

Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9414

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 574.57:639.31:664.9.04

## Monitoring of the main parameters of pond water in order to obtain safe products for joint cultivation of sturgeon and carp fish

N. Ye. Grynevych<sup>1</sup>, A. O. Sliusarenko<sup>1</sup>, O. A. Khomiak<sup>1</sup>, M. M. Svitelskyi<sup>2</sup>, N. V. Semaniuk<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 14.02.2021

Received in revised form

17.03.2021

Accepted 18.03.2021

**Grynevych, N. Ye., Sliusarenko, A. O., Khomiak, O. A., Svitelskyi, M. M., & Semaniuk, N. V. (2021). Monitoring of the main parameters of pond water in order to obtain safe products for joint cultivation of sturgeon and carp fish. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 23(94), 73–80. doi: 10.32718/nvlvet-a9414**

Bila Tserkva National Agrarian University, Pl. Soborna, 8/1, Bila Tserkva, 09117, Ukraine  
Tel.: +38-098-959-49-97  
E-mail: gnatbc@ukr.net

Zhytomyr National Agroecological University, Korolyova Str., 39, Zhytomyr, 10025, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine.

The article presents the results of studying the hydrochemical regimes of carp ponds in polyculture and for the introduction of sterlet (*Acipenser ruthenus*) into polyculture. The highest pH values were in pond 2, and in the second half of June and the first half of July exceeded the upper limit of normal (norm 6.5–8.5) by 0.3 and 0.5, respectively. In July, the upper limit of the norm was exceeded in the water of pond 1, by 0.1 and 0.2, respectively. From August, the pH of water increased in both ponds until October and in pond 2 the active reaction of water was higher, compared to pond 1, 5.08.2020, by 18.3 %, 20.08.2020 by 12.3 %, 5.09.2020, by 3.8 %, 20.09.20 and 5.10.20, respectively by 2.5 and 2.4 %. Higher in pond 2, compared with pond 1, was the permanganate oxidation of water in all studied periods, but the largest difference was 5.07.2020 and amounted to 6.9 mg O/l. In the second half of July, permanganate oxidation of water was the lowest, but was at the upper limit of normal, then in August increased sharply and was highest in October – 26.3 mg O/l in the pond 1 and 26.5 mg O/l in the pond 2. Dichromatic oxidation of water of the studied ponds was during the experiment in pond 2 slightly higher than normal and ranged from 50.5 (5.06.2020) to 57.9 (5.07.2020) mg O/l and only 20.07.2020 it was the lowest and was 34.2 mg O/l. In pond 1, the dichromatic oxidation of water at the beginning of the experiment was 52 mg O/l, gradually decreased and 20.06.2020, was 46 mg O/l, in July, the chemical oxygen demand (COD) increased sharply to 63.6 and also decreased sharply up to 40.5 mg O/l. From 05.08.2020, COD rose by 27.8 % above normal, remained at approximately the same level during September and decreased to 62 mg O/l in early October. The content of free ammonia in the water during the whole period of fish farming exceeded the norm from 2.6 to 5 times, and the highest, except for 20.06.2020, it was in pond 2. The highest difference in ammonia content in the water of the studied ponds was 5.07.2020 and 5.10.2020, and was, respectively, 0.1 and 0.08 mg N/l. The content of ammonium nitrogen and mineral phosphorus in the water of the studied ponds exceeded the norm, and the nitrogen content of nitrates and nitrites was within the norm. In pond water, the concentration of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  did not exceed the norm. was 5.07.2020, and was 1.20 mg/dm<sup>3</sup>, which is higher than the norm by 20 %. The total hardness and mineralization of water in the studied ponds did not exceed the norm.

**Key words:** hydrochemical regime, ponds, polyculture, nutrients.

## Моніторинг основних параметрів ставової води задля одержання безпечної продукції за сумісного вирощування осетрових і коропових риб

Н. Є. Гриневич<sup>1</sup>, А. О. Слюсаренко<sup>1</sup>, О. А. Хом'як<sup>1</sup>, М. М. Світельський<sup>2</sup>, Н. В. Семанюк<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

