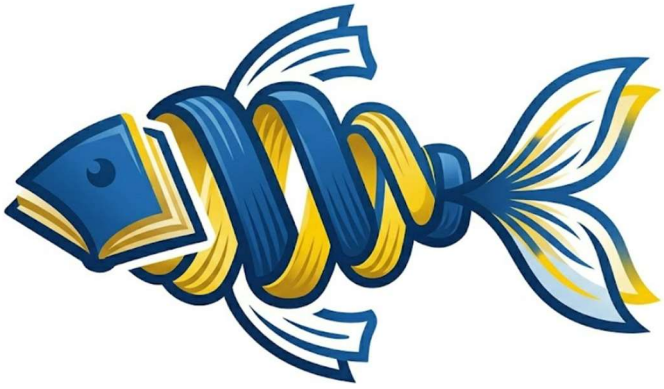
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

«СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АКВАКУЛЬТУРИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ»

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції

(*до 30-річчя кафедри аквакультури НУБіП України*)

26 березня 2026 року, м. Київ, Україна



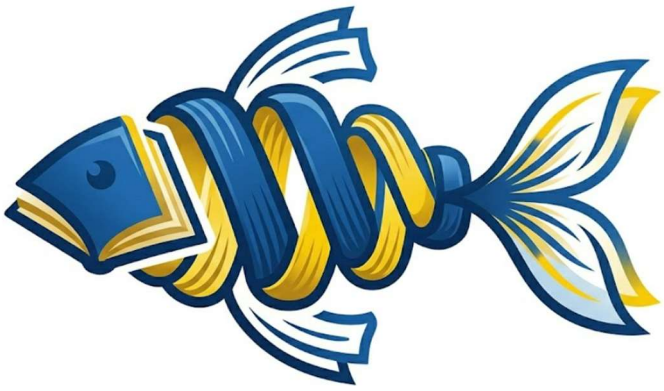
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES OF UKRAINE

“STATE AND PROSPECTS OF AQUACULTURE DEVELOPMENT UNDER GLOBAL CHALLENGES”

Materials of the International Scientific and Practical Conference

(*dedicated to the 30th anniversary of the founding of the Department of Aquaculture*)

March 26, 2026, Kyiv, Ukraine



УДК 639.3/.2:636.082/.085

Науково-організаційний комітет конференції

Редакційна колегія:

Міжнародна науково-практична конференція «Стан та перспективи розвитку аквакультури в умовах глобальних викликів» (до 30-річчя кафедри аквакультури НУБіП України), 26 березня 2026 року, м. Київ, Україна

У збірнику представлено результати наукових досліджень та практичних розробок, що охоплюють повний цикл функціонування аквакультури. Матеріали збірника становлять науково-практичну базу для фахівців галузі, висвітлюючи шлях від фундаментальних біологічних особливостей риб до складних технологічних рішень в умовах сучасних кризових явищ.

Всі матеріали друкуються в авторській редакції

This publication presents the results of scientific research and practical developments covering the entire cycle of aquaculture operations. The materials in this publication provide a scientific and practical foundation for industry professionals, tracing the path from the fundamental biological characteristics of fish to complex technological solutions in the context of current crises.

All materials are published in the authors' original versions

УДК 639.3/.2:636.082/.085
© Колектив авторів, 2026

ISBN 978-617-8830-76-2

ЗМІСТ/CONTENTS

1. Bulat Dm., Bulat Dn., Biletchi L. Challenges of pond fish farming – case study…… 6
2. Honcharova O., Can E., Boucetta S. Aquaculture: perspectives for sustainability……..... 9
3. Melnychenko S. General overview of fisheries activities in small reservoirs in southern Ukraine…… 12
4. Бузевич Г.І. Оцінка впливу на довкілля для підприємств інтенсивної аквакультури – аналіз європейського досвіду…… 15
5. Вербельчук С. П., Матковська С. І., Вербельчук Т. В. Сучасний стан та перспективи розвитку аквакультури Житомирської області…… 18
6. Головко А. А. Біологічні аспекти рибництва в сучасних умовах змін та адаптацій в умовах півдня України (огляд)……. 22
7. Драган Л. П., Михайленко Н. Г., Берсан Т. О., Колос О. М. Вплив кліматичних змін на стан рибогосподарських водойм України……. 25
8. Дробот Е. І. Тепловий стрес і адаптація коропа до мілководдя та швидких змін середовища…… 27
9. Жук М.М., Лавринюк О.О. Вплив гідрометеорологічних умов на промисел іклача в морі Росса…… 31
10. Ільченко М. О., Шаферівський Б. С. Рибництво України в умовах сучасних викликів: регіональний аспект Полтавщини……. 35
11. Коваленко В. О., Гриневич Н. Є., Ільчук І. І., Новохатко О. В. Оцінка ефективності використання насіння розторопші (*Silybum Marianum* L.) у складі комбікорму при вирощуванні кларієвого сома (*Clarias Gariepinus* B.) у рециркуляційній аквакультурній системі…… 39
12. Ковбаса М. Г. Питання біотехніки полікультури в аквакультурі кларієвого сома (*Clarias Gariepinus* Burchell, 1822) (огляд)……. 42
13. Козій О. М. Фіброз печінки *Rutilus Rutilus* Linnaeus, 1782 при техногенному навантаженні на водойми в умовах повномасштабної війни…….. 46
14. Кононенко І. С., Охріменко О. В., Кононенко Р. В., Халтурин М. Б. Перспективи використання ряски в аквакультурі: альтернативне джерело протеїну та інструмент екологічного моніторингу…… 49
15. Кононенко І.С. Питання благополуччя гідробіонтів в контексті сучасних викликів аквакультури…….. 53
16. Коноплій В. І., Халтурин М. Б. Технології культивування цихлазоми сальвіні (*Trichromis Salvini*) у штучних умовах…… 56
17. Корецький В.Д. Підвищення виживаності червоного каліфорнійського рака (*Procambarus Clarkii* Girard, 1852) шляхом використання листя дуба звичайного (*Quercus Robur* Linnaeus, 1753)…… 59
18. Коржов Є. І., Олешко А. С., Рудь О. О. Теоретичні засади формування рибопродуктивності природних водойм в залежності від стану літоралі…… 62
19. Красюк Ю. М., Леонтьєва Т. О., Крот Ю. Г. Біохімічна реакція зелених мікроводоростей (*Chlorophyta*) на різке охолодження та поступове відновлення температури……. 64
20. Кузнєцов Ю. В., Халтурин М. Б. Отруйний апарат (*Potamotrygon Motoro*) як чинник особливої небезпеки при акваріумному утриманні……. 67
21. Куріненко Г. А., Грициняк І. І., Остапчук М. С., Деренько А. В. Створення ефективної системи селекції та збереження генетичних ресурсів в коропівництві України…….. 70

22. Лобур А.Ю., Климковецький А.А. Роль гідромакрофітів, галофітів та фітопланктону у формуванні гідрохімічного режиму та процесах самоочищення водойм…… 73
23. Лошкова Ю. М., Реута Н.О. Екологічні особливості водойми степової зони України у зв'язку з її рибогосподарським використанням…… 75
24. Макаренко А. А., Легкобит А. М. Вплив антропогенних факторів і змін клімату на популяції цінних видів риб (огляд)…… 77
25. Макаренко А. А., Шевченко П. Г., Ратушний М. Д. Біобезпека та структурно-функціональні трансформації іхтіоценозів внутрішніх водойм України в умовах антропогенного впливу та воєнних викликів (огляд)……. 79
26. Марценюк А.В., Марценюк В.П. Використання складових рибної продукції в медицині та косметології……. 81
27. Матковська С. І., Вербельчук С. П. Сучасні тенденції вирощування господарсько цінних видів риб у Житомирській області…….. 84
28. Мозгова Д. І., Вовк Н. І. Технологічні особливості відтворення райдужної форелі (*Oncorhynchus Mykiss*)……... 87
29. Новіцький Р. О. Прикормки і атрактанти для риб у рекреаційному рибальстві…… 89
30. Олешко В. П., Гейко Л. М. Адаптаційні стратегії вирощування теплолюбних видів риб в умовах кліматичних змін природних водойм України…….. 93
31. Охріменко О.В., Клунок І.О. Презиційна аквакультура…… 97
32. Охріменко О.В., Корж Б.Є. Щука (*Esox Lucius*) як об'єкт рекреаційного рибальства…….. 99
33. Охріменко О.В., Олифіренко А.С. Нові технології в аквакультурі……... 102
34. Пилипенко Д.В., Охріменко О.В. Еколого-біологічні аспекти відтворення великоротого окуня (*Micropterus Salmoides* Lacépède, 1802) в природніх умовах…… 105
35. Потрохов О. С., Худіяш Ю. М., Кофонов К., Леуський М. В. Статева варіабельність деяких біохімічних показників риб з віддалених популяцій……... 108
36. Пукало П. Я. Оцінка впливу антропогенних чинників на відтворення аборигенної іхтіофауни в умовах техногенного навантаження…….. 112
37. Рудковський Є. А., Рудик-Леуська Н. Я. Використання IoT при вирощуванні коропів в Україні…… 115
38. Ткачук В. П., Шуляр А. Л., Шуляр А. Л., Мартинюк Я. Ю., Самков В. В., Лінкевич Д. О., Корнійчук М. В. Виробництво продукції аквакультури в умовах сьогодення……. 117
39. Шевченко В. Ю., Реута Н. О. Екологічні умови малих водосховищ півдня України на прикладі Данилівського водосховища……... 120
40. Шкляр С. С., Климковецький А. А. Вплив хронічного стресу на імунну відповідь та репродуктивний потенціал риб у замкнених системах…… 124
41. Шуляр А. Л., Шуляр А. Л., Звада С. А., Вікаренко Н. Є., Пасевич Я. А., Петрик К. В. Сталий розвиток виробництва продукції аквакультури……. 127

CHALLENGES OF POND FISH FARMING – CASE STUDY

Dm. Bulat, bulatdm@yahoo.com, ORCID ID 0000-0003-1134-7176, Moldova State University, Institute of Zoology, Chisinau
Dn. Bulat, bulat.denis@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-0591-3960, Moldova State University, Institute of Zoology, Chisinau
L. Biletchi, lucia.biletchi@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-5071-4189, Moldova State University, Institute of Zoology, Chisinau

Keywords: pond fish farming, water shortage, fish production, Prut River basin, Republic of Moldova.

An overview of the current state of pond fish farming in the northern part of the Prut River basin on the territory of the Republic of Moldova (*Glodeni, Falesti and Rascani districts) is presented. It was revealed that the fish farming sector, severely affected by the consequences of climate change, is traditionally focused on extensive and semi-intensive systems, with low production per unit area. The lack of permanent sources of water supply, degraded state of the hydrotechnical infrastructure, inadequate quality of water, use of low-quality stocking material and feeds, and pressure of ichthyophagous birds are listed among factors which significantly contribute to the decrease in fish production.*

Introduction. The research had the purpose to identify the state of pond fish farming in the Prut River basin – Moldovan part - by using a range of criteria: source of water supply, state of hydrotechnical constructions, applied technologies for fish rearing and reproduction, pond water quality, type and quality of stocking material and fish feeds.

Materials and methods. The state of pond fish farming in the three districts of the Republic of Moldova and namely Glodeni, Falesti and Rascani was analysed, based on the field observations from autumn of 2025 and discussion with farmers. All visited ponds are located in northern part of the Prut River basin.

Results and discussion. At the country level, approximately 39.7% (20507 ha) of the total surface of artificial water bodies are used for fish farming. Most fish farms practice traditional extensive or semi-intensive farming. Polyculture is applied for rearing of table fish, it being the most widespread and advantageous technique, as all links of the food chain are exploited. Ponds are stocked mainly with common carp, Prussian carp, Asian carps (silver carp, bighead carp and grass carp) and less often with zander, pike etc. Fish production is quite modest due to the technologies applied, but other factors have also led to a decrease of fish productivity in ponds.

I. Lack of reliable water supply. Most of ponds do not have reliable water supply sources, being fed only by atmospheric precipitation and sometimes by small rivers, which dry up during prolonged droughts. The water shortage further generates other problems. During the critical period of water shortage, when the beginning of fish mass mortality is detected, the farmers often use calcareous amendments (slaked and quicklime, chloride of lime) and aeration of the water using various means for bubbling, most frequently motor boats.

II. The degraded state of the hydrotechnical constructions. Most of the investigated ponds were drainable, having hydrotechnical constructions for water supply and discharge such as a monk or monk-outlets, but which were not functioning. The cause lies in the acute water deficit, which does not allow to reach the normal water retention level in ponds. As consequence, these constructions have not exploited for years and over time they deteriorated, requiring major repairs. Moreover, according to a modification from 2020 of the Law no. 149/2006 on the fish fund, fishing and fish farming, the water discharge is prohibited, except in cases of declaration by the Commission for Exceptional Situations of the Republic of Moldova of exceptional situations and cases of registration and eradication of fish diseases. Therefore, such pond maintenance measures as the regular full discharge of water from ponds,

their drying (at least once every ten years) and disinfecting with quicklime and chloride lime before being included in the circuit, were compromised.

III. Water quality not meeting the fish farming standards. Oxygen regime at critical lowest levels, formation of harmful gases, algal blooms (caused often by cyanophytes) are time to time registered in ponds. The problem is amplified by the acute water shortage, intense clogging, which sometime creates alarming situations. For example, in the case of Cuhnești pond (Glodeni district), due to poor conditions, the mass mortality of fish has been registered in the last two years. Moreover, the larvae, which were obtained in spring and used for pond stocking, grew very slowly and by autumn had an average individual weight of only 5 g. Thus, ensuring optimal conditions regarding temperature, dissolved oxygen, pH, etc., represents one of the most important factors during the technological cycle of fish farming.

IV. Lack of planning of fish production. In most of the investigated ponds, the amount of fish material introduced during stocking and the remaining one is often not recorded. The correlation of stocking volume with the production potential of the pond and its ecological state is still a challenge for some farmers.

V. The problem of purchasing fish stoking material. Pond owners are primarily guided by the principle of the lowest purchase price at the expense of the quality and origin of the stocking material. Thus, in most farms, the importance of using stocking material from specialized nurseries, which carry out works on genetic improvement, with particular emphasis on productive indices and high resistance to various diseases, is neglected.

VI. Use of feed of dubious quality. In the case of rearing the common carp the feeding is done with feed, which has a high conversion coefficient: broken grains, mill residues etc., and which are not fully utilized. Moreover, a balanced feed according to the content of proteins, carbohydrates, lipids, minerals, vitamins is not used.

VII. Combating ichthyophagous birds. During the rearing season, fish farmers are increasingly faced with high risks of compromising fish production due to the invasion of ichthyophagous birds, especially to the great cormorant, which has increased its population in the Republic of Moldova. In addition to the significant quantities they consume, they also serve as final hosts of some fish parasites.

It is worth to mention that the legal framework of the fish farming and aquaculture, in general, has been developed during the last years in the Republic of Moldova. For example, the Regulation on the Fund for the development of the aquaculture sector and the organisation of the market in fishery and aquaculture products entered into force in 2025 (Government Decision no. 251/2025). The policy framework will also be improved since the Strategic Program of the Aquaculture Sector for the years 2026–2030, which was at the stage of public consultations in 2025, will be approved. These are important tools in ensuring the sustainable development of fish farming in the Republic of Moldova.

Conclusions. Fish farming in the Republic of Moldova has a favourable legal framework, but its implementation is limited, and the potential of aquatic bodies is insufficiently exploited. The fish farming sector, severely affected by the consequences of climate change (acute water shortage), is traditionally focused on extensive and semi-intensive systems, with low production per unit area. The degraded state of the hydrotechnical infrastructure, inadequate quality of water and the faulty management of the technological process significantly contribute to the decrease in fish production. The use of low-quality stocking material and the increasing pressure of ichthyophagous birds further amplify the risks, highlighting the need to modernize and adapt this zootechnical branch, which is important in the context of ensuring the food security in the Republic of Moldova.

Funding: The research was carried out in the framework of the international project ROMD00578 – EcoFishFarm (The Interreg VI-A NEXT Romania-Republic of Moldova Programme 2021–2027, financed by the European Union and co-financed by the participating countries in the Programme).

ВИКЛИКИ ДЛЯ СТАВОВОГО РИБНИЦТВА – АНАЛІЗ КОНКРЕТНОГО ВИПАДКУ

Дм. Булат, bulatdm@yahoo.com, ORCID ID 0000-0003-1134-7176, Молдовський державний університет, Інститут зоології, Кишинів

Дн. Булат, bulat.denis@gmail.com , ORCID ID 0000-0003-0591-3960, Молдовський державний університет, Інститут зоології, Кишинів

Л. Більєтчі, lucia.biletchi@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-5071-4189, Молдовський державний університет, Інститут зоології, Кишинів

Ключові слова: ставове рибництво, дефіцит води, вирощування риби, басейн річки Прут, Республіка Молдова.

Представлено огляд сучасного стану ставового рибництва у північній частині басейну р. Прут на території Республіки Молдова (Глоденський, Фалешський та Рашканьський райони). Встановлено, що сектор рибництва, який сильно постраждав від наслідків зміни клімату, традиційно зосереджений на екстенсивних та напівінтенсивних системах з низькою продуктивністю на одиницю площі. Серед факторів, що суттєво сприяють зниженню рибного виробництва, зазначено відсутність постійних джерел водопостачання, зношений стан гідротехнічної інфраструктури, незадовільну якість води, використання низькоякісного посадкового матеріалу та кормів, а також тиск рибоїдних птахів.

0639.3/.6

AQUACULTURE: PERSPECTIVES FOR SUSTAINABILITY

O. Honcharova, anelsatori@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-9702-7458, Kherson State Agrarian and Economic University, Department of Water Bioresources and Aquaculture, Kherson, Ukraine

E. Can, ecanengineer@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-9440-7319, Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Izmir, Turkey

S. Boucetta, sabrine.boucetta@yahoo.com, ORCID ID 0000-0003-2562-5499, Department of Nature and Life Sciences, University of August 20, 1955, Skikda, Algeria

Keywords: aquaculture development vectors, problems, trends, technologies, optimization,

Aquaculture has become one of the fastest growing sectors in global food production, contributing significantly to food security, livelihoods, and the global economy. Currently, aquaculture supplies more than half of the fish consumed worldwide, and its importance is expected to increase further as capture fisheries face challenges related to overexploitation and climate change [1]. However, the rapid expansion of aquaculture has also raised sustainability concerns, including disease outbreaks, environmental pollution [2], inefficient feed utilization and resource depletion [3, 4]. To address these challenges, innovative technologies are required to transform aquaculture into a more efficient, eco-friendly, and resilient sector.

Feed accounts for the majority of total production costs in aquaculture, making nutrition a critical determinant of profitability and sustainability [5]. At the same time, challenges such as nutrient leaching, poor digestibility, and inefficient feed conversion ratios (FCR) reduce overall productivity. Nanotechnology provides innovative solutions to improve nutrient stability, bioavailability, and targeted delivery in aquafeeds.

Nanoparticles can encapsulate essential nutrients, protect them from degradation, and ensure controlled release, thereby enhancing fish growth, immunity, and overall performance. Nanotechnology-based feed formulations improve nutrient assimilation and reduce waste discharge [6]. Improved FCR (Feed Conversion Ratio): Fish fed nano-encapsulated nutrients show higher growth rates per unit of feed consumed [7]. Reduced Nutrient Leaching: Nano-coating of feed particles minimizes nutrient loss to water before ingestion. Environmental Benefits: lower nutrient excretion reduces eutrophication risks and improves sustainability of aquaculture systems [6].

The rapid advancement of nanotechnology and artificial intelligence (AI) is transforming modern aquaculture toward greater efficiency, sustainability, and precision. Both technologies complement each other, providing new tools for disease prevention, feed optimization, and environmental monitoring.

Nanotechnology offers innovative solutions through the development of nanoscale materials such as metallic nanoparticles (Ag, ZnO, TiO_2), polymeric nanoparticles (chitosan, PLGA), and lipid-based nanocarriers. These materials are applied as antimicrobial agents, vaccine carriers, biosensors, and nutrient delivery systems, improving fish health and growth performance [1].

Nanobiosensors, in particular, allow real-time detection of pathogens and toxicants in water, enabling rapid and targeted responses [5]. Artificial intelligence complements these advances by managing the vast datasets generated by sensors, imaging devices, and farm monitoring systems. Machine learning and deep learning models analyze fish behavior, detect disease symptoms, and predict stress events based on water quality or environmental (Fig.1 ,2).

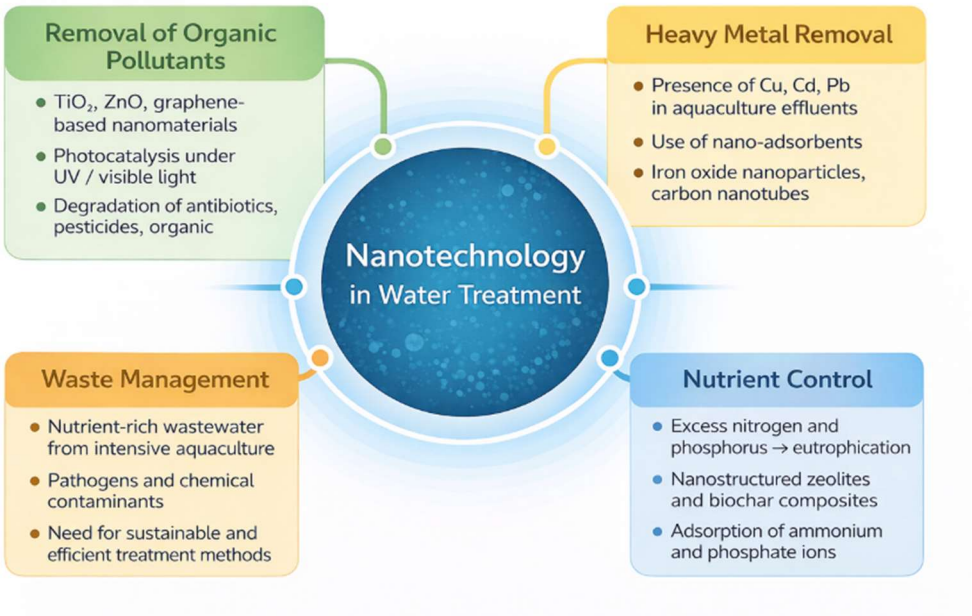


Fig.1 Schematic representation of key applications of nanotechnology in water treatment

When combined with digital technologies, eco-friendly feed formulations, and rigorous environmental management, nanotechnology has the potential to redefine sustainable practices in aquatic science. Its responsible application can lead to healthier fish, higher productivity, reduced environmental impacts, and safer food products for global consumers.



Fig.2 Key research directions of nanotechnology in sustainable aquaculture

By aligning nanotechnology innovations with sustainability principles, aquaculture can evolve into a resilient, efficient, and environmentally responsible food production system capable of meeting the growing global demand for aquatic products.

In conclusion, it can be stated that nanotechnology in aquaculture requires interdisciplinary expertise spanning materials science, microbiology, fish physiology, engineering. Collaborative projects and international partnerships are essential to accelerate innovation and ensure comprehensive evaluation of emerging technologies and their potential impacts.

REFERENCES

1. Sustainable Practices on Aquatic Sciences I / editors Can E., Seyhaneyildiz Can Ş // Livre de Lyon. 2025. 211
2. Martinez-Porchas M., Martinez-Cordova L. R. World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives // The Scientific World Journal. 2012. 389623. https://doi.org/10.1100/2012/389623
3. Aragão C., Cabano M., Colen R., Fuentes J., Dias J. Alternative formulations for gilthead seabream diets: Towards a more sustainable production // Aquaculture Nutrition. 2020. Vol. 26 (2), 444–455. https://doi.org/10.1111/ anu.13007
4. Troell M., Naylor R. L., Metian M., Beveridge M., Tyedmers P. H., Folke C., De Zeeuw A. Does aquaculture add resilience to the global food system? // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014. Vol. 111(37), 13257–13263. https://doi.org/10.1073/pnas.1404067111
5. Can E., Austin B., Steinberg C., Carboni C., Sağlam N., Thompson K., Ergün S. Best practices for fish biosecurity, well-being and sustainable aquaculture // Sustainable Aquatic Research. 2023. Vol. 2(3), P. 221–267 https://doi.org/10.5281/zenodo.10444855
6. Almeida C. F., Faria M., Carvalho J., Pinho E. Contribution of nanotechnology to greater efficiency in animal nutrition and production // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2024. Vol. 108(5), P. 1430-1452. https:// doi.org/10.1111/jpn.13973
7. Eissa M. E., Hendam B. M., ElBanna N. I., Aly S. M. Nano chitosan encapsulation of bee venom: a potential therapeutic strategy for enhancing tilapia health and resistance to Aeromonas hydrophila // Aquaculture International. 2025. Vol. 33(5), 368. https://doi.org/10.1007/s10499-025-02043-3

АКВАКУЛЬТУРА: ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

О. Гончарова, anelsatori@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-9702-7458, Херсонський державний аграрно-економічний університет, кафедра водних біоресурсів та аквакультури, Херсон, Україна

Е. Кан, ecanengineer@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-9440-7319, Університет Еге, Факультет рибного господарства, кафедра аквакультури, Ізмір, Туреччина

С. Бучетта, sabrine.boucetta@yahoo.com, ORCID ID 0000-0003-2562-5499, кафедра природничих та біологічних наук, Університет 20 серпня 1955 року – Скікда, Алжир

Ключові слова: вектори розвитку аквакультури, проблеми, тенденції, технології, оптимізація,

Аквакультура стала однією з галузей світового виробництва продовольства, що найшвидше розвиваються, роблячи значний внесок у продовольчу безпеку, забезпечення засобів до існування та світову економіку. Наразі аквакультура забезпечує понад половину риби, що споживається у світі, і очікується, що її значення буде зростати, оскільки промислове рибальство стикається з проблемами, пов'язаними з надмірною експлуатацією ресурсів та зміною клімату. Однак стрімке розширення аквакультури також викликало занепокоєння щодо її сталого розвитку, зокрема щодо спалахів хвороб, забруднення довкілля, неефективного використання кормів та вичерпання ресурсів. Для вирішення цих проблем необхідні інноваційні технології, які перетворять аквакультуру на більш ефективний, екологічний та стійкий сектор.

639.3:556.5(477.7)

GENERAL OVERVIEW OF FISHERIES ACTIVITIES IN SMALL RESERVOIRS IN SOUTHERN UKRAINE

S. Melnychenko, melnychenko_s@ksaeu.kherson.ua, ORCID ID 0000-0002-5940-7943, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

Keywords: small reservoirs, fisheries, fish farming, natural food base, sustainable development, biodiversity, regulatory measures, water resources.

The relevance of the study is due to the growing role of small reservoirs in ensuring food security and the development of the fisheries sector of Ukraine in the context of limited natural resources and climate change. Of particular importance is the analysis of the state and dynamics of fish catch in small reservoirs of southern Ukraine, which are characterized by favorable natural and climatic conditions and high potential for the development of fisheries. At the same time, the instability of catch indicators, as well as the impact of global warming, necessitate a rethinking of approaches to the management of aquatic bioresources. Increasing environmental challenges and the need to preserve biodiversity make the implementation of the principles of sustainable and environmentally safe fisheries relevant.

In the course of the study, statistical materials of the State Statistics Service of Ukraine on the dynamics of fish catch in small reservoirs of Ukraine from 2016 to 2020 were analyzed (Fig. 1).

From Figure 1, we see that in the period from 2016 to 2020, fish catch in small reservoirs of Ukraine has unstable trends: in 2016, fish catch is 3.5 thousand tons; by 2018, it decreases to 2.9 thousand tons; starting from 2019, fish catch in small reservoirs begins to increase and already in 2020 it is 3.3 thousand tons.

Thus, the analyzed statistical materials indicate that over the past five years, fish catch in small reservoirs of Ukraine has had unstable trends, but after a significant decline in 2018, it is still gradually beginning to increase.

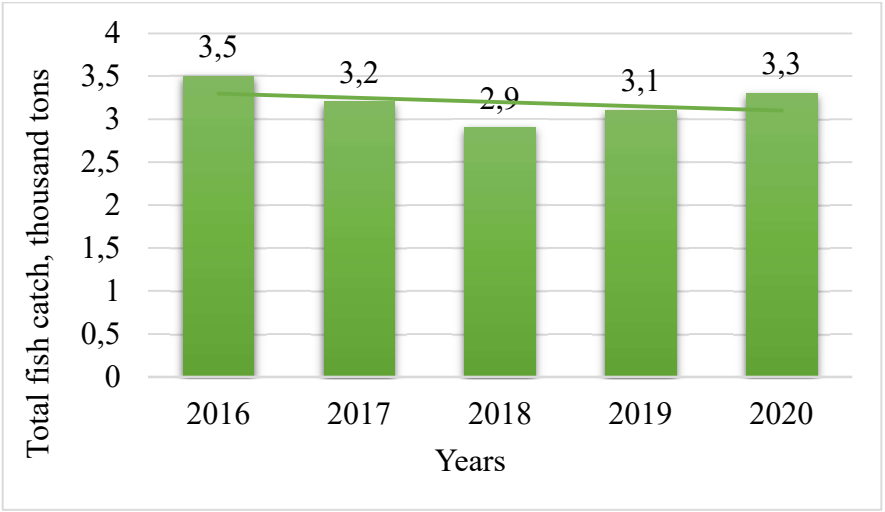


Fig. 1. Dynamics of fish catch in small reservoirs of Ukraine from 2016 to 2020
Developed by the author for [1–2]

Similar to the all-Ukrainian dynamics of fish catch, there are dynamics in the southern socio-economic region of Ukraine (Fig. 2).

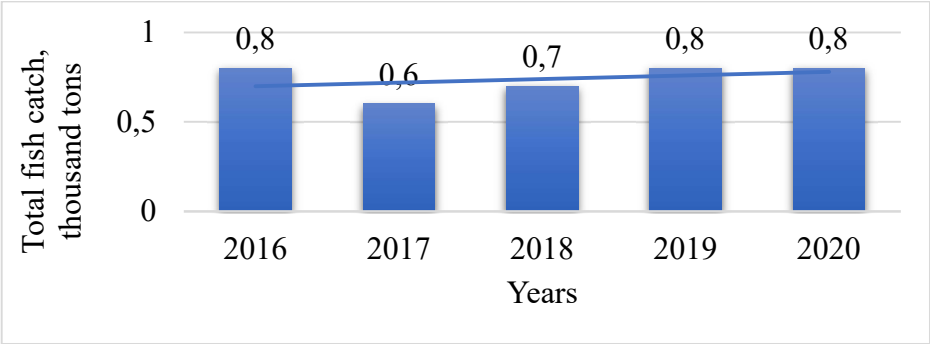


Fig. 2. Dynamics of fish catch in small reservoirs of southern Ukraine from 2015 to 2020
Developed by the author for [1–2]

Thus, it was found that during 2016–2020, the volume of fish catch in small reservoirs of southern Ukraine has slight negative fluctuations, but already in 2020 it will increase to the level of catch in 2016. As of 2020, there are 124 small reservoirs in southern Ukraine, which is 11.6% of the total number of reservoirs in Ukraine. Known scientific studies indicate that small reservoirs in southern Ukraine have the highest level of development of the natural food base compared to small reservoirs in other socio-economic regions of Ukraine. Such a level of development of the natural food base of small reservoirs in southern Ukraine is to some extent associated with higher temperature indicators compared to other regions of Ukraine, which is quite favorable for the development of plankton formations in this type of reservoirs [3–4].

It should be noted that in recent years, small reservoirs of southern Ukraine have become even more attractive for fisheries exploitation, which is associated with global climate change. Due to the gradual warming of the climate, the air temperature in southern Ukraine is gradually increasing, which has a positive effect on the duration of the growing season and the development of the natural food base in small reservoirs. Given that small reservoirs of southern Ukraine have high potential in terms of their fisheries exploitation, fish farming in them needs to be increased. To do this, it is necessary to develop a number of measures at all territorial levels: national, regional and local. These should be regulatory, legal and environmental measures. Regulatory measures should aim to regulate fisheries activities in small reservoirs at all territorial levels. Regulatory and legal measures should be based on regulatory indicators of fish catch from this type of reservoir and legal regulation of fisheries activities in small reservoirs [5].

Fish farming on small reservoirs in southern Ukraine should be not only effective, but also safe from an ecological point of view. Effective and environmentally safe fish farming on small reservoirs in southern Ukraine requires compliance with a number of principles aimed at preserving the natural environment and ensuring sustainable development of the fishing industry. The main principles of environmentally safe fish farming on small reservoirs in southern Ukraine include the following [6–9]:

–rational use of adjacent land plots around small reservoirs. This principle usually means that land plots near small reservoirs should be equipped with all the infrastructure necessary for fish farming, in particular: places for fishing, paths, parking, etc. At the same time, all infrastructure near small reservoirs should be built taking into account the norms of environmentally safe nature use in order to avoid pollution of this type of water bodies;

–ensuring the preservation of biodiversity of small reservoirs. This principle means that fish farming in artificial reservoirs should be carried out taking into account all environmental standards and not harm the biodiversity of small reservoirs. That is, the fish stock of small reservoirs should be maintained at a stable level in order to avoid, on the one hand, overpopulation of artificial reservoirs, and, on the other hand, the death of aquatic organisms;

–application of environmentally safe technologies in the process of fish farming. Fish farming activities on small reservoirs should be carried out using safe methods and technologies that would simultaneously ensure high quality of marketable fish and minimize the impact on the aquatic ecosystem.

The conducted study showed that fisheries activities in small reservoirs of southern Ukraine are characterized by unstable dynamics of fish catch, in particular, a decline in 2018 and further gradual

recovery in subsequent years. It was established that the natural and climatic conditions of the region, in particular, increased temperature indicators, contribute to the formation of a powerful natural food base, which creates the prerequisites for the effective development of fish farming. It was substantiated that climate change has both challenges and additional opportunities for the fishery use of small reservoirs due to the extension of the growing season. It was determined that the further development of the industry requires improving the system of state regulation, in particular the implementation of complex regulatory and legal mechanisms. The need to ensure the environmental safety of fish farming by preserving biodiversity and implementing environmentally safe technologies was proven. It was summarized that the effective use of the potential of small reservoirs of southern Ukraine is possible provided that economic feasibility and the principles of sustainable nature management are combined.

REFERENCES

1. Extraction of aquatic bioresources. (n.d.). State Statistics Service of Ukraine. https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/rg/rg_u/arh_dvbr_reg_u.

2. Information on the state and volume of fish stocks in water bodies where commercial fishing is carried out. State Agency of Land Reclamation and Fisheries of Ukraine. https://darg.gov.ua/_vidkriti_dani_0_1000_

3. Bugaychuk, V. M. (2016). Growing fish in small reservoirs. Bulletin of Agrarian Science, 9, 74-77.

4. Gavrilyuk, V. G., Krasnopolsky, V. A., & Krasnopolskaya, L. V. (2018). Technology of fish farming in small reservoirs. Bulletin of Agrarian Science, 6, 19-23.

