

## ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВОДНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ОЗЕРА КИТАЙ В УМОВАХ ЗРОСТАЮЧОГО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Шекк П.В., Моторна Т.В.

Одеський державний екологічний університет  
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса  
[shekk@ukr.net](mailto:shekk@ukr.net), [motornaya.t@gmail.com](mailto:motornaya.t@gmail.com)

Робота присвячена одній з Придунайських водойм – озеру Китай. Метою дослідження є комплексна оцінка екологічного стану озера, та аналіз динаміки змін, що відбуваються у часі. Це дозволяє встановити можливі негативні тенденції, визначити шляхи стабілізації та покращення екологічного стану водойми. Моніторинг змін гідролого-гідрохімічного режиму та стану біоти Придунайських озер, після їхнього обвалування, є важливим, оскільки від стійкості їх екосистеми залежить майбутній сталий розвиток регіону. Ефективне використання водних та рибних ресурсів озер-водосховищ неможливе в умовах погіршення їх загальноекологічного стану, природної рівноваги екосистеми. В останні роки комплексне дослідження оз. Китай не проводилось, що не дозволяє оцінити сучасний стан його екосистеми. Тому, вперше за останні сім років досліджено гідролого-гідрохімічний режим озера, дана оцінка стану кормового ресурсу водойми, складу іхтіофауни, динаміки промислу. В результаті обмеженого водообміну, а в окремі роки його повної відсутності, в озері Китай спостерігається зростання мінералізації вод та вмісту біогенних елементів, накопичення органічних речовин у воді і донних відкладеннях та інші негативні зміни гідрохімічного режиму, які призвели до деградації водної екосистеми озера. Бурхливий розвиток мікродоростей в весняно-літній період, призводить до перенасичення вод розчиненим киснем в світлий час доби і виникнення локальної або глобальної задухи у передранковий час. В результаті зміни гідролого-гідрохімічного режиму озера погіршилась кормова база гідробіонтів, у депресивного стану знаходиться популяція цінних аборигенних видів риб, деякі з них опинилися на межі зникнення. Значний негативний вплив на гідрохімічний режим та екологічний стан озера Китай надає приток забрудненої, високо-мінералізованої води з малих річок. Результати дослідження вказують на важливість збалансованого підходу до використання та охорони природних ресурсів Придунайських озер з урахуванням їх взаємозв'язку з оточуючим середовищем та забезпеченням збалансованого використання для збереження високої продуктивності та біологічного різноманіття екосистеми. Придунайські озера відіграють важливу роль у житті місцевого населення та екосистеми регіону Нижнього Дунаю, кожен елемент якої є важливою складовою для здорового існування населення, сталого забезпечення його водними та харчовими ресурсами. *Ключові слова:* озеро Китай, гідрохімія, кормова база, іхтіофауна, екосистема.

### Formation and functioning of the water ecosystem of lake China in conditions of increasing anthropogenic load. Shekk P., Motorna T.

The work is dedicated to one of the Danube reservoirs – Lake China. The purpose of the study is a comprehensive assessment of the ecological state of the lake and an analysis of the dynamics of changes occurring over time. This makes it possible to establish possible negative trends, to determine ways to stabilize and improve the ecological state of the reservoir. Monitoring changes in the hydrological-hydrochemical regime and the state of the biota of the Danube lakes after their collapse is important, since the future sustainable development of the region depends on the stability of their ecosystem. Effective use of water and fish resources of lakes-reservoirs is impossible in the conditions of deterioration of their overall ecological condition, the natural balance of the ecosystem. In recent years, a comprehensive study of the lake China was not conducted, which did not allow assessing the current state of its ecosystem. Therefore, for the first time in the last seven years, the hydrological and hydrochemical regime of the lake was investigated, an assessment of the state of the forage resource of the reservoir, the composition of ichthyofauna, and the dynamics of fishing was given. As a result of limited water exchange, and in some years its complete absence, in Lake China there is an increase in water mineralization and the content of biogenic elements, accumulation of organic substances in water and bottom sediments, and other negative changes in the hydrochemical regime, which led to the degradation of the water ecosystem of the lake. The rapid development of microalgae in the spring-summer period leads to oversaturation of water with dissolved oxygen during daylight hours and the occurrence of local or global suffocation in the early morning. As a result of the change in the hydrological and hydrochemical regime of the lake, the feed base of hydrobionts has deteriorated, and the population of valuable native fish species, which are on the verge of extinction, is in a depressed state. The influx of polluted, highly mineralized water from small rivers has a significant negative impact on the hydrochemical regime and ecological state of Lake China. The results of the study indicate the importance of a balanced approach to the use and protection of the natural resources of the Danube lakes, taking into account their relationship with the surrounding environment and ensuring balanced use for maintaining high productivity and biological diversity of ecosystems. The Danube lakes play an important role in the life of the local population and the ecosystem of the Lower Danube region as a whole. Each element of their ecosystem is an important component for the healthy existence of the population, sustainable provision of water and food resources. *Key words:* Lake China, hydrochemistry, feed base, ichthyofauna, ecosystem.

**Постановка проблеми.** Дельта Дунаю налічує понад 26 малих та великих озер. В результаті активного втручання людини, значна їх частка, під впливом антропогенних перетворень, зазнала значних негативних змін. У 1959–1970 рр. внаслідок широкомасштабного обвалування заплави, озера румун-

ської та української частин дельти, були ізольовані від ріки та почали використовуватись як водосховища для іригації та рибництва. З цього часу зв'язок озер з рікою підтримується за допомогою шлюзованих проток та штучних каналів, що порушило природний водообмін, призвело до змін гідролого-гідрохімічного режиму, негативно вплинуло на гідрохімічний склад та якості вод. Погіршилися, умови відтворення та нагулу, зменшилось біологічне різноманіття гідробіонтів, знизилась біологічна продуктивність озерних екосистем.