<sup>2</sup>Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті наведено результати вивчення гідрохімічних режимів вирощувальних ставів коропа у полікультурі і за введення у полікультуру стерляді (*Acipenser ruthenus*). Вищі показники рН були у ставі 2, а в другій половині червня і першій половині липня перевищували верхню межу норми (норма 6,5–8,5) відповідно на 0,3 і 0,5. У липні перевищення верхньої межі норми було і у воді ставу 1, відповідно на 0,1 і 0,2. З серпня рН води підвищувалося в обох ставах до жовтня і у ставі 2 активна реакція води була вищою, порівняно із ставом 1, 5.08.2020 р. на 18,3 %, 20.08.2020 на 12,3%, 5.09.2020 р. на 3,8 %, 20.09.20 і 5.10.20 р. відповідно на 2,5 і 2,4 %. Вищою у ставі 2, порівняно із ставом 1, була і перманганатна окислюваність води у всі досліджувані періоди, проте найбільшою різниця була 5.07.2020 р. і становила 6,9 мг О/л. У другій половині липня перманганатна окислюваність води була найнижчою, але перебувала на верхній межі норми, далі у серпні різко зростала і найвищою виявилася у жовтні – 26,3 мг О/л у ставі 1 і 26,5 мг О/л у ставі 2. Біхроматна окислюваність води досліджуваних ставів була впродовж дослідів у ставі 2 незначно вищою від норми та становила від 50,5 (5.06.2020) до 57,9 (5.07.2020) мг О/л і лише 20.07.2020 вона була найнижчою та становила 34,2 мг О/л. У ставі 1 біхроматна окислюваність води на початку дослідів становила 52 мг О/л, поступово знижувалася і 20.06.2020 р. становила 46 мг О/л, у липні хімічна потреба кисню (ХПК) різко зростала до 63,6 і так само різко знижувалася до 40,5 мг О/л. З 05.08.2020 р. ХПК піднялася на 27,8 % вище за норму, утримувалася приблизно на одному рівні впродовж вересня і знизилася до 62 мг О/л на початок жовтня. Вміст вільного аміаку у воді впродовж усього періоду вирощування риби перевищував норму від 2,6 до 5 разів, а вищим, за винятком 20.06.2020 р., він був у ставі 2. Найвища різниця за вмістом аміаку у воді досліджуваних ставів виявилася 5.07.2020 р. і 5.10.2020 р. та становила відповідно 0,1 і 0,08 мг N/л. У воді досліджуваних ставів вміст амонійного азоту і мінерального фосфору перевищував межі норми, а вміст азоту нітратів і нітритів перебував у межах норми. У ставовій воді концентрація  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  не перевищувала норми. Загальна твердість і мінералізація води в досліджуваних ставах не перевищувала межі норми.

**Ключові слова:** гідрохімічний режим, стави, полікультура, біогенні речовини.

## Вступ

Основною вимогою ринку є виробництво і гарантована безпечність всієї харчової продукції (Hrynevych et al., 2018; 2019). Відповідно до Директиви європейського парламенту і Ради 2001/95/ЄС від 3 грудня 2001 року “Про загальну безпечність продукції” продукція не повинна становити жодного ризику або лише мінімальний ризик, сумісний із використанням виробу, який можна вважати за прийнятний і який відповідає високому рівню охорони безпеки і здоров'я людей. Вказана Директива покладає зобов'язання моніторити безпечність продукції та надавати документи, які дозволяють простежити весь ланцюг виробництва та переміщення товару. У моніторинг безпечності продукції потрапляє прісноводна риба, яка є для людини важливим джерелом біологічно цінного білка, жирних кислот і вітаміну D, а також вода, яка є середовищем для риби, що свідчить про актуальність проблеми (Hrynevych et al., 2018; Vodianitskyi et al., 2020).

Наша держава розташована у зоні з відносно м'яким кліматом і територією для облаштування ставів для вирощування таких основних видів риб, як короп (*Cyprinus carpio*), товстолобик білий (*Hypophthalmichthys molitrix*) і строкатий (*Hypophthalmichthys nobilis*), білий амур (*Ctenopharyngodon idella*), щука (*Esox lucius*), судак (*Sander lucioperca*), сом (*Silurus glanis*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*) та інші. У практичній роботі виправданим є вирощування різних видів риб, або полікультур, для якнайповнішого використання ними природної кормової бази і збільшення продуктивності водойм. Склад полікультури може бути різним і часто залежить від кліматичної зони розміщення ставів та басейнів, щільності посадки риби, віку, використання природної кормової бази та інших чинників. Цікавою і перспективною для прісноводного рибництва є стерлядь (*Acipenser ruthenus*), яка належить до класу вищі риби (Teleostomi), підкласу хрящові ганоїди (Chondrostei), ряду осетроподібні (Acipenseriformes), родини

(Acipenseridae), роду осетри (Acipenser). Її вирощують не лише як товарну рибу а й для виробництва такого делікатесного продукту, як чорна ікра. При цьому величина біопродукції водойми залежить від хімізму води, наявності біогенних сполук у необхідній кількості та пропорціях, стану розвитку первинної продукції та організмів низьких трофічних рівнів, які в ставових господарствах формують кормову базу. Саме тому впродовж всього технологічного циклу вирощування риби необхідно акцентувати увагу на стан водойм, їх фізико-хімічні та гідробіологічні процеси, кількість забруднюючих речовин, таких як органіка, біогенні елементи та інші токсиканти (Wellman et al., 2017). Дослідники вказують, що у рибницьких ставах присутність таких забруднювачів негативно впливає на якість води і, як наслідок – на розвиток їх природної кормової бази, плодючість та біомасу вирощуваних риб (Hryhorenko et al., 2019). З метою підтримання належного процесу вирощування риби необхідно постійно проводити контроль за газовим режимом, концентрацією біогенних елементів та сольовим складом води ставів і оперативно використовувати результати аналізів для запобігання несприятливим умовам у водоймах (Hryhorenko et al., 2019; Kofonov et al., 2020).

Саме тому забезпечення належних гідрохімічних умов впродовж усього процесу вирощування риби є не лише запорукою успішного ведення підприємницької діяльності, а й превентивним заходом щодо виникнення інфекційних та інвазійних захворювань ставових риб, на що вказують й інші вчені (McDonnell et al., 2015; Vodianitskyi et al., 2020).

Метою дослідження було у порівняльному аспекті вивчити гідрохімічні режими вирощувальних ставів коропа у полікультурі та за введення у полікультуру стерляді (*Acipenser ruthenus*).

## Матеріал і методи досліджень

Відбір проб для гідрохімічних досліджень у вирощувальних ставах здійснювався з інтервалом 15 діб

упродовж вегетаційного періоду 2020 року. Дослідження проведено у ТОВ “Сільськогосподарська фірма “Інтеррибгосп” Житомирської області. Для досліду було використано два стави площею 2,5 та 2,8 га.

