

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.37:639.331.5:619:614.777

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.2.5>

САНІТАРНО-МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВОДИ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ АКВАСИСТЕМИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ *ACIPENSER RUTHENUS* L.

¹Гриневич Н.Є. – д.вет.н., професор,

²Семанюк Н.В. – к.вет.н., доцент,

³Світельський М.М. – к.с.-г.н., доцент,

¹Трофимчук А.М. – к.с.-г.н., доцент,

¹Хом'як О.А. – к.с.-г.н., доцент,

¹Присяжнюк Н.М. – к.вет.н., доцент,

¹Білоцерківський національний аграрний університет,

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького,

³Поліський національний університет, м. Житомир,
ihziozoolog@ukr.net

Для забезпечення належного здоров'я, одержання високого приросту і гарантування безпечності продукту *Acipenser ruthenus* L. вирощують в УЗВ. Враховуючи те, що в УЗВ багаторазово використовується одна і та ж вода основний акцент ставиться на її санітарному стані, зокрема мікробній контамінації. Своєчасне виявлення у воді надмірної кількості мікроорганізмів або її окремих представників, дає можливість своєчасно провести профілактичні заходи з метою її санації. Враховуючи це нами було вивчено санітарно-мікробіологічні показники води у всіх критичних точках рециркуляційної аквасистеми за вирощування *Acipenser ruthenus* L.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у воді відібраній на виході із свердловини кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) в середньому становила 12 КУО/см³ води, в той час як кількість психротрофів була майже у 3 рази вищою, порівняно із мезофілами, і становила 1,55 Іг КУО/см³ води. У воді із градильні, за порівняння досліджуваних показників до води із свердловини, кількість МАФАНМ зросла на 84,3%, а психротрофних мікроорганізмів – на 41,3%. У воді з градильні вперше виявлено мікроміцети – 1,14 Іг КУО/см³ води. Кількість МАФАНМ у воді на вході в басейн, порівняно із водою з градильні, зросла на 16,6%, психротрофних мікроорганізмів – на 14,6% і мікроміцетів – на 34,2%. У воді з басейну переважали психротрофні мікроорганізми. Так, їх кількість виявилася вищою у 1,03 рази, порівняно із кількістю МАФАНМ, у 2 рази, порівняно із кількістю *E. coli*, у 1,8 рази, порівняно із кількістю бактерій роду *Pseudomonas* і у 1,7 рази, порівняно із кількістю мікроміцетів. У воді відібраній з механічного

фільтру кількість МАФАНМ становила 5,04 lg КУО/см³ води, психротрофних мікроорганізмів – 5,17 lg КУО/см³ води, *E. coli* – 2,79 lg КУО/см³ води, бактерій роду *Pseudomonas* – 2,97 lg КУО/см³ води і мікроміцетів – 3,25 lg КУО/см³ води. У воді відібраній з біологічного фільтру, порівняно із мікрофлорою води відібраної з механічного фільтра, кількість МАФАНМ знизилася на 35,1%, психротрофних мікроорганізмів – на 32,3%, *E. coli* – на 38,3 %, бактерій роду *Pseudomonas* – на 36, 7% і мікроміцетів – на 29,8%.

Ключові слова: рециркуляційна аквасистема, *Acipenser ruthenus* L., вода, мікроорганізми, фільтр.

Постановка проблеми. *Acipenser ruthenus* належить до родини осетрових риб, які знаходяться, як відмічає Міжнародний Союз охорони природи (International Union for Conservation of Nature, IUCN), у більш загрозливому становищі ніж будь-яка інша група тварин (IUCN, 2010) [IUCN. Sturgeon more critically endangered than any other group of species. International news release, 18 March 2010.]. Саме тому, для забезпечення належного здоров'я, одержання високого приросту і гарантування безпечності продукту *Acipenser ruthenus* L. вирощують в УЗВ. Враховуючи те, що в УЗВ багаторазово використовується одна і та ж вода основний акцент ставиться на її санітарному стані, зокрема мікробній контамінації. Своєчасне виявлення у воді надмірної кількості мікроорганізмів або її окремих представників, дає можливість своєчасно провести профілактичні заходи з метою її санації. Враховуючи це нами було вивчено санітарно-мікробіологічні показники води у всіх критичних точках рециркуляційної аквасистеми за вирощування *Acipenser ruthenus* L.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У світовому рибному господарстві дедалі більшого значення набувають гідробіонти, вирощені за допомогою людини [12]. До цього призвело зменшення ресурсів Світового океану, що викликано переловом, забрудненням навколишнього середовища. У зв'язку зі зростаючими потребами населення планети та існуючими обмеженнями в ресурсах дедалі гостріше постає проблема оптимального їх використання за максимально дбайливого ставлення і збереження [2]. Прикладом тому може слугувати існуюча ситуація в світовому рибальстві і забезпечення населення продукцією з водних біоресурсів. За загальної тенденції до скорочення рибних запасів у водоймах планети одним із можливих шляхів вирішення проблеми продовольчої безпеки є розвиток господарств аквакультури [3; 7].

