

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Water bioresources and aquaculture

Науковий

журнал

1(15)/2024



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet
Вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 8 від 30.05.2024).

Головний редактор – Пічуря В.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор.
Відповідальний редактор – Дюдяєва О.А. – старша викладачка кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка.

Члени редакційної колегії:

Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Бойко М.Ф. – доктор біологічних наук, професор;
Бойко П.М. – кандидат біологічних наук, доцент;
Бузевич І.Ю. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник;
Бургаз М.І. – кандидат біологічних наук, доцент;
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-габілітат біологічних наук, професор (Республіка Молдова);
Клименко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Кутіщев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент;
Наконечний І.В. – доктор біологічних наук, професор;
Харитонов М.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Шевченко В.Ю. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник;
Шекк П.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Шкуте А. – доктор біологічних наук, професор (Латвія).

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

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

Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура»
зареєстровано 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
програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl

ЗМІСТ

АКВАКУЛЬТУРА	5
<i>Гончарова О.В.</i> Фізіолого-біохімічні параметри організму риб за умов удосконалення підрощення в рециркуляційних системах в умовах Півдня України.....	5
<i>Гриневич Н.Є., Хом'як О.А., Слюсаренко А.О., Жарчинська В.С., Пукало П.Я., Курилас Л.В.</i> Моделювання технологічних процесів в аквакультурі за використання систем автоматизованого проектування і розрахунку.....	19
<i>Оліфіренко В.В., Рутта О.В.</i> Вибір місця, дизайн та економічні міркування для створення інкубатора двостулкових молюсків.....	30
ВОДНІ БІОРЕСУРСИ	47
<i>Бургаз М. І., Бургаз О. А.</i> Роль карасевих риб у формуванні біологічних ресурсів водойм: на прикладі Одеської області.....	47
<i>Кутіщев П.С., Дяченко В.В.</i> Особливості живлення промислового стада товстолобиків Дніпровського лиману.....	56
ГІДРОЕКОЛОГІЯ	69
<i>Алмашова В.С.</i> Аналіз оцінки якісного екологічного стану водно-болотних угідь НПП Нижньодністровський.....	69
<i>Бреус Д.С.</i> Якість питної води з б'юветів та системи централізованого водопостачання міста Одеса.....	84
<i>Гончарова О.В., Мельниченко С.Г.</i> Екологічний стан водних об'єктів Півдня України за впливу російської агресії.....	95
<i>Пічура В.І., Потравка Л.О., Багінський О.С.</i> Вплив війни на стан акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної системи та Чорного моря.....	105
<i>Романчук М.Є., Веслогужева З.Г.</i> Оцінка якості вод річки Дунай для господарсько-питного водокористування	137
<i>Хромих Н.О., Шарамок Т.С., Єсінова Н.Б.</i> Функціональні зміни рослин <i>Ceratophyllum Demersum</i> за дії тротилу в модельному експерименті.....	151
МЕТОДИ І МЕТОДИКИ	164
<i>Ковальов М.М.</i> Вплив типу фітоматриці на стійкість тюльпану до хвороб при вирощуванні в DWC-модулях.....	164

УДК 556.115:556.532

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.1.10>

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ДУНАЙ ДЛЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ

*Романчук М.Є. – к. геогр. н., доцент,
Веслогузова З.Г. – студентка I курсу магістратури,
Одеський державний екологічний університет,
mromanчук67@gmail.com, zlata01200108@gmail.com*

Дунай являється важливою водною артерією не тільки 10 європейських країн, але й півдня України, яка живить озера, поповнює запаси ґрунтових вод, а також використовується для зрошення, судноплавства, рекреаційних цілей, як джерело енергії, питного водокористування. Довжина української ділянки Дунаю – 170 км, з яких 54 км припадає на основне річище, 110 км – на Кілійське гирло, та 6 км – на канал Прорва, який з'єднує гирло із Чорним морем. Якість вод Дунаю формується як на території України, так і за її межами; залежить як від природних, так і антропогенних чинників. Гостро стоїть ситуація забезпечення південного регіону Одеської області якісною питною водою. В основному для пиття використовується вода річки Дунаю, інколи привізана вода, інколи з підземних джерел, але запаси її дуже обмежені та мають підвищену мінералізацію. В роботі розглядається якість води для господарсько-питних потреб в місці водозабору р. Дунай – м. Кілія за 2016–2022 роки. Оцінка якості вод проводилася за ДСТУ 4808:2007 за середніми та найгіршими значеннями. Методика охоплює 80 показників і у відповідності з санітарним законодавством поділяється на сім окремих груп (блоків). Якість води річки вважається придатною для використання, якщо вона належить до 1–3 класів якості за гігієнічними нормативами. В даній роботі аналіз проводився за 23 показниками, які входять у три групи, тому оцінка вважається орієнтовною: I група – органолептичні показники (кольоровість, каламутність); II група – загально-санітарні показники (сухий залишок (мінералізація), сульфати, хлориди, магній, лужність, водневий показник, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, окисність перманганатна (KMnO_4), окисність біхроматна (ХСК), БСК₅ (біохімічне споживання кисню за 5 діб)); VII група – токсикологічні показники (залізо загальне, марганець, хром (VI), цинк, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), феноли леткі).