Став № 1 – для вирощування коропа у полікультурі з рослиноідними. Посадка коропа та рослиноідних проведена у квітні 2020 року із розрахунку дворічки коропа 800 екз/га. Став № 2 було використано для полікультури з вирощування коропа 800 екз/га та стерляді 250 екз/га (Arsan et al., 2006; Hrynevych et al., 2019).

Нами визначено такі параметри гідрофізичного і гідрохімічного режиму, як рН води, лужність, загальну твердість, вміст кисню, вміст органічних речовин (перманганатна і біхроматна окиснюваність), біогенних елементів ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), концентрацію основних іонів ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  +  $\text{K}^+$ ). Дослідження проводили з травня по жовтень.

Визначали такі параметри гідрофізичного і гідрохімічного режиму, як рН води, лужність, загальну

твердість, вміст кисню, вміст органічних речовин (перманганатна і біхроматна окиснюваність), біогенних елементів ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), концентрацію основних іонів ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  +  $\text{K}^+$ ). Дослідження проводили з травня по жовтень.

### Результати та їх обговорення

Гідрохімічні показники поверхневих вод прісних водоймищ мають свої особливості. Водойми з ґрунтовим живленням характеризуються різноманітністю складу води, зумовленою різним характером ґрунтів, літологією водозборів, дебітом і хімічним складом підземних вод. Варто зазначити, що у верхніх ділянках водойм режим головних іонів наближається до режиму їх у річках, а у пригребельних ділянках амплітуди сезонних коливань зменшуються.

З аналізу активної реакції води видно (рис. 1), що вона відрізнялася як між ставами, так і впродовж технологічного процесу вирощування риби.

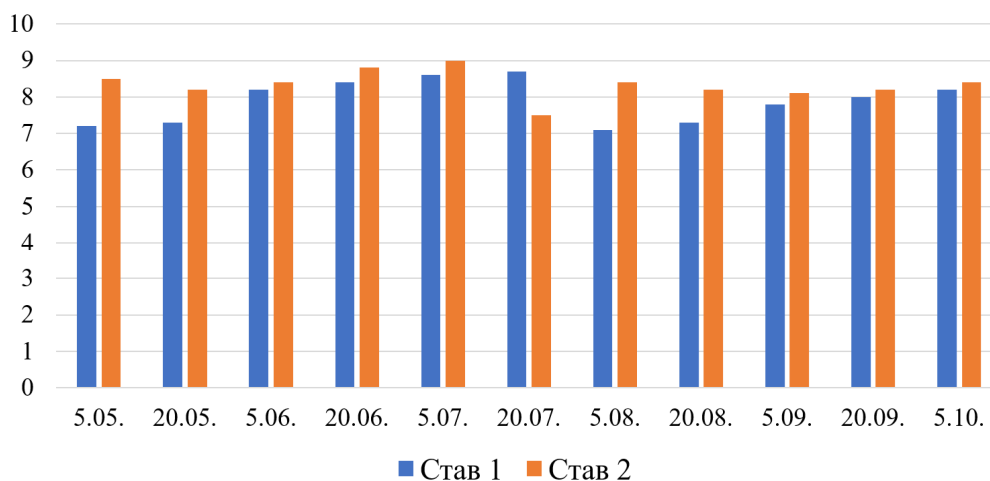


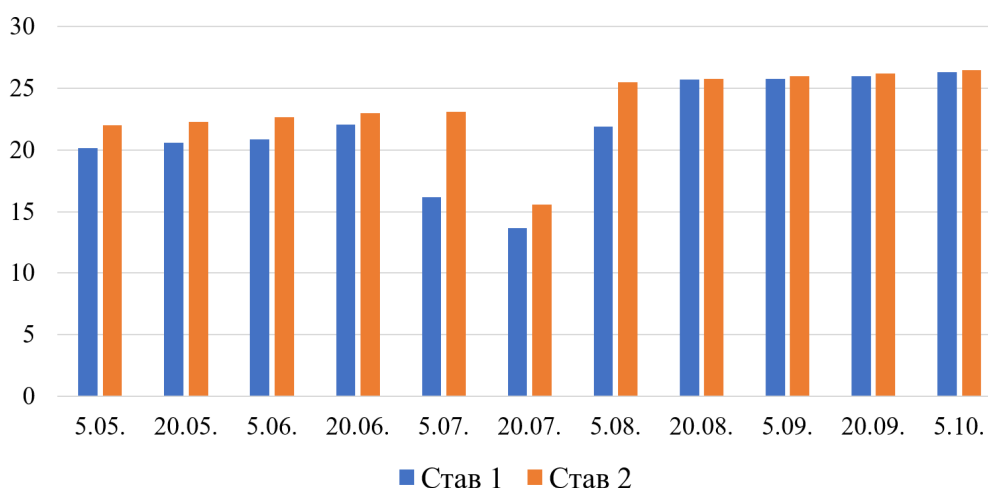
Рис. 1. Активна реакція або водневий показник (рН) води у досліджуваних ставах

Вищі показники рН були у ставі 2, а в другій половині червня і першій половині липня перевищували верхню межу норми (норма 6,5–8,5) відповідно на 0,3 і 0,5. У липні перевищення верхньої межі норми було і у воді ставу 1 відповідно на 0,1 і 0,2, що обумовлено біологічними процесами, які відбуваються у водоймищі та цвітінням води у цей період. З серпня рН води підвищувалася в обох ставах до жовтня і у ставі 2 активна реакція води була вищою, порівняно із ставом 1, 5.08.2020 р. на 18,3 %, 20.08.2020 на 12,3 %, 5.09.2020 р. на 3,8 %, 20.09.20 і 5.10.20 р. відповідно на 2,5 і 2,4 %.