В останні десятиліття у товарному осетрівництві визначились кілька відмінних технологічних схем ведення рибництва, в тому числі:

1) випасна аквакультура з випуском осетрової молоді на вигул у різні за походженням, площею та цільовим призначенням водойми (переважно водосховища та озера);

2) вирощування осетрових риб у звичайних рибоводних ставках у моно- та полікультурі з різним рівнем інтенсифікації рибництва;

3) інтенсивне вирощування осетрових риб у невеликих земляних ставках з підвищеним водообміном;

4) індустріальне осетрівництво, що ґрунтується на інтенсивних методах вирощування риби в плавучих садках та басейнах з використанням теплої скидної води енергетичних установок та на базі водойм з природним температурним режимом;

5) високоінтенсивне індустріальне осетрівництво в установках замкнутого водопостачання з керованим режимом фізико-хімічних параметрів якості води.

У кожного з цих напрямів товарного осетрівництва є певні особливості, серед яких вирішальне значення має рівень інтенсифікаційних процесів вирощування риби [11].

Санітарно-гігієнічні вимоги до води на всіх етапах вирощування осетрових потребують контролю і регулювання. Осетрівництво належить до індустріальних форм рибництва в якій переважає висока інтенсифікація. Разом з тим, вирощування осетрових – складний технологічний процес, який потребує систематичного контролю і врахування видових особливостей. Відтворення та вирощування осетрових потребує відповідного температурного режиму при умовах зимівлі, відтворення, підрощення молоді і у виросній системі. Ефективність роботи індустріальних господарств, що займаються вирощуванням цінних видів риб, залежить в основному від того, наскільки в них забезпечено екологічні умови існування риби [4-6; 14; 17]. Впродовж усього періоду вирощування осетрових у рециркуляційних системах варто враховувати системи заходів для створення оптимальних умов для їх розвитку, зокрема забезпечення відповідних фізико-хімічних параметрів водного середовища та згодовування кормів належної якості. Особлива увага привертається до інтенсивних систем контролюваного вирощування в рециркуляційних системах.

Матеріал і методи досліджень. Відбирання проб води зі свердловини, модулів УЗВ та стічної води, яка впадає в поверхневе водне джерело, наповнювачів реактора біофільтра, доставляння їх у лабораторію, підготовку та мікробіологічні дослідження виконували відповідно до ДСТУ 4808:2007 [9] ДСТУ 7525:2014 [10], і відповідних методичних рекомендацій [1; 15; 16].

Проби для мікробіологічних досліджень доставляли в мікробіологічну лабораторію, де проводили дослідження не пізніше 2 год з моменту відбирання.

З відібраних проб готували ряд серійних десятикратних розведень у стерильному ізотонічному розчині хлориду натрію. Для визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів

(МАФАНМ) або психротрофних мікроорганізмів (ПсхМ), 1 см³ нативної проби та її десятикратних розведень вносили у стерильні чашки Петрі та заливали розплавленим і охолодженим до 45±5°C стерильним м'ясопептонним агаром (МПА) в кількості 15 см³. В одну чашку засівали одне розведення. Після застигання середовища за кімнатної температури засіяні проби культивували в термостаті за температури 30±1°C упродовж 72 год для визначення МАФАНМ. Психротрофні мікроорганізми після посіву вирощували за температури 6,5±0,5°C упродовж 10 діб. Для ідентифікації різних груп мікроорганізмів з виготовлених десятикратних розведень стерильною мірною мікропіпеткою відбирали 0,1 см³ суміші і вносили на поверхню відповідного твердого селективного середовища. Кількість бактерій родини *Enterobacteriaceae* у пробах визначали на середовищі *Endo Agar*, гриби – на середовищі Сабуро, виділення псевдомонад проводили на середовищі з 0,2% вмістом N-цетилпіридинію хлориду, нітрифікуючі мікроорганізми – на середовищах запропонованих, D. Altmann, P. Stief, R. Amann, D. De Beer [13].

