатів, фосфатів, нітратів, нафтопродуктів, фенолів за допомогою очерету, рогозу та ейхорнії. Як показали результати досліджень, найкращим очисником води від сторонніх домішок виявилась водна рослина ейхорнія. В подальшому планується проведення досліджень із даною рослиною для очищення водоймищ.

## **CONDITIONS FOR FORMATION OF INGULET IRRIGATION SYSTEM FUEL WATER QUALITY AND COMPLEX MEASURES TO IMPROVE IT**

<sup>1</sup>*Morozov O.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

<sup>1</sup>*Morozov V.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

<sup>2</sup>*Chaban V.O. – Candidate of Agricultural Sciences, docent*

<sup>1</sup> *Kherson State Agrarian and Economic University,*

<sup>2</sup>*Kherson State Maritime Academy*

*morozov-2008@ukr.net, morozov17041950@gmail.com, fito2011@i.ua*

The Ingulets River is polluted by highly mineralized industrial waters of the enterprises of Kryvyi Rih. Up to 20 million m<sup>3</sup> of mine water and 16-18 million m<sup>3</sup> of quarry water are pumped out every year to create safe conditions for ore mining. These waters are used to replenish the water supply systems of mining and processing enterprises, and their surpluses are collected in the storage of Svistunov beams and in the tailings of the Northern Mining and Processing Plant. In general, 40-50 million m<sup>3</sup> of highly mineralized waters, mineralization of which is 5-40 g/dm<sup>3</sup>, accumulate in reservoirs and tailings.

Design modes of operation and rules of operation of reservoirs and tailings are violated due to their overflow with excess mine and quarry water. This negatively affects the technical condition of hydraulic structures, significantly increases the risk of negative consequences and dangerous changes in the environment. Such circumstances necessitate periodic dosed discharges of highly mineralized waters into the Saksagan and Ingulets rivers. According to the regulations approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine, 10-20 million m<sup>3</sup> of highly mineralized waters are discharged annually.

Due to intensive filtration of salt and polluted water from reservoirs and tailings, groundwater is significantly polluted. Thus, the water resources of the Ingulets River undergo significant negative changes in the ecological state.

In order to prevent a number of emergencies and man-made disasters in Kryvbas and beyond, associated with the pumping, use and temporary accumulation of a significant amount of groundwater, there is a need for annual implementation of measures to discharge excess return water in the river Ingulets. Unfortunately, there is no other, safer way to deal with excess return (mine water).

The return of groundwater (mine) water, formed as a result of iron ore mining in the Kryvyi Rih basin, from the economic link of the water cycle to natural links, is carried out with the help of technical structures and means in the river Ingulets.

For the first time in the south of Ukraine, scientific research was conducted to clean the water surface, which contained an excess of chlorides, sulfates, phosphates, nitrates, petroleum products, phenols with reeds, cattails, eichhornia. According to the results of our research, the best water purifier from impurities was the aquatic plant Eichhornia. In the future, research will be continued with this plant for the purification of water bodies.

**Keywords:** irrigation, irrigation water quality, regulations, technical and biological treatment methods.

ЛІТЕРАТУРА

1. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води : монографія. Херсон: ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.
2. Морозов В.В., Морозов О.В., Ченіна Н.О., Козленко Є.В. Обґрунтування критеріїв якості поливної води для ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Грінь Д.С., 2018. Вип. 99. С. 45–56.
3. Морозов В.В., Козленко Є.В. Поліпшення якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Грінь Д.С., 2015. Вип. 91. С. 137–144.
4. Вожегова Р.А., Морозов В.В., Морозов О.В., Козленко Є.В. Рекомендації щодо обґрунтування меліоративних навантажень на землі Інгулецької зрошувальної системи. Херсон: ПП «ЛТ-Офіс», 2018. 64 с.
5. Балюк С.А., Ладних В.Я., Морозов О.В., Козленко Є.В. Шляхи покращення еколого-агромеліоративного стану земель Інгулецької зрошувальної системи. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2012. Вип. 81. С. 22–28.
6. Чабан В.О. Нові перспективи біологічного очищення стічних промислових відходів за допомогою ейхорнії товстоножкової. *Екологія*. Науково-методичний журнал. Вип. 220. Т. 232. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили. 2014. С. 89–91.
7. Чабан В.О. Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських рослин. *Наукові праці: наук. журн. нац. ун-т імені Петра Могили*. Миколаїв. 2018. Т. 318, Вип. 306. С. 77–80.
8. Чабан В.О. Очищення водного середовища за допомогою ейхорнії товстоножкової. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2014. Вип. 88. С. 314–319.

REFERENCES

1. Morozov V.V., Kozlenko Je.V. (2015). *Ingulec'ka zroshuval'na systema: pokrashhennja yakosti polyvnoi' vody : monografija* [The Ingulets irrigation system: improving the quality of irrigation water]. Kherson: PP «LT-Ofis». [in Ukrainian].
2. Morozov V. V., Morozov O. V., Chenina N. O., Kozlenco E. V. (2018). *Obgruntuvanya kriteriyv yakosti polyvnoy vody dly gruntiv Inguletskogo zroshyvanogo masivy* [Substantiation of irrigation water quality criteria for soils of Ingulets irrigated massif]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, Vol. 91, 137–144. [in Ukrainian].



3. Morozov V.V., Kozlenco E.V. (2015). *Polipshenya ykosti polivnoi vody Ingyletskoi zroshyvalnoi sisyemy* [Improving the quality of irrigation water of the Ingulets irrigation system]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, Vol. 99, 45-56. [in Ukrainian].
4. Vozegova R.A., Morozov V.V., Morozov O.V., Kozlenco E.V. (2018). *Recomendazii shodo obgruntuvania meliorativnux navantagen na zemli Ingyletskoi zroshyvalnoy sistemy* [Recommendations for substantiation of reclamation loads on the land of Ingulets irrigation system]. Kherson: PP «LT-Ofis». [in Ukrainian].
5. Balyk S.A., Ladnux V.Y., Morozov O.V., Kozlenco E.V. (2012). *Shlyxi pocrashenia ekologo-meliorativnogo stany zemel Ingyletskoy zroshyvalnoy systemy* [Ways to improve the ecological and agro-ameliorative condition of the lands of the Ingulets irrigation system]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, Vol. 81, 22–28. [in Ukrainian].
6. Chaban V.O. (2014). *Novi perspektivy biologichnogo othishenia stichux promuslovux vidhodiv za dopomogoy eyhorii tovstonozgkvoi* [New perspectives of biological treatment of industrial wastewater with the help of thick-legged eichhornia]. *Ecologiy*, Vol. 220, 89–91. [in Ukrainian].
7. Chaban V.O. (2018). *Biologithne othihenia prirodnyx vodoym vid shkidlivoy rethovinu za dopomogoy vodnux roslun dlya zroshenia likarskiz roslin* [Biological purification of natural reservoirs from harmful substances with the help of aquatic plants for irrigation of medicinal plants]. *Naukovi praci: nauk. zhurn. nac. un-t imeni Petra Mogyly. Mykolai'v*, Vol. 306, 77–80. [in Ukrainian].
8. Chaban V.O. (2014). *Othishenya. vodnogo seredovishia za dopomogoy eyhoriy tovstonozgkvoi* [Purification of the aquatic environment with eichhornia centipede]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, Vol. 88, 314–319. [in Ukrainian].

УДК 504.4:556:631:551.58:519.2:528.94  
DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.14>

## ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БАСЕЙНУ РІКИ ДНІПРО ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НА ВОДОЗБІРНІЙ ТЕРИТОРІЇ

*Пічура В.І. – д.с.-з.н., професор,*

*Потравка Л.О. – д.е.н., професор,*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет,  
pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com*

Однією з найбільших транскордонних річок Європи є Дніпро з площею басейну близько 511 тис. км<sup>2</sup>, 57,3 % якого розташовані в межах України. Басейн Дніпра охоплює понад 48 % території України й акумулює близько 80 % її водних ресурсів, які забезпечують продовольчі та питні потреби більше 70 % українців. Визначено, що значну роль у деструкції екологічної ситуації в басейні відіграють вирубування лісів, «хімізація» сільського господарства, гідромеліорація, створення та функціонування каскаду дніпровських водосховищ, інтенсивне використання водних ресурсів і скидання значних обсягів забруднених вод. Дослідження стану басейнових ландшафтних територіальних структур і типізацію території басейну Дніпра за ступенем агрогенної трансформації здійснено за авторськими методиками на основі ГІС і ДЗЗ-технологій. В результаті досліджень здійснена типізація суббасейнів у водозборі Дніпра, що дозволило виділити три групи за основними визначальними класифікаційними ознаками (лісистість, еродованість і розораність території, в т. ч. схилів). Встановлено, що близько 313 суббасейнів із загальною площею 172,5 тис. км<sup>2</sup> (33,7 % від площі водозбору Дніпра) мають слабку або помірну ступінь агрогенного порушення, 83 суббасейни (62,8 тис. км<sup>2</sup>, або 12,3 %) – середню ступінь порушення, 380 суббасейнів (275,7 тис. км<sup>2</sup> або 54 %) мають від сильного до катастрофічного ступеня агрогенного порушення та потребують першочергового розроблення та впровадження ґрунто- та водоохоронних заходів природокористування. Запропоновано концептуальну модель еколого-раціональної експлуатації території транскордонного басейну, обґрунтована ієрархічна модель організації геоінформаційно-аналітичної системи моніторингу та управління басейновим природокористуванням.

Ключові слова: водозбірний басейн, екологічний стан, ландшафтні територіальні структури, лісистість, еродованість, розораність, деградація, типізація, моделювання, річка Дніпро, ГІС, ДЗЗ.

---

**Постановка проблеми.** Загальна площа басейну ріки Дніпро складає 511 тис. км<sup>2</sup>, довжина річки в природному стані (до зарегулювання) становила 2285 км, тепер (після побудови каскаду водосховищ) – 2201 км, зокрема, у межах України – 1121 км, Білорусі – 595 км, Росії – 485 км.

Близько 19,8 % водозбірної площі басейну Дніпра знаходиться в межах шести областей Російської Федерації, 22,9 % – у межах п'яти областей Республіки Білорусь. Близько 57,3 % Найбільша частина водозбірної площі басейну (57,3 %), розташована в межах дев'ятнадцяти областей України.

Басейн Дніпра охоплює понад 48 % території України й акумулює близько 80 % її водних ресурсів, що забезпечують продовольчі та питні потреби більше 70 % українців. На території басейну ріки зосереджені великі промислові комплекси (розміщено понад 60 % вітчизняного промислового виробництва), сільськогосподарські угіддя (агрогенна трансформація басейну загалом складає більше 55 %, а в межах української частини басейну – більше 70 %), одні з найбільших міських агломерацій [1].

Основним джерелом формування водності ріки є снігові (50 %), дошові (24 %) і підземні води (26 %). Близько 80 % водності р. Дніпро формується у верхній частині її басейну. Водний стік Дніпра становить у середньому 53 км<sup>3</sup> на рік (у маловодні роки – не більше 32 км<sup>3</sup>). У басейні Дніпра протікає 15381 малих річок, сумарна їх довжина – 67156 км. Середня густина річкової мережі становить 0,30 км/км<sup>2</sup>. Сумарні прогнозні ресурси підземних вод у басейні складають близько 24,0 км<sup>3</sup>/рік, в т.ч. більше 13,0 км<sup>3</sup>/рік підземних вод, які не мають гідралічного зв'язку з поверхневим стоком [2–7].

Лісові ресурси на території басейну Дніпра розподілені дуже нерівномірно, їх площа складає близько 13,0 млн. га. Середній рівень лісистості становить 17 %, змінюючись від 25 % у верхній частині басейну до 15 %, 7 % і менше в середній і нижній частинах відповідно.

Біорізноманіття басейну ріки Дніпро нараховує більше 90 видів риб, близько 182 видів птахів і більше 2500 видів рослин, значна частина яких зосереджена на заповідних і територіях під особливою охороною. Існує більше 35 заповідних і природних територій під особливою охороною, що займають близько 1,6 % (8100 км<sup>2</sup>) загальної площі водозбору, 25 % із яких має штучне походження [2–7].

Обсяги використання водних ресурсів басейну Дніпра складають більше 5000 млн. м<sup>3</sup> на рік, якими живляться 50 великих міст і промислових центрів, понад 10000 підприємств, 2200 сільськогосподарських підприємств, понад 1000 комунальних господарств, а також зрошувальні системи Півдня України, переважна більшість якої розташовано у Херсонській області. З використаної води, близько 60 % припадає на виробничі потреби, на зрошення 13 %, на господарсько-питні потреби – 21 %, сільськогосподарське водопостачання – 2 % [2; 3].

Значну роль у деструкції екологічної ситуації в басейні відіграють вирубування лісів, «хімізація» сільського господарства, гідромеліорація,

створення та функціонування каскаду дніпровських водосховищ, інтенсивне використання водних ресурсів (більше 5000 млн. м<sup>3</sup> на рік) і скидання значних обсягів забруднених вод (більше 400 млн. м<sup>3</sup> на рік) тощо [1–12]. Така потужна за масштабами проявів і інтенсивністю впливу трансформація територій і акваторій басейну Дніпра зумовила пошук шляхів оптимізації природокористування та інтегрованого управління в басейні ріки.

**Постановка завдання.** Здійснити комплексну оцінку екологічного стану басейну Дніпра та типізацію водозбірної території за ступенем агрогенної трансформації, удосконалити механізм організації природокористування на території транскордонного басейну.

**Матеріали і методи досліджень.** Для оцінки геоecологічної ситуації в басейні ріки Дніпро за методикою М.С. Белова [13] використано базовий показник *Пб*, який представляє собою суму балів значень базових параметрів (табл. 1) і знаходиться в межах від 6 до 30 балів. За величиною базового показника розрізняють чотири рівні геоecологічної ситуації в річковому басейні: 1 – умовно задовільна геоecологічна ситуація, *Пб* = 6–12 балів; 2 – конфліктна геоecологічна ситуація, *Пб* = 13–18 балів; 3 – напружена геоecологічна ситуація, *Пб* = 19–24 бала; 4 – критична геоecологічна ситуація, *Пб* = 25–30 балів.

Дослідження стану басейнових ландшафтних територіальних структур у водозборі проводиться із застосуванням авторської методики великомасштабної оцінки неоднорідності мозаїчного агроландшафту та морфометричних характеристик рельєфу територій басейнів річок на основі ГС і ДЗЗ-технологій.

Дешифрування даних дистанційного зондування Землі та використання серії коректно каліброваних супутникових знімків *MODIS* (геометричне розрізнення – 230×230 м) забезпечують можливість визначення співвідношення просторового розподілу стабілізуючих (природні) та дестабілізуючих (агрогенні) угідь на великих транскордонних територіях басейнів річок. Джерело актуальних даних космічних знімків із різних супутникових апаратів розміщені на офіційному сайті геологічної служби США (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Просторову інтерпретацію диференціації дестабілізуючих угідь (розораність території) здійснено із використанням серії космічних знімків *MODIS* за квітень і серпень. Дешифрування знімків здійснюється на основі значень безрозмірного показника *NDVI* (нормалізованого диференціального вегетаційного індексу) в межах 0,3–0,4. Розораність території для всієї території басейну Дніпра визначалася за даними суперпозицій космічних знімків *MODIS* станом на 23.04.2020 р. і 13.08.2020 р.

**Таблиця 1. Шкала базових параметрів оцінки екологічної ситуації в річкових басейнах**

№ п/п	Параметри	Градація	Бал
1	Коефіцієнт густоти річкової мережі, км/км <sup>2</sup>	< 0,94	1
		0,94-1,04	2
		1,05-1,14	3
		1,15-1,24	4
		> 1,24	5
2	Лісистість території, %	> 70	1
		61-70	2
		51-60	3
		40-50	4
		< 40	5
3	Середня густина населення, люд./км <sup>2</sup>	< 5	1
		5-10	2
		11-15	3
		16-20	4
		> 20	5
4	Коефіцієнт господарського використання земель, %	< 20	1
		20-40	2
		41-60	3
		61-80	4
		> 80	5
5	Призначення річки	Рибогосподарське	1
		Питне	2
		Рекреаційне	3
		Транспортне	4
		Комплексне	5
6	Об'єм скиду забруднених вод, тис. м <sup>3</sup> /рік	< 5,0	1
		5,1-10,0	2
		10,1-15,0	3
		15,1-20,0	4
		> 20,0	5

Розподіл стабілізуючих угідь у значній мірі визначається просторовою диференціацією лісових масивів і лісополос. Враховуючи, що значення *NDVI* добре корелює з надземною фітомасою рослинності, дешифрування та визначення площ лісових масивів за даними *MODIS* слід визначати в пік їх вегетаційної активності (червень місяць) за максимальними значеннями *NDVI* – більше 0,8. Додаткове уточнення просторового розподілу хвойних лісів здійснюється за космічними знімками зимового періоду зі значеннями *NDVI* більше 0,6. Оперативне великомасштабне дослідження території водозбірного басейну річки за даними *MODIS* проводиться для приблизних оцінок розподілу стабілізуючих і дестабілізуючих угідь. Для

детальної оцінки на локальному територіальному рівні слід додатково використовувати космічні знімки супутникового апарату *Landsat* із просторовим дозволом до 15 м.

Важливим показником ерозії є ерозійний потенціал рельєфу, який визначається довжиною та крутизною схилу, експозицією схилу. Тому додатковими підсилюючими критеріями деструкції стану басейнових ландшафтних територіальних структур є їх морфометричні характеристики, інтерпретація яких забезпечує отримання додаткових растрових моделей розподілу схилів більше  $1^\circ$ , у т. ч. розораних схилів і схилів південної експозиції, які визначаються на основі цифрової моделі рельєфу (ЦМР) із використанням модуля *Surface of Spatial Analyst Tools* і *Overlay analysis*. Наступним кроком із застосуванням модуля *Zonal Statistics of Spatial Analyst Tools* програми *ArcGIS* визначається частка (у %) стабілізуючих і дестабілізуючих угідь, частка земель на схилах більше  $1^\circ$ , в т. ч. розораних схилів і схилів південної експозиції в межах структурних територіальних одиниць (суббасейнів) транскордонного водозбору.

Частка еродованої ріллі розраховується зі застосуванням регресійного рівняння [14] залежності еродованої ріллі від площі орних земель на схилах крутизною більше  $1^\circ$ , яке має наступний вигляд:

$$E_p = 1,726x_1 + 4,567, r^2 = 0,80, \quad (1)$$

де  $E_p$  – еродована рілля, %;

$x_1$  – площа орних земель на схилах більше  $1^\circ$ , %.

*Типізація території басейну за ступенем агрогенної трансформації* здійснюється у відповідності до авторської методики типізації територій водозбору та інтегральної оцінки їх стану за рівнем агрогенної трансформації та водно-ерозійної деструкції ландшафтних структур басейнів річок на основі ГІС-технологій дозволяє здійснювати просторову типізацію водозбірної території за станом агрогенної трансформації стану басейнових ландшафтних територіальних структур та інтенсивністю проявів водно-ерозійних процесів із застосуванням модуля кластерного аналізу *Grouping analysis of Spatial Statistics Tools of ArcGIS* [15–17]. Кластерний аналіз виконує процедуру класифікації, яка визначає природу кластеру в даних. Використовуючи вказану кількість груп, інструмент шукає рішення, в якому всі об'єкти в кожній групі найбільш схожі, а самі групи максимально відрізняються одна від одної. Ефективність групування (кластеризації) вимірюється за допомогою псевдо *F*-статистики Калінські-Харабаза (*Kalinski-Kharabaza*), яка також відображає подібність об'єктів в групі та відмінність між групами:

$$F = \frac{\left( \frac{R^2}{n_c - 1} \right)}{\left( \frac{1 - R^2}{n - n_c} \right)}, \text{ де } R^2 = \frac{SST - SSE}{SST}, \quad (2)$$

де  $SST$  – відображає різницю між групами;  $SSE$  – подібність усереднені групи;

$$SST = \sum_{i=1}^{n_c} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_v} (V_{ij}^k - \bar{V}^k)^2 \quad (3)$$

$$SSE = \sum_{i=1}^{n_c} \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_v} (V_{ij}^k - \bar{V}_i^k)^2 \quad (4)$$

де  $n$  – кількість просторових об'єктів;  $n_c$  – кількість просторових об'єктів у групі  $i$ ;  $n_j$  – кількість класів (груп);  $n_v$  – кількість змінних, які використовуються для групування об'єктів;  $V_{ij}^k$  – значення  $k$ -ї змінної для  $j$ -го просторового об'єкту в  $i$ -й групі;  $\bar{V}^k$  – середнє значення  $k$ -ї змінної;  $\bar{V}_i^k$  – середнє значення  $k$ -ї змінної в групі  $i$ .

Групування суббасейнів транскордонної водозбірної території здійснюється автоматично за шістьма показниками: стабілізуючі – лісистість; дестабілізуючі – розораність, частка територій зі схилами більше  $1^\circ$ , зі схилами південної експозиції, розораних схилів, наявність еродованої ріллі. Ступінь агрогенної трансформації стану ландшафтних територіальних структур транскордонного басейну здійснюється за трьома групами: I група – суббасейни з непорушеними та слабо порушеними ландшафтними територіальними структурами (ЛТС); II група – суббасейни з високим ступенем агрогенної трансформації ЛТС; III – суббасейни з високим ступенем агрогенної трансформації ЛТС і ґрунтово-ерозійною небезпекою.

Для інтегральної оцінки стану територій транскордонного водозбору за рівнем агрогенної трансформації та водно-ерозійної деструкції ландшафтних структур у межах різнопорядкових суббасейнів використовується метод просторової інтерполяції ймовірнісного кригінгу програми ArcGIS.

Ймовірнісний кригінг використовує змінні індикатори (від 0 до 1) і вихідні безперервні значення даних для розрахунку ймовірності їх відхилення від заданого значення середньої координати, якій надається значення близько 0,5. Значення 0,5 устанавлюється рівним гранично допустимій наявності частки площ дестабілізуючих чинників: загальна розораність ( $ЗР$ ) – менше 30 %, частка еродованої ріллі ( $Е$ ) – менше 20 %, частка розораних схилів ( $РС$ ) – менше 10 %, частка схилів південної експозиції ( $СПЕ$ ) – менше 25 %. У результаті геомодельовання створюють інтерполяційні растри вхідних значень у єдиних межах від 0 до 1, де значення

«0» відповідає низькому або мінімальному ступеню порушення басейнових ЛТС, значення «1» надано відповідно суббасейнам із максимальним або високим ступенем порушення ЛТС. Із використанням алгебри карт розраховується середньоарифметичне значення суми растрів розподілу дестабілізуючих чинників і створюється інтегральна модель (ІРМ) транскордонної водозбірної території за рівнем агрогенної трансформації та водно-ерозійної деструкції басейнових ЛТС:

$$IPM = \frac{3P + E + PC + СПЕ}{4} \quad (5)$$

Ступінь трансформації визначається за вимірною шкалою від 0 до 1, яка складається з 6-ти кількісно-якісних ділень: відсутня або слабка (0–0,1), помірна (0,1–0,3), середня (0,3–0,5), сильна (0,5–0,7), дуже сильна (0,7–0,8), катастрофічна (0,8–1,0).

Опрацювання та візуалізація статистичної, картографічної інформації та результатів дослідження здійснювалися за допомогою пакетів програм Statistica, ArcGIS.

**Результати досліджень та їх обговорення. Екологічний стан басейну ріки Дніпро.** В результаті проведення водоочисних заходів, що відбуваються з використанням застарілих і неефективних систем водовідведення та водоочистки, скидання забруднених вод у ріку Дніпро становить більше 400 млн. м<sup>3</sup> на рік. Окрім цього, спостерігаються систематичне забруднення ріки Дніпро каналізаційно-поверхневими стоками урбосистем приміської акваторії і розподілу поліютантів за її межами в напрямку течії. Таким чином, якість дніпровської води погіршується підвищеним рівнем біогенних речовин (азоту амонійного, фосфатів), які поступово акумулюються в напрямку течії р. Дніпро, а їх концентрація у поверхневих водах зростає у 6,4 рази [4]. Їх накопичення призводить до погіршення якості води практично за всіма гідрофізичними, гідрохімічними, гідробіологічними та санітарно-гігієнічними показниками. За значенням модифікованого індексу забруднення вода у середній та нижній течії річки Дніпро класифікується як «надзвичайно брудна». В майбутньому це загрожує біологічно-генетичною деградацією населення України та негативно позначиться на економічному розвитку господарського комплексу [18; 19]. Такі зміни загрожують екосистемі Дніпра екологічною катастрофою та повним її знищенням.

Ґрунти, поверхневі та підземні води транскордонної водозбірної території мають високий ступінь забруднення, їх очищення при наявних технологіях стає неможливим. Забруднення води та водозбірних ландшафтів великою кількістю хімічних сполук, більшість із яких не властива живому, призвело до зміни в багатьох річках басейну природного хімічного стану води й різко ускладнило одержання якісної питної води на очисних



спорудах. Негативне втручання людини в екосистему басейну р. Дніпро призвело до втрати та збіднення біорізноманіття. З початку XVII століття людська діяльність і зміни абіотичних факторів призвели до зникнення 238 видів біорізноманіття. Через широкомасштабну меліоративну діяльність зникла та скоротилася низка найбільш цінних, унікальних і еталонних спільнот дубових, ясеневих, липових, чорноольхових та ільмових лісів, а також флористичних і фауністичних комплексів. Установлено, що за останні 100 років зі складу флори зникли 25 видів вищих судинних, а близько 40 видів тварин втратили середовище існування. Заплава річки Дніпро на території України втратила свої природні характеристики в результаті будівництва каскаду водосховищ, великі площі ділянок із природною рослинністю були затоплені, що призвело до значних змін в екосистемі басейну ріки Дніпро.

Інтенсивне використання природних ресурсів басейну Дніпра призвело до серйозних екологічних проблем, основні з яких: зміна гідрологічного режиму поверхневих вод і поступове заболочення річок; затоплення та систематичне підтоплення територій; забруднення поверхневих і підземних вод; гідромеліорація земель; незадовільний технічний стан очисних споруд; забруднення радіонуклідами; процес евтрофікації; зміна й утрата природних екосистем і збіднення біорізноманіття; розвиток ерозійних процесів і абразія берегів [1–8].

У цілому стан біологічних ресурсів лісів, водно-болотних угідь і степів басейну є незадовільним. Екосистеми басейну ріки піддаються значним антропогенним впливам, особливо на території України. Біологічні ресурси басейну погіршуються та виснажуються швидкими темпами, що вимагає негайних дій щодо забезпечення їх відтворення та загального поліпшення екологічної ситуації в басейні.

Актуальною проблемою каскаду дніпровських водосховищ і особливо для Нижнього Дніпра є погіршення властивостей води в результаті евтрофікації водойм («цвітіння» води) – різкого підвищення біологічної продуктивності синьо-зелених водоростей (найчастіше спровокованої антропогенною діяльністю), що здійснює біологічне забруднення водойм обумовлене накопиченням у водній масі з'єднань біогенних речовин – сполук фосфору й азоту, які спричиняють різке зниження вмісту кисню у воді, підвищення рН, випадання в осад карбонату кальцію, гідроксиду магнію, що призводить до негативних наслідків для всієї екосистеми водойми. Після періоду «цвітіння» у мілководних зонах деструкція відмерлої біомаси синьо-зелених водоростей обумовлює надходження в придонний шар води їх мулових відкладень близько 17,1 тис. тонн мінерального азоту і 0,6 тис. тонн мінерального фосфору. Ємність поглинання мулу перевищує цей показник для ґрунтів і досягає 60 мг-екв на 100 г абсолютно сухого

мулу. Мілководні акваторії з евтрофним статусом формуються в зонах застою води з підвищеним температурним режимом і займають до 40 % площі каскаду дніпровських водосховищ – близько 2,8 тис. км<sup>2</sup>. Понижзя Дніпра має високий ступінь зарегулювання, на окремих ділянках акваторії індекс трофічного стану перевищує значення 70, що відповідає гіпертрофному статусу із брудними і дуже брудними поверхневими водами [8]. Тривале підсилення евтрофікації водоймищ дніпровського каскаду сприяє збільшенню концентрації біогенних елементів, домінуванню в фітопланктоні синьо-зелених водоростей, зниженню прозорості, зростанню вмісту органічної речовини, значному погіршенню водної екосистеми та зниженню біопродуктивності Дніпра. Питання ізоляції мілководних територій дніпровських водосховищ у минулі роки активно обговорювалося, розроблялися проекти обвалування, місцями споруджувалися дамби, однак проблема відновлення та раціонального використання затоплених ґрунтів донині не вирішена. Тому, одними із напрямів боротьби із біологічним забрудненням рік Дніпро у мілководних акваторіях є зниження щільності синьо-зелених водоростей шляхом їх вилучення та утилізації для видобутку біогазу (технологія переробки і видобутку горючого метану Кременчуцького національного університету) і виробництва біоорганічного добрива. Це дозволить забезпечити дешевим метаном і добривом фермерські господарства та поліпшити екологічний стан р. Дніпро, їх прибережних населених пунктів і місць відпочинку, збільшити продуктивність риби, а також знизити витрати на очищення питної води. Реалізація такого напрямку сприятиме вирішенню питань енергетичної незалежності і продовольчої безпеки регіонів України.

Актуальним на сьогодні є проблема прискорення процесів водної ерозії ґрунтів [9], яка відноситься до найбільш небезпечних деградаційних процесів, що завдають значних економічних і екологічних втрат [10]. Ерозія ґрунтів є потужним гідролого-екологічним фактором для водозбірної території р. Дніпро. Через переважаність водного потоку зваженими наносами прискорюється процес замулення річок, ставків і водосховищ території транскордонного басейну. Наноси, що відкладаються в руслах річок, порушують їх русловий процес. Більше того, через відкладання наносів багато малих річок у щільно населених районах уже перетворилися на ланцюг роз'єднаних б'єфів. Подібні річки недостатньо дреноють ґрунтові води, що призводить до систематичного підтоплення населених пунктів. Із продуктами ерозії в річки та водойми надходить значна кількість біогенних речовин. Яри та балки висушують територію, позбавляючи річки сталого ґрунтового живлення, крім того, ці процеси призводять до загальної деградації басейну річок, зниження врожайності та деградації агроландшафтів. Винесення зі змитим ґрунтом гумусу та поживних

речовин зумовлює погіршення його фізичних властивостей і зниження родючості, зниження на еродованих землях урожайності сільськогосподарських культур у середньому на 10–60 % і збільшення витрат на їх агро-меліорацію. Також, поступово відбувається абсолютне зменшення обсягів земельних ресурсів із високим ступенем родючості ґрунтів, що є основним засобом виробництва в землеробстві. Зокрема, щорічно ґрунти втрачають 400–500 кг/га органічної речовини, які майже не відновлюються. В Україні використовують в основному мінеральні добрива через відсутність органічних, які надходили з галузі тваринництва. Тваринництво щорічно продукувалося 270 млн. т гною, а нині – лише 20 млн. т. За останні 100 років вміст гумусу в чорноземах зменшився з 13–14 % до 3–5 %, а за останні 20 років, у середньому по Україні, цей показник зменшився на 0,22 % в абсолютних величинах – з 3,36 до 3,14 % [11]. Це свідчить про суттєві відхилення, оскільки для збільшення гумусу в ґрунті на 0,1 % в природних умовах необхідно 25–30 років.

Процеси замулення дніпровських водосховищ відбувається досить швидкими темпами. Середньорічне накопичення наносів у окремих водосховищах складають більше 22 млн. т на рік. За рахунок вимивання добрив із ґрунту зливовими стоками у водосховища надходить більше 10 тис. тонн мінерального азоту і 850 тонн мінерального фосфору. В результаті ґрунтово-ерозійних процесів концентрація азоту у воді щорічно збільшується на 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, без урахування часткового його надходження в донні відклади, які провокують «цвітіння» води. Переважно в окислювальних умовах навесні та восени мулисті відкладення виділяють за добу в середньому 27 мг/м<sup>2</sup> амонію і 0,7 мг/м<sup>2</sup> фосфору [12]. Після періоду «цвітіння» деструкція відмерлої біомаси синьо-зелених водоростей обумовлює надходження в придонний шар води їх мулових відкладень близько 17,1 тис. тонн мінерального азоту і 0,6 тис. тонн мінерального фосфору. Ємність поглинання мулу перевищує цей показник для ґрунтів і досягає 60 мг-екв на 100 г абсолютно сухого мулу. Для обмеження процесу евтрофікації водосховищ необхідно впроваджувати протиерозійні заходи, покращувати ґрунтові умови, які сприятимуть фіксації добрив, доцільно ізолювати території мілководдя. Питання ізоляції мілководних територій дніпровських водосховищ у минулі роки активно обговорювалося, розроблялися проекти обвалування, місцями споруджувалися дамби, однак проблема відновлення та раціонального використання затоплених ґрунтів донині не вирішена.

Ґрунтовий покрив мілководних ділянок до затоплення відрізнявся строкатістю, переважали ґрунти високого та середнього рівнів родючості. Низькородючі ґрунти (піщані, змиті, сильно солонцюваті) займали близько 25 % території. Із початком затоплення ґрунтів навесні й до періоду скидання води в ґрунтах мілководь відбуваються деструктивні процеси, що

сприяють вивільненню біогенних елементів і їх міграції в товщу води та перерозподіл у нижній профіль ґрунту. Органічна речовина в ґрунтах постійно оновлюється за рахунок щорічного надходження біомаси вищої водної рослинності та відмерлих водних організмів – органічного детриту. Його перетворення супроводжується зміною мінерального складу ґрунтів, причому активно проявляється процес елювіювання – руйнування алюмосилікатної частини та збіднення верхнього шару ґрунтів півтораоксидами.

Вищеперелічені негативні процеси призвели до деградації всієї екосистеми басейну Дніпра, зокрема до погіршення якості води. Це значно ускладнило проблему одержання якісної питної води на водопровідних станціях. Водопровідні очисні споруди вже не можуть перешкодити надходженню до питної води значної кількості неорганічних і органічних забруднюючих речовин, які становлять загрозу здоров'ю населення України. Проблема загострюється також через застарілі технології підготовки питної води, які передбачають застосування хлору, зокрема для знешкодження продуктів розпаду фітопланктону, внаслідок чого в питній воді утворюється велика кількість токсичних канцерогенних хлороорганічних сполук, що мають кумулятивну дію. Неякісна вода є однією з причин зростання рівня таких захворювань, як злоякісні новоутворення, хвороба шлунку, печінки тощо. В результаті аналізу еколого-демографічної ситуації за останні 26 років встановлено [20], що найбільш інформативними індикаторами захворюваності, які відображають порушення екологічного стану екосистеми басейну Дніпра, є прояви злоякісних пухлин і захворюваність сечової системи в людини. Співвідношення кількості вперше зареєстрованих випадків у людей злоякісних новоутворень до загальної чисельності постійно проживаючого населення в містах басейну Дніпра за період спостережень підвищилось в 1,2–1,8 рази. В структурі онкозахворювань населення України переважають на злоякісні новоутворення органів травлення – близько 28 %, статевих органів – до 21 %. Захворюваність сечостатевої системи за останні 26 років збільшилась у 1,7 рази.

**Геоекологічна ситуація та стану басейнових ландшафтних територіальних структур на водозбірній території ріки Дніпро.** У відповідності до методики М. С. Белова [13] нами визначена оцінка поточної екологічної ситуації в басейні Дніпра. За сумою базових показників вона розцінюється як критична ( $Пб = 25$  балів): середня густина річкової мережі – 0,30 км/км<sup>2</sup>, максимальне значення 0,50–0,70 км/км<sup>2</sup> ( $Пб = 1$  бал); лісистість території – 34,3 % ( $Пб = 5$  балів); середня густина населення – 47,7 люд./км<sup>2</sup> ( $Пб = 5$  балів); коефіцієнт господарського використання земель більше 60 % ( $Пб = 4$  бали); призначення річки – комплексне ( $Пб = 5$  балів); за даними Дніпровського басейнового управління водних ресурсів у поверхневі води басейну Дніпра щорічно скидається

стічних вод від 2918 млн. м<sup>3</sup> до 3446 млн. м<sup>3</sup>, у тому числі чистих і нормативно-очищених – 78,0 %, забруднених – 22,0 % (*Пб* = 5 балів).