Було визначено, що за середніми значеннями якість вод Дунаю в місці водозабору характеризується як «добра», чиста з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої. За найгіршими показниками вода оцінювалась як «задовільна», слабо забруднена з ухилом до класу «доброї». Воду р. Дунай необхідно доочищувати в основному за речовинами азотної групи та фосфору. Стосовно відповідності фізіологічній повноцінності вод за СанПіН 2.2.4-171-10 значне пере-

вищення спостерігалось лише за вмістом натрію (37,3% від загальної кількості спостережень).

Ключові слова: питна вода, органолептичні показники, токсичні речовини, загально-санітарні показники, блокові індекси, якість вод.

Постанова проблеми та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Комунальне господарство, яке забезпечує водою питної якості населення та промисловість, є одним з основних споживачів водних ресурсів і в той же час одним з потенційних забруднювачів природних вод, бо здійснює водовідведення стічних і більшості інших зворотних вод населених пунктів у водні об'єкти. Централізоване водопостачання полягає у заборі води з водних об'єктів – джерел водопостачання, обробки її відповідно вимогам нормативів якості питної води і подачі води споживачам – населенню, промисловим підприємствам та іншим установам [1]. Централізоване питне водопостачання має пріоритетність перед іншими видами спеціального водокористування. Особливо гостро стоїть питання забезпечення якісною питною водою населення півдня України, а саме півдня Одеської області. Підземні води в межах району дослідження мають незначні запаси і характеризуються підвищеною мінералізацією. В основному для пиття використовується привозна вода та головне джерело водопостачання – вода річки Дунай.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мало публікацій виходить на тему оцінки якості вод річок в місцях водозабору. Саме тут визначається ступінь очистки, вид технічного обладнання та якість вод, яка потрапляє в водопровідну мережу. Основним документом, який класифікує поверхневі води як джерела питного водопостачання, являється ДСТУ4808:2007 [2]. В основному, всі наукові праці присвячені якості водопровідних вод, які визначаються за СанПіНом [3, 4]. Багато авторів характеризують якість вод за екологічною оцінкою та хімічними показниками [5–9]. В деяких роботах, наприклад [10], надається оцінка якості вод р. Південний Буг в межах питних водозаборів за ДСТУ 4808:2007 (гігієнічні та екологічні критерії), але таких робіт дуже мало в межах досліджуваного водного об'єкту.

Формування цілей статті та методи дослідження. Якість води, що подається до осель мережею централізованого водопостачання, на жаль, не завжди відповідає нормативним вимогам якості питної води. Це може бути пов'язано з надмірним забрудненням води джерела водопостачання, технічним зносом устаткування водопідготовки та водогінної мережі, аваріями тощо.

Метою даної роботи являється оцінка якості вод для питного водопостачання в місці водозабору р. Дунай – м. Кілія за 2016–2022 роки (за середніми та найгіршими значеннями); характеристика відповідності

показникам фізіологічної повноцінності мінерального складу. Оцінка якості вод визначається за гігієнічними критеріями за ДСТУ 4808:2007 [2].

Класифікація якості вод за ДСТУ 4808:2007 охоплює 80 показників, які застосовують для оцінювання якості питної води згідно з санітарним законодавством і має сім окремих груп (блоків). Якість води вважається придатною для використання, якщо вона належить до 1-3 класів якості за гігієнічними нормативами.

Ґрунтове оцінювання якості води в поверхневих джерелах питного водопостачання за величинами групових індексів виконують за процедурою, що складається з трьох послідовних етапів: етап групування і оброблення вихідних даних гігієнічних та екологічних показників якості води; етап визначання класів якості води джерела водопостачання; етап узагальнення оцінювання якості води і погодження їх з технологічними прийомами кондиціонування поверхневих і підземних вод залежно від фізико-хімічної та мікробіологічної природи забруднювальних домішок.

В даній роботі аналіз проводився за 23 показниками лише трьох груп, тому оцінка вважається орієнтовною:

1) I група – органолептичні показники: кольоровість, каламутність;
2) II група – загально-санітарні показники хімічного складу води: сухий залишок (мінералізація), сульфати, хлориди, магній, лужність, водневий показник, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, окисність перманганатна (KMnO_4), окисність біхроматна (ХСК), БСК₅;

3) VII група – токсикологічні показники хімічного складу води: залізо загальне, марганець, хром (VI), цинк, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), феноли леткі.

Інтегральний індекс обчислюється за формулою:

$$I_{\text{інтегр}} = \frac{I_I + I_{II} + I_{VII}}{3}, \quad (1)$$

де $I_I - I_{VII}$ – величини групових індексів, виражених у класах; 3 – кількість групових індексів.

Результати досліджень. Від витoku до гирла Дунай протікає територією 10 держав: Німеччини, Австрії, Словаччини, Угорщини, Хорватії, Сербії, Болгарії, Румунії, Молдови та України. Також басейн Дунаю охоплює частини територій Італії, Словенії, Боснії й Герцеговини, Албанії, Македонії, Польщі, Швейцарії та Чехії [11]. Довжина річки в межах гирлової частини Одеської області – 175 км з водозбірною площею – 752,4 км².