Після цього стерильним скляним шпателем ретельно розтирали краплю суміші по всій поверхні твердого середовища, підсушували чашки і інкубували в термостаті упродовж часу, рекомендованого для кожного, виду досліджуваного мікроорганізму. Після інкубації підраховували кількість колонієутворювальних одиниць (КУО), визначали популяційний рівень кожного виду чи групи мікроорганізмів.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати досліджень мікроорганізмів у воді, у першій точці рециркуляційної аквасистеми за вирощування *Acipenser ruthenus* L., на виході із свердловини наведено на рисунку 1.

З аналізу даних, які наведені на представленому рисунку, видно, що у воді відібраній на виході із свердловини виявлялися як мезофільні аеробні і факультативно анаеробні мікроорганізми, так і психротрофні мікроорганізми.

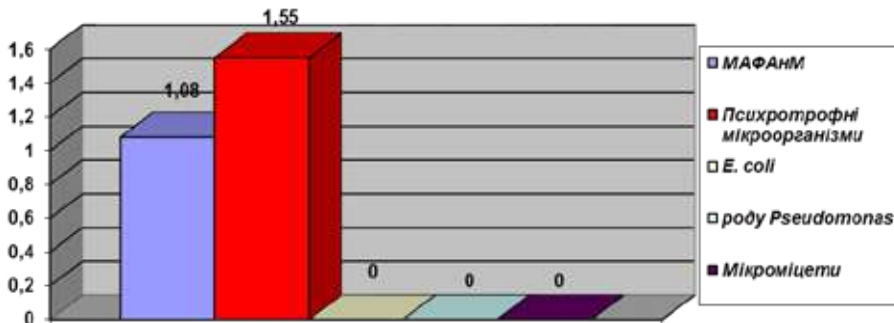


Рис. 1. Мікробіологічні показники води відібраної на виході із свердловини рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., Іг КУО/см³ води

При цьому кількість МАФАНМ в середньому становила 12 КУО/см³ води, в той час як кількість психротрофів була майже у 3 рази вищою, порівняно із мезофілами, і становила 1,55 lg КУО/см³ води. *E. coli*, мікроорганізми роду *Pseudomonas* і мікроміцети у відібраних пробах води не виявлялися, що свідчить про її високий рівень безпечності для риби.

Мікробіологічні показники води, відібраної в градирні, як складової частини рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., представлено на рисунку 2.

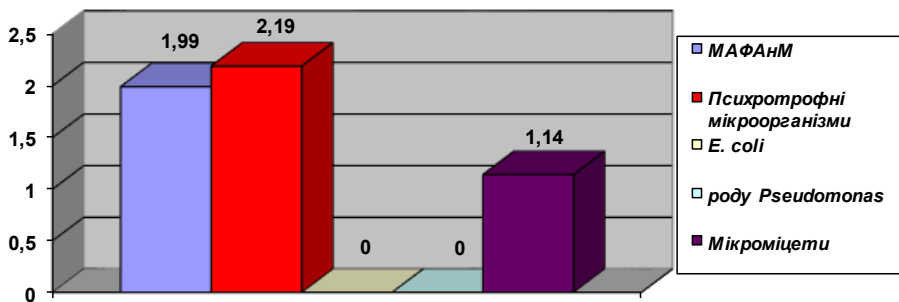


Рис. 2. Мікробіологічні показники води відібраної в градирні рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., lg КУО/см³ води

Для води цієї частини УЗВ, згідно представлених на рисунку даних, є наростання у ній кількості МАФАНМ і психротрофних мікроорганізмів, а також контамінація мікроміцетами. Як і у пробах води відібраної із свердловини, вода з градильні містила на 10% більше психротрофних мікроорганізмів, порівняно із кількістю МАФАНМ. У воді із градильні, за порівняння досліджуваних показників до води із свердловини, кількість МАФАНМ зросла на 84,3%, а психротрофних мікроорганізмів – на 41,3%. У кількісному еквіваленті це зростання становило відповідно 0,91 і 0,64 lg КУО/см³ води.