Моніторинг екологічних змін які відбуваються в придунайських озерах є важливим на глобальному рівні, оскільки стійкість екосистеми озер впливає на майбутній сталий розвиток регіону. Зростаючий обсяг споживання водних та рибних ресурсів озер-водосховищ, ставить під загрозу можливість довгострокової підтримки рівноваги цих природних екосистем, що зумовлює необхідність постійного контролю за їхнім станом.

**Актуальність дослідження.** Великі придунайські озера (Кагул, Ялпуг, Кугурлуй, Каргал, Китай, Сафьяни) ще на початку ХХ століття примикали до дунайської заплави і в період повені вільно сполучалися з рікою. Це забезпечувало інтенсивний водообмін, сталий гідрологічний та гідрохімічний режими, сприятливі умови відтворення та зростання гідробіонтів.

В залежності від морфометричних характеристик озер, характеру зв'язку з Дунаєм, особливостями водообміну та іншими чинників, зміна гідрологічного режиму, після обвалування по різному вплинула на екологічний стан озер. Деградація деяких з них відбувається досить швидко, інших – більш повільно, але скрізь спостерігається зростаюча тенденція до погіршення загального екологічного стану озер-водосховищ. Одне з найбільш вразливих є озеро Китай, тому дослідження особливостей формування і функціонування водної екосистеми саме цієї водойми, в умовах зростаючого антропогенного навантаження, є важливим і актуальним.

**Стан дослідженості питання** Великі Придунайські озера розташовані в північній частині пойми Дунаю витягнуті в меридіональному напрямку, примикають до дунайської заплави. Часто їх об'єднують у єдину категорію заплавних водойм [1]. Після широкомасштабного обвалування заплави румунської та української частин дельти озера були ізольовані від ріки та почали використовуватись як водосховища для іригації та рибництва. У цей період, лише в українській частині дельти було втрачено понад 30 тис. га найцінніших природних нерестовищ [2].

Після обвалування зв'язок з Дунаєм підтримується шлюзованими протоками і штучними каналами. Водойми перетворилися в водосховища які використовуються для пасовищного вирощування

риби [3] і водопостачання, а їхня біота поступово набула типово озерні риси [4].

Результати багаторічних досліджень гідрологічного і гідрохімічного режиму придунайських озер, стану кормової бази, складу іхтіофауни та рибогосподарського використання у попередні роки, представлені в багатьох статтях і монографіях [5, 6, 7, 8, 9].

Зміни, які відбуваються в озерних екосистемах, носять динамічний характер з вираженою тенденцією до погіршення екологічного стану озер. Обмежений, регульований водообмін з Дунаєм, привів до накопичення в ложі озер донних відкладень, які утворюються з завислого матеріалу, що потрапляє з дунайською водою, зростанню мінералізації вод, накопиченню органічних сполук, негативних змін гідрохімічного режиму і як слідство – зменшення видового різноманіття іхтіофауни та продукційних характеристик водних екосистем [6, 7, 8, 9, 10]. Озеро Китай є однією з Придунайських водойм, де негативні зміни мають найбільш виражений характер [6, 8].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття.** Останні дослідження оз. Китай відносяться до 2016 р. Вони показали негативну динаміку змін які відбуваються в екосистемі водойми в результаті порушення природного водообміну. В останні роки масштабні дослідження оз. Китай не проводились. Це не дозволяє оцінити сучасний стан екосистеми. Тому важливою є комплексна оцінка стану оз. Китай в сучасних умовах, та аналіз динаміки змін, які відбуваються у часі, що дозволить встановити можливі негативні тенденції та визначити можливі шляхи стабілізації та покращення екологічного стану водойми.

**Наукова новизна.** Вперше за останні сім років проведено комплекс досліджень гідролого-гідрохімічного режиму оз. Китай. Дана оцінка стану кормового ресурсу водойми, складу іхтіофауни, динаміки промислу. За результатами аналізу багаторічних даних проведена оцінка динаміки змін основних абіотичних та біотичних складових екосистеми озера.

**Матеріал і методи досліджень.** При аналізі багаторічної динаміки гідрохімічних параметрів вод оз. Китай були використані дані попередніх [5, 6, 7, 8, 9] та матеріали власних досліджень які проводились нами в період з 2019 по 2023 рр. на базі ТОВ «Сідіміт». Проби води відбирали за допомогою батометра у пониззі (с. Василівка), центральній частині (с. Червоний яр) та у верхів'ях озера (с. Новоселівка).

Експрес-аналіз гідрохімічних параметрів середовища проводили за допомогою приладів: «ЕКОТЕСТ-2000 Т» ( $O_2$ ;  $NO_2$ ;  $NO_3$ ;  $NH_4$ ;  $CO_2$ ; фосфати, рН), термооксіметр «Ажа-101М» ( $^{\circ}C$ ;  $O_2$ ); «РН метра-150 М).

Мінералізацію, прозорість води, БПК-5, біхроматну та перманганатну окислюваність визначали за стандартною методикою [11, 12]. Усього було зібрано та проаналізовано 53 проби.

Відбір проб фіто-, зоопланктону та зообентосу проводили за загальноприйнятими методами. Відібраний матеріал фіксували 40% формальдегідом. Камеральну обробку проводили на базі лабораторії водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного екологічного університету за загальноприйнятою методикою. Визначали біомасу мікродоростей (об'ємним методом), чисельність та біомасу організмів зоопланктону та зообентосу [13, 14].

Матеріал для іхтіологічних досліджень відбирали методом репрезентативних середніх проб зі промислових знарядь лову (сітки, ятері, неводи) та з уловів малькової волокуші при проведенні контрольних обловів. Видовий склад іхтіофауни визначали на свіжому матеріалі за допомогою відповідних визначників [15]. Статистична обробка результатів дослідження здійснювалася з використанням прикладних програм пакета *Microsoft Excel*.

**Результати власних досліджень.** Температура води оз. Китай коливається в широких межах в залежності від сезону, погодних умов, району та глибини вимірювання. Для аналізу динаміки температурного режиму поверхневих вод озера в період з 1980 по 2023 рр. використовувались архівні дані Одеського відділення ПівденНІРО за 1980–1998 рр., результати спостережень Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова за 2004–2016 рр. [6, 9] та власні дані за 2019–2023 рр. Показано, що середньорічна температура поверхневого шару вод озера змінювалась від 10,5 до 17,3°C (рис. 1).