За авторською методикою оцінки неоднорідності мозаїчного агроландшафту та морфометричних характеристик рельєфу територій басейнів річок на основі ГІС і ДЗЗ-технологій здійснена великомасштабна оцінка просторової диференціації середовищестабілізуючих угідь (лісів), яка показала, що лісистість басейну Дніпра за окремими його суббасейнами варіює від 0 % до 95 % (рис. 1а): 516 суббасейнів із загальною площею 324,4 тис. км<sup>2</sup> (63,5 % від площі водозбору Дніпра) мають менше 20 % лісних масивів; ступінь лісистості в межах 20–40 % мають 143 суббасейни з площею 110,1 тис. км<sup>2</sup> (21,5 %); лісистість більшу 40 % мають 117 суббасейнів із площею 76,5 тис. км<sup>2</sup> (15 %).

Розораність в окремих суббасейнах розподілена достатньо нерівномірно (рис. 1б): 299 суббасейнів (32,3 % від площі водозбору Дніпра) мають високостійкі та стійкі ландшафти з розораністю 30 % і менше; середню та мінімальну стійкість ландшафтів (розораність – 30–40 %) мають 61 суббасейн (12,9 %); розораність у межах 40–50 % і відповідно граничностіткі ландшафти мають 72 суббасейни (18,2 %); нестійкий і руйнівний ступінь (більше 50 %) ландшафтів мають 344 суббасейни (42,0 % водозбору Дніпра). Така структура просторової диференціації співвідношення розораності та лісистості у водозборі вказує на значну трансформацію ландшафтних структур більше ніж 60 % території басейну Дніпра.

Ерозійна небезпека водозбірних суббасейнів залежить від наявності частки агроландшафтів із схилами крутизною більше 1°. Близько 72 % водозбірних суббасейнів мають більше 20 % ландшафтів, що розміщені на схилах (рис. 1в). Установлено, якщо частка схилів південної експозиції перевищує 25 %, то рельєф басейну характеризується підвищеним ерозійним потенціалом при сніготаненні. Майже 12,7 % території басейну віднесені до цієї категорії (рис. 1г). Розораність схилів окремих суббасейнів досягає 64 %, у т. ч. 180 суббасейнів (25,0 %) мають частку розораних схилів більше 20 % (рис. 1д). Ступінь еродованості ґрунтів (рис. 1е) варіює від 0,13 % (відсутня) до 74,5 % (катастрофічна). Від середнього до катастрофічного ступеню еродованості ґрунтів мають 340 суббасейнів із загальною площею 250,8 тис. км<sup>2</sup> (49,0 %).

**Типізація території басейну за ступенем агрогенної трансформації.** Оцінка екологічної ситуації в басейні ріки Дніпро проведена за авторською методикою типізації територій водозбору та узагальненої оцінки його стану за рівнем агрогенної трансформації та водно-ерозійної деструкції ландшафтних структур басейнів річок на основі ГІС-технологій. Типізація різнопорядкових суббасейнів у водозборі Дніпра здійснена з використанням інструменту Grouping analysis of Spatial Statistics Tools за комплексом показ-

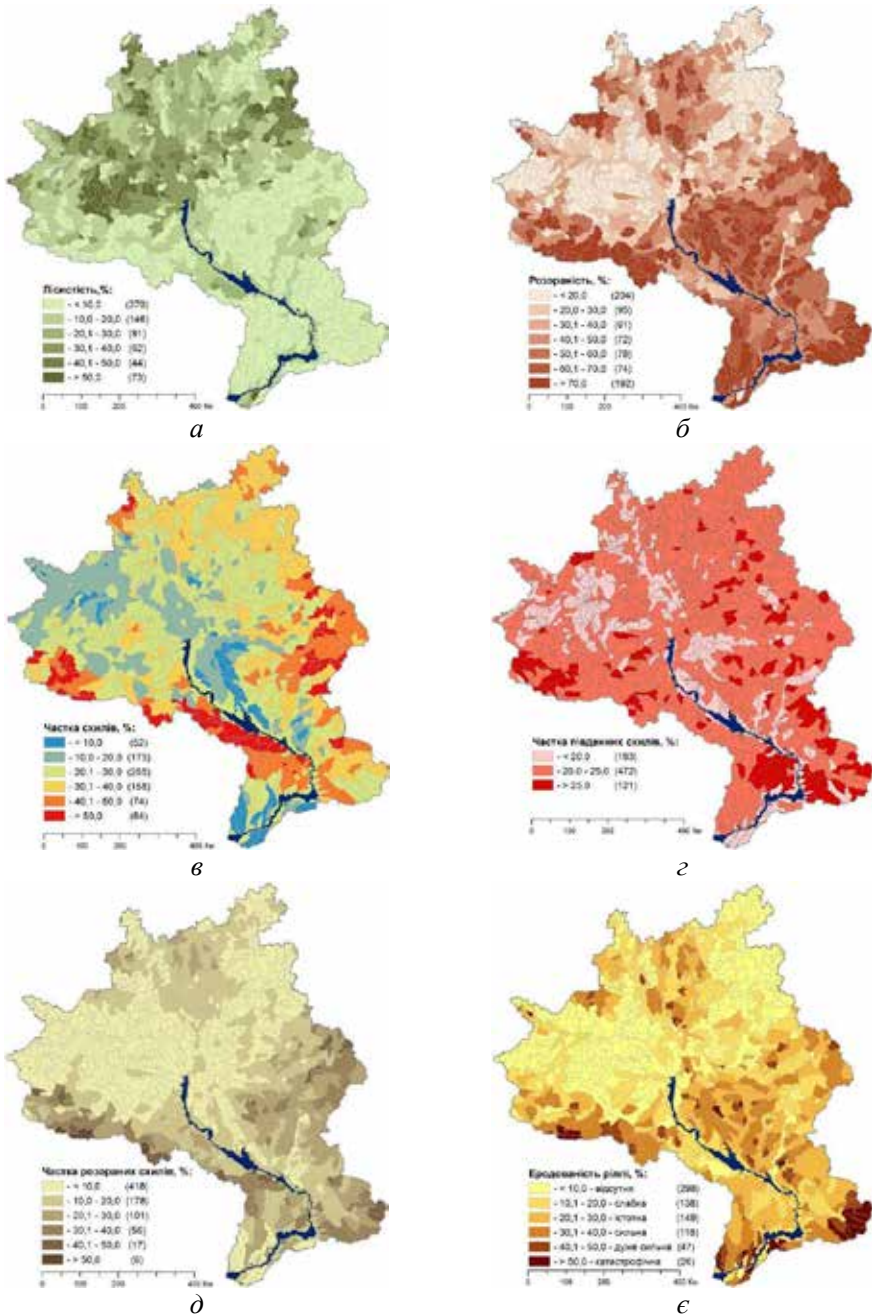


Рис. 1. Просторові моделі розподілу стабілізуючих і дестабілізуючих складових стану базейнових ландшафтних структур (%) у водозборі р. Дніпро: а – лісистість; б – розораність; в – частка схилів; г – частка схилів південної експозиції; д – розораність схилів; е – еродованість рілля

ників (табл. 2): лісистість, розораність, частка схилів більше 1°, частка розораних схилів, частка схилів південної експозиції та еродованість ґрунтів. Це дозволило виділити три групи (рис. 2, табл. 3) за основними визначальними класифікаційними ознаками (лісистість, еродованість і розораність території, в т. ч. схилів). Розораність і еродованість ґрунтів дає уявлення про масштабні результати тривалого агрогенного навантаження та сучасного стану ландшафтних територіальних структур басейну р. Дніпро [21].

**Таблиця 2. Розподіл різнопорядкових суббасейнів за чинниками агрогенної трансформації стану басейнових ландшафтних структур водозбору р. Дніпро**

Показники		Частка в границях водозбірних суббасейнів, %						Всього, км <sup>2</sup>
		<10	10-20	20-30	30-40	40-50	>50	
Лісистість	S	198792,7	125631,1	59463,7	50640,4	31467,0	45005,1	511000
	%	38,9	24,6	11,6	9,9	6,2	8,8	100
Розораність	S	40865,2	57972,2	66104,7	38574,2	93048,6	214435,1	511000
	%	8,0	11,3	12,9	7,5	18,2	42,0	100
Схилів більше 1°	S	16612,51	92872,06	176890,4	134982,5	48567,1	41075,44	511000
	%	3,3	18,2	34,6	26,4	9,5	8,0	100
Розораних схилів	S	223917,6	159686,1	77119,09	38679,22	9297,2	2300,799	511000
	%	43,8	31,2	15,1	7,6	1,8	0,5	100
Еродованість ріллі	S	151620,3	108608,2	117436,6	88332,11	29523,4	15479,4	511000
	%	29,7	21,3	23,0	17,3	5,8	3,0	100

**Таблиця 3. Типізація суббасейнів у водозборі Дніпра за рівнем агрогенної трансформації стану ландшафтних територіальних структур**

Групи	Розораність	Лісистість	Еродованість ріллі	Частка схилів	Розораність схилів	Частка схилів південної експозиції
	%					
I	19,3±8,7	29,8±11,5	5,8±4,3	26,4±8,9	5,0±3,8	21,3±2,2
II	75,7±15,1	6,9±4,4	21,5±11,4	16,6±8,0	12,1±6,3	20,9±2,8
III	66,7±11,2	7,4±4,8	33,2±11,0	44,0±13,2	28,2±10,1	24,9±2,8

До I групи увійшли суббасейни з непорушеними та слабко порушеними ландшафтними структурами, де частка ріллі складає в середньому близько 19 %, в т. ч. на схилах 5 %, середнє значення лісистості становить приблизно 30 %. До цієї групи увійшли водозбори річок, розташовані в верхній течії річки, загальна їх кількість склала 373 суббасейни загальною площею 224,2 тис. км<sup>2</sup> (43,9 % території басейну).

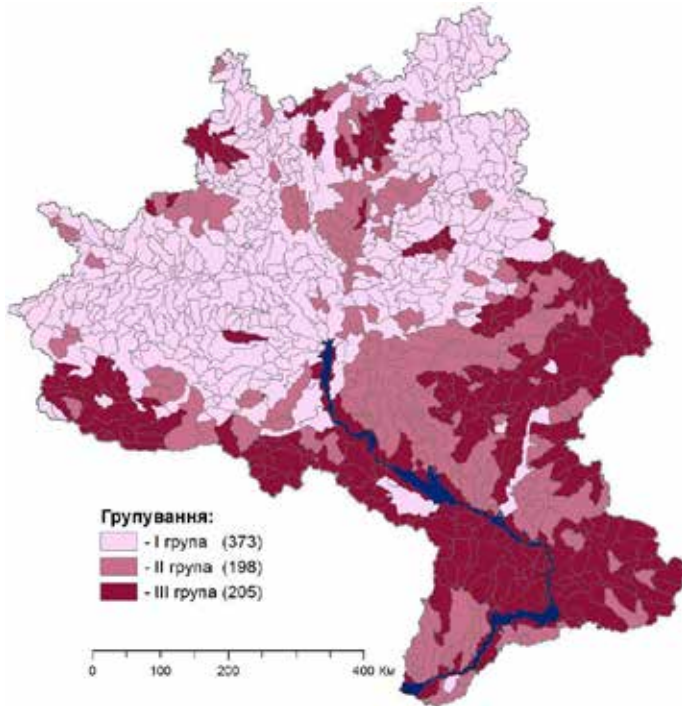


Рис. 2. Просторове групування транскордонної водозбірної території р. Дніпра за ступенем агрогенної трансформації басейнових ландшафтних територіальних структур

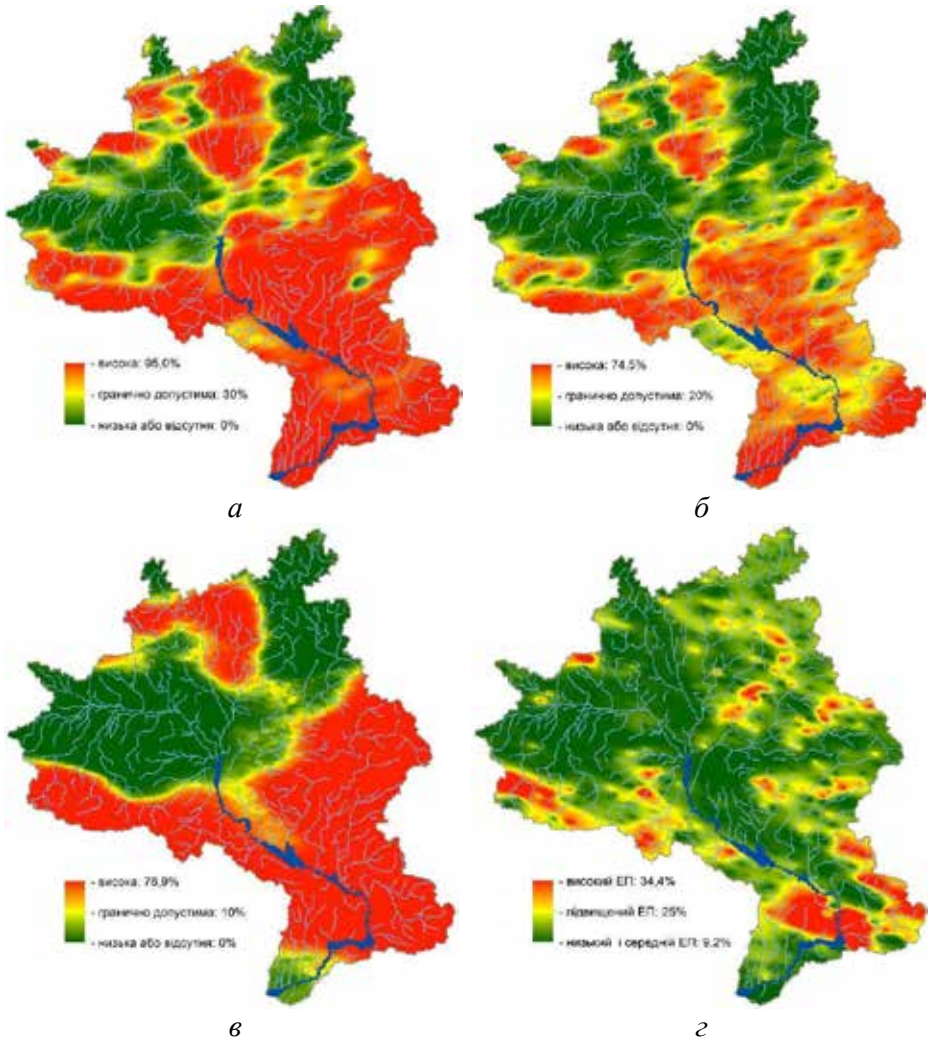
*Друга група* характеризується високим ступенем агрогенної трансформації ландшафтів із часткою ріллі близько 76 %, істотною та сильною еродованістю та низьким рівнем лісистості території – 7 %. До цієї групи увійшло 198 суббасейнів загальною площею 116,6 тис. км<sup>2</sup> (22,8 %).

До *III групи* увійшли суббасейни з часткою ріллі близько 67 %, сильною та дуже сильною еродованістю, низьким рівнем лісистості території – 7 %, високою часткою розораних схилів – до 38 % і більше та підвищеним їх ерозійним потенціалом. Будівництво на Дніпрі каскаду водосховищ призвело до затоплення понад 50 тис. км<sup>2</sup> і підтоплення 10 тис. км<sup>2</sup> продуктивних земель і докорінної зміни умов природного водообміну, який уповільнився до 30 разів [22]. Тому прибережний суббасейн IX порядку головного русла р. Дніпро в межах України віднесений до третьої групи трансформації ландшафтних структур. До цієї групи увійшли 205 суббасейнів (33,3 % водозбору). Території суббасейнів, що увійшли до I групи, віднесені до зони мішаних лісів, II і III груп – до зон Лісостепу та Степу.

Для визначення інтегрального значення ступеню агрогенної трансформації ландшафтних територіальних структур різнопорядкових суббасейнів на



території водозбору р. Дніпро здійснені просторова інтерполяція та нормування окремих дестабілізуючих показників із застосуванням методу імовірного кригінгу (рис. 3). На основі отриманих растрових моделей за авторською вимірювальною шкалою від 0 до 1 визначено 6 категорій суббасейнів за ступенем їх агрогенної трансформації з урахуванням потенціалу прояву водно-ерозійних процесів (рис. 4): відсутня або слабка (0–0,1), помірна (0,1–0,3), середня (0,3–0,5), сильна (0,5–0,7), дуже сильна (0,7–0,8), катастрофічна (0,8–1,0).



**Рис. 3. Розподіл значень дестабілізуючих показників стану басейнових ландшафтних територіальних структур у водозборі р. Дніпро:**  
а – розораність, %; б – еродованість ґрунту, %; в – розораність схилів, %;  
з – схили південної експозиції, %

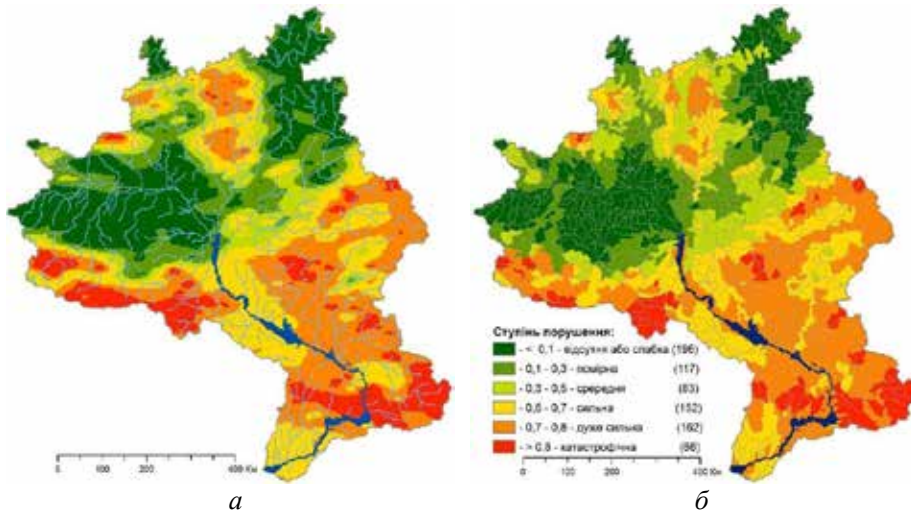


Рис. 4. Ступінь порушення різнопорядкових суббасейнів із урахуванням потенціалу прояву водно-ерозійних процесів:

*a* – порушення ландшафтних територіальних структур;

*б* – порушення різнопорядкових суббасейнів

Близько 313-ти суббасейнів із загальною площею 172,5 тис. км<sup>2</sup> (33,7 % від площі водозбору Дніпра) мають слабку або помірну ступінь агрогенного порушення, 83 суббасейни (62,8 тис. км<sup>2</sup> або 12,3 %) – середню ступінь порушення, 380 суббасейнів (275,7 тис. км<sup>2</sup> або 54 %) мають від сильного до катастрофічного ступеня агрогенного порушення (табл. 4) та потребують першочергового розроблення та впровадження ґрунто- та водоохоронних заходів природокористування.

Головним критерієм дестабілізації агроландшафтів транскордонного басейну Дніпра є висока розораність. У такій ситуації найефективнішим інструментом поліпшення екологічного стану території є обґрунтоване скорочення ріллі на користь інших угідь або земель екологічного фонду.

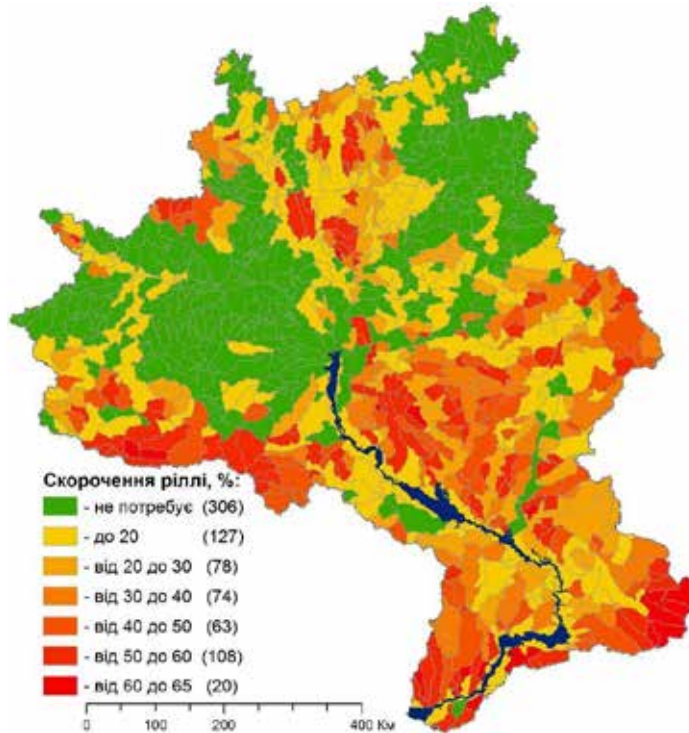
Згідно з підходом М.І. Лопирьова [23], стійкість ландшафтів до антропогенного впливу можна оцінити в співвідношенні площі ріллі до площі природних угідь. Мінімально стійкий стан досягається, якщо це співвідношення дорівнює 40:60. У басейні р. Дніпро ця пропорція становить 60:40. Для досягнення мінімальних показників стійкості басейнових ландшафтних територіальних структур необхідно в межах 470-ти суббасейнів (рис. 5) скоротити ріллю на 7900 тис. га.

Оскільки орні землі є основним джерелом сільськогосподарської продукції та запорукою продовольчої безпеки країни, їх правове використання суворо контролюється. Переведення сільськогосподарських земель в інші категорії допускається тільки у виняткових випадках, пов'язаних із

містобудівною, промисловою та політичною діяльністю, а також непридатністю земель для здійснення сільськогосподарського виробництва.

**Таблиця 4. Градація водозбірних суббасейнів за ступенем агрогенного порушення ландшафтних територіальних структур басейну р. Дніпро**

Ступінь порушення		Кількість басейнів, шт.	Частка суббасейнів, %	Площа, км <sup>2</sup>	Частка площі, %
Відсутня або слабка	< 0,1	196	25,3	97728,4	19,1
Помірна	0,1-0,3	117	15,1	74761,7	14,6
Середня	0,3-0,5	83	10,7	62765,9	12,3
Сильна	0,5-0,7	152	19,6	100023,5	19,6
Дуже сильна	0,7-0,8	162	20,9	138179,5	27,1
Катастрофічна	> 0,8	66	8,5	37541,0	7,3
Всього		776	100,0	511000,0	100,0



**Рис. 5. Необхідність зменшення сільськогосподарського навантаження на басейн ріки Дніпро**

**Механізм організації природокористування на території басейну Дніпра. Визначення зазначених проблем життєдіяльності суспільства сто-**

совно як господарської діяльності, так і безпеки життя потребує зусиль у напряму розробки нових теоретико-методологічних і прикладних засад організації басейнового природокористування на водозбірній території ріки Дніпро на основі інтегративного підходу, басейнових позиційно-динамічних, адаптивно-ландшафтних, геосистемних принципів і з урахуванням обов'язковості впровадження протиерозійної організації територій для поліпшення екологічної ситуації в басейновій екосистемі р. Дніпро у відповідності до вимог Закону України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року».

На сьогоднішній день існує низка проблем, які потребують першочергового вирішення на рівні міждержавного співробітництва та державного контролю в басейні Дніпра:

- моніторинг і контроль у країнах транскордонного басейну є незгодженим, що унеможливорює надання достовірної оцінки змін стану навколишнього середовища, здійснення раціональної господарської діяльності та інших заходів;

- отримана інформація рідко використовується для забезпечення процесів інформованого планування та розроблення управлінських заходів для екологічного оздоровлення транскордонного басейну, в результаті чого ці процеси часто носять суб'єктивний характер і залежать від особистих думок окремих осіб;

- на міждержавному, державному та регіональному рівнях відсутня або відзначається недостатня координація співпраці між відповідними органами управління та громадськістю щодо реалізації можливостей поліпшення екологічного стану басейну, але при цьому відзначено розуміння необхідності більш тісної співпраці з оздоровлення транскордонного басейну;

- водокористувачі, представники виборних органів і органів місцевого самоврядування, а також населення та громадські, екологічні організації слабо поінформовані та не залучені до процесів оцінки екологічного стану басейну та прийняття узгоджених планів і природоохоронних заходів щодо його поліпшення;

- більшість планів реалізації природоохоронних заходів, що здійснюватимуться в рамках відомчих обласних програм, не мають басейнового характеру, що не дозволяє досягти хороших результатів у забезпеченні сталого розвитку території транскордонного басейну;

- відсутній або недостатній інформаційний обмін між суб'єктами моніторингу, які перебувають у структурі різних відомств, що не дозволяє здійснювати якісну та своєчасну оцінку екологічного стану та прийняття ефективних управлінських рішень;

– відсутні методологія та методики, які дозволяють ефективно та всебічно оцінити поточний стан басейну річки, прогнозувати розвиток ситуації та розкрити шляхи оптимізації землекористування в межах єдиного водозбірного комплексу;

– відсутня концептуальна модель еколого-раціональної експлуатації території транскордонного басейну річки як цілісної позиційно-динамічної просторово-організованої системи;

– впровадження басейнового принципу управління на водозбірній території ріки Дніпро перебуває в початковій стадії й вимагає його розвитку та практичного впровадження.

У зв'язку з цим необхідно змінити існуючу ситуацію для забезпечення можливості розроблення ефективних заходів басейнового природокористування з метою вирішення ґрунтозахисних і гідроекологічних проблем.

Для цього найбільш перспективним є розроблення та впровадження концептуальної моделі еколого-раціональної експлуатації території транскордонного басейну (рис. 6) на основі геоінформаційно-аналітичної системи моніторингу та управління басейновим природокористуванням, методики визначення структури земельного фонду водозбору та розроблення проекту басейнової організації природокористування на території водозбору ріки з використанням ГІС і ДЗЗ-технологій.

Раціональне природокористування, засноване на концептуальній моделі еколого-раціональної експлуатації території транскордонного басейну, крім оптимізації використання природних ресурсів, повинне забезпечити підтримку механізмів їх відтворення шляхом пошуку оптимальних сценаріїв природокористування, які будуть формувати перспективи ефективного територіального розвитку та оздоровлення гідроеко системи р. Дніпро. Для цього найбільш перспективним є впровадження геоінформаційно-аналітичної системи (ГІАС) [24; 25] підтримки басейнового природокористування, яке передбачає систематизацію різнорівневої та галузевої інформації моніторингових спостережень із метою організації ґрунто- та водоохоронних заходів.

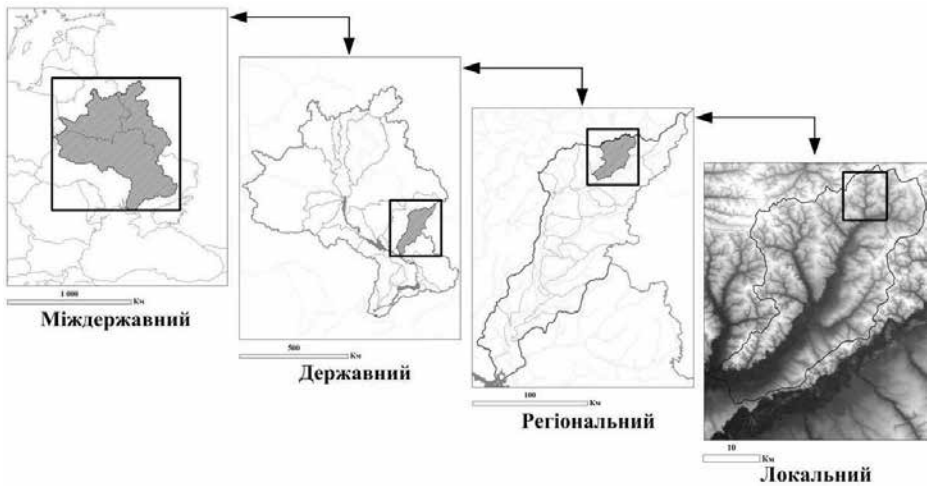
Інформаційною одиницею ГІАС є річковий басейн, що представляє собою природно-господарську систему, в якій взаємопов'язані та взаємозумовлені всі види використання природних ресурсів, що здійснюються на його території. Басейн також виступає в якості інтегральної природно-господарсько-демографічної системи, яка є найбільш ефективним об'єктом управління. Створення інтегрованої багаторівневої ГІАС басейнового природокористування повинне здійснюватися на основі інформаційних ресурсів і взаємодії спеціально уповноважених координаційних органів, які обов'язково мають містити чотири ієрархічні рівні моніторингу та управління (рис. 7).



Рис. 6. Концептуальна модель еколого-раціональної експлуатації території транскордонного басейну

На міждержавному рівні здійснюється синтез екологічного стану екосистеми всього транскордонного басейну Дніпра. Головним міждержавним координуючим органом на цьому рівні повинна стати новостворена єдина міждержавна басейнова рада р. Дніпро, до якої ввійдуть члени сусідніх державних басейнових рад і будуть взаємодіяти один із одним. На державному рівні здійснюється синтез екологічного стану окремих суббасейнів основних приток ріки Дніпро. На цьому рівні основними координаторами є міжвідомчі басейнові комісії. На регіональному рівні здійснюється синтез екологічного стану суббасейнів нижчого порядку в межах окремих басейнів основних приток р. Дніпро. До складу басейнових комі-

сій входять представники різних рівнів державного управління екологічною безпекою країни. На локальному рівні здійснюється синтез екологічного стану та впровадження басейнової концепції природокористування, які формують межі окремих землекористувачів і за площею відповідають суббасейнам 5–4-го і нижчого порядку.

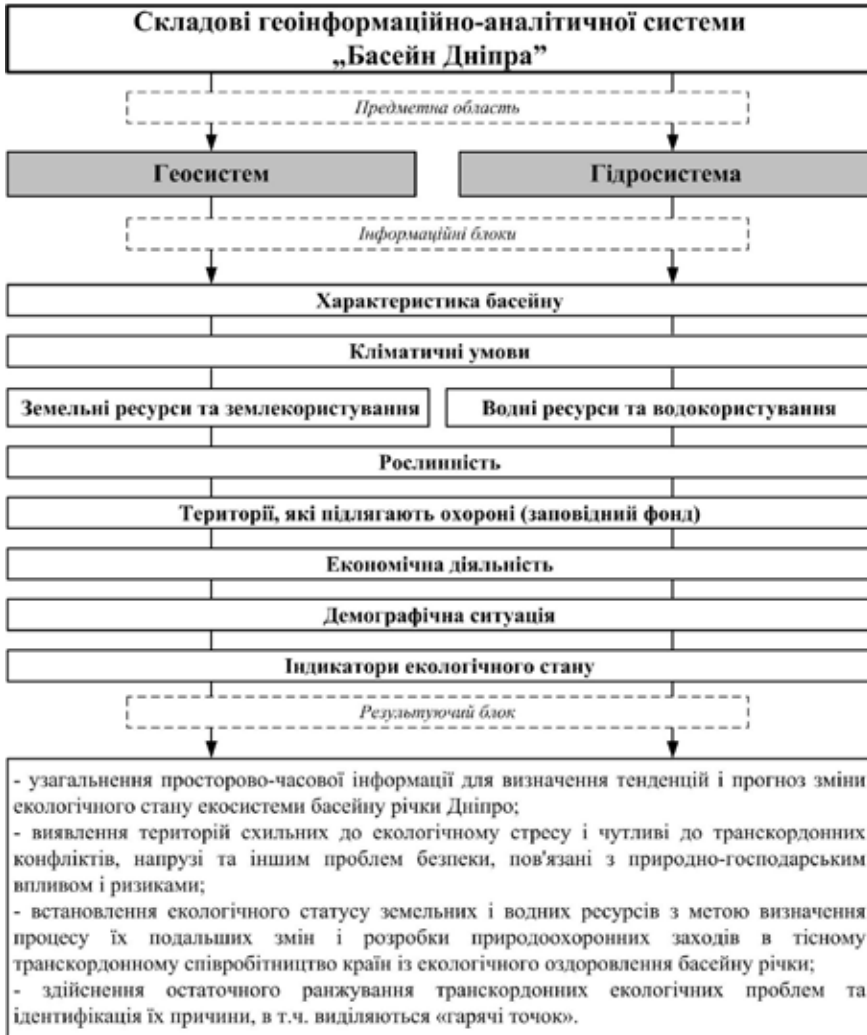


**Рис. 7. Ієрархічні рівні інтегрованої багаторівневої геоінформаційно-аналітичної системи моніторингу та управління басейнового природокористування у водозборі р. Дніпро**

Структурно запроєктована ГІАС представляє собою логічну модель, яка включає три підсистеми – базу даних, спеціальну програмну підтримку та аналітичний блок. Аналітичний блок ГІАС включає методи, алгоритми та програми, орієнтовані на предметну область. У рамках системи розглядаються дві предметні області досліджень (рис. 8) – «Гідросистема» та «Геосистема».

Для комплексного аналізу екологічного стану басейну р. Дніпро в ГІАС необхідно виокремлювати наступні інформаційні блоки та показники: характеристика басейну (показники: морфологічні та морфометричні особливості, адміністративно-територіальний і басейновий розподіл тощо); кліматичні умови (показники: температура повітря, опади, кліматична енергетика тощо); водні ресурси та водокористування (показники: гідрологічні та гідрохімічні особливості тощо); земельні ресурси та землекористування (показники: частка основних видів землекористування, наявність орних земель тощо); рослинність (показники: природні угіддя, ліси тощо); території, які підлягають охороні (заповідний фонд); економічна діяльність (показники: валовий внутрішній продукт, індекс

демографічного навантаження тощо); демографічна ситуація (показники: щільність населення, міграція, захворюваність, смертність, народжуваність та ін.); індикатори екологічного стану (показники: ерозійні процеси, фактори впливу на екологічний стан тощо).



*Рис. 8. Структурна схема ГІАС «Басейн Дніпра»*

У відповідності до нашої методики визначення структури земельного фонду водозбору та розроблення проекту басейнової організації природокористування на території водозбору річки з використанням ГІС і ДЗЗ-технологій [26; 27] основою просторової організації територій



водозбору на басейнових принципах є реорганізація структури угідь, яка повинна включати наступні етапи: 1 – землевпорядкування ріллі на основі позиційно-динамічних і басейнових принципів; 2 – проєктування лісних насаджень; 3 – проєктування водоохоронних зон; 4 – раціоналізація використання кормових угідь; 5 – проєктування рекреаційних зон; 6 – виявлення нових природних резерватів.

У проєктах басейнової організації природокористування на території водозбору річки необхідно аналізувати співвідношення двох основних груп земель: господарського використання та природних непорушених комплексів або слабопорушених людською діяльністю, що становлять екологічний фонд земель і виконують найважливіші еколого-біосферні функції, або «екологічні послуги».

Для розроблення проєктів басейнового природокористування визначені послідовні етапи дій: актуалізація великомасштабних цифрових картографічних матеріалів для об'єкта проєктування за даними супутникового зондування Землі; ГІС-картографування ландшафтних структур на основі позиційно-динамічної та басейнової структуризації території, що представляє сучасну еколого-господарську ситуацію; польові обстеження земельного фонду для визначення його цільового використання та екологічного стану; діагностика еколого-господарського балансу земель і ступеня їх природної захищеності; екологічне облаштування земель, прилеглих до гідрографічної мережі, шляхом закріплення ландшафтної обґрунтованих меж прибережних і водоохоронних зон; ландшафтне картографування типів ріллі за градаціями ухилів із визначенням пріоритетних робочих ділянок для біологізації землеробства; оптимізація структури сільськогосподарських угідь: обґрунтування територій, що відводяться під культурні пасовища з багатокомпонентними та цільовими одно- та багатолітніми травами, овочівництва, лісомеліорації, залуження земель і реалізації програм із консервації порушених, деградованих і малопродуктивних угідь; територіальне виділення нових функціональних зон – природних територій під особливою охороною; розроблення першочергових і перспективних заходів для досягнення цільових показників проєкту; обґрунтування розміщення системи екологічного моніторингу: показники досліджень, точки відбору проб, методика та періодичність відбору; створення та наповнення ГІАС «Басейн Дніпра».

Розроблення та впровадження відповідних ґрунто- та водоохоронних заходів із облаштування водозбірної території р. Дніпро мають бути переведені в науково-правову площину організації природокористування на рівні басейнів 5–4-го порядків і нижче [26; 27] із забезпеченням відповідних землевпорядних дій із застосуванням геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування Землі.