5. Korost, A. O. (2016). Features of fish farming in small reservoirs. Fish farming technologies, 4, 26-29.

6.Melnychenko, S. (2023). Fish farming in small reservoirs of southern Ukraine: analysis of catch dynamics, problems and development prospects. Water Biological Resources and Aquaculture, 2 (14), 19 - 28, https://doi.org/10.32782/wba.2023.2.2.

7. Melnychenko, S., Bohadorova, L., Okhremenko, I., Kozychar, M., & Reznikova, V. (2024). The dynamics of catching aquatic bioresources in the south of Ukraine: Analysis, challenges and prospects for their solution in the context of sustainable development. Scientific Horizons, 27(8), 158-167. 10.48077/scihor8.2024.158.

ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД РИБОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА МАЛИХ ВОДОСХОВИЩАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

С. Г. Мельниченко, melnychenko_s@ksaeu.kherson.ua, ORCID ID 0000-0002-5940-7943, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон – Кропивницький

Ключові слова: малі водосховища, рибогосподарська діяльність, рибництво, природна кормова база, сталий розвиток, біорізноманіття, регулятивні заходи, водні ресурси.

Здійснено узагальнений огляд рибогосподарської діяльності на малих водосховищах півдня України на основі аналізу статистичних даних щодо динаміки вилову риби у 2016–2020 роках. Встановлено, що обсяги вилову риби мають нестабільний характер із тенденцією до зниження у 2018 році та поступового відновлення у 2019–2020 роках. Доведено, що малі водосховища півдня України характеризуються сприятливими природно-кліматичними умовами та високим рівнем розвитку природної кормової бази, що підвищує їх потенціал для рибогосподарського використання. Обґрунтовано вплив кліматичних змін на підвищення ефективності функціонування таких водойм через збільшення тривалості вегетаційного періоду. Зроблено висновок про доцільність розвитку рибництва на малих водосховищах півдня України як складової сталого розвитку рибної галузі.

639.3:[504.05:061.1ЄС]

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ІНТЕНСИВНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ – АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ

Г. І. Бузевич, glebbuzevic@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН України, м. Київ

Ключові слова: інтенсивна аквакультура, обсяг виробництва, оцінка впливу на довкілля.

На сьогодні в Україні встановлений мінімальний обсяг виробництва продукції аквакультури, при якому є обов'язковою проведення оцінки впливу на довкілля (ОВД), визначений на рівні 10 т, у відповідності до частини третьої статті 3 Закону України "Про оцінку впливу на довкілля". Враховуючи, що вказана процедура є достатньо тривалою та вартісною, виникає питання щодо її обгрунтованості, зокрема в контексті наявного міжнародного досвіду, особливо враховуючи активну гармонізацію вітчизняного законодавства в сфері рибного господарства із законодавством Європейського Союзу.

Головною складовою екологічних ризиків при функціонуванні підприємств інтенсивної аквакультури є надходження у навколишнє середовище зворотних вод, забруднених внаслідок зверхщільних посадок та використання засобів інтенсифікації. Основними забруднюючими речовинами, які містяться у використаних для інтенсивного риборозведення водах, є біогенні елементи (насамперед мінеральний азот та фосфор) та органічні речовини (залишки кормів, метаболіти риб), які не є специфічними токсикантами і апріорі можуть включатися у природні продукційно-деструкційні процеси у водних екосистемах як за випасними так і детритними ланцюгами живлення. При цьому ступінь екологічного ризику значною мірою залежить від якості води у водоприймачі, зокрема для мезотрофних водних об'єктів надходження біогенних елементів певною мірою буде спричинювати стимулюючу дію для формування біопродукційних показників. Враховуючи сучасні тенденції до збільшення сегменту рециркуляційних аквакультурних систем та інших екоінженерних рішень щодо утилізації побічних продуктів при вирощуванні риби, можна зробити висновок про відсутність системних екологічних ризиків при здійсненні інтенсивної аквакультури.

Документом, який безпосередньо регламентує водоспоживання та водовідведення для виробничих потреб, є дозвіл на спеціальне використання водних ресурсів. Для кожного водовипуску встановлюються норми гранично допустимого скиду (ГДС), які визначаються на підставі як складу зворотних вод, так і загального екологічного фону у водному об'єкті-приймачі. Відповідно, діюча нормативна база встановлює чіткі кількісні вимоги до якісного складу зворотних вод, які забезпечують локалізацію негативного впливу на довкілля.

У відповідності до статті 4 Директиви 2011/92/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 13.12. 2011 р. "Про оцінку впливу деяких державних і приватних проектів на навколишнє середовище", інтенсивне рибництво відноситься до видів діяльності, який не підлягає обов’язковій оцінці впливу на довкілля (ОВД); його необхідність визначається на національному рівні, зокрема з використанням порогових значень певних показників. При цьому аналіз природоохоронного законодавства свідчить про відсутність єдиного «загальноєвропейського» підходу навіть на рівні вибору цих показників, напроти загальною практикою країн ЄС у вирішенні даного питання є встановлення національних вимог, які враховують як екологічні, так і соціально-економічні чинники. Так, у Польщі обов’язковою є процедура ОВД для підприємств з рибопродуктивність за коропом більше 4 т/га; для форелі - 1 т при водоспоживанні 1 л/с [1]. В Німеччині обов’язкова ОВД визначена лише для підприємств з виробничою потужністю не менше 1000 т на рік, разом з тим для менших обсягів передбачена можливість здійснення попереднього аналізу конкретного проекту с урахуванням специфіки місця проведення робіт [2]. В Австрії спрощеній процедурі ОВД підлягають підприємства потужністю більше 300 т на рік (в районах, що охороняються – 150 т) [3]. В Чехії інтенсивне рибництво віднесено до II (необов’язкової) категорії з пороговим значенням густоти посадки 3000 річників/га [4].

В Румунії підприємства інтенсивного рибництва не віднесені до об’єктів, для яких процедура ОВД є обов’язковою, рішення щодо її проведення приймається на підставі індивідуального розгляду [5]. В Угорщині обов’язковій процедурі ОВД підлягає діяльність з інтенсивного риборозведення в садках та ставах, розташованих у природоохоронних зонах національного значення, що охороняються на національному рівні; для інших підприємств рішення щодо необхідності ОВД приймається на підставі попереднього дослідження [6]. В Іспанії спрощена процедура ОВД застосовується для об’єктів інтенсивного рибництва з виробничою потужністю більше 500 т/рік. У відповідності до додатку до ст. R122-2 Екологічного Кодексу Франції, підприємства інтенсивної аквакультури не внесені до переліку проектів, які підлягають обов'язковій екологічній оцінці. Таким чином, аналіз досвіду країн ЄС показує, що підприємства інтенсивної аквакультури не належать до групи екологічних ризиків, а їх кількісна регламентація характеризується достатньо високим (з виробничої точки зору) пороговим рівнем.

Діючий в Україні мінімальний рівень обсягів виробництва – 10 т, у порівнянні з іншими країнами є дуже низьким, що негативно впливає на економічний фон розвитку малих та середніх підприємств аквакультури. При встановленні порогових значень для таких підприємств необхідно брати до уваги, що, як зазначалось вище, в Україні для них в обов’язковому порядку встановлюються і періодично оновлюються норми гранично-допустимого скиду, які враховують асиміляційну здатність конкретного водного об’єкту. ОВД у даному випадку буде мати характер загальної попередньої оцінки, яка, на наш погляд, повинна застосовуватися до підприємств з дійсно великими обсягами виробництва, діяльність яких може перевищити буферну ємність навіть стабільних водних екосистем та їх спроможність до самовідновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. W sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, § 3.1.106. URL: https://surl.li/zfnljl.
2. Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung:BGBl.2021,565–582URL: https://surl.li/yblrcz.
3. Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit. Anhang 1. Z 44 : Bundesrecht konsolidiert URL: https://surl.li/tkujbl.
4. Zákon č. 100/2001 Sb o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů. Příloha č. 1, №70. URL: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-100.
5. Hotărârea Guvernului nr. 445/2009 privind evaluarea impactului anumitor proiecte publice şi private asupra mediului. Art. 9, An. 2. URL: https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/135436.
6. A Kormány 314/2005. (XII. 25.) Korm. Rendelete a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról. Magyar Közlöny; Number: 2005/168.; Publication date: 25/12/2005; Page number: 11089-11120. URL: https://surl.li/bzzwgt.
7. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, Anexo II. URL: https://surl.li/bltghi.

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT FOR INTENSIVE AQUACULTURE ENTERPRISES – ANALYSIS OF EUROPEAN EXPERIENCE

G. Buzevych, glebbuzevic@gmail.com, Institute of Fisheries of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: intensive aquaculture, production volume, environmental impact assessment

The results of a review of European legislation are presented, which regulates the mandatory conduct of an environmental impact assessment procedure depending on the production capacity of aquaculture enterprises. It is shown that in all countries this type of activity does not belong to the group of environmental risks. The quantitative indicators of the minimum production volumes in the EU countries significantly exceed the norm established in Ukraine. Given the availability of additional means of environmental impact control in intensive aquaculture, the current indicator – 10 tons per year

needs to be revised upwards. It is advisable to establish differential norms taking into account the type of enterprise and the state of water bodies into which return waters are discharged.

631.495:636.6:338.48

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АКВАКУЛЬТУРИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

С. П. Вербельчук, verba5551@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-1136-5617, Поліський національний університет, м. Житомир

С. І. Матковська, svitlana.matkovska@polissiauniver.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-8019-5498, Поліський національний університет, м. Житомир

Т. В. Вербельчук, tetiana.verbelchuk@polissiauniver.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-7334-4507, Поліський національний університет, м. Житомир

Ключові слова: аквакультура, ставове рибництво, рибопосадковий матеріал, короп, рослиноїдні риби, Житомирська область, полікультура, продуктивність.

Вступ та актуальність досліджень. Аквакультура є важливою складовою рибного господарства та відіграє значну роль у забезпеченні продовольчої безпеки, ефективному використанні водних біоресурсів і виробництві високоякісної білкової продукції тваринного походження. У сучасних умовах розвитку аграрного сектору України галузь аквакультури розглядається як перспективний напрям диверсифікації виробництва та підвищення економічної стійкості сільських територій [1]. Світові тенденції свідчать про стабільне зростання виробництва продукції аквакультури, що зумовлено збільшенням попиту на рибну продукцію та обмеженістю природних рибних ресурсів [2].

За даними міжнародних досліджень, аквакультура забезпечує понад половину обсягів рибної продукції, що споживається населенням світу, і продовжує залишатися одним із найбільш динамічних секторів агропродовольчого виробництва [2]. В Україні розвиток цієї галузі має значний потенціал, що пов’язано з наявністю значного водного фонду, сприятливими природно-кліматичними умовами та можливістю впровадження сучасних технологій вирощування риби.

Водночас розвиток аквакультури супроводжується низкою проблем, серед яких зношеність гідротехнічних споруд, недостатній рівень інвестиційної підтримки, обмежене впровадження інноваційних технологій вирощування риби та недостатня ефективність використання кормових ресурсів [3]. Вирішення цих проблем потребує впровадження сучасних підходів до організації виробництва, удосконалення систем годівлі риби та підвищення ефективності використання природної кормової бази водойм.

Особливо актуальними ці питання стали в умовах воєнного стану, коли виробничі процеси у рибному господарстві зазнали значних змін. Скорочення обсягів зариблення, ускладнення логістичних процесів, нестача кормів та обмеження доступу до окремих водних об’єктів негативно вплинули на розвиток галузі. Незважаючи на це, аквакультура залишається одним із перспективних напрямів аграрного виробництва, що здатний забезпечувати стабільне постачання рибної продукції на внутрішній ринок [1].

Житомирська область характеризується значним потенціалом розвитку аквакультури завдяки наявності великої кількості водних об’єктів. У регіоні функціонують басейни річок Дніпра та Прип’яті, зокрема річки Тетерів, Случ, Уж та інші. Загальна протяжність річкової мережі становить понад 13,7 тис. км, а водний фонд включає 53 водосховища та близько 2075 ставків, що створює сприятливі умови для розвитку товарного рибництва [4, 5].

Разом з тим ефективність використання водного фонду не повною мірою відповідає потенціалу регіону, що обумовлює необхідність проведення комплексного аналізу сучасного стану аквакультури та визначення перспектив її подальшого розвитку. Крім того, сучасний розвиток галузі потребує активного впровадження інноваційних та цифрових технологій управління виробничими процесами, що дозволить підвищити ефективність використання водних біоресурсів і забезпечити сталий розвиток рибогосподарського виробництва [6].

Мета дослідження. Метою дослідження є аналіз сучасного стану аквакультури Житомирської області, оцінка виробничих показників та ефективності використання водних ресурсів, а також визначення основних тенденцій розвитку галузі та перспектив її удосконалення.

Методи дослідження. Методологічною основою дослідження є системний підхід до аналізу функціонування рибогосподарських підприємств регіону. У процесі роботи використано статистичні, аналітичні та порівняльні методи дослідження, що дозволили оцінити динаміку виробничих показників аквакультури за період 2022–2025 років.

Інформаційною базою дослідження стали статистичні дані Управління Державного агентства з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Житомирській області, матеріали наукових публікацій та аналітичних звітів щодо розвитку рибного господарства України [5].

Результати досліджень. Аналіз стану аквакультури Житомирської області свідчить, що регіон має значний водний фонд, який використовується для вирощування рибопосадкового матеріалу та товарної риби. Основу виробничої структури становлять вирощувальні та нагульні ставки, які забезпечують більшу частину виробництва продукції.

У 2022–2024 роках загальна площа ставів, що перебували в експлуатації, коливалася в межах 1915–2367 га. Найбільшу частку водного фонду займають вирощувальні ставки, площа яких у 2024 році становила 1946,3 га, що на 30 % більше порівняно з 2023 роком. Нагульні ставки використовувалися на площі 315–482 га, що забезпечує можливість вирощування товарної риби.

Загальний фонд водних площ у регіоні демонструє тенденцію до поступового зростання. Якщо у 2022 році він становив 2688,7 га, то у 2024 році перевищив 3000 га, що свідчить про поступове розширення виробничих потужностей рибницьких господарств.

Аналіз виробництва товарної продукції аквакультури показує, що традиційними об’єктами вирощування залишаються короп, товстолобик, білий амур та карась сріблястий. У 2022 році обсяги виробництва коропа становили понад 352 т, проте у 2024 році вони зменшилися до 303 т, що пояснюється впливом воєнних умов та зниженням обсягів зариблення.

Водночас спостерігається зростання виробництва окремих видів риб. Зокрема, обсяги вирощування гібридів товстолобиків у 2024 році збільшилися на 75 %, а білого амура – майже на 18 % порівняно з 2022 роком. Такі зміни свідчать про переорієнтацію господарств на більш рентабельні та швидкоростучі види риб, що відповідає сучасним тенденціям розвитку аквакультури [3].

Позитивною тенденцією є також збільшення обсягів вирощування хижих видів риб. Зокрема, маса щуки у 2024 році зросла на 40 %, а сома європейського – на 20 %, що свідчить про диверсифікацію виробництва та розширення видового складу об’єктів аквакультури.

За попередніми оцінками, у 2025 році загальний обсяг виробництва продукції аквакультури у Житомирській області перевищив 90 т, що на 8–10 % більше, ніж у 2024 році. При цьому зросли обсяги вирощування рослиноїдних видів риб, зокрема товстолобика та білого амура, що пояснюється їх високою продуктивністю та ефективним використанням природної кормової бази ставів [1].

Важливим фактором розвитку аквакультури є діяльність Управління Державного агентства з розвитку меліорації та рибного господарства, яке здійснює контроль за використанням водних біоресурсів, організовує заходи із зариблення водойм та координує роботу суб’єктів господарювання [5].

Висновки та перспективи. Проведений аналіз показав, що аквакультура Житомирської області має значний потенціал розвитку, зумовлений наявністю великого водного фонду та сприятливими природно-кліматичними умовами.

Встановлено, що у 2022–2024 роках галузь зазнала значних змін під впливом воєнних та економічних факторів, що призвело до скорочення виробництва традиційних видів риб, зокрема коропа та товстолобика білого. Водночас відбулося зростання обсягів вирощування більш рентабельних видів, таких як гібриди товстолобиків, білий амур, щука та сом.

Позитивною тенденцією є поступове розширення площ ставів, які перебувають в експлуатації, а також диверсифікація видового складу об'єктів аквакультури.

Перспективи розвитку галузі пов'язані з модернізацією гідротехнічних споруд, впровадженням інноваційних технологій вирощування риби, розширенням полікультури та активним використанням цифрових систем управління рибогосподарською діяльністю [4].

Подальший розвиток аквакультури в регіоні можливий за умови посилення державної підтримки, залучення інвестицій та підвищення ефективності використання водних ресурсів, що сприятиме зміцненню продовольчої безпеки та сталому розвитку рибного господарства Житомирської області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Виробництво та реалізація товарної продукції аквакультури в Україні / О. О. Лавринюк, Д. В. Лісогурська, Т. В. Вербельчук, В. В. Борщенко. *Водні біоресурси та аквакультура.* 2025. № 1(17). С. 123–132. https://doi.org/10.32782/wba.2025.1.11
2. The state of world fisheries and aquaculture. Measures to improve resilience. Rome : FAO, 2020. 205 p.
3. Аналіз сучасних тенденцій та перспектив розвитку годівлі риб в аквакультурі України / Лавринюк О. О., Матковська С. І., Вербельчук Т. В., Вербельчук С. П., Кобернюк В. В. *Водні біоресурси та аквакакультура*. 2025. № 2(18). С. 39–63. https://doi.org/10.32782/wba.2025.2.3
4. Виробництво продукції аквакультури збільшилося на 22 %. Житомирський рибоохоронний патруль: вебсайт. URL: https://zt.darg.gov.ua/_virobnictvo_produkciji_0_0_0_1629_1.html (дата звернення: 12.03.2026).
5. Державне агентство України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм : веб-сайт. URL: https://darg.gov.ua/ (дата звернення: 10.03.2026).
6. Вербельчук С., Кобко Д., Ситницька Т., Покотило В. Застосування цифрових технологій у галузі тваринництва. *Органічне виробництво і продовольча безпека: цифрові технології та інновації* : зб. матеріалів XII Міжнар. наук.-практ. конф., 15–16 трав. 2025 р. Житомир : Поліський ун-т, 2025. С. 40–41.

CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AQUACULTURE IN ZHYTOMYR OBLAST

S. Verbelchuk, verba5551@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-1136-5617, Polisky National University, Zhytomyr.

S. Matkovska, svitlana.matkovska@polissiauniver.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-8019-5498, Polisky National University, Zhytomyr.

T. Verbelchuk, tetiana.verbelchuk@polissiauniver.edu.ua, **ORCID ID** 0000-0001-7334-4507**,** Polisky National University, Zhytomyr.

Keywords: aquaculture, pond fish farming, fish stock, carp, herbivorous fish, Zhytomyr region, polyculture, productivity

These theses examine the current state and prospects of aquaculture development in the Zhytomyr region of Ukraine. The region possesses a significant pond and waterbody fund, with over 3000 hectares used for fish production, creating favorable conditions for commercial aquaculture. Analysis of production data from 2022 to 2025 revealed that carp, grass carp, silver carp, and crucian carp remain the main cultivated species, while production of fast-growing and profitable species, such as hybrid silver carp and predatory fish, has increased. Despite the growth of aquaculture, challenges persist, including outdated infrastructure, limited investment, and insufficient use of modern technologies. The study emphasizes the importance of implementing innovative and digital management systems, optimizing fish feeding, and expanding polyculture to enhance productivity. Further development of the

sector is possible through state support, investment, and more efficient use of water resources, contributing to regional food security and sustainable aquaculture growth.

639.3.

БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РИБНИЦТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ ЗМІН ТА АДАПТАЦІЙ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ (ОГЛЯД)

А. А. Головко, holovko.alina@gmail.com, ORCID ID 0009-0001-8841-8510, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Ключові слова: рибництво, біологія риб, адаптація, кліматичні зміни, Пониззя Дніпра, рибогосподарська діяльність, іхтіофауна.

Сучасне рибництво Півдня України, зокрема Пониззя Дніпра, зазнає значного впливу кліматичних змін, антропогенного навантаження та трансформацій гідрологічного режиму внаслідок зарегулювання водного стоку [1].

Рибництво є важливою галуззю біоекономіки України, особливо в умовах Півдня, де природно сформовані водні ресурси мають високий потенціал для аквакультури. Пониззя Дніпра є унікальний регіон з багатою гідроекосистемою, один із найбільш продуктивних рибогосподарських регіонів України. Завдяки багатій гідромережі, мозаїчності ландшафтів та м'якому клімату, ця територія традиційно використовувалась для промислового рибальства, ставкового рибництва та інтродукції риб. Однак за останнє десятиліття спостерігаються суттєві зміни в екосистемі, що позначаються на іхтіофауні, як кількісно, так і якісно. Водночас зростає потреба у глибокому екологічному аналізі для забезпечення сталого розвитку аквакультури. Як і всі інші регіони Південь України перебуває під впливом динамічних змін клімату, зниження водності, зниження рівня водосховищ та зміни іонно-сольового складу води. Ці фактори впливають як на природні популяції риб, так і на технології вирощування об'єктів аквакультури [2].

Через воєнну агресію в нашій країні і знищення греблі Каховської ГЕС – південь України вже відчуває наслідки глобальних кліматичних змін. Підвищення температур, часті посухи та зменшення кількості опадів призводять до деградації ґрунтів, зниження врожайності сільськогосподарських культур і збільшення ризиків опустелювання. Кліматичні зміни також позначаються на водних ресурсах регіону, викликаючи зниження рівня води в річках та інших водоймах, що негативно впливає на сільське господарство, рибництво, промисловість і забезпечення населення водою [3,4].

Зменшення чисельності аборигенних видів (судак, щука, осетер, севрюга).

Поширення невибагливих та інтродукованих видів (карась сріблястий, товстолобик). Відновлення популяцій осетрових за рахунок штучного зариблення (за даними 2021 року - понад 1,6 млн екз). Риби як біологічно чутливі організми чутливі до змін умов існування порушенням ритмів нересту, зниженням виживаності ікри та малька, а також скороченням кормової бази (Рис.1) [5].

Гідрологічна деградація: втрата регуляційної ролі Каховського водосховища після його руйнування у 2023 році.

Порушення міграційних маршрутів: через каскад ГЕС та відсутність рибоходів. Зменшення кормової бази: деградація донної фауни, зміна структури планктону [6].

Евтрофікація: зростання біомаси синьо-зелених водоростей, зменшення прозорості води.

Зменшення біомаси фітопланктону, зообентосу, зоопланктону на фоні гідрохімічного режиму знижують ефективність використання потенціалу акваторій. Тому важливо проводити комплексні дослідження по водоймам. Вивчити та проаналізувати динаміку іхтіофауни Пониззя Дніпра, нажаль, за останні роки неможливо. Але є узагальнююча інформація щодо програм зариблень. Сучасні реалії, в яких перебуває Південь України та його водні біоресурси, можна визначити як стресові.

Проаналізувавши загальнодоступні дані, можна відмітити, що програми зариблень мають плануватись виходячи з усіх окреслених ситуацій. Взяти до прикладу, що у жовтні 2020 року в

пониззя Дніпра поблизу міста Гола Пристань, було випущено близько 250 тисяч екземплярів молоді товстолобика, білого амура та коропа. Товстолобик та амур є природними біомеліораторами, які сприяють очищенню водойм від зайвого фітопланктону та надлишку рослинності. Але сучасні умови не сприяють розвитку іхтіофауни, раціональному використанню ресурсів, рибами, якими зарибили водойми. Тому стратегічні програми потребують глобальних оновлень.

Розглянувши більш детально більшість з них, відмітимо, що короп *(Cyprinus carpio),* який є класичним об'єктом ставкового рибництва легко адаптується до змін середовища, швидко росте, невибагливий до умов вирощування. В полікультурі практикують товстолобиків та амура. Кожний з них виконує специфічну місію для водойми, кормової бази. Наприклад, білий товстолобик *(Hypophthalmichthys molitrix)* є фільтратор планктону, має високу швидкість росту, стійкий до температурних коливань. Адаптований до вирощування у відкритих водоймах. Білий амур *(Ctenopharyngodon idella)* та строкатий товстолобик *Hypophthalmichthys nobilis)* використовується для біологічної меліорації. Ці представники тепловодного рибництва добре пристосовуються, мають високу адаптацію до малопроточних ділянок, споживають велику кількість рослинної маси, що запобігає заростанню водойм. Тому їх часто включають при боротьбі з цвітінням, заростанням водойм.

Для рибогосподарської галузі ці об'єкти є класичними (короп в полікультурі). Біологічні особливості риб в сукупності у водоймі сприяють результативним програмам зариблень. Вони не є конкурентами та за умов правильного розрахунку, дозволяють мати високі показники рибогосподарської діяльності.

Розглянувши інші варіанти використання представників іхтіокомплексу, відмітимо, що також актуальним лишається осетрові. З метою підтримки та відтворення запасів осетрових риб у Пониззі Дніпра проводили в довоєнні час зариблення, наприклад, здійснено заходи зі штучного зариблення.

Отже, кліматичні зміни: зростання температури, посухи, зменшення притоку води та інші чинники впливають на загальний статус водних ресурсів, іхтіокомплексу. Сільське господарство: змив добрив та пестицидів у водойми, а також неконтрольоване рибальство також є негативними чинниками.

Умови Пониззя Дніпра потребують розробки комплексних програм моніторингу стану водного середовища та нових стратегій ведення рибництва з урахуванням екологічних змін, сучасних процесів, які відбуваються як результат воєнних дій, кліматичних змін. Основними напрямами можна відмітити та узагальнити наступні: це впровадження сучасних технологій, з врахуванням впливу чинників поточних років та врахуванням біологічних особливостей риб; пріоритет екологічно сумісним видам з відповідним рівнем толерантності; поєднання риборозведення з біомеліораційними заходами.

Перспективними залишаються види риб з високим темпом росту, біолого-екологічною толерантністю до умов середовища та здатністю до швидкої адаптації до сучасних умов. Важливо проводити роботи по відновленню популяцій таких риб, як судака, осетрових, щуки. Ефективно проводити рибогосподарську діяльність у південному регіоні з використанням екосистемного підходу, впровадження сучасних методів моніторингу та адаптаційних практик в галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головко А.А., Козичар М.В., Біологічні аспекти рибництва в сучасних умовах змін та адаптацій в умовах півдня України (огляд). Водні біоресурси та аквакультура / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон. 2025, Вип 1 (17) https://doi.org/10.32782/wba.2025.1.8

2. Національна стратегія з адаптації до змін клімату, Міндовкілля України, 2023.

3. Підрив Каховської ГЕС: попередні висновки і можливі наслідки веб-сайт. URL: https://ecoaction.org.ua/pidryv-kakhovskoi-hes-poperedni- / (дата звернення: 10.03.2025).

4. Шляшенко О.Л., Шапран І.А., Сидоренко А.Ю., Жданюк О.І., Огляд негативних факторів водного середовища спричинених руйнуванням греблі Каховської ГЕС / Сучасний стан водних

екосистем Півдня України та методи їх відновлення у повоєнний період: зб. наук. праць / Херсон, 2024. с.39-50.
5. Васильєв С.В. Рибництво України: сучасний стан і перспективи. К.: Наук. думка, 2021.
6. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. "Щорічні доповіді про стан водних ресурсів", 2013–2023.

BIOLOGICAL ASPECTS OF FISH FARMING IN THE MODERN CONDITIONS OF CHANGES AND ADAPTATIONS IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN UKRAINE (review)

A. Holovko, holovko.alina@gmail.com, ORCID ID 0009-0001-8841-8510, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

Keywords: fish farming, fish biology, adaptation, climate change, Lower Dnieper, fishery activities, ichthyofauna.

Modern fish farming in Southern Ukraine, in particular the Lower Dnieper, is significantly affected by climate change, anthropogenic load, and transformations of the hydrological regime due to water flow regulation. Military operations in the southern region of Ukraine have led to a significant deterioration in the state of aquatic ecosystems. Chemical pollution, the destruction of fish farms, the destruction of the Kakhovka hydroelectric dam, the destruction of infrastructure, and the disruption of natural processes have long-term negative consequences for the environment. The restoration of marine areas and freshwater ecosystems is a priority for ensuring environmental security and sustainable development of the region.

556.531.4

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА СТАН РИБОГОСПОДАРСЬКИХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ

Л. П. Драган, dragan_l@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-8793-6818, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Н. Г. Михайленко, Mng70@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-0773-4886, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Т. О. Берсан, bersanto@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-9088-4940, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

О. М. Колос, Kolos-en@ukr.net, ORCID ID 0009-0008-9312-1368, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Ключові слова: зміна клімату, температурний режим, водойма, гідробіонти.

Зміни клімату, що спостерігаються протягом останніх десятиліть, спричиняють істотну трансформацію водних ресурсів і залишаються однією з ключових глобальних проблем у сфері аквакультури. Визначальним чинником цих процесів є глобальне потепління, яке проявляється через зміну гідрологічного режиму, температурних характеристик і якісного стану водних екосистем, що, у свою чергу, впливає на стан водних біоресурсів та ефективність виробництва продукції аквакультури.

У сучасних умовах одним із пріоритетних завдань державної політики є забезпечення відтворення водних біоресурсів, які мають стратегічне значення як складова продовольчої безпеки, особливо в умовах воєнного часу. У зв'язку з цим актуалізується необхідність проведення комплексних досліджень із подальшим прогнозуванням можливих наслідків кліматичних змін для водних екосистем, іхтіофауни та гідробіологічного стану водойм.

Температурний фактор відіграє визначальну роль у регуляції життєвих циклів організмів водних екосистем. Оскільки інтенсивність метаболічних і фізіологічних процесів у більшості гідробіонтів залежить від температури, одним із перших наслідків глобального потепління є зміщення термінів сезонних явищ, зокрема весняного «цвітіння» води, міграційних процесів, строків нересту риб і локалізації нерестовищ. Крім того, температурні зміни безпосередньо впливають на репродуктивні характеристики риб, зумовлюючи варіації у строках їх статевого дозрівання та відтворення.

У рибогосподарській галузі кліматичні зміни зумовлюють виникнення низки складних і часто непередбачуваних проблем, що потребують науково обґрунтованих управлінських рішень, зокрема щодо контролю якості води. Погіршення гідрохімічних показників у водоймах сприяє виникненню та інтенсифікації інфекційних і паразитарних захворювань риб (зокрема, краснухи, віспи коропа, зябрового некрозу тощо). Підвищення температури води є одним із ключових чинників, що активізує поширення хвороб і знижує біопродуктивність водойм.

У літній період спостерігається зростання інтенсивності випаровування з водної поверхні, що призводить до зменшення об'єму водойм та посилення процесів замулення. Зазначені явища негативно впливають на умови існування гідробіонтів і можуть спричиняти деградацію екосистем.

Серед додаткових негативних екологічних чинників слід виокремити надмірне заростання ставів вищою водною рослинністю, що особливо проявляється у мілководних водоймах (глибиною менше 1,2–1,4 м). У таких умовах погіршення гідрохімічних параметрів, зокрема нестабільність кисневого режиму, призводить до зниження концентрації розчиненого кисню та посилення евтрофікаційних процесів, що, у свою чергу, обмежує умови нагулу гідробіонтів і знижує рибопродуктивність.

Зміни температурного режиму водних екосистем зумовлюють трансформацію метаболічних реакцій риб, викликаючи глибокі фізіологічні зміни, пов'язані з процесами росту, живлення, статевого дозрівання та відтворення.

Таким чином, в умовах кліматичних змін і погіршення екологічного стану рибогосподарських водойм України зростає потреба в оперативному реагуванні на екстремальні явища в гідроекосистемах. Ситуація, що формувалася протягом попередніх десятиліть, додатково ускладнюється впливом воєнних дій на значних територіях країни. У зв'язку з цим особливого значення набуває систематичне проведення екологічного моніторингу у водоймах різних типів рибогосподарського призначення, що є необхідною передумовою забезпечення сталого розвитку рибного господарства та підвищення якості рибної продукції в Україні.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE CONDITION OF FISHERY WATER BODIES IN UKRAINE

L. Drahan, dragan_l@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-8793-6818 Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv.

N. Mykhailenko**,** Mng70@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-0773-4886, Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv.

T. Bersan, , bersanto@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-9088-4940, Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv.

O. Kolos , Kolos-en@ukr.net, ORCID ID 0009-0008-9312-1368, Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv.

Keywords: climate change, temperature regime, water body, aquatic organisms.

Climate change is a significant factor in the transformation of fishery water bodies in Ukraine, manifested by alterations in temperature and hydrological regimes, deterioration of water quality, and a decline in biological productivity. Rising temperatures affect the life cycles of aquatic organisms, including spawning periods, migration, and reproductive processes of fish, and also contribute to the spread of diseases. Additional negative consequences include the shallowing, siltation, and eutrophication of water bodies. Under such conditions, comprehensive research, environmental monitoring, and the implementation of adaptive measures are of particular importance to ensure the sustainable development of Ukraine's fisheries sector.

639.3.06

ТЕПЛОВИЙ СТРЕС І АДАПТАЦІЯ КОРОПА ДО МІЛКОВОДДЯ ТА ШВИДКИХ ЗМІН СЕРЕДОВИЩА

Е. І. Дробот, e.drobot@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0003-0161-9462, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: короп, тепловий стрес, мілководдя, добові коливання, адаптація.

Кліматичне потепління підсилює ризики для ставового коропівництва через частіші та триваліші епізоди високих температур води, що у мілководних водоймах супроводжуються різкими добовими коливаннями температури та дефіцитом розчиненого кисню. Для Центральної та Східної Європи (включно з Україною) це критично, оскільки короп залишається базовим об’єктом ставової аквакультури, а традиційні системи залежать від погодних умов і мають обмежені можливості охолодження чи “підживлення” водойм холоднішою водою в періоди маловоддя [1].

На прикладі ставових господарств Чехії змодельовано зростання безпрецедентних температурних режимів, що створюватимуть критичні виклики для традиційних форм вирощування коропа; як потенційні напрями адаптації названо зменшення евтрофікації та перехід до глибших/холодніших ставів у придатних ландшафтних умовах [1].

Узагальнення робіт 2021–2026 років показує, що адаптація коропа до теплових хвиль у мілководних умовах є багаторівневою: (1) зміни у фізіології та поведінці (зростання потреби в кисні, стресова гіперглікемія, зсуви ліпідного обміну) [2], (2) оксидативний стрес проявляється накопиченням продуктів перекисного окиснення ліпідів (зокрема MDA) та активацією ферментативної антиоксидантної системи, яка спрямована на нейтралізацію надлишкових активних форм кисню та стабілізацію клітинних структур за умов підвищеної температури [3], (3) молекулярна адаптація до теплового стресу через активацію систем клітинного захисту, які забезпечують правильне згортання та відновлення білків, а також через регуляторні шляхи, що координують метаболічні та енергетичні процеси для підтримання клітинного гомеостазу [3, 4], (4) висока вразливість ранніх стадій онтогенезу, де тепловий стрес змінює експресію генів, що призводить до порушення нормального ембріонального розвитку, зниження виживаності та формування аномалій [5].