У воді з градильні вперше виявлено мікроміцети – 1,14 lg КУО/см³ води, які, як відомо, не завжди є безпечними під час вирощування риби, оскільки є патогенами і спричиняють у них мікози і мікотоксикози [16].

Результати дослідження мікробіологічних показників води на вході в басейн рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., представлено на рисунку 3.

У цій ділянці рециркуляційної аквасистеми вода за досліджуванним складом мікроорганізмів не значно відрізнялася від води з градильні але за кількісним показником вона стала більше контамінованою як мікроорганізмами, так і мікроміцетами. Так, кількість МАФАНМ у воді на вході в басейн зросла на 16,6%, психротрофних мікроорганізмів – на 14,6% і

мікроміцетів – на 34,2%. Ймовірно це зв'язано із збільшенням площі, яка омивається водою і підвищенням температури води.

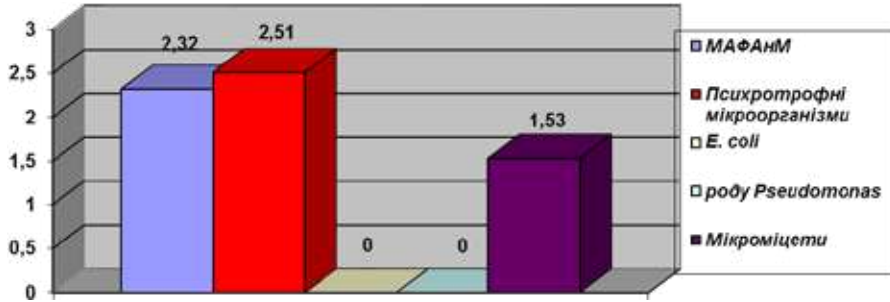


Рис. 3. Мікробіологічні показники води відібраної на вході в басейн рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., Ig КУО/см³ води

Великі об'єми води у басейнах, риба і залишки корму призводять до зростання контамінації водного середовища мезофільними і психротрофними мікроорганізмами, мікроміцетами, а також появи *E. coli* і бактерій роду *Pseudomonas*, що видно із даних, які представлені на рисунку 4.

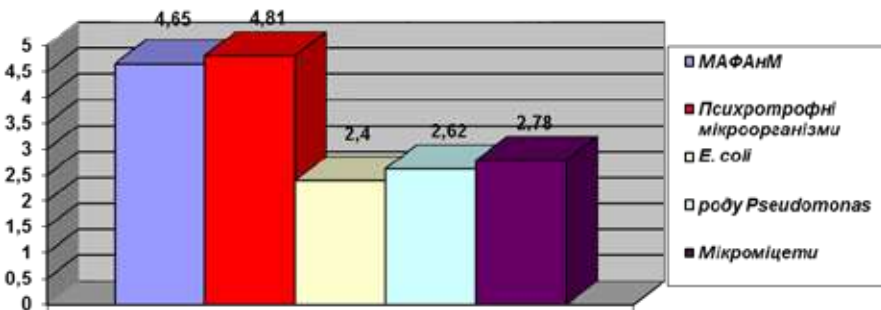


Рис. 4. Мікробіологічні показники води відібраної в басейні рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., Ig КУО/см³ води

Як і у вище наведених дослідження у воді з басейну переважали психротрофні мікроорганізми. Так, їх кількість виявилася вищою у 1,03 рази, порівняно із кількістю МАФАНМ, у 2 рази, порівняно із кількістю *E. coli*, у 1,8 рази, порівняно із кількістю бактерій роду *Pseudomonas* і у 1,7 рази, порівняно із кількістю мікроміцетів. Певну пересторогу становить виявлення у воді з басейну *E. coli*, яка належить до санітарно показових мікроорганізмів і непрямо вказує, що у воді можуть бути й інші мікроорганізми для яких кишечник є основним біотопом.

Мікробіологічні показники води, відібраної з механічного фільтру рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L. представлені на рисунку 5.