**Висновки.**

1. Визначено, що інтенсивне використання природних ресурсів басейну Дніпра призвело до серйозних екологічних проблем, основні з яких: зміна гідрологічного режиму поверхневих вод і поступове заболочення річок; затоплення та систематичне підтоплення територій; забруднення поверхневих і підземних вод; гідромеліорація земель; незадовільний технічний стан очисних споруд; забруднення радіонуклідами; процес евтрофікації; зміна й утрата природних екосистем і збіднення біорізноманіття; розвиток ерозійних процесів і абразія берегів.

2. Структура просторової диференціації співвідношення розораності та лісистості у водозборі вказує на значну трансформацію ландшафтних структур більше ніж 60 % території басейну Дніпра. Понад 70 % суббасейнів мають частку ландшафтів 20 % і більше, які містяться на схилах крутизою 1° і більше; частка розораних схилів у 35 % суббасейнів складає більше 20 %; підвищений ерозійний потенціал при сніготаненні мають 12,7 % суббасейнів, ступінь еродованості ґрунтів варіює від 0,13 % (відсутня) до 74,5 % (катастрофічна). Від середнього до катастрофічного ступеню еродованості ґрунтів мають 340 суббасейнів із загальною площею 250,8 тис. км<sup>2</sup> (49,0 %).

3. За авторською методикою визначені три групи суббасейнів і узагальнена оцінка їх стану за рівнем агрогенної трансформації та водно-ерозійної деструкції ландшафтних структур на території басейну Дніпра. До першої групи ввійшли 373 суббасейни (43,9 % території басейну Дніпра) з непорушеними та слабо порушеними ландшафтними структурами, до другої групи – 198 суббасейнів із високим ступенем агрогенної трансформації (22,8 %), до третьої групи ввійшли 205 суббасейнів (33,3 %) із високою ґрунтово-ерозійною небезпекою. Визначено, що 463 суббасейни із загальною площею 338,5 тис. км<sup>2</sup> (66,3 %) входять до категорій із середнім, сильним, дуже сильним і катастрофічним ступенем агрогенної трансформації.

4. Запропонована концептуальна модель еколого-раціональної експлуатації території транскордонного басейну, обґрунтована ієрархічна модель організації геоінформаційно-аналітичної системи (ГІАС) моніторингу та управління басейновим природокористуванням дозволять оптимізувати структуру земельного фонду, зменшити ризики екологічної деструкції земельних і водних ресурсів, забезпечити екологізацію сільського господарства та поліпшення екологічної ситуації в річкових басейнах.

## **ECOLOGICAL CONDITION OF THE DNIPRO RIVER BASIN AND IMPROVEMENT OF THE MECHANISM OF ORGANIZATION OF NATURE USE ON THE WATER CATCHMENT TERRITORY**

*Pichura V.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor*

*Potravka L.O. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor*

*Kherson State Agrarian and Economic University*

One of the largest transboundary rivers in Europe is the Dnipro with a basin area of about 511 thousand km<sup>2</sup>, 57.3 % of which are located within Ukraine. The Dnipro basin covers more than 48 % of Ukraine's territory and accumulates about 80 % of its water resources, which provide food and drinking needs for more than 70 % of Ukrainians. It is determined that a significant role in the destruction of the ecological situation in the basin is played by deforestation, “chemicalization” of agriculture, land reclamation, creation and operation of a cascade of Dnipro water reservoirs, intensive use of water resources and discharge of significant amounts of polluted water. The study of the state of basin landscape territorial structures and typification of the Dnipro basin territory by the degree of agrogenic transformation was carried out according to the author's methods based on GIS and remote sensing technologies. As a result of research, the typification of sub-basins in the Dnipro watershed was carried out, which allowed to distinguish three groups according to the main defining classification features (forest cover, erosion and plowing of the territory, including slopes). It was found that about 313 sub-basins with a total area of 172.5 thousand km<sup>2</sup> (33.7 % of the catchment area of the Dnipro) have a weak or moderate degree of agrogenic disturbance, 83 sub-basins (62.8 thousand km<sup>2</sup>, or 12.3 %) – medium degree of disturbance, 380 sub-basins (275.7 thousand km<sup>2</sup> or 54 %) have from severe to catastrophic degree of agrogenic disturbance and require priority development and implementation of soil and water protection measures. The conceptual model of ecological and rational operation of the transboundary basin territory is offered, the hierarchical model of the organization of geoinformation-analytical system of monitoring and management of basin nature use is substantiated.

Keywords: catchment basin, ecological condition, landscape territorial structures, forest cover, erosion, plowing, degradation, typification, modeling, Dnipro river, GIS, remote sensing.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Пічура В.І., Потравка Л.О. Типізація території басейну ріки Дніпро за ступенем агрогенної трансформації ландшафтних територіальних структур. *Наукові горизонти*. 2019. № 9 (82). С. 45–56.
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), 273–280.
3. Pichura V.I., Potravka L.A., Skrypchuk P.M., Stratichuk N.V. Anthropogenic and climatic causality of changes in the hydrological regime of the Dnieper river. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21 (4), 1–10.

4. Пічура В.І., Шахман І.О., Бистрянцева А.М. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10, № 1–2. С. 44–57.
5. Шапар А.Г., Скрипник О.О. Недолугість, бездушність чи непорозуміння визначають долю Дніпра? *Екологія і природокористування*. 2013. Вип. 16. С. 282–289.
6. Ящик А.В., Яковлев Є.О., Осадчук В.О. Екологічний стан басейну Дніпра. До питання щодо спуску Київського водосховища. Київ: Оріяни, 2002. С. 22–23.
7. Мягченко О.П. Экологическое состояние Днепра. URL: [http://учебникonline.com/ekologia/osnovi\\_ekologiyi\\_myagchenko\\_op/ekologichniy\\_stan\\_dnipra.htm](http://учебникonline.com/ekologia/osnovi_ekologiyi_myagchenko_op/ekologichniy_stan_dnipra.htm)
8. 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), 445–453.
9. Pichura V.I. Spatial prediction of soil erosion risk in the Dnieper river basin using revised universal soil loss equation and GIS-technology. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 2 (56), т. 1. С. 3–11.
10. Dudiak N.V., Pichura V.I., Potravka L.A., Straticuk N.V. Geomodelling of Destruction of Soils of Ukrainian Steppe Due to Water Erosion. *Journal of Ecological Engineering*. 2019. Vol. 20, Iss. 8, 192–198.
11. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. Use of Geoinformation and Neurotechnology to Assess and to Forecast the Humus Content Variations in the Step Soils. *Russian Agricultural Sciences*. 2017. № 2 (43), 151–155.
12. Пічура В.І. Геомодельовання зональної небезпеки забруднення біогенними речовинами поверхневих вод у транскордонному басейні Дніпра. *Біоресурси і природокористування*. 2017. Том 9, № 1-2, С. 24–36.
13. Белов Н.С. Геоэкологическая ситуация в речных бассейнах Калининградской области. *Природообустройство*. 2011. № 3, С. 67–73.
14. Олійник В.С., Белова Н.В. Еродованість земель в агроландшафтах Передкарпаття. *Геополитика и экогеодинамика регионов*. 2014. Т. 10, вып. 2. С. 361–364.
15. Aspinall R., Pearson D. Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modeling and GIS. *Journal of Environmental Management*. 2000. Vol. 59(4), 299–319.
16. Duque J.C., Ramos R., Surinach J. Supervised Regionalization Methods: A Survey. *International Regional Science Review*. 2007. Vol. 30, 195–220.

17. Hinde A., Whiteway T., Ruddick R., Heap A.D. Seascapes of the Australian Margin and adjacent sea floor: Keystroke Methodology. Geoscience Australia, Record, 2007. 58 p.
18. Потравка Л.О. Сутність, зміст та етапи трансформацій соціально-економічної системи. *Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє*. 2014. № 19 (2). С. 192–200.
19. Потравка Л.О. Перспективні напрями процесу структурних трансформацій національної економіки України. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 5. С. 222–226.
20. Пічура В.І. Аналіз захворюваності населення та еколого-демографічні аспекти землекористування на території басейну Дніпра. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2017. № 2 (61). Том 1. С. 95–104.
21. 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), 442–450.
22. Хвесик М.А. Екологічні проблеми басейну р. Дніпро та шляхи їх вирішення. *Екологія і природокористування*. 2013. Вип. 17. С. 68–74.
23. Лопырев М.И., Макаренко С.А. Агрolandшафты и земледелие. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2001. 168 с.
24. Пічура В.І., Потравка Л.О. Удосконалення механізму організації природокористування на території басейну Дніпра. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Том 11 (5-6). С. 81–101.
25. Пічура В.І., Потравка Л.О. Методологія просторово-часової оцінки стану екосистеми басейнів річок і організації раціонального природокористування. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 144–174.
26. Пічура В.І. Басейнова організація природокористування на водозбірній території транскордонної річки Дніпро. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 380 с.
27. Пічура В.І. Атлас екологічного стану басейну ріки Дніпро. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 36 с.

## REFERENCES

1. Pichura V.I., Potravka L.O. (2019). *Typizacija terytorii' basejnu riky Dnipro za stupenem agrogennoi' transformacii' landshaftnyh terytorial'nyh struktur* [Typization of the Dnipro river basin territory according the degree of agrogenic transformation of landscape territorial structures]. *Scientific horizons*, no 9 (82), 45–56. [in Ukrainian].

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. Pichura V.I., Potravka L.A., Skrypchuk P.M., Straticchuk 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.
4. Pichura V.I., Shakhman I.A., Bystriantseva A.N. (2018). *Prostorovo-chasova zakonovirnist' formuvannja jakosti vody v richci Dnipro. Bioresursy i pryrodokorystuvannja* [Spatial and temporal regularities of water quality formation in the Dnieper river]. *Biological Resources and Nature Management*, Vol. 10 (1–2), 44–57. [in Ukrainian].
5. Shapar A.G., Skripnik O.O. (2013). *Nedolugist', bezdushnist' chy neporozuminnja vyznachajut' dolju Dnipra?* [Do illnesses, heartlessness or misunderstandings determine the fate of the Dnieper?]. *Ecology and nature management*, no 16, 282–289. [in Ukrainian].
6. Jacyk A.V., Yakovlev E.O., Osadchuk V.O. (2002). *Ekologichnyj stan basejnu Dnipra* [Ecological condition of the Dnieper basin]. *On the question of the descent of the Kiev reservoir*. Kyiv: Oriani, 22–23. [in Ukrainian].
7. Myagchenko O.P. *Jekologicheskoe sostojanie Dnepra* [Ecological condition of the Dnieper]. URL: [http://uchebnikionline.com/ekologia/osnovi\\_ekologiyi\\_-\\_myagchenko\\_op/ekologichnyj\\_stan\\_dnipra.htm](http://uchebnikionline.com/ekologia/osnovi_ekologiyi_-_myagchenko_op/ekologichnyj_stan_dnipra.htm) [in Russian].
8. 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.
9. Pichura V.I. (2016). Spatial prediction of soil erosion risk in the Dnieper river basin using revised universal soil loss equation and GIS-technology. *Visnyk Zhytomyrs'kogo nacional'nogo agroekologichnogo universytetu*, no. 2 (56), Vol. 1, 3–11.
10. Dudiak N.V., Pichura V.I., Potravka L.A., Straticchuk N.V. (2019). Geomodelling of Destruction of Soils of Ukrainian Steppe Due to Water Erosion. *Journal of Ecological Engineering*. Vol. 20, Iss. 8, 192–198.
11. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. (2017). Use of Geoinformation and Neurotechnology to Assess and to Forecast the Humus Content Variations in the Step Soils. *Russian Agricultural Sciences*. no 2 (43), 151–155.
12. Pichura V.I. (2017). *Geomodeljuvannja zonal'noi' nebezpeky zabrudnennja biogennymy rehovynamy poverhnevnyh vod u transkordonnomu basejni Dnipra* [Geo-modeling of zonal risk of pollution of surface waters in the transboundary Dnieper river basin with biogenic substances]. *Biological Resources and Nature Management*, Vol. 9 (1–2), 24–36. [in Ukrainian].

13. Belov N.S. (2011). *Geojekologicheskaja situacija v rechnyh bassejnah Kaliningradskoj oblasti* [Geoecological situation in the river basins of the Kaliningrad region]. *Nature management*, no 3, 67–73. [in Russian].
14. Oliynyk V.S., Belova N.V. (2014). *Erodovanist' zemel' v agrolandshaftah Peredkarpattja* [Land erosion in agrolandscapes of Precarpathia]. *Geopolitics and ecogeodynamics of regions*, Vol. 10, Iss. 2, 361–364. [in Ukrainian].
15. Aspinall R., Pearson D. (2000). Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modeling and GIS. *Journal of Environmental Management*, Vol. 59(4), 299–319.
16. Duque J.C., Ramos R., Surinach J. (2007). Supervised Regionalization Methods: A Survey. *International Regional Science Review*, Vol. 30, 195–220.
17. Hinde A., Whiteway T., Ruddick R., Heap A.D. (2007). Seascapes of the Australian Margin and adjacent sea floor: Keystroke Methodology. *Geoscience Australia, Record*.
18. Potravka L.A. (2014). *Sutnist', zmist ta etapy transformacij social'no-ekonomichnoi' systemy* [The essence, content and stages of transformations of the socio-economic system]. *Ukrainian science: past, present, future*, no 19 (2), 192–200. [in Ukrainian].
19. Potravka L.O. (2015). *Perspektyvni naprjamy procesu strukturnykh transformacij nacional'noi' ekonomiky Ukrainy* [Perspective directions of the process of structural transformations of the national economy of Ukraine]. *Global and national economic problems*, no 5, 222–266. [in Ukrainian].
20. Pichura V.I. (2017). *Analiz zahvorjivanosti naseleennja ta ekologo-demografichni aspekty zemlekorystuvannja na terytorii' basejnu Dnipro* [Analysis of population morbidity and ecological and demographic aspects of land use in the Dnieper basin]. *Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University*, no 2 (61), Iss. 1, 95–104. [in Ukrainian].
21. 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.
22. Khvesyuk M.A. (2013). *Ekologichni problemy basejnu r. Dnipro ta shljahy i'h vyrishennja* [Ecological problems of the Dnieper river basin and ways of their solution]. *Ecology and nature management*, Vol. 17, 68–74. [in Ukrainian].
23. Lopyrev M.I., Makarenko S.A. (2001). *Agrolandshafty i zemledelie* [Agrolandscapes and agriculture]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University. [in Russian].
24. Pichura V.I., Potravka L.O. (2019). *Udoskonalennja mehanizmu organizacii' pryrodokorystuvannja na terytorii' basejnu Dnipro* [Improvement of the

- mechanism of the organization of nature using on the territory of the Dnipro river basin]. *Biological Resources and Nature Management*, Vol. 11, no 5–6, 84–101. [in Ukrainian].
25. Pichura V.I., Potravka L.O. (2019). *Metodologija prostorovo-chasovoi' ocinky stanu ekosystemy basejnih richok i organizacii' racional'nogo pryrodokorystuvannja* [Methodology of spatio-temporal assessment of the river ecosystem state and organization of rational using of nature]. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, no 2, 144–174. [in Ukrainian].
  26. Pichura V.I. (2020). *Basejnova organizacija pryrodokorystuvannja na vodozbirnij terytorii' transkordonnoi' richky Dnipro* [Basin organization of nature management on the catchment area of the Dnieper transboundary river]. Kherson: «OLDI-PLUS». [in Ukrainian].
  27. Pichura V.I. (2020). *Atlas ekologichnogo stanu basejnu riky Dnipro* [Atlas of the ecological condition of the Dnieper river basin]. Kherson: «OLDI-PLUS». [in Ukrainian].



УДК 336:502.13

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.15>

## **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ЗАКОНОДАВЧЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ПРАВОВИХ ЗАСАД ФІНАНСУВАННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

*Подаков Є.С. – к.е.н., доцент,*

*Козичар М.В. – к.с.-г.н., доцент,*

*Оліфіренко В.В. – к.вет.н., доцент,*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет,*

*podakov19@gmail.com*

В статті досліджено зміни, що відбулися в законодавчому забезпеченні регулювання правових засад фінансування гідроекологічної діяльності. Дано оцінку сучасної системи фінансування природоохоронної діяльності. Проведено дослідження щодо впливу навантаження на тенденції екологічного розвитку сектору економіки.

Процеси глобалізації та суспільних трансформацій підвищили пріоритетність збереження довкілля, а отже, потребують від України вжиття термінових заходів. Протягом тривалого часу економічний розвиток держави супроводжувався незбалансованою експлуатацією природних ресурсів, низькою пріоритетністю питань захисту довкілля, що унеможливило досягнення збалансованого (сталого) розвитку.

Україна є однією з найменш водозабезпечених країн Європи, при цьому водокористування в країні здійснюється переважно нераціонально. Внаслідок токсичного, мікробіологічного та біогенного забруднення відбувається погіршення екологічного стану річкових басейнів, а також прибережних вод та територіальних вод Чорного і Азовського морів. Особливо слід відзначити незадовільний стан причорноморських лиманів, більшість з яких належать до природно-заповідного фонду і є унікальними рекреаційними ресурсами.

Фінансування гідроекологічної діяльності за останні роки зазнало суттєвих змін. Довгий час система інвестицій у цій галузі базувалася на централізованих капітальних вкладеннях з бюджету держави. Крім того, підприємства вкладали і власні кошти, в основному, на модернізацію виробництва та капітальний ремонт природоохоронних споруд. Також вони несли поточні витрати, які пов'язані з експлуатацією очисних водних споруд, фільтрів очистки та інших аналогічних об'єктів.

За браком коштів екологічні проблеми в Україні нині практично не вирішуються. Система організації управління природокористуванням, охороною навколишнього середовища, контролю за цими процесами виявилася неспроможною здійснювати ефективне екологічне регулювання розвитку продуктивних сил суспільства, розв'язувати складні еколого-економічні проблеми.

Розглядаються сучасні проблеми та недоліки існуючої системи фінансування та законодавче забезпечення регулювання правових засад природоохоронної діяльності в Україні. Визначено позиції економічної політики України в галузі

природоохоронної області. Досліджено економічні інструменти екологічного менеджменту та визначено джерела фінансування природоохоронної діяльності.

До перспективних стимулюючих заходів природоохоронної діяльності в умовах України екологи відносять ринкову реалізацію права на забруднення. Ця ідея існує як частина плану заохочення суб'єктів господарювання до використання високоефективних очисних споруд і ґрунтується на різниці між фактичним та екологічно допустимим рівнями забруднення. Коли цей рівень є нижчим від встановленої межі, то певна компанія дістає право на забруднення навколишнього середовища у вигляді сертифіката, який може бути проданий іншим суб'єктам господарювання. Враховуючи, що штрафи на забруднення у багато разів перевищують вартість сертифіката, практику використання ринкового стимулу зниження рівня забруднення проти встановлених стандартів слід визнати доцільною і для наших умов.

Взагалі, фінансування гідроекологічної діяльності повинно здійснюватися наступним чином. Найбільш узагальнюючим показником у даній області є інтегральний показник витрат на охорону навколишнього середовища, який відображує загальну суму витрат держави, підприємства, організації. Дані витрати, які мають цільове або опосередковано природоохоронне значення, включають капітальні вкладення в охорону природи, поточні витрати на утримання та експлуатацію природоохоронних основних фондів, витрати на їх капітальний ремонт, а також витрати на утримання відповідних державних структур, водного господарства, рекреаційних територій.

Пошук ефективних механізмів і моделі охорони навколишнього природного середовища в нашій державі слід розглядати у контексті міжнародного співробітництва. З метою поживлення процесу створення екологічної мережі в Україні і її регіонах потрібно розвивати міжвідомчу співпрацю, уніфікувати підходи щодо збереження всіх законодавчо захищених природних територій. Екологічні мережі слід інтегрувати у схеми планування територій, які розроблятимуться для кожної області України.

Ключові слова: гідроекологічна діяльність, фінансування природоохоронної діяльності, економічний механізм управління гідроекологічною діяльністю, штрафи за забруднення, стимулюючі заходи.

---

**Постановка проблеми.** Процеси глобалізації та суспільних трансформацій підвищили пріоритетність збереження довкілля, а отже, потребують від України вжиття термінових заходів. Протягом тривалого часу економічний розвиток держави супроводжувався незбалансованою експлуатацією природних ресурсів, низькою пріоритетністю питань захисту довкілля, що унеможливило досягнення збалансованого (сталого) розвитку.

Першопричинами екологічних проблем України є: підпорядкованість екологічних пріоритетів економічній доцільності; неврахування наслідків для довкілля у законодавчих та нормативно-правових актах, зокрема у рішеннях Кабінету Міністрів України та інших органів виконавчої влади; переважання ресурсо- та енергоємних галузей у структурі економіки із здебільшого негативним впливом на довкілля, що

значно посилюється через неврегульованість законодавства при переході до ринкових умов господарювання; фізичне та моральне зношення основних фондів у всіх галузях національної економіки; неефективна система державного управління у сфері охорони навколишнього природного середовища та регулювання використання природних ресурсів, зокрема неузгодженість дій центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, незадовільний стан системи державного моніторингу навколишнього природного середовища; низький рівень розуміння в суспільстві пріоритетів збереження довкілля та переваг збалансованого (сталого) розвитку, недосконалість системи екологічної освіти та просвіти; незадовільний рівень дотримання природоохоронного законодавства та екологічних прав і обов'язків громадян; незадовільний контроль за дотриманням природоохоронного законодавства та забезпечення невідворотності відповідальності за його порушення; недостатнє фінансування з державного та місцевих бюджетів природоохоронних заходів, фінансування таких заходів за залишковим принципом.

Запровадження міжнародних стандартів систем екологічного управління на підприємствах і в компаніях сприятиме розвитку системи управління навколишнім природним середовищем та реалізації в Україні міжнародних природоохоронних ініціатив.

Упровадження екосистемного підходу в галузеву політику та удосконалення системи інтегрованого екологічного управління, інтеграція екологічної політики до інших політик, обов'язкове врахування екологічної складової під час розроблення та затвердження документів державного планування та у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, зокрема екологічна модернізація підприємств рибного господарства шляхом зниження ставки екологічного податку або у формі фіксованої річної суми компенсації (відшкодування податку), у поєднанні з поліпшенням екологічних характеристик продукції, є шляхом до сучасної системної екологічної політики, що реалізується у країнах – членах Європейського Союзу.

Україна є однією з найменш водозабезпечених країн Європи, при цьому водокористування в країні здійснюється переважно нераціонально. Внаслідок токсичного, мікробіологічного та біогенного забруднення відбувається погіршення екологічного стану річкових басейнів, а також прибережних вод та територіальних вод Чорного і Азовського морів. Особливо слід відзначити незадовільний стан причорноморських лиманів, більшість з яких належать до природно-заповідного фонду і є унікальними рекреаційними ресурсами. Підземні води України в багатьох регіонах за своєю якістю не відповідають установленим вимогам

до джерел водопостачання, що пов'язано передусім з антропогенним забрудненням, а інтенсивне їх використання призводить до виснаження горизонтів підземних вод.

Основними джерелами забруднення вод є скиди з промислових об'єктів, неналежний стан інфраструктури водовідведення та очисних споруд, недотримання норм водоохоронних зон, змив та дренажу токсичних речовин із земель сільськогосподарського призначення.

Основні речовини, що призводять до забруднення, – сполуки важких металів, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти, феноли, сульфати, поверхнево-активні речовини. Останнім часом зростає забруднення медичними відходами та мікропластиком, яке на сьогодні не контролюється. Забруднення вод призводить до виникнення різноманітних захворювань населення, зниження загальної резистентності організму і, як наслідок, до підвищення рівня загальної захворюваності, зокрема на інфекційні та онкологічні захворювання.

Діюча нині система моніторингу вод є неефективною та застарілою, не відповідає сучасним європейським стандартам. Система державного управління у сфері охорони вод потребує невідкладного реформування і переходу до інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом.

Фінансування гідроекологічної діяльності за останні роки зазнало суттєвих змін. Довгий час система інвестицій у цій галузі базувалася на централізованих капітальних вкладеннях з бюджету держави. Крім того, підприємства вкладали і власні кошти, в основному, на модернізацію виробництва та капітальний ремонт природоохоронних споруд. Також вони несли поточні витрати, які пов'язані з експлуатацією очисних водних споруд, фільтрів очистки та інших аналогічних об'єктів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Недоліки такої системи фінансування різноманітні. По-перше, обсяг бюджетних інвестицій обмежений можливості бюджету. Оскільки природоохоронна діяльність ніколи не знаходилася у числі пріоритетів, її фінансування фактично здійснювалося за остаточним принципом. Обсяг цих вкладень також залежить від ситуації в економіці та не пов'язаний з потребами охорони природи. По-друге, гідроекологічні капітальні вкладення не кореспондуються ані з джерелами забруднення, ані з його масштабами та наслідками. Принцип «забруднювач платить» практично не працює, тобто кошти акумулюються за рахунок всіх податкових надходжень підприємств (у тому числі не забруднюючих навколишнє середовище), а також населення. По-третє, завжди існувала можливість нецільового, нераціонального витрачання коштів. З іншого боку, не було створено достатньо стимулів до повного освоєння цих коштів.

Лідерами у створенні національних екомереж є Чеська і Словацька Республіки, в яких концепція екомережі була сформована ще у 80-ті роки у колишній Чехословаччині [1]. У боротьбі за лідерство в процес формування екомережі активно включилася Бельгія та Нідерланди, де остання передбачила під екомережу 17 % території, або 700 тис. га, з яких 130 тис. га будуть природними екосистемами, а залишок складатимуть напівприродні або багатофункціональні.

**Формування цілей статті.** Метою державної гідроекологічної політики є досягнення доброго стану довкілля шляхом запровадження екосистемного підходу до всіх напрямів соціально-економічного розвитку України з метою забезпечення конституційного права кожного громадянина України на чисте та безпечне довкілля, впровадження збалансованого природокористування і збереження та відновлення природних екосистем; забезпечення сталого управління водними ресурсами за басейновим принципом; зниження рівня забруднення атмосферного повітря та вод; регулювання промислового вилову водних живих ресурсів у межах територіальних вод виключної (морської) економічної зони, континентального шельфу і внутрішніх водоймах України; зменшення антропогенного впливу на екосистеми Чорного та Азовського морів.

**Результати досліджень.** На сьогодні недостатня реалізація фінансових можливостей здійснення гідроекологічної діяльності й досить низька дієвість існуючого механізму фінансування природоохоронних заходів пояснюється такими причинами: недосконалість нормативно-правової бази щодо державної підтримки природоохоронної діяльності; низький рівень бюджетної дисципліни у сфері охорони навколишнього природного середовища; розбалансованість дохідної та видаткової частин системи фінансування природоохоронних заходів; недостатнє врахування у видатках визначених пріоритетів і комплексного підходу до вирішення питань в екологічній сфері; слабкий зв'язок між виділенням коштів і отриманням екологічного ефекту; недостатній розвиток системи результативних показників, які характеризують ефективність виконання бюджетних програм природоохоронного спрямування; обмеженість фінансових ресурсів і незначні обсяги поєднання різних джерел фінансування заходів для підвищення ефективності використання коштів на природоохоронні заходи; обмежене застосування ринкових механізмів державної підтримки природоохоронних заходів; нестабільність організаційного-економічного механізму екологічного регулювання.

За браком коштів екологічні проблеми в Україні нині практично не вирішуються. Система організації управління природокористуванням, охороною навколишнього середовища, контролю за цими процесами виявилася неспроможною здійснювати ефективне екологічне регулювання

розвитку продуктивних сил суспільства, розв'язувати складні еколого-економічні проблеми.

Вчені визначають, що тут можливі два варіанти. Перший – дещо модернізувати та вдосконалити існуючу систему управління, другий – створити принципово нову систему управління й регулювання в сфері природокористування та природоохорони, яка б повною мірою включала й ринкові механізми. Досвід країн з ринковою економікою переконує, що ринкові механізми у разі належного державного контролю за дотриманням вимог екологічного законодавства забезпечать сприятливі умови для природо- та ресурсозбереження, застосування екологічнобезпечних технологій і методів господарювання тощо, ніж жорстке планово-адміністративне регулювання.

З цією метою Україна намагається проводити екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, на захист життя і здоров'я населення від негативного впливу забруднення навколишнього природного середовища, на досягнення гармонічної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Таким чином, без законодавчої бази щодо оцінки антропогенного та техногенного ризику економічні механізми працювати не зможуть. Стає очевидним, що державне регулювання екологічної безпеки – це обґрунтована економічна політика, яка має бути розрахована на довготривалу перспективу. Право громадян України на здоров'я і якісне навколишнє природне середовище, яке гарантовано Конституцією, має бути повністю забезпеченим.

Сьогодні важливе значення має формування і запровадження дієвих економічних інструментів раціонального природокористування, серед яких можна виділити: податки, платежі, фінансову допомогу, кредити на обмеження викидів, платні дозволи на викиди, квоти, допуски чи граничні показники рівня забруднюючого викиду, ліцензії, створення організаційно-економічних умов для інноваційного підприємництва в екології, виробництва екотехніки та екотехнологій, утилізації відходів, розвиток екологічного аудиту, становлення екологічного менеджменту тощо. Платні дозволи створюють для забруднювачів стимули для зменшення своїх викидів до рівня, нижчого від установлених меж, щоб продавати різницю між реальними і дозволеними викидами іншим забруднювачам.

Особливо важливе значення має те, що уряд України проводить цілеспрямовану політику збереження біорізноманіття та розглядає створення національної екологічної мережі як втілення вдосконалення суспільства та його індивідуальних членів. Боротьба органів державної влади за «гарну» екологію знайшла своє відображення у таких законодавчих актах, як «Про

Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 року № 2697-VIII.

Відносини, пов'язані з формуванням, збереженням та невиснажливим використанням екомережі України регулюються також іншими законодавчими актами, а саме: Конституцією України, Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про тваринний світ», «Про природно-заповідний фонд України», «Про рослинний світ», «Про Червону книгу України», «Про охорону земель», «Про землеустрій», «Про державний земельний кадастр», «Про державний контроль за використанням і охороною земель», «Земельним кодексом України», «Лісовим кодексом України», «Водним кодексом України» та нормативно-правовими документами відповідно до них, а також міжнародними договорами – Конвенцією про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів (1971 р.), Конвенцією про охорону всесвітньої культурної та природної спадщини (1972 р.), Конвенцією про біорізноманіття (1994 р.) та ін.

Рамковою конвенцією Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату визначено основи для розв'язання зазначеної проблеми. Кіотським протоколом до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, ратифікованим Законом України «Про ратифікацію Кіотського протоколу до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату», визначено кількісні цілі із скорочення викидів парникових газів на період до 2030 року для країн розвинених та з перехідною економікою, до яких належить Україна.

У грудні 2015 року в місті Парижі була прийнята нова глобальна кліматична Паризька угода до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, ратифікована Законом України «Про ратифікацію Паризької угоди».

Відповідно до положень Паризької угоди Україна як сторона угоди зобов'язана зробити свій національно-визначений внесок для досягнення цілей сталого низьковуглецевого розвитку всіх галузей економіки та підвищення здатності адаптуватися до несприятливих наслідків зміни клімату, зокрема шляхом скорочення обсягу викидів парникових газів [2].

Займаючи менше 6 відсотків площі Європи, Україна володіє близько 35 відсотками її біологічного різноманіття. Біосфера України нараховує більше 70 тисяч видів флори і фауни, зокрема флори – понад 27 тисяч видів, фауни – понад 45 тисяч видів. Протягом останніх років спостерігається збільшення кількості видів рослин і тварин, занесених до Червоної книги України.

Україна розташована на перетині міграційних шляхів багатьох видів фауни, через її територію проходять два основні глобальні маршрути мігра-

ції диких птахів, а деякі місця гніздування мають міжнародне значення. Більше 100 видів перелітних птахів охороняються відповідно до міжнародних зобов'язань. З мігруючих видів фауни України більше 130 видів перелітних птахів, 8 видів риб, 3 види морських ссавців, 28 видів рукокрилих охороняються відповідно до міжнародних зобов'язань.

До складу природно-заповідного фонду України входять 8246 територій та об'єктів площею 3,98 мільйона гектарів (6,6 відсотка загальної площі країни) та 402,5 тисячі гектарів у межах акваторії Чорного моря. Частка земель природно-заповідного фонду в Україні є недостатньою і залишається значно меншою, ніж у більшості держав – членів Європейського Союзу, де частка таких земель становить у середньому 21 відсоток площі держав – членів Європейського Союзу.

За роки незалежності площа природно-заповідного фонду збільшилася у два рази, але цього недостатньо для збереження рідкісних і зникаючих видів рослин та тварин, середовищ їх існування. Разом з тим недосконалість існуючої законодавчої бази, відсутність чітко визначеної стратегії розвитку заповідної справи та недосконалість системи управління нею, низький рівень фінансового та матеріально-технічного забезпечення організації і функціонування природно-заповідного фонду, невідповідність системи охорони територій та об'єктів природно-заповідного фонду сучасним вимогам, відсутність єдиної системи оплати праці, соціальних гарантій та пільг для їх працівників, низький рівень екологічної освіти та інформованості населення зумовлюють загрозу нецільового використання та втрати територій та об'єктів природно-заповідного фонду. Значно зросла загроза втрати зарезервованих та перспективних для подальшого заповідання цінних природних комплексів.

З метою припинення процесів погіршення стану навколишнього природного середовища необхідно збільшити площі земель екомережі, що є стратегічним завданням для досягнення екологічної збалансованості території України. Збільшення площі національної екомережі має насамперед відбуватися в результаті розширення існуючих та створення нових територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

Основну загрозу біологічному різноманіттю становлять діяльність людини та знищення природного середовища існування флори і фауни. Спостерігається катастрофічне зменшення площі територій водноболотних угідь, степових екосистем, природних лісів, яке відбувається внаслідок розорювання земель, вирубування лісів з подальшою зміною цільового призначення земель, осушення або обводнення територій, промислового, житлового та дачного будівництва тощо. Поширення неабіогенних видів у природних екосистемах викликає значний дисбаланс у біоценозах.



Завдання з охорони біорізноманіття не вирішується під час приватизації земель, підготовки і виконання програм галузевого, регіонального і місцевого розвитку. Відсутність закріплених на місцевості в установленому законом порядку меж територій та об'єктів природно-заповідного фонду призводить до порушення вимог заповідного режиму. Незадовільними є темпи встановлення у природі (на місцевості) прибережних захисних смуг вздовж морів, річок та навколо водойм, які виконують роль екологічних коридорів.

З метою припинення втрат біологічного різноманіття Україна має врахувати рекомендації міжнародних документів щодо перегляду та оновлення законодавчих і нормативних актів щодо біологічного різноманіття.

У вересні 2015 року було ухвалено Резолюцію Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року».

В Україні було розроблено національну систему цілей сталого розвитку, що має забезпечити підґрунтя для подальшого планування розвитку України, подолання дисбалансів, які існують в економічній, соціальній та екологічній сферах; забезпечити такий стан довкілля, що сприятиме якісному життю і благополуччю нинішніх та майбутніх поколінь; створити необхідні умови для суспільного договору між владою, бізнесом і громадянським суспільством щодо підвищення якості життя громадян і гарантування соціально-економічної та екологічної стабільності; досягнути високого рівня освіти та охорони громадського здоров'я; упровадження регіональної політики, яка базуватиметься на гармонійному поєднанні загальнонаціональних і регіональних інтересів; збереження національних культурних цінностей і традицій.

Відмінності соціально-економічного розвитку регіонів України зумовлюють нерівномірне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. Передбачається, що положення Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2030 року і розроблені на її основі та з урахуванням завдань Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2030 року, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України, національні плани дій будуть інтегровані в регіональні програми соціально-економічного розвитку та деталізовані на рівні регіональних планів дій з охорони навколишнього природного середовища Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва і Севастополя, на основі яких будуть розроблені місцеві плани дій з охорони навколишнього природного середовища, підготовлені на рівні територіальних громад, міських, сільських та селищних рад.

За результатами виконання місцевих планів дій передбачається посилити значення органів місцевого самоврядування у процесі реалізації

державної гідроекологічної політики, визначити напрями її вдосконалення з урахуванням регіональної специфіки [2].