Європейський економічний огляд аквакультури підкреслює, що щорічна продукція коропа істотно залежить від клімату. Короп відносно толерантний до температури води та низьких концентрацій розчиненого кисню, однак кліматичні зміни визначаються як один із найбільших викликів сучасного коропівництва [6].

Ризик мілководдя полягає не лише у вищій середній температурі, а у добовій амплітуді та поєднанні тепла з дефіцитом кисню. У мілководній евтрофній рибницькій водоймі (глибина близько 0,6 м) високочастотні вимірювання показали, що за літнього “цвітіння” можуть виникати екстремальні добові коливання розчиненого кисню; при цьому на кисневий режим впливають процеси у товщі води (фотосинтез, дихання водоростей) і на дні (розкладання органіки) [7].

Навіть у межах доби у ставових системах може виникати дуже низька насиченість киснем у ранкові години (приклад 5:00–9:00), а тимчасова термостратифікація мілководних ставів залежить від безвітряних умов. Тому теплові хвилі у ставу часто працюють як комплексний стресор: тепла вода збільшує метаболічну потребу риб у кисні, тоді як кисневий режим уночі/на світанку може погіршуватися [1].

Тепловий стрес у коропа проявляється через узгоджені зміни метаболізму, імунної реактивності та системи антиоксидантного захисту. Одним із напрямків зниження стресу є підтримка антиоксидантної системи через кормові фактори. У контрольованому кормовому експерименті із тепловим навантаженням (32°C протягом 48 год) продемонстровано, що без підтримки функціональними дозами кверцетину стресові індикатори (зокрема глюкоза та кортизол) є вищими, а показники антиоксидантного статусу та ферментів змінюються у напрямку

більшої стресовості; водночас дієтичний кверцетин (400–600 мг/кг) покращував продуктивні показники, параметри імунітету, а також допомагав краще переносити тепловий стрес [8].

В українському дослідженні показано, що додавання 1,0–1,5% олії розторопші до комбікорму молоді коропа сприяє підвищенню активності антиоксидантних ферментів (SOD), зменшенню інтенсивності перекисного окиснення ліпідів у тканинах та покращенню продуктивних показників. Хоча ці результати отримані в умовах рециркуляційних систем, вони підтверджують важливу роль антиоксидантного захисту як одного з ключових механізмів, через який можна підвищити стійкість коропа до теплового стресу в практиці ставового вирощування [9].

Окремий пласт доказів показує, що мілководдя саме по собі є сильним фізіологічним подразником через обмежену можливість вертикальної поведінкової терморегуляції та одночасну мінливість температури й кисню. Експеримент зі зниженням рівня води показав, що навіть короткочасний стрес від мілководдя викликає у коропа підвищення рівня глюкози в крові, а також ознаки оксидативного стресу — зростання MDA (малоновий діальдегід) і зниження активності антиоксидантного ферменту CAT (каталаза). Водночас частина цих показників змінюється залежно від тривалості впливу, що свідчить про поступову адаптацію організму або запуск механізмів відновлення [10].

Особливо перспективним є підхід “біомаркери плюс інструментальний моніторинг”, оскільки в мілководних умовах складно оперативно фіксувати момент перетину стресового порога. Використання імплантованих або in vivo сенсорів глюкози дозволяє оцінювати рівень стресу у риби в реальному часі, і можна застосовувати для управління технологічними процесами, зокрема аерацією, регулюванням рівня води та вибором оптимального часу для проведення господарських операцій [11].

Молекулярна адаптація коропа до високих температур пов’язана з активацією системи підтримання стабільності білків (протеостазу), зокрема процесів у ендоплазматичному ретикулумі. При підвищенні температури до 34°C спостерігається посилення роботи шляхів обробки білків і зростання активності білків теплового шоку (HSP40, HSP70, HSP90), які відповідають за правильне згортання та відновлення, що розглядається як ключовий механізм клітинної адаптації до теплового стресу [4].

Особливо критичним температурний режим є на стадії ембріогенезу, оскільки тепловий стрес змінює процеси альтернативного сплайсингу на різних стадіях розвитку. Показано, що при інкубації за 24–30°C ембріони проходять усі основні стадії розвитку, тоді як за 33°C їх розвиток припиняється вже на ранніх етапах (до гаструляції), що підкреслює критичну важливість контролю температури [5].

Підвищення стійкості коропа до теплового стресу можливе через генетичні інструменти, зокрема селекцію. Досліджено, що гени родини HSP90 мають ознаки адаптивної еволюції та змінюють експресію залежно від температурного впливу, що свідчить про їх важливу роль у формуванні термостійкості; відповідно, ці гени можуть розглядатися як перспективні маркери для відбору більш стійких ліній і біомоніторингу в умовах підвищених температур [12].

Одним із практичних способів зменшення теплового стресу у коропа є оптимізація режиму годівлі. За умов високої температури інтервальна годівля (зокрема з перервами у 1–2 доби) може забезпечувати кращі прирости та ефективніше використання корму (нижчий FCR), а також супроводжується більш сприятливими фізіологічними показниками: нижчим рівнем стресу (IBR), меншим накопиченням продуктів оксидативного стресу (MDA) і кращою антиоксидантною відповіддю. Це свідчить, що правильний “календар” годівлі може бути дієвим інструментом адаптації до підвищених температур [13].

Сукупність сучасних досліджень підтверджує, що тепловий стрес у мілководних ставових умовах є багатофакторним явищем, яке формується взаємодією високої температури, дефіциту кисню, добових коливань гідрохімічних показників і процесів евтрофікації.

Ефективне управління цим стресом потребує комплексного підходу: поєднання технологічних рішень (аерація, оптимізація режиму годівлі, обмеження технологічних маніпуляцій у критичні періоди доби), оперативного біомаркерного контролю (моніторинг

глюкози, кортизолу та показників антиоксидантного статусу) та використання фізіологічних індикаторів для прийняття управлінських рішень у реальному часі. Додатково, перспективним напрямом є підвищення стійкості через селекційні підходи, зокрема використання молекулярних маркерів, пов'язаних із системами протеостазу як індикаторів термотолерантності.

Таким чином, інтеграція технологічних, біохімічних і генетичних підходів є ключовою умовою адаптації коропівництва до сучасних кліматичних викликів та забезпечення його довгострокової стійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Orság M., Hlaváč D., Policar T., et al. Estimating heat stress effects on the sustainability of traditional freshwater pond fishery systems under climate change. Water. 2023. Vol. 15, No. 8. Art. 1523. DOI: https://doi.org/10.3390/w15081523
2. Amuneke K. E., et al. Temperature effects on carp physiology. Fishes. 2025. Vol. 10, No. 3. Art. 95. DOI: https://doi.org/10.3390/fishes10030095
3. Li F., Cheng X., He X., Kumilamba G., Liao J., Cao J., Liu Q., Sun J. Molecular responses of paddy field carp (*Cyprinus carpio*) in the agricultural heritage to major environmental factors in paddy fields. Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics. 2025. Vol. 54. Art. 101410. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cbd.2024.101410
4. Cheng X., et al. Transcriptome analysis in gill reveals the adaptive mechanism of domesticated common carp to the high temperature in shallow rice paddies. Aquaculture. 2024. Vol. 578. Art. 740107. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740107
5. Hu S., et al. Alternative splicing dynamically regulates common carp embryogenesis under thermal stress. BMC Genomics. 2024. Vol. 25. Art. 918. DOI: https://doi.org/10.1186/s12864-024-10838-6
6. STECF (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries). The EU aquaculture sector – economic report 2020 (STECF-20-12). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. DOI: https://doi.org/10.2760/441510
7. Baxa M., et al. Dissolved oxygen deficits in a shallow eutrophic aquatic ecosystem (fishpond) – Sediment oxygen demand and water column respiration alternately drive the oxygen regime. Science of the Total Environment. 2021. Vol. 766. Art. 142647. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142647
8. Armobin K., et al. Quercetin application for common carp (*Cyprinus carpio*): I. Effects on growth performance, humoral immunity, antioxidant status, immune-related genes, and resistance against heat stress. Aquaculture Nutrition. 2023. Vol. 2023. Art. 1168262. DOI: https://doi.org/10.1155/2023/1168262
9. Кориляк М. З., та ін. Активність системи антиоксидантного захисту в організмі молоді коропа за згодовування олії розторопші плямистої. Рибогосподарська наука України. 2023. № 4(66). С. 100–113. DOI: https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.100
10. Liu T., Han R., Jiang Y., Sun J., Wu H., Liu Q. Biosensor-based comparison of stress responses in Qingtian paddy field carp and Xingguo red carp under acute shallow water conditions. Biology. 2025. Vol. 14, No. 9. Art. 1303. DOI: https://doi.org/10.3390/biology14091303
11. Wu H., et al. Fish stress become visible: A new attempt to use biosensor for real-time monitoring fish stress. Biosensors and Bioelectronics. 2015. Vol. 67. P. 503–510. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bios.2014.09.015
12. Parveen S., et al. Molecular characterization and gene expression of the HSP90 gene family in *Cyprinus carpio* and *Oreochromis niloticus* under thermal stress. Fish Physiology and Biochemistry. 2026. Vol. 52, No. 2. Art. 36. DOI: https://doi.org/10.1007/s10695-026-01647-7
13. Chen C.-Z., et al. Response of growth performance, serum biochemical parameters, antioxidant capacity, and digestive enzyme activity to different feeding strategies in common carp (*Cyprinus carpio*) under high-temperature stress. Aquaculture. 2022. Vol. 548, No. 1. Art. 737636. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737636

HEAT STRESS AND SHALLOW-WATER ADAPTATION OF COMMON KARP UNDER RAPID ENVIRONMENTAL FLUCTUATIONS

E. Drobot, e.drobot@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0003-0161-9462, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: common carp, heat stress, shallow water, diel fluctuations, adaptation

Climate change increases the frequency of thermal stress events in freshwater aquaculture, especially in shallow ponds. Common carp (Cyprinus carpio), a key species in Central and Eastern Europe, is highly exposed to rapid fluctuations in temperature and dissolved oxygen, which act as combined stressors. This study summarizes current knowledge on adaptive responses of carp to heat stress at physiological, biochemical, and molecular levels. Heat stress affects metabolism, immune function, and antioxidant defense, while molecular pathways such as heat shock proteins and hypoxia-related signaling play a central role in maintaining cellular homeostasis. Early developmental stages are particularly sensitive to temperature changes and can determine overall production outcomes.

The study also highlights practical strategies to mitigate thermal stress, including optimized feeding regimes, functional feed additives, and real-time monitoring using biosensors. In addition, genetic approaches based on thermotolerance markers are considered promising for selective breeding. The integration of technological, physiological, and genetic approaches is essential for improving the resilience of carp aquaculture under climate change.

639.2.081:551.467(269.56)

ВПЛИВ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПРОМИСЕЛ ІКЛАЧА В МОРІ РОССА

М. М. Жук, ORCID ID 0009-0004-8105-9967, ДНУ Інститут рибного господарства, екології моря та океанографії, м. Київ

О. О. Лавринюк, Oksana_lavren@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-3145-3689, Поліський національний університет, м. Житомир

Ключові слова: антарктичний іклач (*Dissostichus mawsoni*), море Росса, гідрометеорологічні аномалії, термічна консервація, морський лід, CPUE, некрофаги, ККАМЛР.

Вступ. Глобальні кліматичні зміни зумовлюють динамічну трансформацію антарктичних екосистем [1], зокрема у морі Росса – регіону, що раніше вирізнявся стабільністю льодових циклів [2]. Дослідження проходило в грудні 2025 року в Спеціальній дослідницькій зоні (SRZ), де замість очікуваного танення [3] спостерігався ефект «термічної консервації». Ця метеорологічна ситуація призвела до суттєвих економічних втрат (зниження CPUE, втрат 50 % знарядь лову) та посилення впливу некрофагів на улов. Фіксація цього досвіду є необхідною для розширення світової бази антарктичних аномалій.

Метою роботи є встановлення зв’язку між екстремальними умовами грудня 2025 року та результативністю ярусного вилову іклача для оптимізації прогнозних моделей і стратегій адаптації до високої мінливості середовища.

Матеріали та методи. Дослідження присвячене аналізу ярусного промислу антарктичного іклача (*Dissostichus mawsoni*) в акваторії моря Росса (підрайон FAO 88.1, зони SRZ та 88.1K). Робота базується на поєднанні офіційної звітності ККАМЛР та прямих спостережень, проведених автором на борту ярусолова «*SEA IN MASTER*» у сезоні 2025/26 рр. Район досліджень охоплює материковий схил південніше 70-ї паралелі, де специфічний рельєф дна сприяє високій концентрації придонних промислових запасів даного виду.

Методологія включає оцінку ефективності лову через показник CPUE (вилов кг на 1000 гачків) та моніторинг впливу гідрометеорологічних чинників. Особливу увагу приділено біологічним ризикам. Встановлено, що при затримці знарядь лову у воді понад 6-8 годин через льодові умови, від 3 % до 12 % улову зазнає пошкоджень некрофагами (амфіподами). Для систематизації цих даних застосовано 4-бальну шкалу: від поодиноких виїдань шкіри до повної втрати товарної якості тушки.

Об'єкт дослідження, антарктичний іклач, є унікальним представником нототенієвих, адаптованим до життя при температурах нижче нуля завдяки білкам-антифризам [4]. Оскільки вид не має плавального міхура, він підтримує плавучість за рахунок високого вмісту жирів, що зумовлює його значні розміри (до 100 кг) та виняткові поживні властивості. Комплексний аналіз цих факторів дозволяє вдосконалити стратегії промислу в умовах високої кліматичної невизначеності Антарктики [5].

Результати та обговорення. Грудневий період 2025 року в Антарктиці відзначився аномальним гідрометеорологічним режимом «термічної консервації», що фактично відповідав зимовим умовам навігації. Попри очікувану деструкцію криги, щільність льодового покриву стабільно трималася на позначці 8–10 балів. Основним чинником затримки скресання стала висока хмарність (66 %), яка створила «екранний захист» від сонячної інсоляції, підтримуючи високе альбедо засніженої поверхні. В умовах стійкої циклонічної діяльності (тиск 744 мм рт. ст.) та від’ємних температур повітря (середня -1,9°C, мінімальна -5,1°C) процеси танення були повністю заблоковані.

Стан гідросфери з температурою поверхні -1,0°C, що лише на 0,8 °C вище за точку замерзання морської води, свідчив про відсутність теплового запасу для руйнування льодових полів. Додатковим несприятливим чинником став вітровий режим. Домінування західного

переносу повітряних мас (76%) при швидкості 6,7 м/с сприяло постійному нагону та ущільненню криги біля материкового схилу. Поєднання цих факторів призвело до формування «в'язких» масивів і зон сильного гідродинамічного стиснення.

Такі екстремальні умови зумовили значне зниження операційної ефективності промислу через надмірні витрати палива на маневрування та високі техногенні ризики. Крижаний покрив, затиснутий між охолодженою атмосферою та інертною водною масою, створив ефект «термоса», що стало головним чинником аномальної льодової обстановки в Спеціальній дослідницькій зоні.

Аналіз динаміки промислових сезонів у підрайоні 88.1 виявив аномальне зміщення термінів освоєння лімітів у сезоні 2025/26 [6]. Попри залучення рекордної кількості флоту (11–12 суден проти 3–4 у попередні роки), промисел було завершено лише 25 грудня, що на чотири дні пізніше за середньобагаторічні показники. Таке затягування сезону стало прямим наслідком падіння добової ефективності (CPUE) до критичних 1–3 тонн на судно, тоді як зазвичай цей показник перевищує 5–10 тонн.

Екстремальний льодовий дрейф спричинив масштабні технічні втрати, зокрема на судні «Sae In Master». Через затирання буїв та перерізання хребтин рухомими льодовими полями було втрачено значну частину промислового спорядження. Швидкість руху крижаних полів перевищувала технічні можливості вибірки снастей, що в окремих зонах зробило ведення лову технологічно неможливим.

Окрім прямих економічних збитків від втрати майна, зафіксовано біологічну деградацію ресурсу. Через вимушене подовження експозиції ярусів у воді улов масово пошкоджувався некрофагами [7, 8], що суттєво знизило товарну якість риби порівняно з високими показниками попередніх сезонів. Таким чином, поєднання аномальної гідрометеорології та активності некрофагів стало ключовим лімітуючим чинником, що трансформував складні природні умови у прямі фінансові втрати.

Аналіз розмірно-вагового складу антарктичного іклача (*Dissostichus mawsoni*) вказує на стабільність репродуктивного ядра популяції. Загальний діапазон довжини тіла (TL) становив 53–198 см при масі 1,5–134 кг. Зокрема, у межах спеціальної дослідницької зони (SRZ) середні показники сягали 115,6 см та 25,2 кг. Порівняно з сезоном 2024 року помітна певна зміна популяційної структури у бік омолодження вилову. Середні габарити особин дещо знизилися (з 129,6 см та 30,0 кг), а модальний клас змістився до групи 121–130 см. Попри загальне зменшення розмірів, зростання частки молоді є позитивним прогностичним сигналом, що свідчить про інтенсивне поповнення запасів. Водночас домінування статевозрілих особин модальної групи підтверджує наявність якісного промислового ресурсу в SRZ.

Критичним фактором сезону став негативний вплив гідрометеорологічних аномалій на товарний стан вилову. Через інтенсивний льодовий дрейф та тиск криги терміни вибірки ярусів у деяких випадках перевищували нормативи у 2–3 рази. Таке подовження експозиції спричинило масові атаки придонних некрофагів – бокоплавів роду *Amphipoda*. Внаслідок тривалого перебування іклача на гачках у пасивному стані, риба зазнала значних біологічних ушкоджень: від дефектів шкіри до глибокого руйнування м'язів. В окремих постановках обсяг втрат товарної кондиції сягав 53%, що є безпрецедентним показником порівняно з минулорічними епізодичними випадками (до 5 %).

Зафіксовані аномалії: щільна крига, постійна хмарність та західні вітри – цілком корелюють із сучасними теоріями кліматичної дестабілізації Антарктики [9]. Спостережуваний ефект пояснюється так званим «парадоксом морського льоду» [10]. Попри глобальне потепління, інтенсивне танення материкових льодовиків спричиняє скидання значних мас прісної води. Будучи легшою за солону, вона накопичується на поверхні та швидко замерзає, збільшуючи площу та товщину крижаного покриву. Це призвело до того, що гідрологічний режим моря Росса влітку 2025/26 рр. фактично відповідав зимовому періоду.

Додатковим бар'єром стало посилення західних вітрів, які притискали кригу до материкового схилу, блокуючи судна в зоні лову. Аномальна хмарність створила ефект «екрана», що зупинило сезонне танення льодових полів. У таких умовах робота «*SEA IN MASTER*» та іншої флотилії вимагала не лише маневреності, а й жорсткого дотримання протоколів ККАМЛР.

Висновки. Дослідження грудневого сезону 2025 року в морі Росса виявило аномальний феномен «термічної консервації», за якого висока хмарність та від'ємні температури зупинили сезонне танення криги, зберігши її щільність на рівні 8-10 балів. Ця «зима серед літа» спричинила триразове падіння показників CPUE (до 1–3 тонн) та затримку освоєння квот через обмежений доступ до ресурсу, а не стан популяції іклача, водночас екстремальний дрейф льодових полів призвів до втрати понад 50 % спорядження та масового псування улову некрофагами-амфіподами. Отримані результати доводять, що традиційних знань про сезонні цикли Антарктики вже недостатньо, тому для гарантування безпеки та економічної ефективності промислу необхідно переглянути стандартні моделі деградації криги та інтегрувати довгострокове кліматичне прогнозування у стратегічне планування вилову біоресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Parkinson C. L. A 40-y record reveals gradual Antarctic sea ice increases followed by decreases at rates far exceeding those seen in the Arctic. *PNAS*. 2019. Vol. 116, no. 29. P. 14414–14423. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1906556116.
2. Arana P. M. External factors affecting the Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) longline fishery in the Ross Sea. *CCAMLR Science*. 2009. Vol. 16. P. 115–128.
3. Ocean-atmosphere-ice processes in the Ross Sea: A review. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2024. Vol. 218. 105429. DOI: https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2024.105429.
4. Hanchet S. M., Dunn A., Parker S. J. et al. The Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*): biology, ecology, and life history in the Ross Sea region. *Hydrobiologia*. 2015. Vol. 761 (1). P. 397–414. DOI: https://doi.org/10.1007/s10750-015-2435-6.
5. Fenaughty J. M. Geographical differences in the length-weight relationship of Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) in the Ross Sea, CCAMLR Subarea 88.1. *CCAMLR Science*. 2006. Vol. 13. P. 27–45. URL: https://www.ccamlr.org/en/publications/science_journal/ccamlr-science-vol-13/27-45.
6. Fishery Report 2024: Dissostichus mawsoni in Subarea 88.1 / CCAMLR. 2024. URL: https://fishdocs.ccamlr.org/FishRep_881_TOA_2024.html.
7. Thermal adaptation strategies in crustaceans: Potential threats to aquaculture in a warming climate / Q. Wang et al. *Aquaculture and Fisheries*. 2026. Vol. 11. 444. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aaf.2025.08.010.
8. Lörz A. N., Bober S., Brix S. et al. Disentangling the biodiversity of Antarctic necrophagous amphipods. *Marine Biodiversity*. 2020. Vol. 50. Art. 52.
9. Nissen C., Caccavo J. A., Morée A. L. Twenty-First-Century Environmental Change Decreases Habitat Overlap of Antarctic Toothfish (Dissostichus mawsoni) and Its Prey. *Global Change Biology*. 2025. Vol. 31, no. 2. e70063. DOI: https://doi.org/10.1111/gcb.70063.
10. A key hub for climate systems: deciphering from Southern Ocean sea surface temperature variability / N. Li et al. *Frontiers in Marine Science*. 2024. Vol. 11. DOI: https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1361892.

IMPACT OF HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS ON TOOTHFISH FISHERY IN THE ROSS SEA

M. Zhuk, ORCID ID 0009-0004-8105-9967, State Institution "Institute of Fisheries, Marine Ecology and Oceanography", Kyiv

O. Lavryniuk, Oksana_lavren@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-3145-3689, Polissia National University, Zhytomyr

Keywords: antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*), Ross Sea, hydrometeorological anomalies, thermal conservation, sea ice, CPUE, necrophages, CCAMLR.

The study is devoted to the analysis of anomalous hydrometeorological conditions in the Ross Sea during the December 2025 fishing season and their impact on the catch of Antarctic toothfish (Dissostichus mawsoni). It was established that the combination of high cloud cover and low temperatures caused a phenomenon of "thermal conservation" of ice, which corresponded to a winter navigation regime. These conditions led to a threefold drop in CPUE rates and a critical slowdown in quota uptake within the Special Research Zone (SRZ). Extreme ice drift resulted in large-scale technical losses, specifically the loss of gear on the representative vessel "Sae In Master." Due to the forced extension of longline soak time, mass damage to the catch by necrophagous amphipods was recorded, significantly reducing product quality. Despite global trends toward sea ice reduction, a local "winter in summer" effect was identified, caused by the accumulation of cold freshwater from melting glaciers. The length-weight structure of the population showed a trend toward rejuvenation while maintaining the stability of the reproductive core. The results highlight the need for long-term climate forecasting to adapt fishing strategies. It is proven that the success of operations in high latitudes now critically depends on the fleet's ability to operate under conditions of insolation deficit and high sea ice concentration.

639.3(477.53)

РИБНИЦТВО УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ: РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ ПОЛТАВЩИНИ

М. О. Ільченко, mariia.ilchenko@pdau.edu.ua, ORCID ID 0000-0003-0163-1384, Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Б. С. Шаферівський, bogdan.shaferivskyi@pdau.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-5742-5016, Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Ключові слова: рибництво, рибогосподарські водойми, аквакультура, ставки, водоймища.

На даний час важлива роль у виконанні продовольчої програми належить водним біоресурсам, особливо в забезпеченні людини білками тваринного походження, вітамінами, мікроелементами та іншими біологічно – активними речовинами. Риба цінний продукт харчування, який містить повний набір всіх необхідних поживних речовин. В багатьох країнах світу рибному господарству належить значна роль у підтриманні зайнятості населення та його добробуту. Рибне господарство є постачальником сировини для харчової промисловості і корегує свої запаси за рахунок самовідновлюваних ресурсів природних і штучних водойм.

Тому метою даної роботи було визначити сучасний стан розвитку рибогосподарської галузі в Україні, а також охарактеризувати сучасний стан і перспективи розвитку галузі на Полтавщині.

Матеріалами та методами дослідження був аналіз, вивчення і узагальнення літературних джерел, визначення тенденцій і особливостей розвитку рибництва в Україні, а також аналіз деяких матеріалів з історії рибництва, вивчення сучасного стану і перспектив розвитку рибогосподарської діяльності на Полтавщині.

Риба цінний харчовий продукт, джерело білку тваринного походження. В окремих країнах світу риба займає пріоритетний процент раціону людей. Стан розвитку рибного господарства і рибальства визначається територіальним розташуванням країн. Тому, безумовно, в таких країнах, як США, Японія, Норвегія, Ісландія, Китай та інші, рибогосподарська галузь і промислове рибальство розвинені на високому рівні. Громадяни цих країн з успіхом займаються штучним розведенням та вирощуванням аква- і марикультури [1, 8].

За даними ФАО, вилов риби в основних рибопромислових районах ведеться на максимально можливому рівні, що не забезпечує біологічну стійкість [2]. На даний час в Україні рибогосподарська галузь знаходиться не в кращому, але і не в гіршому стані. В окремі періоди Україна мала обсяги вилову риби і морепродуктів, які забезпечували споживання на душу населення – до 18–19 кг аквапродукції на рік, з них 8,6 кг – рибних продуктів [5, 7].

Урядом України (розпорядження від 2 травня 2023 р. N 402-р) схвалено стратегію розвитку галузі рибного господарства на період до 2030 року та затверджено операційний план заходів з реалізації у 2023–2025 роках [3].

Відмічено, що рибне господарство є галуззю, в завдання якої входить охорона, вивчення, використання, вирощування і відтворення водних біоресурсів [8]. Україна має 24,2 тис. кв. кілометрів поверхневих вод, що є суттєвим потенціалом для виробництва продукції аквакультури [5, 8]. У 2011 році, за даними Держстату України, було виловлено 211,1 тис. тонн водних біоресурсів, а в 2021 році – лише 69,8 тис. тонн [3].

Кількість вилову водних біоресурсів у внутрішніх водних об’єктах, за даними Держрибагенства, в 2021 році склав 37,7 тис. тонн, з них 12,9 тис. тонн – за рахунок водосховищ річки Дніпро, 12,9 тис. тонн за рахунок аквакультури, 4,8 тис. тонн з інших внутрішніх водних об’єктів та 7,1 тис. тонн спеціальними рибними господарствами [3]. Але, на жаль, до останнього часу основним джерелом постачання водних біоресурсів на внутрішній ринок України є імпорт. В останні роки його частка від споживання населенням рибної продукції складає 80% [3, 9]. У 2021 році цей показник склав 435 тис. тонн. Для порівняння – у 2015 році – 230,2 тис. тонн [3].

За даними ФАО у 2018–2020 роках середній показник споживання рибної продукції, на душу населення в світі склав 20,5 кілограма, з яких 52% – продукція аквакультури. В Україні, за

даними Держстату, також відмічена тенденція до збільшення споживання водних біоресурсів населенням. Так, у 2017 році українці в середньому за рік споживали 10,8 кілограма рибної продукції, а у 2021 році – 13,2 кілограма [3]. В основному, це відбувається за рахунок збільшення імпорту водних біоресурсів [3, 9].

Україна для відновлення рибогосподарської діяльності, відтворення і збільшення запасів водних біоресурсів, повинна здійснити цілий комплекс завдань, які сприятимуть збільшенню виробництва продукції аквакультури [5, 7]. Важлива роль у вирішенні розвитку рибогосподарської галузі належить науковому супроводу – впровадження у виробництво селекційних досягнень, ефективних, ресурсоощадних технологій відтворення і вирощування різних видів риб [6, 8]. Необхідно спробувати створити природні нерестилища для аборигенних видів осетрових риб, більш суттєво контролювати промислове рибальство. Відновити популяції таких місцевих видів риб, як щука, сазан, струмкова форель, лин, судак, які перебувають в стані зменшення біологічної сталості. На межі зникнення знаходяться популяції таких риб, як, дунайський лосось, вирезуб, харіус тощо. В напрямку збереження популяцій риб, що мають статус зникаючих, велику роботу веде лідер наукового рибництва в Україні Інститут рибного господарства НААН [7, 9]. Водосховища Дніпра і Дніпровсько – Бузьский лиман, за рахунок заселення водними біоресурсами, в перспективі можуть дати до 50–55 тис. тон різної аквапродукції [3].

На Полтавщині рибне господарство має свою історію розвитку. Історично, в Полтавській губернії, за статистичними даними, в 1914–1915 роках налічувалось 90 придатних для рибальства річок, 115 озер і 466 рибальських поселень.

На даний час на Полтавщині пріоритетний розвиток рибогосподарської галузі має ставове рибництво, тобто розведення і вирощування риби в спеціально збудованих або непристосованих для цього ставках та інших невеликих штучно створених, а іноді і природних водоймах.

Згідно даних Регіонального офісу водних ресурсів Полтавської області утворено 69 різних за об’ємом, водосховищ загальною площею 6495,5 га. та 2688 ставків, загальною площею 19,969 тис. га., 583 озер площею 4,534 тис. га [4].

Основний водний фонд області формують два великих водосховища - Кам’янське і Кременчуцьке. Промислову іхтіофауну водосховищ, в основному, формують: плітка, лящ, сріблястий карась, плоскирка – на їх частку припадає більше 90% загального промислового запасу [4].

За останні 10 років вилови риби в Кременчуцькому водосховищі були нестабільними. У 2009-2010 рр. вилови риби склали 4,3–4,4 тис. т., у 2011-2013 рр. – 3,2.тис. т., у 2016–2017 рр. – 4,7–4,9 тис. т. У 2019 році вилов зріс до 5,1 тис. т. (в основному за рахунок сріблястого карася), у 2020 році – зменшився до 4,5 тис. т., що було зумовлено падінням вилову ляща (47,5% загального зменшення улову), рослиноїдних риб (116,3 %) та верховодки і тюльки (15,7%). У 2021 році вилов знову зріс до 5,8 тис. т., що на 81,8 % було зумовлено зростанням вилову сріблястого карася, тоді як вилов інших видів залишався на рівні попередніх середньорічних показників [5]. У 2022 році вилов риби в Кременчуцькому водосховищі, у порівнянні з іншими водосховищами, зменшився в незначній мірі, але знову ж за рахунок збільшення уловів сріблястого карася. У Кам’янському водосховищі в 2020 році вилов риби знизився до 1,8 тис. т. В загальному обсязі сріблястий карась склав (38,4%), лящ (16,2%), плітка, плостирка, тюлька, верховодка (18,4%), 27% всі інші види риб [4].

Слід відмітити, що у 2020 році були значно розширені місця, заборонені для промислового рибальства - вся акваторія в межах Полтавської області, що позитивно позначилось на кількості виловленої риби. У 2021 році вилов збільшився до 2,1 тис. т. – за рахунок сріблястого карася на 60,8% та на 3–7% інших видів риб [4].

Аналізуючи стан вилову риби в Кременчуцькому і Кам’янському водосховищах необхідно відмітити – в період 2000–2010 рр. 80 % вилову припадало на вселені рослиноїдні риби, а вже у 2019–2021 рр. – тільки 15 %. Це сталося за рахунок суттєвого зменшення обсягів зариблення цими видами риб [4].

З урахування вищевикладеного можна констатувати, що повномасштабне зариблення Кременчуцького і Кам'янського водосховищ цінними видами риб дозволить збільшити їх кількість на 20–35%, що, за умови наявності природних нерестилищ, дасть змогу сформувати різновікові популяції з високими відтворювальними здатностями. Це в свою чергу передбачає виконання відповідних заходів розробленої програми розвитку рибного господарства області на 2023–2027 роки [4].

Основні заходи розвитку рибного господарства спрямовані на формування стабільної сировинної бази та відновлення популяцій цінних видів водних біоресурсів. Першочергово передбачається здійснення штучного відтворення з урахуванням пріоритетності водних об'єктів, яка визначається наявністю промислового рибальства, можливістю ефективного вилову сформованої іхтіомаси, потребою у біологічній меліорації та забезпеченні належної якості води, а також відсутністю негативного досвіду інтродукції видів.

Другочергові заходи передбачають нарощування запасів об'єктів випасної аквакультури та відтворення аборигенних видів риб, що мають значення для промислового і спортивного рибальства. Реалізація зазначених заходів забезпечить підвищення ефективності використання водних ресурсів і сталий розвиток галузі.

Головними суб'єктами підприємницької діяльності в ставковому рибництві Полтавської області є стави. На даний час на території області розташовано 2353 водних об'єктів, які передані або можуть бути переданими в користування на умовах оренди. Для риборозведення є придатними 1500 водних об'єктів, з яких 1005 знаходяться за межами населених пунктів. На даний, час в оренді перебувають 415 водних об'єкти. З 2013–2022 рокі паспортизовано 587 об'єктів, 475 з яких розташовані за межами населених пунктів і 112 в їх межах [4].

Таким чином проведений аналіз свідчить, що, незважаючи на вплив низки об'єктивних чинників, рибогосподарська галузь України та Полтавської області має значний природно-ресурсний і виробничий потенціал для нарощування обсягів добування та відтворення водних біоресурсів. Реалізація цього потенціалу можлива за умови впровадження сучасних селекційних досягнень, ресурсоощадних технологій вирощування риби та системного проведення заходів із зариблення водойм, зокрема водосховищ Дніпра та Дніпровсько-Бузького лиману. Наявність значного водного фонду, а також реалізація регіональних програм розвитку рибного господарства створюють передумови для досягнення прогнозованих показників виробництва та забезпечення стабільного розвитку галузі у перспективі.

ЛІТЕРАТУРА

1. ФАО (2018). State of the world fisheries and aquaculture 2018-Achieving the goals of sustainable development. Rome. Licence: CCBY-NC-SA 3.0 IGO.

2. Стан світових рибних запасів (по доповіді ФАО 2020 р.): опубліковано 21.01.2021 https://fishindustry.com.ua/stan-svitovix-ribnix-zapasiv-po-dopovidi-fao-2020-r

3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 02 травня 2023р.№402-р. Про схвалення стратегії розвитку галузі рибного господарства України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2023–2025 роках.