Українською ділянкою Дунаю розташовані міста Рені (19,5 тис. жителів), Ізмаїл (73 тис.), Кілія (20,8 тис.), Вилкове (8,6 тис.), а також села Ізмаїльського району Одеської області. Всі ці великі міста та маленькі селища вздовж русла вносять свій вклад в стан якості вод річки.

Були обчислені дані якості вод за органолептичними (блок I), загально – санітарними хімічними (блок II) та токсикологічними (блок VII) показниками хімічного складу вод р. Дунай – м. Кілія. В якості прикладу розрахунків наведено обчислення вихідної інформації по блоку II за 2020 рік (таблиця 1).

Таблиця 1. Обчислення величин індексу (I_{II}) при неповному оцінюванні якості вод р. Дунай – м. Кілія, 2020 рік

Показники складу води	Одиниці виміру	Емпіричні значення показників складу і відповідних їм класів якості води	Обчислення середньо-арифметичних значень і визначання класів і підкласів якості води
II. Загально-санітарні хімічні показники			
Сухий залишок (мінералізація)	мг/дм ³	306,83-1; 318,53-1; 275,7-1; 285,64-1; 243,82-1; 361,52-1 ; 257,67-1; 245,39-1; 226,95-1; 277,57-1; 272,97-1; 313,68-1	$\Sigma=12, n=12,$ $\bar{x}=1,0$ [(1)]
Сульфати	мг/дм ³	81,1-2; 69,1-2; 64,3-2; 64,3-1; 42,7-2; 128,5-3 ; 81,7-2; 62,3-2; 40,7-2; 86,3-2; 65,6-2; 78,8-2	$\Sigma=24, n=12,$ $\bar{x}=2,0$ [(2)]
Хлориди	мг/дм ³	24,8-1; 35,5-2 ; 26,6-1; 35,5-2; 35,5-2; 35,5-2; 26,6-1; 26,6-1; 26,6-1; 26,6-1; 26,6-1; 26,6-1	$\Sigma=16, n=12,$ $\bar{x}=1,33$ [(1)(2)]
Магній	мг/дм ³	18,23-2; 15,19-2; 18,23-2; 24,3-2 ; 18,23-2; 18,2-2; 21,3-2; 15,2-2; 12,2-2; 18,2-2; 12,2-2; 18,2-2	$\Sigma=24, n=12,$ $\bar{x}=2,0$ [(2)]
Водневий показник	Одиниці рН	8,17-2; 8,13-2; 8,08-2; 8,19-2 ; 7,9-2; 7,9-2; 7,9-2; 7,96-2; 8,3-3; 7,97-2; 6,86-2; 8,15-2	$\Sigma=25, n=12,$ $\bar{x}=2,08$ [(2)]
Азот амонійний	мг/дм ³	0,21-2; 0,5-3; 0,07-1; 0-1; 0-1; 0,15-2; 0-1; 0,003-1; 0,5-3 ; 0-1; 0,43-3; 0,4-3	$\Sigma=22, n=12,$ $\bar{x}=1,83$ [(2)(1)]
Азот нітритний	мг/дм ³	0-1; 0,02-3; 0,1-4 ; 0,02-3; 0,04-3; 0,05-3; 0,02-3; 0,05-3; 0,03-3; 0,02-3; 0,02-3; 0,02-3	$\Sigma=35, n=12,$ $\bar{x}=2,92$ [(3)(2)]
Азот нітратний	мг/дм ³	12-4 ; 2,6-4; 4,1-4; 3-4; 4,1-4; 9,07-4; 1,3-4; 1,08-4; 2,34-4; 4,81-4; 3,39-4; 4-4	$\Sigma=48, n=12,$ $\bar{x}=4$ [(4)]
Фосфор фосфатів	мг/дм ³	0,22-4; 0,22-4; 0,34-4; 0,06-1; 0,17-3; 0,15-3; 0,37-4 ; 0,24-4; 0,36-4; 0,28-4; 0,29-4; 0,29-4	$\Sigma=43, n=12,$ $\bar{x}=3,58$ [(3-4)]
Розчинений кисень	мг/дм ³	11,7-1; 12-1 ; 10,5-1; 10,3-1; 9,6-1; 8,7-1; 6,7-3; 7,7-2; 8,5-1; 8,04-1; 10,1-1; 10,6-1	$\Sigma=15, n=12,$ $\bar{x}=1,25$ [(1)]
Окисність біхроматна (ХСК)	мг/дм ³	4-1; 12-2; 56-4 ; 10-2; 13,9-2; 11-2; 27,5-2; 34-3; 21-2; 4,4-1; 11-2; 6-1	$\Sigma=24, n=12,$ $\bar{x}=2,0$ [(2)]
БСК ₅	мг/дм ³	2,2-2; 1-1; 1,2-1; 1,2-1; 4-3; 3,3-3; 3,6-3 ; 1,7-2; 2,4-2; 2-2; 2,2-2; 1,8-2	$\Sigma=24, n=12,$ $\bar{x}=2,0$ [(2)]
II. Загально-санітарні хімічні показники		$\Sigma x_{\text{ср.}} = 288; n = 144; \bar{x} = 2,0$ [(2)]. $\Sigma x_{\text{ин.}} = 34; n = 12; \bar{x} = 2,83$ [(3)(2)].	