Досягнення цілей державної гідроекологічної політики здійснюватиметься двома етапами:

– до 2025 року передбачається стабілізація екологічної ситуації шляхом закріплення змін у системі державного управління, які відбулися шляхом реформування системи державного екологічного управління, імплементації європейських екологічних норм і стандартів, удосконалення систем екологічного обліку та контролю, впровадження фінансово-економічних механізмів стимулювання екологічно орієнтованих структурних перетворень в економіці, впровадження механізмів стимулювання підприємств до енергоефективності, впровадження електронного урядування, поширення екологічних знань, а також підвищення екологічної свідомості суспільства, інформатизація сфери охорони навколишнього природного середовища та природокористування усіх рівнів;

– до 2030 року передбачається досягнення істотних зрушень щодо покращення стану навколишнього природного середовища шляхом збалансованості між соціально-економічними потребами та завданнями у сфері збереження навколишнього природного середовища, забезпечення розвитку екологічно ефективного партнерства між державою, суб'єктами господарювання та громадськістю, сталого низьковуглецевого розвитку, який стане додатковим стимулом соціально-економічного розвитку України.

Центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища та гідроекологічної безпеки, щороку готує та оприлюднює звіт про реалізацію державної екологічної політики України та виконання Національного плану дій з реалізації Основних засад (стратегії) державної екологічної політики.

У 2030 році Україна має досягти такого рівня збалансованого (сталого) розвитку, за якого залежність від використання невідновлювальних природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища будуть зведені до екосистемно прийнятних рівнів. Упровадження інтегрованого управління водними ресурсами дасть змогу значно покращити екологічний стан водойм і водотоків. До 2030 року Україна має впровадити систему ефективного управління для забезпечення збалансованого користування природними ресурсами з урахуванням необхідності забезпечення ними прийдешніх поколінь.

Для забезпечення виходу України на міжнародні та європейські ринки має бути передбачено здійснення заходів, що гарантують впровадження міжнародних стандартів управління довкіллям і екологічного мар-

кування продукції, прискорення інформатизації сфери охорони довкілля та використання природних ресурсів, створення національної багаторівневої інфраструктури управління геоекологічними даними та загальнодержавної екологічної автоматизованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення доступу до екологічної інформації.

В Україні будуть створені умови для подальшого забезпечення розвитку екологічної мережі, створення репрезентативної та ефективно керованої системи територій та об'єктів природно-заповідного фонду, в тому числі за рахунок екологічного відновлення порушених, засолених і деградованих ґрунтів та ґрунтів, забруднених унаслідок Чорнобильської катастрофи, а також розширено заповідні території для збереження в природному стані найбільш типових природних комплексів Полісся.

Розвиток екосистемних послуг дасть змогу створити можливості для сталого розвитку суспільства та екосистеми. Біологічне різноманіття України, яке надає екосистемні послуги, до 2030 року повинно бути збереженим, оціненим і відповідним чином відновленим.

Очікується створення правової бази для забезпечення розвитку транспортної та телекомунікаційної інфраструктури, будівництва об'єктів відновлюваної енергетики з урахуванням потреб міграції та вільного пересування тварин.

Очікується створення правової бази та умов для реалізації державної політики у сфері зміни клімату, запобігання подальшої деградації земель та опустелювання, зокрема шляхом ощадливого використання водних ресурсів і впровадження науково, екологічно та економічно обґрунтованих підходів до проведення меліоративних робіт.

Мають бути створені умови для декарбонізації енергетичного сектору, активного впровадження технологій енергозбереження та підвищення енергоефективності, збільшення виробництва енергії за рахунок відновлювальних та альтернативних джерел, впровадження найкращих наявних низьковуглецевих, ресурсозберігаючих технологій виробництва, а також сучасних будівельних технологій з тепло- та енергозбереження, що дасть змогу істотно зменшити обсяг викидів парникових газів та забруднюючих речовин в атмосферне повітря, а також скидання забруднюючих речовин у водойми. Упровадження інтегрованого управління водними ресурсами дасть змогу значно покращити екологічний стан водойм і водотоків. Очікується, що суб'єкти господарювання та приватні домогосподарства скидатимуть у міську мережу водовідведення тільки повністю очищені стоки за рахунок повсюдного встановлення сучасних локальних систем очистки.

Інституційну спроможність центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища та гідроекологічної безпеки, буде

поширено шляхом реформування та удосконалення державного управління і наближення природоохоронного законодавства до екологічного права Європейського Союзу.

Запровадження системи електронного врядування та автоматизованих інформаційних систем екологічних даних значно посилить прозорість, оперативність та якість прийняття управлінських рішень, дотримання екологічних прав громадян.

Запровадження стратегічної екологічної оцінки документів державного планування забезпечить удосконалення механізмів стратегічного планування розвитку соціально-економічної політики на державному, регіональному та місцевому рівнях та буде важливим інструментом оцінки впливу на довкілля, зокрема у транскордонному контексті.

Інтегрована система державного моніторингу і довгострокових наукових досліджень стану всіх складових навколишнього природного середовища буде створена, нормативно і технічно забезпечена відповідно до вимог права Європейського Союзу і діятиме в режимі реального часу. Науково-технічна, інформаційна та кадрова складові державного контролю у сфері охорони навколишнього природного середовища, сталого використання, відтворення і охорони природних ресурсів та моніторингу навколишнього природного середовища будуть удосконалені за рахунок переходу від неефективного тотального природоохоронного контролю до системи запобігання правопорушенням на основі комплексного моніторингу стану навколишнього природного середовища, зменшення тиску на бізнес-середовище, залучення громадськості до природоохоронного контролю.

Значне підвищення рівня екологічної освіти, просвіти та виховання громадян України створить умови для запровадження у повсякденне життя громадян моделей сталого споживання, активізує їхню роль у запобіганні забрудненню та здійсненні контролю за станом навколишнього природного середовища, сталому використанні природних ресурсів і відновленні природно-ресурсного потенціалу України.

Реалізація Основних засад державної екологічної політики дасть змогу: створити ефективну систему доступу до публічної інформації/даних, забезпечити дотримання екологічних прав громадськості на доступ до публічної інформації з питань охорони навколишнього природного середовища та підвищити рівень екологічної свідомості громадян України; поліпшити стан навколишнього природного середовища до більш безпечного для екосистем та населення рівня з урахуванням європейських вимог до якості навколишнього природного середовища; ліквідувати залежність процесу економічного зростання від збільшення використання природних ресурсів і енергії та підвищення рівня забруднення навколишнього при-

родного середовища; зменшити втрати біо- та ландшафтного різноманіття і сформувати цілісну та репрезентативну екомережу; удосконалити систему екологічно невиснажливого використання природних ресурсів; мінімізувати забруднення ґрунтів небезпечними забруднюючими речовинами та відходами; забезпечити перехід до системи інтегрованого екологічного управління у сфері охорони навколишнього природного середовища та розвиток природоохоронної складової в галузях економіки; перейти на систему комплексного державного моніторингу стану навколишнього природного середовища та удосконалити систему інформаційного забезпечення процесу прийняття управлінських рішень [2].

**Висновки.** До перспективних стимулюючих заходів природоохоронної діяльності в умовах України екологи відносять ринкову реалізацію права на забруднення. Ця ідея існує як частина плану заохочення суб'єктів господарювання до використання високоефективних очисних споруд і ґрунтується на різниці між фактичним та екологічно допустимим рівнями забруднення. Коли цей рівень є нижчим від встановленої межі, то певна компанія дістає право на забруднення навколишнього середовища у вигляді сертифіката, який може бути проданий іншим суб'єктам господарювання. Враховуючи, що штрафи на забруднення у багато разів перевищують вартість сертифіката, практику використання ринкового стимулу зниження рівня забруднення проти встановлених стандартів слід визнати доцільною і для наших умов.

Взагалі, фінансування гідроекологічної діяльності повинно здійснюватися наступним чином. Найбільш узагальнюючим показником у даній області є інтегральний показник витрат на охорону навколишнього середовища, який відображає загальну суму витрат держави, підприємства, організації. Дані витрати, які мають цільове або опосередковано природоохоронне значення, включають капітальні вкладення в охорону природи, поточні витрати на утримання та експлуатацію природоохоронних основних фондів, витрати на їх капітальний ремонт, а також витрати на утримання відповідних державних структур, водного господарства, рекреаційних територій.

Пошук ефективних механізмів і моделі охорони навколишнього природного середовища в нашій державі слід розглядати у контексті міжнародного співробітництва. З метою пошвидшення процесу створення екологічної мережі в Україні і її регіонах потрібно розвивати міжвідомчу співпрацю, уніфікувати підходи щодо збереження всіх законодавчо захищених природних територій. Екологічні мережі слід інтегрувати у схеми планування територій, які розроблятимуться для кожної області України.

## **CURRENT PROBLEMS AND LEGISLATIVE PROVISION OF REGULATION OF LEGAL FRAMEWORKS OF FINANCING OF HYDROECOLOGICAL ACTIVITY**

*Podakov E.S. – Ph.D. (Economic), Associate Professor,*

*Kozychar M.V. – PhD (Agriculture), Associate Professor,*

*Olifirenko V.V. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,*

*Kherson State Agrarian and Economic University,*

*podakov19@gmail.com*

The article examines the changes that have taken place in the legislative provision of regulation of the legal basis for financing hydrological activities. An assessment of the modern system of financing environmental activities is given. A study was conducted on the impact of stress on trends in environmental development of the economy.

The processes of globalization and social transformations have increased the priority of preserving the environment, and therefore require urgent action by Ukraine. For a long time, the economic development of the state was accompanied by unbalanced exploitation of natural resources, low priority of environmental protection, which made it impossible to achieve balanced (sustainable) development.

Ukraine is one of the least water-supplied countries in Europe, and water use in the country is mostly irrational. Due to toxic, microbiological and biogenic pollution, the ecological condition of river basins, as well as coastal waters and territorial waters of the Black and Azov Seas is deteriorating. Of particular note is the unsatisfactory condition of the Black Sea estuaries, most of which belong to the nature reserve fund and are unique recreational resources.

The financing of hydro-ecological activities has undergone significant changes in recent years. For a long time, the system of investments in this area was based on centralized capital investments from the state budget. In addition, the companies invested their own funds, mainly in the modernization of production and overhaul of environmental facilities. They also incurred the running costs associated with the operation of water treatment plants, treatment filters and other similar facilities.

Due to lack of funds, environmental problems in Ukraine are practically unsolved. The system of management of nature management, environmental protection, control over these processes was unable to carry out effective environmental regulation of the development of productive forces of society, to solve complex environmental and economic problems.

Modern problems and shortcomings of the existing system of financing and legislative support of regulation of legal bases of nature protection activity in Ukraine are considered. The positions of Ukraine's economic policy in the field of environmental protection are determined. The economic tools of ecological management are investigated and the sources of financing of nature protection activity are determined.

Among the promising incentives for environmental activities in Ukraine, environmentalists include the market realization of the right to pollution. This idea exists as part of a plan to encourage businesses to use high-efficiency treatment plants and is based on the difference between actual and environmentally acceptable levels of pollution. When this level is lower than the set limit, a company gets the right to pollute the environment in the form of a certificate that can be sold to other businesses. Given

that pollution penalties are many times higher than the cost of the certificate, the practice of using a market incentive to reduce pollution against the established standards should be considered appropriate for our conditions.

In general, the financing of hydro-ecological activities should be as follows. The most generalizing indicator in this area is the integrated indicator of expenses for environmental protection, which reflects the total amount of expenses of the state, enterprise, organization. These costs, which have targeted or indirect environmental significance, include capital investments in nature protection, current costs for maintenance and operation of environmental fixed assets, costs for their overhaul, as well as maintenance costs of relevant government agencies, water management, recreational areas.

The search for effective mechanisms and models of environmental protection in our country should be considered in the context of international cooperation. In order to revive the process of creating an ecological network in Ukraine and its regions, it is necessary to develop interdepartmental cooperation, unify approaches to the preservation of all legally protected natural areas. Ecological networks should be integrated into the planning schemes of territories that will be developed for each region of Ukraine.

Keywords: hydroecological activity, financing of nature protection activity, economic mechanism of hydroecological activity management, fines for pollution, stimulating measures.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Парчук Г., Мовчан Я. Європейська екомережа та досвід формування національних екомереж у країнах Європи. Розбудова екомережі України. Київ, 1999. 127 с.
2. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 року № 2697-VIII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2697-19> zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text (дата звернення: 19.02.2021).

#### **REFERENCES**

1. Parchuk G., Movchan Ya. (1999). *Evropeyska ecomereja ta dosvid formuvannya nacionalnykh ecomerej u krainach Evropy. Rozbudova ecomereji Ukrainy* [European eco-network and experience in forming national eco-networks in European countries. Development of the ecological network of Ukraine]. [in Ukrainian].
2. About the Basic principles (strategy) of the state ecological policy of Ukraine for the period till 2030. (2019). Verkhovna Rada of Ukraine. Law of Ukraine dated February 28, 2019, no. 2697-19. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2697-19>.

УДК 628.3(477.72)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.16>

## НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД В МЕЖАХ УРБОСИСТЕМИ МІСТА ХЕРСОН

*Скок С.В. – к.с.-г.н.,*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет,  
skok\_sv@ukr.net*

Проблема інтенсивного забруднення водних екосистем стічними водами антропогенного походження актуальна для південних урбанізованих територій з низьким рівнем забезпеченості водними ресурсами (0,22 тис. м<sup>3</sup> на людину за рік). Для поліпшення екологічного стану Дніпра, підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва при несприятливих агрокліматичних умовах запропоновано ресурсозберігаючі технології на основі повторного використання очищених каналізаційних стічних вод з обґрунтованими екологічно безпечними режимами зрошення.

Акцентована увага на доочистці стічних каналізаційних вод на очисних спорудах біологічного призначення – полях зрошення та фільтрації. Розрахунок полів фільтрації та зрошення здійснено за середньодобовою нормою навантаження загальної кількості стічних вод на 1 га площі поля усередньому за добу. Визначено, що найвища ефективність біологічної очистки стічних вод досягається у теплий період року за рахунок здатності ґрунту вбирати забруднюючі речовини, патогенні бактерії, яйця гельмінтів. Рекомендовано не включати до сівозміни овочевих культур.

Встановлено, що перевагою використання полів зрошення для очистки стічних вод є одночасне вирощування на них сільськогосподарських культур. При цьому використання стічних вод для зрошення може відбуватися у вегетаційний період для забезпечення культур вологою та безвегетаційний період для забезпечення рослин поживними, органічними речовинами, які містяться у стічних водах.

Визначено, що поля підземної фільтрації як один із видів природної біологічної очистки стічних вод є недоцільним для використання на сільськогосподарських землях м. Херсона через загрозу хімічного та бактеріального забруднення водоносних горизонтів, які використовуються для питного водопостачання населення. У період припинення випуску стічної води на поля зрошення можуть використовуватися резервні поля фільтрації площею 53 га із влаштуванням дренажної системи. При температурі атмосферного повітря нижче –10 С запропоновано проектування полів наморозування.

Для вирішення проблеми утворення високого вмісту фосфатів у стічних водах, зменшення їх негативного впливу на р. Дніпро запропоновано застосування технології вилучення фосфатів на основі природних сорбентів, цеолітів. Згідно розрахунку річної кількості фосфатів 910675 кг/рік ефективність виробництва фосфатних добрив склала 45500х10<sup>3</sup> грн.

Ключові слова: гідроекосистема, водозабезпеченість, очисні споруди, поля зрошення, поля підземної фільтрації, фосфати.



**Постановка проблеми.** В останні роки спостерігається інтенсивне забруднення водних екосистем стічними водами антропогенного походження. Зазначена проблема особливо актуальна для південних урбанізованих територій, у яких спостерігається низький рівень забезпеченості водними ресурсами (0,22 тис. м<sup>3</sup> на людину за рік). На сьогодні увесь обсяг стічних вод відводиться до ріки Дніпро, яка є головним джерелом питного водопостачання 2/3 населення країни. Враховуючи незадовільний сучасний стан очисних споруд та низьку ефективність технологічних процесів очистки та утилізації стічних вод, вони являються головними джерелами забруднення підземних, континентальних поверхневих вод. При цьому гідроекосистема Дніпра перетворюється на своєрідну біологічну очисну споруду, екологічний стан якої має стійку тенденцію до погіршення.

У світовій практиці висока вартість очисних споруд, оплата екологічного податку та здійснення прямого контролю відповідними державними органами за діяльністю виробників призводять до найбільшої частки порушень екологічного законодавства у сфері утилізації стічних вод, які викликають кризові ситуації та екологічні катастрофи [1]. Згідно показників ефективності очистки стічних вод за фізико-хімічними та біологічними методами вміст завислих речовин знижується на 40 %, фенолів, нафтопродуктів – 90 %, іонів важких металів – 95 %, поверхнево-активних речовин на 75 %, нафтопродуктів – 80 %, цинка – 70 %, фосфатів – 40 %. Внаслідок недоочистки стічних вод спостерігається стала тенденція до погіршення якості води за вмістом біогенних та органічних речовин, що зумовлює негативний вплив на гідробіонтів, знижує господарське використання водних об'єктів за різними потребами [2].

Тому в умовах постійного погіршення екологічного стану водного середовища зростає дефіцит водних ресурсів, що вимагає застосування природоохоронних заходів зменшення надходження забруднюючих речовин із стічними водами до водних екосистем, шляхом застосування новітніх технологій їх очистки та рециклінгу для повторного використання стоків відповідно до потреб народного господарства.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання зниження негативного впливу стічних вод на стан поверхневих вод розглянуто у наукових працях вітчизняних та зарубіжних вчених О.М. Шведа [3], О.А. Василенка [4], О.О. Семінської [5], D.A. Vallero [6], A.J. Balkema [7]. Значна увага науковців акцентована на використанні ресурсозберігаючих біотехнологій на основі біологічних, аерованих та біоінженерних ставків очистки стічних вод, технологічних схем біологічного безреагентного видалення азоту та фосфору із застосуванням групи бактерій роду *Acinetobacter*, які забезпечують ефективне зниження концентрацій поллютантів, характеризуються мінімальною затратою матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів.

У зв'язку зі скороченням промислового виробництва на 40 % протягом останніх 10 років та застосуванням водозберігаючих технологій спостерігається тенденція зниження показників водоспоживання в усіх секторах економіки. При цьому більшість комунальних очисних споруд є недовантаженими до проектною продуктивності. Тому необхідною умовою за дослідженнями О.А. Пивоварова [8] є здійснення суттєвої реконструкції споруд біологічного очищення та будівництво нових споруд. Однак нове будівництво та модернізація існуючих станцій очистки потребує залучення значних фінансових ресурсів і може бути ефективними лише у випадках технічної невідповідності існуючих споруд сучасним технологічним вимогам.

Для вирішення проблеми забруднення поверхневих вод стічні води повинні розглядатися як економічно ефективне та стабільне джерело енергії, поживних речовин, органічної речовини та інших корисних побічних продуктів [9]. Використання нових технологій поводження зі стічними водами, модернізація існуючої інфраструктури водовідведення та очищення стічних вод, розширення можливостей повторного використання стічних вод, стимулювання виробництва енергії з біогазу сприятиме раціональному ресурсоспоживанню та ресурсозбереженню на регіональному рівні.

**Постановка завдання.** Вдосконалення процесів очистки каналізаційних стічних вод із застосуванням рециклінгових технологій.

**Методика досліджень.** Розрахунок полів фільтрації та зрошення здійснено за середньодобовою нормою навантаження загальної кількості стічних вод, що приходить на 1 га площі полів у середньому за добу протягом року [10].

Повну розрахункову площу полів зрошення визначено за формулою:

$$F_n = F_{з.кор.} + F_{з.рез.} + k_{з.д.} \cdot (F_{з.кор.} + F_{з.рез.}), \quad (1)$$

де  $F_{з.кор.}$  – корисна площа полів зрошення, га;

$F_{з.рез.}$  – резервна площа полів зрошення, га;

$k_{з.д.}$  – коефіцієнт, що враховує збільшення площі у зв'язку з допоміжними спорудами,  $k_{з.д.} = 0,15-0,25$ .

Корисну площу для полів зрошення розраховано:

$$F_{з.кор.} = \frac{Q}{q_3}, \quad (2)$$

де  $Q$  – середньодобова витрата стічних вод, ( $\text{м}^3/\text{добу}$ );

$q_3$  – навантаження стічних вод на поля зрошення, що визначаються як середньозважена величина з навантажень на ділянки з різними видами сільськогосподарських культур (табл. 1).

Таблиця 1. Норми навантаження побутових стічних вод на поля зрошення для районів із середньорічною висотою шару атмосферних опадів 300-500 мм

Середньорічна температура повітря, °С	Навантаження на поля зрошення в залежності від типу ґрунту, м <sup>3</sup> /(га/добу)*		
	суглинок	супісок	пісок
До 3,5	30/15	40/20	60/30
3,6–6	35/20	50/25	75/40
6,1–9,5	45/25	60/30	80/40
9,6–11	60/30	70/35	85/45
Понад 11	70/35	80/40	90/45

\*Примітка: 1. Навантаження приведені у чисельнику для городніх сільськогосподарських культур, у знаменнику – для польових;

2. Для районів із середньорічною висотою шару атмосферних опадів 500-700 мм, норми навантаження на поля зрошення зменшуються на 10-15 %, а для районів із середньорічною висотою шару атмосферних опадів понад 700 мм – на 15-25 %.

Резервна площа полів зрошення:

$$F_{з.рез.} = a \cdot Q / q_{\phi}, \quad (3)$$

де  $a$  – коефіцієнт, що враховує частину витрати стічних вод, що надходять на резервні ділянки (значення  $a$  для районів з середньорічною температурою повітря до 5 С; 10 С; 15 С приймається відповідно 1; 0,75; 0,5);

$q_{\phi}$  – норма навантаження стічних вод на резервні поля фільтрації, приймається ( $q_{\phi} = 235$  м<sup>3</sup>/га·добу).

Повну розрахункову площу полів фільтрації визначено за формулою:

$$F\phi = F\phi_{кор.} + F\phi_{рез.} + k_{\phi.д.} \cdot (F\phi_{кор.} + F\phi_{рез.}), \quad (4)$$

де  $F_{\phi.кор.}$  – корисна площа полів фільтрації, га;

$F_{\phi.рез.}$  – резервна площа полів фільтрації, дорівнює 10–25 % від корисної площі  $F_{\phi.кор.}$ , га;

$k_{\phi.д.}$  – коефіцієнт, що враховує збільшення площі, для полів фільтрації ( $k_{\phi.д.} = 0,25-0,30$ ).

Корисна площа для полів фільтрації:

$$F\phi_{кор.} = Q / q_{\phi}, \quad (5)$$

де  $Q$  – середньодобова витрата стічних вод, (м<sup>3</sup>/добу);

$q_{\phi}$  – навантаження стічних вод на поля фільтрації ( $q_{\phi} = 235$  м<sup>3</sup>/га·добу).

Економічна ефективність виробництва фосфатних добрив з попереднім вилученням їх із стічної води розраховувалася за формулою [11]:

$$M_{PO_4} = W_{CB} \cdot (K_{1PO_4} - K_{2PO_4}) \cdot 365, \quad (6)$$

де  $M_{PO_4}$  – утворення фосфатів за рік;

$W_{CB}$  – добовий об'єм стічних вод, що надходять на очищення, м<sup>3</sup>/добу;

$K_{1PO_4}$  – на вході на очисні станції, кг/м<sup>3</sup>;

$K_{2PO_4}$  – концентрація фосфатів на виході з очисних станцій, кг/м<sup>3</sup>.

$$C_{PO_4} = M_{PO_4} \cdot k_{екв} \cdot R_{PO_4}, \quad (7)$$

де  $k_{екв}$  – коефіцієнт перерахунку фосфатів у фосфатні добрива (еквівалент фосфатних добрив,  $k_{екв} = 2$ );

$R_{PO_4}$  – ціна фосфатних добрив, грн.

**Результати дослідження та їх обговорення.** На сьогодні зростання світового дефіциту води, збільшення продуктивності сільського господарства, розвиток несприятливих агрокліматичних умов вимагає раціонального використання водних ресурсів в аграрному секторі економіки, пошук альтернативних джерел зрошення сільськогосподарських культур. Враховуючи інтенсивне забруднення водних екосистем стічними водами в межах великих міст їх повторне використання для потреб сільського господарства забезпечить вологозабезпечення сільськогосподарських земель, високі врожаї, зниження антропогенного пресингу на поверхневі води [12].

Із прийняттям Податкового Кодексу України № 2755 від 02.12.2010 р. сільськогосподарські виробники здійснюють плату за спеціальне використання води. В умовах платного водоспоживання актуальним питанням є підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва та запровадження ресурсозберігаючих технологій на основі використання каналізаційних стічних вод з обґрунтованими екологічно безпечними режимами зрошення.

У місті Херсон водовідведення господарсько-побутових та промислових вод відбувається по одному колектору об'ємом 50 тис. м<sup>3</sup> на добу, після очистки стічні води потрапляють до поверхневих вод р. Вірвовчиної. Через низькі технологічні можливості міських очисних споруд, зниження потенціалу природної очистки плавневих біоценозів, забруднюючі речовини потрапляють до р. Дніпро [13–15]. Для зменшення антропогенного навантаження на гідроєкосистему Дніпра пропонуємо доочищувати стічні каналізаційні води на очисних спорудах біологічного призначення – полях зрошення та фільтрації (табл. 2).

Таблиця 2. Результати розрахунків площі очисних споруд біологічного призначення

Поля зрошення, га			Поля підземної фільтрації, га		
Корисна площа, га	Резервна площа, га	Повна площа, га	Корисна площа, га	Резервна площа, га	Повна площа, га
1666	159	2281,25	212	53	331

Найвища ефективність біологічної очистки стічних вод досягається у теплий період року. Дана очистка стічних вод основана на здатності ґрунту затримувати забруднюючі речовини, у тому числі патогенні бакте-

рії і яйця гельмінтів. З урахуванням погіршення санітарного стан ґрунтів не рекомендується включати до сівозміни овочевих культур.

Перевагою використання полів зрошення для очистки стічних вод є одночасне вирощування на них сільськогосподарських культур. При цьому використання стічних вод для зрошення може відбуватися у вегетаційний період для забезпечення культур вологою та безвегетаційний період для забезпечення рослин поживними, органічними речовинами, які містяться у стічних водах.

Поля підземної фільтрації як один із видів природної біологічної очистки стічних вод є недоцільним для використання на сільськогосподарських землях м. Херсона через загрозу хімічного та бактеріального забруднення водоносних горизонтів, які використовуються для питного водопостачання населення. У період припинення випуску стічної води на поля зрошення можуть використовуватися резервні поля фільтрації площею 53 га із влаштуванням дренажної системи. При температурах нижче  $-10\text{ C}$  потрібно проєктувати поля наморозування. При цьому накопичення та зберігання стічних вод на резервних полях фільтрації пропонуємо здійснювати на непридатних для сільськогосподарського використання антропогенно-трансформованих земельних ділянках.

Використання ресурсозберігаючих методів у сільськогосподарському виробництві із застосуванням рециклінгових технологій сприятиме удосконаленню системи управління міськими стічними водами, вирішенню проблем водозабезпечення аграрного сектора економіки та зменшення забруднення поверхневих вод р. Дніпро (рис. 1).

Крім зрошення стічні води можуть використовуватися для удобрення сільськогосподарських угідь. В умовах масового використання миючих засобів у побуті виникає проблема високого вмісту фосфатів у стічних водах міста Херсон у кількості  $51,8\text{ мг/дм}^3$ .

Потрапляючи до вод Дніпра, фосфоровмісні сполуки призводять до розвитку процесів евтрофікації. При цьому спостерігаються замулювання дна, зміна кольору, зменшення прозорості води, інтенсивний розвиток планктонних водоростей у верхніх шарах води, дефіцит кисню, утворення сірководню, азоту амонійного. Проблема ускладнюється тим, що використання методів очистки стічних вод на міських очисних спорудах не забезпечує повного вилучення фосфатів із стічної води.

Нормування кількості фосфатів регулюється правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України, згідно з якими підприємствам заборонено скидати до міської каналізації стоки з концентрацією фосфатів більше ніж  $10\text{ мг/дм}^3$ . Для міста Херсон концентрація фосфатів повинна бути  $2,8\text{ мг/дм}^3$ . Тобто фактично вміст фосфатів у стічній воді складає 18 ГДК.

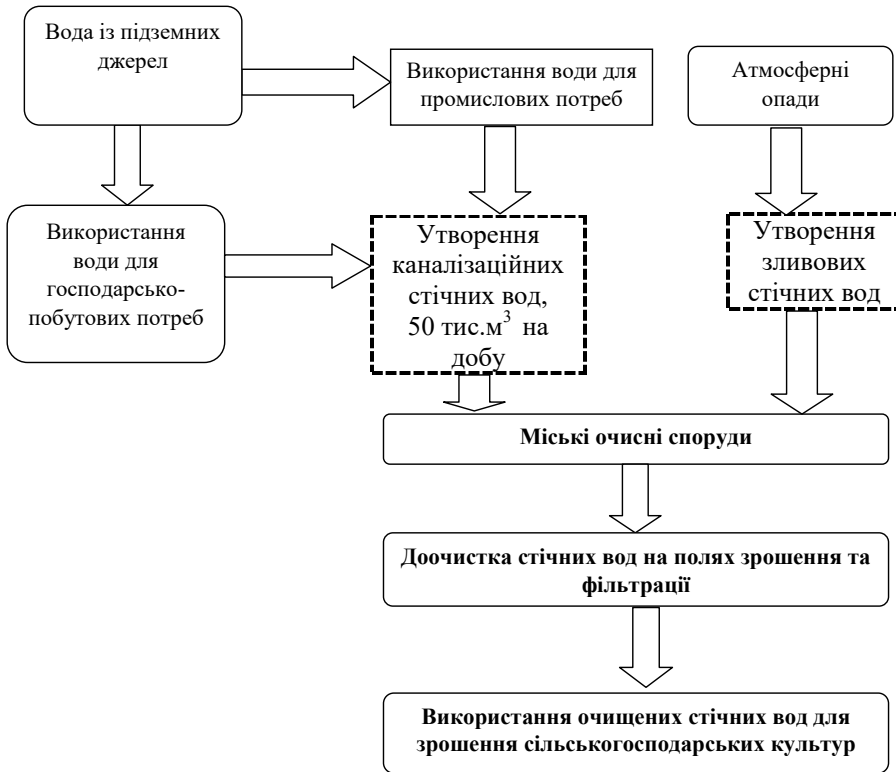


Рис. 1. Використання стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур

Індивідуальний внесок фосфору в каналізаційну мережу від одного мешканця житлового будинку складає від 0,65 г/добу до 4,80 г/добу, середнє значення – 2,18 г/добу. Вміст фосфатів у каналізаційних стічних водах має чітку тенденцію до збільшення через інтенсивне використання миючих засобів населенням. Залишкова концентрація його у очищених стічних водах складає 1,8 мг/дм<sup>3</sup>. За таких умов з очищеними комунальними стічними водами до Дніпра надходить 90 кг фосфору щодоби. Відомо, що кожен грам фосфатних сполук за сприятливих екологічних умов спричиняє приріст у водоймі 5-10 кг ціанобактерій. При цьому для зменшення негативного впливу фосфатів на р. Дніпро доцільним є застосування технології вилучення фосфатів за допомогою природних сорбентів, цеолітів підвищить ефективність виробництва фосфатних добрив. Із загального об'єму стічних вод річна кількість накопичених фосфатів складає 910675 кг/рік. З урахуванням вартості фосфатних добрив економічний ефект від вилучення фосфатів із стічної води складатиме 45500x10<sup>3</sup> грн.

При цьому новітні технології з підвищення рівня очистки стічних вод, збільшення обсягів повторного використання водних ресурсів і вилу-

чення корисних побічних продуктів стічних вод сприятиме розвитку циркуляційної економіки з багатооборотним використанням води у сільськогосподарському виробництві. Значний потенціал використання стічних вод для отримання фосфору забезпечить значну екологічну та економічну ефективність у системі управління стічними водами. Крім того створення оновленої концепції водовідведення, розробка конструктивних рішень щодо створення нових і удосконалення наявних екологічно безпечних технологічних процесів очищення та утилізації міських стічних вод забезпечить раціональне використання наявних водних ресурсів та зменшить рівень антропогенного навантаження на водну екосистему р. Дніпро.

**Висновки.** Для зменшення антропогенного навантаження на поверхневі води Дніпра запропонована технологія доочистки стічних вод з використанням споруд біологічного призначення – поля зрошення та фільтрації з подальшим використанням очищених стічних вод для поливу сільськогосподарських земель. Згідно проведених розрахунків визначено, що площа поля зрошення склала 1666 га. Встановлено, що доочистка стічних на полях фільтрації є недоцільною через загрозу забруднення водоносних горизонтів, які використовуються для водозабезпечення населення міста Херсон. Резервні поля фільтрації площею 53 га можуть використовуватися лише для накопичення та зберігання стічних вод у період припинення випуску стічної води на поля зрошення. Із загальнорічного вмісту фосфатів у каналізаційних стічних водах міста Херсон у кількості 910675 кг/рік економічна доцільність вилучення фосфатів із каналізаційних стічних вод з використанням реагента – цеолі та склала  $45500 \times 10^3$  грн.

## **SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL ASPECTS OF IMPROVING SEWAGE TREATMENT PROCESSES WITHIN THE URBO-SYSTEM OF KHERSON**

*Skok S.V. – PhD in Agriculture,  
Kherson State Agrarian and Economic University,  
skok\_sv@ukr.net*

The problem of intensive pollution of hydro-ecosystems with wastewater of anthropogenic origin is topical for water supply (0.22 thous. m<sup>3</sup> per person). In order to improve the Dnipro ecological state and increase the efficiency of agricultural production under unfavorable agro-climatic conditions, we treated sewage with ecologically substantiated safe irrigation modes.

The study focuses on additional sewage treatment at treatment plants of biological purpose – in irrigation fields and fields of underground filtration. The calculation of filtration and irrigation fields was performed by the average daily norm of loads of the total amount of sewage per 1 ha of the field per day on the average. The research

determined that the highest efficiency of biological sewage treatment is reached in a warm season of the year due to the ability of soil to absorb pollutants, pathogenic bacteria and helminth eggs. Vegetable crops are not recommended for crop rotation.

It was established that the benefit of using irrigation fields for sewage treatment is simultaneous crop cultivation. Wastewater for irrigation can be used both in a growing season to provide crops with moisture and in a non-growing season to provide plants with nutrients and organic substances contained in wastewater.

It was determined that fields of underground filtration as one of the types of natural biological treatment of sewage are not suitable for using on the agricultural lands of Kherson because of the threat of chemical and bacterial pollution of water-bearing strata, used for public drinking water supply. During the period of cessation of discharging sewage to irrigation fields, reserve filtration fields having the area of 53 ha with drainage systems can be used. Designing freezing fields are suggested at temperatures lower than  $-10\text{ C}$ .

To solve the problem of accumulation of high phosphate content in wastewater, reducing their negative impact on the Dnipro river, we suggest using the technology of removing phosphates by means of natural sorbents and zeolites. According to the calculation of the annual amount of phosphates of 910675 kg per year the efficiency of production phosphate fertilizers made  $45500 \times 10^3$  UAH.

Keywords: hydro-ecosystem, water supply, treatment plants, irrigation fields, fields of underground filtration, phosphates.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Dean T.J, McMullen J.S. Toward a theory of sustainable entrepreneurship: Reducing environmental degradation through entrepreneurial action. *Journal of Business Venturing*. 2007. Vol. 22(1). P. 50–76.
2. Ладика М.М., Гобеляк Н.С., Корх О.В., Дорошенко А.В. Оцінка сучасного антропогенного навантаження на басейн р. Трубіж. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. № 3(32). URL: [http://archive.nbu.gov.ua/journals/Nd/2012\\_3/12dav.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/journals/Nd/2012_3/12dav.pdf)
3. Швед О.М., Червцова В.Г., Петріна Р.О., Новіков В.П. Порівняльний аналіз біотехнології очищення стічних вод малих населених пунктів. *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. № 3/4 (23). С. 28–32.
4. Василенко О.А., Поліщук О.В., Василенко Л.О. Впровадження технології біологічної очистки стічних вод від сполук азоту і фосфору на міських очисних спорудах. *Екологічна безпека та природокористування*. 2014. Вип. 15. С. 90–101. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebp\\_k\\_2014\\_15\\_13/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebp_k_2014_15_13/)
5. Семінська О.О., Кучерук Д.Д., Балакіна М.М., Гончарук В.В. Очищення міських стічних вод мембранними методами. *Доповіді Національної академії наук України*. 2016. № 11. С. 112–116. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/dnanu\\_2016\\_11\\_18/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/dnanu_2016_11_18/)



6. Vallero D.A. *Environmental Biotechnology: A Biosystems Approach*. Burlington, USA: Elsevier Academic Press, 2010. 742 p.
7. Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. A.J. Balkema et al. *Urban Water*. 2002. Vol. 4, no. 2, P. 153–161.
8. Пивоваров О.А., Дубницький В.І., Федулова С.О. Оцінка інвестиційної привабливості водопровідно-каналізаційного господарства як базової галузі національного господарства. *Наука, технології, інновації*. 2017. № 1. С. 55–62.
9. Торба І.В. Еколого-економічний ефект реклеймінгу стічних вод на підприємствах України. *Вісник НУБГП. Серія «Економічні науки»*. 2020. Випуск 2 (90). С. 23–247.
10. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. Рівне: ВАТ Рівненська друкарня. 2002. 620 с.
11. Харькин С.В., Харькина О.В. Реализация технологий удаления азота и фосфора из сточных вод: роль проектирования и эксплуатации. *Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения*. 2014. № 1. С. 4–15.
12. Скок С.В. Вплив зливових та каналізаційних стічних вод на якість річки Дніпро в зоні дії Херсонської урбосистеми. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 122–129.
13. Пічура В.І., Потравка Л.О., Скок С.В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсон). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 19–34.
14. 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. 47(2). P. 273–280.
15. Пічура В.І. Басейнова організація природокористування на водозбірній території транскордонної річки Дніпро. Херсон: Вид-во «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 380 с.