4. Рішення пленарного засідання п'ятої сесії Полтавської обласної ради восьмого скликання від 06 липня 2021 року №188. Наказ департаменту агропромислового розвитку Полтавської обласної військової адміністрації від 18.10.2023року, №71. Про програму розвитку Рибного господарства Полтавської області на 2023–2027 роки.

5. Вдовенко Н.М Рибне господарство України в умовах глобалізації економіки. Монографія. Київ., ЦП Колпринт, 2016. С. 476.

6. Глебова Ю.А. Шкарупа О.В. Розвиток реформ у рибної галузі. Рибогосподарська наука України, 2017. № 4 (42)., С. 7–18.

7. Гончарова О. Кутіщев П. Коржов Є. Ковальов Ю. Технологічні аспекти застосування ініціативних технологій у промисловому вирощуванні коропа звичайного. Рибогосподарська наука України, 2021. № 1 (55)., С. 5–21.

8. Трофимчук А.М., Трофимчук М.І. Сучасний стан та перспективи розвитку марикультури в світі та в Україні. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта - наука - виробництво, 30 жовтня 2020. Біла Церква. С. 20–22.

9. Samofatova,V., & Neveseliuk,V. Current state of fishing industry of Ukraine. Food Industry Economics, 2020., Vol.12(2), Jssue 2. P. 38-45. https://doi.org/10.15673/fie.v12i2.1738

FISH FARMING IN UKRAINE IN THE CONDITIONS OF MODERN CHALLENGES: REGIONAL ASPECT OF POLTAVA REGION

M. Ilchenko, mariia.ilchenko@pdau.edu.ua, ORCID ID 0000-0003-0163-1384, Poltava State Agrarian University of Poltava, Ukraine

B. Shaferivskyi, bogdan.shaferivskyi@pdau.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-5742-5016, Poltava State Agrarian University of Poltava, Ukraine

Key words: fish farming, fishing reservoirs, aquaculture, ponds, reservoirs.

Aquatic bioresources play an important role in providing the population with complete nutrition, in particular animal proteins, vitamins and trace elements, while the share of fish protein should be 17–20% of total consumption. Fish is a valuable food product, and its global consumption has increased from 9.5–10.5 kg in 1961 to 20.5 kg in 2020. At the same time, the reduction in natural fish stocks has led to the active development of aquaculture in many countries around the world. In Ukraine, fisheries have undergone significant changes due to the introduction of modern technologies, but the industry still lags behind the global pace of development and faces a number of economic and organizational problems. Among them are the mismatch between costs and prices, difficulties in purchasing fish seedlings, and a change in the structure of production in favor of herbivorous fish species. Despite this, fish farming remains a promising industry, for which regional development programs are being developed aimed at reproducing ichthyofauna, developing pond fish farming, and saturating the domestic market with domestic products. Inland reservoirs are considered a strategic resource, and industrial and pond fish farming are considered an important direction for increasing the efficiency of agricultural production

639.3.043:639.371.7

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ РОЗТОРОПШІ (*SILYBUM MARIANUM* L.) У СКЛАДІ КОМБІКОРМУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS* B.) У РЕЦИРКУЛЯЦІЙНІЙ АКВАКУЛЬТУРНІЙ СИСТЕМІ

В. О. Коваленко, vak.1958@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-7452-4331, Інститут рибного господарства, екології моря та океанографії, с. Софіївська Борщагівка, Київська обл.

Н. Є. Гриневич, gnatbc@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-7430-9498, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква

І. І. Ільчук, ORCID ID 0000-0003-0961-6613, ilchukigor@ukr.net, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

О. В. Новохатко, catfish.pavlysh@gmail.com, ТОВ «Сі Еф Пі», сел. Павлиш, Кіровоградська обл.

Ключові слова: годівля, кларієвий сом, рециркудяційна аквакудьтурна система, силімарин

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток аквакультури супроводжується зростанням потреби у безпечних та ефективних кормових добавках, здатних підвищувати продуктивність риб і їхню резистентність до стресових факторів середовища. У зв'язку з цим значної уваги набуває використання рослинних біоактивних компонентів, зокрема фітобіотиків. Однією з перспективних рослин є розторопша плямиста (*Silybum marianum* L.), насіння якої містить комплекс флавонолігнанів – силімарин, що характеризується антиоксидантними, протизапальними та гепатопротекторними властивостями. Разом з тим аналіз літературних джерел [1–3] свідчить, що ефективність використання розторопші в кормах залежить від виду риби, дозування, форми добавки (насіння або стандартизований екстракт) та умов вирощування. Більшість досліджень проводять в експериментальних умовах, що зумовлює необхідність подальших досліджень для оцінки ефективності цієї добавки у виробничих умовах аквакультури.

Мета дослідження. Мета дослідження – комплексна оцінка ефективності введення насіння розторопші до складу повнораціонного екструдованого комбікорму Barbel Pro Plus Float виробництва ТОВ Fishery Tech для годівлі кларієвого сома в умовах рециркуляційної аквакультурної системи.

Матеріал і методи дослідження. Експеримент проведено у жовтні-грудні 2025 р. у басейнах рециркуляційної аквакультурної системи ТОВ «Сі Еф Пі» (сел. Павлиш Кіровоградської обл.).

Дослідним матеріалом слугувала молодь кларієвого сома *(Clarias gariepinus).* У дослідженні застосовано гідрохімічні, рибницькі та іхтіопатологічні методи.

Дослідження включало два етапи. Метою першого етапу тривалістю 28 діб була стабілізація фізіологічного стану риб перед дослідженням нового корму за однакових умов утримання з використанням комбікорму Fishery Tech Barbel Pro Plus Float. На цьому етапі використано 420 екз. молоді кларієвого сома із середньою масою 391 г. Після його завершення риб із середньою масою 587 г розподілили на контрольну і дослідну групи по 206 екз. у кожній та розмістили в окремих басейнах. Вісім екземплярів риб було піддано іхтіопатологічному обстеженню.

На другому етапі тривалістю 28 діб рибам контрольної групи згодовували комбікорм Barbel Pro Plus Float (60 % раціону) і живих личинок *Hermetia illucens* (40 % раціону). Риби дослідної групи отримували комбікорм Barbel Special Diet Float, який є дієтичним варіантом основного корму завдяки включенню до його складу насіння розторопші, що містить силімарин.

Добову норму годівлі визначали відповідно до рекомендацій виробника кормів. Корм роздавали вручну п'ять разів на добу. Контрольні лови проводили один раз на тиждень із відбором і зважуванням 20–40 екз. риб.

Температуру води та вміст розчиненого кисню визначали двічі на добу. Інтенсивність росту кларієвого сома оцінювали за показниками абсолютного, середньодобового та відносного приросту маси тіла.

Отримані результати піддавали математичній обробці.

Результати досліджень. Гідрохімічні показники води перебували у межах, сприятливих для вирощування кларієвого сома: вміст розчиненого кисню – 6,9–8,9 мг O_2/дм³, pH – 7,3–7,6, концентрація іонів амонію – 0,03–0,05 мг NH_4^+/дм³, нітритів – до 0,1 мг NO_2^-/дм³, нітратів – 12–27 мг NO_3^-/дм³. Водночас упродовж експерименту спостерігалося поступове зниження температури води (26–21°C), що було зумовлено проблемами енергопостачання.

Протягом другого етапу експерименту риби дослідної групи демонстрували однаковий рівень виживаності з контролем (99,03 %), проте характеризувалися вищими темпами росту. Абсолютний приріст маси тіла перевищував контроль на 11,24 %, відносний – на 9,26 %. Різниця між середніми значеннями кінцевої маси риб була статистично достовірною ($p < 0,05$).

Іхтіопатологічні дослідження показали позитивну динаміку змін у стані внутрішніх органів риб. У дослідній групі частка особин із патологічними змінами печінки зменшилася у 4 рази – з 50 до 12,5 %, тоді як у контрольній групі вона зросла до 87,5 %.

Висновки

1. Використання комбікорму з включенням насіння розторопші у годівлі кларієвого сома в умовах рециркуляційної аквакультурної системи не впливало негативно на виживаність риб, яка в обох варіантах досліду становила 99,03 %.
2. Риби дослідної групи характеризувалися вищою інтенсивністю росту: абсолютний приріст маси тіла перевищував контроль на 11,24 %, відносний – на 9,26 %**,** при статистично достовірній різниці середньої кінцевої маси ($p < 0,05$).
3. Застосування корму з насінням розторопші сприяло покращенню морфофункціонального стану печінки кларієвого сома: частка риб із патологічними змінами органу зменшилася з 50 до 12,5 %, тоді як у контрольній групі вона зросла до 87,5 %, що свідчить про перспективність використання цієї добавки у годівлі риб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Abdel-Latif H. M. R., Shukry M., Noreldin A. E., Ahmed H. A., El-Bahrawy A., Ghetas H. A., Khalifa E. Milk thistle (*Silybum marianum*) extract improves growth, immunity, serum biochemical indices, antioxidant state, hepatic histoarchitecture, and intestinal histomorphometry of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture*. 2023. Vol. 562. Article 738761. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738761.
2. Chaklader M. R. et al. *Silybum marianum* promotes growth, hepatic antioxidative activity, and splenic immunity but does not influence the intestinal barrier function of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. 2024. Vol. 583. Article 740554. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740554.
3. Owatari M. S., Alves Jesus G. F., Pereira A. et al. Silymarin as hepatic protector and immunomodulator in Nile tilapia during *Streptococcus agalactiae* infection. *Fish & Shellfish Immunology*. 2018. Vol. 82. P. 565–572. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.08.061.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF MILK THISTLE (SILYBUM MARIANUM L.) SEEDS IN COMPOUND FEED FOR AFRICAN CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) CULTURED IN A RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM

V. Kovalenko**,** vak.1958@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7452-4331, Institute of Fisheries, Marine Ecology and Oceanography, Sofiivska Borshchahivka village, Kyiv region, Ukraine

N. Hrynevych**,** gnatbc@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-7430-9498, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

I. Ilchuk, ilchukigor@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0961-6613, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

O. Novokhatko, catfish.pavlysh@gmail.com, CFP LLC, Pavlysh, Kirovohrad region, Ukraine

Keywords: African catfish, feeding, recirculating aquaculture system, silymarin.

*The study evaluated the effectiveness of including milk thistle (*Silybum marianum *L.) seeds in the diet of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in a recirculating aquaculture system. A 56-day experiment was conducted using extruded compound feeds produced by Fishery Tech. During the second experimental stage, fish of the control group were fed a standard diet, while fish of the experimental group received a diet containing milk thistle seeds. The survival rate of fish in both groups remained high and reached 99.03%. However, fish fed the diet supplemented with milk thistle demonstrated higher growth performance, exceeding the control by 11.24% in absolute weight gain and by 9.26% in relative growth rate. Ichthyopathological examination revealed a significant improvement in liver condition in the experimental group compared to the control. The obtained results indicate the prospects of milk thistle seeds as a phytobiotic feed additive for African catfish culture in RAS.*

639.3 (073)

ПИТАННЯ БІОТЕХНІКИ ПОЛІКУЛЬТУРИ В АКВАКУЛЬТУРІ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS* BURCHELL, 1822) (ОГЛЯД)

М. Г. Ковбаса, m.kovbasa@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0002-1502-8586, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

***Ключові слова**:* африканський сом *Clarias gariepinus*, полікультура, рециркуляційні системи аквакультури, рибопродуктивність

Мета. Аналіз наукової літератури з питань формування полікультури в аквакультурі кларієвого сома (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). Розглянути інноваційні підходи до рибництва, що поєднують високу продуктивність із екологічною збалансованістю, зокрема створення полікультури на основі сумісного утримання видів із різними екологічними та трофічними нішами. Виокремити основні принципи формування таких систем, напрями їх подальшого розвитку та впливу на рибопродуктивність.

Матеріали та методи. Дослідження побудовано на огляді наукової літератури, журналів, статей. Проведено аналіз публікацій.

Результати. В умовах глобального зростання попиту на водні біоресурси, обмеженості природних ресурсів та посилення екологічних викликів, все більшої уваги набувають інноваційні підходи до рибництва, що поєднують високу продуктивність з екологічною збалансованістю. Полікультура, як система багатовидового вирощування риб, розглядається як ефективний інструмент підвищення біологічної продуктивності, покращення екологічного стану водойм та оптимізації використання кормових ресурсів.

Порівняно з рівнем інтенсифікації технологій ведення аквакультури ще 20–30 років тому, то на сьогодніщшній день спостерігається значний технологічний прорив. Наприклад, безпосередньо щодо аквакультури кларієвого сома: у світі, за даними 1995 року, виробництво даної продукції становило близько 5 тис. тонн, в 2010 році – 353 тис. тонн, а в 2016 році досягло рекордного значення – 979 тис. тонн живої риби. Тобто у відсотковому співвідношенні з 1995 року до 2016 р. виробництво кларієвого сома збільшилося у 195,8 разів або на 19580 %. Це свідчить про високу рентабельність виробництва та зацікавленість у вирощуванні кларієвого сома рибними господарствами [1–3].

Кларієвий сом є одним із найперспективніших об’єктів сучасної індустріальної аквакультури, який за останні два десятиліття активно впроваджується в Україні. Його цінність визначається поєднанням високих біологічних, економічних і технологічних характеристик, що робить цей вид конкурентоспроможним у порівнянні з традиційними об’єктами рибництва, такими як короп, товстолоб та білий амур [1,3,4]. Кларієвий сом добре адаптується до різноманітних умов середовища, має високу толерантність до низьких концентрацій кисню та значну швидкість росту. Цей вид демонструє одну з найвищих інтенсивностей приросту серед прісноводних риб – до 1,2–1,5 кг за 6 місяців вирощування. Завдяки наявності допоміжного дихального органу (лабринтового апарату), кларієвий сом здатен виживати у водоймах із мінімальним вмістом розчиненого кисню (до 1 мг/л), що робить його цінним об’єктом для вирощування в умовах високої щільності посадки та у системах замкнутого водопостачання [3,4].

В Україні кларієвий сом активно інтегрується в системи рециркуляції води. Використання рециркуляційних систем дозволяє підтримувати оптимальні параметри водного середовища, забезпечувати щільність посадки понад 300 екз./м³ і досягати високих коефіцієнтів конверсії корму (FCR = 1,1–1,3). Поєднання кларієвого сома з рослиноїдними видами (наприклад, товстолобом) у полікультурі дозволяє ефективно використовувати кормову базу та зменшувати органічне забруднення води. За результатами спостережень, сом ефективно споживає залишки корму та органічні відходи, що зменшує накопичення амонійного азоту та фосфатів у воді. Це підвищує екологічну стабільність УЗВ та сприяє підтриманню біорізноманіття в аквакультурних системах [4–5].

В умовах обмеження ставового рибництва та зміни кліматичних умов кларієвий сом може стати ключовим видом для інтенсифікації аквакультури в Україні. Він забезпечує цілорічне виробництво продукції, підвищує ефективність використання кормів і водних ресурсів та сприяє модернізації технологічних процесів у промислових і фермерських господарствах [5, 6].

Таким чином, вирощування кларієвого сома в Україні є економічно, технологічно та екологічно доцільним, а його інтеграція у полікультурні системи відкриває нові можливості для сталого розвитку аквакультури. В Україні останні роки спостерігається зростання інтересу до вирощування африканського кларієвого сома як перспективного об'єкта інтенсивної аквакультури. Ряд наукових досліджень, виконаних у межах українських університетів і науково-дослідних господарств, показав, що цей вид добре адаптується до місцевих умов, особливо у ставових і рециркуляційних системах [5, 6].

Дослідження Задорожнього М.В. зосереджене на вирощуванні молоді кларієвого сома у ставках і бетонних басейнах без поєднання з іншими видами. У роботі досліджували вплив температури води, типу корму та умов утримання на продуктивність риб. Автор зазначає, що сом демонструє високу толерантність до коливань температури та здатність до швидкого росту в монокультурі, що підтверджує його придатність для інтенсивного виробництва у штучних і природних водоймах України. Практичні результати свідчать, що при дотриманні оптимальних параметрів середовища - температура води 25–30 °C, достатня аерація та контроль кормових схем - кларієвий сом досягає високих показників продуктивності та товарної маси за один вегетаційний сезон. Ці дослідження є важливими для подальшого впровадження технологій вирощування монокультури сома у комерційних господарствах та інтенсивних рециркуляційних системах в Україні [6].

Висновки. Досвід вирощування кларієвого сома у монокультурі підтверджує його економічну ефективність та адаптивність до українських умов, а також надає наукову основу для подальших експериментів та промислового виробництва у полікультурі. За умов інтенсивних форм вирощування, таких як УЗВ, формуються адаптовані полікультури на основі високорентабельних видів (тиляпія, кларієвий сом), де кожен компонент виконує свою екосистемну функцію, у тому числі – утилізацію залишків корму та органіки [7]. Наприклад в Ізраїлі сформовано ефективні поєднання видів у басейнових системах із використанням рециркуляції води, де тиляпія, сом та рослиноїдні риби водночас є учасниками технологічного ланцюга очищення та переробки відходів [8, 9]. Окрему увагу в роботі приділено аналізу методів формування полікультури. Існує кілька підходів до структури зариблення [7–11]:

- Класичний – із чітко визначеним співвідношенням основного, допоміжного і супутнього виду (наприклад: 60% коропа, 25% товстолобика, 10% амура, 5% хижака).
- Динамічний – із гнучкою адаптацією складу залежно від стану кормової бази, кліматичних умов, температурного режиму.
- Функціональний – орієнтований на оптимізацію екосистемних функцій, де кожен вид виконує чітко визначену роль у біоценозі.

Розглянуто біотехнічні аспекти полікультури [10–13]:

- принципи сумісності за трофічним ланцюгом;
- оптимальні щільності посадки для різних видів і систем;
- особливості годівлі, зокрема роздільна подача кормів для різних груп риб;
- контроль водного середовища – вміст кисню, вільного аміаку, pH, температури тощо.

Проаналізована інформація доводить, що полікультурні системи мають вищу екологічну стійкість, забезпечують зменшення ризику заморів, сприяють очищенню води від надлишку біогенів та органіки. У таких системах зазвичай зменшується потреба у зовнішніх втручаннях (антибіотики, дезінфектанти), що покращує якість кінцевої продукції та екологічну безпеку виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Peteri A., et al. African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) production with special reference to temperate zones : a manual. – Budapest : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. – 85 p.
2. Beveridge, M. C., & Little, D. C. (2002). The history of aquaculture in traditional societies. Ecological aquaculture. The evolution of the Blue Revolution, 3-29
3. Stickney R.R. Polyculture in aquaculture // Sustainable Food Production. – New York : Springer, 2013. – P. 1366–1368
4. Rahman, M.M., L.A.J. Nagelkerke, M.C.J. Verdegem, M.A. Wahab, J.A.J. Verreth. 2008. Relationship Among Water Quallity, Food Resources, Fish Diet and Fish Growth in Polyculture Ponds: A Multivariate Approach. Aquaculture, 275 (2008) : 108-115
5. Андрющенко А. І., Вовк Н. І. Аквакультура штучних водойм. Частина ІІ. Індустріальна аквакультура. Київ: ПП «Мастер Принт», 2014. 586 с
6. Задорожній М. В., Бех В. В. Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (Clarias gariepinus Burchell, 1822) за природного температурного режиму водойм Полісся України // Екологія, іхтіологія та аквакультура. – 2024. – № 135(1). – С. 33–41. https://doi.org/10.61976/fsu2024.01.074
7. FAO/UNDP. (1980). Fish feed technology. Lectures presented at the FAO/UNDP Training Course in Fish Feed Technology, Seattle, Washington, 9 October – 15 December 1978. FAO Aquaculture Development and Coordination Programme. 400 p. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/x5738e
8. Rosa, J., Lemos, M., Crespo, D., Nunes, M., Freitas, A., Ramos, F., Pardal, M., & Leston, S. (2020). Integrated multitrophic aquaculture systems: potential risks for food safety. Trends in Food Science & Technology, 99, 98–109. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.008
9. Hecht T., Uys W., Britz P. J. (eds.). The culture of sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*, in Southern Africa. South African National Scientific Programmes Report No. 153. Pretoria: CSIR, 1988. 133 p. (Proceedings/workshop). Режим доступу: https://researchspace.csir.co.za/items/015069cd-2621-4327-b1b3-63857701077f
10. Omondi J. G., Gichuri W. M., Veverica K. A partial economic analysis for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. and sharptooth catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) polyculture in central Kenya // Aquaculture Research. 2001. Vol. 32. P. 693–700.
11. Abdel-Tawwab M., El-Sayed G. O. Effects of bioremediation using biofloc on growth performance, feed utilization, and water quality in African catfish Clarias gariepinus // Aquaculture International. 2014. Vol. 22. P. 2021–2034.
12. Hassan A. A., El-Naggar G. O., Abdel-Rahman S. H. Use of *Clarias gariepinus* as a predator to control unwanted tilapia progeny in polyculture ponds // Aquaculture Research. 2013. Vol. 44(6). P. 955–965.
13. Sule O. D., Adikwu I. A. Polyculture of African catfish and common carp: production and water quality implications // Journal of Aquatic Sciences. 2004. Vol. 19(1). P. 1–6.

ISSUES OF BIOTECHNOLOGY IN MULTI-CULTURE AQUACULTURE OF AFRICAN CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS* BURCHELL, 1822)

M. Kovbasa, m.kovbasa@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0002-1502-8586, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: african catfish *Clarias gariepinus*, fish farming water body, polyculture, recirculating aquaculture systems.

The African catfish (Clarias gariepinus) is one of the most promising species in modern industrial aquaculture. It has been actively introduced in Ukraine over the last twenty years. The African catfish adapts well to a variety of environmental conditions, has a high tolerance to low oxygen concentrations

and exhibits a significant growth rate. Combining the African catfish with herbivorous species (such as silver carp) in polyculture allows for the efficient use of the food supply and reduces organic pollution of the water. Observations show that catfish effectively consume feed residues and organic waste, thereby reducing the accumulation of ammonium nitrogen and phosphates in the water. Thus, the farming of Clarias catfish in Ukraine is economically, technologically and environmentally sound, and its integration into polyculture systems opens up new opportunities for the sustainable development of aquaculture.

619:611.37:611-073.7:6

ФІБРОЗ ПЕЧІНКИ *Rutilus rutilus* LINNAEUS, 1782 ПРИ ТЕХНОГЕННОМУ НАВАНТАЖЕННІ НА ВОДОЙМИ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ

О. М. Козій, Fullmarkmeta@meta.ua, ORCID ID 0000-0002-0064-4637, Херсонський державний аграрно-економічний факультет, м. Херсон.

Ключові слова: аквакультура, техногенне навантаження, водойми, їхтіофауна, печінка

Однією з основних причин скорочення чисельності популяцій риб є їхня вразливість до впливу чинників абіотичного походження, до яких першочергово відносять зміну клімату та забруднення техногенного характеру [1]. Види, які мешкають на глибинах менше 100 м, досить швидко уникають осередків забруднення. Для придонних представників мілководної іхтіофауни негативні наслідки забруднення є найімовірнішими, оскільки в прибережній частині річок та лиманів циркуляція води не вирізняється динамічністю [2]. Ступінь техногенного впливу багаторазово зростає, якщо весняний розлив за певною акваторією та часом збігається з нерестом виду [3]. Взаємодія вуглеводнів з організмом риб провокує порушення дихання, водно-сольового гомеостазу, розлади нервової системи. Оскільки біоакумуляція вуглеводнів залежить від індивідуальних ліпофільних та гідрофобних властивостей, існує їх здатність зосереджуватися насамперед у печінці, гонадах та жирових відкладеннях м'язової тканини [4]. На жаль, на сьогодні дані щодо моніторингу стану риб на акваторії, яка постраждала, в офіційних джерелах відсутні. Але на початку весни у прибережжі нами фіксувалося скорочення чисельності молоді риб, що може бути пов'язане з отруєнням кормової бази. У цьому випадку стає важливим розуміння процесів та механізмів, на тлі яких власне й відбуваються втрати в популяціях риб [5].

Спостереження показують, що класична балкова структура печінки, яка спостерігається у статевозрілих особин, не властива молоді даного виду риб. Ядра більшості гепатоцитів орієнтовані центрально і містять одну нуклеолу. При хронічному екзотоксикозі, за урахуванням об'єму ураження печінкової тканини, можна виділити різні ступені жирової дистрофії – від дрібно- до великокрапельної. В наших дослідженнях у двох особин був ідентифікований ліпофанероз. Характерною ознакою гепатоциту у стані захворювання є дислокація ядра. У цитоплазмі спостерігається бінарна картина: дрібнодисперсне розпилення жирових крапельок і об'єднання дрібних вакуолей у більші. Ця обставина вказує на важку форму жирової дистрофії і функціональну недостатність паренхіми. Ураження хронічного характеру виявляються також у формі некрозів. На місці некротичного локусу є прозорий ексудат. Нерідко зустрічаються ексудат із вмістом різних формених елементів крові, також частинки детриту. Ділянка некрозу часто обрамлена запальним валом, при цьому прилеглі ділянки паренхіми інфільтровані макрофагами. Гепатоцити, що знаходяться поряд із ділянкою некрозу, також можуть бути схильні до патологічних змін. Лише поодинокі клітини зберігають свою функцію. На тлі ліпофанерозу та некротичних змін, у паренхімі печінки розвивається картина фіброзу, що ідентифікується нами як такий перисинусоїдально-перицелюлярного типу. Майже всі уражені риби мали одночасно різні ступені фіброзного переродження органу. За перисинусоїдально-перицелюлярного фіброзу легкого ступеня (F1) фіксуються фрагменти волокнистої тканини – у вигляді коротких перпендикулярних «зазублин» місцево проникають у міжклітинні простори. На початковій стадії захворювання відбувається екзосомальне залучення макрофагів до осередків ліпофанерозу та некрозу гепатоцитів. Ступінь локальної екзосомально-цитокінової активації перисинусоїдальних зірчастих клітин фіброгенного типу відображає зростання ступеня тяжкості захворювання, що визначається підвищенням вмісту в ураженій тканині позаклітинного волокнистого матриксу.

При помірному перисинусоїдально-перицелюлярному фіброзі (F2) фрагменти видозміненої тканини мають дещо більшу довжину та виявляються частіше. Фрагменти мають вигляд вигнутих ниток, що характеризуються різною товщиною та орієнтацією у міжклітинних просторах. Спостереження показують, що при перисинусоїдально-перицелюлярному фіброзі (F3) паренхіма органа складається з псевдочасточок, що формують деформовані балки.

Достовірне збільшення клітинного діаметра на стадії F3 (на 5,4μ у порівнянні з нормою) відбувається за незначної мінливості діаметра ядра, що поєднується із плавною зміною показників співвідношення діаметра ядра та клітини – 0,04; 0,12 та 0,16 одиниць. Різке зміщення клітинної функції відбувається за рахунок утворення великої кількості ліпідних вакуолей (F1 – збільшення на 6, F2 – на 39 і F3 – на 48%).

Збільшення об'єму жирового депо викликає небезпеку акумулювання жиророзчинних токсикантів, надалі – появи ознак клітинної атипії та злоякісності [6]. У перспективі існує необхідність проведення додаткових досліджень щодо уточнення ступеня прогресії фіброзу і виникнення злоякісних переродженнь шляхом використання клітинно-маркерних методів. Такий підхід дозволить надати адекватний прогноз відносно можливості адаптації і виживання риб в умовах техногенних навантажень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ikisa K.G., Babatunde B.B., Hart A.I. Histopathological Variations in Gills, Liver and Kidney of Nile Tilapia – Oreochromis niloticus Exposed to Benzalkonium B-hloride Mixture with Treated Produced Water // J. Appl. Sci. Environ. Manage. 2019. Vol. 23(6). P. 1181-1187. https://dx.doi.org/10.4314/ jasem.v23i6.28.
2. Grosell M., Pasparakis C. PhysiologicalResponses of Fish to Oil Spills // Annual Review of Marine Science. 2021. Vol. 13. P. 137-160. https://doi.org/10.1146/ annurev-marine-040120-094802.
3. Kaur S., Khera K., Kondal J. Heavy metal induced histopathological alterations in liver, muscle and kidney of freshwater cyprinid, Labeo rohita (Hamilton) // J. Entomol. Zool. Stud. 2018. Vol. 6(2). P. 2137-2144.
4. Histopathology reveals environmental stress in dusky founder Syacium papillosum of the Yucatan Peninsula continental shelf / Couoh-Puga E. et al. // Environ Monit Assess. 2024. Vol. 196(10). P. 903-194. https://doi.org/10.1007/ s10661-024-12996-2.
5. Eriegha J., Mitoyin B. Water soluble fractions of crude oil deteriorates water quality parameters and alters histopathological components of juvenile Clarias gariepinus // Animal Research International. 2019. Vol. 16(2). P. 3308-3318.
6. Gorbatiuk L.O., Pasichna O.O. Toxic Impact of Oil Pollution on Fish Organism in Freshwater and Marine Ecosystems (a Review) // Hydrobiological Journal. 2020. Vol. 56(6). P. 83-93. https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v56.i6.70.

LIVER FIBROSIS IN Rutilus rutilus LINNAEUS, 1782 UNDER TECHNOGENIC STRESS ON WATER BODIES IN THE CONTEXT OF A FULL-SCALE WAR

O. Koziy, Fullmarkmeta@meta.ua, ORCID ID 0000-0002-0064-4637, Kherson State Agrarian and Economic Faculty, Kherson.

Keywords: aquaculture, anthropogenic pressure, water bodies, ichthyofauna, liver

Observations show that the classic lobular structure of the liver, which is observed in sexually mature individuals, is not characteristic of juveniles of this fish species. The nuclei of most hepatocytes are centrally oriented and contain a single nucleolus. In chronic exotoxicosis, depending on the extent of liver tissue damage, various degrees of fatty degeneration can be distinguished—ranging from fine- to coarse-grained. In our studies, lipofanerosis was identified in two individuals. A characteristic feature of hepatocytes in a diseased state is nuclear dislocation. A binary pattern is observed in the cytoplasm: a fine dispersion of fat droplets and the coalescence of small vacuoles into larger ones. This finding indicates a severe form of fatty degeneration and functional insufficiency of the parenchyma. Chronic lesions are also manifested in the form of necrosis. A clear exudate is present at the site of the necrotic focus. Exudates containing various blood cells, as well as debris particles, are frequently encountered. The area of necrosis is often surrounded by an inflammatory rim, while the adjacent areas of the

parenchyma are infiltrated by macrophages. Hepatocytes located adjacent to the area of necrosis may also be subject to pathological changes. Only a few cells retain their function.

639.3.043

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РЯСКИ В АКВАКУЛЬТУРІ: АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ПРОТЕЇНУ ТА ІНСТРУМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

І. С. Кононенко, iryna_kononenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0003-3906-3650, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

О. В. Охріменко, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Р. В. Кононенко, ruslan_kononenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-7818-2583, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

М. Б. Халтурин, khalturyn_mb@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-6587-0929, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: ряска, аквакультура, біомаса, фіторемедіація, альтернативний протеїн, корм для риб, сталий розвиток.

Ряска (родина *Lemnaceae*) – це група найменших вільноплаваючих квіткових рослин у світі, які характеризуються надзвичайно швидким ростом та простою морфологією [1]. До цієї родини належать 5 родів (*Lemna, Spirodela, Wolffia, Landoltia ma Wolffiella*), що об'єднують близько 36–38 видів, поширених майже в усіх кліматичних зонах, крім полярних регіонів [1, 4]. Рослина має спрощену структуру, що складається з листеця (фронду) – вегетативного органу, який поєднує функції листка та стебла. Більшість видів мають коріння, але деякі роди, наприклад *Wolffia* (найменша квіткова рослина), є безкореневими [1, 4].

Основним способом розмноження є вегетативне брунькування, що дозволяє біомасі збільшуватися експоненціально [1]. За оптимальних умовах біомаса ряски здатна подвоюватися за 16–48 годин (за деякими даними – за 1,2 дні), що дозволяє їй накопичувати біомасу в рази швидше за традиційні культури [1, 5]. Продуктивність біомаси ряски сягає 55–106 тонн сухої речовини на гектар за рік, що значно перевищує показники наземних екосистем та дозволяє секвеструвати до 16,65–17,53 г CO_2 на 1м^2 за добу у весняний період [8]. За виходом крохмалю ряска у 1,6 рази ефективніша за кукурудзу [7].

Вирощування ряски не потребує орних земель і може здійснюватися у стічних водах, що мінімізує споживання прісної води та вирішує проблему дефіциту сільськогосподарських угідь.

Функціонування ряски щодо вуглекислого газу базується на добовому циклі фотосинтезу та дихання, що дозволяє їй бути ефективним агентом секвестрації (уловлювання) вуглецю. Вдень (фаза фотосинтезу): при достатньому освітленні ряска активно поглинає CO_2 з атмосфери або води. Завдяки високій швидкості росту вона фіксує вуглець, конвертуючи його в органічну біомасу: крохмаль (який може становити до 72,2% сухої ваги [3]), білки та ліпіди [3, 8]. Процес фіксації вуглецю каталізується ферментом Rubisco, активність якого зростає при підвищенні концентрації *CO*2. [5, 6, 8].

Вночі (фаза дихання): після заходу сонця процес фотосинтезу припиняється, і ряска, як і всі рослини, починає процес дихання. У цей період вона виділяє вуглекислий газ назад в атмосферу. Дослідження показують, що концентрація CO_2 всередині експериментальних камер постійно зростає протягом темного періоду. Незважаючи на нічне виділення, загальний річний або добовий баланс зазвичай є позитивним на користь поглинання. Встановлено, що ставки з ряскою можуть фіксувати принаймні в три рази більше CO_2, ніж виділяти внаслідок дихання або деградації органіки. Швидкість зниження концентрації CO_2 вранці зазвичай набагато вища, ніж швидкість його накопичення вночі [2].

Ряска має С3-метаболізм або цикл Кальвіна (це основний шлях фіксації вуглецю у рослин, при якому CO_2 безпосередньо з повітря перетворюється на тривуглецеву сполуку (3-фосфогліценат), і її здатність до фіксації вуглецю значно посилюється при підвищенні концентрації CO_2 в атмосфері (до 100 000 ppm), що стимулює активність ферменту RuBisCO

(рибулозо-1,5-бісфосфаткарбоксилаза/оксигеназа) та пригнічує фотодихання. Це ключовий фермент фотосинтезу, який відповідає за фіксацію вуглекислого газу CO_2 у рослин, перетворюючи його на органічні сполуки [5, 6, 8].

Встановлено, що ставки з ряскою можуть фіксувати у три рази більше CO_2, ніж виділяти внаслідок деградації органіки [2]. При збагаченні CO_2 (50 000 ppm) здатність до секвестрації вуглецю зростає у 18,1 рази порівняно з природними умовами [8].

