УДК 639.3.043

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СТЕРЛЯДІ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНЕНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Микола СВІТЕЛЬСЬКИЙ[1], Оксана ІЩУК[2], Ігор СОКУЛЬСЬКИЙ[3],
Микола СЛЮСАР[4], Віталій МАМЧЕНКО[5]
[1,2,4,5] Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна
[3] Поліський національний університет, Житомир, Україна
[1]svitmm71@ukr.net, [2]ischuk_o@ukr.net, [3]sokulskiy_1979@ukr.net, [4]slusar_nv@ukr.net, [5]79mamchenko@gmail.com

Abstract. *The study aimed to assess the hydrochemical parameters of the aquatic environment and safety indicators of sterlet (Acipenser ruthenus L.) reared in a recirculating aquaculture system. The water was analyzed for pH, iron, nitrites, ammonia and ammonium ions, sulfates, chlorides, and permanganate oxidation. Product safety was assessed based on organoleptic, microbiological, toxicological, and radiological indicators. The investigated hydrochemical parameters remained within the established permissible levels. No pathogenic microorganisms were detected in sterlet meat, while the concentrations of toxic elements and radionuclides did not exceed the permissible limits. The findings confirm the potential of recirculating systems for rational water use and safe aquaculture production.*

Раціональне використання водних ресурсів є однією з визначальних умов сталого розвитку сучасної аквакультури [1]. Зростання потреби у продукції рибництва одночасно зі скороченням природних запасів водних біоресурсів,

погіршенням стану окремих водних екосистем та необхідністю економного використання води зумовлює пошук технологій, які дозволяють зменшити залежність виробництва від природних водойм [2, 3]. Водночас важливою складовою сталого розвитку аквакультури є отримання якісної та безпечної рибної продукції, що безпосередньо пов'язано зі станом водного середовища та дотриманням технологічних параметрів її вирощування [4]. Одним із перспективних напрямів є застосування установок замкненого водопостачання (УЗВ), у яких багаторазове використання води поєднується з можливістю регулювання основних параметрів середовища вирощування риби [5].

Раціональне використання водних ресурсів є однією з визначальних умов сталого розвитку сучасної аквакультури [6]. Зростання потреби у продукції рибництва одночасно зі скороченням природних запасів водних біоресурсів, погіршенням стану окремих водних екосистем та необхідністю економного використання води зумовлює пошук технологій, які дозволяють зменшити залежність виробництва від природних водойм [2, 6]. Одним із перспективних напрямів є застосування установок замкненого водопостачання (УЗВ), у яких багаторазове використання води поєднується з можливістю регулювання основних параметрів середовища вирощування риби [7].

Особливе значення такі технології мають для штучного вирощування цінних видів осетрових риб. Стерлядь (*Acipenser ruthenus L.*) є перспективним об'єктом інтенсивної аквакультури, водночас природні популяції цього виду потребують охорони [8]. Розвиток контрольованого вирощування стерляді може сприяти зменшенню навантаження на природні популяції та створенню стабільного джерела якісної товарної продукції. Однак ефективність функціонування УЗВ значною мірою визначається якістю води, оскільки в умовах її рециркуляції можливе накопичення продуктів метаболізму риб та компонентів корму [9]. Тому постійний контроль гідрохімічного режиму є необхідною складовою технології.

Метою дослідження було оцінити гідрохімічні параметри водного середовища та показники екологічної безпеки товарної стерляді, вирощеної в умовах установки замкненого водопостачання.

Дослідження проводили на базі ТОВ «СГФ «Інтеррибгосп». Матеріалом були проби води з басейнів УЗВ та стерлядь, вирощена в умовах замкненого водопостачання. Під час оцінювання стану водного середовища визначали pH, вміст заліза, нітритів, аміаку та іонів амонію, сульфатів і хлоридів, а також перманганатну окиснюваність. Відбір проб води та риби здійснювали відповідно до чинних нормативних документів [10, 11].

Якість вирощеної стерляді оцінювали за органолептичними та мікробіологічними показниками. Окрему увагу приділяли показникам екологічної безпеки продукції, зокрема вмісту токсичних елементів Cd, As, Hg і Pb та радіонуклідів 90Sr і 137Cs. Органолептичне оцінювання проводили з урахуванням вимог чинних стандартів [12, 13]. Визначення токсичних елементів та радіонуклідів проводили в Житомирській регіональній лабораторії Держпродспоживслужби.

Результати досліджень засвідчили, що за належного технологічного контролю в УЗВ можна підтримувати гідрохімічні характеристики водного середовища на рівні, сприятливому для вирощування стерляді. Величина pH води становила 7,2. Вміст заліза знаходився на рівні 0,09 мг/дм³, нітритів – 0,051 мг/дм³, аміаку та іонів амонію – менше 0,04 мг/дм³. Перманганатна окиснюваність становила 8,0 мг/дм³, концентрація сульфатів – 52,77 мг/дм³, хлоридів – 14,81 мг/дм³. Досліджені показники не перевищували відповідних нормативних значень.

Особливо важливим для функціонування рециркуляційної системи є контроль сполук азоту. Накопичення аміаку та нітритів може негативно впливати на фізіологічний стан риб, тому їх концентрація є одним з інформативних показників стабільності роботи УЗВ [2, 6]. За результатами наших досліджень вміст аміаку та іонів амонію не перевищував 0,04 мг/дм³, а нітритів становив 0,051 мг/дм³. Це свідчить про можливість підтримання належної якості води за дотримання технологічного режиму вирощування.