#### REFERENCES

1. Dean T.J, McMullen J.S. (2007). Toward a theory of sustainable entrepreneurship: Reducing environmental degradation through entrepreneurial action. *Journal of Business Venturing*, Vol. 22(1), 50–76.
2. Ladyka M.M., Gobeljak N.S., Korh O.V., Doroshenko A.V. (2012). *Ocinka suchasnogo antropogennoho navantazhennja na basejn r. Trubizh* [Assessment of modern anthropogenic load on the basin of the Trubizh river]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, no. 3(32). URL: [http://archive.nbu.gov.ua/journals/Nd/2012\\_3/12dav.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/journals/Nd/2012_3/12dav.pdf). [in Ukrainian].

3. Shved O.M., Chervecova V.G., Petrina R.O., Novikov V.P. (2015). *Porivnjal'nyj analiz biotekhnologii' ochyshhennja stichnyh vod malyh naselenyh punktiv* [Comparative analysis of biotechnology of wastewater treatment in small settlements]. *Tekhnologicheskij audit i rezervy proizvodstva*, no. 3/4 (23), 28–32. [in Ukrainian].
4. Vasilenko O.A., Polishchuk O.V., Vasilenko L.O. (2014). *Vprovadzhenia tekhnologii biologichnoi ochystky stichnykh vod vid spoluk azotu i fosforu na miskykh ochysnykh sporudakh* [Introduction of technology of biological sewage treatment from nitrogen and phosphorus compounds in municipal treatment facilities]. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*, Vol. 15, 90–101. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebpk\\_2014\\_15\\_13/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebpk_2014_15_13/). [in Ukrainian].
5. Semins'ka O.O., Kucheruk D.D., Balakina M.M., Goncharuk V.V. (2016). *Ochyshhennja mis'kyh stichnyh vod membrannymy metodamy* [Urban wastewater treatment by membrane methods]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*, no. 11, 112–116. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/dnanu\\_2016\\_11\\_18/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/dnanu_2016_11_18/). [in Ukrainian].
6. Vallero D.A. (2010). *Environmental Biotechnology: A Biosystems Approach*. Burlington, USA: Elsevier Academic Press.
7. Balkema A.J. et al (2002). Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. *Urban Water*, Vol. 4, no. 2, 153–161.
8. Pyvovarov O.A., Dubnytskyi V.I., Fedulova S.O. (2017). *Otsinka investytsiinoi pryvablyvosti vodoprovodnokanalizatsiinoho hospodarstva yak bazovoi haluzi natsionalnoho hospodarstva* [Assessment of investment attractiveness of water supply and sewerage as a basic branch of the national economy]. *Nauka, tekhnologii, innovatsii*, no 1, 55–62. [in Ukrainian].
9. Torba I.V. (2020). *Ekoloho-ekonomichnyi efekt rekleiminhu stichnykh vod na pidpriemstvakh Ukrainy* [Ecological and economic effect of wastewater reclamation in the enterprises of Ukraine]. *Visnyk NUVHP*, Vol. 2 (90), 23–247. [in Ukrainian].
10. Kovalchuk V.A. (2002). *Ochystka stichnykh vod* [Wastewater treatment]. Rivne: VAT Rivnenska drukarnia. [in Ukrainian].
11. Har'kin S.V., Har'kina O.V. (2014). *Realizacija tehnologij udalenija azota i fosfora iz stochnyh vod: rol' proektirovanija i jekspluatacii* [Implementation of technologies for removing nitrogen and phosphorus from wastewater: the role of design and operation]. *Nailuchshie dostupne tehnologi vodosnabzhenija i vodootvedenija*, no. 1, 4–15. [in Russian].
12. Skok S.V. (2020). *Vplyv zlyvovyh ta kanalizacijnyh stichnyh vod na yakist' richky Dnipro v zoni dii' Hersons'koi' urbosystemy* [The impact of stormwater and sewage water on the quality of the Dnipro-river with in the area of Kherson urbosystem]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, no. 2, 122–129. [in Ukrainian].

13. Pichura V.I., Potravka L.O., Skok S.V. (2019). *Ekolohichni stan akvatoriiriky Dnipro u zoni vplyvu urbosystem (na prykladi mista Kherson)* [Ecological condition of the Dnieper-river water area in the zone of the impact of urbosystems (exemplified by Kherson)]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*, no. 2, 19–34. [in Ukrainian].
14. 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*, 47(2), 273–280.
15. Pichura V.I. (2020). *Basejnova organizacija pryrodokorystuvannja na vodozbiirnij terytorii' transkordonnoi' richky Dnipro* [Basin organization of nature use on the catchment area of the Dnieper transboundary river]. Kherson: «OLDI-PLJuS». [in Ukrainian].

# МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

---

---

UDC 543.31

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.17>

## POTENTIOMETRIC METHOD OF NATURAL ENVIRONMENTAL WATERS pH DETERMINATION

*Bila T.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Lyashenko E.V. – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,  
Okhrimenko O.V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Kherson State Agrarian and Economic University  
kaf.chemistry@ukr.net*

The article deals with a general description of the potentiometric method of measuring the pH medium reaction. The use of the method for determining the pH of surface waters is substantiated. The reaction of the environmental surface water was studied by students of the Faculty of Fisheries and Nature Management in the chemical laboratory of the Earth Science and Chemistry Department.

Modern fish farming deals with fresh water as a medium for fish production. Surface springs are characterized by changes in water quality at different times of a year, and that affects the results of fish farming. Among the chemical indicators of water quality the hydrogen index (pH) plays one of the most important role. The development and activity of aquatic organisms depends on the pH value. The pH value of environmental water ranges from 6.5 to 8.5. It depends on the season: in winter for the most river waters pH value decreases (6.8–7.4), and in summer it rises (7.4–8.2). There are few nutrients in waters with a low pH value. Fish can withstand pH in the range from 5.0 to 9.0. Basic medium with pH > 10 is dangerous for all fish. The reaction of the water from neutral to slightly basic is the most favorable for fish ponds. The optimal pH is at the range of 7.0–8.5, short-term pH changes up to 6.5 and 9.5 are allowed. In such cases we should take urgent actions to increase or decrease it. At pH below 7.0, i.e. with an acidic reaction of the environment, the life processes of fish and other hydrobionts are slowed down, which reduces their growth rate and can lead to their death. Therefore, it is necessary to monitor the pH of the aqueous medium constantly.

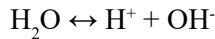
Keywords: hydrochemical studies, potentiometry, determination of pH, surface waters, the effect of pH on aquatic organisms.

---

**Formulation of task.** Justify the potentiometric method of measuring surface water pH.

**Object of study.** Surface waters.

**Materials and methods of research.** Pure water is a very weak electrolyte that partially dissociates into hydroxide ions OH<sup>-</sup> and hydrogen ions H<sup>+</sup> :



The process of water dissociation is a reversible one that characterized by a dissociation constant:  $K = [\text{H}^+] * [\text{OH}^-] / [\text{H}_2\text{O}]$

The dissociation constant of water depends on temperature, with increasing temperature it increases. The product of concentrations  $[\text{H}^+] * [\text{OH}^-]$  is the ionic product of water. At a temperature of 22°C it is equal  $10^{-14}$  and characterizes the acidity of the medium on a pH scale.

$$K_v = [\text{H}^+] * [\text{OH}^-] = 1.8 * 10^{-16} * 55.56 = 1 * 10^{-14}$$

In pure water, the concentration of hydrogen ions is equal to the concentration of hydroxide ions:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ mol/l}$$

The ionic product of water at certain temperature remains constant regardless of changes in ion concentrations, which allows to calculate concentrations of hydroxide ions by numerical concentrations of  $\text{H}^+$  and vice versa.

To characterize the water medium acidity it was proposed to use a pH value, which equals to the negative decimal logarithm of the hydrogen ions concentration:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

In pure water the media is neutral and  $\text{pH} = 7$ . In acidic media  $\text{pH} < 7$  and in alkaline media  $\text{pH} > 7$ . The closer the pH value to zero, the higher the concentration of  $\text{H}^+$  ions in solution and the acidity of the medium is higher too. On the contrary, the closer the pH value to 14, the higher the concentration of  $\text{OH}^-$  ions in the solution, the more basic is the medium.

Natural waters are divided into seven groups depending on pH:

- strongly acidic ( $\text{pH} < 3$ );
- acidic ( $\text{pH} = 3 - 5$ );
- weakly acidic ( $\text{pH} = 5 - 6,5$ );
- neutral ( $\text{pH} = 6.5 - 7.5$ );
- slightly alkaline ( $\text{pH} = 7.5 - 8.5$ );
- alkaline ( $\text{pH} = 8.5 - 9.5$ );
- strongly alkaline ( $\text{pH} > 9.5$ ).

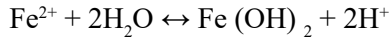
The acidity of natural waters depends mainly on the concentration of humic and other weak organic acids. On the other hand dissolution of natural limestone rocks gives the water an alkaline character.

The content of hydrogen ions in natural waters is defined by the content of hydrogen carbonate and carbonate ions:



If surface waters contain small amounts of carbon dioxide they characterized as alkaline. Due to the consumption of  $\text{CO}_2$  by aquatic vegetation during the processes of photosynthesis substantial changes in pH may happen. The humic acids present in soils effect concentration of hydrogen ions as well. In

cases where significant amounts of iron, aluminum, copper and other metals sulfates enter the water hydrolysis of these salts plays a role:



Water can be contaminated and contain large amounts of strong acids or their salts due to the discharge of industrial wastewater. In these cases pH value may be below 4.5.

The value of pH in river waters usually varies from 5.9 to 8.5, in atmospheric sediments from 4.5 to 6.0, in swamps 5.5–6.0, in sea waters 7.8–8.3.

The concentration of hydrogen ions in water is subjected to seasonal fluctuations. An increase in the pH value to 9 and even more is often observed in summer in open water bodies. Especially during intensive photosynthesis when the concentration of CO<sub>2</sub> decreases because of its use in carbohydrates building. When photosynthesis weakens in winter, CO<sub>2</sub> content under the ice grows and pH value is decreasing. In winter, the most river waters have pH 6.9–7.5, in summer 7.5–8.2. The water pH in reservoirs to some extent is determined by the geology of the catchment basin. It depends on various factors and may change during a year and even during a day.

In accordance with the requirements for the composition and properties of drinking water from ponds the pH value of water for these purposes should not exceed the range of 6.5–8.5. This is especially true for water reservoirs in recreational areas, as well as for water from fishery ponds.

There are buffer systems in natural waters that capable to maintain a constant value of pH in the presence of strong acids or strong bases. The carbonate buffer system, which works at pH less than 6, is able to neutralize acidic or alkaline effluents brought in by rain. The buffering capacity of natural waters and reservoirs are different. It depends on the substances contained in the deposits, bottom sediments and so on. The content of carbon dioxide in water is also affected by mobility of sediments, large amount of leaf precipitation and its active destruction in the event of heavy rain.

Precipitation with a high acidity can lead to serious changes in the state of surface water systems. Content of hydrogen ions in a reservoir is rising and pH is decreasing.

It is possible to define some stages of water acidification process:

In a stable water body, even despite the of acid rain, the pH does not change at the first stage, bicarbonate ions have time to neutralize hydrogen ions completely. Total alkalinity in the reservoir may drop approximately 10 times to a size of less than 0.1 mMol/l. In this case, during the period of intensive inflow of acidic waters into the reservoir (in autumn from heavy rains, in spring from melting of snow) the pH value of surface water bodies may undergo to significant deviations. The reservoir returns to normal acidity with the cessation of intensive acid rain. pH numbers rise to its original values.

In the second stage of acidification of the reservoir, the pH of the water throughout the year usually does not rise above 5.5. Such reservoirs are referred to as moderately acidic. At this stage of acidification there are significant changes in the composition of living organisms species.

In the third stage of acidification, the pH of water bodies is stabilized at pH values  $< 5$  (usually pH about 4.5), even if precipitation has higher pH values. This happens due to the presence of humic substances and Al compounds in natural waters and the soil layer.

The solubility of carbonates, sulfides, phosphates of heavy metals increases when pH lowers, increasing their migration and availability for assimilation by living organisms, poisoning. Acidified rainwater, flowing down the land surface and seeping into the lower layers of the soil, better dissolves carbonate and other rocks, increasing the content of ions of Calcium, Magnesium, Silicon in groundwater and river water. Depending on the pH value, the rate of chemical reactions, the degree of corrosion aggressiveness of water, the toxicity of pollutants can vary.

It is known that the ions of many heavy metals (Cadmium, Copper, Plumbum, Mercury, Aluminum) have high toxicity for many species of aquatic living organisms and humans. The solubility of heavy metal compounds depends on pH. For example, in an acidic environment, high mobility is characteristic of Mo, V, U, Se, Sr, Zn, Cu, Co, Ni, Hg, As, Cd and others, in an alkaline and neutral environment – Mg, F, Sr, Ra. It should be noted that in a neutral environment the mobility of such elements as Al, Ti, Sn, Ag, Te, Cr, Zn, Cu, Co, Ni, Hg is very low. An increase in the content of heavy metal ions in water can lead to death of the ecosystem. Thus, the acidity of the aquatic environment affects the state of pollution of natural waters.

Therefore, the concentration of hydrogen ions is of great importance for chemical and biological processes occurring in natural waters. The value of pH depends on the development and activity of aquatic plants, the stability of various forms of elements migration; the pH value of water also affects the conversion of various forms of nutrients, changes the toxicity of pollutants.

It is most convenient and most accurate to determine the pH of water by potentiometric method using a pH meter. For an approximate description of the acidity of the medium you can use a universal indicator paper and determine the pH on a color scale. Another way is to use different acid-base indicators, which change their color at different pH values.

Potentiometric pH measurement is an electrometric method for determining the activity of hydrogen ions, based on measuring the potential difference occurring at the outer surface of the pH-selective membrane of the glass electrode. In practice, potentiometric pH measurement is performed by measuring the potential difference of a circuit consisting of a glass pH electrode reversible

to activity of hydrogen ion and a silver chloride reference electrode with saturated potassium chloride solution.

The measurement of the potential difference of the electrode system is carried out by the compensation method using an ionomer, which is pre-calibrated in pH units according to standard buffer solutions with a precisely known pH value.

Laboratory studies have confirmed precision of electrometric method of pH determination which is based on the measurement of the electromotive force (EMF) of an electrochemical circuit composed of a water sample, a glass electrode and a reference electrode. During electrometric pH determination, a laboratory pH meter with a glass measuring electrode and a silver chloride reference electrode is used.

When the glass electrode is immersed in the solution, between the surfaces of the glass electrode ball and the solution ion exchange occurs, as a result of which metal ions in the outer layers of the glass are replaced by hydrogen ions, so glass electrode becomes hydrogen one. Between the glass surface and the analyzing solution a potential difference (EMF) is forming proportional to the pH of the solution.

Water pH should be measured as soon as possible after sampling, as the pH changes rapidly due to various chemical, physical and biochemical processes in the sample. A laboratory pH meter is used for measurement.

Before determination, the electrodes are thoroughly washed with distilled water and dried with a paper filter. After determining the temperature we should set the handle "Solution temperature" of pH-meter in proper position. After determining the pH, the electrodes are immersed in a beaker with distilled water.

Potentiometric determination of pH is more accurate than colorimetric method and it makes it possible to measure the activity of hydrogen ions with an error of  $\pm 0.02-0.05$  pH in the range from 1 to 12 depending on the performance of the glass electrode and ionomer (pH meter).

**Research results.** Second-year students of the Faculty of Fisheries and Nature Management in the laboratory classes of the discipline «Biogeochemistry and Hydrochemistry» carried out a hydrochemical analysis of various samples of surface water by potentiometric method. The most effective teaching method in terms of developing of new competencies was the research method of projects. The results obtained in the study are shown in table 1.

Studies show that the water in all reservoirs has optimal pH values and is favorable for fish farming.

**Conclusions.** Water pH is one of the most important indicators of water quality, as it is of great importance for the formation of the chemical composition of water, its purification processes, providing living conditions for flora and fauna of the reservoir.



**Table 1. Hydrogen index of natural waters**

Name of the reservoir	pH	group
Dnipro R. (HBK)	7,2	Neutral waters
Dnipro R. (Hydropark)	7,9	Neutral waters
Dnipro R. (River port)	7,7	Neutral waters
Kosheva R.	7,0	Neutral waters
Ingulets R.	7,3	Neutral waters
Ingulets Canal	7,2	Neutral waters
Ingulka (Poniatovka village)	7,0	Neutral waters
Kakhovka Reservoir	7,1	Neutral waters

The acidity of natural waters depends mainly on the concentration of dissolved free carbon dioxide and the content of humic and other weak organic acids. But, as a result of pollution of fresh waters with acids, first of all, sulfate and nitrate, water pH decreases.

The potentiometric method is one of the main and accurate methods for determining the pH of the aqueous medium. The results of studies of the pH of the aquatic environment make it possible to control the hydrochemical regime of surface waters.

## **ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ рН ПРИРОДНИХ ВОД**

*Біла Т.А. – к.с.-г.н., доцент,*

*Ляшенко Є.В. – к.х.н., доцент,*

*Охріменко О.В. – к.т.н., доцент,*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

*kaf.chemistry@ukr.net*

У статті розглядається загальний опис потенціометричного методу вимірювання реакції рН середовища. Обґрунтовано використання методу визначення рН поверхневих вод. Реакцію поверхневих вод навколишнього середовища вивчали студенти факультету рибного господарства та природокористування в хімічній лабораторії кафедри науки про Землю та хімії.

Сучасне рибництво розглядає прісну воду як засіб для виробництва риби. Поверхневі джерела характеризуються зміною якості води в різні періоди року, і це впливає на результати вирощування риби. Серед хімічних показників якості води водневий показник (рН) відіграє одну з найважливіших ролей. Розвиток та діяльність водних організмів залежить від значення рН. Значення рН природної води коливається від 6,5 до 8,5. Це залежить від пори року: взимку для більшості річкових вод значення рН знижується (6,8–7,4), а влітку воно піднімається (7,4–8,2). У водах з низьким значенням рН мало поживних речовин. Риба може витримувати рН в діапазоні від 5,0 до 9,0. Основне середовище з рН>10 небезпечно для всіх риб. Реакція води від нейтральної до слабоосновної є найбільш сприятливою для

рибних ставків. Оптимальний рН знаходиться в межах 7,0–8,5, допускаються короточасні зміни рН до 6,5 та 9,5. У таких випадках нам слід вживати термінових заходів для його збільшення або зменшення. При рН нижче 7,0, тобто при кислій реакції навколишнього середовища, життєві процеси риб та інших гідробіонтів сповільнюються, що зменшує швидкість їх росту і може призвести до їх загибелі. Тому необхідно постійно контролювати рН водного середовища.

Ключові слова: гідрохімічні дослідження, потенціометрія, визначення рН, поверхневі води, вплив рН на водні організми.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ляшенко Є.В., Біла Т.А., Охріменко О.В. Дидактичні підходи до формування компетенцій у студентів-екологів. *Хімія, агрохімія, екологія та освіта: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*. Полтава, 2019. С. 100–104.
2. Белая Т.А., Ляшенко Е.В., Охрименко Е.В. Метод проектов в самостоятельной работе на занятиях по гидрохимии. *Инновационная педагогика*. Вып. 21 (1). 2020. С. 91–94.
3. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія: підручник. Київ, 1997. 384 с.
4. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. Москва, 1973. 448 с.

### REFERENCES

1. Lyashenko E.V., Bila T.A., Okhrimenko O.V. (2019). *Dydaktychni pidkhody do formuvannia kompetentsii u studentiv-ekolohiv* [Didactic approaches to the formation of competencies in environmental students]. *Khimiia, ahrokhimiia, ekolohiia ta osvita: Zbirnyk materyaliv III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* [Didactic approaches to the formation of competencies in environmental students. Chemistry, agrochemistry, ecology and education: Proceedings of the III International Scientific and Practical Internet Conference]. Poltava. 100–104. [in Ukrainian].
2. Belaya T.A., Lyashenko E.V. & Oxrimenko E.V. (2020). *Metod proektov v samostoyatel'noj rabote na zanyatiyax po gidroximii* [Project method in independent work in hydrochemistry classes]. *Inovatsijna pedahohika*, Vol. 21 (1), 91–94. [in Russian].
3. Peleshenko V.I. & Hilchevskij V.K. (1997). *Zagal'na gidroximiya* [General hydrochemistry]. Kyiv: Lybid". [in Ukrainian].
4. Lurje Yu.Yu. (1973). *Unificirovanny'e metody` analiza vod* [Unified Water Analysis Methods]. Moscow. [in Russian].

УДК 502.51:[31:91](477:72)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.18>

## **ВИКОРИСТАННЯ СТАТИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

<sup>1,2</sup>*Мельниченко С.Г. – магістр,*

<sup>1</sup>*Богадьорова Л.М. – к.г.н., доцент,*

<sup>2</sup>*Маркелюк А.В. – магістр,*

<sup>1</sup>*Херсонський державний аграрно-економічний університет,*

<sup>2</sup>*Херсонський державний університет,*

*sofiya.melnichenko.98@gmail.com, LBohadorova09@gmail.com,*

*nmarkelyuk@gmail.com*

У статті висвітлено сучасний стан водних ресурсів Херсонської області. Водні ресурси є важливим компонентом гідросфери нашої планети та необхідною передумовою соціально-економічного розвитку, життєдіяльності населення та виробництва, а тому дослідження їх екологічного стану є досить актуальним.

Херсонщина належить до відносно добре забезпечених водними ресурсами регіонів. Джерелом водопостачання для галузей економіки та населення регіону є поверхневі та підземні води. Наявні водні ресурси майже повністю забезпечують потреби населення та галузі економіки, але в результаті нерівномірності їх розміщення виникають відповідно проблеми забезпечення території водними ресурсами. Найбільший вплив на стан поверхневих вод регіону мають стічні води підприємств різних галузей промисловості, сільського і комунального господарства.

На сьогоднішній день, на території регіону продовжується забруднення водного середовища, що є причиною погіршення умов життєдіяльності гідробіонтів. Як наслідок, відбуваються зміни рибогосподарського статусу цілої низки заплавлених водойм, повне або часткове знищення представників понтокаспійської фауни, зменшення багатства фітопланктону та зоопланктону. Саме це стало однією з проблем, яка потребує негайного наукового розгляду та вирішення.

Метою статті є дослідження основних забруднювачів поверхневих водних об'єктів регіону та їх вплив на біоресурси. Об'єктом дослідження є водне середовище Херсонщини. Предметом дослідження є екологічний стан вод Херсонщини.

Під час дослідження нами були використані такі методи: аналізу, статистичний, математичний та картографічний.

У процесі дослідження було розраховано територіальні і душеві обсяги споживання свіжої води по районам області та розроблено відповідні картосхеми; розглянуто основні екологічні проблеми, пов'язані зі стічними водами водокористувачів регіону; також було розглянуто середньорічні концентрації забруднюючих речовин в водах Херсонщини і виявлено, що в деяких місцях вони перевищують гранично допустимі норми.

Таким чином, з метою збереження водних ресурсів регіону, необхідно проводити заходи щодо запобігання їх виснаженню, відтворення і підтримки цілісно-

сті водних екосистем та створити всі умови для покращення стану водної інфраструктури.

Ключові слова: територіальні обсяги споживання свіжої води; душеві обсяги споживання свіжої води; водні ресурси; водопостачання; водовідведення; середньорічна концентрація забруднюючих речовин.

**Постановка проблеми.** Забруднення водного середовища є однією з найбільш суттєвих проблем, оскільки чинить негативний вплив не лише на людину, але й на водні біоресурси. Зростання масштабів народногосподарської діяльності та науково-технічний прогрес зумовлюють посилення антропогенного тиску на навколишнє водне середовище та викликає заострення соціально-економічних проблем.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням екологічного стану водних ресурсів, питаннями раціонального водокористування, охороною та відтворенням їх займалися такі науковці, як: В.М. Трегубчук, В.М. Хорев, С.В. Яковлева, А.П. Голіков, С.І. Дорогунцов та інші. Проте, потребують подальших напрацювань питання раціонального використання, відтворення та охорони водних ресурсів.

**Постановка завдання.** У зв'язку із чималими забрудненнями водного середовища регіону, нами були досліджені основні «екологічні» тенденції водокористування Херсонщини. Також, було розкрито територіальні тенденції споживання свіжої води в розрізі адміністративних районів області. Крім того, було встановлено залежність між викидами у водні об'єкти регіону та біоресурсами.

**Об'єктом дослідження** є водне середовище Херсонської області.

**Матеріали і методи дослідження.** Інформаційною базою дослідження стали праці вітчизняних та зарубіжних вчених. На основі статистичних даних Головного управління статистики України в Херсонській області було здійснено комплексний аналіз основних забруднювачів водного середовища регіону.

Під час проведення дослідження авторами використовувались такі методи: – аналізу: було проаналізовано територіальні та душеві обсяги споживання свіжої води в розрізі адміністративних районів Херсонської області; статистичний – було зібрано зі статистичних джерел інформацію щодо використання води та кількості викидів забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти у 2017 році; математичний – були проведені розрахунки територіальних та душевих обсягів споживання свіжої води по районах області; картографічний – на основі проведених нами розрахунків було проведено групування районів Херсонщини та розроблені відповідні картосхеми.

**Результати досліджень.** Водні ресурси є одним з найважливіших компонентів життєдіяльності суспільства та необхідною умовою для функціонування народногосподарського комплексу певної території.

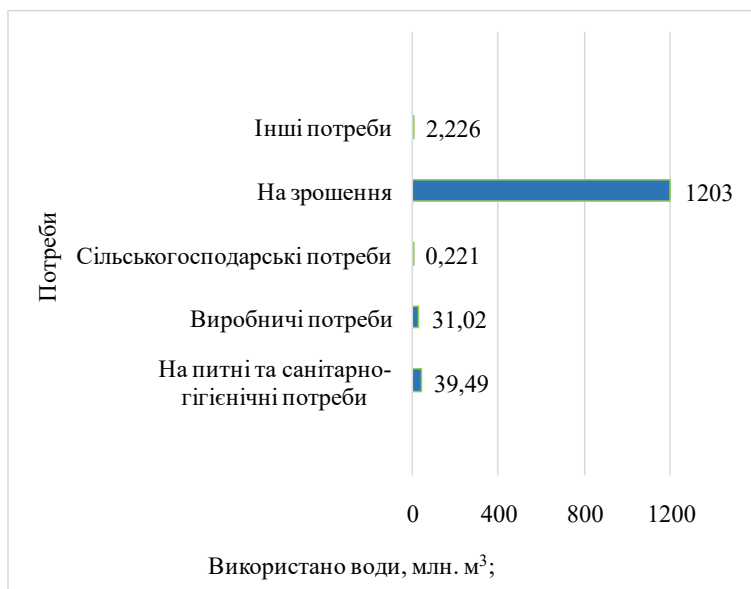
За запасами води, територія України належить до малозабезпечених країн. В екологічному аспекті, найбільш забрудненими водними об'єктами нашої держави є басейни річок Дунай, Дністер, Південний Буг, Дніпро та Сіверський Донець. На загальноукраїнському рівні, найбільший вплив на стан та якість поверхневих вод мають стічні води підприємств різних галузей: сільського та комунального господарств, промисловості.

На території Херсонщини налічується: 22 лимани, площею 1024 тис. га; 24 малих річки із заплавами довжиною 745 км; 693 озера та Каховське водосховище; акваторії Чорного та Азовського морів загальною площею 470 тис. га.

Головною річкою Херсонського регіону є Дніпро. Воно перетинає область навпіл з північного сходу на південний захід. Водами річки живиться два штучних канали – Північно-Кримський та Каховський магістральний. На території області також налічується 24 малих річки із заплавами довжиною 745 км.

Джерелом водопостачання для народногосподарського комплексу області є поверхневі та підземні води. Водні ресурси в повній мірі забезпечують виробничі та побутові потреби Херсонщини.

Станом на 2017 рік із природних водних об'єктів було забрано 1727 млн. м<sup>3</sup> води, тоді як використання свіжої води склало – 1276 млн. м<sup>3</sup> (рис. 1).



**Рис. 1. Використання води у 2017 році на території Херсонської області**

*Джерело: складено авторами за [3]*

До галузей господарства, які найбільше використали води слід віднести:

- сільське господарство – 1159 млн. м<sup>3</sup>;
- комунальне господарство – 36,68 млн. м<sup>3</sup>;
- харчова промисловість – 1,846 млн. м<sup>3</sup>;
- будівельна промисловість – 0,125 млн. м<sup>3</sup>;
- машинобудівна та металообробна промисловість – 0,829 млн. м<sup>3</sup>;
- енергетика – 0,686 млн. м<sup>3</sup> [1; 2].

У процесі дослідження було розраховано душові та територіальні (табл. 1) обсяги споживання свіжої води по районах та містах Херсонської області.

**Таблиця 1. Показники споживання свіжої води по районах Херсонської області**

Адміністративна одиниця	Споживання свіжої води, млн. м <sup>3</sup>	Душові обсяги споживання свіжої води, м <sup>3</sup> /особу	Територіальні обсяги споживання свіжої води, тис. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>
Бериславський	14	0,29	8,13
Білозерський	20,1	0,3	13,1
Великопететиський	4,7	0,28	4,7
Великоолександрівський	0,5	0,02	0,33
Верхньорогачицький	0,3	0,025	0,33
Високопільський	0,1	0,007	0,14
Генічеський	50,9	0,85	16,92
Голопристанський	60,6	1	17,77
Горностаївський	62,8	3,17	61,69
Іванівський	48,1	3,43	42,95
Каланчацький	77,4	3,6	84,68
Каховський	243,7	6,79	167,95
Нижньосірогоський	8,7	0,55	7,2
Нововоронцовський	3,2	0,15	3,18
Новотроїцький	162,4	4,54	70,67
Скадовський	109,4	2,28	74,74
Олешківський	10,9	0,15	6,2
Чаплинський	139,5	3,97	81,01
місто Гола Пристань	-	-	-
місто Каховка	3,9	0,1	125,81
місто Нова Каховка	20,9	0,31	93,42
місто Херсон	20,1	0,06	47,25

Джерело: складено авторами за [3]

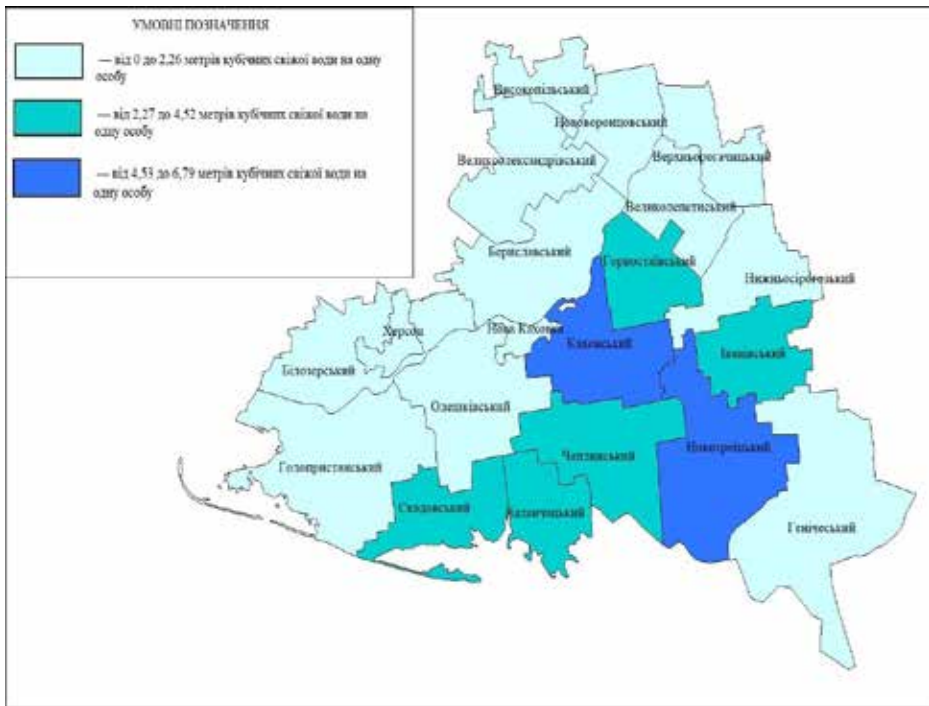
Душові обсяги споживання свіжої води було розраховано за формулою:

$$K_{\text{дл}} = C_{\text{ато}} / H_{\text{ато}};$$

де  $K_{дл}$  – коефіцієнт душової локалізації;  
 $C_{ато}$  – або споживання свіжої води в адміністративно-територіальній одиниці;

$N_{ато}$  – населення адміністративно-територіальної одиниці.

Було виявлено, що найбільші душеві обсяги споживання свіжої води у таких районах: Горностаївський (3,17 м<sup>3</sup>/особу), Іванівський (3,43 м<sup>3</sup>/особу), Каланчацький (3,6 м<sup>3</sup>/особу), Каховський (6,79 м<sup>3</sup>/особу), Новотроїцький (4,54 м<sup>3</sup>/особу), Скадовський (2,28 м<sup>3</sup>/особу) та Чаплинський (3,97 м<sup>3</sup>/особу) (рис. 2).



**Рис. 2. Групування адміністративних одиниць Херсонської області за душевими обсягами споживання свіжої води**

*Джерело: складено авторами за [таблиця 1]*

Територіальні обсяги споживання свіжої води було розраховано за формулою:

$$K_{тл} = C_{ато} / S_{ато};$$

де  $K_{тл}$  – коефіцієнт територіальної локалізації;

$C_{ато}$  – споживання свіжої води в адміністративно-територіальній одиниці;

$S_{ато}$  – площа адміністративно-територіальної одиниці.

Щодо територіальних обсягів споживання свіжої води, то найбільше припадає на такі райони, як: Каховський (167,95 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>), Горностаївський (61,69 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>), Новотроїцький (70,67 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>), Чаплинський (81,01 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>), Каланчацький (84,68 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>) та Скадовський (74,74 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>) (рис. 3).