Ряска демонструє високу ефективність у видаленні поживних речовин зі стічних вод: до 92,6% загального азоту (TN) та 84% загального фосфору (TP) – це так звана фіторемедіація [2].

Вміст білка в сухій речовині ряски коливається від 20% до 48,2%, що перевищує показники багатьох зернових культур [1, 4, 8]. За умови оптимального температурного режиму та підживлення CO_2 навесні, прогнозований добовий вихід сухого протеїну може досягати 4,01 г на 1м^2 площі водойми. Річна продуктивність крохмалю при цьому може становити до 12,74 т/га/рік [7].

Мінеральний склад води, особливо співвідношення азоту та фосфору, є критичним; дефіцит азоту призводить до різкого перемикання метаболізму з синтезу білка на накопичення крохмалю (до 72,2%) [3, 7]. Оптимальний рівень pH для росту та накопичення білка становить 6,5–7,5 [1].

Білок ряски за складом незамінних амінокислот (лізин, метіонін, треонін) відповідає рекомендаціям ВООЗ і є порівнянним із соєвим білком, сиром або горохом [1].

Між інтенсивністю світла та швидкістю росту ряски існує прямий зв’язок: ріст прискорюється зі збільшенням інтенсивності освітлення до певного порогу. Найнижча швидкість росту спостерігається при 6 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$, тоді як її підвищення до 1000 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$ сприяє активному розвитку [1, 4].

Дослідження *Lemna gibba* показали надзвичайну адаптивність: рослина підтримує високу швидкість росту як при низькому (50 мкмоль $м^{-2}с^{-}1$), так і при дуже високому (1000 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$) освітленні. У обох випадках час подвоєння площі листеців становив менше 1,5 дня [5].

Підвищення інтенсивності світла позитивно впливає на загальний вихід білка з одиниці площі. Наприклад, при освітленні 105 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$ вміст білка сягав 32% [4].

Існує важливе розрізнення між кількістю білка на одиницю площі та його відсотком у сухій речовині. У *L. gibba* рівень білка на одиницю площі був вищим при високому освітленні, проте відсотковий вміст білка в біомасі був значно вищим при низькому освітленні (46% при 50 мкмоль м−2с−1 проти 25% при 1000 мкмоль м−2с−1). При дуже високому освітленні рослина спрямовує більше ресурсів на накопичення крохмалю та захисних пігментів (зеаксантину), що знижує частку білка в загальній масі [5]. Вміст білка в сухій речовині ряски може коливатися від 20% до 40% (в деяких випадках до 48,2%), що значно перевищує показники зернових культур і є порівнянним із соєвим шротом [1, 8]. Крім білка, ряска багата на каротиноїди (лютеїн, зеаксантин), вітамін Е та жирні кислоти омега-3, які є важливими для здоров'я риб [1, 5].

Ряска активно акумулює важкі метали (Cd, Pb, Cu, Zn) та ціанотоксини з води, тому при використанні біомаси як корму необхідний суворий контроль чистоти стічних вод. Вміст свинцю (Pb) у рясці з забруднених джерел може перевищувати норми ЄС [1, 4, 8].

Завдяки тому, що ряска плаває на поверхні, її значно легше збирати, ніж мікроводорості [7, 8]. Частий збір біомаси (наприклад, двічі на тиждень) стимулює вищу швидкість росту порівняно з одноразовим збором. Свіжозібрана біомаса містить до 95% вологи, що вимагає негайної переробки [4].

Найбільш енергоефективним для збереження якості білка є мікрохвильове сушіння (900 Вт), яке забезпечує стабільність продукту; сонячне сушіння є дешевою альтернативою, але менш контрольованою. Бланшування при 100°C протягом 3 хв перед сушінням покращує доступність поживних речовин і забезпечує безпеку біомаси для споживання. Механічне пресування (подрібнення) є ефективнішим для екстракції білка порівняно з кип'ятінням [4].

Біомасу можна згодовувати безпосередньо худобі, птиці та рибі або використовувати як сировину для біоетанолу, біогазу та фармацевтичних препаратів. Дослідження показують, що

ряска (*L. minor, S. polyrrhiza, L. gibba*) є економічно вигідною заміною дорогої сої та рибного борошна в раціонах риб [1, 4].

У експериментах з нільською тиляпією додавання 20% ряски в раціон призвело до збільшення кінцевої ваги та швидкості росту, а також підвищило вміст сирого протеїну в тілі риби. Використання бланшованої та висушеної на сонці ряски в раціоні *Oreochromis niloticus* забезпечило найвищий чистий прибуток та найкраще засвоєння поживних речовин при рівні заміни до 75% [1, 4].

Ряска успішно використовується для годівлі білого амура та товстолобика, показуючи позитивний вплив на продуктивність росту риб [1].

Інтеграція систем вирощування ряски з промисловими джерелами CO_2 (наприклад, ТЕЦ) та очисними спорудами дозволяє одночасно очищувати воду, утилізувати парникові гази та отримувати цінний кормовий білок. Це одночасно вирішує проблему очищення води та забезпечує дешеву сировину для кормів [7, 8].

Незважаючи на високий потенціал, ряска частіше використовується як добавка або часткова заміна, а не як повний раціон, оскільки її профіль амінокислот може бути дещо нижчим за спеціалізовані тваринні білки. Для досягнення найкращих результатів рекомендується використовувати бланшовану ряску, що покращує її перетравність та безпеку для споживання рибою. Також необхідний контроль за чистотою води (відсутність важких металів), якщо ряска вирощується на стічних водах [4].

Таким чином, ряска є ідеальним компонентом для циклічної біоекономіки в аквакультурі. Вона дозволяє одночасно вирішувати три завдання: ефективне очищення стічних вод (видалення до 92,6% азоту та 84% фосфору), секвестрацію парникових газів та отримання дешевого високоякісного кормового білка, що значно підвищує економічну та екологічну стійкість господарств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Baek G., Saeed M., Choi H.-K. Duckweeds: their utilization, metabolites and cultivation. Applied Biological Chemistry. 2021. Vol. 64, № 1. URL: https://doi.org/10.1186/s13765-021-00644-z
2. Does duckweed ponds used for wastewater treatment emit or sequester greenhouse gases? Mohedano R. A. et al. Science of The Total Environment. 2019. Vol. 691. P. 1043–1050. URL: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.169
3. Duckweed: a starch-hyperaccumulating plant under cultivation with a combination of nutrient limitation and elevated CO_2. Guo L. et al. Frontiers in Plant Science. 2025. Vol. 16. URL: https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1531849
4. Duckweed: exploring its farm-to-fork potential for food production and biorefineries. Ujong A. et al. Sustainable Food Technology. 2024. URL: https://doi.org/10.1039/d4fb00288a
5. Features of the Duckweed Lemna That Support Rapid Growth under Extremes of Light Intensity. Stewart J. J. et al. Cells. 2021. Vol. 10, № 6. P. 1481. URL: https://doi.org/10.3390/cells10061481
6. Mohedano R. A., Costa R. H. R., Filho P. B. Effects of CO_2 concentration on nutrient uptake and starch accumulation by duckweed used for wastewater treatment and bioethanol production. Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal. 2016. Vol. 7, №1. URL: https://doi.org/10.7603/s40682-016-0003-z
7. Pilot-scale duckweed-CO_2 wastewater bioremediation system: a synergistic approach for nutrient removal, carbon capture, and biomass production.Guo L. et al. Bioresource Technology. 2025. Vol. 434. P. 132785. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.132785
8. Supplementation of carbon dioxide ameliorated the physicochemical attributes of duckweed (*Lemna trisulca*). Wang X. et al. Bioresource Technology Reports. V. 31, 2025, 102195. https://doi.org/10.1016/j.biteb.2025.102195

PROSPECTS FOR THE USE OF DUCKWEED IN AQUACULTURE: AN ALTERNATIVE SOURCE OF PROTEIN AND A TOOL FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

I. Kononenko, iryna_kononenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0003-3906-3650, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
O. Okhrimenko, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-7818-2583, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
R. Kononenko, ruslan_kononenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0003-3906-3650, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
M. Khalturin, khalturyn_mb@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-6587-0929, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: duckweed, aquaculture, biomass, phytoremediation, alternative protein, fish feed, sustainable development.

The search for alternative, environmentally safe, and cost-effective sources of protein is one of the top priorities in modern aquaculture. Due to its high protein content, balanced amino acid composition, and ability to grow rapidly, duckweed (Lemna spp.) biomass is becoming a promising candidate for integration into production cycles. The implementation of duckweed cultivation technologies in aquaculture enables the realization of a zero-waste production concept: from the purification of recirculating water to the production of high-protein raw materials. This contributes to reducing production costs and enhancing the environmental sustainability of the industry.

639.3.045:591.5

ПИТАННЯ БЛАГОПОЛУЧЧЯ ГІДРОБІОНТІВ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ АКВАКУЛЬТУРИ

І. С. Кононенко, iryna_kononenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0003-3906-3650, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: благополуччя, аквакультура, законодавство, стрес, якість, біль, етика, біобезпека.

Концепція глобальної інтенсифікації виробничих процесів аквакультури, яка активно впроваджується у світовій практиці, є необхідною відповіддю на зростаючий глобальний попит на харчовий білок. Поряд з цим, риби та гідробіонти використовуються в різних контекстах і в неймовірно великих кількостях. Поєднання інтенсифікації та благополуччя в аквакультурі – це чи не найскладніший виклик галузі, оскільки поняття «інтенсивний» та «благополуччя» розглядалися як антагоністи. На відміну від наземних тварин, риби та гідробіонти проживають життя в специфічному середовищі, де зміна будь-яких фізико-хімічних параметрів має безпосередній вплив на їхнє самопочуття та сенсорне сприйняття. Саме середовище у 95% випадків є джерелом технологічного навантаження на біологічні системи гідробіонтів. Так, Закон України Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин (№1206-IX, введений в дію 02.03.2026 р.) [1], максимально наближений до Регламенту ЄС 2016/429 «Закон про здоров'я тварин», суттєво змінює підхід до аквакультури, перетворюючи її з суто господарської діяльності на сферу з високими стандартами етики та біобезпеки. Зокрема, закон змінив статус риби: із сільськогосподарської продукції риба та гідробіонти отримали статус тварин, що потребують благополуччя як об'єкти аквакультури. Тобто, відбувається зміна підходу до риби від «біоресурсу» до «істоти, що здатна відчувати», що є критично важливим.

Даним Законом чітко встановлюється визначення благополуччя тварин: «благополуччя тварин – фізичний і ментальний стан тварин, пов'язаний з умовами їхнього життя і смерті, що передбачають відсутність у тварин: а) голоду, спраги і недоїдання; б) страху і страждань; в) фізичного і температурного дискомфорту; г) болю, травм і хвороб; ґ) умов життя, що унеможливлюють прояв тваринами їхньої типової поведінки». Таким чином, благополуччя гідробіонтів – це інтегральний показник, що поєднує в собі якість водного середовища, збалансованість раціону, мінімізацію травматизму та соціальну рівність.

Доведено, що риби мають необхідні нейроанатомічні структури для сприйняття болю (ноцицептори), подібні до ссавців. Тут варто пояснити більше детально. Ноцицепція – це виявлення подразника та формування несвідомої рефлекторної реакції на нього, що передує усвідомленому болю. Це первинна реакція з боку нервової системи без участі мозку, що характерно для всіх хребетних. І лише після того, як больовий ефект від подразника подається до мозку, відбувається усвідомлення болю через емоційну реакцію. Ці два етапи тісно пов'язані між собою і залежать один від одного, оскільки відсутність первинної реакції в особини або виду викликала б їх повну загибель. Так, Л. Снедон та В. Бренвейт у 2003 р. опублікували дослідження, в якому детально описали поведінкові та фізіологічні реакції райдужної форелі на гостру шкідливу стимуляцію. Вони довели, що ноцицептори риб, подібні до тих, що виявлені у амфібій, птахів та ссавців, в тому числі і людини, сприймають подразник, який нервовою системою конвертується у біль. Поведінка, що проявляється після шкідливого подразника, відповідає критеріям болю у тварин і не може бути просто рефлексом, а є високим рівнем обробки інформації, що схоже на реакції вищих хребетних.

Після виникнення больового явища риба проявляє стереотипну стресову або больову поведінку: може гойдатися, терти вражене місце об субстрат чи стінки ємності з метою зменшення інтенсивності болю, або взагалі не використовували болючу кінцівку, щоб попередити виникнення ще більш інтенсивного больового відчуття. Крім ноцицепторів, у риб виявлені і інші типи рецепторів, які призначені для виявлення різних видів інформації, а також спеціалізовані типи нервових волокон для її передачі. Крім того, у мозку риб встановлено дофамінові та

серотонінові ланцюги, що пов'язують із отриманням задоволення. У своїй фундаментальні праці Вікторія Брейтвейт довела, що реакція риб на біль – це не просто рефлекс, а базові поведінкові або фізіологічні зміни, які є ознакою усвідомлення болю [2]. Риба не може кричати, але її мозок і тіло реагують на біль так само, як у кота чи собаки. Якщо риба змінює свою поведінку, щоб уникнути болю, і це впливає на її когнітивні здібності – вона є чутливою істотою, що відчуває стрес та дискомфорт свідомо.

У 2016 р. Карл Шрек та Лота Торт, опираючись на концепцію загального адаптаційного синдрому Сальє детально вивчили та описали природу стресу у риб, виділивши три головні етапи, що аналогічні трьом стадіям стресу у ссавців, які у риб проявляються через первинну, вторинну та третинну реакції [7].

За первинної реакції у риб активуються нервова та ендокринна системи, відбувається викид кортизолу в кров за тими ж механізмами, що і у людей. Очевидно, що риби також можуть виробляти безліч інших кортикостероїдів у відповідь на стрес; часто вони мають низькі концентрації, але майже нічого не відомо про їхню функцію чи ефективність. Головна роль цих гормонів, за твердженням авторів, полягає в забезпеченні енергії для систем, що беруть участь у боротьбі, втечі або подолання труднощів. Вторинна реакція включає серцево-судинні та дихальні реакції та активізує перерозподіл енергії: зростає рівень глюкози в крові (метаболізм), збільшується частота серцебиття та дихання, відбувається пригнічення імунних клітин, тобто організм починає економити на захисті від хвороб, щоб вижити просто зараз, порушується баланс солей та води (гідромінеральна дисфункція, спричинена викидом адреналіну, який змінює характер кровотоку в зябрах та проникність зябер) [6]. Третинна реакція настає при хронічному стресі, риба перестає рости, бо вся енергія йде на подолання стресу, припиняється розмноження [5], риба стає вразливішою до хижаків та хвороб [4], можливий летальний випадок. Єдиною відмінністю є швидкість проходження всіх трьох етапів у риб, яка у риб, на відміну від ссавців, залежить від температури води, і в холодній воді реакція може бути розтягнута. Сукупність таких реакцій свідчить про усвідомлене відчуття болю та дискомфорту [3].

Стрес «вбиває» якість, оскільки риба витрачає всі сили не на ріст, а на те, щоб вижити в несприятливих умовах. Не варто розглядати підміну понять та говорити про «надлишковий гуманізм», має бути сформоване чітке прагматичне розуміння того, що будь-яке відхилення від фізіологічної норми в інтенсивних системах призводить до миттєвої втрати кормового коефіцієнта та зниження резистентності. Тому у в сучасному аспекті розвитку інтенсифікація має полягати у створені керованого середовища, яке дозволить максимально реалізувати генетичний потенціал вирощуваного виду через підтримання його оптимального фізіологічного стану.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон про ветеринарну медицину та благополуччя тварин: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20#Text
2. Braithwaite V. Do Fish Feel Pain? Oxford University Press. 2010. 208 p.
3. Lynne U.Sneddon, Victoria A.Braithwaite, MichaelJ.Gentle. Do Fish have Nociceptors? Evidence for the Evolution of a Vertebrate Sensory System. Proceedings: Biological Sciences. 2003. V.270 (1520). P. 1115–1121. doi:10.1098/rspb.2003.2349
4. Noakes L.G.D., Jones M.M.K. Cognition, Learning, and Behavior. Fish Physiology, 2016. V. 35. Pp. 333-364, Yada T., Tort L. Stress and Disease Resistance: Immune System and Immunoendocrine Interactions. Fish Physiology. 2016. V. 35., Pp. 365-403
5. Pankhurst N. W. Reproduction and Development. Fish Physiology, 2016. Vol. 35, pp. 295-331
6. Rodnick K.J., Planas J.V. The Stress and Stress Mitigation Effects of Exercise: Cardiovascular, Metabolic, and Skeletal Muscle Adjustments. Fish Physiology, 2016. V. 35. Pp. 251–294
7. Schreck C. B., Tort L. The concept of stress in fish. Schreck C. B., Tort L., Farrell A.P., Brauner C.J. Biology of stress in fish. Academia Press. 2016. V. 35. pp. 1–34

THE MATTER OF HYDROBIOTICS WELFARE IN THE CONTEXT OF CURRENT CHALLENGES IN AQUACULTURE

I. Kononenko, iryna_kononenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0003-3906-3650, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: welfare, aquaculture, legislation, stress, quality, pain, ethics, biosafety.

This paper presents a comprehensive review of current scientific approaches to defining and assessing the well-being of aquatic organisms. It analyzes the sensory capabilities of aquatic organisms, particularly their ability to perceive pain and stress. Current legislation governing the welfare of aquatic organisms is cited, and promising research directions are identified that are critical for integrating welfare principles into modern scientific and industrial practice.

УДК 57.083.1:54-114

ТЕХНОЛОГІЇ КУЛЬТИВУВАННЯ ЦИХЛАЗОМИ САЛЬВІНІ (*TRICHROMIS SALVINI*) У ШТУЧНИХ УМОВАХ

В. І. Коноплій, konoplijvaleria@gmail.com, ORCID ID 0009-0000-7303-4736, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

М. Б. Халтурин, khalturyn_mb@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-6587-0929, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: аквакультура, цихлазома Сальвіні, *Trichromis salvini*, розведення, штучні умови, збалансована годівля, біофільтрація.

Метою роботи є розробка та наукове обгрунтування комплексної технології культивування цихлазоми Сальвіні (*Trichromis salvini*) у штучних умовах.

Матеріали та методи дослідження: Основа роботи складається з описового та порівняльного аналізу літературних та електронних джерел, а також комплексне спостереження за поведінкою, особливостями росту та розмноження риб у закритих штучних екосистемах.

Результати дослідження.

Сучасна аквакультура охоплює не лише промислове вирощування риби, а й декоративний сектор розведення, що наразі стрімко розвивається у всьому світі. Попит на привабливих представників родини Цихлові (*Cichlidae*) на вітчизняному ринку декоративних риб постійно зростає. Цихлазома Сальвіні (*Trichromis salvini*) займає особливу нішу серед акваріумних об'єктів риб завдяки своєму яскравому забарвленню та складному рівню соціальної поведінки. Але, її масове комерційне розведення часто ускладнюються через непередбачувану територіальну агресію та високу чутливість до якості умов утримання, кормів.

Біологічна характеристика та поширення виду. Цихлазома Сальвіні також відома як триколірна цихліда, є одним з найяскравіших представників іхтіофауни Центральної Америки [1, с. 145]. Природний ареал поширення охоплює річки та озера східних районів південної Мексики, Гватемали, Белізу та Гондурасу, від рівня моря до приблизної висоти близько 500 метрів над рівнем моря [2]. Риба зазвичай мешкає в тропічних лісистих районах, населяючи струмки, річки та лагуни з помірно швидкою течією, де дно є вкритим опалим листям та листям, а береги з рослинністю забезпечують густу тінь.

Забарвлення виду є варіабельним, і залежить від географічної популяції. Тіло має видовжену форму і яскраво-жовте або помаранчево-жовте тіло, на якому виділяються два ряди темних смуг, що тягнуться від очей до хвостового плавця. На тілі та зябрових кришках розкидаються бірюзово-блакитні та смарагдові крапки. Вид має яскраво виражений статевий диморфізм. Самці більші за самок, сягають довжини до 15 сантиметрів, і мають характерний синюватий відтінок на боках, тоді як самки є більш дрібними, і сягають розмірів до 12 сантиметрів, мають жовте забарвлення [1]. Також, у самок наявна характерна темна пляма в центрі спинного плавця та в нижній частині зябрової кришки, черевце часто набуває інтенсивного червоного кольору, особливо в нерестовий період [3]. Плавці самців довші та є більш загостреними на кінцях. В акваріумних умовах тривалість життя цих риб за якісного догляду може сягати 15-17 років.

Умови утримання та параметри водного середовища. Утримання *Trichromis salvini* в акваріумі вимагає чіткого дотримання гідрохімічних параметрів та організації простору. Це пов'язано з специфічними умовами життя та з високим рівнем внутрішньовидової та міжвидової агресії. Через агресивність виду розмір резервуару акваріума є ключовим фактором для виживання цихлозоми Сальвіні або інших рибок що співіснують з нею [5]. Для комфортного існування однієї пари необхідний акваріум об'ємом не менше 100 літрів, а оптимальними мінімальними габаритами вважаються 90х37,5х30 см. Для утримання декількох пар або спільноти – від 180 до 300 літрів та більше [3].

Оптимальними параметрами води для культивування є: температура 22-26 °С, водневий показник у межах 6,5-8,3, загальна жорсткість (dH) на рівні 4-18° [2]. Зважаючи на те, що цихлозоми є хижаками і споживають через це переважно білкову їжу, виробляючи в воду значну кількість метаболітів, критично важливо забезпечити потужну систему механічної та біологічної фільтрації, аерації. Необхідно підмінювати 25-50% об'єму води на свіжу для підтримки допустимого рівня нітратів. Порушення гігієнічних умов води швидко призводить до зниження імунітету та спалаху захворювань. До таких захворювань відносяться: гексамітоз (виникнення виразок на голові) та іхтіофтіріоз (за різких перепадів температури).

Для оформлення акваріума доцільно використовувати пісок, дрібний гравій з товщиною шару не менше за 8 см. *Trichromis salvini* майже не перекопує грунт, що робить її привабливою для людей що планують висаджувати рослини з розвиненою кореневою структурою в свої акваріуми. До таких рослин можна віднести анубіаси, криптокорини, ехінодоруси [5]. Для запобігання можливого стресу необхідно сформувати значну кількість схованок з використанням каменів та корчів, в той самий час залишивши відкриті широкі зони для вільного плавання в середніх та нижніх шарах води. Освітлення рекомендується встановити розсіяне (близько 0,3 Вт/л), через те що за занадто яскравого освітлення цихлозома поводиться лякливо, відчуває стрес та постійно шукає укриття.

Особливості годівлі. За типом живлення вид є всеїдним, з яскраво вираженими хижими схильностями. В природі цихлозома Сальвіні споживає макро-безхребетних, комах, дрібну рибу. Повноцінний збалансований раціон відіграє дуже важливу роль в агресивності риби, профілактиці хвороб шлунково-кишкового тракту та покращенні екстер'єру риби [4]. Раціон в акваріумі бажано базувати на якісних спеціалізованих гранульованих кормах для цихлід. В склад такого корму мають входити легкозасвоювані білки, премікси вітамінів та природний барвник астаксантин для підтримки червоного та жовтого забарвлень риби.

Дієта має включати в себе різноманітні заморожені та живі корми: мотиль, коретра, трубочник, креветки чищені. Такі корми імітують природну здобич і стимулюють активність та ріст риби [4]. Окрім білкової їжі, критично важливим є введення в раціон рослинних компонентів – пластівців зі спіруліни, бланшовані овочі (шпинат, цукіні). Ці компоненти підтримують моторику кишечника та запобігає здуттю. Годувати риб необхідно два рази на день невеликими порціями. Перегодовування цихлозом призводить до ожиріння внутрішніх органів та втрати репродуктивних функцій.

Технологія розведення. Пари у *Trichromis salvini* утворюються довго та вибірково, тому для формування стійкої сім'ї надійною практикою є спільне вирощування груп з 6-8 молодих особин [3]. Штучне об'єднання двох дорослих випадкових риб найчастіше призводить до агресії та летальних наслідків для слабшої з пари особи. Статеве дозрівання настає у віці 10-12 місяців. Нерест найбільш доцільно проводити в окремому нерестовику об'ємом від 100 літрів, дно якого обладнане плоскими каменями. Стимуляцією до розмноження для Сальвіні слугує імітація сухого сезону як у природі. Що являє собою дворазову повну заміну води впродовж тижня та поступове підвищення температури води на 3-4°С.

Самка зазвичай відкладає до 500 дрібних зеленуватих ікринок на заздалегідь очищений гладкий субстрат. Для цихліди Сальвіні характерна високорозвинена батьківська турбота: самка ретельно доглядає за своєю кладкою, обмахуючи її грудними плавцями для забезпечення постійного припливу кисню. Самець в цей час активно патрулює кордони території. Інкубаційний період триває близько 60-75 годин [2]. Після вилуплення та повного розсмоктування жовткового міхура протягом 5 днів мальки починають активно шукати їжу. Найкращим стартовим живим кормом є науплії артемії. Важливим зауваженням є те, що мальків не бажано відокремлювати від батьків протягом перших 3-4 тижнів після вилуплення. Дорослі риби забезпечують їх захистом та специфічним секретом для живлення на ранніх етапах, а раптове відділення мальків від батьків перериває репродуктивний цикл і може викликати агресію самця до самки.

Висновки. Удосконалення методів утримання в замкнутих аквакультурних системах та підбір спеціалізованого збалансованого раціону для стимуляції репродуктивних функцій та

підтримання забарвлення, а також розробка інженерних систем утримання, що враховують територіальну поведінку виду, дають змогу значно знизити рівні стресу та травматизації риб. Наукове обґрунтування такої технології відкриває шляхи для стабільного підвищення економічної ефективності розведення цихлазоми Сальвіні як цінного та перспективного об'єкта комерційної акваріумістики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Miller R. R. Freshwater Fishes of Mexico. Chicago : University of Chicago Press, 2005. 652 p.
2. Froese R., Pauly D. Trichromis salvini. FishBase. URL: https://fishbase.se/summary/Trichromis-salvini (дата звернення: 20.02.2026).
3. Cichlasoma salvini. Seriously Fish. URL: https://www.seriouslyfish.com/species/cichlasoma-salvini/ (дата звернення: 20.02.2026).
4. A guide to feeding cichlids. Intan Aquarium Feeds. URL: https://intanaquariumfeeds.com/blogs/articles/a-guide-to-feeding-cichlids (дата звернення: 20.02.2026).
5. Шереметьєв І. І. Акваріумні риби. Київ : Урожай, 1989. 220 с.

TECHNOLOGIES OF SALVIN'S CICHLID (*TRICHROMIS SALVINI*) CULTIVATION IN ARTIFICIAL CONDITIONS

V. Konoplii, konoplijvaleria@gmail.com, ORCID ID 0009-0000-7303-4736, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

M. Khalturin, khalturyn_mb@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-6587-0929, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: salvin's cichlid, ornamental aquaculture, artificial conditions, feeding, breeding.

The abstract outlines the scientific justification for the complex technology of cultivating Salvin's cichlid (Trichromis salvini) in artificial environments. The study highlights that successful keeping requires spacious aquariums (at least 100 liters per pair) with numerous hiding places to mitigate the species' inherent territorial aggression. Optimal water parameters (pH 6.5–8.3, 22–26 °C) and a balanced omnivorous diet, which includes both protein and plant components to prevent digestive issues, are specified. For successful breeding, natural pair formation from a group of at least six juveniles is highly recommended. Both parents show strong care for their offspring. It is strictly advised not to separate the fry too early to avoid severe intra-pair aggression. Implementing these refined technological processes minimizes fish stress and injury, ultimately increasing the economic efficiency of breeding this decorative species for the commercial aquarium trade.

639.512:639.3:582.632.2

ПІДВИЩЕННЯ ВИЖИВАНОСТІ ЧЕРВОНОГО КАЛІФОРНІЙСЬКОГО РАКА (*PROCAMBARUS CLARKII* GIRARD, 1852) ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ЛИСТЯ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО (*QUERCUS ROBUR* LINNAEUS, 1753)

В. Д. Корецький, v.koretskyi@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0002-4733-1176, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: раківництво, канібалізм, виживаність, червоний каліфорнійський рак, дуб звичайний.

Червоний каліфорнійський рак (*Procambarus Clarkii)* – важливий і широко вирощуваний об'єкт в світовій аквакультурі прісноводних ракоподібних, що отримав свою популярність завдяки адаптивності до різних умов вирощування, високій харчовій цінності та чудовому смаку [1]. В природних умовах середовища червоні каліфорнійські раки, як типові детритофаги, постійно взаємодіють з листяним детритом, відіграючи важливу роль в переробці листового опаду прибережних дерев та процесах розкладання органічної речовини у водних екосистемах. Однак при штучному культивуванні раки зазвичай позбавлені природного детриту і харчується виключно штучними кормами. Про використання опалого листя в штучних умовах йдеться на офіційному сайті провідного виробника Tetra, що рекомендує використовувати висушене дубове листя при утриманні раків для створення сприятливого, близького до природного середовища, й в якості додаткого цінного корму [2]. Саме тому, актуальним є питання більш детального вивчення важливості та необхідності листя в раціоні червоного каліфорнійського рака.

Метою даної роботи було дослідити вплив використання листя дуба звичайного (*Quercus Robul* L., 1753) на виживаність раків *Procambarus Clarkii* в контрольованих умовах вирощування.

Очікуваний позитивний ефект від використання висушеного листя дуба звичайного (*Quercus Robul* L., 1753) в раківництві полягає в наступному:

1) високий вміст дубильних речовин наділяє листя дубу антиоксидантними, антисептиними та іншими корисні властивості, що позитивно впливає на здоров'я раків;
2) вкриваючи дно ємності, де вирощуються раки, листя стає додатковим укриттям-підстилкою, що допомагає збільшити корисну площу поверхні, такі додаткові укриття особливо корисні на ранніх етапах онтогенезу раків;
3) э додатковим джерелом корму, що цілодобово знаходиться доступним для раків, при цьому не забруднює воду;
4) широке розповсюдження дуба звичайного (*Quercus Robul* L., 1753), доступність і низька ціна на дубове листя;
5) при штучному вирощувані створює умови, наближені до природніх, що зменшує стрес і підвищує благополуччя.

Дослідження проводились на базі навчально-науково-виробничої лабораторії «Водні біоресурси та аквакультура ім. В.М. Кондратюка» НУБіП України.

Об'єктом дослідження виступали підрощенні раки *Procambarus Clarcii* з початковою середньою масою тіла 2,6 г при середній довжині тіла 4,5 см. Для дослідження було сформовано 4 групи, по 30 екз. раків в кожній, контрольна група №1 вирощувалась в стандартних умовах, без додавання листя дубу, групи №2–4 вирощувались з додаванням однакової кількісті дубового листя (три повторності). Кожна дослідна група вирощувалась в однакових 150 літрових акваріумах, які були обладнані укриттями для попередження канібалізму, а також всіма необхідними технічними засобами (фільтрації, аерації, підігрів води) для підтримання оптимальних для виду умов середовища. Контроль за умовами вирощування проводився щоденно, щотижнево виконувалась підміна 30% води в акваріумах. При закладанні досліду в акваріуми груп №2–4 було взято по 20 г висушених дубових листів на кожен акваріум. Задля зменшення плавучості сухого листя і знезараження листя були запарено окропом на 10 хвилин і після цього внесенона дно акваріумів. Надалі по мірі їх споживання раками додавали ще по 10 г

сухого листя на кожен акваріум кожні 10 діб. Таким чином певна маса листового листя безперебійно знаходилась в акваріумах дослідних груп.

Годівля всіх груп проводилась однаково, щоденно, штучними кормами. Кількість наданого корму визначалась у відсотках від загальної маси особин в групі. На початкових етапах вирощування цей відсоток був найвищим (10%) і по мірі росту особин зменшувався до мінімуму (5%). Для всіх груп використовувався комбікорм ТМ «Alltech Coppens», серія Advance (вміст протеїну 54%). Фракція наданого корму збільшувалась пропорційно росту особин.

Під час проведення дослідження використано теоретичні (аналіз, систематизація, порівняння), експериментальні (лабораторні) та загальноприйняті у рибництві методи досліджень. Тривалість дослідження складала 100 діб. Морфометричні виміри дослідних груп проводились кожні 10 діб. Підраховували чисельність особин, відсоток виживаності, довжину тіла і масу особин.

В процесі проведення досліду вже з першого вимірювання у контрольній групі були зафіксовані втрати особин через канібалізм, які з поступово зростали. Втрати через канібалізм у групах № 2–4 де використовувалось дубове листя зафіксовані пізніше і були знано меншими, ніж в контрольній групі. Динаміка чисельності особин у групах, а також кінцеві результати з підрахунком виживаності представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 Динаміка чисельності особин в дослідних групах

Дата	**Кількість екземляр, n**			
	Гр.1 контроль	**Гр. 2**	**Гр. 3**	**Гр. 4**
06.09.2025	30	30	30	30
16.09.2025	28	30	30	30
26.09.2025	28	30	29	30
06.10.2025	28	30	29	30
16.10.2025	28	30	29	29
26.10.2025	24	30	28	29
05.11.2025	24	28	27	28
15.11.2025	22	26	25	27
25.11.2025	22	24	25	25
05.12.2025	20	24	24	25
15.12.2025	20	23	23	24
Виживаність, %	**66,67**	**76,67**	**76,67**	**80,0**

Джерело: авторська розробка

Тенденція до втрат через канібалізм з початку дослідження у контрольній групі демонструє ефективність підстилки з дубового листя в якості додаткового укриття для молоді раків. Зазначаємо, що зменшення чисельності особин дослідних груп спостерігалося виключно від проявів канібалізму, а не через несприятливі умови середовища (наприклад, якості води).

На основі проведених нами досліджень встановлено, що в групах № 2–4, в яких раки вирощувались з додаванням дубового листя, спостерігався вищий відсоток виживаності і відповідно нижчий рівень канібалізму як в процесі вирощування, так і в кінцевому результаті. У контрольній групі № 1 показники виживаності особин менші на 10,00–12,33%, порівняно з дослідними групами.

Отже, ґрунтуючись на результатах проведених досліджень з вирощування раків *Procambarus Clarcii*, можна рекомендувати використання висушеного листя дуба звичайного *Quercus* Robul L., 1753 в якості засобу зменшення канібалізму у раків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cheng Z., Shi J., Qian C., Li J., Wu X., Kong I., Li J. The enhanced growth performance and antioxidant capacity of juvenile Procambarus clarkii fed with microbial antioxidants. Antioxidants. 2025. Vol. 14, No. 2. P. 135. DOI: https://doi.org/10.3390/antiox14020135
2. Червоний каліфорнійський (флоридський) рак. Рибки та акваріумні раки. Мій акваріум з Tetra. URL: https://blog.tetra.net/uk-ua/chervonyi-kaliforniiskyi-florydskyi-rak

IMPROVING THE SURVIVAL RATE OF THE RED CALIFORNIA CRAB (PROCAMBARUS CLARKII GIRARD, 1852) THROUGH THE USE OF COMMON OAK LEAVES (QUERCUS ROBUR LINNAEUS, 1753)

V. Koretskyi, v.koretskyi@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0002-4733-1176, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: crayfish farming, cannibalism, survival, California red crayfish, common oak.