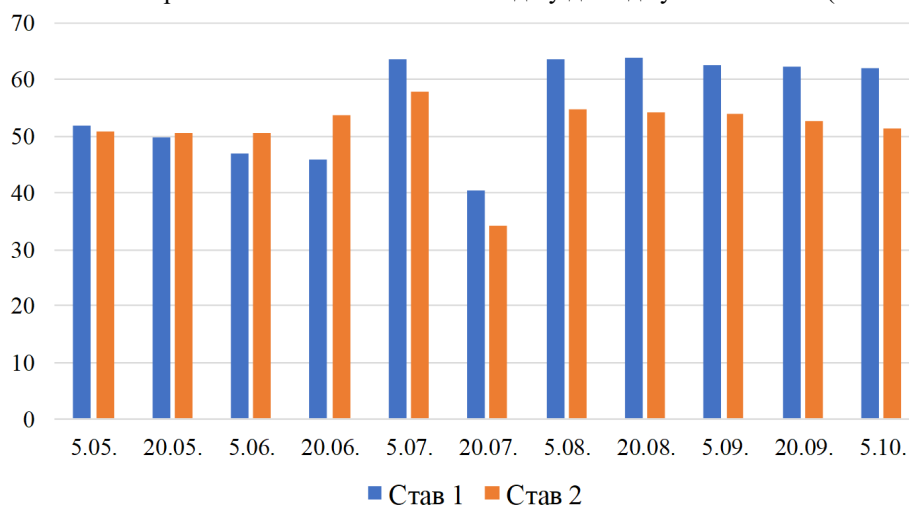
Вищою у ставі 2, порівняно із ставом 1, була і перманганатна окиснюваність води у всі досліджувані періоди, проте найбільшою різниця була 5.07.2020 р. і становила 6,9 мг О/л (рис. 2). Важливим є те, що у другій половині липня перманганатна окиснюваність води була найнижчою, але перебувала на верхній межі норми (норма до 15,0 мг О/л), далі у серпні різко зростала і найвищою виявилася у жовтні – 26,3 мг О/л у ставі 1 і 26,5 мг О/л у ставі 2. Підвищена окислюва-

ність води вважається комплексним показником, який не дає уявлення про хімічний склад забруднювачів, але при цьому дуже корисний для загального уявлення про насиченість води органічними сполуками.

З аналізу діаграми моніторингу біхроматної окиснюваності води досліджуваних ставів (рис. 3) видно, що вона була впродовж досліду у ставі 2 незначно вищою від норми (норма до 50,0 мг О/л) і становила від 50,5 (5.06.2020) до 57,9 (5.07.2020) мг О/л і лише 20.07.2020 вона була найнижчою і становила 34,2 мг О/л. У ставі 1 біхроматна окиснюваність води не була такою постійною, як у ставі 2, і на початку досліду становила 52 мг О/л, поступово знижувалася і 20.06.2020 р. становила 46 мг О/л, у липні хімічна потреба кисню (ХПК) різко зростала до 63,6 і так само різко знижувалася до 40,5 мг О/л, що вказує на різницю у забрудненні води органічними речовинами. З 05.08.2020 р. ХПК піднялася на 27,8 % вище за норму, утримувалася приблизно на одному рівні впродовж вересня і знизилася до 62 мг О/л на початок жовтня.



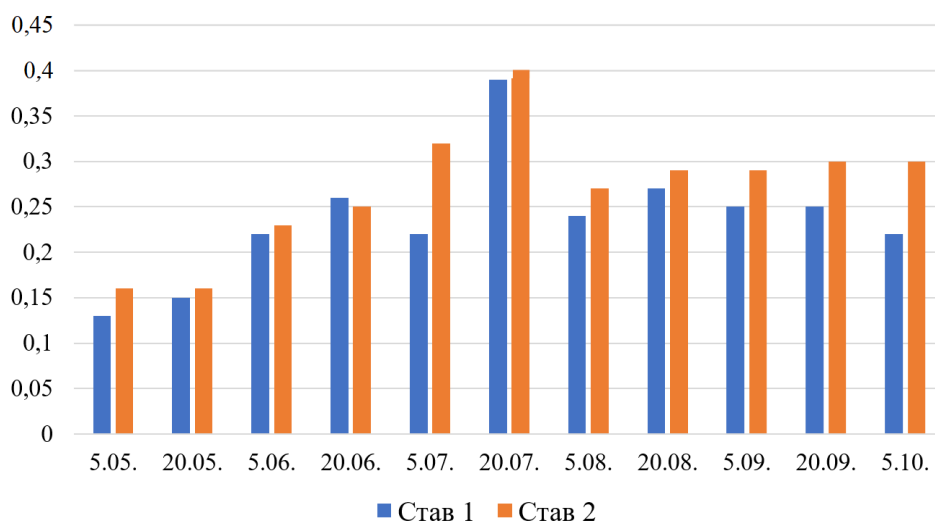
**Рис. 2.** Перманганатна окислюваність води у досліджуваних ставах (мг О/л)



**Рис. 3.** Біхроматна окислюваність води у досліджуваних ставах, мг О/л

У результаті розкладання органічних речовин за недостатнього надходження кисню, а також в процесі відновлення сполук азоту денітрифікуючими бактеріями утворюється аміак, який належить до газів, що контролюються у ставах. Результати моніторингу вільного аміаку у воді досліджуваних ставів (рис. 4) показав, що впродовж усього періоду вирощування

риби його концентрація перевищувала норму (норма до 0,05 мг N/л) від 2,6 до 5 разів, проте вищою, за винятком 20.06.2020 р., вона була у ставі 2. Найвища різниця за вмістом аміаку у воді досліджуваних ставів виявилася 5.07.2020 р. і становила відповідно 0,1 і 0,08 мг N/л.