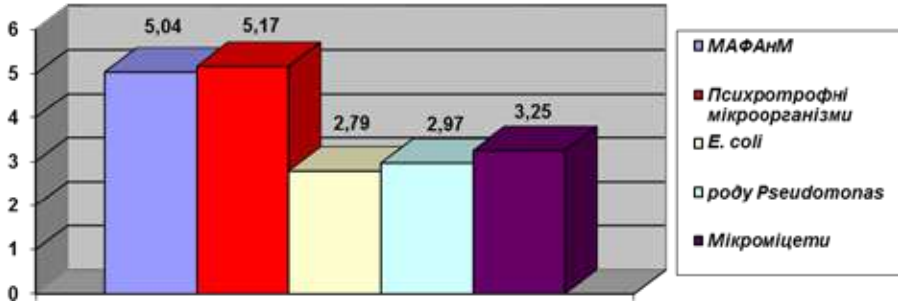


Рис. 5. Мікробіологічні показники води відібраної з механічного фільтру рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., lg КУО/см³ води

Відомо, що механічний фільтр рециркуляційної аквасистеми затримує завислі у воді органічні речовини, проте, як видно з наших даних, кількість мікроорганізмів у воді, відібраній з нього, виявилася найвищою серед усіх точок контролю мікрофлори УЗВ. Так, кількість МАФАНМ становила 5,04 lg КУО/см³ води, психротрофних мікроорганізмів – 5,17 lg КУО/см³ води, *E. coli* – 2,79 lg КУО/см³ води, бактерій роду *Pseudomonas* – 2,97 lg КУО/см³ води і мікроміцетів – 3,25 lg КУО/см³ води. Ймовірно, у механічному фільтрі, внаслідок очищення води від крупних завислих часток, вивільняються глибоко приховані мікроорганізми, які потрапляють у середовище з вищим вмістом кисню і доступних розчинних поживних речовин, що сприяє інтенсивнішому їх росту і розмноженню.

Основним захистом УЗВ від надлишкових кількостей мікроорганізмів і санації рециркуляційної аквасистеми від патогенних мікроорганізмів є біологічний фільтр. Результати мікробіологічних досліджень води, відібраної з біологічного фільтру рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L. представлено на рисунку 6.

Аналізуючи представлені вище мікробіологічні показники видно, що у біологічному фільтрі знизилася, порівняно із мікрофлорою води відібраної з механічного фільтра, кількість усіх досліджуваних нами мікроорганізмів. Так, кількість МАФАНМ знизилася на 35,1%, психротрофних мікроорганізмів – на 32,3%, *E. coli* – на 38,3%, бактерій роду *Pseudomonas* – на 36,7% і мікроміцетів – на 29,8%. Слід відмітити, що завдяки дії біологічного фільтра створюються безпечні умови для води у всіх ділянках рециркуляційної аквасистеми

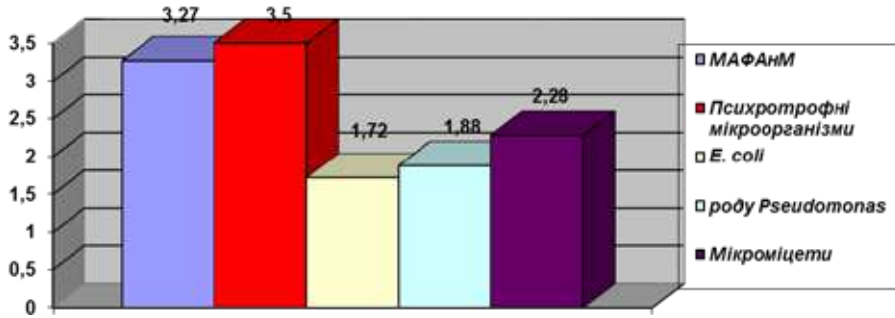


Рис. 6. Мікробіологічні показники води відібраної з біологічного фільтру рециркуляційної аквасистеми, за вирощування *Acipenser ruthenus* L., lg КУО/см³ води