Оцінювання органолептичних показників підтвердило належний стан товарної стерляді. Поверхня тіла риб була чистою, із природним забарвленням та незначним шаром слизу. Стерлядь проявляла характерні ознаки життєдіяльності, природні рухи тіла та зябрових кришок. Механічних ушкоджень та візуальних ознак захворювань не встановлено. Очі були світлими і прозорими, забарвлення зябер відповідало природному стану риби. Отримані результати відповідали вимогам нормативних документів щодо якості живої риби [12, 13].

Важливою складовою дослідження було визначення вмісту токсичних елементів. Концентрація кадмію у м'ясі стерляді становила 0,04 мг/кг, ртуті – 0,004 мг/кг, свинцю – 0,01 мг/кг, а миш'яку – менше 0,1 мг/кг. За всіма дослідженими елементами встановлені концентрації не перевищували гранично допустимих рівнів. Отримані дані узгоджуються з необхідністю комплексного контролю безпечності продукції аквакультури [14].

Мікробіологічні дослідження також підтвердили безпечність отриманої продукції. У досліджуваних зразках не виявлено *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, бактерій групи кишкової палички та патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонел. Таким чином, за дослідженими мікробіологічними показниками м'ясо стерляді відповідало встановленим нормативним вимогам.

Результати радіологічного контролю показали, що активність 90Sr у м'ясі стерляді становила 3,5 Бк/кг за допустимого рівня 100 Бк/кг. Для 137Cs отримано значення 3,8 Бк/кг за допустимого рівня 130 Бк/кг. Отже, фактичний вміст досліджених радіонуклідів був значно нижчим від встановлених допустимих рівнів.

Отримані результати показують, що застосування установок замкненого водопостачання дає можливість поєднати інтенсивне вирощування цінних видів риб із контрольованим використанням водних ресурсів. Водночас ефективність таких систем безпосередньо залежить від дотримання технологічних параметрів,

насамперед постійного контролю гідрохімічного режиму та роботи систем очищення і рециркуляції води.

Використання УЗВ може розглядатися як перспективний напрям розвитку водоощадної аквакультури. Зменшення потреби у постійному залученні нових об'ємів води та можливість контролю її якості набувають особливої актуальності за умов зростання антропогенного навантаження на природні водні об'єкти та необхідності раціонального використання водних ресурсів.

Таким чином, досліджені гідрохімічні показники води в УЗВ при вирощуванні стерляді знаходилися в межах нормативних значень. Товарна риба відповідала нормативним вимогам за органолептичними та дослідженими мікробіологічними показниками, а концентрації токсичних елементів і радіонуклідів не перевищували допустимих рівнів. Отримані результати підтверджують перспективність використання рециркуляційних систем для вирощування стерляді та одержання безпечної продукції аквакультури за умови належного контролю якості водного середовища.

Список використаних джерел

1. Pytulyak, M., & Pytulyak, M. (2019). Modern state and peculiarities of using water resources of khmelnytskyi region. The scientific issues of ternopil volodymyr hnatiuk national pedagogical university. Series: geography, 47(2), 156–163. https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.3.19

2. Андрющенко, А. І., & Вовк, Н. І. (2014). Індустріальна аквакультура. Наука.

3. Sakharnatskyi, V. (2023). Ecological and economic assessment of the use of water resources of Ukraine in the context of sustainable development. Journal Balanced Nature Using, 3, 76 – 83. DoI: 10.33730/2310-4678.3.2023.287819

4. Prylipko, T. M. (2023). Main principles of regulatory regulation of the safety of fish products in the trade process. Herald of LUTE. Technical Sciences, 34, 55–59. https://doi.org/10.32782/2522-1221-2023-34-07

5. Fruscella, L., Passantino, A., & Kotzen, B. (2026). Fish Welfare in Recirculating Aquaculture Systems (RAS): The Imperative for Environmental Enrichment (EE). Animals : an open access journal from MDPI, 16(4), 635. https://doi.org/10.3390/ani16040635

6. Андрющенко, А. І., Вовк, Н. І., & Кондратюк, В. М. (2017). Технології прісноводної аквакультури. Т. ІІІ. Індустріальна прісноводна аквакультура. ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ».

7. Qiu, J., Shen, F., Zhang, Y., Zong, C., Guo, H., Zhang, D., & Chen, H. (2026). In Situ Recirculating Aquaculture System Improves the Growth Performance of Shrimp (Penaeus vannamei) via Shaping Diverse Bacterial Communities. Microorganisms, 14(2), 401. https://doi.org/10.3390/microorganisms14020401

8. Шевченко, В. Ю., & Чемодуров, О. В. (2020). Стерлядь та ленський осетер як об'єкти вирощування в УЗВ. У Інноваційні підходи до формування та управління антропогенними і природними екосистемами півдня України: матеріали науково-практичної інтернет-конференції (с. 24–25). ХДАУ.

9. Jafari Pastaki, N., Abdollahpour, H., & Falahatkar, B. (2025). Developmental responses of sterlet (Acipenser ruthenus) to temperature modulation with insights into