В зимовий період температура знаходилась в межах -0,5–7,3°C (в середньому – 3,01°C), влітку – сягала 25,2–34,0°C (в середньому – 27,7°C). Проведений аналіз свідчить про стійку тенденцію до зростання температури вод озера за останні 43 роки.

Мабуть одним з найважливіших показників якості є мінералізація вод. Аналіз наявних даних за період з 1958 по 2023 рр. показав, що рівень мінералізації вод озера залежить від сезону року, об'ємів надходження Дунайських вод і району відбору проб. Так, у період весняного водопілля мінералізація вод знижується, а в літньо-осінній період поступово зростає. Виразність процесу найбільша в роки, коли рівень озера мінімальний в результаті недостатнього заповнення дунайською водою. Найбільш мінералізовані, зазвичай, водні маси у верхів'ях озера, у пониззі, яке примикає до водоподаючого каналу, мінералізація нижче. Також мінералізація зростає з весни до зими. За період з 1958 по 2023 рр. середня мінералізація вод оз. Китай зросла в 4,5 рази і негативна динаміка цього процесу в цілому зберігається (рис. 2).

Визначальним фактором для виживання, відтворення та зростання гідробіонтів є насичення води киснем. Дефіцит розчиненого кисню виникає, якщо його надходження у водне середовище менше ніж сумарне споживання гідробіонтами, витрати на окислення донних відкладень та розчиненої органічної речовини [16].

За даними багаторічних спостережень, у весняно-літній період концентрація розчиненого у воді кисню коливалось від 4,5 до 23,7 мг·дм<sup>-3</sup> (табл. 1). В весняно-літній період максимальні показники концентрації кисню припадали на денні та передвечірні часи.

У передранкові часи, насичення води киснем знижується до мінімуму, що підтверджують результати дослідження добової динаміки вмісту кисню у воді, проведені у липні 2022 та серпні 2023 рр. Максимальна його концентрації припадала

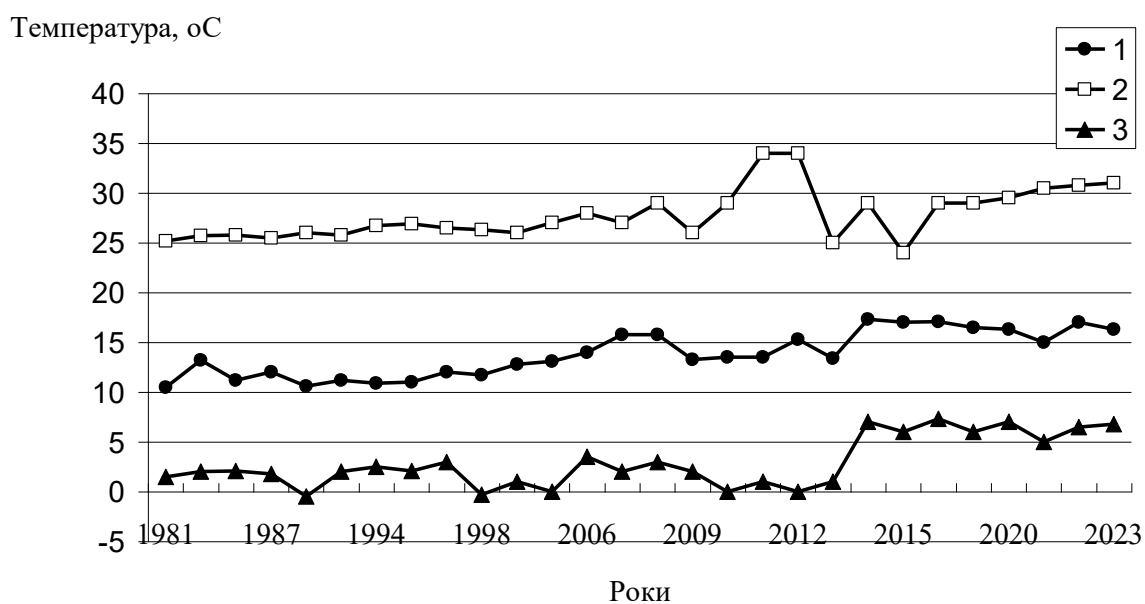


Рис. 1. Динаміка температури поверхневих вод оз. Китай (1 – середня, 2 – максимальна, 3 – мінімальна)

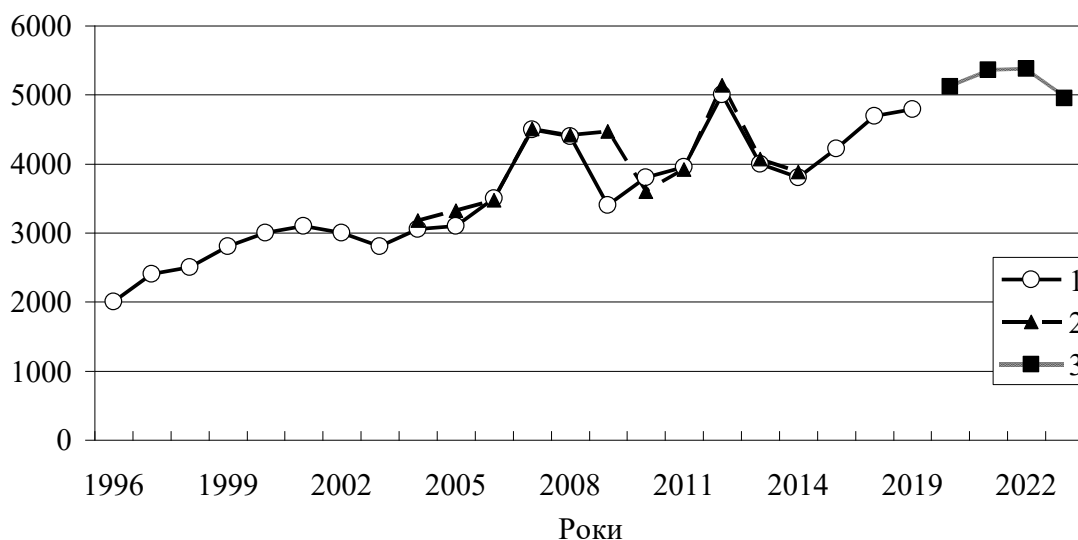
Мінералізація,  
мг•дм-3

Рис. 2. Динаміка середніх показників мінералізації вод оз. Китай (1 – [6, 9], 2 – [7], 3 – власні дані)