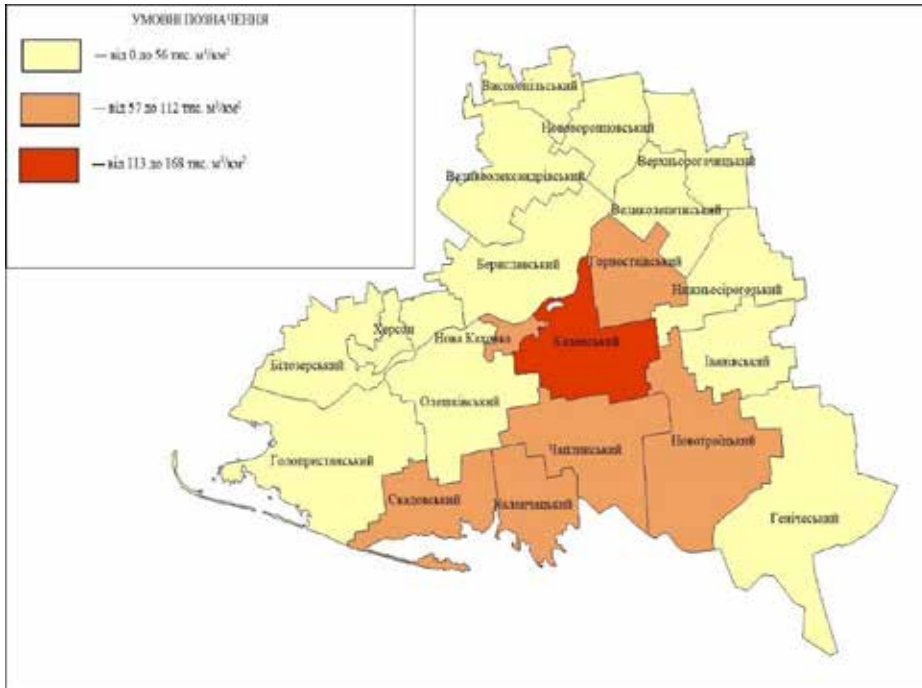


Рис. 3. Групування адміністративних одиниць Херсонської області за територіальними обсягами споживання свіжої води

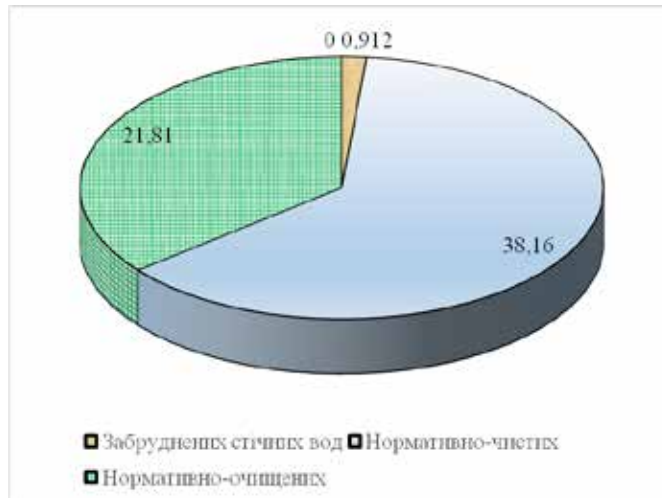
Джерело: складено авторами за [таблиця 1]

Загальне водовідведення у 2017 році склало 72,7 млн. м<sup>3</sup>, що на 10 % більше проти попереднього року. Протягом 2017 року у водойми скинуто 0,9 млн. м<sup>3</sup> забруднених стоків – у порівнянні з минулим роком зменшилось на 1,5 % (рис. 4). Відзначається суттєва перевага у скиданні зворотних вод у поверхневі водні об’єкти, тенденція до їх збільшення на противагу зменшенню об’єму у накопичуванні. Майже половина забруднених стоків потрапляє в водойми внаслідок недостатнього очищення зворотних вод на очисних спорудах.

Очисні споруди обов’язково потрібні будь-якому підприємству і населеному пункту, щоб відходи від виробничих, сільськогосподарських, громадських та житлових об’єктів не потрапляли в навколишнє середовище, оскільки забруднена вода порушує всю екосистему на кілометри



навколо. Наявність очисних споруд на підприємствах, робить їх робочий процес більш економічним, адже очищені стічні води можуть використовуватися повторно для господарських потреб.



*Рис. 4. Скидання води у поверхневі водні об'єкти у 2017 році*

*Джерело: складено автором за [3]*

На території Херсонської області є 39 водокористувачів, які скидають зворотні води у водні об'єкти, 9 з яких мають очисні споруди. З них, неефективно працюють ККУП «Джерело» Каланчацької селищної ради, МКП «Очисні споруди» м. Скадовська.

Найчастіше водні об'єкти регіону забруднюються нітратами, сульфатами, хлоридами та сухим залишком. Основні забруднювачі водного середовища наведені на рисунку 5.

Скид зворотних вод у 2017 році у порівнянні з 2016 роком збільшився на 6,54 млн. м<sup>3</sup>. Щодо забруднених зворотних вод, то їх обсяг у порівнянні з 2016 роком у 2017 – збільшився на 7,06 млн. м<sup>3</sup>. Збільшення обсягу скиду забруднених стічних вод пов'язано зі збільшенням дренажних вод, які надходять від господарської діяльності рисосіючих підприємств та установ житлово-комунального господарства.

Основними водокористувачами, які скидали зворотні води та забруднюючі речовини у 2017 році були:

- ТОВ «Рис України» (с. Тарасівка, Скадовського району) – скинуто 477,24 т забруднюючих речовин в Каланчацький лиман;
- Фермерське господарство «Південне» – надійшло 193 т забруднених зворотних вод в Чорне море;

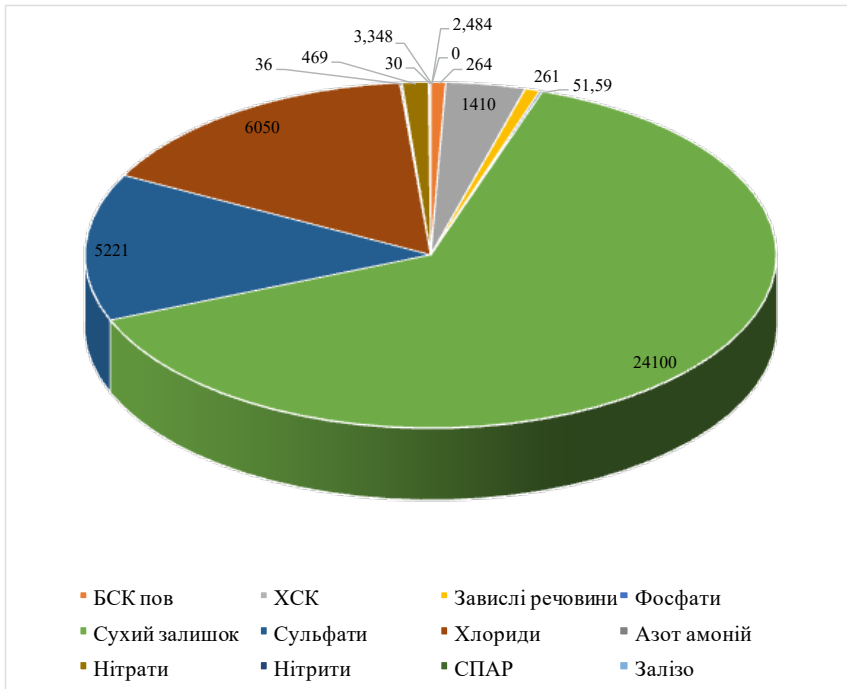


Рис. 5. Головні забруднювачі водного середовища Херсонської області

Джерело: складено автором за [4]

- ТОВ «Рис України» (с. Олександрівка Каланчацького району) – 298,76 т забруднюючих речовин скинуто в Чорне море;
- МКП «Очисні споруди» (м. Скадовськ) – 493,41 т забруднюючих речовин надійшло в Чорне море;
- ККУП «Джерело» (Каланчацька селищна рада) – 57,02 т небезпечних речовин надійшло в річку Каланчак [3; 5].

У процесі дослідження було розглянуто середньорічні концентрації забруднюючих речовин в деяких контрольних пунктах водних об'єктів Херсонської області та порівняно їх з ГДК (табл. 2). Ми бачимо, що склад вод області має певні відхилення від нормованих показників. На всіх місцях спостереження наявні відхилення у показниках вмісту алюмінію сольового, розчиненого кисню, фосфатів – вони значно перевищують гранично допустимі концентрації, що знову ж таки пов'язано з сільськогосподарською та підприємницькою діяльністю.

Також у 2017 році за санітарно-хімічними показниками були досліджені проби річкової (828 проб – з них 46 не відповідали вимогам санітарних норм та правил) та морської (597 проб – з них 4 не відповідали вимогам) води. Річкова вода не відповідала вимогам за санітарно-хіміч-

Таблиця 2. Середньорічні концентрації забруднюючих речовин в контрольних створах водних об'єктів регіону (за даними Херсонського обласного центру з гідрометеорології) (мг/л)

Місце спостереження за якістю води	Показники складу та властивостей																
	Завислі речовини	БСК <sub>5</sub>	Мінералізація	Сульфати	Хлориди	Амоній солвоний	Нітрати	нафтопро-дукти	ХСК	Розчинений кисень	фосфати	Цинк	марганець	фториди	залізо	нітри	Мігь
ОБРВ (1990 р.)	0,25+ фон	3,0	1000	100	300	0,5	40,0	0,05	15-30	≤ 4	0,17	0,01	0,01	-	0,1	0,08	0,001
Каховське водосховище, смт. В. Лепетиха	1,60	2,79	368	49,8	47,7	0,68	1,50	0,004	14,9	8,69	0,564	-	-	-	-	0,033	-
Каховське водосховище, м. Берислав	2,07	2,52	363	49,8	45,6	0,66	1,50	0	20,0	8,65	0,490	-	-	-	-	0,033	-
Каховське водосховище, ППЦ	1,40	2,65	370	50,6	48,8	0,68	1,50	0	17,6	9,75	0,520	0,012	0,008	-	0,053	0,033	0,002
р. Дніпро, в межах м. Нова Каховка	1,99	2,69	367	50,7	48,4	0,68	1,50	0,003	18,9	9,48	0,453	-	-	-	-	0,036	-
р. Дніпро нижче м. Н. Каховка	2,07	2,69	372	51,1	49,8	0,68	1,55	0,003	20,6	9,45	0,453	-	-	-	-	0,039	-
р. Дніпро, с. Садове	1,85	2,74	363	50,2	47,4	0,66	1,50	0	18,5	9,78	0,480	-	-	-	-	0,036	-
р. Дніпро, вище м. Херсон	1,98	2,56	370	51,4	49,4	0,68	1,55	0,021	18,7	9,30	0,453	0,013	0,012	-	0,037	0,036	0,002
р. Дніпро, в межах м. Херсон	2,08	2,77	362	50,0	48,4	0,68	1,50	0,021	24,2	8,64	0,437	0,013	0,012	-	0,026	0,036	0,002

Джерело: складено авторами за [2; 3]

ним складом на річці Інгулець (у Великоолександрівському та Високопільському районах) та на річці Дніпро в межах м. Херсона. Морська вода не відповідає санітарним нормам за вмістом нітратів у м. Скадовськ.

#### **Висновки.**

1. Херсонщина належить до добре забезпечених водними ресурсами регіонів. Споживання води по районах області нерівномірне, що пов'язано з диспропорціями у розвитку сільського господарства та промислового сектору в області. Щодо санітарно-хімічних показників, то майже всі проби води протягом останніх років відповідають нормативам. В перспективі, необхідно знизити обсяги скидання забруднених вод у водні об'єкти.

2. Природна вода, забруднена побутовими стоками, непридатна для водопостачання населення, оскільки в ній знаходиться велика кількість шкідливих речовин. Забруднення водного середовища Херсонщини може призвести до того, що води стають непридатними не тільки для санітарно-гігієнічних потреб, але й для життя гідробіонтів в них.

3. Водогосподарський розвиток, використання водних ресурсів і їх охорона повинні підпорядковуватися головній меті – збереженню водного середовища області. Тільки це дозволить сформувати чіткий, прозорий і зрозумілий економічний механізм водокористування, ефективно поєднати його важелі з правовими і організаційно-адміністративними інструментами екологічної політики.

## **USE OF STATIC-GEOGRAPHICAL METHODS IN THE STUDY OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF WATER RESOURCES OF THE KHERSON REGION**

<sup>1,2</sup>*Melnychenko S.G. – Master of Earth Sciences, Master of Geography,*

<sup>2</sup>*Bohadorova L.M. – PhD in Geography, Associate Professor,*

<sup>2</sup>*Markeliuk A.V. – Master of Geography,*

<sup>1</sup>*Kherson State Agrarian and Economic University,*

<sup>2</sup>*Kherson State University,*

*sofiya.melnichenko.98@gmail.com, lbohadorova09@gmail.com,*

*nmarkelyuk@gmail.com*

The article covers the current state of water resources in the Kherson region. Water resources are an important component of the hydrosphere of our planet and a necessary prerequisite for socio-economic development, livelihoods and production. Therefore, the study of water resources ecological condition is quite topical.

Kherson region belongs to the relatively well-supplied regions with water resources. The surface and ground water are the source of water supply for the economy and the population of the region. Available water resources almost completely meet the needs of the population and the economy. However, as a result of their uneven

distribution there are problems of providing the territory with water resources. Moreover the waste water from enterprises of various industries, agriculture and utilities have the greatest impact on the state of surface waters of the region.

Today, there is a prolongation pollution of the aquatic environment in Kherson region. This fact is the cause of deteriorating living conditions of aquatic organisms. As a result, there are changes in the fishery status of a number of flood plains, complete or partial destruction of the Pontocaspian fauna and a decrease in the richness of phytoplankton and zooplankton. This has become one of the problems that needs immediate scientific consideration and solution.

The aim of the article is to study the main pollutants of surface water bodies in the region and their impact on bioresources. The object of research is the aquatic environment of Kherson region. The subject of the study is the ecological condition of the waters of Kherson region.

For the study we used the following methods: analysis, statistical, mathematical and cartographic.

During the study, we calculated the territorial and per capita volumes of fresh water consumption by districts of the region and developed appropriate maps. In addition, we considered the main environmental problems associated with waste water from water users in the region and the average annual concentrations of pollutants in the waters of Kherson region. As a result, we found that in some places they exceed the maximum allowable norms.

Thus, in order to preserve the region's water resources, it is necessary to take measures to prevent their depletion, as well as to restore and maintain the integrity of aquatic ecosystems. Equally important is the creation of all conditions for improving the state of water infrastructure.

Keywords: territorial volumes of fresh water consumption, shower volumes of fresh water consumption, water resources, water supply, drainage, average annual concentration of pollutants.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Всеукраїнська громадська організація природоохоронного спрямування «Жива планета»: веб-сайт. URL: <http://www.zhiva-planeta.org.ua/diyalnist/atmosferne-povitrya.html>.
2. Екологічний паспорт Херсонської області: URL: [https://menr.gov.ua/files/docs/eco\\_passport/2017/Херсонської%20області%202017.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2017/Херсонської%20області%202017.pdf).
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Херсонській області у 2017 році: URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/Reg-report/2017/Херсонська%20регіональна%20довідь%202017.pdf>.
4. Економіка регіону: веб-сайт. URL: <https://www.tpp.ks.ua/khersonskij-region/ekonomika-regionu.html>.
5. Мельниченко С.Г., Богадьорова Л.М. Сучасні проблеми використання водних ресурсів Херсонщини. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*; зб. матеріалів доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. Херсон: ХДАЕУ, 2020. С. 440–443.

## REFERENCES

1. *Vseukrainska hromadska orhanizatsiia pryrodookhoronnoho spriamuvannia «Zhyva planeta»* [All-Ukrainian public organization of nature protection «Living Planet»]. URL: <http://www.zhiva-planeta.org.ua/diyalnist/atmosferne-povitrya.html> [in Ukrainian].
2. *Ekolohichni pasport Khersonskoi oblasti* [Ecological passport of Kherson region]. URL: [https://menr.gov.ua/files/docs/eco\\_passport/2017/Khersonskoi%20oblasti%202017.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2017/Khersonskoi%20oblasti%202017.pdf) [in Ukrainian].
3. *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho seredovyscha v Khersonskii oblasti u 2017 rotsi* [Regional report on the state of the environment in the Kherson region in 2017]. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/Khersonska%20rehionalna%20dopovid%202017.pdf> [in Ukrainian].
4. *Ekonomika rehionu* [Economy of the region]. URL: <https://www.tpp.ks.ua/khersonskij-region/ekonomika-regionu.html> [in Ukrainian].
5. Melnychenko S.H., Bohadorova L.M. (2020). *Suchasni problemy vykorystannia vodnykh resursiv Khersonshchyny* [Modern problems of water resources use in Kherson region]. Proceedings from III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “*Ekolohichni problemy navkolyshnoho seredovyscha ta ratsionalnoho pryrodokorystuvannia v konteksti staloho rozvytku*”. Kherson: KhDAEU, 440–443. [in Ukrainian].

УДК 504.064.2

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.19>

## АНАЛІЗ ЗМІН ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ В БАСЕЙНІ СЕРЕДЬНОГО ТА НИЖЬНОГО ДНІПРА (НА ПРИКЛАДІ РІЧОК ПСЕЛ, ХОРОЛ ТА ІНГУЛЕЦЬ)

*Романчук М.Є. – к.з.н., доцент,*

*Довгополий М.М. – магістр,*

*Кабак І.С. – магістр,*

*Пісоцький Є.С. – магістр,*

*Одеський державний екологічний університет,  
mromanchuk67@gmail.com, ihorkabak@gmail.com,  
evgeniyepisotskiy@gmail.com*

Мінералізація являється одним із важливих показників якості води, зміни якої впливають на наявність тієї або іншої іхтіофауни та флори річки, кормової бази риб, придатність води для питного, сільськогосподарського, господарсько-побутового призначення та ін. В роботі розглядається зміна мінералізації в межах Середнього Дніпра, на прикладі, річки Псел в пунктах: м. Суми, м. Гадяч, с. Запсілля; його притоки – р. Хорол біля міста Миргороді Нижнього Дніпра в трьох створах спостереження: р. Інгулець – м. Кривий Ріг (1 км вище міста), р. Інгулець – м. Кривий Ріг (1 км нижче міста) та р. Інгулець – с. Садове (1,2 км нижче села). Аналіз якості води за мінералізацією та її складовими проводився за період 2004–2015 рр. Мінералізація – це загальний вміст у воді мінеральних речовин (розчинених іонів, солей і колоїдів). На 90 % мінералізація – це сума аніонів ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) і катіонів ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ).

Річки Псел, Хорол, Інгулець відрізняються як за умовами природного формування хімічного складу води, у тому числі і мінералізації, так і за галузевим направленням промислових та сільськогосподарських підприємств.

Річка Псел – транскордонна. Бере початок в межах Прохоровського району Білгородської області (Росія) і протікає по території України в межах двох областей: Сумської та Полтавської; р. Хорол (права притока Псла) протікає також в межах Сумської та Полтавської областей, але хімічний склад її вод відрізняється від вод р. Псел підвищеним вмістом сульфатів, натрію та загальною мінералізацією. Так, середньобагаторічні значення мінералізації в створах на річці Псел відповідно склали: м. Суми – 669 мг/дм<sup>3</sup>; м. Гадяч – 757 мг/дм<sup>3</sup>; с. Запсілля – 707 мг/дм<sup>3</sup>. Мінералізація за період 2004–2015 рр. біля пункту р. Хорол – м. Миргород дорівнює 892 мг/дм<sup>3</sup>. За хімічним складом за формулою Курлова вода р. Псел в межах всіх створів характеризується як хлоридно-гідрокарбонатно-натрієво-кальцієва, у той час, як у р. Хорол вода належить до хлоридно-гідрокарбонатного класу (за переважаючими аніонами) та кальцієво-натрієвої групи (за переважаючими катіонами).

Річка Інгулець протікає територією Кіровоградської та Дніпропетровської областей України, в пониззі – в межах Миколаївської та Херсонської областей. Якість води за мінеральним складом суттєво змінюється в межах басейну, що обумовлено промиванням русла водою Карачунівського водосховища та водами по-

будованого каналу Дніпро-Інгулець. Також слід відзначити значний вплив міста Кривий Ріг на зміну якості води за сольовим складом. До міста середньорічна концентрація мінералізації за період спостереження становила  $879 \text{ мг/дм}^3$ , через 1 км після –  $1582 \text{ мг/дм}^3$ , що майже вдвічі вище. Після розведення високомінералізованих шахтних вод, що скидаються промисловими підприємствами в річку, у нижній течії Інгульця, поблизу села Садове, середньо багаторічне значення мінералізації є найнижчим серед усіх пунктів спостереження –  $353 \text{ мг/дм}^3$ . Також змінюється і якість води за головними іонами. Так, за формулою Курлова вода відповідно характеризується як: у м. Кривий Ріг (1 км вище міста) – хлоридно-сульфатно-кальцієво-магнієво-натрієва; в м. Кривий Ріг (1 км нижче міста) – сульфатно-хлоридно-магнієво-натрієва; біля с. Садове (1,2 км нижче села) – хлоридно-гідрокарбонатно-магнієво-кальцієва.

Ключові слова: мінералізація, аніони, катіони, якість води, гранично допустима концентрація

---

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Хімічному складу води як самого Середнього та Нижнього Дніпра, так і його приток, присвячено багато робіт. У першу чергу слід зазначити роботи В.К. Хільчевського, В.М. Тимченка, М.І. Ромася [1–3], в яких надається аналіз змін гідрохімічних показників якості вод басейну Дніпра, екологічна оцінка стану вод.

Стосовно р. Інгулець, то достатньо повна характеристика гідрохімічного режиму надається в роботах [4–6]. Найбільш повна інформація по якості води р. Хорол приведена в роботі Лозовіцького [7], де аналізується зміна мінералізації води та її складових за період 1939-2002 рр., а також в статті [8].

**Постановка завдання.** Метою даної роботи являється характеристика мінерального складу води річок Середнього та Нижнього Дніпра (на прикладі річок Псел, Хорол і Інгулець) та аналіз змін мінералізації і її складових за період 2004-2015 рр.

**Методи дослідження.** Для виявлення та встановлення основних закономірностей зміни мінерального складу води річок Середнього та Нижнього Дніпра (на прикладі річок Псел, Хорол і Інгулець) було застосовано математико-статистичний аналіз з використанням стандартних обчислювальних програм *Excel*.

Були використані дані спостережень на стаціонарних гідрохімічних постах у системі Держгідрометслужби за період 2004-2015 рр. Аналіз води був проведений за наступними показниками: вміст головних іонів (катіонів:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ; аніонів:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ), загальна мінералізація води ( $\text{мг/дм}^3$ ).

Також були застосовані графічні методи для побудування пелюсткових номограм та графіків зміни параметрів якості води у часі. Для характеристики мінерального складу води у басейнах річок Псел, Хорол та Інгулець була використана Екологічна оцінка якості води за критерієм мінералізації [9].



**Результати досліджень та їх обговорення.** Басейни всіх досліджуваних річок в той чи іншій мірі потерпають від техногенного навантаження. На Пслі у межах України створено близько 10 невеликих водосховищ. Більшість гідровузлів у своєму складі мають ГЕС. Басейн р. Псел в межах Сумської та Полтавської областей відчуває значне антропогенне навантаження за рахунок розвиненої промисловості, транспортного, сільськогосподарського комплексів, застарілих мереж водопостачання та водовідведення в великих містах та відсутності каналізаційної системи в малих містах та селищах. Також в межах обох областей в басейні р. Псел знаходиться велика кількість родовищ корисних копалин (багато нафтових, нафтогазоконденсатних, газових і газоконденсатних родовищ). У районі Кременчуцької аномалії зосереджені запаси залізних руд. Серед інших корисних копалин – торф, бішофіт, будівельні матеріали, мінеральні води [10]. У пониззі Псел судноплавний.

В басейні р. Хорол основними галузями господарства являються: харчова, переробна промисловості, машинобудування та металообробка, деревообробна промисловість, виробництво пластмасових виробів, легка промисловість та ін. Із населених пунктів на її берегах знаходяться міста Хорол і Миргород [11]. Саме там знаходиться найбільша кількість промислових, комунально-побутових підприємств, стічні води яких негативно впливають на якість води.

Інгулець – основна водна артерія Кривбасу, яка приймає високо мінералізовані води хвостосховищ ВАТ “Південний ГЗК”, ВАТ “Інгулецький ГЗК” і ставка-накопичувача б. Свистунова і недостатньо очищені стічні води ряду підприємств. У наш час у Кривбасі добуваються три основні промислові типи залізних руд: багаті руди, які безпосередньо використовуються у металургії, магнетитові і окислені залізисті кварцити, які потребують збагачення.

Розрізняються річки й іхтіофауною. У складі рибного населення Псла найчастіше зустрічаються щука, плітка, ялець, головень, в’язь, червоноперка, жерех, вівсянка, підуст, піскар, вусань, укля, бистрянкa, густера, лящ, гірчак, карась, сазан, голець, щиповка, в’юн, окунь, йорж, бички, рідше – білоглазка, синець, чехоня, сом, минь, колючка, судак і носарь. Псел – найбільш зарибнена річка Полтавської області. В ній водиться до 40 видів риб, три чверті яких належить до родини корошових.

Рибне населення приток Псла бідніше. З риб в Хоролі переважають чималими видами є вівсянка, гірчак і язь [12].

В річці Інгулець зустрічаються тюлька, красноп’юрка, плотва, укля, головань, карась, карп, окунь, тарань, рибець, чехонь, жерех, сазан, судак, щука, лящ, толстолоб, сом. Видовий склад зменшується по мірі віддалення від гирла вверх за течією [13].

Усі зазначені відмінності призводять і до різних якісних характеристик води в басейні Середнього та Нижнього Дніпра.

Розташування створів спостереження наведено на рисунку 1.

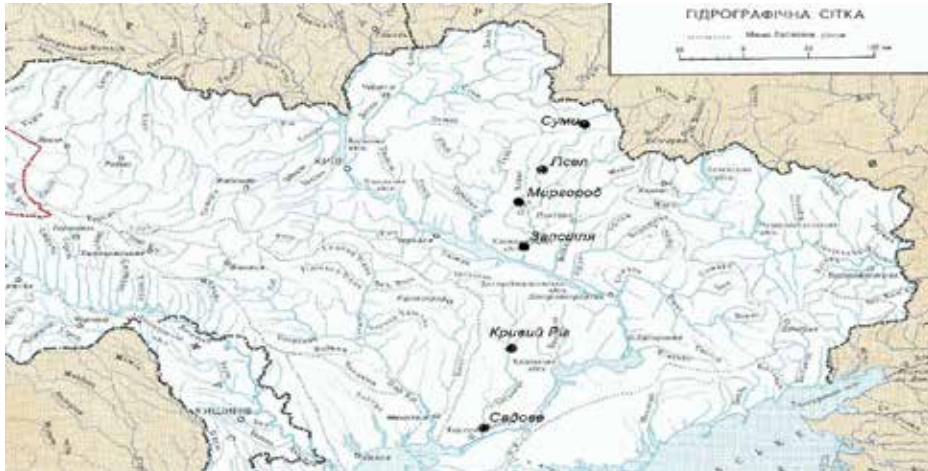


Рис. 1. Карта-схема розташування створів спостереження в межах басейну р. Дніпро

На рисунку 2 представлена зміна мінералізації в межах створів спостереження в басейні р. Псел. Окрім графіків зміни мінералізації також наведені лінійні лінії тренду та їх рівняння.

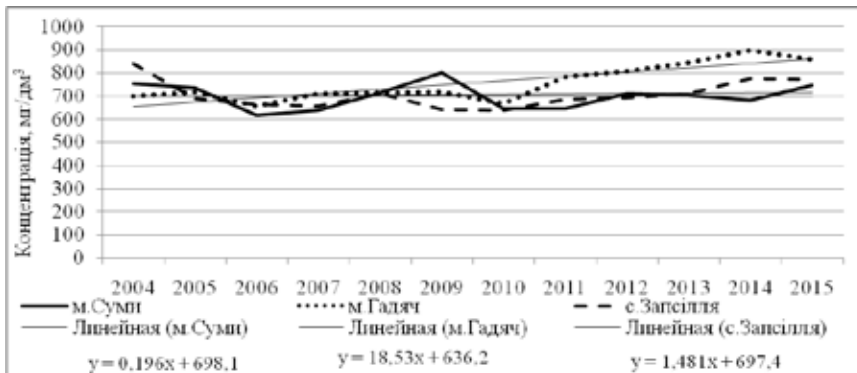


Рис. 2. Часовий графік зміни мінералізації в межах створів басейну р. Псел

Як видно, коливання мінералізації знаходяться в межах: по м. Суми 616,5 мг/дм³ (2006 р.) – 800,25 мг/дм³ (2009 р.); по м. Гадяч 657,2 мг/дм³ (2006 р.) – 897,75 мг/дм³ (2014 р.); по с. Запсілля 639 мг/дм³ (2010 р.) – 841 мг/дм³ (2004 р.). По створах м. Суми та с. Запсілля спостерігається

незначне збільшення мінералізації у часі, а в пункті м. Гадяч (починаючи з 2010 р.) – невпинний ріст.

За класифікацією якості поверхневих вод за критерієм мінералізації [9], води р. Псел у межах всіх створів за період 2004-2015 рр. належать до II класу та 2-ої категорії, тобто прісних олігогалинних (від 510 до 1000 мг/дм<sup>3</sup>). За екологічною класифікацією – води «дуже добрі» за станом – «чисті» за ступенем чистоти (табл. 1).

**Таблиця 1. Класифікація якості води у басейні р. Псел за критерієм мінералізації за середніми річними (2004-2015 рр.)**

№ посту	Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація	
					за станом	за ступенем чистоти
м. Суми	I	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті
м. Гадяч	I	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті
с. Запсілля	I	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті

Для опису хімічного складу вод р. Псел – м. Суми було складено формулу Курлова. М.Г. Курлов запропонував формулу ще в 1921 р. для компактного подання відомостей про мінеральні води. Її широко використовують і для опису хімічного складу природних вод.

Формула Курлова є псевдодробом (помилкова дріб, так як операція ділення не проводиться), в чисельнику якого записують аніонний склад води в відсотку-мольній формі (в %-моль, %-екв) в порядку зменшення, а в знаменнику – катіонний склад в такому ж порядку.

Перед дробом ставиться прописна буква М (мінералізація), дані записуються до першого десяткового знаку (в г/дм<sup>3</sup>). Найменування складу води включає аніони і катіони, вміст яких перевищує 25 %-моль (% екв) [14].

У таблиці 2 наведені розраховані дані про хімічний склад вод р. Псел за формулою Курлова.

**Таблиця 2. Осереднені дані про хімічний склад вод р. Псел за формулою Курлова за період 2004-2015 рр.**

Пункт спостереження	Формула Курлова	Найменування хімічного складу води
м. Суми	$M_{0,70} \frac{HCO_3,54Cl/25SO_4,21}{Ca47Na34Mg19}$	хлоридно-гідрокарбонатно-натрієво-кальцієва
м. Гадяч	$M_{0,76} \frac{HCO_3,55Cl/25SO_4,20}{Ca45Na39Mg16}$	хлоридно-гідрокарбонатно-натрієво-кальцієва
с. Запсілля	$M_{0,74} \frac{HCO_3,55Cl/24SO_4,21}{Ca46Na33Mg18}$	хлоридно-гідрокарбонатно-натрієво-кальцієва

Відповідно до формули Курлова в створі м. Суми за багаторічний період вода являється хлоридно-гідрокарбонатною-натрі-кальцієвою з мінералізацією  $700 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,70 \text{ г/дм}^3$ ).

В пункті р. Псел – м. Гадяч з аніонів більш ніж у 2 рази по відношенню до інших аніонів переважають гідрокарбонатні іони (55 %-екв.). З катіонів у більшій кількості спостерігаються кальцієві іони (45 %-екв.), але й іонів магнію практично така ж величина (39 %-екв.). За формулою Курлова в межах створу вода хлоридно-гідрокарбонатна-натрієво-кальцієва з мінералізацією  $760 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,76 \text{ г/дм}^3$ ).

Біля с. Запсілля вода також хлоридно-гідрокарбонатна-натрієво-кальцієва з мінералізацією  $740 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,74 \text{ г/дм}^3$ ).

В межах всіх створів проводився порівняльний аналіз іонного складу якості води р. Псел з рибогосподарськими нормативами (ГДКрг). Було виявлено, що за вмістом середніх річних значень хлоридів, магнію та кальцію перевищення нормативів не спостерігалось. Але в межах всіх створів було перевищення ГДКрг за вмістом сульфатів та натрію (за винятком р. Псел – м. Суми), що представлено у вигляді пелюсткових номограм, де у вершинах кутів наводиться рік спостереження, а на колах – значення концентрацій у кратності перевищення над ГДКрг. (рис. 3, 4).

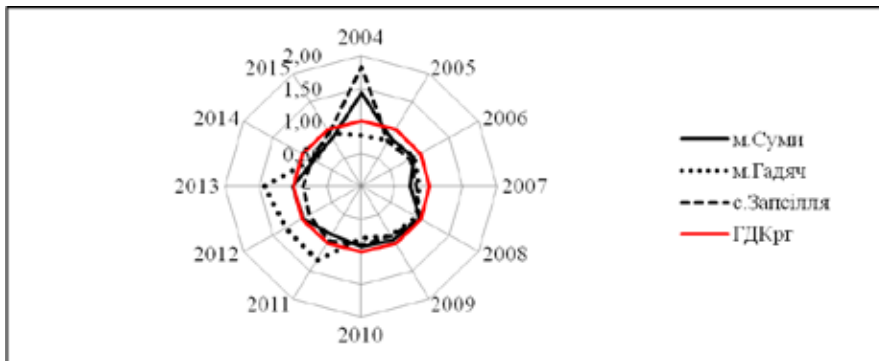
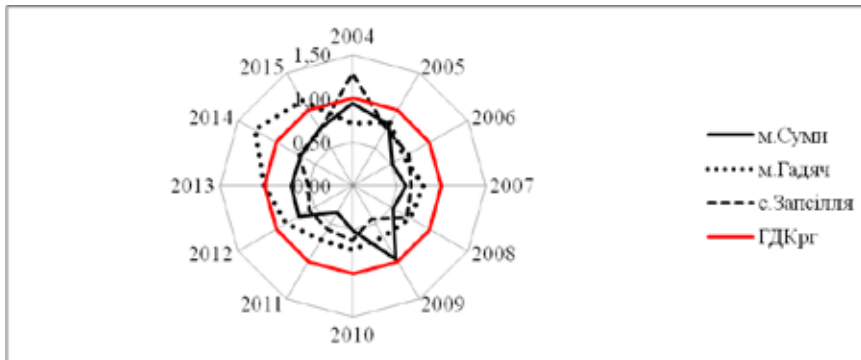


Рис. 3. Характеристика часової зміни середньорічних концентрацій сульфатів у воді р. Псел (у кратності перевищення над ГДК=100 мг/дм<sup>3</sup>)

На рисунку 3 показаний розподіл вмісту сульфатів в басейні р. Псел. У створі м. Суми незначне перевищення над нормативом було в 2013 р. ( $100,9 \text{ мг/дм}^3$ ), але найбільше спостерігалось в 2004 році і дорівнювало 1,43 ГДКрг. Найменше значення сульфатів спостерігалось в 2007 році і складало  $70,9 \text{ мг/дм}^3$ .

Значення концентрації сульфатів у воді р. Псел – м. Гадяч були на межі ГДКрг практично в усі роки, але перевищення спостерігалися лише

в 2011 р. (130,0 мг/дм<sup>3</sup>), 2012 (128,4 мг/дм<sup>3</sup>) та 2013 (142,5 мг/дм<sup>3</sup>) роках. Найменший вміст сульфатів був у 2004 році – 77,8 мг/дм<sup>3</sup>.



**Рис. 4. Пелюсткова діаграма зміни середньорічних значень іонів натрію в воді р. Псел (у кратності перевищення над ГДК)**

За середньорічними значеннями перевищення ГДК рибогосподарського призначення в межах р. Псел – с. Запсілля спостерігалось лише в 2004 році – 1,83 ГДКрг.

Як було зазначено вище, тільки в межах р. Псел – м. Суми, не спостерігалось перевищення ГДКрг за вмістом іонів натрію (ГДКрг=120 мг/дм<sup>3</sup>). В даному створі значення концентрацій коливались від 42,5 мг/дм<sup>3</sup> (2011 р.) до 116,2 мг/дм<sup>3</sup> (2009 р.)

У пункті р. Псел – м. Гадяч середньорічні концентрації натрію змінювались від 80,2 мг/дм<sup>3</sup> в 2006 р. до 152,75 мг/дм<sup>3</sup> в 2014 р. Перевищення ГДКрг було визначено лише в останні 2014-2015 рр. – в 1,53 та 1,34 рази відповідно (рис. 4). Середньорічні концентрації натрію в створі р. Псел – с. Запсілля змінювались в межах 51,5 мг/дм<sup>3</sup> (2009 р.) – 154,83 мг/дм<sup>3</sup> (2004 р.). Саме в 2004 році і спостерігалось єдине перевищення нормативу в 1,55 разів.

За разовими вимірами концентрації натрію були вищими і, навіть, в створі м. Суми, в якому не спостерігалось перевищень ГДКрг за середньорічними показниками. Найбільше значення було 16.05.2009 р. – 169 мг/дм<sup>3</sup>. В пунктах р. Псел – м. Гадяч та р. Псел – с. Запсілля максимальні за період 2004-2015 рр. концентрації натрію були зафіксовані відповідно: 9.02.2014 р. (225 мг/дм<sup>3</sup>) та 1.10.2004 р. (213 мг/дм<sup>3</sup>).