The issue of feeding any aquaculture species in controlled cultivation remains highly relevant. The search for new feeds or feed additives is also characteristic of crayfish farming. This study examined the use of oak leaves in the diet of the California red crayfish. An increase in crayfish survival was observed in those whose diet included oak leaves. Evidently, this is related not only to the oak leaves providing additional cover at the bottom of the aquarium but also to the presence of tannins in them, which contribute to the formation of the crayfish's exoskeleton.

639.3.033:551.485

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ РИБОПРОДУКТИВНОСТІ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТАНУ ЛІТОРАЛІ

Є. І. Коржов, korzhov888@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-2677-5296, Інститут морської біології НАН України, м. Одеса; Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

А. С. Олешко, anastasia.oleshko1@ukr.net, ORCID ID 0009-0000-2865-8224, Інститут морської біології НАН України, м. Одеса

О. О. Рудь, oleg_rud32@ukr.net, ORCID ID 0009-0000-1425-8896, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Ключові слова: літораль, прибережні біотопи, рибопродуктивність, водні екосистеми, біологічне різноманіття.

Літораль, не дивлячись на відносно незначні просторові розміри, відіграє досить велике екологічне значення у водних екосистемах. Всебічне вивчення спеціальних крайових підструктур, що формуються завдяки системності біоценозів, продиктовано їх значущістю підтримки гомеостазу специфічних гідробіологічних ядер. Ці ділянки відрізняються підвищеною продуктивністю, біорізноманіттям та інтенсивними процесами самоочищення водного об'єкту. За специфікою формування еколого-біологічного комплексу літораль є потужними регуляторами потоків речовин та енергії між наземними та водними біоценозами чим істотно впливають на біорізноманіття та якість внутрішньоводоймового середовища [1, 2]. Тому вивчення абіотичних факторів формування та біологічної структури цих ділянок водних об'єктів є важливим завданням сучасної гідроекології.

Сучасні дослідження у сфері гідроекології та іхтіології свідчать про визначальну роль окремих структурних елементів водних екосистем у формуванні їх біологічної продуктивності та рибопродуктивності [3, 4, 5]. Особливе місце серед таких елементів займає зона літоралі, яка виступає перехідною екотонною зоною між наземними та водними середовищами і характеризується високим рівнем біорізноманіття та інтенсивністю біогеохімічних процесів. Вона забезпечує комплекс екологічних функцій, що прямо або опосередковано впливають на формування рибопродуктивності природних водойм.

Стан прибережних біотопів є одним із визначальних чинників, що формують екологічний стан водного об'єкта та рівень його рибопродуктивності, оскільки саме ці зони забезпечують тісний функціональний зв'язок між наземними і водними екосистемами.

Передусім, прибережні біотопи виконують роль природного фільтра. Рослинний покрив затримує зважені частинки, біогенні елементи і токсичні речовини, що надходять із поверхневим стоком. За умов добре збереженої прибережної рослинності відбувається зменшення забруднення води, стабілізація її гідрохімічних показників та запобігання процесам евтрофікації. У разі деградації цих біотопів різко зростає надходження забруднювачів, що призводить до «цвітіння» води, дефіциту кисню та погіршення умов існування гідробіонтів.

Важливим аспектом є структурна роль прибережних зон у формуванні середовищ існування риб. Водна та прибережна рослинність створює укриття від хижаків, забезпечує субстрати для нересту та сприяє виживанню молоді. У добре розвинених біотопах формується складна просторова структура, яка підвищує екологічну ємність водойми. Натомість руйнування берегів і знищення рослинності призводять до втрати нерестовищ і сховищ, що безпосередньо знижує відтворювальну здатність рибних популяцій.

Крім того, прибережні біотопи визначають рівень розвитку кормової бази. Вони є осередками концентрації зоопланктону, зообентосу та інших організмів, які формують трофічні ланцюги. Завдяки цьому забезпечується достатня кількість кормових ресурсів для різних вікових груп риб. Порушення цих біотопів веде до збіднення біорізноманіття і, відповідно, до зниження продукційних можливостей водойми.

Не менш важливою є їх гідрологічна функція. Прибережні зони регулюють температурний режим, освітленість і гідродинаміку води, зменшують ерозію берегів та замулення дна. Стабільність цих параметрів є критичною для нормального функціонування іхтіофауни. У разі деградації прибережних біотопів спостерігається підвищення каламутності, замулення нерестових ділянок і погіршення умов для розвитку ікри та личинок.

Таким чином, добрий стан літоральних біотопів сприяє підтриманню високої якості води, стабільності екологічних процесів і формуванню потужної кормової бази, що в сукупності забезпечує високу рибопродуктивність. Натомість їх деградація має комплексний негативний вплив, який проявляється у погіршенні екологічного стану водойми та зниженні її біологічної продуктивності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Attrill M.J., Rundle S.D. 2002. Ecotone or Ecocline: Ecological Boundaries in Estuaries. Estuarine, Coastal and Shelf Science 55(6): 929-936.

2. Gunkel G., Hoffmann A. Clogging processes in bank filtration system in the littoral zone of Lake Tegel (Germany). Aquifer recharge: Proc. 5th Int. Symp. (10 – 16 June 2005, Berlin). Berlin. – 2005. P. 599-604.

3. Haque A. M., Szymelfenig M., Węsławski J. M. (1997a). Spatial and seasonal changes in the sandy littoral zoobenthos of the Gulf of Gdańsk. Oceanologia, 39 (3), 361-378.

4. Korzhov Ye.I. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. Current state, challenges and prospects for research in natural sciences / Averchev O.V., Bidnyna I.O., Bondar O.I., Boyarkina L.V. etc. – Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. P. 135-154.

5. Korzhov Ye. I. Typification of water-land contact zones within the Dnieper-Bug estuary region. SWorldJournal - SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics (Svishtov, Bulgaria). Issue 34, Part 5, 2025. Pp. 225-236.

THEORETICAL BASES OF FISH PRODUCTIVITY FORMATION OF NATURAL WATER BODIES IN RELATION TO THE CONDITION OF THE LITORAL ZONE

Ye. Korzhov, korzhov888@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-2677-5296, Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odesa; Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

A. Oleshko, anastasia.oleshko1@ukr.net, ORCID ID 0009-0000-2865-8224, Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odesa

O. Rud, oleg_rud32@ukr.net, ORCID ID 0009-0000-1425-8896, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

Keywords: littoral, coastal biotopes, fishery productivity, aquatic ecosystems, biological diversity.

The materials examine the ecological role of the littoral zone as an important structural element of aquatic ecosystems. It has been shown that the littoral, regardless of the size limit, is characterized by high biological productivity, bioresistance and the ability to self-purify the aquatic environment. It is established that coastal biotopes act as a key regulator of stream flows and energy between terrestrial and aquatic ecosystems. It has been established that the stations of these zones are determined by the acidity of water, hydrochemical indicators and the intensity of eutrophication processes. The importance of coastal vegetation in the formed habitats, spawning grounds and food base of the ichthyofauna has been clarified. It has been proven that the degradation of littoral biotopes leads to a deterioration of the ecological status of water and a decrease in their fish productivity. A summary has been made about the need for conservation and rational vigor of coastal zones as a means of rethinking the stable functioning of aquatic ecosystems.

582.263:577.175:57.043

БІОХІМІЧНА РЕАКЦІЯ ЗЕЛЕНИХ МІКРОВОДОРОСТЕЙ (*CHLOROPHYTA*) НА РІЗКЕ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ПОСТУПОВЕ ВІДНОВЛЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Ю. М. Красюк, j-krasyuk@ukr.net, ORCID 0000-0002-8148-3168, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Т. О. Леонтьєва, leontieva3394@gmail.com, ORCID 0000-0003-4482-328X, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Ю. Г. Крот, yuriikrot@ukr.net, ORCID 0000-0003-4482-328X, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Ключові слова: зелені мікроводорості, культивування, температура, білки, вуглеводи, ліпіди.

Зелені мікроводорості відіграють важливу роль у функціонуванні водних екосистем та характеризуються високою чутливістю до змін умов середовища. Одним із ключових чинників, що впливає на їх фізіолого-біохімічний стан є температура. За умов її різкої зміни у клітинах водоростей відбуваються складні фізіолого-біохімічні перебудови, спрямовані на підтримання гомеостазу та забезпечення виживання організму. Однією з характерних реакцій є зміна вмісту основних біохімічних компонентів (білків, вуглеводів та ліпідів), що відображає перебудову енергетичного та пластичного обміну.

Особливий інтерес для досліджень становлять ценобіальні види зелених мікроводоростей, оскільки характеризуються високою екологічною пластичністю та здатністю проявляти різноманітні адаптивні реакції у відповідь на зміну умов середовища. Дослідження адаптивних реакцій мікроводоростей до температурних коливань є важливим для розуміння механізмів їх стійкості до змін клімату та екологічних умов середовища. Крім того, такі дослідження мають прикладне значення для біотехнології, зокрема у напрямках культивування мікроводоростей для отримання біомаси, біопалива та біологічно активних речовин.

Мета: визначення змін біохімічних компонентів (білків, вуглеводів та ліпідів) зелених мікроводоростей *T. dimorphus* та *D. brasiliensis* у відповідь на різке зниження температури та її подальше поступове підвищення.

Матеріал та методи. Об'єктами досліджень обрано альгологічно чисті культури зелених мікроводоростей із колекції культур інституту гідробіології НАН України *Tetradesmus dimorphus* (Turpin) M.J. Wynne та *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E. Hegew, що здатні формувати ценобії до 8 клітин.

Для експерименту брали інокулят, вирощений упродовж місяця при температурі 28 °С, розводили його із поживним середовищем, доводячи чисельність до 0,5 млн кл/дм^3. Температуру середовища упродовж 2 годин знизили до 10,0 °С і підтримували на цьому рівні культури 9 діб, після чого температуру поступово підвищували до 28,0 °С протягом 15 діб. Загальна тривалість експерименту становила 24 доби.

У ході експерименту досліджували зміни біохімічного складу клітин мікроводоростей. Зокрема визначали вміст основних біохімічних компонентів: білків, вуглеводів та ліпідів у відсотках на суху вагу. Визначення біохімічних показників проводили на різних етапах розвитку (1, 9, 16 та 24 доба). Експериментальні дані опрацьовували загальноприйнятими методами варіаційної статистики у програмі Microsoft Excel 2010.

Результати дослідження. Дослідження білків, як одного з ключових біохімічних компонентів клітин водоростей, показало, що за дії низької температури їхній вміст у *T. dimorphus* практично не змінювався, тоді як у *D. brasiliensis* спостерігалося підвищення його вмісту на 19 % порівняно з початковим рівнем. Така різниця у відповіді може свідчити про видоспецифічні механізми адаптації до зниження температури. Зокрема, підвищення вмісту білків у *D. brasiliensis* може бути пов'язане з індукцією синтезу спеціалізованих білків, що формуються у відповідь на зміну температурного режиму [1]. Відомо, що за умов зниження температури у фотосинтезуючих

організмів активується синтез специфічних білків, зокрема білків теплового шоку, які забезпечують стабілізацію мембран, збереження функціональної активності ферментів і підтримання структурної цілісності клітин [2]. Крім того, такі умови можуть індукувати перебудову білкового метаболізму, що сприяє підвищенню стійкості клітин до змін умов середовища [3].

Подальше підвищення температури середовища до 18±1 °С (16 доба) культивування супроводжувалося збільшенням вмісту білків у *T. dimorphus* та *D. brasiliensis* відповідно на 31 % та 23 %. Отримані результати свідчать про активацію біохімічних процесів у клітинах водоростей та поступове відновлення метаболічної активності після попереднього впливу низької температури. Ймовірно, у цей період відбувається інтенсифікація синтезу ферментів, залучених до фотосинтезу та дихання, а також активація систем антиоксидантного захисту, що сприяє нормалізації клітинного метаболізму [4].

Наприкінці експозиції, за температури 28±1 °С (24 доба), спостерігалося зниження білкового компоненту в *T. dimorphus* на 16 %, а у *D. brasiliensis* на 45 % порівняно з попередньою точкою визначення (16 доба). Таке зменшення може бути пов'язане з активним використанням білків у метаболічних процесах, зокрема для забезпечення росту та поділу клітин, або з переходом культури до стаціонарної фази розвитку, яка характеризується зниженням інтенсивності біосинтетичних процесів [4].

Вміст вуглеводів за умов зниження температури (1–9-та доба) зменшувався порівняно з початком експозиції на 26 % та 31 % у *T. dimorphus* та *D. brasiliensis*, що є можливим при активному їх використанні у процесах енергозабезпечення клітин за несприятливих температурних умов.

За умов зниження температури відбувається уповільнення фотосинтетичних процесів, що призводить до зменшення синтезу вуглеводів, одночасно з підвищенням їх витрат на підтримання базових метаболічних функцій [3, 4]. Також, зменшення вмісту вуглеводів, імовірно, пов'язане з їх перерозподілом і використанням для синтезу захисних метаболітів, причому більш виражене зниження у *D. brasiliensis* свідчить про інтенсивніші метаболічні перебудови порівняно з *T. dimorphus* [5].

Подальше підвищення температури середовища до 18±1 °С (16-та доба культивування) супроводжувалося накопиченням вуглеводів як одного з основних енергетичних компонентів клітини. У *T. dimorphus* їхній вміст зріс на 17 %, а у *D. brasiliensis* – на 36 % порівняно з попередньою точкою визначення. Таке зростання пов'язане з відновленням фотосинтетичної активності та переходом клітин до фази інтенсивного росту. У цей період водорості здатні ефективніше засвоювати світлову енергію та фіксувати вуглець, що сприяє накопиченню вуглеводів як резервних сполук. Крім того, посилення синтезу вуглеводів може бути пов'язане з відновленням ферментативної активності та нормалізацією метаболічних процесів [3].

На 24-ту добу експозиції, за температури 28±1 °С, у культурі *T. dimorphus* не було виявлено достовірних змін у вмісті вуглеводів, тоді як у *D. brasiliensis* спостерігалося їх зниження на 29 % порівняно з попередньою точкою визначення, що може свідчити про використання накопичених вуглеводів у процесах росту, поділу клітин та забезпечення енергетичних потреб метаболізму. Також імовірним є перерозподіл вуглеводів у напрямку синтезу інших біомолекул або перехід культури до стадії, що характеризується зниженням інтенсивності їх накопичення.

Для оцінки біохімічного стану мікроводоростей під впливом змін температури важливим є дослідження динаміки ліпідних компонентів, які виконують структурні та енергетичні функції в клітинах і можуть слугувати резервними енергетичними субстратами для підтримки метаболічної активності [3, 4].

Аналіз показав, що при низькій температурі 10 ± 1 °С вміст ліпідів у клітинах *T. dimorphus* та *D. brasiliensis* залишався практично незмінним, що свідчить про тимчасове уповільнення їхнього синтезу та збереження базових структурних функцій клітин.

Подальше підвищення температури до 18±1 °С (16-та доба) супроводжувалося збільшенням вмісту ліпідів у *T. dimorphus* на 75 %, а у *D. brasiliensis* – на 28 % порівняно з попередньою точкою визначення. Таке накопичення ліпідів, ймовірно, пов'язане з активізацією синтезу структурних

компонентів клітинних мембран, що забезпечує відновлення їх функціональної стабільності та нормалізацію метаболічної активності [2]

Наприкінці експозиції (24-та доба) вміст ліпідів у *T. dimorphus* продовжував зростати і перевищував попередній рівень на 20 %, тоді як у *D. brasiliensis* він залишався на тому ж рівні в межах статистичної похибки. Відмінність в активності використання та накопичення ліпідів у досліджуваних культурах водоростей, вірогідніше за все, пов'язано з їх різною видовою стратегією налаштування метаболічних процесів при поверненні до більш сприятливих температурних умов середовища.

Висновки. За умов низької температури спостерігалося підвищення вмісту білків у *D. brasiliensis* та зниження вуглеводів у обох видів водоростей. Підвищення температури сприяло накопиченню білків, вуглеводів і ліпідів, що відображає відновлення фотосинтетичної активності та стабілізацію клітинних мембран. Наприкінці експозиції зафіксовано зниження білків у обох видів, вуглеводів у *D. brasiliensis* та накопичення ліпідів у *T. dimorphus*.

В цілому, біохімічним відгуком організму *T. dimorphus ma D. brasiliensis* на вплив не притаманної їм низької температури, з подальшим її підвищенням, була зміна вмісту біохімічних компонентів (білків, ліпідів та вуглеводів), що дає їм можливість адаптуватися до несприятливих умов навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chinnusamy V., Zhu J., Zhu J.-K. Cold stress regulation of gene expression in plants. *Trends in Plant Science.* 2007. Vol. 12, No. 10. P. 444–451.
2. Morgan-Kiss R. M., Priscu J. C., Pocock T., Gudynaite-Savitch L., Huner N. P. A. Adaptation and acclimation of photosynthetic microorganisms to permanently cold environments. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2006. Vol. 70, No. 1. P. 222–252.
3. Becker E. W. Microalgae: biotechnology and microbiology. Cambridge : Cambridge University Press, 1994. 293 p.
4. Richmond A., Hu Q. Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology. 2nd ed. Oxford : Wiley-Blackwell, 2013. 736 p.
5. Wang W., Vinocur B., Altman A. Cold stress responses in plants: a review. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2004. Vol. 42, No. 10. P. 941–951.

BIOCHEMICAL RESPONSE OF GREEN MICROALGAE *TETRADESMUS DIMORPHUS* (TURPIN) M.J. WYNNE AND *DESMODESMUS BRASILIENSIS* (BOHLIN) E. HEGEW TO DRAGIC COOLING AND GRADUAL RESTORATION OF TEMPERATURE

Yu. Krasyuk, j-krasyuk@ukr.net, ORCID 0000-0002-8148-3168, Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv

T. Leontieva, leontieva3394@gmail.com, ORCID 0000-0003-4482-328X, Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv

Yu. Krot, yuriikrot@ukr.net, ORCID 0000-0003-4482-328X, Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv

Keywords: green microalgae, cultivation, temperature, proteins, carbohydrates, lipids.

The work investigated changes in biochemical components (proteins, carbohydrates, lipids) of green microalgae Tetradesmus dimorphus and Desmodesmus brasiliensis during a sharp decrease in the temperature of the medium from 28 °C to 10 °C and exposure for 9 days, as well as during heating and its recovery to 28 °C for 15 days. Under low temperature conditions, an increase in the protein content in D. brasiliensis and a decrease in carbohydrates in both species of algae were observed. The increase in temperature contributed to the accumulation of proteins, carbohydrates and lipids, which reflects the restoration of photosynthetic activity and stabilization of cell membranes. At the end of the exposure, a decrease in proteins in both species, a decrease in carbohydrates in D. brasiliensis and an accumulation of lipids in T. dimorphus were recorded.

57.083.1:54-114

ОТРУЙНИЙ АПАРАТ *(POTAMOTRYGON MOTORO)* ЯК ЧИННИК ОСОБЛИВОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ АКВАРІУМНОМУ УТРИМАННІ

Ю. В. Кузнєцов, bairusa2102@gmail.com, ORCHID ID 0009-0001-1663-1320, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
М. Б. Халтурин, khalturyn_mb@nubip.edu.ua, ORCHID ID 0000-0001-6587-0929, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: аквакультура, річковий кільцевий хвостокол, *Potamotrygon motoro*, утримання в штучних умовах, отруйним апарат, заходи безпеки.

Зростання популярності екзотичної акваріумістики призвело до активного введення в культуру представників (*Potamotrygon motoro, Müller & Henle, 1841*). Попри високу декоративну цінність та успішну адаптацію до умов штучних аквавріумних систем, утримання цих гідробіонтів супроводжується специфічними ризиками. Основна небезпека полягає в наявності у цих риб отруйного шипа на горішній частині хвоста. Поєднання гострих зазубрин на жалі та токсичної отрути може призвести до серйозних травм і загального отруєння власника ската під час обслуговування акваріума. Відтак, вивчення будови їхнього захисного апарату та дії отрути на людський організм допоможе розробити чіткі правила безпеки та значно знизити ризик травмування при роботі з цими хижаками.

Об’єкт та методи дослідження. Об’єктом дослідження виступив морфо-біохімічний аналіз захисної системи річкового кільчастого ската. Методологія базувалася на аналізі наукової літератури щодо анатомії захисного апарату річкового кільцевого хвостокола та результатів лабораторних досліджень впливу токсинів на модельні організми.

Результати дослідження. Захисна система річкового кільцевого хвостокола базується на поєднанні пасивних механічних засобів та активного отруйного апарату. Пасивний захист забезпечується жорсткими видозміненими лусочками зіркоподібної форми [1]. Центральним же елементом активної оборони виступає “отруйне” жало, що розташоване у горішній частині хвоста [2]. Саме жало всіяне зворотними зазубринами, що забезпечують легке проникнення шипа в тканини жертви, та травматичне вилучення, що супроводжується розривами м’яких тканин, капілярів та нервових закінчень [3]. Основна небезпека для людини надходить не стільки від жала ската, скільки від отруйного секрету, що накопичується в епітеліальному футлярі, який вкриває шип [3]. При ударі хвостом футляр розривається, отрута миттєво потрапляє у рану. Біохімічний склад отрути включає фермент, що руйнує міжклітинні бар'єри для швидкого поширення токсинів, які в свою чергу провокують інтенсивне запалення та некроз [3]. При потраблянні отрути до людського організму, у потерпілого з’являється локальний виснажливий біль, набряк та некроз тканин, які можуть супроводжуватися головним болем, нудотою та загальні порушення роботи шлунково-кишкового тракту, що в окремих випадках може призвести до втрати свідомості [4-5]. Поява вищевказаних симптомів свідчить про початок масштабної імунної відповіді на клітинному рівні. На першому етапі організм спрямовує до місця травми клітини первинного імунного відгуку, а згодом – клітини, що відповідають за очищення рани від зруйнованих тканин та підготовку до регенерації [4]. Протягом усього процесу нейтралізації дії токсину на організм відбувається активне вивільнення сигнальних молекул запалення, які напряму впливають на больові рецептори, що і зумовлює той тривалий та нестерпний біль, характерний для уколів хвостоколів [4]. Крім токсичної дії, існує високий ризик вторинних бактеріальних інфекцій, оскільки слизовий шар жала часто містить патогенну мікрофлору [3].

Рекомендації з безпеки. У разі враження першочерговим завданням буде звернення по професійну медичною допомогою, незалежно від первинної візуальної оцінки ступеня пошкоджень [5]. Після виклику швидкої допомоги варто ретельно промити раневий канал під проточною водою, та прогрівати уражену ділянки тіла шляхом її занурення у воду з температурою приблизно 45 °C [6]. Температурний режим має бути максимально високим, на межі витривалості

потерпілого, оскільки саме це забезпечить денатурацію бвлкової отрути хвостокола, та призведе до зниження її ефективності [5]. Водночас необхідно суворо контролювати процес нагрівання місця уколу, щоб уникнути термічних опіків, та пам’ятати, що при глибокому раневому каналі від шипа ефективність зовнішнього прогрівання суттєво знижується [6].Через відсутність специфічного антидоту подальше лікування має бути комплексним і включати обов’язкову професійну обробку рани, застосування аналгетиків та антибіотикотерапію для запобігання некрозу й системним ускладненням [7].

Для убезпечення власника ската від потенційного уколу слід пам’ятати, що пори те що хвостоколи використовують свій шип виключно для оборони, та в цілому не проявляють агресії до людей, не можна бути застрахованим від випадкового переляку ската чи його травмування під час обслуговування акваріума, через що будь-які маніпуляції в акваріумі, особливо в придонному шарі або при годуванні, рекомендується здійснювати у щільних захисних рукавичках [5]. У разі необхідності перенесення річкового кільцевого хвостокола за межі основного акваріума, для його подальшого обслуговуання, вважається неприпустимим використання сачків, через високу ймовірність застрягання шипів ската у вічках [5]. Натомість, для транспортування хвостоколів рекомендується застосовувати виключно жорсткі контейнери або щільні полімерні ємності, для зменшення ризику травмування як риби, так і її власника [5]. Навіть після вилучення ската із водойми, підвищену пильність варто зберігати при роботі із донним субстратом, у якому може знаходитися шип, який ці риби скидають раз на пів року, і який може зберігати токсичність протягом певного часу [5].

Підсумовуючи проведене дослідження, можна з упевненістю сказати, що *(Potamotrygon motoro)* є доволі цікавими, але водночас і досить небезпечними мешканців сучасних екзотичних акваріумів. Його захисна система, що сформувалася в продовж мільйонів років еволюційного процесу, дозволяє представникам цього виду успішно виживати в суворих умовах південно-американської річкової системи, водоночас створює суттєві труднощі при спробі утримання цих риб в умовах штучних аквасистем. де кожен елемент доведений до досконалості протягом мільйонів років еволюції. І попри те, що річкові хвостоколи доволі швидко адаптуються до умов існування у неволі, та звикають до свого власника, наявність у них вищезгаданого захисного отруйного апарату створює певні ризики для людини що займається обслуговуванням акваріума, навіть за умови не агресивної поведінки скатів. Важливо розуміти, що небезпека цієї риби полягає не лише у самому факті наявності отрути, а й у специфічній будові її захисного механізму, який створений для нанесення максимальних фізичних уражень своїй жертві, а також потенційні ризики бактеріального зараження після ужалення. Окремої уваги заслуговує складна біохімічна природа отрути. Поки одні складові токсину одні руйнують природні бар'єри організму, дозволяючи йому ще щвидше поширюватися організмом, інші викликають глибоке запалення та відмирання клітин. Такий комплексний вплив викликає біль, що може тривати днями. До того ж, суттєвою проблемою є відсутність, на сучасному етапі розвитку медицини, специфічного антидоту проти токсинів родини *(Potamotrygonidae)*, що робить будь-який випадковий контакт зі скатом справжнім випробуванням для людського здоров’я.

Підсумовуючи усі аспекти акваріумного утримання річкового кільцевого хвостокола можна констатувати, що безпека власника напряму залежить від його власної дисципліни та розуміння біології улюбленця. Скати – це розумні істоти, які з часом можуть звикати до людини і навіть демонструвати певну “прив'язаність”. У такі моменти акваріуміст ризикує втратити пильність, що може призвести до його травмування. Убезпечитись від випадкового уколу дозволить використання спеціального захисного спорядження, відмова від невідповідного інвентарю, постійна увага до деталей (наприклад, своєчасне прибирання скинутих шипів із дна), та усвідомлення потенційної небезпечності об’єкта акваріумного утримання. У разі ж потрапляння отрути до організму необхідно терміново звернутися по кваліфіковану медичну допомогу та спробувати зменшити дію отрути шляхом нагрівання місця укусу.

Таким чином, утримання *(Potamotrygon motoro)* вимагає від людини не лише любові до екзотичної фауни, а й глибокої відповідальності та знання біологічних особливостей цього виду.

ЛІТЕРАТУРА

1) Loboda T. S., Carvalho M. R. Systematic revision of the Potamotrygon motoro (Müller & Henle, 1841) species complex in the Paraná-Paraguay basin, with description of two new ocellated species (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). Neotropical Ichthyology. 2013. Vol. 11, No. 4. P. 693–737. URL: https://www.researchgate.net/publication/262441099_Systematic_revision_of_the_Potamotrygon_motoro_Muller_Henle_1841_species_complex_in_the_Parana-Paraguay_basin_with_description_of_two_new_ocellated_species_Chondrichthyes_Myliobatiformes_Potamotrygoni (дата звернення: 20.03.2026).

2) Oldfield R. G. Biology, husbandry, and reproduction of freshwater stingrays. Tropical Fish Hobbyist. 2005. Vol. 53, No. 12. P. 114–116 ; Vol. 54, No. 1. P. 110–112. URL: https://backend.production.deepblue-documents.lib.umich.edu/server/api/core/bitstreams/916fbb6e-b641-4aa2-a739-9311e49e8098/content (дата звернення: 20.03.2026).

3) Transcriptomic Characterization of the South American Freshwater Stingray *Potamotrygon motoro* Venom Apparatus / F. Silva, Y. Huang, V. Yang et al. *Toxins*. 2018. Vol. 10, No. 12. Art. 544. URL: https://www.mdpi.com/2072-6651/10/12/544 (дата звернення: 20.03.2026).

4) Characterization of inflammatory response induced by Potamotrygon motoro stingray venom in mice / L. F. Kimura, J. P. Prezotto-Neto, M. M. Antoniazzi et al. Experimental Biology and Medicine. 2014. Vol. 239, No. 5. P. 601–609. URL: https://www.researchgate.net/publication/261105021_Characterization_of_inflammatory_response_induced_by_Potamotrygon_motoro_stingray_venom_in_mice (дата звернення: 20.03.2026).

5) Potamotrygon motoro (Ocellated Freshwater Stingray). Seriously Fish. URL: https://www.seriouslyfish.com/species/potamotrygon-motoro/ (дата звернення: 20.03.2026).

6) Potamotrygon motoro (Ocellated freshwater stingray). Fishipedia. URL: https://www.fishipedia.com/fishes/potamotrygon-motoro (дата звернення: 20.03.2026).

7) N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP) as a biomarker for cardiac function in the South American freshwater stingray Potamotrygon motoro / C. A. Wheeler, M. J. Adkesson, E. C. Chu et al. Journal of Zoo and Wildlife Medicine. 2020. Vol. 51, No. 2. P. 320–327. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32805296/. (дата звернення: 20.03.2026).

THE VENOM APPARATUS OF *(POTAMOTRYGON MOTORO)* AS A FACTOR OF SPECIAL DANGER IN AQUARIUM KEEPING

Y. Kuznetsov, bairusa2102@gmail.com, ORCHID ID 0009-0001-1663-1320, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

M. Khalturin, khalturyn_mb@nubip.edu.ua, ORCHID ID 0000-0001-6587-0929, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: Potamotrygon motoro, venom apparatus, aquarium safety, envenomation, injury prevention.

The abstract provides a morpho-biochemical analysis of the protective system of the ocellated freshwater stingray (Potamotrygon motoro) and outlines safety measures for its aquarium maintenance. The study highlights that the primary danger arises from a barbed venomous spine on the tail, which causes severe physical lacerations and delivers a complex necrotizing venom. Biochemical analysis indicates that the toxins destroy intercellular barriers, leading to intense inflammation, debilitating pain, and tissue necrosis. To mitigate these risks, any manual tank maintenance should be performed using thick protective gloves, while specimen transportation must rely exclusively on rigid containers rather than nets. In case of envenomation, immediate professional medical assistance is required, alongside rinsing and heating the wound to denature the protein-based venom. Implementing these rigorous safety protocols and understanding the biological defenses of the stingray minimize the risk of severe injuries for aquarium owners.

[639.3.032:597-115]:639.371.52(477)

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ СЕЛЕКЦІЇ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В КОРОПІВНИЦТВІ УКРАЇНИ

Г. А. Куріненко, annazakharenko@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-9365-7578, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

І. І. Грициняк, info.iforgua@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-1419-8284, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

М. С. Остапчук, promalp7151@gmail.com, ORCID ID 0009-0003-6902-8132, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ.

А. В. Деренько, derenko-fish@ukr.net, ORCID ID 0009-0007-7836-9560 Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

Ключові слова: короп, селекція, внутрішньопородний тип, суб'єкт селекційно племінної справи, промислові схрещування.

В Україні одна з найбільш вдосконалених система ведення селекційно-племінної справи в Європі [1]. Залежно від напряму діяльності, якості племінних ресурсів та рівня ведення селекційно-племінної роботи суб'єктам племінної справи у тваринництві відповідності до наказу Міністерства аграрної політики та продовольства № 234 від 19.06.2015 року, атестаційною комісією підприємствам, що займаються відтворенням сільськогосподарських тварин, може бути присвоєно один із таких статусів: племінний завод, племінний репродуктор, генофондне господарство, селекційний центр, підприємство (лабораторія) генетичного контролю [2]. Основним завданням даних суб'єктів є розведення племінних тварин власної репродукції, а також тих, що надходять з племінних заводів та імпортуються та удосконалення племінних і продуктивних якостей тварин шляхом проведення поглибленої селекційної роботи та використання для відтворення стада найкращих племінних (генетичних) ресурсів вітчизняного та зарубіжного походження для одержання тварин з новими генетичними ознаками [2]. Загалом на території України суб'єкти племінної справи з коропівництва розташовані в 13 областях. Найбільша кількість в Львівській області. Загалом в Львівській області статус мають 8 суб'єктів племінної справи і єдиний в Україні Селекційний центр з рибництва [3].

Найбільші досягнення селекції риб пов'язані з розвитком коропівництва. Для довготривалого процесу виведення низки європейських ліній коропа використовували його дику форму – сазана, переважно з популяцій річок, що входять басейнів Дунаю та Дніпра. У відповідності до літературних даних, одомашнення дунайського сазана зробили римляни між I – IV століттям нашої ери [4,5]. Перші селекційні кроки з коропом були зроблені монахами в VII – XIIст. Найбільш значущі успіхи з розведення та відтворення досягнуто в центральній та східній Європі зокрема Польщі та Угорщині [6 - 8]. Селекційно племінні роботи з коропом на теренах України були розпочаті в минулому столітті в 50-х роках під керівництвом О.І. Кузьоми. Відтоді результатом селекційних заходів впродовж 75 років було виведено дві перші українські породи коропа – лускату і рамчасту [1,9]. Станом на 1 січня 2025 року, суб'єкти племінної справи, що відтворюють українські поріди, розміщені у 7 областях: Запорізька, Чернігівська, Черкаська, Харківська, Одеська, Київська, Львівська. Найбільша кількість представлена в Одеській області [2].

В умовах сьогодення, селекція українських порід коропа спрямована в напрямі поліпшення їх продуктивних якостей, підвищення відтворювальної здатності, резистентності, пристосування до специфічних умов вирощування, результатом робіт було створення нових внутрішньопородних типів – антонінсько-зозуленецького, несвицького, нивківського, любінського, галицького та малолускатого коропа [1, 17 - 19]. З метою їх відтворення у 12 областях України організовано селекційно племінні господарства у яких здійснюється формування маточних стад. Найбільша кількість таких господарств у Львівській та Одеській областях [2]. Практично увесь генофонд коропів побудовано з використанням української

селекції, лише два внутрішньопородні типи – галицький та малолускатий, мають кров представників закордонної селекції.