Таблиця 1

## Динаміка деяких гідрохімічних показників вод оз. Китай

Роки	Показники					
	O <sub>2</sub>	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub>
1988-1990 <sup>1</sup>	7,8-17,5	7,4-9,2	0,039-0,075* 0,0505	–	0,02-1,33* 0,472	0,017-0,18* 0,089
2001 <sup>2</sup>	6,1-11,8	8,11-8,62	0,07-0,058*	0,00-0,011	0,030-0,75*	0,04-0,160*
2004 <sup>3</sup>	9,0-15,7	8,49	0,378	–	0,431	0,079
2005	8,7-15,7	8,36	0,196	–	0,315	0,061
2006	7,7-13,9	8,3	0,191	–	0,234	0,064
2007	6,9-14,7	8,3	0,250	–	0,302	0,069
2008	9,5-15,5	8,2	0,253	–	0,392	0,075
2009	8,5-18,9	8,2	0,326	–	0,326	0,077
2010	6,1-15,5	8,5	0,236	–	0,235	0,066
2011	6,4-13,8	8,4	0,275	–	0,249	0,100
2012	6,1-23,7	8,7	0,313	–	0,525	0,111
2013	7,9-13,8	8,55	0,352	–	0,377	0,097
2014	8,0-11,0	–	0,392	–	0,510	0,046
2015	8,2-12,3	–	0,350	–	0,427	0,087
2016	4,5-12,6	–	0,241	–	0,502	0,135
2019 <sup>4</sup>	6,7-14,6	8,4-9,0	0,278	–	0,576	0,112
2020	–	8,2-8,8	0,298	–	0,498	0,125
2021	6,3-19,1	8,5-9,5	0,305	0,021	0,567	0,098
2022	1,9-24,1	8,3-9,6	0,311	0,028	0,511	0,109
2023	6,4-11,9	7,5-8,7	0,368	0,033	0,543	0,134

\* Мінімальні та максимальні значення

1 – [5], 2 – [17], 3 – [6, 9], 4 – Власні данні

на 18–21 годину, а поступове зниження відбувалося до 2–4 години ранку (рис. 3).

Інтенсивний розвитком фітопланктону та макрофітів у водоймі супроводжується перенасиченням вод киснем в денний час і падінням його концентрації у ночні або передранкові часи, що може привести, в окремі періоди, до задухи. Саме такі явища локальної задухи неоднаразово спостерігалися в озері в літній період 2017–2019 рр. Найбільше їм піддавався верхній плес озера.

У 2020–2022 рр. в озері спостерігався мінімальний рівень вод (0,44–0,70 м. БС). В результаті бурхливого розвитку фітопланктону («цвітіння») при високій температурі води (26–27°C) і при відсутності вітру, концентрація розчиненого кисню у передвечірній час досягала 14,2–17,0 мг·дм<sup>-3</sup>. О четвертій годині ранку 18 серпня концентрація кисню у воді знизилась до критичного рівня – 1,12–0,65 мг·дм<sup>-3</sup>. Результатом цього стала масова загибель гідробіонтів по всій акваторії озера. Найбільше постраждали популяції судака, жереха, рака, та інших гідробіонтів.

Суттєвою причиною виникнення задухи є також накопичення органічної речовини в донних осадах та у воді озера в результаті осідання нерозкладеної органіки, переважно рослинного походження. Це призводить до інтенсифікації процесів евтрофікації і здатне спровокувати, в будь який час, тотальну задуху. Про накопичення органіки свідчить прогресуюче зростання показників БСК-5, перманганатного та біхроматного окислення (рис. 4).

Показник рН вод озера загалом тримається в межах 8,1–8,7. У воді озера спостерігається про-

гресуюче зростання концентрації біогенних елементів (табл. 1).

В порівнянні з 1988–1990 рр. концентрація фосфатів у воді зростає майже вдвічі, вміст аммонійного азоту – в 7,3 рази, нітратного азоту – в 3 рази.

Про погіршення загального екологічного стану водойми свідчить зростання коефіцієнту забруднення вод (КЗ) вод, який показує кратність перевищення якості вод у частках ГПК. З 208 по 2014 рр. води оз. Китай характеризувались як помірно забруднені [9], але зростання КЗ в останні роки може свідчити про погіршення ситуації (табл. 2). Величина КЗ > 1 ще свідчить про порушення діючих норм.

Зміни гідрохімічного режиму озера Китай тісно пов'язані з динамікою його гідрологічного режиму. В роки коли об'єм дунайської води, яка надходить у водойми мінімальний, або зовсім відсутній, їхній гідрохімічний режим погіршується. У повноводні роки, коли водний баланс озера позитивний – покращується.

Низький рівень вод озера при високій температурі, сприяє інтенсифікації процесів випаровування і зростанню концентрації розчинених мінеральних та органічних речовин. Суттєво впливає на гідрохімічний баланс озера якість вод, прісноводного стоку рік Аліяга та Кіргіж-Китай. Мінералізація цих періодично пересихаючих річок залежить від їхньої водності та змінюється в межах від 3 500–3 800 до 7 600 мг/дм<sup>3</sup> і більше [5, 18]. За даними ДБУВР, в 2010 г. мінералізація р. Аліяга в середньому складала 8 219 мг/дм<sup>3</sup>, а річки Киргаж-Китай (на кордоні з Молдовою) – 3400–3800 г/дм<sup>3</sup> [8].