Середньорічні значення мінералізації води р. Хорол – м. Миргород (0,5 км вище міста) коливались за період спостереження від 801,3 мг/дм<sup>3</sup> (2012 р.) до 1016 мг/дм<sup>3</sup> (2009 р.) (рис. 5), але за разовими спостереженнями ці межі коливань значно ширше: від 587 мг/дм<sup>3</sup> (25.01.2010 р.) до 1340 мг/дм<sup>3</sup> (22.08.2008 р.).

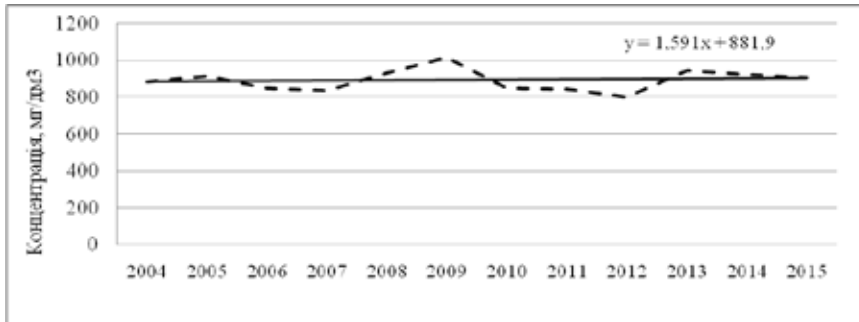


Рис. 5. Динаміка середньорічних значень мінералізації в межах пункту р. Хорол – м. Миргород (2004-2015 рр.)

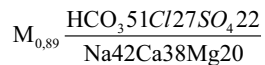
За критерієм мінералізації за багаторічний період (892,24 мг/дм<sup>3</sup>) вода р. Хорол в місті Миргород відноситься до прісної олігогалинної 2-ї категорії якості («добра – дуже добра» за станом або «чиста» як за класом, так і категорією за ступенем чистоти) [9].

За середньорічними даними якості води представлена в таблиці 3. У 92 % випадків вода за критерієм мінералізації характеризувалась II класом та 2-ою категорією якості. В 2009 році мінералізація в створі р. Хорол – м. Миргород дорівнювала 1016 мг/дм<sup>3</sup> і вода відносилась до II класу та 3-ої категорії якості, тобто належала до солонуватих β-мезогалинних вод.

Таблиця 3. Класифікація якості води у басейні р. Хорол – м. Миргород за критерієм мінералізації за середніми річними значеннями (2004-2015 рр.)

Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація		Повторюваність, %
				за станом	за ступенем чистоти	
II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	92
II	солонуваті	3	β-мезогалинні	добрі	досить чисті	8

За сольовим складом вода за 2004-2015 рр. належить до хлоридно-гідро карбонатного класу (за переважаючими аніонами) та кальцієво-натрієвої групи (за переважаючими катіонами), що наглядно представлено у вигляді формули Курлова:



Вміст переважаючого аніона – гідрокарбонату, в воді р. Хорол за період досліджування змінювався від 229 мг/дм<sup>3</sup> (25.01.2010) до 562 мг/дм<sup>3</sup> (26.01.2004), тобто мінімальне значення менше за максимальне у 2,45 рази.

Вміст переважаючого катіона – натрію, змінювався від 0,8 мг/дм<sup>3</sup> (25.01.2010) до 289 мг/дм<sup>3</sup> (22.08.2008), що перевищує рибогосподарське ГДК в 2,41 рази (ГДК<sub>рг</sub> = 120 мг/дм<sup>3</sup>). Середня багаторічна величина вмісту натрію у воді – 125,12 мг/дм<sup>3</sup>, що також трохи вище за ГДК<sub>рг</sub>.

Концентрація сульфатів у воді р. Хорол коливалась від 73,5 мг/дм<sup>3</sup> (23.08.2004) до 249 мг/дм<sup>3</sup> (22.08.2008). Середня багаторічна величина вмісту сульфатів у воді трохи перевищує рибогосподарський норматив (ГДК<sub>рг</sub> = 100 мг/дм<sup>3</sup>) і дорівнює 132,38 мг/дм<sup>3</sup>, що дозволяє віднести воду до 4-ї категорії якості, тобто «задовільна» за класом і категорією за станом вод, або «забруднена» за класом – «слабко забруднена» за категорією за ступенем чистоти (за критерієм забруднення компонентами сольового складу) [9].

Вміст хлоридів у воді змінювався від 44,3 мг/дм<sup>3</sup> (07.04.2008) до 294 мг/дм<sup>3</sup> (20.11.2005). Середнє багаторічне значення концентрації хлоридів в воді Хоролу – 121,18 мг/дм<sup>3</sup>, тобто вода за період 2004-2015 рр. відносилась, як і сульфати, до 4-ої категорії якості води. Перевищень нормативу не спостерігалось (ГДК<sub>рг</sub> = 300 мг/дм<sup>3</sup>).

Амплітуда коливань магнію у воді р. Хорол була в межах 5,8 мг/дм<sup>3</sup> (01.05.2004) – 99,7 мг/дм<sup>3</sup> (26.01.2004), при рибогосподарському нормативу у 40 мг/дм<sup>3</sup>. Середньоарифметичне значення цього компоненту за весь період дослідження становить 31,84 мг/дм<sup>3</sup>.

Вміст у воді Хоролу іонів кальцію змінювався в значних межах: від 42,5 мг/дм<sup>3</sup> (07.04.2008) до 156 мг/дм<sup>3</sup> (17.01.2006), але перевищень ГДК<sub>рг</sub> не спостерігалось (180 мг/дм<sup>3</sup>).

Як вже зазначалось, мінералізація води в р. Інгулець залежить не тільки від природних чинників, але й від значного антропогенного втручання. На мінеральний склад впливають зворотні води гірничорудних, гірнично-збагачувальних підприємств Кривбасу, а також основних приток.

Графік зміни середньорічних значень мінералізації води р. Інгулець представлений на рисунку 6. Видно, що коливання концентрацій вище та нижче міста Кривий Ріг майже синхронні.

Середньорічні концентрації мінералізації в 1 км вище Кривого Рогу змінювались від 667,4 мг/дм<sup>3</sup> (2014 р.) до 1033 мг/дм<sup>3</sup> (2004 р.), тобто не перевищували 1000 мг/дм<sup>3</sup> і належали до прісних олігогалінних, окрім 2004 року [9]. Тоді вода була солонувата β-мезогалінна. Через 1 км після міста концентрації збільшились і на протязі всього часу були вищими за 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Вони змінювались в межах 1092 мг/дм<sup>3</sup> (2014 р.) – 2090 мг/дм<sup>3</sup> (2004 р.) і вода за критерієм мінералізації характеризувалась як солонувата β-мезогалінна. Вода в створі р. Інгулець – с. Садове (1,2 км нижче села) за критерієм мінералізації відноситься до прісних гіпогалінних (менше 500 мг/дм<sup>3</sup>) і значення коливаються від 333 мг/дм<sup>3</sup> (2004 р.) до 366 мг/дм<sup>3</sup> (2013 р.).

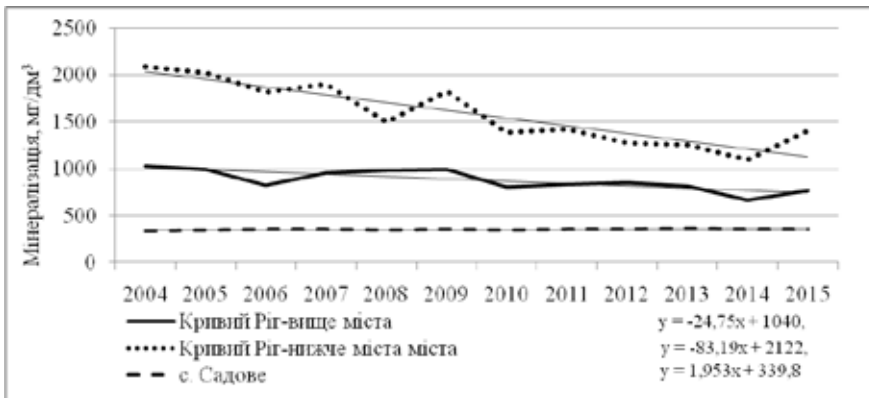


Рис. 6. Зміна середньорічних значень мінералізації води в басейні р. Інгулець (2004-2015 рр.)

У межах створу р. Інгулець – м. Кривий Ріг (1 км вище міста) вода за формулою Курлова оцінюється як хлоридно-сульфатно-кальцієво-магнієво-натрієва з загальною мінералізацією 0,88 г/дм<sup>3</sup>; в пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг (1 км нижче міста) – як сульфатно-хлоридно-магнієво-натрієва з загальною мінералізацією 1,56 г/дм<sup>3</sup>; в межах створу р. Інгулець – с. Садове – як хлоридно-гідрокарбонатно-магнієво-кальцієвою з мінералізацією 0,35 г/дм<sup>3</sup> (табл. 4).

Таблиця 4. Осереднені за період 2004-2015 рр. дані про хімічний склад вод р. Інгулець за формулою Курлова

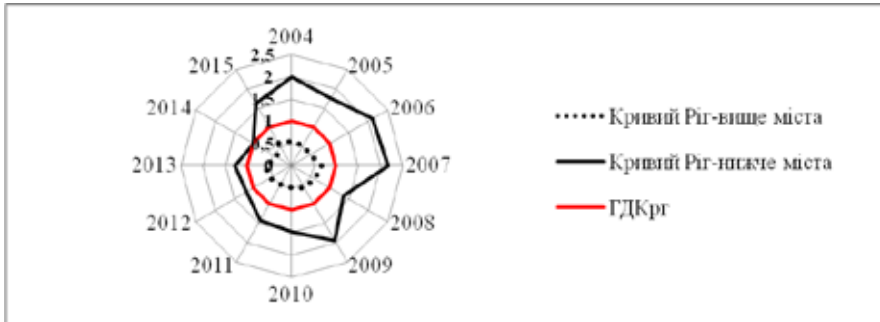
Пункт спостереження	Формула Курлова	Найменування хімічного складу води
м. Кривий Ріг (1 км вище міста)	$M_{0,88} \frac{SO_4 43Cl 34HCO_3 23}{Na 40Mg 31Ca 29}$	хлоридно-сульфатно-кальцієво-магнієво-натрієва
м. Кривий Ріг (1 км нижче міста)	$M_{1,56} \frac{Cl 56SO_4 30HCO_3 14}{Na 49Mg 27Ca 24}$	сульфатно-хлоридно-магнієво-натрієва
с. Садове (1.2 км нижче села)	$M_{0,35} \frac{HCO_3 55Cl 25SO_4 20}{Ca 49Mg 35Na 16}$	хлоридно-гідрокарбонатно-магнієво-кальцієва

На пелюсткових номограмах (рис. 7–10) наведений розподіл тих параметрів сольового складу води, концентрації яких перевищують ГДКрг. На номограмах відсутній пункт с. Садове, оскільки зовсім не спостерігалось перевищення нормативів по жодному з компонентів.

В створі р. Інгулець – м. Кривий Ріг (1 км вище міста) іони Cl<sup>-</sup> змінювались за багаторічний період від 115 мг/дм<sup>3</sup> (2014 р.) до 202 мг/дм<sup>3</sup> (2007 р.), тобто перевищень нормативу не спостерігалось. За разовими

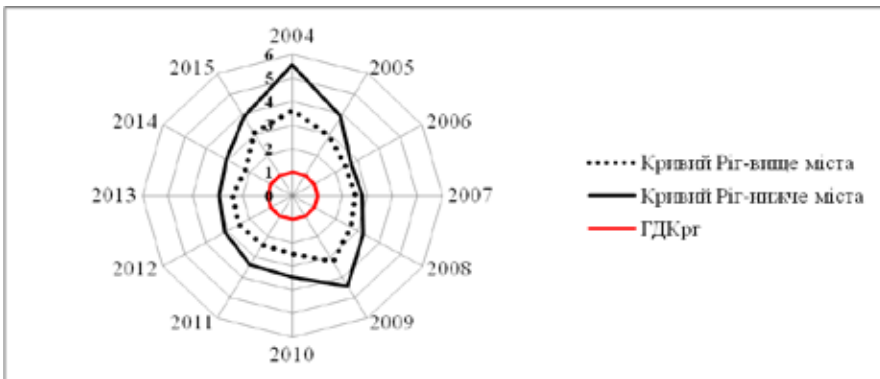


вимірами були визначені наступні мінімальні та максимальні значення: 46,2 мг/дм<sup>3</sup> (06.02.2007 р.) – 600 мг/дм<sup>3</sup> (12.03.2007 р.) відповідно. Максимальна концентрація складає 2 ГДКрг.



*Рис. 7. Розподіл хлоридів в межах створів р. Інгулець – м. Кривий Ріг (вище та нижче міста) (у кратності перевищення над ГДК) (ГДКрг=300 мг/дм<sup>3</sup>)*

Зміна середньорічних значень сульфатів в межах Кривого Рогу наведена на рисунку 8.



*Рис. 8. Розподіл сульфатів в межах створів р. Інгулець – м. Кривий Ріг (вище та нижче міста) (у кратності перевищення над ГДК) (ГДКрг= 100 мг/дм<sup>3</sup>)*

У створі р. Інгулець – м. Кривий Ріг (1 км нижче міста) межі коливань концентрацій склали: середньорічні 297 мг/дм<sup>3</sup> (2014 р.) – 653 мг/дм<sup>3</sup> (2007 р.); разові: 55 мг/дм<sup>3</sup> (15.07.2008 р.) – 1040 мг/дм<sup>3</sup> (06.06.2007 р.). Останнє значення перевищує ГДКрг у 3,47 разів. Біля с. Садове середньорічні концентрації хлоридів змінювались від 35,6 мг/дм<sup>3</sup> (2004 р.) до 47,6 мг/дм<sup>3</sup> (2013 р.); разові – від 28,0 мг/дм<sup>3</sup> (04.08.2004 р.) до 50,6 мг/дм<sup>3</sup> (16.01.2013 р.).

Концентрації  $\text{SO}_4^{2-}$  значно перевищують рибогосподарське ГДК: вище створу в 2,17 (2014 р.) – 3,6 (2004 р.) разів, нижче створу – в 2,73 (2006 р.) – 5,53 (2004 р.) разів. Серед разових вимірів максимальне перевищення у верхньому створі складає 8,65 ГДКрг (12.03.2007 р.); у нижньому – 17,68 ГДКрг (17.01.2005 р.). Середньорічні концентрації сульфатів біля с. Садове змінюються від 45,05 мг/дм<sup>3</sup> (2005 р.) до 52,6 мг/дм<sup>3</sup> (2013 р.); разові – від 38,9 мг/дм<sup>3</sup> (04.04.2004 р.) до 56,8 мг/дм<sup>3</sup> (12.01.2006 р.).

Зміна концентрації іонів магнію за досліджуваний період наведена на рисунку 9. Вище міста Кривий Ріг спостерігається перевищення нормативу якості води рибогосподарського призначення (ГДКр = 40 мг/дм<sup>3</sup>) в усі роки, за виключенням 2009-2010 рр. Найбільші показники перевищення нормативу спостерігались у 2004 та 2006 роках (в 1,78 та 1,77 разів відповідно). З разових вимірів максимальне значення магнію дорівнює 5,13 ГДКрг (09.03.2006 р.).

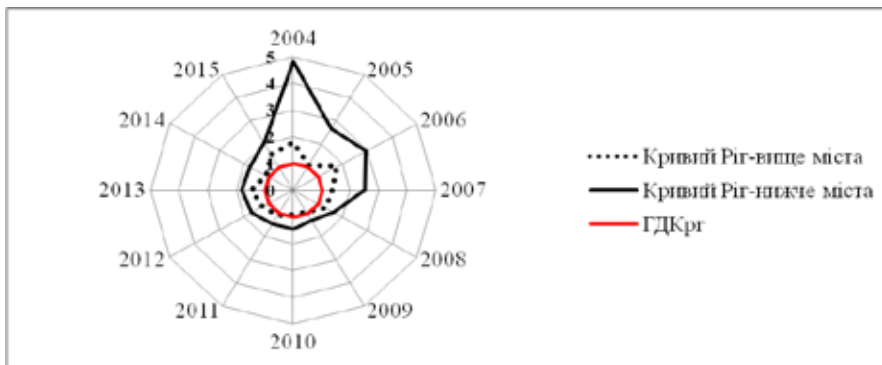


Рис. 9. Розподіл іонів магнію в межах створів р. Інгулець – м. Кривий Ріг (вище та нижче міста) (у кратності перевищення над ГДК) (ГДКрг=40 мг/дм<sup>3</sup>)

Середньобагаторічна концентрація вище міста становить 52,16 мг/дм<sup>3</sup> та 86,78 мг/дм<sup>3</sup> – нижче Кривого Рогу, що відповідно в 1,3 та 2,17 разів більше за норматив. В створі нижче міста за середньорічними даними перевищення склали 1,45 ГДКрг (2010 р.) – 4,82 ГДКрг (2004 р.). Максимальне перевищення нормативу досягало 9,4 ГДКрг в 01.07.2004 р. Серед всіх вимірювань концентрації магнію в межах с. Садове коливались від 17,3 мг/дм<sup>3</sup> (12.01.2004 р.) до 24,6 мг/дм<sup>3</sup> (04.10.2006 р.).

З номограми (рис. 10) видно, що за середньорічними концентраціями іонів натрію в пункті спостереження р. Інгулець – м. Кривий Ріг (вище міста) рибогосподарські нормативи (120 мг/дм<sup>3</sup>) були перевищені в 2004-2005, 2007-2009 та 2012 роках.

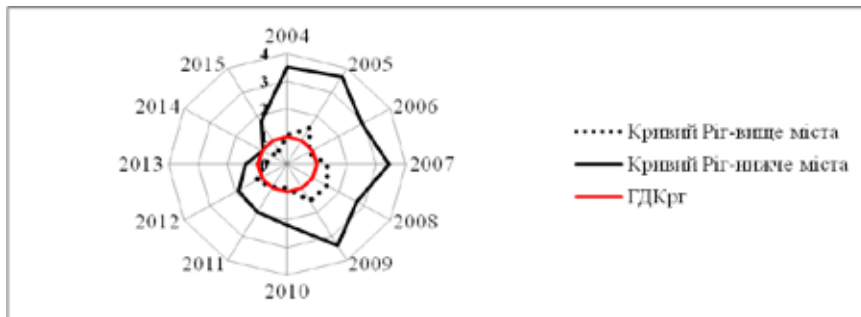


Рис. 10. Розподіл іонів натрію в межах створів р. Інгулець – м. Кривий Ріг (вище та нижче міста) (у кратності перевищення над ГДК) (ГДКрг=120 мг/дм<sup>3</sup>)

Найбільше значення склало 1,55 ГДКрг (2008 р.). Нижче створу нормативи були перевищені в 1,41 (2013 р.) – 3,65 (2005 р.) разів і тільки в 2014 році концентрація натрію була в межах ГДКрг. Максимальне значення іонів Na<sup>+</sup> спостерігалось 11.10.2005 р. – 894 мг/дм<sup>3</sup>. Вниз за течією вміст натрію в воді р. Інгулець значно зменшується і біля с. Садове коливається від 8,3 мг/дм<sup>3</sup> (04.08.2004 р.) до 32,8 мг/дм<sup>3</sup> (04.01.2007 р.).

**Висновки.** За результатами проведеної роботи, можна зробити наступні висновки:

1. У басейні Псла загальна мінералізація зростає у часі в межах трьох створів дослідження – м. Суми, м. Гадяч, с. Запсілля, але найбільше в пункті м. Гадяч. За переважаючими аніонами вода хлоридно-гідрокарбонатна, за переважаючими катіонами – натрієво-кальцієва на протязі періоду спостереження. За середніми річними концентраціями хлоридів, магнію та кальцію перевищення рибогосподарських нормативів не спостерігалось.

2. Вода р. Інгулець високомінералізована внаслідок забруднення її промисловими підприємствами Кривбасу. Середньобагаторічні значення загальної мінералізації та концентрації головних іонів суттєво зростають після м. Кривий Ріг на відміну від створу за 1 км до міста: в 3 рази за вмістом хлоридів, в 1,31 разів за вмістом сульфатів, в 2,35 разів за вмістом іонів натрію, в 1,8 разів за мінералізацією. Загалом, за період спостереження ці показники зменшуються у часі. Найкращі показники якості води відзначаються в межах с. Садове, де концентрації мінералізації, головних іонів жодного разу не перевищували ГДК для об'єктів рибогосподарського призначення. Це здійснюється за рахунок попусків води з Карачунівського водосховища впродовж всього поливного періоду (з квітня по серпень) [15].

**ANALYSIS OF CHANGES  
IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF WATER  
IN THE BASIN OF THE MIDDLE AND LOWER DNIEPER  
(ON THE EXAMPLE OF THE RIVERS PSEL,  
KHOROL AND INGULETS)**

*Romanchuk M. Ye. – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor;*

*Dovhopolyi M.M. – Master;*

*Kabak I.S. – Master;*

*Pisotskyi Ye.S. – Master;*

*Odessa State Ecological University;*

*mromanchuk67@gmail.com, ihorkabak@gmail.com,*

*evgeniypisotskiy@gmail.com*

Mineralization is one of the important indicators of water quality, which affects the presence of a particular ichthyofauna and flora of the river, the forage base of fish, the suitability of water for drinking, agricultural, domestic and other purposes. The paper considers the altered mineralization within the Middle Dnieper, for example, the river Psel in the points: Sumy, Gadyach, Zapsillya, its tributaries – the river Khorol near the city of Myrhorod, and the Lower Dnieper in three created observations – the river Ingulets – m. Kryvyi Rih (1 km above the city), Ingulets – m. Kryvyi Rih (1 km below the city) and the river Ingulets-Sadove (1.2 km below the village). Analysis of water quality by mineralization and its components was conducted for the period 2004-2015. Mineralization is the total content of minerals in water (dissolved ions, salts and colloids). 90% mineralization is the sum of anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) and cations ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ).

The rivers Psel, Khorol, Ingulets differ both in terms of the natural formation of the chemical composition of water, including mineralization, and in the sectoral direction of industrial and agricultural enterprises.

The Psel River is cross-border. It originates within the Prokhorov district of the Belgorod region (Russia) and flows through the territory of Ukraine within two regions: Sumy and Poltava; The Khorol River (a right tributary of the Psel River) also flows within the Sumy and Poltava regions, but the chemical composition of its waters differs from the waters of the Psel River by its high content of sulfates, sodium and total mineralization. Thus, the average long-term values of mineralization in the areas on the river Psel, respectively, were: Sumy – 669 mg/dm<sup>3</sup>; Gadyach – 757 mg/dm<sup>3</sup>; Zapsillya village – 707 mg/dm<sup>3</sup>. Mineralization for the period 2004-2015 near the point of the Khorol River – Myrhorod is equal to 892 mg/dm<sup>3</sup>. According to the chemical composition according to the formula Kurlov water of the river Psel within all lines is characterized as chloride-hydrocarbonate-sodium-calcium, while in the river Khorol water belongs to the chloride-hydrocarbonate class (according to the predominant anions) and calcium-sodium group (by predominant cations).

The Ingulets River flows through the territory of Kirovohrad and Dnipropetrovsk regions of Ukraine, in the lower reaches – along the Black Sea lowlands within the Mykolayiv and Kherson regions. The quality of water in terms of mineral composition varies considerably within the basin, which is due to the

washing of the riverbed by the waters of the Karachunovsky Reservoir and the waters of the constructed Dnieper-Ingulets canal. The average annual concentration of mineralization in the city during the observation period was 879 mg/dm<sup>3</sup>, 1 km later – 1582 mg/dm<sup>3</sup>, which is almost twice as high. After the dilution of highly mineralized mine waters discharged by industrial enterprises into the river, in the lower reaches of the Ingulets, near the village of Sadovoe, the average long-term value of mineralization is the lowest among all observation points – 353 mg/dm<sup>3</sup>. The water quality of the main ions also changes. Thus, according to the formula Kurlov water is accordingly characterized as: Kryvyi Rih (1 km above the city) – chloride-sulfate-calcium-magnesium-sodium; Kryvyi Rih (1 km below the city) – sulfate-chloride-magnesium-sodium; Sadove village (1.2 km below the village) – chloride-hydrocarbonate-magnesium-calcium.

Keywords: mineralization, anions, cations, water quality, maximum allowable concentration.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Хільчевський В.К., Ромась І.М., Ромась М.І., Гребінь В.В., Шевчук І.О., Чунарьов О.В. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. Київ: Ніка-Центр, 2007. 184 с.
2. Хільчевський В.К., Курило С.М., Дубняк С.С., Савицький В.М., Забокрицька М.Р. Гідроекологічний стан басейну річки Рось. Київ: Ніка-Центр, 2009. 116 с.
3. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. Денисова А.И. и др. ; отв.ред. А.М. Шевченко. Киев: Наукова думка, 1989. 216 с.
4. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ: Ніка-Центр, 2012. 179 с.
5. Геоекологічні проблеми Криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі. Багрій І.Д. та ін. Київ: Фенікс, 2002. 190 с.
6. Просторово-часовий комплексний аналіз хімічного складу води Інгулецької зрошувальної системи / Лозовіцький П.С. та ін. *Картографія та вища школа*. 2009. Вип. 14. С. 78–89.
7. Лозовіцький П.С., Лозовіцький А.П. Гідрохімічний режим та якість води річки Хорол. *Водне господарство України*, 2006. № 4. С. 27–36.
8. Винарчук О.О. Загальна характеристика водокористування та водовідведення в басейнах річок Лівобережного Лісостепу (річки Сула, Псел та Ворскла). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2011. Т. 4 (25). С. 169–178.
9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д. Романенко та ін. Київ: Символ–Т, 1998. 28 с.
10. Екологічні паспорти регіонів за 2016 рік. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (офіційний портал)*. URL:<https://menr.gov.ua/news/32628.html>

11. Промисловість. Місто курорт Миргород: веб-сайт. URL: <http://myrgorod.pl.ua/page/ekonomika-mista/promyslovist>
12. Псел. Річки України: веб-сайт. URL: <https://goldfishnet.km.ua/rivers/psel>
13. Загальна характеристика р. Інгулець. *Нова екологія*: веб-сайт. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-1908-1.html>
14. Формула Курлова: веб-сайт. URL: <http://lektsii.com/1-88953.html>
15. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку: монографія. За ред. О.В. Морозова. Херсон: Айлант, 2020. С. 12–13, 147–151.

### REFERENCES

1. Khilchevskiy V.K., Romas I.M., Romas M.I., Hrebin V.V., Shevchuk I.O., Chunarov O.V. (2007). *Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka minimalnogo stoku richok baseinu Dnipro* [Hydrological and hydrochemical characteristics of the minimum runoff of rivers of the Dnieper basin]. Kyiv: Nika-Center. [in Ukrainian].
2. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Dubniak S.S., Savytskyi V.M., Zabokrytska M.R. (2009). *Hidroekolohichni stan baseinu richky Ros* [Hydroecological condition of the Ros river basin]. Kyiv: Nika-Center. [in Ukrainian].
3. Denisova A.I., Timchenko V.M, Nahshina E.P., Novikov B.I., Rjabov A.K., Bass Ja.I. (1989). *Gidrologija i gidrohimiya Dnepra i ego vodohranilishh* [Hydrology and hydrochemistry of the Dnieper and its reservoirs]. Kyiv: Scientific opinion. [in Ukrainian].
4. Khilchevskiy V.K., Kravchynskiy R.L., Chunarov O.V. (2012). *Hidrokhimichni rezhytm ta yakist vody Inhultsia v umovakh tekhnohenezu*. [Hydrochemical regime and water quality of Ingulets in the conditions of technogenesis]. Kyiv: Nika-Center. [in Ukrainian].
5. Bahrii I.D., Blinov P.V., Bielokopytova N.A., Vylkun Yu.H., Vlasenko Yu.Ya., Hozhyk P.F., Holiarchuk M.H., Hryshchenko S.H., Yevtushenko M.Yu., Zemskiy D.V. (2002). *Heoekolohichni problemy Kryvorizkoho baseinu v umovakh restrukturyzatsii hirnychodobuvnoi haluzi* [Geoecological problems of the Kryvyi Rih basin in the conditions of restructuring of the mining industry]. Kyiv: Phoenix. [in Ukrainian].
6. Lozovits'kyi P.S., Lozovyts'kyi A.P., Molochko A.M., Molochko M.A. (2009). *Prostorovo-chasovyi kompleksnyi analiz khimichnogo skladu vody Inhulets'koi zroshuval'noi system* [Spatio-temporal complex analysis of the chemical composition of water of the Ingulets irrigation system]. *Kartohrafiia ta vyscha shkola*. Kyiv: Instytut peredovykh tekhnolohii. Vol. 14. 83–95. [in Ukrainian].

7. Lozovitskyi P.S., Lozovytskyi A.P. (2006). *Hidrokhimichniy rezhym ta yakist vody richky Khorol* [Hydrochemical regime and water quality of the Khorol river]. *Water management of Ukraine*, no 4, 27–36. [in Ukrainian].
8. Vynarchuk O.O. (2011). *Zahalna kharakterystyka vodokorystuvannia ta vodovidvedennia v baseinakh richok Livoberezhnoho Lisostepu (richky Sula, Psel ta Vorskla)* [General characteristics of water use and drainage in the basins of the rivers of the Left-Bank Forest-Steppe (rivers Sula, Psel and Vorskla)]. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, Vol. 4 (25), 169–178. [in Ukrainian].
9. Romanenko V.D., Zhukynskyi V.M., Oksiiuk O.P. Yatsyk A.V. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyy katehoriiami* [Methods of ecological assessment of surfacewater quality by relevant categories]. Kyiv: Symvol–T. [in Ukrainian].
10. *Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (ofitsiyniy portal). Ekolohichni pasporty rehioniv za 2016 rik* [Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine (official portal). Ecological passports of regions for 2016]. URL: <https://menr.gov.ua/news/32628.html>.
11. *Misto kurort Myrhorod. Promyslovist* [Myrhorod resort town. Industry]. URL: <http://myrhorod.pl.ua/page/ekonomika-mista/promyslovist>.
12. *Richky Ukrainy. Psel* [Rivers of Ukraine. Psel]. URL: <https://goldfishnet.km.ua/rivers/psel>.
13. *Nova ekolohiia. Zahalna kharakterystyka r. Inhulets* [New ecology. General characteristics of the Ingulets River]. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-1908-1.html>.
14. *Formula Kurlova* [Kurlov's formula]. URL: <http://lektsii.com/1-88953.html>.
15. Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., Morozov V.V. (2020). *Inhuletska zroshuvalna systema: stan, problem ta perspektyvy rozvytku: monohrafiia* [Ingulets irrigation system: state, problems and prospects of development: monograph]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian].

## СТОРІНКИ ІСТОРИЇ

---

---

УДК 574.5/1.6 (477.63)(09)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.20>

### **DNIPROPETROVSK HYDROBIOLOGICAL SCHOOL. THEORY AND PRACTICE OF ENRICHMENT OF RESERVOIRS WITH NEW FOOD ORGANISMS FOR FISH. LIFE AND WORK OF PROFESSOR P.A. ZHURAVEL (1901–1977) TO THE 120<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF HIS BIRTH**

*Bajdak L.A. – Candidate of Historical Sciences, Senior Scientific Officer;*

*Dvoretzky A.I. – Doctor of Biological Sciences, Professor;*

*Poleva J.L. – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer;*

*Rozhkov V.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer;*

*Dniprovsk State Agrarian and Economic University*

*leonidbajdak@gmail.com*

The article is devoted to the description of the pages of the life of a prominent Ukrainian scientist who made highly significant contributions to the formation of the theoretical basis for the enrichment of natural and artificial reservoirs with food resources in the steppe zone of Ukraine. Petro Oleksiyovych Zhuravel, Doctor of Biological Sciences, not only made a great contribution to the development of the Dnepropetrovsk hydrobiological school studies, but was also a very sensitive and decent man. His students and followers remember him with great warmth and emphasize how easy it was to communicate with Petro Oleksiyovych; he was always attentive to other people's problems, and was reputed to have an unusual and interesting sense of humor. During the 1950s, under the leadership of Professor Zhuravel, these studies were developed into a broad multi-year program of work on the study of biology, ecology, and adaptation of Caspian fauna introduced into estuaries of Southern Ukraine and Crimea. The introduction of representatives of the estuarine-Caspian fauna was carried out in the Dnieper Reservoir, in the reservoirs of Kryvyi Rig (Karachunivske and Kresivske Reservoirs, Ingulets river, Saksagan river), in the Milk estuary of the Sea of Azov, in Vasytkiv Reservoir on the Vovchy River, and in the area of the future Kakhovka Reservoir. In connection with the acclimatization measures in the Dnieper Reservoir, new representatives of the fauna of the estuary-Caspian complex have appeared which have become feed components for many industrial fish species. A special merit of Professor Zhuravel was the introduction and acclimatization of forage invertebrates and fish in the reservoirs of southern Ukraine and the Crimea; acclimatization to the Chornorichensk (Sevastopol) Reservoir of the Crimea, employing biofilters, fish, and forage organisms from the estuarine fauna to improve w Petro Oleksiyovych ater quality. In the 1970s, in order to intensify the processes of biological self-purification of water in the Chornorichensk Reservoir in the Crimea, the acclimatization work started by



Professor Zhuravel was continued. These works had a real positive economic effect and are widely known. In the acclimatization center (Moscow) the work of Dnepropetrovsk hydrobiologists such as Professor Zhuravel has always been highly valued. Following the example of the Dnepropetrovsk Research Institute of Hydrobiology, work on the enrichment of fish feed was carried out in other regions: in the Baltic Sea, Lake Balkhash, lakes in Hungary, etc. The results of research by Professor P.A. Zhuravel are summarized in his work, "Acclimatization of forage estuarine-Caspian fauna in reservoirs and lakes of the USSR" and others.

Keywords: Professor Zhuravel, acclimatization, fish, aquatic bioresources, fodder base, reservoirs

---

Dnepropetrovsk Hydrobiological School of Technogenic-Transformed Freshwater Ecosystems is a scientific team that for more than 90 years has been studying the hydroecosystems of freshwater reservoirs (reservoirs, cooling reservoirs of energy facilities, canals, etc.) transformed by technogenic factors (water pollution, etc.). The establishment of the Dnepropetrovsk Hydrobiological School was due to the need to study the consequences of the construction of the Dnieper Hydroelectric Power Plant (Dniproges), which was planned to be created in the early 1930's, in order to generate electricity and radically solve the problem of navigation of the Dnieper rapids. In August 1927, a proposal was approved to establish the Dnepropetrovsk State Hydrobiological Station, which was tasked with conducting hydrobiological research related to the construction of DniproGES. The first director of the station was a prominent Ukrainian hydrobiologist-algologist Professor Dmytro Onysyforovych Svirenko [1]. Scientific and organizational activity of Professor D.O. Svirenko as the founder of complex hydrobiological studies of the impact of the construction of DniproGES on the natural aquatic environment became the basis for the formation of a team of Dnepropetrovsk scientists-hydrobiologists. The results of these studies, presented in seven volumes of the "Bulletin of the Dnepropetrovsk Hydrobiological Station", have made a significant contribution to the treasury of hydrobiological and ichthyological knowledge [1].

The practical need for hydrobiological study of the processes of transformation of aquatic ecosystems of the free-flowing Dnieper River into ecosystems of the lake-like Dnieper Reservoir prompted scientists of the Dnepropetrovsk Hydrobiological School under the guidance of Professor D.O. Svirenko (G.B. Melnikov, P.O. Zhuravel, etc.) to the formation of a new direction of hydrobiology of reservoirs [10]. The theoretical basis of hydrobiology of reservoirs was the provision that the fundamental changes in the hydrological, hydrochemical and hydrobiological regimes of the primary reservoir (rapids section of the Dnieper), due to hydraulic engineering (construction of the DniproGES), cause radical changes in quantitative and qualitative Dnieper Reservoir): plankton, benthos, periphyton, higher aquatic vegetation, ichthyofauna, etc.

Subsequently, students and followers of Professor D.O. Svirenko significantly expanded the scope of research. Innovative directions of hydrobiology were founded or considerably deepened: space hydrobiology (G.B. Melnikov) (1961); freshwater radioecology (I.P. Lubyarov) (1962); technical hydrobiology (I.P. Lubyarov); water toxicology (S.P. Fediy). In addition to D.O. Svirenko and others, Petro Oleksiyovych Zhuravel became the founder of the theory and practice of enrichment of reservoirs with new forage organisms for fish.