Отже на підставі проведених нами досліджень встановлено, що у воді відібраній на виході із свердловини кількість МАФАНМ в середньому становила 12 КУО/см³ води, в той час як кількість психротрофів була майже у 3 рази вищою, порівняно із мезофілами, і становила 1,55 lg КУО/см³ води. У воді із градильні, за порівняння досліджуваних показників до води із свердловини, кількість МАФАНМ зросла на 84,3%, а психротрофних мікроорганізмів – на 41,3%. У воді з градильні вперше виявлено мікроміцети – 1,14 lg КУО/см³ води. Кількість МАФАНМ у воді на вході в басейн, порівняно із водою з градильні, зросла на 16,6%, психротрофних мікроорганізмів – на 14,6% і мікроміцетів – на 34,2%. У воді з басейну переважали психротрофні мікроорганізми. Так, їх кількість виявилася вищою у 1,03 рази, порівняно із кількістю МАФАНМ, у 2 рази, порівняно із кількістю *E. coli*, у 1,8 рази, порівняно із кількістю бактерій роду *Pseudomonas* і у 1,7 рази, порівняно із кількістю мікроміцетів. У воді відібраній з механічного фільтру кількість МАФАНМ становила 5,04 lg КУО/см³ води, психротрофних мікроорганізмів – 5,17 lg КУО/см³ води, *E. coli* – 2,79 lg КУО/см³ води, бактерій роду *Pseudomonas* – 2,97 lg КУО/см³ води і мікроміцетів – 3,25 lg КУО/см³ води. У воді відібраній з біологічного фільтру, порівняно із мікрофлорою води відібраної з механічного фільтра, кількість МАФАНМ знизилася на 35,1 %, психротрофних мікроорганізмів – на 32,3%, *E. coli* – на 38,3 %, бактерій роду *Pseudomonas* – на 36,7 % і мікроміцетів – на 29,8%.

SANITARY-MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF WATER OF THE RECYCLING AQUASYSTEM FOR THE GROWING OF *ACIPENSER RUTHENUS* L.

¹Grynevych N.E. – doctor Vet. Sciences, Professor,

²Semaniuk N.V. – candidate Vet. Sciences, Associate Professor,

³Svitelskyi M.M. – candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

¹Trofymchuk A.M. – candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

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

¹Prysiashniuk N.M. – candidate Vet. Sciences, Associate Professor,

¹Bila Tserkva National Agrarian University,

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,

³Polissya National University, Zhytomyr,
ihtiozoolog@ukr.net

Acipenser ruthenus L. is grown in ultrasound to ensure proper health, high growth and safety. Given the fact that RAS repeatedly uses the same water, the main emphasis is placed on its sanitary condition, in particular microbial contamination. Timely detection of excessive amounts of microorganisms or its individual representatives in the water makes it possible to take timely preventive measures to rehabilitate it. With this in mind, we studied the sanitary-microbiological parameters of water at all critical points of the recirculation aquasystem during the cultivation of *Acipenser ruthenus* L.