Примітка: напівжирним шрифтом виділені максимальні показники якості вод.

Були розраховані блокові (I_I, I_{II}, I_{VII}) та інтегральні (за формулою 1) показники за весь період дослідження. На їх основі складені таблиці узагальненого інтегрального індексу для середніх (таблиця 2) та найгірших (таблиця 3) значень.

За інтегральним індексом (I інтегр. сер.) (середні показники) вода р. Дунай належала тільки до 2 класу якості і була найкращою у 2017 році з підкласом 1-2. Вона характеризувалась як перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до класу «доброї», чистої. У 2020–2022 рр. відбулось погіршення води річки до «доброї», чистої прийнятної якості (2 підклас).

Таблиця 2. Середні значення узагальненого інтегрального індексу якості води р. Дунай – м. Кілія за 2016–2022 рр.

	Рік	Оцінка якості води (середні значення)		
		значення	підклас якості	Характеристика
I інтегр. сер.	2016	1,91	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
	2017	1,75	1–2	Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої
	2018	1,92	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
	2019	1,88	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої
	2020	2,13	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	2021	2,07	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	2022	2,02	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	I інтегр. сер. 2016–2022рр.	1,95	2(1)	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої

Таблиця 3. Найгірші значення узагальненого інтегрального індексу якості води р. Дунай – м. Кілія за 2016–2022 рр.

	Рік	Оцінка якості води (найгірші значення)		
		значення	підклас якості	Характеристика
I інтегр. нг.	2016	2,17	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	2017	2	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	2018	2	2	«Добра», чиста вода прийнятної якості
	2019	2,31	2(3)	«Задовільна», слабо забруднена вода з ухилом до класу «доброї», чистої
	2020	2,72	2-3	Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої
	2021	2,53	2-3	Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої
	2022	2,65	2-3	Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої
	I інтегр. нг. 2016–2022 рр.	2,34	2(3)	«Задовільна», слабо забруднена вода з ухилом до класу «доброї», чистої

За інтегральним індексом ($I_{\text{інтегр.нг}}$) (найгірші показники) вода належала до 2 та 3 класів якості. Найбільш чистою вона була у 2016–2018 рр. і характеризувалась 2 підкласом – «добра», чиста прийнятної якості. У 2020–2022 рр. якість води погіршилась до підкласу 2-3 і оцінювалась як перехідна від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої.

За речовинами, які перевищували 3 клас якості вод, були побудовані графіки тільки за ті роки, в які спостерігались ці перевищення.

На рисунку 1 наведений графік зміни азоту нітритного за 2016–2022 рр., оскільки були зафіксовані перевищення 3-го класу якості вод протягом всього періоду дослідження. Норматив 3 класу (верхньої межі) якості вод дорівнює $0,05 \text{ мг/дм}^3$.

Також за всі роки, окрім 2019 року (показник був у нормі), був побудований графік зміни азоту нітратного (рисунок 2).

Як видно з графіку, найгірше значення відмічалось у лютому 2019 року ($0,345 \text{ мг/дм}^3$), але після цього цей показник знаходився в допустимих межах ($<0,05 \text{ мг/дм}^3$), за виключенням квітня ($0,073 \text{ мг/дм}^3$). В усі