Вміст кисню у воді, мг·дм<sup>-3</sup>

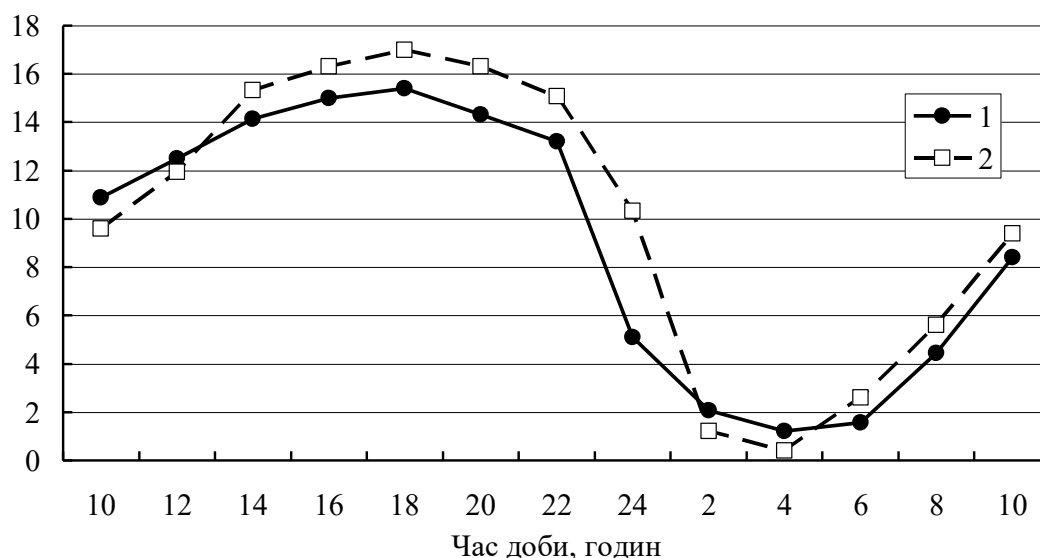


Рис. 3. Добова динаміка концентрації розчиненого кисню у воді оз. Китай (1 – липень 2020 р., 2 – серпень 2021 р.)

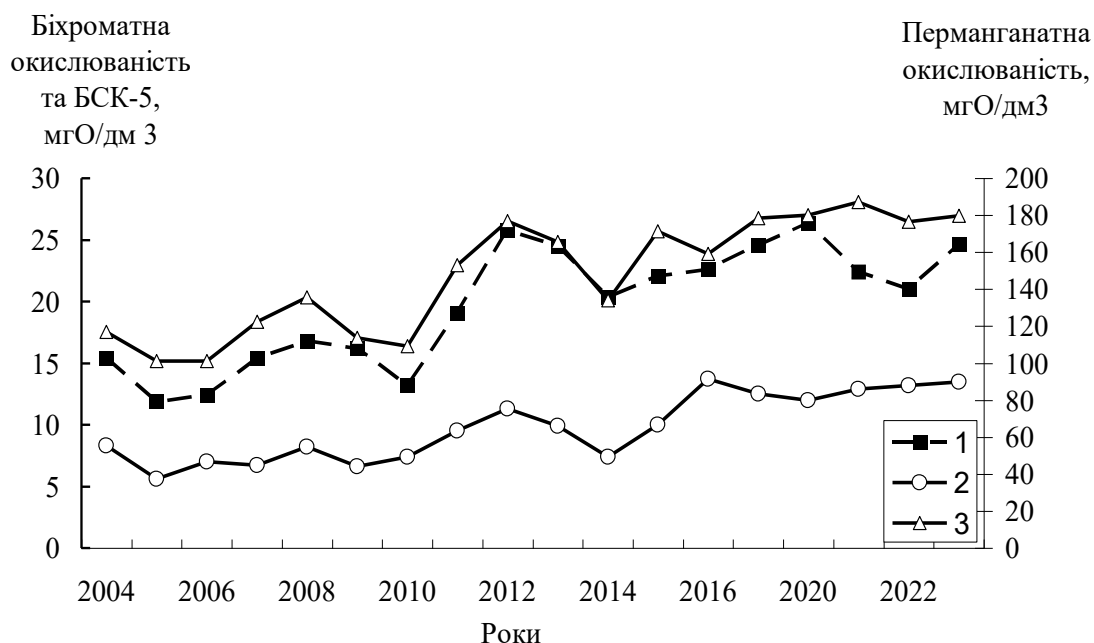


Рис. 4. Середньорічні показники перманганатної (1), біхроматної (3) окислюваності та Біологічного БСК-5 (2)

Таблиця 2

## Динаміка змін значення коефіцієнту забруднення (КЗ) вод оз. Китай

Роки	2008*	2009*	2010*	2011*	2012*	2013*	2014*	2021**	2022**
КЗ*	3,71	3,43	3,09	3,91	5,03	4,4	3,6	4,7	5,2

\* [9], \*\* Власні данні

Гідрологічний стан водойми регулюється за допомогою шлюзу-регулятора самопливом, через транспортуючі канали «Степовий» і «Кофа», або шляхом примусового поповнення через роботу насосних станцій Кілійського МУВГ «НС-3», «Кофа».

У порівнянні з 2022, 2023 рік видався досить водним, хоча і з високим температурним режимом та великим відсотком випаровування. Високий рівень Дунаю забезпечив поповнення оз. Китай шляхом самопопливу. За період роботи шлюзу Кофа-Степової (з 3 квітня до 3 липня 2023 р.) рівень води в озері підвищився з 0,8 до 1,39 мБС.

Таким чином найважливішим фактором, що впливає на гідрологічний режим озера-водосховища є рівень води в р. Дунай та стан гідротехнічних споруд, через які здійснюється водообмін. При високому рівні води в річці вода поступає в озеро самопливом. При недостатній водності ріки воду в озеро необхідно закачувати за допомогою насосних, але це дуже тривалий та коштовний процес, реалізація якого сьогодні практично неможлива.