Наявність значного генетичного матеріалу дозволяє здійснювати селекційні роботи в різних напрямках. Враховуючи те, що кожен тип є диференційованим, має свої характерні особливості спрямовані на збереження конкретних, невід'ємною частиною селекційних досліджень є вивчення ефективності промислових схрещувань. Так, за рахунок застосування методів синтетичної селекції, було здійснено низку промислових схрещувань, в результаті яких обрано помісні групи з найвищим темпом росту в порівнянні з батьківськими лініями та виживаністю в зимовий період однорічок. Результати проведених досліджень засвідчують, що найбільш оптимальними є поєднання галицьких, любінських та антонінсько-зозуленецьких коропів [17-19]. Водночас, аналіз генетичних показників засвідчує, що проведення схрещування двох географічно віддалених внутрішньопородних типів сприяє не лише підвищенню частоти, а й збагаченню алельного різноманіття, що відповідно впливає на продуктивні показники підтверджуючи явище гетерозису. Прикладом є здійснення схрещувань антонінсько-зозуленецьких та галицьких коропів. За схрещування яких відбувається перерозподіл алелів А та В за локусом трансферину (Tf).

Враховуючи всі позитивні напрацювання за селекційно-племінним напрямком варто відмітити, що відсутність селекційної програми на загально державному рівні не сприяє збереженню, відтворенню та раціональному використанню племінних ресурсів. Тому, з метою поліпшення генетичної якості риб, збереження генофонду існуючих, локальних маточних стад, підвищення економічної ефективності та конкурентоспроможності галузі, формування власного експортного потенціалу племінних ресурсів, варто відновити практику з розробки галузевих програм розвитку суб'єктів селекційно-племінної справи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Організація селекційно-племінної роботи в рибництві / М. В. Гринжевський та ін. Київ : Рибка моя, 2006. 352 с.

2. Наказ міністерства аграрної політики та продовольства України № 234 від 19.61.2025 «Про затвердження Порядку присвоєння відповідного статусу суб'єктам племінної справи у тваринництві та Технологічних вимог до проведення селекційно-племінної роботи в галузі бджільництва». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 08 липня 2015 р. за № 809/27254 URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0809-15#Text (дата звернення : 20.03.2025).

3. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві. https://minagro.gov.ua/storage/app/uploads/public/686/fc8/10a/686fc810a335f569384947.pdf. Text (дата звернення : 20.03.2025).

4. Balon E. K. About the oldest domesticates among fishes December. // Journal of Fish Biology. 2004. Vol. 65. iss. 1. P. 1–27.

5. Carp Breeding in the Carpathian Basin with a Sustainable Utilization of Renewable Natural Resources. / Horváth L., et al. // Life. 2022. Vol.12/ iss. 10. P. 16–61.

6. Microsatellite-based genetic diversity and differentiation of foreign common carp (Cyprinus carpio) strains farmed in the Czech Republic. / Hulak M. et al. // Aquaculture. 2010. Vol. 298. P. 194–201.

7. Ribactwo stawowe w stavach karpiowych, urządzeniach pezemysłowych oraz małych zbiornikach śródlądowych. / Guziur J. et al. Warszawa: 2003. 300 p.

8. Jezierski A., Leszczyńska C. Historia Gospodarcza Polski. Warszawa : Key Text, 2003. 568p.

9. Hrytsynyak I. I., Gurbik, V. V., Kurinenko H. A. Native Types of Carp in Aquaculture of Ukraine (a Review) // Hydrobiological Journal. 2022. Vol. 58, iss. 1. P. 34–44. https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v58.i1.40.

10. В.В. Гурбик, О.І.Стрілецький, В.Л. Ткачук, Ю.П. Черник До апробації галицького масиву коропа // Рибогосподарська наука України. 2021. №3. с. 48–59.

11. Томіленко В. Г., Грициняк І. І., Тучапський Я. В. Рибогосподарська оцінка коропів любінського внутрішньопорідного типу української лускатої та рамчастої порід на першому та

другому році життя. // Рибне господарство. 1999. Вип. 49–50. С. 125–129.
12. Бех В. В., Грициняк І. І. Малолускатий короп – аналіз основних результатів досліджень та селекційної роботи. // Рибогосподарська наука України. 2011. № 4. С. 94–98.
13. Бех В. В., Грициняк І. І., Олексієнко О. О. Малолускатий внутрішньопородний тип української рамчастої породи коропа. // Аграрна наука – виробництву. 2011. № 3. С. 26.
14. Олексієнко О. О., Грициняк І. І. Внутрішньопорідна структура українських коропів. // Рибогосподарська наука України. 2007. № 1. С. 21–27.
15. До питання апробації антонінсько-зозуленецьких коропів українських порід. Олексієнко О. О. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2015. № 4. С. 65–77.
16. Аналіз продуктивних показників першого селекційного покоління несвіцького зонального типу коропа на першому та другому році життя / Куріненко Г. А., та ін. // Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Science and Education in Progress» (June 16-18, 2023). Dublin, Ireland P. 185–189
17. Краснопольська О.В., Куріненко Г.А. Оцінка товарних кондицій помісей першого покоління антонінсько-зозуленецьких та галицьких рамчастих коропів // Рибогосподарська наука України. 2024. № 1. С. 89–101.
18. Антонінсько-зозуленецький внутрішньопородний тип українських порід коропа як перспективна ланка Прикарпаття / Г.А. Куріненко, У.С. Куць, М.С. Остапчук, С.Ю. Юрчак // Рибогосподарська наука України. 2024. №3(69). С 94–109.
19. Оцінка органолептичних та інтер'єрних показників помісних коропів першого покоління від схрещування антоніно-зозуленецького і любінського внутрішньопородного типів української рамчастої породи / Грішин Б. О., Морміль Л. В., Грициняк І. І., Особа І. А. // Розведення і генетика тварин. 2018. Вип. 55. С. 56–60.

CREATION OF AN EFFECTIVE SYSTEM OF SELECTION AND CONSERVATION OF GENETIC RESOURCES IN CARP AQUACULTURE GROWING IN UKRAINE

H. Kurinenko, annazakharenko@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-9365-7578, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv
I. Hrytsyniak, info.iforgua@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-1419-8284, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv
M. Ostapchuk, promalp7151@gmail.com, ORCID ID 0009-0003-6902-8132, Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv
A. Derenko, derenko-fish@ukr.net, ORCID ID 0009-0007-7836-9560, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: carp, breeding, intra-breed type, breeding entity, commercial crossbreeding.

This paper presents a review of literary sources that allow us to analyze the current state of breeding in Ukraine. The main areas of activity in the breeding direction in carp breeding are highlighted. In today's conditions, carp is one of the freshwater fish species that is among the top ten in terms of commercial cultivation in the world. At the same time, scientists are conducting a significant amount of scientific work aimed at improving productive and economic indicators. In order to use these types in industrial hybridization and breed new, more productive zonal types of carp, the influence of genetic indicators on the formation of their phenotype was studied.

574.5:581.526.3

РОЛЬ ГІДРОМАКРОФІТІВ, ГАЛОФІТІВ ТА ФІТОПЛАНКТОНУ У ФОРМУВАННІ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ТА ПРОЦЕСАХ САМООЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ

А. Ю. Лобур, arisha200706@gmail.com, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

А. А. Климковецький, An-180@meta.ua, ORCID ID 0000-0001-9992-9095, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: гідромакрофіти, фіторемедіація, гідрохімічний режим, біогенна седиментація, детоксикація, самоочищення водойм.

Мета. Проаналізувати комплексний вплив вищої водної рослинності, галофітів та фітопланктону на трансформацію хімічного складу водного середовища та оцінити їхню роль у процесах біогенної седиментації.

Матеріали та методи. У роботі проаналізовано сучасні гідроекологічні дослідження та профільні навчальні посібники. Опрацьовано дані щодо механізмів фіторемедіації та детоксикації забруднювальних речовин у водних екосистемах на основі міжнародних звітів FAO.

Результати. Гідроекологічний стан водних об'єктів безпосередньо залежить від інтенсивності біотичного кругообігу, де фітоценози виступають ключовою ланкою. Вища водна рослинність і водорості функціонують як природні біофільтри, що регулюють концентрацію розчинених газів та біогенних елементів. Через процеси фотосинтетичної аерації ці організми збагачують товщу води киснем, що необхідно для підтримання високого окисно-відновного потенціалу та запобігання утворенню анаеробних зон [1, 2].

Важливим аспектом функціонування макрофітів є нейтралізація токсичного сірководню (H_2S), що часто накопичується в донних відкладах. Певні групи альгофлори у взаємодії з сіркобактеріями забезпечують окиснення H_2S до нетоксичних сульфатів. Крім того, завдяки наявності аеренхіми, макрофіти здатні транспортувати кисень від надземних частин до кореневої системи, формуючи навколо коріння окиснені мікрозони. Це дозволяє детоксикувати шкідливі сполуки ще до їхнього надходження у водну товщу [3, 4].

У солонуватих водоймах особливу роль відіграють галофітні угруповання. Вони діють як сорбенти, здатні до акумуляції надлишку мінеральних солей та важких металів. Механізм очищення реалізується через пряму абсорбцію забруднювачів тканинами рослин та через стимуляцію розвитку перифітону - консорціумів мікроорганізмів, що розкладають органічні ксенобіотики [2, 5]. За наявними даними, активна життєдіяльність таких фітоценозів дозволяє знизити рівень евтрофікації та загальної токсичності середовища на 60-80% [6].

Разом з тим, зарості гідромакрофітів інтенсифікують процеси біогенної седиментації. Зменшуючи швидкість течії, рослинність сприяє механічному осадженню зважених часток. У процесі седиментації відбувається сорбція іонів важких металів, зокрема свинцю та кадмію, з їх подальшим переходом у інертний стан у складі донних відкладів [7]. Це запобігає повторному забрудненню води та сприяє стабілізації гідрохімічного режиму.

Висновки. Гідромакрофіти, галофіти та фітопланктон є активними біохімічними агентами, що визначають спрямованість процесів самоочищення водойм. Їхня роль полягає не лише у продукуванні кисню та поглинанні біогенів, а також у створенні умов для деградації органічних забруднювачів та іммобілізації важких металів. Отримані дані підтверджують необхідність збереження та відновлення прибережних фітоценозів як природних механізмів підтримки екологічної стабільності гідросфери.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кірєєва І. Ю. Гідроекологія: Навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури», 2018. 664 с.

2. Гідроекологія: підручник / М. О. Клименко та ін. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 272 с.

3. Cohen Y. et al. The sulfur cycle of freshwater and marine systems // Microbial Ecology. 2018. https://doi.org/10.1007/s00248-017-1011-y
4. Wetzel R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press, 2001. 1006 p.
5. Brix H. Role of macrophytes in constructed wetlands // Science of The Total Environment. 1997. Vol. 146. P. 329–335. https://doi.org/10.1016/S0048-9697(97)00038-X
6. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. FAO. Rome, 2022. https://doi.org/10.4060/cc0461en
7. Vymazal J. Emergent plants used in free water surface constructed wetlands: A review // Ecological Engineering. 2013. Vol. 61. P. 582–592. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.06.023

THE ROLE OF HYDROMACROPHYTES, HALOPHYTES, AND PHYTOPLANKTON IN THE FORMATION OF HYDROCHEMICAL REGIME AND WATER SELF-PURIFICATION PROCESSES

A. Lobur, arisha200706@gmail.com, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
A. Klymkovetsky, An-180@meta.ua, ORCID ID 0000-0001-9992-9095, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: hydromacrophytes, phytoremediation, hydrochemical regime, biogenic sedimentation, detoxification.

The study investigates the complex impact of aquatic vegetation and phytoplankton on the transformation of the chemical state of water bodies. The goal was to analyze the role of macrophytes as natural biofilters in self-purification processes. The results show that photosynthetic aeration by plants enriches water with oxygen, maintaining a high redox potential. The mechanisms of hydrogen sulfide detoxification through root oxygen transport and the activities of sulfur-oxidizing bacteria are described. Halophyte communities are shown to reduce eutrophication and toxicity by 60–80% through direct absorption of heavy metals and salt accumulation. Additionally, aquatic plants enhance biogenic sedimentation by reducing current speed and facilitating the settling of suspended particles. The findings highlight the essential role of aquatic phytocoenoses in maintaining the ecological stability of the hydrosphere.

639.3

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВОДОЙМИ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ У ЗВ'ЯЗКУ З ЇЇ РИБОГОСПОДАРСЬКИМ ВИКОРИСТАННЯМ

Ю. М. Лошкова, loshkova_y@ksaeu.kherson.ua, ORCID ID 0009-0005-1366-0758, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м.Херсон

Н. О. Реута, rieutas@gmail.com, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м.Херсон

Ключові слова: фізико-хімічні показники, гідробіологічні показники, продукція водойми, короп, рослиноїдні риби

Малі водосховища степової зони України характеризуються специфічними природно-кліматичними умовами, які істотно впливають на їх екологічний стан і можливості рибогосподарського використання. Водойми України мають різне цільове призначення і викликають значний науковий і рибогосподарський інтерес через свою перспективність. Зокрема Степова зона України багата на водойми різного цільового призначення, які викликають не аби яку зацікавленість з боку своєї експлуатації та можуть бути використані у рибогосподарському напрямку з метою вирощування цінних об'єктів аквакультури і продукування високих показників рибної продукції.

Екологічні особливості водойм степової зони Україна визначаються посушливим кліматом, високими температурами, нестійким гідрологічним режимом і підвищеною мінералізацією води, що у свою чергу є ключовими факторами, які визначають їх рибогосподарську продуктивність. Екологічні параметри істотно впливають на рибогосподарське використання водойм і потребують науково обґрунтованого підходу до ведення рибництва та раціонального використання водних біоресурсів. Раціональне використання та охорона таких водойм сприяють підвищенню ефективності аквакультури та збереженню біорізноманіття водних екосистем.

У цьому зв'язку набуває інтерес вивчення екологічних особливостей водойми степової зони України з метою її рибогосподарського використання. При цьому метою роботи був аналіз фізико-хімічних і гідробіологічних показників водойм площею 45 га, що знаходиться в степовій зоні України для вивчення її рибничо-біологічних можливостей, а саме вирощування цінних коропових видів риб за рахунок повноцінного використання природної кормової бази.

У результаті проведених досліджень фізико-хімічних параметрів водойми було встановлено, що величина прозорості води знаходиться в межах 20-30 см, масова частка розчиненого у воді кисню коливалася в межах 4,0 – 12,6 мгO_2/л, величина pH була відносно стабільна у показниках і змінювалася в межах від 8,6 до 9,2. Відповідно за хімічним складом вода водойми відноситься до хлоридного класу, типу II, має високу масову частку іонів натрію і є сприятливою для вирощування ставових видів риб. При цьому незважаючи на різноманітні умови й особливості формування сольового складу, фізико-хімічні параметри даної водойми комплексного призначення не виходять за межі нормативів ведення рибоводних процесів і не перешкоджають ефективному виробництву товарної риби.

Гідробіологічні умови водойми характеризувалися наступними показниками: середньосезонна біомаса фітопланктону за вегетаційний період складала 27,3 г/м^3, зоопланктону – складала 2,1 г/м^3, зообентосу – 1,19 г/м^2, що свідчить про значний об'єм кормових ресурсів, які можуть бути використані короповими видами риб з метою культивування їх людиною за рахунок природних кормів.

Розрахунки потенційної рибопродуктивності по білому товстолобику як потенційного споживача фітопланктону дорівнюють 473,4 кг/га, по строкатому товстолобику як споживача зоопланктону – 61,8 кг/га, по коропу як основному споживача зообентосу – 9,0 кг/га. Показник загальної потенційної рибопродуктивності дорівнює 544,2 кг/га.

Для отримання цінної рибної продукції у необхідній кількості і підтриманні біомеліоративного ефекту у водоймі, покращенню її екологічного стану, зариблення водойми

повинно проводитися такою необхідною кількістю цьоголітків коропа 26,4 тис.екз/га., білого товстолобика 1392,4 тис.екз/га., строкатого товстолобика 181,6 тис.екз/га.

Використання даної водойми комплексного призначення у степовій зоні України з метою рибогосподарської експлуатації дасть змогу повніше використовувати природні ресурси та певною мірою збільшити кількість постачання цінної рибної продукції населенню за доступною ціною.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пелипенко Ю.В. Екологія малих водосховищ степу України. Монографія. – Херсон: Олди-плюс, 2007. – 256 с.

2. Кутіщев П. С., Шевченко В. Ю. Рибогосподарське використання малих водосховищ півдня України на прикладі Возсіятського водосховища Миколаївської області // Водні біоресурси та аквакультура. 2023. №1. С.52 – 63. http://wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2023/1_2023/4.pdf

3. Шевченко В.Ю. Кутіщев П.С. Обгрунтування рибогосподарського використання малих водосховищ Миколаївської області // Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С.285 – 290. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/115_2020/44.pdf

ECOLOGICAL FEATURES OF WATER RESERVOIRS OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE IN CONNECTION WITH THEIR FISHERIES USE

Y. Loshkova, loshkova_y@ksaeu.kherson.ua, ORCID ID 0009-0005-1366-0758, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

N. Reuta, rieutas@gmail.com, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

Keywords: physicochemical indicators, hydrobiological indicators, reservoir production, carp, herbivorous fish.

As a result of the research conducted to analyze the ecological features of a 45-hectare reservoir located in the steppe zone of Ukraine to study its fish farming and biological capabilities, it was found that the physical and chemical parameters of this reservoir do not exceed the standards for conducting fish farming processes and do not prevent the effective production of marketable fish. The hydrobiological conditions of the reservoir were characterized by the following indicators: the average seasonal biomass of phytoplankton during the growing season was 27.3 g/m^3, zooplankton 2.1 g/m^3, zoobenthos 1.19 g/m^2, which generally indicates a significant amount of feed resources that can be used by carp species of fish for the purpose of their cultivation by humans at the expense of natural feeds. Calculations of potential fish productivity for white silver carp are 473.4 kg/ha, for variegated silver carp – 61.8 kg/ha, for carp – 9.0 kg/ha. The indicator of total potential fish productivity is 544.2 kg/ha. The use of this complex-purpose reservoir in the steppe zone of Ukraine for the purpose of fishery exploitation will allow for a more complete use of natural resources and to some extent increase the supply of valuable fish products to the population at an affordable price.

639.3:504.06:551.583

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ І ЗМІН КЛІМАТУ НА ПОПУЛЯЦІЇ ЦІННИХ ВИДІВ РИБ (ОГЛЯД)

А. А. Макаренко, almakarenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-2166-8566, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

А. М. Легкобит, nastalegkobit6@gmail.com, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: водні біоресурси, кліматичні зміни, антропогенні фактори

Сучасний стан водних біоресурсів значною мірою визначає рівень продовольчої безпеки держав та стабільність функціонування рибогосподарського сектору. Риба та рибна продукція є важливим джерелом повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин і вітамінів, що забезпечують збалансоване харчування населення. За оцінками міжнародних організацій, сотні мільйонів людей у світі значною мірою залежать від рибних ресурсів як джерела харчування та доходу [1, 2].

Водночас у XXI столітті стан популяцій промислово цінних видів риб зазнає суттєвого негативного впливу антропогенних чинників. До основних із них належать інтенсивний промисловий вилов, забруднення водних екосистем, зарегулювання річок гідротехнічними спорудами, руйнування природних нерестовищ, а також деградація середовищ існування водних організмів. Сукупна дія цих факторів призводить до зменшення чисельності популяцій, зміни їх вікової структури та зниження відтворювального потенціалу.

Окрім антропогенних навантажень, суттєвий вплив на стан іхтіофауни здійснюють кліматичні зміни. Підвищення температури води, зміна гідрологічного режиму, деградація кормової бази та трансформація біоценозів призводять до змін у розподілі, чисельності та біологічних характеристиках риб. За прогнозами міжнародних досліджень, до середини XXI століття глобальна біомаса експлуатованих рибних ресурсів може зменшитися більш ніж на 10 %, що створює ризики для світової продовольчої системи.

Крім того, кліматичні зміни можуть спричиняти міграцію рибних запасів у нові райони, зміну темпів росту та виживання, а також трансформацію трофічних зв’язків у водних екосистемах. За прогнозами дослідників, до кінця XXI століття глобальний вилов риби може скоротитися на 3–24 %, що потребує перегляду підходів до управління водними біоресурсами [3].

У зв’язку з цим особливої актуальності набуває комплексна оцінка популяцій цінних видів риб, яка включає аналіз їх чисельності, біомаси, вікової та статевої структури, репродуктивного потенціалу, а також оцінку стану середовища існування. Такий підхід дозволяє виявити тенденції динаміки популяцій, оцінити рівень антропогенного навантаження та визначити потенційні ризики для стабільності рибних ресурсів.

Комплексний моніторинг популяцій риб передбачає використання сучасних методів дослідження, зокрема гідробіологічного аналізу, іхтіологічного моніторингу, математичного моделювання динаміки популяцій та оцінки екологічного стану водних екосистем. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування заходів раціонального використання водних біоресурсів, відновлення популяцій цінних видів риб та підвищення ефективності рибогосподарської діяльності [2].

Таким чином, комплексна оцінка популяцій цінних видів риб є важливим елементом забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку рибного господарства. Врахування впливу антропогенних факторів і глобальних кліматичних змін у процесі управління водними біоресурсами сприятиме збереженню біорізноманіття, відновленню рибних запасів та підвищенню ефективності використання природних ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. FAO. Climate change risks to marine ecosystems and fisheries: Projections to 2100. Rome: FAO, 2024. https://www.fao.org/newsroom/detail/climate-risks-projected-to-affect-fish-biomass-around-the-world%27s-ocean--fao-report-says/ar?utm_source=chatgpt.com
2. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Rome: FAO, 2022. https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1565527/
3. OECD. Review of Fisheries 2025: Climate change and the future of fisheries. Paris: OECD Publishing, 2025. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-review-of-fisheries-2025_560cd8fc-en/full-report/climate-change-and-the-future-of-fisheries_627c74e4.html?utm_source=chatgpt.com

THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS AND CLIMATE CHANGE ON POPULATIONS OF VALUABLE FISH SPECIES (REVIEW)

A. Makarenko, almakarenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-2166-8566, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

A. Lehkobyt, nastalegkobit6@gmail.com, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: aquatic bioresources, climate change, anthropogenic factors

The current state of aquatic biological resources largely determines the level of food security in many countries and the stability of the fisheries sector. Fish and fish products are an important source of high-quality protein, polyunsaturated fatty acids, minerals, and vitamins that ensure a balanced diet for the population. According to estimates by international organizations, hundreds of millions of people worldwide depend heavily on fish resources as a source of food and income. At the same time, in the 21st century the status of commercially valuable fish populations has been significantly negatively affected by human activities. The main factors include intensive commercial fishing, pollution of aquatic ecosystems, regulation of rivers by hydraulic structures, destruction of natural spawning grounds, and degradation of habitats of aquatic organisms. The combined effect of these factors leads to a decline in population size, changes in age structure, and a reduction in reproductive potential.

639.2/.3:574.5(477)

БІОБЕЗПЕКА ТА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ІХТІОЦЕНОЗІВ ВНУТРІШНІХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ ТА ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ (ОГЛЯД)

А. А. Макаренко, almakarenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-2166-8566, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

П. Г. Шевченко, shevchenko.petr@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-5996-4328, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

М. Д. Ратушний, ORCID ID 0009-0008-2540-1317, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: водосховища, рибні ресурси, рибопродуктивність

Рибні ресурси внутрішніх водойм України становлять стратегічний державний резерв, що має важливе значення для забезпечення продовольчої та біологічної безпеки держави [1, 2]. У сучасних умовах антропогенного навантаження та воєнних дій особливої актуальності набуває формування ефективної системи біобезпеки у сфері рибного господарства, спрямованої на збереження, раціональне використання та відтворення водних біоресурсів. Це передбачає не лише контроль за станом популяцій риб, але й впровадження науково обґрунтованих підходів до управління водними екосистемами, зокрема регулювання промислового вилову, відтворення цінних видів та збереження природних нерестовищ.

Основними рибогосподарськими водними об’єктами України є водосховища – техногенно трансформовані водні системи, екологічний стан яких формується під впливом складного комплексу біотичних і абіотичних факторів [1, 3]. Їх специфіка полягає у штучному регулюванні гідрологічного режиму, значній площі мілководь, уповільненому водообміні та інтенсивному господарському використанні. До ключових чинників, що визначають стан цих екосистем, належать гідрологічний режим, якість води, рівень трофності, антропогенне навантаження, а також інтенсивність господарського використання [3]. Додатково важливу роль відіграють процеси замулення, заростання вищою водною рослинністю та сезонна динаміка кисневого режиму.

У таких умовах іхтіоценози виступають інтегральним показником стану водних екосистем. Їх структура та функціонування відображають сукупний вплив зовнішніх факторів і можуть використовуватися для біоіндикації екологічного стану водойм. Особливого значення набуває аналіз співвідношення екологічних груп риб, що дозволяє оцінити ступінь трансформації середовища.

Зміни динамічних і функціональних характеристик іхтіоценозів можуть розглядатися як макропоказники трансформації водних екосистем. Оцінка основних факторів формування та експлуатації промислових запасів риб є науковою основою для розроблення ефективних механізмів регламентації рибогосподарської діяльності та забезпечення сталого використання біоресурсів [1]. При цьому важливим є врахування інтенсивності промислового та любительського рибальства, рівня браконьєрського вилову, а також ефективності заходів зі штучного відтворення рибних ресурсів.

Зміна зовнішніх умов у першу чергу спричиняє структурні трансформації іхтіоценозів, які проявляються у зміні видового складу, трофічної організації угруповань, а також у перебудові вікової й розмірної структури популяцій риб [3]. Часто спостерігається зменшення частки цінних промислових видів та збільшення чисельності малоцінних або інвазійних видів, що призводить до зниження загальної рибогосподарської цінності водойм. Порушення структури популяцій, зокрема зменшення частки старших вікових груп, негативно впливає на відтворювальну здатність іхтіофауни.

Водночас функціональні показники, такі як рибопродуктивність, обсяг новоутвореної органічної речовини та швидкість деструкційних процесів, можуть зберігати відносну

стабільність або демонструвати позитивну динаміку. Це пояснюється дією компенсаторних механізмів, за яких екологічні ніші заповнюються менш вибагливими видами риб, здатними ефективно використовувати наявну кормову базу.

Таким чином, дослідження структурно-функціональних особливостей іхтіоценозів внутрішніх водойм України є важливим науковим підґрунтям для забезпечення біобезпеки, підвищення ефективності рибогосподарського використання та збереження біорізноманіття. Комплексний підхід до оцінки стану водних біоресурсів дозволяє своєчасно виявляти негативні тенденції, прогнозувати зміни екосистем та розробляти ефективні заходи управління, спрямовані на їх стабілізацію та відновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Rome: FAO, 2022. 266 p. https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1565527/

2. Thilsted S. H., Thorne-Lyman A., Webb P., Bogard J. R., Subasinghe R., Phillips M., Allison E. H. Inland fisheries critical for the diet quality of young children in sub-Saharan Africa / Global Food Security. 2020. Vol. 26, 100483. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100483

3. Welcomme R. L., Cowx I. G., Coates D. et al. Inland fisheries and their role in food security. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2010. Vol. 20. P. 261–285. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0168

BIOSAFETY AND STRUCTURAL -FUNCTIONAL TRANSFORMATIONS OF ICHTHYOCENOSES IN INLAND WATER BODIES OF UKRAINE UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT AND MILITARY CHALLENGES (REVIEW)

A. Makarenko, almakarenko@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-2166-8566, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

P. Shevchenko, shevchenko.petr@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-5996-4328, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

M. Ratushnyi, ORCID ID 0009-0008-2540-1317, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: reservoirs, fish stocks, fish productivity

The fish resources of Ukraine's inland waters constitute a strategic national reserve that is of vital importance for ensuring the country's food and biological security. In the current context of anthropogenic pressure and military operations, the development of an effective biosecurity system in the fisheries sector – aimed at the conservation, rational use, and restoration of aquatic biological resources – has become particularly urgent. This entails not only monitoring the status of fish populations but also implementing scientifically sound approaches to managing aquatic ecosystems, including regulating commercial fishing, restoring valuable species, and preserving natural spawning grounds.

The main fisheries water bodies in Ukraine are reservoirs – technogenically transformed water systems whose ecological condition is shaped by a complex interplay of biotic and abiotic factors. Their specific characteristics include artificial regulation of the hydrological regime, a significant area of shallow waters, slow water exchange, and intensive economic use.

639.38, 664.959.5 : 615.36, 687.552.2

ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДОВИХ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ В МЕДИЦИНІ ТА КОСМЕТОЛОГІЇ

А. В. Марценюк, vbr23-a.martseniuk@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0001-7576-3227, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

В .П. Марценюк, v_martseniuk@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-5351-1977, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: аквакультура, ненасичені незамінні жирні кислоти, фармакологічні та косметологічні препарати з рибної продукції

Риба, зокрема морська, здавна вважається «їжею здоров'я». Але сучасні досягнення в галузі нутриціології та функціональних харчових продуктів показали, що цінність рибних продуктів виходить за рамки харчової, оскільки вони забезпечують наш раціон біологічно-активними речовинами, які відіграють життєвоважливу терапевтичну функцію в профілактиці певних захворювань людини. Навіть субпродукти від виробництва морепродуктів віднедавна розглядаються як джерело корисних компонентів, включаючи ферменти, пептиди та колаген, які можуть бути корисними для здоров'я людини або використовуватися для розробки нових ліків [1].

Наявність білків, мінералів (включаючи селен, кальцій, залізо та цинк тощо), ненасичених незамінних жирних кислот та вітамінів, таких як вітамін A, D, E, B_3, B_6 та B_{12}, сприяє харчовій цінності споживання риби. Пептиди, отримані з ферментованої риби після ферментативної обробки, також виявилися ефективними лікування різноманітних видів гіпертонії, раку, вірусних інфекцій та хвороби Альцгеймера [2].

Морські гідробіонти живуть в різноманітних екстремальних умовах навколишнього середовища: висока або низька температура, кисле, солоне або лужне довкілля, високий тиск води, повна темрява тощо, тому проводяться різні дослідження з метою отримання біомедичних знань, щоб зрозуміти, як морські організми адаптувалися до різних умов. Це в майбутньому дасть змогу застосовувати нові знання до людського організму для розуміння та лікування хвороб. Деякі риби можуть бачити в темноті, так маленький скат, *Leucorajaerinacea*, може виявляти світло в найтемніших умовах, використовуючи лише палички – світлочутливі клітини сітківки. Вважається, що скати завдяки своїй здатності бачити в найтемніших умовах можуть бути корисною моделлю для вивчення сітківки ока людини і, можливо, в майбутньому зможуть допомогти у пошуку ліків від пігментного ретиніту – захворювання, яке призводить до повної сліпоти у люде й[3].

Представників усієї родини променеперих риб (ряд *Batrachoididae*) зазвичай називають жабоподібними рибами. Ці морські риби мають велику сплющену голову, широкий рот та опуклі очі, зовнішньо схожі ознаки із жабою. Ці риби володіють незвичайною здатністю регенерувати свою центральну нервову систему на відміну від людини, і сигнали до регенерації у риб-жаб будуть важливими при нейродегенеративних захворюваннях людини.

Риба-жаба також має найшвидші скорочення м'язів (плавальний міхур) серед хребетних. Тому вважається, що це є гарною моделлю кардіоміопатії, при якій серцеві м'язи втрачають здатність нормально розслаблятися та не можуть належним чином перекачувати кров. Лабораторні дослідження показали, що міоплазматичний білок під назвою парвальбумін із звичайної атлантичної устричної риби-жаби *Opsanustau*, при введенні в м'язи серця людини допомагає розслабити серцевий м'яз і тому може знайти своє застосування у пацієнтів, які страждають на кардіоміопатію. Паравальбумін – це білок з низькою молекулярною масою, що зв'язує Ca^{2+}[4, 5].

Сучасними основними напрямками виробництва фармакологічних препаратів походження з рибної продукції є [6]:

• Дієтичні добавки (БАД) та вітаміни. Риб'ячий жир є джерелом Омега-3, вітамінів A, D, E, що зміцнює імунітет та серцево-судинну систему.

• Колаген та гідролізати. Виготовлення колагену з риб'ячої шкіри для регенерації шкіри та суглобів.

• Спеціалізовані препарати. Продукти, що містять фосфоліпіди, які використовуються для покращення обміну речовин.

Для виготовлення препаратів з риби для лікування людей на основі риб'ячого жиру, білкових гідролізатів та витяжок використовується як вітчизняна, так і імпортна сировина. Перспективним напрямком є дослідження бактерій із кишківників риб для створення нових фармацевтичних продуктів. Хоча може здатися, що в риб'ячих кишківниках не варто шукати косметичні сполуки, проте дослідники Американського хімічного товариства, створили крем для обличчя в основі якого є молекули, вироблені бактеріями риб'ячого кишківника. У культивованих клітинах ці сполуки мають відбілюючі властивості та допомагають в боротьбі зі зморшками, що робить їх потенційними інгредієнтами для майбутньої процедури догляду за шкірою.

Пагр червоний або Морський червоний карась, відомий під назвою морський червоний лящ (*Pagrusmajor*) та чорноголовий пагр або чорний морський карась, відомий як японський чорний морський лящ (*Acanthopagrusschlegelii)* – морські променепері риби родини спарових, що мешкають у західній частині Тихого океану. Ці риби мають в своїх кишківниках кишкові мікроби які є потенційно невикористаними джерелами нових сполук. Хоча ці мікроби були вперше ідентифіковані у 1992 та 2016 роках, проте не проводили жодних досліджень сполук, які вони виробляють. Тому дослідники вирішили перевірити, чи виробляють ці бактерії якісь метаболічні сполуки, що можуть мати косметичні властивості [7].

Команда науковців ідентифікувала 22 молекули, продуковані кишковими бактеріями червоного морського ляща та японського чорного морського ляща. Було оцінено здатність кожної сполуки інгібувати ферменти тирозиназу та колагеназу в клітинах мишей, вирощених у лабораторії. Тирозиназа бере участь у виробленні меланіну, який спричиняє гіперпігментацію шкіри, що старіє. Колагеназа розщеплює структурний білок колаген, що спричиняє появу зморшок. Три молекули з бактерій червоного морського ляща найкраще інгібують обидва ферменти, не пошкоджуючи клітини, що робить їх перспективними засобами проти зморшок і для відбілювання шкіри в майбутніх косметичних продуктах [7].

Перераховані здобутки підтверджують, що рибний світ здатний щедро і різноманітно обдаровувати людину для полегшення її повсякденного життя. Тобто немає сумніву, що гідробіонти відіграють та будуть відігравати фундаментальну роль у забезпечені важливих інструментів для вирішення проблем здоров'я людей в найближчі роки. Проте, щоб зробити дослідження екологічно життєздатними, дослідники повинні бути свідомим та обережними, а саме добувати достатню кількість кожної біологічно-активної речовини, не ставлячи під загрозу існування популяції цінних видів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Šimat Vida, Chapter 26 – Valorization of seafood processing by-products, Editor(s): Rajeev Bhat, Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products, Academic Press, 2021, Pages 515-536, ISBN 9780128240441, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824044-1.00017-9.