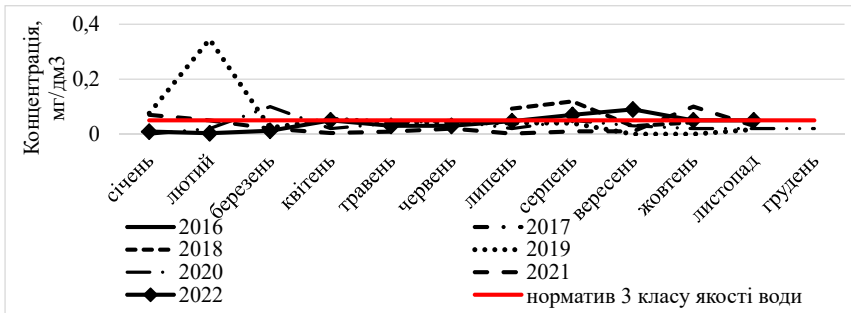


Рис. 1. Графік зміни азоту нітритного за 2016–2022 роки

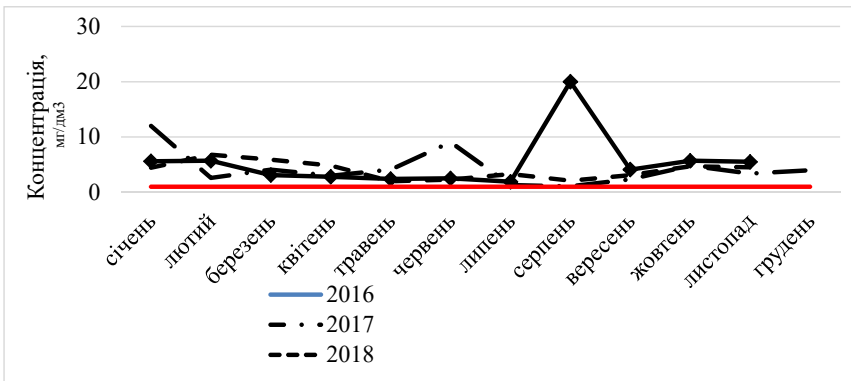


Рис. 2. Графік зміни азоту нітратного за 2016–2022 роки р. Дунай – м. Кілія

інші роки значення коливались від 0,009 до 0,1 мг/дм³. Перевищення нормативу спостерігалось: протягом всього 2016 року (0,053–0,1 мг/дм³); у січні (0,073 мг/дм³), травні (0,059 мг/дм³), липні (0,058 мг/дм³) та грудні (0,05 мг/дм³) 2017 року; у серпні 2018 року (0,119 мг/дм³); у березні 2020 року; у січні та жовтні 2021 року (0,07 та 0,1мг/дм³ відповідно); у березні, серпні та вересні 2022 року (0,012 мг/дм³, 0,07мг/дм³, 0,09 мг/дм³ відповідно).

За весь період спостереження концентрації параметру знаходяться вище межі 3 класу якості води (1 мг/дм³). Закономірності у внутрішньо річній зміні показника не спостерігається.

Найбільше значення фосфору фосфатів (рисунок 3) було в січні 2022 року (0,9 мг/дм³) при нормативі верхньої межі 3 класу – 0,2 мг/дм³. Також високі показники були у лютому та липні 2021 року і дорівнювали 0,49 та 0,53 мг/дм³, відповідно. Можна спостерігати сезонний хід зміни фосфору фосфатів у воді річки Дунай: зменшення показника у весінньо-літній період і збільшення в літньо-осінній, що може бути пов'язано з розвитком та відмиранням водної рослинності.

За вмістом сульфатів перевищення нормативного значення верхньої межі 3 класу (250 мг/дм³) спостерігалось лише у вересні 2019 року та дорівнювало 253,92 мг/дм³ (рисунок 4). Протягом іншого проміжку часу концентрації були значно нижчі та коливались від 3,4 до 37,4 мг/дм³.

Хімічне споживання кисню (ХСК) – показник вмісту органічних речовин у воді, який виражається в міліграмах кисню, що пішов на окислення органічних речовин в літрі води.

Тільки у 2019 та 2020 роках фіксувалось перевищення нормативного значення, що відповідає 3 класу якості води (40 мг/дм³). У 2019 році відбувалось збільшення показника: від 2 мг/дм³ у березні до 52,63 мг/дм³ у серпні. За лінією тренду у 2019 році вміст ХСК збільшується, а в 2020 році,

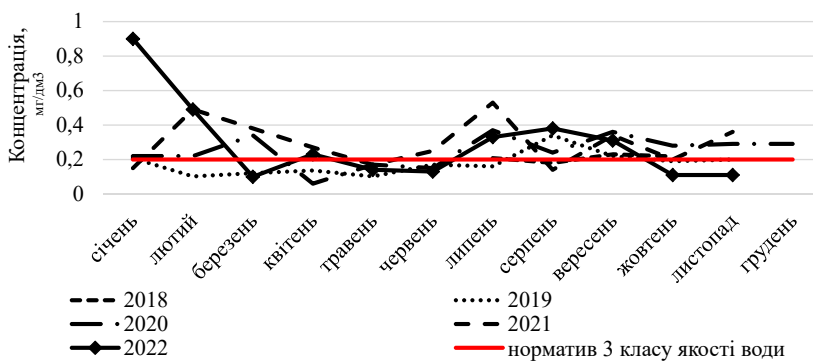


Рис. 3. Графік зміни фосфору фосфатів за 2018–2022 роки

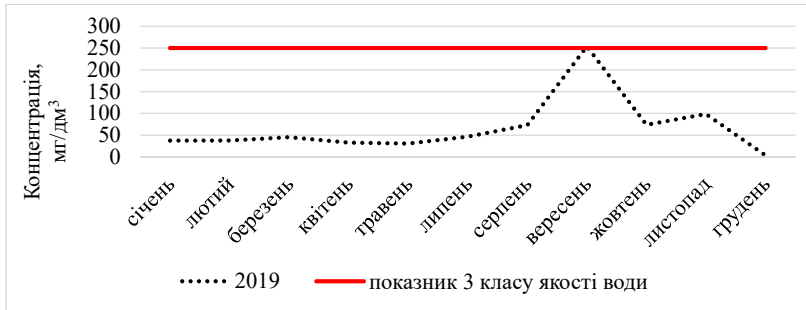


Рис. 4. Графік зміни сульфатів за 2019 рік

навпаки, знижується. В 2020 році найбільше значення спостерігалось в березні та дорівнювало 56 мг/дм³ (рисунок 5).

На рисунку 6 показано, що зміни концентрації СПАР за 2019 та 2020 рр. схожі, адже збільшення вмісту параметру йде ближче до кінця року та перевищує норматив 3 класу якості води (0,25 мг/дм³) у листопаді: відповідно – 0,33 мг/дм³ у 2019 р. та 0,26 мг/дм³ в 2020 р. У червні 2019 року є різкий зріст концентрації, яка дорівнює 0,16 мг/дм³, але знаходиться в допустимих межах.