**Рис. 4.** Вміст вільного аміаку у воді ставів, мг N/л

За таких складних умов у воді досліджуваних ставів виявлено зміни вмісту таких біогенних речовин, як амонійний азот, нітрати, нітрити і мінеральний фосфор, що видно із даних, наведених у табл. 1.

**Таблиця 1**

Вміст у ставовій воді амонійного азоту, нітратів, нітритів і мінерального фосфору

Дата відбирання проб	Амонійний азот, мг N/л		Нітрити, мг N/л		Нітрати, мг N/л		Мінеральний фосфор, мг P/дм <sup>3</sup>	
	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2
5.05.2020	1,86	1,78	0,05	0,04	0,13	0,11	0,77	0,50
20.05.2020	1,89	1,71	0,05	0,05	0,15	0,13	0,83	0,57
5.06.2020	1,76	1,65	0,06	0,05	0,18	0,16	0,70	0,62
20.06.2020	1,45	1,44	0,07	0,05	0,22	0,20	0,69	0,60
5.07.2020	0,77	0,81	0,07	0,05	0,26	0,23	0,67	0,55
20.07.2020	1,74	1,48	0,04	0,08	0,26	0,28	1,31	1,25
5.08.2020	0,83	1,91	0,05	0,05	0,37	0,30	1,29	1,85
20.08.2020	0,79	2,00	0,05	0,05	0,39	0,35	1,00	1,85
5.09.2020	1,91	1,87	0,05	0,05	0,39	0,36	1,23	1,87
20.09.2020	1,87	1,80	0,05	0,05	0,39	0,34	1,52	1,87
5.10.2020	1,84	1,81	0,05	0,05	0,40	0,29	1,58	1,87

З аналізу вмісту амонійного азоту у воді видно, що на початок дослідів його кількість була вищою за показник норми (норма до 1,0 мг N/л) у ставі 1 на 86 % і у ставі 2 на 78 %. Далі у ставі 2 з 20.05.2020 р., а у ставі 1 з 5.06.2020 р. відбувалося поступове зниження досліджуваного показника у воді, який виявився найнижчим впродовж всього дослідів 5.07.2020 р. і становив відповідно 0,77 і 0,81 мг N/л. У другій половині липня місяця концентрація амонійного азоту зросла у воді ставу 1 на 0,95, а у ставі 2 на 0,67 мг N/л, після чого 5.08.2020 р. і 20.08.2020 р. у ставі 1 знизилася відповідно до 0,83 і 0,77 мг N/л, а у ставі 2 зросла відповідно до 1,91 і 2,00 мг N/л. З початку вересня і до закінчення дослідів кількість амонійного азоту у воді ставів поступово знижувалася, проте 5.10.2020 р. вона була вищою за показник норми у ставі 1 на 84 %, а у ставі 2 – на 81 %.

Аналіз вмісту у ставовій воді азоту нітратів і нітритів показав, що за період спостережень він не виходив за межі норми (норма відповідно до 0,1 і 2,0 мг N/л).

Вищим за норму (норма до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>) у воді ставів виявився вміст мінерального фосфору. Впродовж перших двох місяців дослідів його концентрація змінювалася незначно і становила у воді ставу 1 від 0,67 до 0,83 мг P/дм<sup>3</sup>, а в ставі 2 від 0,50 до 0,62 мг P/дм<sup>3</sup>. На 20.07.2020 р. вміст у воді мінерального фосфору зріс, порівняно із попередньою датою відбору проб, у ставі 1 у 1,97 раза і ставі 2 – у 2,27 раза. З цієї дати концентрація мінерального фосфору у ставі 2 зростала і утримувалася з 5.09.2020 р. до кінця дослідів на рівні 1,87 мг P/дм<sup>3</sup>. У ставі 1 з 20.07.2020 р. вміст у воді мінерального фосфору знижувався і 20.08.2020 р. становив 1 мг P/дм<sup>3</sup>, далі зростав і на кінець дослідів виявився найвищим та становив 1,58 мг P/дм<sup>3</sup>.

Отже, у воді досліджуваних ставів з біогенних речовин вміст амонійного азоту і мінерального фосфору перевищував межі норми, а вміст азоту нітратів і нітритів перебував у межах норми, що вказує на можливість безпечного вирощування гідробіонтів та використання ставів для полікультури з вирощування ко-ропа та стерляді.