Studies have shown that the amount of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (MAFAnM) in the water taken from the well averaged 12 CFU/cm³ of water, while the number of psychrotrophs was almost 3 times higher than in mesophiles, and was 1.55 lg CFU/cm³ of water. In the water from the cooling tower, when comparing the studied indicators with the water from the well, the amount of MAFAnM increased by 84.3%, and psychrotrophic microorganisms – by 41.3%. Micromycetes were first detected in the water from the cooling tower – 1.14 lg CFU/cm³ of water. The amount of MAFAnM in the water at the entrance to the pool, compared with water from the cooling tower, increased by 16.6%, psychrotrophic microorganisms – by 14.6% and micromycetes – by 34.2%. Psychrotrophic microorganisms predominated in the pool water. Thus, their number was 1.03 times higher than the number of MAFAnM, 2 times higher than the number of *E. coli*, 1.8 times higher than the number of bacteria of the genus *Pseudomonas* and 1.7 times higher than the number of micromycetes. In the water selected from the mechanical filter, the amount of MAFAnM was 5.04 lg CFU/cm³ of water, psychrotrophic microorganisms – 5.17 lg CFU/cm³ of water, *E. coli* – 2.79 lg CFU/cm³ of water, bacteria of the genus *Pseudomonas* – 2.97 lg CFU/cm³ of water and micromycetes – 3.25 lg CFU/cm³ of water. In the water taken from the biological filter, compared with the microflora of the water taken from the mechanical filter, the amount of MAFAnM decreased by 35.1%, psychrotrophic microorganisms – by 32.3%, *E. coli* – by 38.3%, bacteria of the genus *Pseudomonas* – by 36.7% and micromycetes – by 29.8%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антипчук А.Ф., Кіреєва І.Ю. Водна мікробіологія. Київ, 2003. 310 с.
2. Бабич-Побережна А.А. Економіка світового виробництва і ринок білка. За ред. П.Т. Саблука. Київ, 2005. 782 с.
3. Вдовенко Н.М. Державне регулювання розвитку аквакультури в Україні: пріоритети та реалії. *Інвестиції: практика та досвід*. Київ, 2012. № 8. С. 105–107.
4. Гриневич Н.Є., Димань Т.М., Хом'як О.А., Присяжнюк Н.М., Мазур Т.Г. Моніторинг вмісту нітрифікуючих мікроорганізмів на різних наповнювачах біофільтра. *Водні біоресурси та аквакультура: науковий журнал*. 2020. № 2. С. 101–111. doi:10.32851/wba.2020.2.10
5. Гриневич Н.Є., Слюсаренко А.О., Хом'як О.А., Світельський М.М., Семанюк Н.В. Моніторинг основних параметрів ставової води задля одержання безпечної продукції за сумісного вирощування осетрових і корошових риб. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. 2021. Т. 23, № 94. С. 73–80. doi: 10.32718/nvlveta9414
6. Гриневич Н.Є., Хом'як О.А., Присяжнюк Н.М., Михальський О.Р. Аналіз гідротехнологічної складової індустріальних акваферм за замкнутого водопостачання. *Водні біоресурси та аквакультура: науковий журнал*. 2019. № 2. С. 59–76. doi.org/10.32851/wba.2019.2.5
7. Гудима Б.І. Проблеми і перспективи аквакультури в Україні. *Таврійський науковий вісник: збірник мат науково-практичної конференції, присвяченої 30-річчю кафедри рибництва Херсонського державного аграрного університету*. Херсон, 1998. Вип. 7. С. 103–108.
8. Мировое производство аквакультуры и основные направления развития пресноводной аквакультуры в странах Центральной и Восточной Европы за период 1984-1997 гг. *Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе : достижения и перспективы: мат. междунар. научно-практ. конференции (г. Киев 18-21 сентября 2000 г.)*. г. Киев, 2000. С. 120–123.
9. Національний стандарт України ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила відбирання. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53159
10. Національний стандарт України ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. URL: http://iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf
11. Смирнюк Н.І., Чернік В.В., Бабенко В.І. Економічна ефективність вирощування товарної риби у ВАТ «Чернігіврибгосп». *Рибогосподарська наука України*. 2011. № 1. С. 96–103.

12. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Рим. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций ФАО. 2010. 225 с.
13. Gendel Y. and Lahav O. (2013). A novel approach for ammonia removal from fresh-water recirculated aquaculture systems, comprising ion exchange and electrochemical regeneration. *Aquacultural Engineering*, Vol. 52, 27–38.
14. Grynevych N., Dyman T., Kukhtyn M. and Semaniuk, N. (2017). “Composition of psychrotrophic microflora of water and biofilter filler in recirculation aquaculture system on trout farm”. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, Vol. 8 (3), 900–905.
15. Stickney R.R. (2000). Recirculating water systems. In: *Encyclopedia of Aquaculture*. Edited by Stickney R.R., John Wiley and Sons, pp. 722–731.
16. Schreier H.J., Mirzoyan N. and Saito, K. (2010). Microbial diversity of biological filters in recirculating aquaculture systems. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 21, 318–325.
17. Vodianskyi 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

REFERENCES

1. Antypchuk A.F., Kirieieva I.Yu. (2003). *Vodna mikrobiologhiia* [Aquatic microbiology]. Kyiv. [in Ukrainian].
2. Babych-Poberezhna A.A. (2005). *Ekonomika svitovoho vyrobnytstva i rynek bilka* [Economics of world production and the plant market]. Kyiv. [in Ukrainian].
3. Vdovenko N.M. (2012). *Derzhavne rehuliuвання rozvytku akvakultury v Ukraini: priorytety ta realii* [State regulation of aquaculture development in Ukraine: priorities and realities]. *Інвестиції: практика та досвід*. Kyiv, no. 8, 105–107. [in Ukrainian].
4. Grynevych N.Ie., Dyman T.M., Khomiak O.A., Prysiazhniuk N.M., Mazur T.G. (2020). *Monitorynh vmistu nitryfikuiuchykh mikroorhanizmv na riznykh napovniuvachakh biofiltra* [Monitoring the content of nitrifying microorganisms on various biofilter fillers]. *Vodni bioresursy ta akvakultura: naukovyi zhurnal*, no. 2, 101–111. doi:10.32851/wba.2020.2.10. [in Ukrainian].
5. Grynevych N.Ie., Sliusarenko A.O., Khomiak O.A., Svitelskyi M.M., Semaniuk N.V. (2021). *Monitorynh osnovnykh parametriv stavovoi vody*