P.O. Zhuravel was born on January 5, 1901 in the village of Anivka, Petrovsky district, Kirovohrad region. From 1922 to 1926 he studied at the Dnepropetrovsk Institute of Public Education (now DNU named after O. Gonchar) at the agro-biological department of the faculty of vocational education. From 1926 to 1930 he worked as an assistant, then associate professor of zoology and biology at the Dnepropetrovsk Institute of Public Education, Faculty of Social Education. From 1930 to 1933 (without taking time off work) he studied and graduated from the Dnipropetrovsk State Hydrobiological Station under the guidance of Professor D.O. Svirenko. After graduating in 1933, he remained to work at the Dnepropetrovsk Hydrobiological Station as a researcher engaged in a comprehensive hydrobiological and fishery study of natural and artificial reservoirs of the steppe zone of Ukraine, enriching them with feed resources for fish. From 1932 to 1944 he worked as an associate professor of zoology at the Dnipropetrovsk Pharmaceutical Institute.

During this period, Associate Professor P.O. Zhuravel and Associate Professor O.I. Berestov studied the zoobenthos of the rapids section of the Dnieper River, productivity and its changes under the influence of the construction of the Dnieper dam. By the nature of biotopes, the rapids part of the Dnieper turned out to be quite diverse; turbulent rapids and cataracts alternated with calmer river reaches. The distribution of soils and organisms in the river was also associated with different flow velocities. The composition of the zoo population of the rapids area (coastal thickets, bottom, rapids and cataracts) was quite diverse. There were places with a fairly poor population, but there were also places with a rich population, for example, among the coastal thickets of macrophytes, on the stone thresholds, on silted areas, and, with increasing degree of silting, its zoo population increased. The population of sandy and

stony soils was relatively poor. The biological productivity of the benthic fauna of the entire area of the bottom of the rapids section before the changes was more than 590 tons. The biomass of the benthic fauna of the sandy soil of the rapids section of the Dnieper was 53 kg / ha, and of the stony soil was 88 kg / ha. With the creation of the Dnieper Reservoir, the rapids part of the Dnieper River changed dramatically. Large depths were formed, reaching 56 m in the lower section, and all rapids were submerged deep under water (10–35 m). The current became almost absent. After the creation of the Dnieper Reservoir and the accumulation of silt on its bottom, the bioproductivity of the bottom increased, reaching up to 300 kg / ha in the lower parts of the reservoir. In 1932, there were an average of 10,680 organisms per square meter, while before the rise of water on any of the soils such a number of organisms was not observed. After the creation of the Dnieper Reservoir and the accumulation of silt on its bottom, the bioproductivity of the bottom increased; in 1932 it reached 885 kg / ha in the lower parts of the reservoir.

As a result of changes in the hydrological regime in the new reservoir, optimal conditions were formed for the emergence and mass reproduction of alien organisms, such as the bivalve mollusk *Dreissena polymorpha* (Pall.) [2]. It should be noted that the mass reproduction of *Dreissena*, which in a short time settled in the waters of the Dnieper reservoir, was first noted by P.O. Zhuravel in “On the state of some representatives of the fauna Mollusca and Crustacea in the Dnieper reservoir” [3]. The author noted that before the flooding of the porous part of the Dnieper, *Dreissena* was relatively rare, due to the hydrological regime of this part of the Dnieper and the conditions of existence of the mollusk. Beginning in 1932, noted P.O. Zhuravel, that is, from the time of filling the Dnieper reservoir, in the reservoir *Dreissena* begins to appear in a significant amount. The author notes the fact that *Dreissena* got into the water supply system of DniproGES. The DniproGES department was forced to fight clogging of the pipelines with *Dreissena* shells. From our point of view, it is important that DniproGES be advised about the need to conduct special studies of the reservoir to use more effective means of combating and counteracting the spread of *Dreissena* [4].

During the Great Patriotic War, with a pharmaceutical institute, P.O. Zhuravel was evacuated to Pyatigorsk in the Caucasus, and then to Semipalatinsk. After returning from evacuation in May 1944, P.O. Zhuravel worked at the Research Institute of Hydrobiology of the State University: from 1944 to 1947 – a researcher, head of department, and from 1947 to 1967 – director of the Research Institute of Hydrobiology. In 1951, P.O. Zhuravel defended his doctoral dissertation “On the formation of the biological regime of reservoirs in southeastern Ukraine and ways to enrich their natural feed (for fish) resources” [4]. The urgency of work on the enrichment of water bodies of southeastern Ukraine

with new forage organisms is explained by the poverty of their species composition. Depletion of species composition can be traced to the example of the hydrobiological complex of the Dnieper; in its mouth live 43 species of benthic and benthonectonic forms of invertebrates of marine origin, and in the area from the mouth to Dnepropetrovsk (just over 400 km) gradually falls to 33 species. In the Volga, representatives of this fauna are distributed almost to the upper reaches (more than 3,000 km from the mouth). The author explains this by the existence of rapids on the Dnieper. Biological fish productivity of reservoirs, which depends on providing them with food resources for fish (worms, mollusks, crustaceans, insects, etc.), can be increased by acclimatization of new organisms. Previous works of the Research Institute of Hydrobiology of Dnipropetrovsk University have shown that the hydrological and hydrochemical regimes of the reservoir of southeastern Ukraine resemble estuaries or riverbeds [9]. Along with the typically freshwater forms, they can be inhabited by representatives of the fauna of the estuarine complex (Caspian type): polychaetes-amphoretides, mollusks, crustacean amphipods, kumacei, and misidia, which are also more accessible to fish than the oligochaetes-tubinomids. This is evidenced by industrial fish in the Dnieper reservoir, such as pike, pike perch, perch, and other fish, eating a large number of young mussels.

The possibility of inhabiting the invertebrate fauna of the estuarine complex in new reservoirs is evidenced by the author's data on the content of mysids from various reservoirs of southeastern Ukraine in aquariums with water-fed plant detritus, and in winter hay infusion with bacteria, they both gave viable offspring. Experiments were also carried out on their transportation by various modes of transport: rail, road, etc. – to considerable distances. The oxygen concentration in the water was reduced to 2.45 mg / l (25.15% saturation), but no death was observed. In 1948, in two reservoirs of Kryvbas (quarries filled with water – Tarapakivsky in the area of Kryvyi Rih and Kamenolomnya in the area of Vecherny Kut) mysids were introduced by the author and began to take root, and in 1949 young mysids were found in these reservoirs. Tarapakivska quarry is similar to the reservoirs of southeastern Ukraine in terms of hydrological, chemical and biological regimes. It became a source of relocation of mysids to other reservoirs. Mysids in the Tarapakivsky quarry occurred among thickets of higher aquatic vegetation; Dorogostaisky's dredge received more than 100 specimens of mysids. In 1948 and 1949 Mysid specimens were obtained from the lower Ingulets and introduced to the Kresiv and Karachunivsky reservoirs of Kryvbas. In 1950, mysids began to take root in the reservoirs [10]. The author associates a fairly wide range of salinity and high ecological valence with their historical past: from the second half of the Tertiary period (Neogene) they lived in basins where there were significant changes in the aquatic environment (temperature, gas, especially salt: from significant salinity to almost complete desali-

nation). Conditions in the reservoirs of southeastern Ukraine are close to the estuaries of southern rivers, especially the Dnieper-Bug estuary, and are quite favorable for the fauna of the estuarine complex, so estuaries can be a source of enrichment of reservoirs in south-eastern Ukraine.

In 1946, under the leadership of P.O. Zhuravel, work began on enriching the forage base of fish by acclimatizing the representatives of the estuarine-Caspian fauna (mysids, hamarids, kumacei, etc.).

The introduction of invertebrate fauna of the estuarine complex into the reservoirs of southeastern Ukraine has enriched their foraging and contributed to the increase of fish stocks. Along with the practical significance, these works had an important theoretical significance: the ability of organisms of the estuarine complex (Caspian type) to take root in reservoirs can shed light on the origin and evolution of these forms of fauna in freshwater bodies.



**Meeting of the Scientific Council of the Research Institute of Hydrobiology, January 8, 1973.  
From left to right – S.P. Fediy, P.O. Zhuravel, O.M. Chaplina, I.P. Lubyarov**

During the 1950s, under the leadership of Professor P.O. Zhuravel, these studies were developed into a broad multi-year program of work on the study of biology, ecology and distribution of representatives of the estuary and Caspian fauna. The introduction of representatives of the estuarine-Caspian fauna was carried out in the Dnieper reservoir, in the reservoirs of Kryvyi

Rih (Karachunivske and Kresivske reservoirs, Ingulets river, Saksagan river), in the Milk estuary of the Sea of Azov, in Vasytkiv reservoir on the Vovcha-river and in the area of the future Kakhovka reservoir [7]. In connection with the acclimatization measures in the Dnieper Reservoir, new representatives of the fauna of the estuary-Caspian complex have appeared which have become feed components for many industrial fish species. A special merit of Professor P.O. Zhuravel lies in the introduction and acclimatization of forage invertebrates and fish in the reservoirs of southern Ukraine and the Crimea; acclimatization to the Chornorichenske (Sevastopol) reservoir of the Crimea of biofilters, fish and forage organisms from the estuarine fauna to improve water quality.

In the 1970's, in order to intensify the processes of biological self-purification of water in the Chornorichensky Reservoir in the Crimea, the acclimatization works started by Professor P.O. Zhuravel were continued. These works had a real economic effect and were protected by copyright. The works of Professor P.O. Zhuravel are widely known. In the acclimatization center (Moscow) the work of Dnipropetrovsk hydrobiologists has always been highly valued. Following the example of the Dnipropetrovsk Research Institute of Hydrobiology, work to enrich the feed base of fish was carried out in other regions: in the Baltic Sea, Lake Balkhash, lakes in Hungary, etc. The results of Professor P.O. Zhuravel's research are summarized in his works "How to enrich fish food in freshwater" [6], "Acclimatization of forage estuarine-Caspian fauna in reservoirs and lakes of the USSR" [8] and others.

**ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ГІДРОБІОЛОГІЧНА ШКОЛА.  
ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ЗБАГАЧЕННЯ ВОДОЙМ  
НОВИМИ, КОРМОВИМИ ДЛЯ РИБ, ОРГАНІЗМАМИ.  
ЖИТТЯ ТА ДІЯЛЬНІСТЬ ПРОФ. П.О. ЖУРАВЛЯ  
(1901–1977) ДО 120-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ**

*Байдак Л.А. – к.іст.н., с.н.с.,*

*Дворецький А.І. – д.біол.н., професор,*

*Полева Ю.Л. – к.біол.н., доцент,*

*Рожков В.В. – к.с.-г.н., доцент,*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

*leonidbajdak@gmail.com*

Стаття присвячена опису сторінок життя видатного українського вченого, який зробив великий внесок в формування теоретичної бази зі збагачення природних та штучних водойм кормовими ресурсами в умовах Степової зони України.

Петро Олексійович Журавель – доктор біологічних наук, професор, зробив не тільки великий внесок в розвиток дніпропетровської гідробіологічної школи, а був дуже чуйною та добропорядною людиною. Його учні та послідовники з великим теплом згадують про нього і підкреслюють як легко було спілкуватися з Петром Олексійовичем, він завжди був небайдужим до чужих проблем, володів дуже цікавим та яскравим почуттям гумору. Протягом 50-х років під керівництвом професора П.О. Журавля ці дослідження були розгорнуті у широку багаторічну програму робіт з вивчення біології, екології та поширення представників лимано-каспійської фауни. Особлива заслуга професора П.О. Журавля полягає в інтродукції й акліматизації кормових безхребетних і риб у водосховища півдня України та Криму; акліматизації в Чорноріченське (Севастопольське) водосховище Криму біофільтраторів, риб та кормових для них організмів з лиманої фауни для підвищення кормової бази риб та поліпшення якості води. Практична потреба в гідробіологічному вивченні процесів трансформаційного перетворення водних екосистем вільно протікаючої річки Дніпро в екосистеми озероподібного Дніпровського водосховища підштовхнула вчених дніпропетровської гідробіологічної школи під керівництвом проф. Д.О. Свіренка (Г.Б. Мельникова, П.О. Журавля та ін.) до формування нового напрямку гідробіології – гідробіології водосховищ [1]. Теоретичною основою гідробіології водосховищ стало положення про те, що фундаментальні зміни гідрологічного, гідрохімічного та гідробіологічного режимів первинного водоймища (порожистої ділянки Дніпра), обумовлені гідротехнічним будівництвом (спорудженням Дніпрогесу), викликають докорінні зміни у кількісному та якісному стані всіх біотичних складових водної екосистеми новоствореного водоймища (Дніпровського водосховища): планктону, бентосу, перифітону, вищої водної рослинності, іхтіофауни і т. д. В подальшому, учні та послідовники проф. Д.О. Свіренка значно розширили проблематику досліджень; були засновані або значно поглиблені новаторські напрями гідробіології: космічна гідробіологія (Г.Б. Мельников) (1961); прісноводна радіоекологія (І.П. Луб'янов) (1962); технічна гідробіологія (І.П. Луб'янов); водна токсикологія (С.П. Федій) тощо. Засновником теорії та практики збагачення водойм новими кормовими, для риб, організмами став П.О. Журавель.

Ключові слова: професор Журавель, акліматизація, риба, водні біоресурси, кормова база, водосховища

## ЛІТЕРАТУРА

1. Байдак Л.А., Дворецький А.І. Техногенно трансформовані прісноводні екосистеми Придніпров'я. Ретроспективний аналіз досліджень (30-ті–90-ті рр. ХХ ст.): монографія. Вид. 2-ге, допов. та виправл. Дніпро, 2019. 228 с.
2. Журавель П.О. Про надто масову появу *Dreissena polymorpha* Pall. у порожистій частині р. Дніпра в 1932 р. Збірник праць зоологічного музею Академії Наук УРСР. 1934. № 13. С. 131–148.
3. Журавель П.О. Про стан деяких представників фауни *Mollusca* та *Crustacea* у водосховищі Дніпрогесу. Вісник Дніпропетровської Гідробіологічної Станції. Т. II. Дніпропетровськ. 1937. С. 149–160.

4. Журавель П.А. О формировании биологического режима водохранилищ юго-востока Украины и пути обогащения их естественных кормовых (для рыб) ресурсов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук: 03.00.17. Днепропетровск, 1950. 24 с.
5. Журавель П.А. О фауне лиманного комплекса Днепровского водохранилища после его восстановления. Вестник научно-исследовательского института гидробиологии. Т. XI. По вопросам гидробиологии и рыбного хозяйства Днепровского водохранилища после его восстановления. 1955. С. 121–145.
6. Журавель П.О. Як збагатити корм для риб у прісних водоймах. Дніпропетровськ: Дніпропетровське обласне видавництво, 1957. 42 с.
7. Журавель П. А. Некоторые итоги и перспективы акклиматизации кормовой для рыб лиманной фауны в водохранилищах Украины. Биологическая наука в университетах и педагогических институтах Украины за 50 лет: материалы межвуз. республ. конф. Харьков, 1968. С. 202–204.
8. Журавель П.О. Акклиматизация кормовой лиманно-каспийской фауны в водохранилищах и озерах СССР. Днепропетровск, 1974. 124 с.
9. Загубиженко Н.И. Акклиматизация кормовых беспозвоночных в водоемах Криворожья. Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. М. 1980. С. 49–50.
10. Poleva, J.L. Characteristics of bottom fauna of small reservoirs of the Steppe zone of Ukraine. Ecology and noospherology. Dnipro, Ukraine. 105–107.

#### REFERENCES

1. Bajdak L.A., Dvorec'kij A.I. (2019). *Tehnogeno transformovani prisnovodni ekosystemy Pridniprovy'a. Retrospectyvnyi analiz doslidzhen` (30-ti – 90-ti rr. XX st.* [Technogenically transformed freshwater ecosystems of the Dnieper. Retrospective analysis of research. (30-s–90-s of XX century)]. Monografiya. 2-e vid., dop. ta vipr. Dnipro. [in Ukrainian].
2. Zhuravel' P.O. (1934). *Pro nadto masovu poyavu Dreissena polymorpha Pall. u porozhy`stij chasty`ni r. Dnipra v 1932 r.* [About too mass appearance of *Dreissena polymorpha* Pall. in the porous part of the Dnieper in 1932]. *Zbirny`k prac` zoologichnogo muzeyu Akademiyi Nauk URSR*, no.13, 131–148. [in Ukrainian].
3. Zhuravel' P.O. (1937). *Pro stan deyaky`x predstavny`kiv fauny` Mollusca ta Crustacea u vodosxovy`shhi Dniprogesu* [On the state of some representatives of the fauna of *Mollusca* and *Crustacea* in the Dnieper reservoir]. *Visny`k Dnipropetrovs`koyi Hidrobiologichnoyi Stanciyi. Dnipropetrovsk*, Vol. II, 149–160. [in Ukrainian].
4. Zhuravel' P.A. (1950). *O formirovanii biologicheskogo rezhima vodohranilishh jugo-vostoka Ukrainy i puti obogashheniya ih estestvennyh*



- kormovyh (dlja ryb) resursov* [About formation of a biological mode of reservoirs of the south-east of Ukraine and a way of enrichment of their natural forage (for fishes) resources] : avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja dokt. biol. nauk: 03.00.17. Dnepropetrovsk. [in Russian].
5. Zhuravel' P.A. (1955). *O faune limannogo kompleksa Dneprovskogo vodohranilishha posle ego vosstanovlenija* [On the fauna of the estuarine complex of the Dnieper reservoir after its restoration]. *Vestnik nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrobiologii*, Vol. XI. Po voprosam gidrobiologii i rybnogo hozhajstva Dneprovskogo vodohranilishha posle ego vosstanovlenija. Kyiv. 121–145. [in Russian].
  6. Zhuravel' P.O. (1957). *Yak zbagaty ty` korm dlya ry`b u prisny`x vodojmax* [How to enrich fish food in fresh water]. Dnipropetrovsk. [in Ukrainian].
  7. Zhuravel' P.A. (1968). *Nekotorye itogi i perspektivy akklimatizacii kormovoj dlja ryb limannoj fauny v vodohranilishhah Ukrainy* [Some results and prospects of acclimatization of food for fish of estuarine fauna in reservoirs of Ukraine]. *Biologicheskaja nauka v universitetah i pedagogicheskikh institutah Ukrainy za 50 let: materialy mezhvuz. respubl. konf.* Har'kov. 202–204. [in Russian].
  8. Zhuravel' P.O. (1974). *Akklimatizacija kormovoj limanno-kaspijskoj fauny v vodohranilishhah i ozerah SSSR* [Acclimatization of forage estuarine-Caspian fauna in reservoirs and lakes of the USSR]. Dnepropetrovsk. [in Russian].
  9. Zagubizhenko N.I. (1980). *Akklimatizacija kormovyh bespozvonochnyh v vodoemah Krivorozh'ja* [Acclimatization of forage invertebrates in water bodies of Krivoy Rog region]. *Itogi i perspektivy akklimatizacii ryb i bespozvonochnyh v vodoemah SSSR*. Moscow. 49-50. [in Russian].
  10. Poleva, J.L. (2020). Characteristics of bottom fauna of small reservoirs of the Steppe zone of Ukraine. *Ecology and noospherology*. Dnipro, Ukraine. 105–107.

УДК 636:001(477.43/44)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.21>

## ДО ІСТОРІЇ ФОРМУВАННЯ КОРМОВОЇ БАЗИ ДЛЯ ВОДОПЛАВНОЇ ПТИЦІ

*Бучковська В.І. – к.с.-г.н., доцент,  
Євстафієва Ю.М. – к.с.-г.н., доцент,  
Подільський державний університет  
vbutschk@ukr.net, pp.nika22@ukr.net*

Висвітлено історію формування сучасної науки годівлі птиці на прикладі наукових доробок Всеукраїнського науково-дослідного інституту птахівництва. Метою наших досліджень став аналіз та поширення наукових напрацювань в галузі розвитку кормової бази водоплавної птиці співробітників Всеукраїнського науково-дослідного інституту птахівництва.

Методологічною основою дослідження стали загальні принципи об'єктивності, історизму, які передбачають об'єктивний опис і аналіз подій, явищ на основі науково-критичного використання різноманітних джерел. Комплексне застосування різних способів пошуку, аналізу та синтезу забезпечило можливість оптимально використати джерельну базу досліджень. Дослідження проведені на основі аналізу опублікованих і неопублікованих джерел. Незаперечний інтерес становлять факти свідків минулого; важливі також офіційні відомості статистичного характеру щодо стану тваринництва регіону у досліджуваній період, плани, звіти про діяльність наукових установ.

Відомості про існування Всеукраїнського науково-дослідного інституту птахівництва, який функціонував у 30-х р.р. ХХ століття у Кам'янці-Подільському втрачені і на сьогодні відсутні документи про його заснування. Але, саме він був центром, де розпочиналося наукове забезпечення розвитку галузі птахівництва. Саме тут, розпочинали свою наукову діяльність майбутні видатні вчені у галузі птахівництва А.У. Биховець, П.Ю. Божко, Е.Е. Пеніонжкевич та ін.

На той час мало уваги приділялося використанню в годівлі сільськогосподарських тварин різних відходів морської промисловості та рибництва, тоді як відходи рибництва – це цінний білковий корм для сільськогосподарських тварин, а особливо для свинарства та птахівництва. Інститутом було вивчено відходи рибної промисловості – морського скату-лисиці, як корм для птиці. Відділ кормовиробництва ВУНДІП досліджував, поряд з різними рослинами, що можуть бути цінними кормовими культурами для птахоферм, і ряску як цінний корм для водоплавної птиці. Водні біоресурси – це сукупність водних організмів, життя, яких неможливе без перебування у воді.

Значна кількість співробітників інституту не змогли внести посильний вклад у розвиток птахівництва, оскільки, внаслідок репресій, які проводилися в інституті, багато з них репресовані, а їх імена незаслужено забуті. Але в тих нелегких умовах співробітниками ВУНДІП зроблено багато.

Ключові слова: птахівництво, наука, годівля, водні біоресурси, кормова база.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями.** Поступальний шлях розвитку науки зумовлюється її минулим, у якому необхідно шукати відповіді на виклики майбутнього. На думку Л.М. Бесова [1], вивчаючи історію науки, можна знайти відповіді на багато актуальних питань сьогодення. Враховуючи той факт, що наукові дослідження вчених Всеукраїнського науково-дослідного інституту птахівництва до цього часу не були об'єктом окремого вивчення, виникає необхідність всебічного комплексного дослідження напрямів та тематики їх досліджень, наукового рівня розробок.

Повноцінна годівля сільськогосподарської птиці – основа для виявлення генетичного потенціалу продуктивності і ефективної трансформації поживних речовин корму в продукцію.

Головний чинник, який стримує розвиток птахівництва на сучасному етапі – нестача кормів, слабка кормова база, низький рівень використання преміксів, БВД, вітамінів, амінокислот і особливо білка та енергії.

Недостатні знання про потребу птиці в поживних речовинах і енергії призводять на практиці до низької конверсії кормів і загального зниження ефективності галузі.

За організації повноцінної годівлі птиці основна увага перш за все приділяється білковому живленню. Проте і нестача в раціонах обмінної енергії часто стає причиною низької продуктивності птиці, особливо за браком або недостатчею амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів.

У зв'язку з цим особливою значення набуває пошук нових, нетрадиційних, високоякісних, більш дешевих джерел кормового протеїну власного виробництва. Саме досвід наших вчених минулих років може допомогти нам у вирішенні даного питання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Згідно статті 1 Закону України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів» твердження «водні біоресурси – це сукупність водних організмів, життя яких неможливе без перебування у воді. До водних біоресурсів належать прісноводні, морські, анадромні та катадромні риби на всіх стадіях розвитку, круглороті, водні безхребетні, у тому числі молюски, ракоподібні, черви, голкошкірі, губки, кишковопорожнинні, наземні безхребетні у водній стадії розвитку, водорості та інші водні рослини».

**Формулювання цілей статті.** Метою наших досліджень став аналіз та поширення наукових напрацювань в галузі розвитку кормової бази водоплавної птиці співробітників Всеукраїнського науково-дослідного інституту птахівництва.

**Матеріали і методи дослідження.** Методологічною основою дослідження стали загальні принципи об'єктивності, історизму, які передбача-

ють об'єктивний опис і аналіз подій, явищ на основі науково-критичного використання різноманітних джерел.

Комплексне застосування різних способів пошуку, аналізу та синтезу забезпечило можливість оптимально використати джерельну базу досліджень. Дослідження проведені на основі аналізу опублікованих і неопублікованих джерел. Незаперечний інтерес становлять факти свідків минулого; важливі також офіційні відомості статистичного характеру щодо стану тваринництва регіону у досліджуваний період, плани, звіти про діяльність наукових установ.

**Результати досліджень.** Складний шлях пройшла вітчизняна наука в перше десятиліття становлення радянської влади та побудови основ соціалістичного суспільства. Великої шкоди її розвитку в Україні нанесено масовими репресіями в 1930-1940 рр. та на початку 1950 року, коли в безодню забуття зіштовхувалися не тільки окремі вчені, що становили гордість вітчизняної та світової науки, але й цілі академічні підрозділи. Одним з таких став Всеукраїнський науково-дослідний інститут птахівництва (далі ВУНДІП) у Кам'янці-Подільському.

На той час, мало уваги приділялося використанню в годівлі сільськогосподарських тварин різних відходів морської промисловості та рибництва, тоді як відходи рибництва – це цінний білковий корм для сільськогосподарських тварин, а особливо для свинарства та птахівництва [2; 3]. Інститутом було вивчено відходи рибної промисловості – морського скату-лисиці, як корм для птахів. Зазначалося, що на узбережжі Чорного моря закопують в землю тисячі центнерів риби скату. За біологічною поживністю морський скат – білковий корм надзвичайно високої якості і стоїть вище риб'ячого борошна [4]. Тому, було проведено дослід з годівлі, в якому вивчали рибу скат як корм для птиці (курчат, молодняку й дорослих курей). Було доведено, що скат є добрим білковим кормом для дорослої птиці. У порівнянні з риб'ячим борошном та макухою, скат визнано кращим кормом. У групах, яким включали до раціонів скату, продуктивність птиці на 47-50 % була вищою, ніж у групах, яким згодовували макуху. Також, було зауважено, що шкідливого впливу на продуктивність птиці, яким включали до раціонів скату не виявило. Переробка за планом 1932 року 16000 ц морського скату дасть до 4000 ц борошна, що за поживністю прирівнюється до 9000 ц пшениці [5].

О. Мельник у статті «Використовування борошна з риби-скату на корм курчатам» [4] зазначав, що є багато харчових засобів, природних багатств і технічних виробництв, що їх досі ще не використовують зовсім або надто мало. До таких кормових засобів, що у нас недооцінюються, він також відносив відходи рибної промисловості (риба, рибне борошно, риби скат-лисиця і скат-кит та ін.). У праці подано коротку характеристику та поживну

цінність корму риби-скату та борошна, яке з нього виготовлено. Описано досліди, проведені над курчатами та ремонтним молодняком курей, розраховано економічну ефективність введення до раціонів курчат риби-скату.

Він писав, що у нас досі ще недооцінюють тваринні корми взагалі, і, зокрема, відходи рибної промисловості, в той час як наявність моря, великих річок і ставків має притаманні їм чималі природні кормові засоби, яких досі ще не використовуємо як слід. Відділ годівлі ВУНДІП поставив своїм завданням вивчити всебічно борошно скату-лисиці як корму для добових курчат, молодняку і дорослих курей [1].

Було виявлено, що борошно скату-лисиці є високопоживним кормом з високим вмістом протеїну, воно підходить на корм курчатам, починаючи з першого тижня життя; при згодовуванні курчатам скату з першого дня життя не виявлено помітного шкідливого впливу на організм. Курчата, до раціону яких було включено рибу-скату, характеризувалися вищими приростами та краще використовували корм. Скату можна згодовувати курчатам у кількості 10-16 % від добової даванки кормів без будь-якого шкідливого впливу на здоров'я птиці [5].

Відділ кормовиробництва ВУНДІП досліджував, поряд з різними рослинами, що можуть бути цінними кормовими культурами для птахоферм, і ряску як цінний корм для водоплавної птиці.

Ряска (*Lemna L.*) – рід дрібних багаторічних плаваючих або занурених у воду рослин з родини Ароїдних, гідатофіт. Гідатофіти (від грецького *hydor, hydatos* – вода і *phyton* – рослина) – водні рослини, цілком або більшою своєю частиною занурені у воду (на відміну від гідрофітів, занурених у воду тільки нижньою частиною). В Україні – 3 види. Найпоширеніші: ряска мала (*Lemna minor L.*) і ряска триборозентаста (*Lemna trisulca L.*), поширені у стоячих водах. Третій вид – ряска горбата (*Lemna gibba L.*), що має здуті лусочки, зустрічається в нас рідше, ніж два попередні. Ряска має значну кількість протеїну і є їжею для водоплавної птиці [6].

Для дослідження її кормової цінності провели хімічний аналіз ряски із ставка та визначили такі складові частини в сухій речовині: воду, сирий протеїн, сиру клітковину, сирий жир та мінеральні речовини. Було визначено, що ряска є цінною кормовою культурою, яка подібна за своїм хімічним складом до зерна, а за кількістю сирого протеїну – до зерна бобових. Хімічний склад ряски: сирого протеїну – 21,2 %, сирого жиру – 3,6 %, безазотистих екстрактивних речовин – 33,7 %, клітковини – 7,9 % та золи – 17,9 %. Урожайність ряски в лабораторних умовах досягає до 250 ц/га за період вегетації 6-7 місяців. Культура ряски не вимагає спеціальних витрат з культивування та агротехніки і відкриває великі перспективи щодо забезпечення водоплавної птиці дешевим цінним білковим кормом. Ряску можна вживати в сирому та переробленому вигляді [5].

Відомості про існування Всеукраїнського науково-дослідного інституту птахівництва, який функціонував у 30-х рр. ХХ століття у Кам'янці-Подільському втрачені і на сьогодні відсутні документи про його заснування. Але, саме він був центром, де розроблялося наукове забезпечення розвитку галузі птахівництва. Саме тут, розпочинали свою наукову діяльність майбутні видатні вчені у галузі птахівництва А.У. Биховець, П.Ю. Божко, Е.Е. Пеніонжкевич та ін. Значна кількість співробітників інституту не змогли внести посильний вклад у розвиток птахівництва, оскільки, внаслідок репресій, які проводилися в інституті, багато з них репресовані, а їх імена незаслужено забуті. Але в тих нелегких умовах співробітниками ВУНДП зроблено багато: розроблені норми годівлі птиці, досліджений хімічний склад, поживна цінність та особливості використання концентрованих та нетрадиційних кормів для птиці; для господарств розроблені основні правила годівлі птиці.

## **TO THE HISTORY OF FORMATION OF FEED BASE FOR WATERFALL BIRDS**

*Buchkovska V.I. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;  
Ievstafieva Yu.M. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;  
State Agrarian And Engineering University In Podilia  
vbutschk@ukr.net, pp.nika22@ukr.net*

The history of formation of modern science of poultry feeding on the example of scientific achievements of the All-Ukrainian research institute of poultry farming is covered. The purpose of our research was the analysis and dissemination of scientific developments in the field of development of the feed base of waterfowl of the All-Ukrainian Research Institute of Poultry.

The methodological basis of the study was the general principles of objectivity, historicism, which provide an objective description and analysis of events and phenomena based on the scientific and critical use of various sources. The complex application of different methods of search, analysis and synthesis provided an opportunity to make optimal use of the source base of research. The research was conducted on the basis of the analysis of published and unpublished sources. Of undeniable interest are the facts of witnesses of the past; official statistical information on the state of animal husbandry in the region in the study period, plans, reports on the activities of scientific institutions are also important.

Information about the existence of the All-Ukrainian Research Institute of Poultry, which operated in the 30's. The twentieth century in Kamianets-Podilskyi is lost and today there are no documents about its foundation. However, it was the center where the scientific support for the development of the poultry industry was developed. It was here that the future outstanding scientists in the field of poultry A.U. Bykhovets, P.Yu. Bozhko, E.E. Penionzhkevich and others.

At that time, little attention was paid to the use of various wastes from the marine industry and fish farming in the feeding of farm animals, while fish waste is a valuable

protein feed for farm animals, and especially for pigs and poultry. The institute studied the waste of the fishing industry-sea fox stingray as poultry feed. The WUNDIP feed production department investigated, along with various plants that could be valuable fodder crops for poultry farms, and duckweed as valuable fodder for waterfowl. Aquatic bioresources are a set of aquatic organisms, life of which is impossible without being in water.

A significant number of the institute's staff were unable to make a significant contribution to the development of poultry farming because, as a result of the repressions carried out at the institute, many of them were repressed and their names undeservedly forgotten. But in those difficult conditions, WUNDIP staff did a lot.

Keywords: poultry farming, science, feeding, aquatic bioresources, fodder base.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Бесов Л.М. Методологічні питання дослідження історії науки і техніки та її викладання у вищій технічній школі. *Наука і науковознавство*. 2005. № 2. С. 88–93.
2. Бучковська В.І. Стан галузі птахівництва України у 20-30-х роках ХХ століття. *Наук. вісн. Львівського НУВМБ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2010. Т. 12. № 2 (44). Ч. 5. С. 154–156.
3. Бучковська В.І. Розвиток зоотехнічної науки Центрального Поділля України у ХХ столітті: дис. канд. с.-г. наук : 06.04.01. Кам'янець-Подільський, 2008. 217 с.
4. Мельник О. Використовування борошна з риби-скату на корм курчатам. *Птахівництво України*. 1932. № 2. С. 16–19.
5. Мельник О. Про нові додаткові корми, що їх можна вводити до раціону птиці. *Птахівництво України*. 1932. № 4. С. 16–17.
6. Онацький Є. Ряска. Українська мала енциклопедія: 16 кн., у 8 т. Накладом Адміністрації УАПЦ в Аргентині. Буенос-Айрес: Літери Риз-Се, 1964. Т. 7, кн. XIII. С. 1656.

### REFERENCES

1. Biesov, L.M. (2005). *Metodolohichni pytannia doslidzhennia istorii nauky i tekhniki ta yii vykladannia u vyshchii tekhnichnii shkoli* [Methodological issues of research of the history of science and technology and its teaching in higher technical school]. *Nauka i naukovoznavstvo*. no. 2, 88–93. [in Ukrainian].
2. Buchkovska, V.I. (2010). *Stan haluzi ptakhivnytstva Ukrainy u 20-30-kh rokakh XX stolittia* [The state of the poultry industry of Ukraine in the 20-30s of the twentieth century]. *Nauk. visn. Lvivskoho NUVMB im. S.Z. Gzhytskoho*. Vol. 12, no. 2 (44), part 5, 154–56. [in Ukrainian].
3. Buchkovska, V.I. (2008). *Rozvytok zootekhnichnoi nauky Tsentralnoho Podillia Ukrainy u XX stolitti* [Development of zootechnical science of the Central Podillya of Ukraine in the XX century] (PhD Thesis).

- Kam'ianets-Podilskyi: State agrarian and engineering university in Podilia. [in Ukrainian].
4. Melnyk, O. (1932). *Vykorystovuvannia boroshna z ryby-skatu na korm kurchatam* [Using stingray flour to feed chickens]. *Ptakhivnytstvo Ukrainy*. no. 2, 16–19. [in Ukrainian].
  5. Melnyk, O. (1932). *Pro novi dodatkovi kormy, shcho yikh mozhna vvodyty do ratsionu ptytsi* [About new additional feeds that can be introduced into the bird's diet]. *Ptakhivnytstvo Ukrainy*. no. 4, 16–17. [in Ukrainian].
  6. *Ukrainska mala entsyklopediia* (1964). *Riaska* [Duckweed]. Buenos-Aires: *Ukrainska mala entsyklopediia*. Vol. 7, p. 1656. [in Ukrainian].



## НОТАТКИ

## НОТАТКИ

## НОТАТКИ

# ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

---

*Водные биоресурсы и аквакультура*

---

*Water bioresources and aquaculture*

---

Науковий

журнал

**1(9)/2021**

Коректура • М. Бабич  
Комп'ютерна верстка • Н. Кузнєцова

Формат 70x100/16. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 16,26. Ум. друк. арк. 23,08.  
Підписано до друку 28.05.2021. 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  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.