В теперішній час, внаслідок активного впливу, екосистеми придунайських озер зазнають сильного антропогенного тиску. Їхній прямий зв'язок з рікою був порушений і водойми перетворились на наливні водосховища з регульованими рівнями. В зимо-

во-весняний період вони наповнюються, потім відбувається спрацювання рівня.

Значних змін зазнали також водозбірні площі. Понад 50% території дельти використовується в сільському господарстві, більше 32% – для вирощування риби та заготівлі очерету. До кінця 1980-х років водойми інтенсивно зариблювалися рослиноідними рибами, в тому числі білим амуром, який оказав значний вплив на складі та розподіл теперішньої водної рослинності, яка в свою чергу визначає загальний стан водойми.

Так, в 1950–1960-х рр. оз. Кугурлуй, Каргал, Катлабух було повністю (100%) покрите водною рослинністю, Саф'ян – на Кагул – на 67–100%, Ялпуг – на 11–24%, Китай – на 15–21% Саф'ян – на 13–75%. У більшості водойм основні площі займала занурена рослинність. Після заселення водойм рослиноідними рибами (1960–1970-х рр.) занурена рослинність на значних площах була знищена. На сучасному етапі існування придунайських озер площі заростання зануреною водною рослинністю скоротились і займають лише верхів'я та окремі плеси. Зазвичай, максимум інтенсивності вегетації припадає на початок літа [5, 18].

Безпосередньо в озері Китай смуги повітряно-водної рослинності охоплюють береги майже суцільним кільцем, заходячи до глибин 0,6–0,8 м. Найбільші масиви зосереджені в південній частині водойми біля селищ Василівка, Фурманівка і Муравлівка

та у верхів'ях озера. Склад ценозів крупноплямний. Основний компонент – очерет звичайний *Phragmites australis*, рідше зустрічається рогіз вузьколистий *Typha angustifolia*, інколи – схеноплекти Табернемонтана *Schoenoplectus tabernaemontani* й озерний *Scirpus lacustris*. [18].

В верхів'ї водойми значно виражене засолення, у межиріччі Аліяга – Китай значні площі зайняті клубне очеретом *Bolboschoenus maritimus*. Зарості валіснерії зникли. В першій половині літа на мілинах вище Василівки і Камишівки розвиваються розріджені ценози рдестів пронзенолистного *Potamogeton perfoliatus* та кучерявого *Potamogeton crispus*.

В 1963–1965 рр. у складі фітопланктону придунайських озер було зареєстровано 503 видів водоростей (655 внутрішньовидових таксонів), з них синьозелених – 95, евгленофітових – 108, динофітових – 36, золотистих – 50, діатомових – 140, жовтозелених – 8, зелених – 218. За наступні 25 років, характер фітопланктону озер майже не зазнав суттєвих змін [19, 20].

Сьогодні, в озері Китай, пік розвитку фітопланктону припадає на у квітень (в середньому 68 953 тис кл/дм<sup>3</sup>, 65977 мг/м<sup>3</sup>). Понад 90% біомаси 91900 мг/м<sup>3</sup> припадає на долю синьозелених водоростей. У травні кількісні показники вегетації фітопланктону знижуються. Другий максимум розвитку фітопланктону (98270 тис. кл/дм<sup>3</sup> та 35093 мг/м<sup>3</sup>) спостерігається у вересні. Домінують, також синьозелені водорості, що може свідчити про посилення антропогенного евтрофування озера.

Основу зоопланктону оз. Китай в 1940–1950-х рр. складали коловертки (50% біомаси), гіллястовусі та веслоногі ракоподібні. Середньорічна біомаса зоопланктону складала 2,2 г/м<sup>3</sup>, чисельність – 900 тис/м<sup>3</sup> [20]. В 1960-х рр. середня біомаса літнього зоопланктону озера складала 8–9 г/м<sup>3</sup>, домінували коловертки та безпанцирні копеподити [21]. Реліктові ракоподібні були малочисельними, що може бути результатом зростаючого органічного забруднення водойми. У 1989 р. літній зоопланктон оз. Китай включав – 53 таксони (видових і внутрішньовидових рангів). Переважали коловертки, веслоногі та гіллястовусі ракоподібні, личинки дрейсен. Взимку основу планктону складали коловертки, та веслоногі ракоподібні представлені в основному наупліальними та копеподітними стадіями циклопідів. У весняному зоопланктоні також переважали коловертки, веслоногі (копеподібні стадії каланід) посідали друге місце. Чисельність і біомаса зоопланктону помітно коливається за сезонами та роками. Весною чисельність в середньому складали 1,04 млн. екз.·м<sup>-3</sup> (1,43 г·м<sup>-3</sup>); влітку – 164,0 тис. екз.·м<sup>-3</sup> (0,63 г·м<sup>-3</sup>).

За нашими даними, у весняно-літній період 2022–2023 рр. у зоопланктоні оз. Китай, як і у попередній період, за чисельністю домінували коловертки, а за біомасою – веслоногі та гіллястовусі ракоподібні. Середня біомаса зоопланктону у пониззі

озера складала 3,3–5,2 г/м<sup>3</sup>, у верхів'ях – 0,8–1,1 г/м<sup>3</sup>. Восени загальний рівень розвитку зоопланктону був низьким. Сьогодні зоопланктон озера Китай відноситься до коловертчного типу, що може бути слідством змін його гідролого-гідрохімічного режиму.

В макрзообентосі Придунайських озер до 1960-х рр. домінували олігохети, поліхети, амфіподи, личинки хирономід та молюски. Після обвалування озер і втрати вільного зв'язку з Дунаєм структура ценозів макрзообентосу в результаті зростання антропогенного навантаження на екосистему озер спростилася [21]. Дослідження зообентосу озера, проведені в 2004–2016 рр. показали значні коливання кількісних показників в просторі та часі. Як і у попередні роки за чисельністю домінували личинки хирономід та олігохет за біомасою – двостулкові молюски. Мінімальна біомаса організмів зообентосу в усі сезони відмічалась у верхів'ях озера – (6,3–8,7 г/м<sup>2</sup>, максимальна), у пониззі (10,4–12,3 г/м<sup>2</sup>) [8].