Значення водневого показника має знаходитись в межах від 6,1 до 8,5 в одиницях рН. В 2021 році було перевищення цих значень у серпні (8,63), а в 2022 році – у березні (8,6) (рисунок 7).

За СанПіН 2.2.4-171-10 якість питної води, яка є найкращою для споживання людиною, повинна відповідати фізіологічній повноцінності. У таблиці 4 приведені показники фізіологічної повноцінності вод р. Дунай.

Загальна жорсткість перевищувала норму тільки один раз у 2019 році.

Показники загальної лужності та кальцію в період спостереження були у межах нормативних значень.

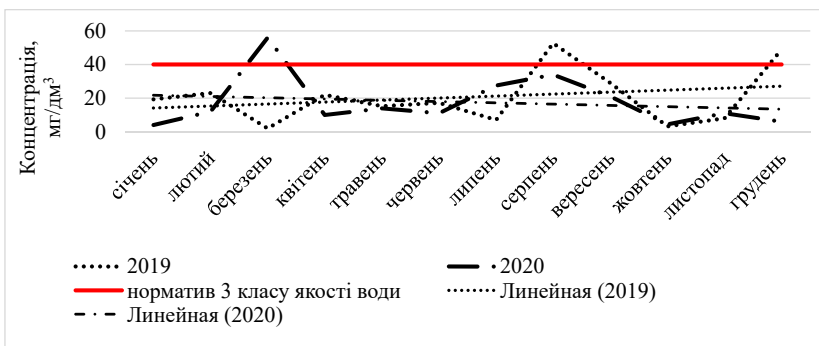


Рис. 5. Графік перевищення ХСК за 2019 та 2020 роки

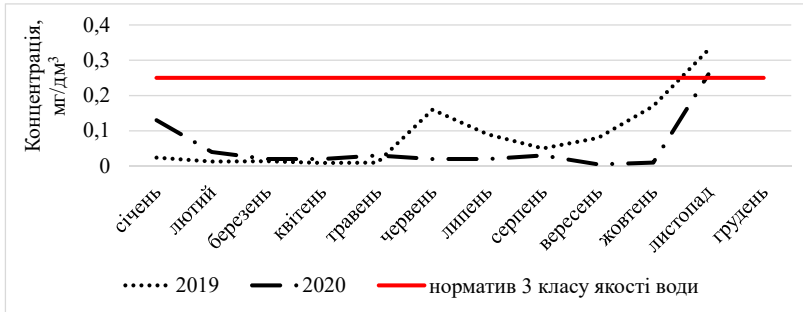


Рис. 6. Графік зміни СПАР за 2019 та 2020 роки

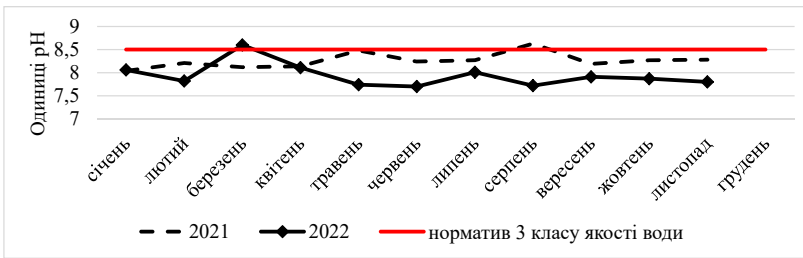


Рис. 7. Графік перевищення водневого показника рН за 2021 та 2022 роки

Таблиця 4. Діапазон показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води р. Дунай

№з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Діапазон фактичних значень	Діапазон нормативних значень
1	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	3,0–8,0↑	1,5–7,0
2	Загальна лужність	ммоль/дм ³	0,97–3,7	0,5–6,5
3	Кальцій	мг/дм ³	40–75	25–75
4	Магній	мг/дм ³	6,1↓–60,75↑	10–50
5	Натрій	мг/дм ³	15–29,9↑	2–20
6	Сухий залишок	мг/дм ³	196,19↓–520,59↑	200–500

Концентрація магнію була менше норми один раз – у липні 2021 року (6,1 мг/дм³), а перевищення спостерігалось один раз – у вересні 2019 року (60,75 мг/дм³).

Концентрації натрію за весь період дослідження перевищували верхню межу нормативних значень 19 разів у 2020–2022 роках. В інші роки відповідали нормі.

Сухий залишок лише один раз був нижче нижньої межі нормативних значень у липні 2022 року (196,19 мг/дм³), а перевищення спостерігалось тільки у вересні 2019 року (520,59 мг/дм³).

Висновки з даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі. Вода річки Дунай – м. Кілія використовується як джерело питного водопостачання і має велике значення як для здоров'я людини, так і для використання в інших цілях. Аналіз якості вод проведено за 2016–2022 роки. За результатами роботи можна зробити наступні висновки:

1. За інтегральним індексом (середні значення) якість води р. Дунай – м. Кілія за період 2016–2022 роки відноситься до 2-го класу з підкласом 2(1) і характеризується як «добра», чиста з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої. Якість води змінювалась як перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої (2 клас, 1-2 підклас) до «доброї», чистої прийнятної якості (2 клас, 2 підклас).