**Таблиця 2**

Вміст у ставовій воді головних іонів (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>) і загального заліза (Fe<sup>+2+3</sup>)

Дата відбирання проб	Кальцій, мг/л		Магній, мг/л		Натрій + калій, мг/л		Гідрокарбонати, мг/л		Хлориди, мг/л		Сульфати, мг/л		Загальне залізо, мг/дм <sup>3</sup>	
	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2	Став 1	Став 2
5.05.2020	42,8	39,7	16,6	16,4	17,8	18,0	242,0	235,1	20,0	18,8	10,2	9,4	0,85	0,53
20.05.2020	43,0	40,0	18,3	17,2	18,0	18,6	250,2	239,0	20,9	19,0	10,9	10,0	0,85	0,61
5.06.2020	50,2	47,8	18,9	17,9	18,4	18,7	256,7	244,2	21,4	20,4	11,2	10,4	0,91	0,66
20.06.2020	55,5	53,4	20,0	18,0	18,9	19,0	270,2	250,1	22,1	20,9	11,4	12,2	0,97	1,00
5.07.2020	58,1	66,7	25,6	20,1	19,6	19,6	263,1	257,7	24,1	24,1	9,9	15,2	1,20	1,06
20.07.2020	60,4	54,2	27,0	23,2	25,0	24,3	260,0	250,1	24,1	24,1	5,8	9,9	0,95	0,97
5.08.2020	50,0	45,9	23,1	14,6	22,0	28,3	250,7	249,9	38,8	30,8	9,1	7,8	0,46	1,03
20.08.2020	49,7	45,9	23,0	14,2	22,3	28,3	249,9	249,7	38,9	32,0	9,0	7,3	0,50	1,00
5.09.2020	49,4	45,5	22,8	14,0	22,8	28,5	242,0	245,0	40,0	36,2	9,4	7,3	0,54	0,93
20.09.2020	49,0	45,2	22,8	14,1	23,0	29,0	242,1	244,1	40,5	37,1	9,4	7,0	0,57	0,89
5.10.2020	49,0	45,0	22,0	14,1	23,4	29,4	240,0	239,1	40,9	37,9	9,8	7,0	0,65	1,00

Результат дослідження вмісту у ставовій воді головних іонів ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) показав (табл. 2), що їхня концентрація не перевищувала норми і перебувала в таких межах: кальцій – від 16,6 до 66,7 мг/л (норма до 70 мг/л), магній – від 14 до 27 мг/л (норма до 30 мг/л), натрій + калій – від 17,8 до 29,4 мг/л (норма до 50 мг/л), гідрокарбонати – від 235,1 до 270,2 мг/л (норма до 300 мг/л), хлориди – від 18,8 до 40,9 мг/л (норма до 70 мг/л) і сульфати – від 5,8 до 12,2 мг/л (норма до 60 мг/л). Такий вміст у ставовій воді іонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  свідчить про сприятливі умови для розвитку фітопланктону і його споживання рибою.

З аналізу вмісту загального заліза,  $\text{Fe}^{+2+3}$ , у ставовій воді видно, що за норми до 1,0 мг/дм<sup>3</sup> його кількість була в межах від 0,46 до 1,20 мг/дм<sup>3</sup>. Найнижча концентрація заліза спостерігалася у ставі 1 5.08.2020 р. і становила 0,46 мг/дм<sup>3</sup>, далі його кількість поступово зростала і на кінець досліджу – 5.10.2020 р. становила 0,65 мг/дм<sup>3</sup>. Ймовірно, впродовж зими вміст загального заліза у воді ставу 1 зростає, оскільки 5.05.2020 р. його кількість становила

0,85 мг/дм<sup>3</sup>, далі концентрація поступово наростала і 5.07.2020 р. становила 1,20 мг/дм<sup>3</sup>, що вище за норму на 20 %. Найнижчі показники вмісту загального заліза у ставі 2 були на початку досліджу і становили від 0,53 до 0,66 мг/дм<sup>3</sup>, 20.06.2020 р. їх вміст зріс до верхньої межі норми, 5.07.2020 р. ще зріс на 6 % і в наступні періоди досліджу перебував на верхній межі норми.

Важливим для рибоводних ставів є знання загальної твердості води, оскільки занадто м'яка вода з низькою жорсткістю не забезпечує умов для життя водних організмів (Hrynevych et al., 2018). У досліджуваних ставах з полікультурами риб загальна твердість води не перевищувала нижньої межі норми (норма до 5–7 мг-ек/л) і найнижчою була 5.05.2020 р. та становила у ставі 1 3,5, а у ставі 2 3,0 мг-ек/л. Впродовж технологічного циклу загальна твердість води поступово наростала і 5.10.2020 р. становила 5 мг-ек/л.

Із загальною твердістю води пов'язана її мінералізація, яка у ставах не перевищувала 435,1 мг/л, що менше за норму на 56,5 % (норма до 1000 мг/л) (рис. 6).