- zadlia oderzhannia bezpechnoi produktsii za sumisnoho vyroshchuvannia osetrovyykh i koropovyykh ryb* [Monitoring of the main parameters of pond water to obtain safe products for joint breeding of sturgeon and carp fish] *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho*, no. 94, 73–80. doi: 10.32718/nvlveta9414. [in Ukrainian].
6. Hrynevych N.Ie., Khomiak O.A., Prysiazhniuk N.M., Mykhalskyi O.R. (2019). *Analiz hidrotekhnolohichnoi skladovoi industrialnykh akvaferm za zamknutoho vodopostachannia* [Analysis of a hydrotechnological component of industrial aquaferms for a closed water supply]. *Vodni bioresursy ta akvakultura: naukovyi zhurnal*, no. 2, 59–76. doi.org/10.32851/wba.2019.2.5. [in Ukrainian].
 7. Hudyma B.I. (1998). *Problemy i perspektyvy akvakultury v Ukraini* [Problems and prospects of aquaculture in Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk: zbirnyk mat. naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoii 30-richchiiu kafedry rybnytstva Khersonskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*. Kherson, Vol. 7, 103–108. [in Ukrainian].
 8. *Myrovoe proyzvodstvo akvakultury y osnovnye napravleniya razvytyia presnovodnoi akvakultury v stranakh Tsentralnoi y Vostochnoi Evropy za peryod 1984-1997 hh.* (2000). [World production of aquaculture and the main directions of development of freshwater aquaculture in the countries of Central and Eastern Europe for the period 1984-1997]. *Presnovodnaia akvakultura v Tsentralnoi y Vostochnoi Evrope: dostyzhennia y perspektyvy: mat. mezhdunar. nauchno-prakt. konferentsyy (Kyiv 18-21 sentiabria 2000)*. Kyiv, 120–123. [in Ukrainian].
 9. DSTU 4808:2007. *Dzherela tsentralizovanoho pytneho vodopostachannia. Hihienichni ta ekolohichni vymohy shchodo yakosti vody i pravyla vidbyrannia* [Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and environmental requirements for water quality and sampling rules]. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53159 [in Ukrainian].
 10. DSTU 7525:2014. *Voda pytna. Vymohy ta metody kontroliuvannia yakosti* [Drinking water. Requirements and methods of quality control]. http://iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf [in Ukrainian].
 11. Smyrniuk N.I., Chernik V.V., Babenko V.I. (2011). *Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia tovarnoi ryby u VAT «Chernihivrybhosp»* [Economic efficiency of commercial fish farming in LTD "Chernihivrybhosp"]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 1, 96–103. [in Ukrainian].
 12. The State of World Fisheries and Aquaculture (2010). Rome. *Food and agriculture organization of the united nations FAO*.
 13. Gendel Y. and Lahav O. (2013). A novel approach for ammonia removal from fresh-water recirculated aquaculture systems, comprising ion exchange and electrochemical regeneration. *Aquacultural Engineering*, Vol. 52, 27–38.

14. Grynevych N., Dyman T., Kukhtyn M. and Semaniuk N. (2017). Composition of psychrotrophic microflora of water and biofilter filler in recirculation aquaculture system on trout farm. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, Vol. 8(3), 900–905.
15. Stickney R.R. (2000). Recirculating water systems. In: *Encyclopedia of Aquaculture*. Edited by Stickney R.R., John Wiley and Sons, 722–731.
16. Schreier H.J., Mirzoyan N. and Saito, K. (2010). Microbial diversity of biological filters in recirculating aquaculture systems. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 21, 318–325.
17. Vodianitskyi O., Potrokhov O., Hrynevych N., Khomiak O., Khudiyash Y., Prysiazhniuk N., Rud O., Sliusarenko A., Zagoruy L., Gutyj B., Dushka V., Maxym V., Dadak O., Liublin V. (2020). Effect of reservoir temperature and oxygen conditions on the activity of Na-K pump in embryos and larvae of perch, roach, and ruffe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 184–189. doi:10.15421/2020_83