2. Погіршення якості вод відбувалось за рахунок зменшення кількості досліджуваних речовин блоку токсикологічних показників та збільшення концентрацій показників загально-санітарного блоку (рН, речовин азотної групи, фосфору фосфатів).

3. За період 2016–2022 рр. середнє значення інтегрального індексу (найгірші показники) якості вод р. Дунай – м. Кілія дорівнювало 2,34 і вода характеризувалась як «задовільна», слабо забруднена з ухилом до класу «доброї», чистої (2 клас, 2(3) підклас). Найкраща якість вод спостерігалась у 2016–2018 роках («добра», чиста прийнятної якості), найбільш забрудненою була у 2020–2022 роках (перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабо забрудненої).

4. За фізіологічною повноцінністю якість вод річки Дунай не відповідала нормативним значенням за вмістом магнію (3,4 %), натрію (37,3 %), сухим залишком (3,5 %) та загальною жорсткістю (4 %).

5. Для покращення якості вод питного водопостачання необхідно проводити комплекс заходів, які надані в додатку В [2], щодо обробляння води залежно від класу її якості в місці водозабору. В нашому випадку це стосується доочищення речовин, які належать до 2 та 3 класу якості хімічного складу загально-санітарних та органолептичних показників.

6. Також треба зменшити потрапляння речовин азотної групи та фосфору з прилеглих сільськогосподарських територій та стічних вод, що пов'язано зі зношенням або відсутністю каналізаційних систем.

ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE DANUBE RIVER FOR ECONOMIC AND DRINKING WATER USE

*Romanchuk M.E. – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Veslohuзова Z.H. – student of the 1st year of the master's degree,
Odesa State Environmental University,
mromanchuk67@gmail.com , zlata01200108@gmail.com*

The Danube is an important water artery not only of 10 European countries, but also of the south of Ukraine, which feeds lakes, replenishes groundwater reserves and is also used for irrigation, shipping, recreational purposes, as a source of energy and drinking water use. The length of the Ukrainian section of the Danube is 170 km, of which 54 km is on the main river, 110 km on the Kilia estuary and 6 km on the Prorva channel, which connects the estuary with the Black Sea. The quality of the Danube waters is formed both on the territory of Ukraine and outside its borders, depends on both natural and anthropogenic factors. The situation of providing the southern region of Odesa region with high-quality drinking water is acute. Water from the Danube River is mainly used for drinking, sometimes imported water, sometimes from underground sources, but its reserves are very limited and have high mineralization. The work considers the quality of water for economic and drinking needs in the place of water intake of the Danube River – the city of Kilia for the years 2016–2022. Water quality was assessed according to DSTU 4808:2007 according to average and worst values. The methodology covers 80 indicators and is divided into seven separate groups (blocks) in accordance with sanitary legislation. The quality of river water is considered suitable for use if it belongs to 1-3 quality classes according to hygienic standards. In this work, the analysis was carried out on 23 indicators, which are included in three groups, therefore the assessment is considered indicative: group I – organoleptic indicators (color, turbidity); II group – general sanitary indicators (dry residue (mineralization), sulfates, chlorides, magnesium, alkalinity, hydrogen indicator, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, phosphorus phosphates, dissolved oxygen, permanganate oxidation (KMnO_4), dichromate oxidation (HCK), BSK_5); group VII – toxicological indicators (total iron, manganese, chromium (VI), zinc, petroleum products, synthetic surface-active substances (SPAR), volatile phenols).

It was determined that, according to the average values, the quality of the Danube water at the point of water intake is characterized as “good”, clean with a bias towards the class “excellent”, very clean. According to the worst indicators, the water was rated as “satisfactory”, slightly polluted with a bias towards the “good” class. The water of the Danube River needs to be further purified mainly for substances of the nitrogen group and phosphorus. Regarding compliance with the physiological quality of water according to SanPiN 2.2.4-171-10, a significant excess was observed only for the sodium content (37.3 % of the total number of observations).

Keywords: drinking water, organoleptic indicators, toxic substances, general sanitary indicators, block indices, water quality.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пономаренко Є. Г., Дмитренко Т. В. Дослідження в галузі використання і охорони вод: конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 61 с.
2. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Київ: Видавництво стандартів, 2007. 42 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53159
3. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10): Закон України від 01 липня 2010 р. № 452/17747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
4. Сафранов Т. А., Поліщук А. А., Волков Е. Д. та ін. Фізіологічна повноцінність мінерального складу питних вод Одеської агломерації. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. № 15. С. 5–13. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/4117/1/hosenu_15_2013_5.pdf
5. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
6. Лозовіцький П. С., Молочко А. М., Бібік В. М. Лозовіцький А. П., Молочко М. А. Екологічна оцінка якості вод Дунаю. *Екологічні науки*. 2017. № 18. С. 188.
7. Сиротенко Є., Даус М. Оцінювання екологічної обстановки та якості води у пониззі річки Дунай (на прикладі м. Рені). *«Екологія. Людина. Суспільство»*: матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. С. 326–329.
8. Лозовіцький П. С. Специфічні речовини токсичної дії у воді річки Дунай. *Екологічні науки*. 2014. № 6. С. 21–34. URL: <http://eoj.dea.kiev.ua/archives/2014/6/4.pdf>
9. Клебанов Д. О., Осадча Н. М. Оцінка виносу сполук важких металів водами р. Дунай у сучасний період. *Наукові Праці УкрНДГМІ*. 2012. № 263. С. 131–151. URL: https://uhmi.org.ua/pub/np/263/Klebanov_Osadcha_263.pdf
10. Магась Н. І. Оцінка рівня екологічної безпеки поверхневих вод річки Південний Буг як джерела питного водопостачання у Миколаївській області. *«Екологія. Довкілля. Енергозбереження»*: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції. Полтава: НУПІ, 2022. С. 37–42.
11. Річка Дунай. Давня назва і загальний опис: урок. URL: https://urok.pp.ua/serednya_osvta/12840-rchka-dunay-davnya-nazva-zagalniy-opis.html (дата звернення: 15.04.2024).