Дослідження проведені нами в 2020–2023 рр. показали, що склад зообентосу був ідентичним попередньому періоду, а середня біомаса коливалась від 4,6–5,7 г/м<sup>2</sup> у верхньому плесі до 8,9–10,7 г/м<sup>2</sup> у пониззі озера.

В 1960-х рр., до обвалування заплави ріки, в придунайських озерах було знайдено 48 видів риб, в 2001–2012 рр. – 41 вид [6]. В тому числі, в оз. Китай, в цей період, було встановлено – 30 видів (табл. 3).

В 2022–2023 рр. в оз. Китай нами було виявлено 21 вид риб. Зникли в'язь, гірчак, чехоня, золотий (звичайний) карась, щиповка, багатоголкова колюшка, морська голка, бички пуголовка та гонець. Натомість в уловах знаходили строкатого товстолобика.

Значно зменшились та змінилися за своїм складом улови в озері. В 1951–1959 рр. улов сягав 219 т. (37,5 кг/га), в 1970–1980 рр. 95–147,6 т (19,1–29,5 кг/га). Основу уловів складали: короп, судак, карась, щука, окунь. Значне місце в уловах займали тюлька, краснопірка, тараня. Улови раків коливалися від 34,5 до 53,5 т (6,9–10,7 кг/га).

За офіційною статистикою Управління рибохорони в період з 2000 по 2019 рр. вилов коропа в оз. Китай в середньому складав 36,6 т, рослиноїдних риб (товстолобика), – 45 т. Основним об'єктом промислу був карась сріблястий – 466 т. Улов аборигенних видів (плоскирка, лящ, окунь) складав 23,3 т.

Після переведу оз. Китай на режим СТРГ, в 2013 р. улови знизились до 25,4 т. Зариблення озера рослиноїдними рибами та коропом в наступний період сприяли поступовому зростанню улові при зменшенні їх різноманіття. У 2021 р. річний вилов досяг 182,8 т. основу уловів складали карась сріблястий, короп та рослиноїдні риби (рис. 5).

Представники аборигенної іхтіофауни займали в промислі другорядне місце, а їхні улови значно коливалися в різні роки, що може бути пов'язане з умовами нересту та погіршенням гідролого-гідрохімічного режиму водойми.

## Видовий склад іхтіофауни озера Китай у 2001–2012 та 2022–2023 рр.рр.

Таксони	2001–2012 <sup>1</sup>	2020–2023 <sup>2</sup>
<b>Оселедцеві Clupeidae</b>		
Тюлька чорноморсько-азовська <i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840)	+	+
<b>Коропові Cyprinidae</b>		
В'язь європейсько-сибірський <i>Idus idus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–
Плітка звичайна <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Краснопірка звичайна <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	+	
Верховодка звичайна <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Верховка звичайна <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843)	+	+
Плоскирка європейська <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Лящ звичайний <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Товстолобик білий амурський Нурорфталмичтис <i>molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	+	+
Товстолобик строкатий південнокитайський <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	–	+
Чехоня звичайна <i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–
Гірчак європейський <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	+	–
Чебачок амурський <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	+	+
Білий амур східноазіатський <i>Stenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	+	+
Короп звичайний, сазан <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Карась звичайний, карась золотий <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	+	–
Карась сріблястий <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	+	+
<b>В'юнові Cobitidae</b>		
Щипавка звичайна <i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	+	–
<b>Сомові Siluridae</b>		
Сом європейський <i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	+	+
<b>Щукові Esocidae</b>		
Щука звичайна <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	+	+
<b>Колючкові Gasterosteidae</b>		
Багатоголкова колючка південна <i>Pungitius platygaster</i> (Kessleer, 1859)	+	–
Триголкова колючка звичайна <i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	+	+
<b>Голкові Syngnathidae</b>		
Морська голка пухлощока <i>Syngnathus nigrolineatus</i> Eichwald, 1831	+	–
<b>Центрархові Centrarchidae</b>		
Сонячна риба синьозяброва <i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<b>Окуневі Percidae</b>		
Судак звичайний <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Окунь звичайний <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	+	+
<b>Бичкові Gobiidae</b>		
Бичок кругляк <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	+	+
Бичок головач, бичок Кесслера <i>N. kessleri</i> (Gunther, 1861)	+	+
Бичок пісочник <i>N. fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	+	+
Бичок гонець <i>N. gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	+	–
Бичок-пуголовок зірчастий <i>Benthophilus stellatus</i> (Sauvage, 1874)	+	–
Усього видів	30	21

1 – За даними Заморов В.В., Джуртубаев М.М. та ін., 2014 р. [6].

2 – Власні данні



Виллов, т

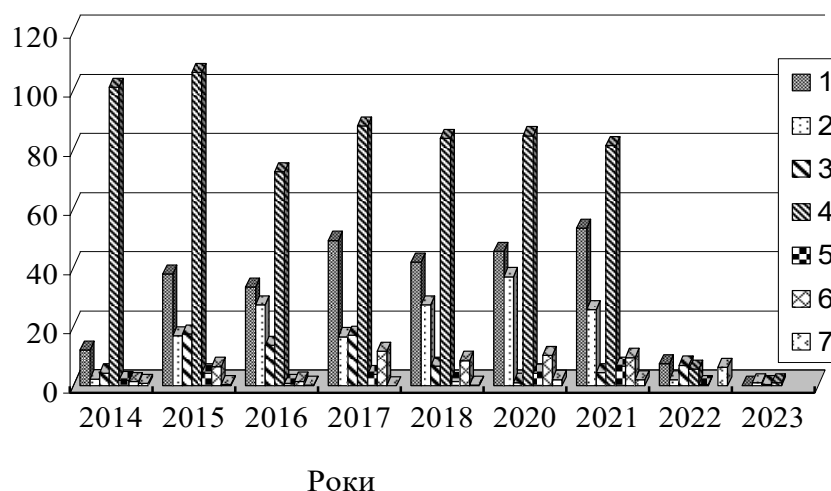


Рис. 5. Виллов риби в оз. Китай (за даними органів рибохорони) 1 – короп, 2 – товстолобик, 3 – білий амур, 4 – карась сріблястий, 5 – судак, 6 – ляц, 7 – щука

Глобальна задуха, яка спостерігалась у водоймі в 2021–2022 рр., привела до масової загибелі риб. В 2022 р. улов склав всього 28,8 т, а в 2023 р. – 2,4 т. Найбільш катастрофічна ситуація склалась саме з аборигенними видами. Практично повністю зникла популяція судака, щуки, сома та ін. Зникли білізна, чехоня, золотий карась. В депресивному стані знаходиться популяція рака. Натомість в озері з'явився новий вид – японська прісноводна креветка *Macrobrachium nipponense*, чисельність якої стрімко зростає і яка найближчим часом може стати новим, перспективним об'єктом промислу.