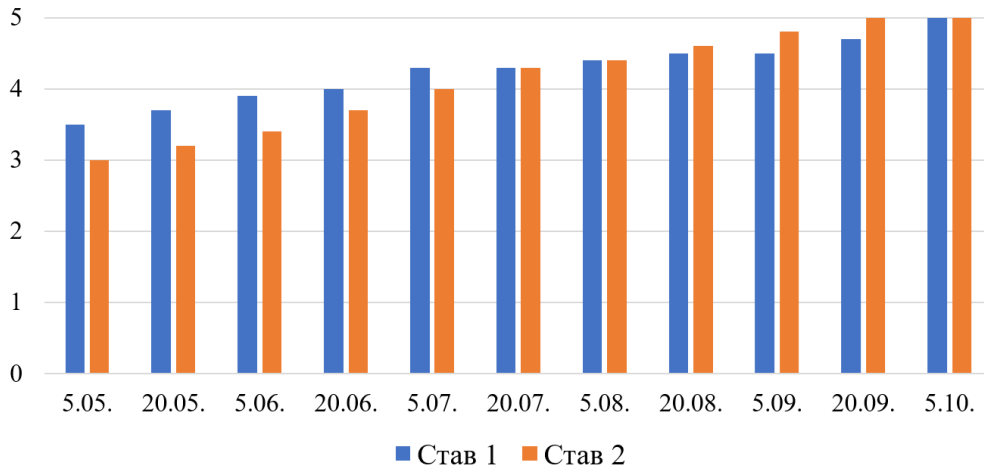


Рис. 5. Загальна твердість води ставів, мг-ек/л

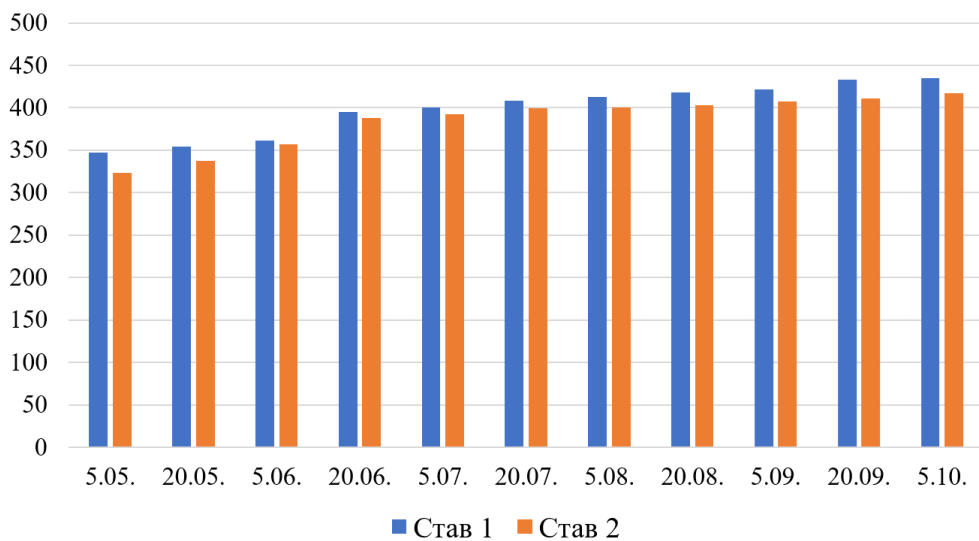


Рис. 6. Мінералізація води ставів, мг/л

Найнижча мінералізація води у досліджуваних ставах була весною, 5.05.2020 р., і становила у ставі 1 – 347,4 в у ставі 2 – 323,2 мг/л. Впродовж технологічного циклу мінералізація води у ставах зростала, зокрема у літні становила в середньому відповідно 399,3 і 390,1 мг/л, а в осінні відповідно 429,9 і 412,2 мг/л. Такі показники мінералізації води свідчать про створення належних умов для виробництва риби.

### Висновки

1. Нами зазначено, що показники рН були у ставі 2, а в другій половині червня і першій половині липня перевищували верхню межу норми (норма 6,5–8,5) відповідно на 0,3 і 0,5. У липні перевищення верхньої межі норми було і у воді ставу 1 відповідно на 0,1 і 0,2. З серпня рН води підвищувалося в обох ставах до жовтня і у ставі 2 активна реакція води була вищою, порівняно із ставом 1, 5.08.2020 р. на 18,3 %, 20.08.2020 на 12,3 %, 5.09.2020 р. на 3,8 %, 20.09.2020 на 2,5 і 2,4 %.

2. У ставі 2, порівняно із ставом 1, перманганатна окислюваність води у всі досліджувані періоди була вищою, проте найбільшою різниця виявилася 5.07.2020 р. і становила 6,9 мг О/л. У другій половині липня перманганатна окислюваність води була найнижчою, але перебувала на верхній межі норми, далі у серпні різко зростала і найвищою виявилася у жовтні – 26,3 мг О/л у ставі 1 і 26,5 мг О/л у ставі 2.

3. Біхроматна окислюваність води впродовж досліді у ставі 2 становила від 50,5 (5.06.2020) до 57,9 (5.07.2020) мг О/л і лише 20.07.2020 вона була найнижчою і становила 34,2 мг О/л. У ставі 1 біхроматна окислюваність води на початку досліді становила 52 мг О/л, поступово знижувалася і 20.06.2020 р. становила 46 мг О/л, у липні хімічна потреба кисню (ХПК) різко зростала до 63,6 і так само різко знижувалася до 40,5 мг О/л. 3 05.08.2020 р.

4. Вміст вільного аміаку у воді впродовж усього періоду вирощування риби перевищував норму від 2,6 до 5 разів і вищим, за винятком 20.06.2020 р., він був у ставі 2. Найвища різниця за вмістом аміаку у воді досліджуваних ставів виявилася 5.07.2020 р. і 5.10.2020 р. і становила відповідно 0,1 і 0,08 мг N/л.

5. У воді досліджуваних ставів вміст амонійного азоту і мінерального фосфору перевищував межі норми, а вміст азоту нітратів і нітритів перебував у межах норми.

6. У ставовій воді концентрація  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  не перевищувала норми. Загальна твердість і мінералізація води у досліджуваних ставах не перевищувала межі норми.