REFERENCES

1. Ponomarenko E. H., Dmytrenko T. V. (2019). *Doslidzhennia v haluzi vykorystannia i okhorony vod: konspekt lektsii*. [Research in the field of water use and protection: synopsis of lectures]. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova. [in Ukrainian].
2. DSTU 4808:2007 Dzherela tsentralizovanoho pytnoho vodopostachannia. Hihienichni ta ekolohichni vymohy shchodo yakosti vody i pravyla vybyrannia (2007). [DSTU 4808:2007 Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and ecological requirements for water quality and selection rules]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53159 [in Ukrainian].
3. *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl "Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoj dlia spozhyvannia liudynoi" (DSanPiN 2.2.4-171-10)"*: Zakon Ukrainy № 452/17747 [On the approval of State sanitary norms and rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption" (DSanPiN 2.2.4-171-10)": Law of Ukraine dated July 1, 2010, no. 452/17747]. 01.07.2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> [in Ukrainian].
4. Safranov T. A., Polishchuk A. A., Volkov E. D. (2013). *Fiziolohichna povnotsinnist mineralnogo skladu pytnykh vod Odeskoi ahlomeratsii*. [Physiological completeness of the mineral composition of drinking water of the Odesa agglomeration]. *Bulletin of Odessa State Ecological University*, no. 15, 5–13. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/4117/1/hosenu_15_2013_5.pdf [in Ukrainian].
5. Romanenko V. D., Zhukynskyi V. M., Oksiiuk O. P. ta in (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyimi katehoriiami*. [Methodology of environmental assessment of surface water quality by relevant categories]. Kyiv: SYMVOL-T. [in Ukrainian].
6. Lozovitskyi P. S., Molochko A. M., Bibik V. M., Lozovytskyi A. P., Molochko M. A. (2017). *Ekolohichna otsinka yakosti vod Dunai*. [Ecological assessment of the quality of Danube waters]. *Environmental sciences*, no. 18, 188. [in Ukrainian].
7. Syrotenko Ye., Daus M. (2021). *Otsiniuvannia ekolohichnoi obstanovky ta yakosti vody u ponyzzy richky Dunai (na prykladi m. Reni)* [Assessment of the ecological situation and water quality in the lower reaches of the Danube River (on the example of the city of Reni)]. Proceedings of the materials XXII Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii "Ekolohiia. Liudyna. Suspilstvo" (Ukraine, Kyiv, 2021). Kyiv: NTUU "KPI im. Ihoria Sikorskoho", 326–329. [in Ukrainian].
8. Lozovitskyi P. S. (2014). *Spetsyfichni rechovyny toksychnoi dii u vodi richky Dunai* [Specific toxic substances in the water of the Danube River].

- Environmental sciences*, no. 6, 21–34. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2014/6/4.pdf> [in Ukrainian].
9. Klebanov D. O., Osadcha N. M. (2012). *Otsinka vynosu spoluk vazhkykh metaliv vodamy r. Dunai u suchasnyi period* [Evaluation of removal of heavy metal compounds by the waters of the Danube River in the modern period]. *Scientific Works of UkrNDGMI*, no. 263, 131–151. URL: https://uhmi.org.ua/pub/np/263/Klebanov_Osadcha_263.pdf [in Ukrainian].
 10. Mahas N. I. (2022). *Otsinka rivnia ekolohichnoi bezpeky poverkhnevyykh vod richky Pivdennyi Buh yak dzherela pytnoho vodopostachannia u Mykolaivskii oblasti* [Assessment of the level of ecological safety of the surface waters of the Southern Bug River as a source of drinking water supply in the Mykolaiv region]. *Zbirnyk materialiv III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Ekolohiia. Dovkillia. Enerhozberezhennia”* (Ukraine, Poltava, 2022). Poltava: NUPP. PP. 37–42. [in Ukrainian].
 11. Urok (2020). *Richka Dunai. Davnia nazva i zahalnyi opys* [Danube River. Old name and general description]. URL: <https://yrok.pp.ua/serednya-osvta/12840-rchka-dunay-davnya-nazva-zagalniy-opis.html> [in Ukrainian]. (accessed 15 April 2024).