**Висновки.** Обмежений зв'язок з Дунаєм, в поєднанні з маловодністю ріки в весняний період, призвів до недостатнього заповнення озера Китай річковими водами. В результаті обмеженого водообміну, а в окремі роки його повної відсутності, в водоймі спостерігається зростання мінералізації вод та вмісту біогенних елементів, накопичення органічних речовин у воді і донних відкладеннях та інші негативні зміни гідрохімічного режиму, які призвели до деградації водної екосистеми озера.

Бурхливий розвиток мікробіодоростей в весняно-літній період, призводить до перенасичення вод розчиненим киснем в світлий час доби і виникнення локальної або глобальної задухи у передранковий час.

Зміни гідролого-гідрохімічного режиму озера призвело до погіршення кормової бази гідробіонтів, депресивного стану популяції цінних аборигенних видів риб, які опинилися на межі зникнення.

Значний негативний вплив на гідрохімічний режим та екологічний стан озера Китай надає приток забрудненої, високомінералізованої води з малих річок Аліяга та Кіргіж-Китай.

На покращення ситуації дозволяє сподіватися оптимізація рівневого режиму водойми в 2023 р. в результаті заповнення його великим об'ємом дунайської води майже до контрольної відмітки. Разом з тим, екосистема озера Китай сьогодні знаходиться у крайній нестійкому стані і будь які екологічні потрясіння можуть вивести її з рівноваги, привести до глобальної екологічної катастрофи.

#### Література

1. Швебе Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України. Одеса: Астропринт, 2003. 389 с.
2. Шекк П.В. Ретроспективний аналіз і сучасний стан іхтіофауни та рибних промислів дельти Дунаю. Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, 2003. Т. 8. Вип. 11. екологія. С. 55–83.
3. Рибалко В.Я., Г. де Грааф Майбутнє рибного господарства. ТАСІС, 2002. 5 с.
4. Ляшенко А.В., Воліков Ю.Н. Сапробіологічна характеристика екологічного стану озера-лимана Ялпуг за організмами макрозообентосу. Гідробіологічний журнал. Київ, 2001. Т. 37. № 3. С. 74–81.
5. Гідроекологія української частини Дунаю та суміжних водойм / за ред. В.Д. Романенко. Київ: Наукова думка, 1993. 328 с.
6. Макрозообентос Придунайського озера Китай і умови його існування: кол. монографія / Джуртубаєв Ю.М., Заморов В.В., Заморова М.П., Урбанська Т.В.; за ред. М.М. Джуртубаєв. Одеса: Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, 2019. 170 с.
7. Кічук Н.С., Шакірянна Ж.Р., Медведєва Ю.С., Курілова І.В. Формування гідрохімічного режиму та оцінка якості води Придунайських озер. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. Т. 3(42). С. 56–63.
8. Водний і сольовий режими озера Китай: кол. монографія / Гопченко Є.Д., Шакірянна Ж.Р.; Медведєва Ю.С. ОДЕКУ. Одеса: «ТЕС», 2018. 136 с.

9. Джуртубасєв М.М., Урбанська Т.В., Джуртубасєв Ю.М. Багаторічна динаміка гідрологічних та гідрохімічних показників озера Китай. Вісник Дніпропетровського університету (серія: біологія, екологія), 2016. Т. 24(2). С. 384–391.
10. Заморов В.В., Джуртубасєв М.М., Олейник Ю.Н., Радіонова Н.П. Іхтіологічні дослідження на Придунайських озерах. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету, 2006. 2 (29).серія біологія. С. 19–21.
11. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. Київ: Наукова думка, 2007. 456 с.
12. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. Київ: Ніка-Центр, 2008. 656 с.
13. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Київ: Генеза, 2004. 664 с.
14. Кражан С.А., Лупачева Л.І. Природна кормова база водойм та методи її визначення при інтенсивному веденні рибного господарства (Довідкові матеріали для працівників ставового господарства УРСР). Львів, 1991. 105 с.
15. Мовчан Ю.В. Риби України (визначник-довідник). Київ: Наукова Думка, 2011. 420 с.
16. Гриб Й.В., Войтишина Д.Й. Концептуальні основи відродження трансформованих екосистем малих річок рівнинної частини території України. Екологічний вісник, 2009. № 5. С. 62–64.
17. Деньга Ю.М., Медінець В.І. Гідрохімічний режим і якість вод Придунайських озер. Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, 2002. Т. 7. Вип. 2. серія екологія. С. 17–25.
18. Ковтун О.А., Ткаченко Ф.П. Біорізноманіття макрофітів Придунайських озёр Ялпуг і Кутурлуй. Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, 2002. Т. 7. Вип. 2. екологія. С. 70–74.
19. Костікова Л.Е. Фітопланктон придунайських лиманів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. Київ, 1969. 19 с.
20. Ковальова Н.В., Поліщук Л.Н., Медінець В.І., Дерезюк Н.В., Газетов Є.І. Закономірності співвідношення біомаси фіто-, бактеріо- і зоопланктону в Придунайських озёрах літом 2000 р. Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, 2002. Т. 7. Вип. 2. екологія. С. 100–106.
21. Поліщук В.В. Гідрофауна пониззя Дунаю в межах України. Київ: Наукова думка, 1974. 420 с.