### References

Arsan, O. M., Davydov, O. A., Diachenko, T. M. та in. (2006). Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkh-nevykh vod. Za redaktsiieiu Romanenka V. D. NAN Ukrainy. In-t hidrobiolohii. K.: LOHOS (in Ukrainian).

Hryhorenko, T. V., Postoienko, D. M., Shumyhai, I. V., Dobrianska, O. P., & Bazaieva, A. M. (2019). Ekologichnyi stan rybnytskykh staviv za vyroshchuvannya populiatcii antoninsko-zozulenetskoj porody koropa. *Ahroekologichnyi zhurnal*, 4, 65–73. doi: 10.33730/2077-4893.4.2019.189460 (in Ukrainian).

Hrynevych, N. Ie., Dyman, T. M., & Kukhtyn, M. D. (2018). Vykorystannia riznykh typiv napovniuvacha biofiltra dlia zabezpechennia sanitarno-hihiienichnykh umov vidtvorennia ta vyroshchuvannya raiduzhnoi foreli v systemi zamknutoho vodopostachannia [The use of different types of biofilter filler to ensure sanitary and hygienic conditions for reproduction and cultivation of rainbow trout in a closed water supply system]: metodychni rekomendatsii. *Bila Tserkva* (in Ukrainian).

Hrynevych, N. Ie., Khomiak, O. A., Prysiazhniuk, N. M., & Mykhalskyi, O. R. (2019). Analiz hidrotekhnologichnoi skladovoi industrialnykh akvaferm za zamknutoho vodopostachannia [Analysis of a hydro-technological component of industrial aquaferms for a closed water supply]. *Vodni bioresursy ta akvakultura: naukovyi zhurnal*, 2, 59–76. doi: 10.32851/wba.2019.2.5 (in Ukrainian).

Kofonov, K., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Zinkovskyi, O., Khomiak, O., Dunaievska, O., Rud, O., Kutsocn, L., Chemerys, V., Gutyj, B., Fijalovych, L., Vavrysevych, J., Todoriuk, V., Leskiv, K., Husar, P., & Khumynets, P. (2020). Changes in the biochemical status of common carp juveniles (*Cyprinus carpio* L.) exposed to ammonium chloride and potassium phosphate. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 137–147. doi: 10.15421/2020\_181.

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*, 16(3), 231–314.

Kovács, L., Minya, D., & Homoki, D. (2020). Effect of different water temperatures on sex ratio, gonad development and production parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture Research*, 51(2), 858–862. doi: 10.1111/are.14407.

McDonnell, L. H., & Chapman, L. J. (2015). At the edge of the thermal window: effects of elevated temperature on the resting metabolism, hypoxia tolerance and upper critical thermal limit of a widespread African cichlid. *Conserv Physiol*, 3. doi: 10.1093/conphys/cov050.

Strauch, S. M., Bahr, J., Baßmann, B., Bischoff, A. A., Oster, M., Wasenitz, B., & Palm, H. W. (2019). Effects of Ortho-Phosphate on Growth Performance, Welfare and Product Quality of Juvenile African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Fishes*, 4(1), 3. doi: 10.3390/fishes4010003.

Vodianitskiy, O. M., Potrokhov, O. S., & Zinkovskiy, O. G. (2017). Embryonic and Early Postembryonic Development of Carp and Activity of Enzymes of the Energy and Plastic Metabolism under Impact of Water Temperature Fluctuations. *Hydrob. J.*, 53(1), 78–86. doi: 10.1615/HydrobJ.v53.i1.80.

- Vodianitskyi, O. M., Potrokhov, O. S., & Zinkovskyi, O. H. (2015). Vplyv kolyvan temperaturnoho rezhymu vodoimy na embrionalnyi rozvytok biloho tovtstolobyka [The effect of fluctuations in the temperature of the reservoir on the embryonic development of the white silver carp]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 96–107. doi: 10.15407/fsu2015.01.096 (in Ukrainian).
- Vodianitskyi, O. M., Potrokhov, O. S., Zinkovskyi, O. H., & Prychepa, M. V. (2017). Zmina aktyvnosti Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATfazy v embrionakh koropovykh ryb za dii riznoho temperaturnoho ta kysnevoho rezhymu vodoim. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia biolohichna*, 75, 14–22. doi: 10.30970/vlubs.2017.75.02 (in Ukrainian).
- 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. doi: 10.15421/2020\_83.
- Vodianitskyi, O. M., Hrynevych, N. Je., Khomiak, O. A., & Prysiazhniuk, N. M. (2020) Vplyv fizychnykh pokaznykiv vody na kilkist 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*, 1(156), 142–149. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-142-149 (in Ukrainian).
- Wellman, S., Kidd, K. A., Podemski, C. L., Blanchfield, P. J., & Paterson, M. J. (2017). Incorporation of wastes by native species during and after an experimental aquaculture operation. *Freshwater Science*, 36(2), 387–401. URL: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/692028>.
- Wurtsbaugh, W. A., Paerl, H. W., & Dodds, W. K. (2019). Nutrients, eutrophication and harmful algal blooms along the freshwater to marine continuum. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(5), e1373. doi: 10.1002/wat2.1373.
- Yang, L. J., Waples R. S., & Baskett M. L. (2019). Life history and temporal variability of escape events interactively determine the fitness consequences of aquaculture escapees on wild populations. *Theoretical Population Biology*, 129, 93–102. doi: 10.1016/j.tpb.2018.12.006.