2. Suleria, H. A. R., Osborne, S., Masci, P., &Gobe, G. Marine-Based Nutraceuticals: AnInnovativeTrendintheFoodandSupplementIndustries. *MarineDrugs*, 2015*13*(10), 6336-6351. https://doi.org/10.3390/md13106336.

3. Jinson S.T., Liebich J., Senft S.L., Mathger L.Y. Retinalspecializationsandvisualecologyinananimalwithanextremelyelaboratepupilshape: the little skate *Leucoraja (Raja) erinacea* Mitchell 1825. *J ComparativeNeurol*. 2018;526(12):1962-77.

4. Rome L.C. Design and structures of superfast muscles, new insights to the physiology of skeletal muscles. *Ann Rev Physiol*. 2006; 68:193-221.

5.Szatkowski M.L., Westfall M.V., Gomez C.A., Wahr P.A., Daniel E., DelloRusso M.C. In vivo acceleration of heart relaxation performance by parvalbumin gene delivery. *J Clin Invest.* 2001;107(2):191-8.

6. Carlos J. Marine natural products in medicinal chemistry. *MedChemLett*. 2018; 9(10):959-61.

7. Kim, J., Hwang, S. J., Lee, G. S., Lee, J. R., An, H. I., Im, H. S., Kim, M., Lee, S., Lee, H. J., &Kim, C. S. Collagenaseand Tyrosinase Inhibitory Compounds from Fish Gut Bacteria *Ruegeria atlantica* and *Pseudoalteromona sneustonica*. *ACS Omega*, 2024.*9*(32), 34259-34267. https://doi.org/10.1021/acsomega.3c09585

USE OF FISH PRODUCT COMPONENTS IN MEDICINE AND COSMETOLOGY

A. Martseniuk, vbr23-a.martseniuk@nubip.edu.ua, ORCID ID 0009-0001-7576-3227, NationalUniversityofLifeandEnvironmentalSciencesofUkraine, Kyiv

V. Martseniuk, v_martseniuk@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-5351-1977, National University of Lifeand Environmental Sciencesof Ukraine, Kyiv

Keywords: aquaculture, unsaturated essential fatty acids, pharmacological and cosmetic preparations from fish products.

Highlighted issues the perspective direction of use the components of hydrobionts for pharmacological and cosmetological goals. The used production of the drugs based on using the fish oil, protein hydrolysates, and various extracts from organs of the fish is relevant. The promising area is the study of bacteria from the intestines of fish to create new pharmaceutical and cosmetic products. All of this together will plays a vital role in the future in the solving human health problems.

639.2.03

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИХ ВИДІВ РИБ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

С. І. Матковська, svitlana.matkovska@polissiauniver.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-8019-5498, Поліський національний університет, м. Житомир

С. П. Вербельчук, verba5551@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-1136-5617, Поліський національний університет, м. Житомир

Ключові слова: аквакультура, ставовий фонд, рибопосадковий матеріал, маточне стадо, інтенсифікація виробництва.

Вступ та актуальність досліджень аквакультура України в умовах сьогодення трансформується з екстенсивної моделі в інтенсивну, адаптуючись до кліматичних змін та економічних викликів [1]. Житомирська область, маючи розгалужену сітку малих і середніх водойм, відіграє стратегічну роль у забезпеченні продовольчої безпеки регіону.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю аналізу ефективності використання наявних площ (понад 3000 га) та оцінки видового різноманіття, що безпосередньо впливає на ринкову конкурентоспроможність підприємств Житомирського Полісся.

Мета дослідження: проаналізувати структуру виробничих потужностей, якісний склад маточного стада та фактичні обсяги вирощування рибопосадкового матеріалу в Житомирській області за 2025 рік для визначення пріоритетних напрямків розвитку галузі.

Методи дослідження: у роботі використано метод системного аналізу статистичної звітності рибогосподарських підприємств. Проведено порівняльний аналіз кількісних та вагових показників господарсько цінних видів риб вирощуваних у рибогосподарських підприємствах.

Результати досліджень: аналіз виробничої інфраструктури ставового фонду продемонстрував, що господарства області мають чітку спеціалізацію. Загальна площа задіяних водних дзеркал становить 3022,6 га.

Найбільша кількість площ припадає на вирощувальні стави – 112 од., що свідчить про орієнтацію регіону на виробництво зарибка. Нагульні стави, хоча їх кількість менша – 44 од., займають 55% від загальної площі, що підтверджує їх використання для вирощування товарної риби. Відсутність заповнених карантинних ставів у 2025 році вказує на потенційні біохімічні ризики, що потребують уваги ветеринарних служб.

Формування маточного стада на 2025 рік в області свідчить про те що основними об’єктами є: короп (*Cyprinus carpio*) найчисленніша група плідників - 353 шт. із середньою масою особини ~9 кг. та Білий амур і строкатий товстолобик представлені великими особинами (11–13 кг), що забезпечує високу робочу плодючість при штучному відтворенні. Незначна наявність плідників щуки, сома європейського та навіть стерляді свідчить про спроби диверсифікації продукції.

Важливим фактором стабільності галузі залишається підтримка генетичного потенціалу маточних стад. З’ясовано, що використання плідників рослиноїдних видів із високою масою (11–13 кг) не лише гарантує високу робочу плодючість, а й дозволяє отримувати життєздатне потомство, стійке до місцевих патогенів. Проте низька чисельність плідників щуки та сома європейського стримує розвиток природної меліорації водойм.

Створення регіонального репродуктора для хижих видів риб дозволило б оптимізувати екологічний баланс у забур’янених водоймах області та забезпечити рибоводні господарства необхідним біоресурсом для боротьби з малоцінною іхтіофауною [2].

Загальний обсяг вирощуваного зарибка та товарної риби в Житомирській області у 2025 році перевищив 88 тонн. Короп залишається абсолютним лідером - 504,37 тис. шт. (60,5 тонн). Середня наважка у 120 г свідчить про вирощування якісних дворічок.

Ефективно впроваджується поєднання в ставовій аквакультурі коропа з товстолобиком, сумарно понад 18 тонн, та білим амуром. Поява в структурі сибірського осетра - 6 тис. шт. вказує

на поступове впровадження високорентабельних видів, хоча вони поки що займають малу частку ринку.

Враховуючи значний ставовий фонд (понад 3000 га), стратегічно важливим є розвиток комбінованих технологій: поєднання ставового вирощування масових видів із формуванням високотехнологічних модулів установок замкнутого водопостачання для передпродажної витримки осетрових та сомових. Такий гібридний підхід забезпечить цілорічну присутність локальної продукції на ринку та знизить залежність від сезонних коливань вилову.

Важливим вектором подальшого розвитку рибогосподарської галузі в Житомирській області має стати екологізація виробництва. Впровадження систем сертифікації походження риби та перехід на сертифіковані високопротеїнові корми дозволить місцевим виробникам вийти за межі регіонального ринку та конкурувати в сегменті органічної продукції. Перспективним напрямом для Житомирщини також є розвиток переробних потужностей безпосередньо при господарствах (вакуумування, охолодження), що дозволить нівелювати сезонне падіння цін у період масового вилову риби з нагульних ставів.

Висновки та перспективи: Житомирська область у 2025 році демонструє самодостатність у забезпеченні рибопосадковим матеріалом, особливо коропа та рослиноїдних. Велика частина риби зосереджена у ставках від 40% до 100% залежно від виду, тоді як потенціал садкових ліній та установок замкнутого водопостачання використовується недостатньо.

На основі аналізу поточної ситуації рекомендуємо збільшити частку інтенсивних методів вирощування для осетрових та сомових видів. Оптимізувати статеву структуру маточного стада карася сріблястого, де спостерігається надлишок самців. Посилити контроль за меліоративним станом нагульних ставів для підвищення середньої рибопродуктивності з гектара.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грициняк І. І. Аквакультура України: стан, проблеми, перспективи розвитку. Рибогосподарська наука України. 2017. № 1. С. 3–15.
2. Шерман І. М., Кутіщев П. С., Пилипенко Ю. В. Технологія виробництва в аквакультурі : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2017. 464 с.
3. Вовк Н. І., Базаєва А. В. Сучасний стан та перспективи розвитку ставового рибництва в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99. № 5. С. 34–42.

CURRENT TRENDS OF FARMING ECONOMICLY VALUABLE FISH SPECIES IN THE ZHYTOMYR REGION

S. Matkovska, svitlana.matkovska@polissiauniver.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-8019-5498, Polisky National University, Zhytomyr

S. Verbelchuk, verba5551@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-1136-5617, Polisky National University, Zhytomyr

Keywords: aquaculture, breeding stock, fish stock, broodstock, production intensification.

The article examines the current state and key trends in the development of aquaculture in the Zhytomyr region by the end of 2025. The structure of the production capacities of the region, where the total area of the pond fund used exceeds 3000 hectares, was analyzed. The qualitative and quantitative composition of the brood stock was studied, in particular the dominant role of carp and the high reproductive potential of herbivorous fish species. It was determined that in the structure of stocking and commercial fish production – 88 tons, carp takes the leading position, but the gradual introduction of highly profitable objects, such as Siberian sturgeon, was revealed.In the course of the work, it was found that the potential of intensive technologies is currently not being used enough. The expediency of expanding polyculture with the involvement of predatory fish species as biological reclamation agents is substantiated. The necessity of greening production and switching to certified high-protein feed to increase the competitiveness of Polissia enterprises has been proven. Specific measures are proposed to

optimize the sexual structure of breeders and improve the meliorative state of feeding ponds to increase the overall fish productivity of the region.

639.21.597.552.512.029.6

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДТВОРЕННЯ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)

Д. І. Мозгова, runa6sa@gmail.com, НУБіП, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Н. І. Вовк, nvovk@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-7973-495X, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: інтенсивна аквакультура, райдужна форель, відтворення, інкубація ікри, личинки, виживання.

Одним з найпоширеніших об'єктів лососівництва є райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*), яка інтенсивно культивується в багатьох країнах світу. Вона займає провідне місце у світовій та вітчизняній аквакультурі завдяки високим темпам росту, пластичності та відмінним смаковим якостям [1].

Ефективність виробництва райдужної форелі значною мірою залежить від рівня організації та технологічної досконалості процесів її відтворення. Отримання життєздатного потомства, високі показники виживання ікри та личинок можливі лише за умови суворого дотримання оптимальних гідрохімічних, температурних і біотехнологічних параметрів інкубації та вирощування. Проте, успіх форелівництва критично залежить від початкового етапу – отримання життєздатного рибопосадкового матеріалу. Технологічний процес відтворення у холодноводній аквакультурі вимагає прецизійного дотримання гідрохімічних та температурних режимів, оскільки ембріони форелі надзвичайно чутливі до будь-яких негативних змін у середовищі [2]. Потенціал росту форелі добре проявляється в перші три роки життя. Надалі швидкість росту уповільнюється.

Мета роботи – дослідити технологічні особливості відтворення райдужної форелі та оцінити біологічні показники її розвитку в ранньому онтогенезі.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на базі науково-виробничого центру (ТОВ НВЦ) «Форель». Об'єкт дослідження – ікра на стадії «вічка», передличинки та личинки райдужної форелі. У процесі роботи застосовували загальноприйняті рибоводні методи контролю. Були сформовані групи плідників, відібрані за екстер'єрними показниками та станом зрілості статевих продуктів. Утримання риби здійснювали у проточних бетонованих басейнах та УЗВ. Ступінь зрілості статевих продуктів визначали візуально за 5-бальною шкалою. Отримання ікри здійснювали «сухим» способом шляхом її відціджування у чисті сухі ємності. Оцінку якості сперми проводили під мікроскопом за рухливістю сперматозоїдів [3]. Інкубацію запліднені ікри проводили в апаратах Вейса та лоткових інкубаторах. Щоденно проводили моніторинг температури води (за допомогою електронних термометрів), вмісту розчиненого кисню (оксиметром) та рівня pH. Проточність води в інкубаторах регулювали відповідно до етапів ембріогенезу.

Результати досліджень. Сучасна технологічна схема відтворення райдужної форелі для забезпечення максимального виживання потомства була оптимізована багаторічним досвідом фахівців, науковців, рибоводів. Одним із ключових аспектів є використання ікри на стадії «вічка», що значно підвищує стійкість ембріонів до механічних маніпуляцій та транспортування.

Для стимуляції дозрівання статевих продуктів використовували ацетонований гіпофіз коропа. Інкубація ікри райдужної форелі є одним із найвідповідальніших етапів технологічного процесу відтворення, оскільки саме в цей період формується життєздатність майбутнього потомства . Успішність інкубації значною мірою залежить від якості статевих продуктів, дотримання оптимальних гідрологічних і гідрохімічних параметрів води та правильного технологічного режиму. Температурний режим при інкубації ікри підтримували в межах 8-11°С. Встановлено, що за таких умов тривалість ембріонального розвитку є оптимальною для

формування здорової личинки. Важливим елементом технології є використання затінення інкубаційних апаратів, оскільки пряме світло негативно впливає на виживання ембріонів.

При інкубації ікри здійснювали її профілактичну обробку проти сапролегніозу метиленовим синім, що забезпечило зниження ураження ікри та підвищення виходу передличинок на 10-14%. За даних умов вихід передличинок райдужної форелі, склав 95-97%, що свідчить про високу якість біологічного матеріалу та ефективність дотримання технологічних вимог. Етап їх вилуплення тривав від 3 до 5 діб. Після вилуплення передличинки утримували в лотках з помірною течією. На цій стадії (тривалістю 15-20 діб) основним завданням було забезпечення високого вмісту кисню (не менше 9 мг/л) та видалення загиблих екземплярів для запобігання поширенню сапролегнієвих грибів. Перехід на змішане, а згодом і на екзогенне живлення відбувався при досягненні передличинками маси близько 0,1 г. В результаті споживання їжі, риба забезпечує себе поживними речовинами і необхідною енергією, яка звільняється при окисно-відновних процесах, що відбуваються в організмі за участі кисню. Під час годівлі споживання кисню зростає через активність процесів травлення. Чим більше поживних речовин засвоюється, тим більше потрібно кисню.

Особливу увагу приділяли годівлі молоді стартовими кормами. Використання високоенергетичних екструдованих кормів із вмістом протеїну 50-55% дозволило забезпечити її інтенсивний ріст. Так, у віці 30 діб середня маса молоді знаходилась на рівні 0,2 г, у віці 60 діб зростала до 1,0 г при середній довжині 4,5 см. Коефіцієнт виживання на цьому етапі був досить високим і складав 92-95%, що ефективно впливає на рентабельність. Висока щільність посадки в басейнах (при дотриманні проточності) забезпечує ефективне використання виробничих площ господарства.

Висновки. Дотримання технологічних вимог при штучному відтворенні райдужної форелі демонструє високу біологічну та економічну ефективність. Суворий контроль параметрів водного середовища, заходи профілактики сапролегніозу та використання спеціалізованих стартових кормів забезпечили виживання в ранньому отнтогенезі понад 90%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовк Н.І. Біологія продуктивності об’єктів індустріальної аквакультури /Вовк Н.І., Андрющенко А.І., Коваленко В.О. Київ: ТОВ «ЦП КОМПРИНТ». 2021. 442 с.
2. Мрук А. І. та ін.: Комлексна технологія відтворення лососевих риб в рибницьких господарствах України / Київ: ІРГ НААНУ, 2015. 27 с.
3. Андрющенко А.І. Технології прісноводної аквакультури. Том ІІІ. «Індустріальна прісноводна аквакультура» /Андрющенко А.І., Вовк Н.І., Кондратюк В.М. Київ: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ». 2017. 513 с.

TECHNOLOGICAL FEATURES OF RAINBOW TROUT *(ONCORHYNCHUS MYKISS)* REPRODUCTION

D. Mozgova, runa6sa@gmail.com, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
N. Vovk, nvovk@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-7973-495X, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: intensive aquaculture, rainbow trout, reproduction, incubation of eggs, larvae, survival

Compliance with technological requirements during artificial reproduction of rainbow trout demonstrates high biological and economic efficiency. Strict control of water environment parameters, measures to prevent saprolegniosis and the use of specialized starter feeds ensured survival in early ontogenesis of over 90%.

639.2.081(477)

ПРИКОРМКИ І АТРАКТАНТИ ДЛЯ РИБ У РЕКРЕАЦІЙНОМУ РИБАЛЬСТВІ

Р. О. Новіцький, novitskyi.r.o@dsau.dp.ua, ORCID 0000-0001-9373-5759, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

Ключові слова: рекреаційне рибальство, рибалка-любитель, атрактант, прикормка, живлення риб, принаджування риби.

Любительське рибальство в Україні, як і в будь-яких інших країнах світу, є різновидом рекреаційного рибальства *(recreational fishery)*, тобто природокористування з метою відпочинку, активного дозвілля, спорту, оздоровлення, фізичної та психічної реабілітації. Рекреаційне рибальство включає в себе і любительське рибальство, і риболовний спорт, і екотуризм. Відомо, що таке рибальство у внутрішніх водоймах є глобально важливою діяльністю з добре задокументованими перевагами для здоров'я та благополуччя людини [1], воно також є важливою екосистемною послугою (сервісом) та яскравим прикладом споживацької форми відпочинку на природі [2]. За оцінками дослідників [3], близько 10% населення розвинених країн займається рекреаційною риболовлею та щорічно робить внесок у світову економіку в розмірі 190 мільярдів доларів США [1, 4].

Україна має чудові передумови для організації рекреаційного рибальства і масового риболовного туризму, одного з найпопулярнішого способу відпочинку на воді. До анексії Криму та окупації частини Сходу України російськими військами в нашій країні нараховувалося, за різними оцінками, від 4 до 10 млн рибалок [5], існувала розвинена інфраструктура риболовної індустрії (виробництво товарів для риболовлі, екіпірування, спорядження, риболовний туризм тощо). Однією із значущих галузей виробництва товарів для рекреаційної риболовлі в Україні та світі є виготовлення кормових сумішей для риб – об'єктів рибальства, а також штучних атрактивних речовин.

Відомо, що живлення є однією з найважливіших функцій будь-якого живого організму. Ріст, розвиток, розмноження та інші життєво необхідні процеси забезпечуються саме за рахунок енергетичних речовин, що надходять з їжі. Впродовж життя риби витрачають на прояви харчової поведінки від 10 до 48% часу. Щоб рибалка-любитель міг ефективно застосовувати свій рибальський досвід для успішної риболовлі, мало знати, чим живиться риба. Рибалці необхідно чітко представляти всю картину харчової поведінки мирних та хижих риб, їх трофічних міграцій, раціону живлення, чинників впливу на динаміку живлення.

Використання рибалками прикормок і атрактивних речовин для приваджування риб і утримання їх біля сектору рибної ловлі є важливою складовою процесу рибальства, не менш необхідною, ніж техніка володіння рибальськими знаряддями ловлі.

Метою дослідження є стислий аналіз вітчизняного виробництва риболовних прикормок і атрактантів для риб, їх ролі в принаджуванні гідробіонтів до місця ловлі.

Матеріали та методи: аналітичний – для збору інформації з офіційних джерел підприємств та установ, статистичний – для якісної та кількісної оцінки ринку прикормок і атрактантів.

Результати дослідження. В Україні ринок рибальських прикормок представлений багатьма потужними компаніями, які виробляють продукцію для любительського рибальства. Серед численних українських брендів найбільш відомими є такі: *Flagman* (прикормки для ловіння коропових риб серії Pro Next, Gold, Eco Mix та інші), *Fish Dream* (серії прикормок для фідерної, поплавцевої та донної ловлі, атрактанти та добавки для всіх видів «білої» риби), *Bounty* (прикормки і насадки для короп-фішингу – бойли (варені та розчинні), пелетс, ліквіди, флет-мікси), *GStream* (широкий асортимент прикормок для фідерної, поплавцевої, донної ловлі, атрактанти, добавки, ліквіди, діпи), *RealFish* (класичні прикормки, рибальський пластилін, суміші для метод-фідера, серія BigFish), *Fish Sport* (сухі прикормки, готові зволожені суміші та наживки), *Fanatik* (універсальні прикормки, серії «Фідер», «Короп», пелетс, пластилін, кормові

добавки), *3K Baits* (складні багатокомпонентні кормові суміші, гейзери, прикормки для короп-фішингу) та інші бренди.

Офіційна державна статистика щодо обсягів реалізації саме рибальських прикормок в Україні окремо не ведеться, оскільки вони класифікуються як товари для спорту та відпочинку або корми для тварин. Однак, аналізуючи дані суміжних ринків та експертні оцінки, можна отримати такі відомості.

За оцінками ритейлерів, сегмент прикормок та насадок становить значну частину обороту рибальських магазинів, особливо у весняно-літній сезон. В Україні можна нарахувати понад 2 млн активних рибалок-любителів, які ловлять донних риб на фідер, поплавцевими вудками (матч, «болонка», махова снасть, вудка для ловлі на технопланктон), взимку – на мормишку та «покаток». Орієнтовно кожен з пересічних рибалок у середньому використовує від 5 до 20 кг прикормки за сезон. Дослідження 2020 року у м. Дніпро (опитування керівників риболовних магазинів) показало, що влітку через торгівельну мережу реалізувалося до 30 т прикормки на тиждень. Серед цінових сегментів у реалізації домінували (62% продажів) бюджетні прикормки (базові суміші) вартістю 35–60 грн/пачка. Спеціалізовані серії прикормок вартістю 65–110 грн/пачка забезпечили 27% продажів, а преміум-сегмент (спеціалізовані серії для короп-фішингу вартістю 250–800 грн/пачка) – 11% всіх продажів прикормок. Отже, орієнтовно тільки в м. Дніпро влітку за тиждень 2020 року рибалки купували прикормок і кормових сумішей на суму близько 2,0–2,5 млн гривень.

Незважаючи на війну, попит на прикормки в Україні залишається стабільним, причому з 2022 року спостерігається активний перехід споживачів з дорогих імпортних брендів (Sensas, VDE) на якісні українські серії «Pro» та «Gold».

Останні 15 років надзвичайно популярним в Україні став спосіб ловіння білого товстолоба (*Hypophthalmichthys molitrix*) на технопланктон – ущільнену під високим тиском ароматичну, розчинну у воді насадку, яка створює у воді запаховий «шлейф» для риби. Провідними українськими брендами у цьому напрямку виробництва є *ProfMontazh*, *3K Baits, Flagman, Fanatik, RealFish.* Відповідно до рецептури технопланктон складається із наповнювача (борошно дрібного помелу), сполучної речовини (декстрини або меляса у сухому вигляді), атрактанту (штучних ароматизаторів, сухої артемії, гамаруса, планктону). Рибалки, які ловлять товстолоба на ставках, за одну риболовлю витрачають до 15–20 таких насадок (вагою 50–65 г), які повільно розчиняються у воді. Анкетування рибалок показало, що на Півдні і Південному Сході України сезон ловіння білого товстолоба триває з квітня до жовтня. 70% опитаних рибалок за сезон здійснюють до 10–15 виїздів на таку риболовлю, 30% – понад 20 виїздів.

Атрактивні речовини (від лат. *attraho* – притягую) – природні або синтетичні речовини для приваблювання риб до сектору ловлі, що використовують для замішування основної прикормки. Ними є рідкі ліквіди (*liquid*) та діпи (*dip*) у вигляді висококонцентрованих рідин (спреїв та гелів). Крім рідкої форми, у продажу популярними є сухі атрактанти – порошки, які додають в основну прикормку.

Сучасні дослідження поведінки риб [6] показують, що під час пошуку їжі багато риб покладаються як на нюх, так і на смакову чутливість. Нюх виконує функцію дистантного сенсорного органу, стимулює пошукову активність джерела їжі. Після знайдення кормового джерела рибою відбувається оцінка кормових об’єктів за допомогою смаку. Внаслідок аналізу трофічного об’єкту в ротовій порожнині риба вирішує, або відхилити їжу (корм), або проковтнути її . Амінокислоти часто стимулюють смакову чутливість риб, наприклад, вільні амінокислоти (L-аланін, L-пролін) сигналізують про наявність калорійної білкової їжі і діють як стимулятори живлення гідробіонтів [6, 7].

Популярним стимулятором апетиту коропових риб (коропа європейського, карася сріблястого, плітки звичайної, ляща звичайного, плоскирки звичайної та інших) є *бетаїн* – натуральна кристалічна речовина (триметилгліцин), яку в промислових масштабах отримують із цукрових буряків. Саме бетаїн в українських прикормках є базою для створення сучасних ліквідів. Він розпізнається чутливими смаковими рецепторами риб (особливо коропових) як сигнал про наявність високопоживної їжі, прискорює метаболізм, допомагає організму риби

підтримувати водний баланс (осморегуляція), що є важливим моментом в умовах стресу, змушуючи рибу активніше живитися. Польовими дослідженнями доведено, що коропові риби швидше перетравлюють спожиту їжу (прикормку) і не відчувають нагодованості, тому довший час залишаються на підгодованій точці.

Головна мета застосування риболовних прикормок – не нагодувати рибу, зробити її ситою, а привабити до місця риболовлі, залучати і тримати її певний час у секторі ловлі. У любительському рибальстві відрізняють терміни «прикормка» та «привада (принада)» – 1) те, чим принаджують рибу (зазвичай корм) до місця ловлі; 2) процес приваблення риби кормом упродовж певного періоду (наприклад, декількох днів) у майбутньому місці ловлі в один і той самий час [8].

Звичайно, сучасне рекреаційне рибальство повністю користується досягненнями науки про годівлю риб, яка спрямована на вивчення поживної та енергетичної цінності штучних та природних кормів, потреби дорослих риб в поживних речовинах і енергії, економної витрати кормів (у вигляді гранул-пелетсів, крупнофракційних сумішей, дрібнодисперсних порошків, пластівців).

На сьогодні виробниками ведеться пошук нових атрактивних речовин для принаджування риби, утримання її на кормовій плямі у секторі рибальства і забезпечення успішної ловлі риби.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cooke S. J., Danylchuk A. J., Zhang J., Nguyen V. M., Hunt L. M., Arlinghaus R., Fiorella K. J., Chan H. M., Goldberg T. L. A One Health perspective on recreational fisheries // FACETS. 2024. Vol. 9, Issue 1. P. 1–9, https://doi.org/10.1139/facets-2024-0031

2. Pope K. L., Pegg M. A., Cole N. W., Siddons S. F., Fedele A. D., Harmon B. S., Ruskamp R. L., Turner D. R., Uerling C. C. Fishing for ecosystem services // Journal of Environmental Management. 2016. Vol. 183. Part 2. P. 408–417, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.04.024

3. Arlinghaus R., Abbott J. K., Fenichel E. P., Carpenter S. R., Hunt L. M., Alós J., Klefoth T., Cooke S. J., Hilborn R., Jensen O. P., Wilberg M. J., Post J. R., Manfredo M. J. Governing the recreational dimension of global fisheries // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2019. 116 (12), P. 5209–5213. https://doi.org/10.1073/pnas.1902796116

4. Gundelund C., Skov C. Changes in angler demography and angling patterns during the Covid-19 lockdown in spring 2020 measured through a citizen science platform // Marine Policy. 2021, Vol. 131. 104602. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104602

5. Новіцький Р.О., Максименко М. Л., Гончаров Г. Л., Кобяков Д. О. Любительське рибальство в Україні: монографія. Дніпро: ЛІРА, 2022. 200 с.

6. Olsén K.H., Lundh T. Feeding stimulants in an omniv-orous species, crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) // Aquaculture Reports. 2016. V. 4. P. 66–73. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.06.005

7. Касумян А. О., Морси А. М. Х. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам // Вопросы ихтиологии. 1996. Т. 36. № 3. С. 386–399.

8. Новіцький Р. О., Максименко М. Л. Термінологічний довідник з любительського та спортивного рибальства. Дніпро: ЛІРА, 2022. 80 с.

BAIT AND ATTRACTANTS FOR FISH IN RECREATIONAL FISHING

R. Novitskyi, novitskyi.r.o@dsau.dp.ua, ORCID 0000-0001-9373-5759, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro

Keywords: recreational fishing, angler, attractant, groundbait, fish nutrition, fish luring.

Feeding is one of the most important functions of a fish's body. An understanding among amateur anglers of fish feeding behavior, their trophic migrations, diet, and factors influencing feeding dynamics

ensures successful fishing. A brief analysis is provided of domestic production of fishing baits and attractants for fish, and their role in luring aquatic organisms to the fishing spot. Information is provided on recreational fishing in Ukraine, on the volumes of production and sales of baits, and on the types of attractants and active ingredients. Examples are given of how fish use sensory systems to search for and analyze food sources.

639.3:574.24(477)

АДАПТАЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТЕПЛОЛЮБНИХ ВИДІВ РИБ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ

В. П. Олешко, oleshko.valya@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-7323-7813, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна.

Л. М. Гейко, rubnutstva@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-6763-5006, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна.

Ключові слова: теплолюбні види риб, аквакультура, кліматичні зміни, адаптаційні стратегії, природні водойми, продуктивність, екологічний моніторинг.

Сучасні кліматичні зміни, що проявляються у підвищенні середньорічних температур, зміні гідрологічного режиму водойм та збільшенні частоти екстремальних погодних явищ, істотно впливають на функціонування водних екосистем України [1,2]. У цих умовах спостерігається трансформація видового складу іхтіофауни та зміщення екологічних ніш, що створює передумови для більш широкого впровадження теплолюбних видів риб в аквакультуру природних водойм. Водночас нестабільність температурного режиму, зниження вмісту розчиненого кисню та погіршення якості води зумовлюють необхідність розроблення ефективних адаптаційних стратегій вирощування таких видів [3]. Отже, дослідження підходів до адаптації теплолюбних гідробіонтів є важливим для забезпечення стабільності та продуктивності аквакультури в умовах кліматичних викликів.

Мета дослідження. Обґрунтування та узагальнення адаптаційних стратегій вирощування теплолюбних видів риб у природних водоймах України з урахуванням сучасних кліматичних змін та їх впливу на гідроекологічні умови.

Матеріал та методи. Дослідження базувалося на аналізі наукових публікацій, статистичних даних та результатів експериментальних і виробничих спостережень у сфері аквакультури[4, 5]. Використано методи порівняльного аналізу, узагальнення, систематизації та екологічної оцінки умов вирощування риб [6]. Оцінювалися температурний режим води, кисневий баланс, гідрохімічні показники, а також біологічні особливості теплолюбних видів (темпи росту, виживаність, кормова активність) [7, 8]. Узагальнення отриманих даних дозволило визначити найбільш ефективні адаптаційні підходи.

Результати досліджень. Встановлено, що підвищення температури води у природних водоймах України створює сприятливі умови для вирощування теплолюбних видів риб, зокрема представників родини коропових, а також деяких інтродукованих видів, які демонструють високу термостійкість і здатність до швидкого росту в умовах теплішої води. Така зміна термічного режиму може сприяти подовженню вегетаційного періоду і активізації метаболічних процесів у риб, що підвищує ефективність використання корму та продуктивність аквакультури. Разом із тим, збільшення температури води супроводжується підвищенням ризику виникнення кисневого дефіциту через зниження розчинності кисню, особливо у літні місяці, та може стимулювати інтенсивне розмноження фітопланктону й бактеріальної флори, що призводить до евтрофікації водойм. Такі умови підвищують ймовірність стресових ситуацій для риб, зокрема зростання сприйнятливості до інфекційних та паразитарних захворювань, що потребує розробки науково обґрунтованих технологічних та біологічних заходів для зниження негативних наслідків та підтримання стабільної продуктивності аквакультури [9-11].

У відповідь на зазначені екологічні та технологічні виклики запропоновано комплекс адаптаційних стратегій, спрямованих на підтримання стабільної продуктивності аквакультури та зниження негативного впливу підвищення температури води.

До технологічних заходів належить оптимізація щільності посадки риби, що дозволяє зменшити конкуренцію за ресурси та уникнути перенаселення, яке посилює стресові умови. Значну роль відіграє впровадження аераційних систем та механічних насосів, що забезпечують підтримку достатнього рівня розчиненого кисню, особливо в літній період, коли ризик гіпоксії зростає. Регулювання рівня води у ставках або природних водоймах допомагає стабілізувати

температурний режим та запобігти перегріванню, а впровадження комбінованих схем вирощування, зокрема полікультури, сприяє ефективному використанню природних кормових ресурсів, зниженню накопичення органічних залишків та підтриманню екологічної рівноваги.

Біологічні стратегії включають добір термостійких порід і ліній, що здатні зберігати високу життєздатність і темпи росту у варіабельних температурних умовах. Також важливим є використання видів з широким діапазоном екологічної толерантності та підвищеною резистентністю до стресових факторів, таких як коливання кисню, коливання рівня води чи зміни кормової бази.

Кормові адаптації передбачають застосування збалансованих комбікормів із врахуванням температурної залежності метаболізму риб, що забезпечує оптимальне засвоєння поживних речовин та підтримку імунної функції. Використання кормових добавок, пробіотиків та високоякісних білкових компонентів сприяє підвищенню резистентності риб до стресових умов і зменшує ризик виникнення захворювань, зумовлених несприятливими екологічними факторами[11].

Таким чином, поєднання технологічних, біологічних та кормових заходів формує комплексну адаптаційну систему, яка дозволяє забезпечити ефективне вирощування теплолюбних видів риб у природних водоймах України в умовах кліматичних змін.

Крім того, важливе значення мають екологічні підходи, які забезпечують підтримку стабільності водних екосистем та зниження стресових факторів для риб. До таких заходів належить систематичний контроль якості води, включаючи моніторинг температури, розчиненого кисню, pH, жорсткості та вмісту поживних речовин, що дозволяє своєчасно виявляти потенційні проблеми та запобігати виникненню несприятливих умов для розвитку риб. Особлива увага приділяється запобіганню надмірному розвитку фітопланктону та водоростей, яке може призводити до евтрофікації, зменшення розчиненого кисню та погіршення прозорості води. Це досягається шляхом регулювання поживної бази водойм, контролю за кількістю органічних залишків та впровадження біоінженерних підходів, наприклад використання водних рослин чи видів фітопланктонної полікультури для балансування екосистеми.

Раціональне використання природної кормової бази, включаючи планомірне забезпечення риб придатними для споживання безхребетними та водними організмами, дозволяє зменшити залежність від штучних кормів, підтримати природні ланцюги живлення та покращити стан водного середовища. Доведено, що комплексне поєднання технологічних, біологічних та екологічних заходів не лише підвищує продуктивність аквакультури, але й знижує негативний вплив кліматичних факторів, забезпечує стабільність росту та розвитку теплолюбних видів риб, підвищує їх виживаність і сприяє сталому функціонуванню природних водойм в умовах глобальних змін навколишнього середовища.

Висновки. Кліматичні зміни створюють як нові можливості, так і ризики для розвитку аквакультури в природних водоймах України. Вирощування теплолюбних видів риб є перспективним напрямом підвищення ефективності галузі, однак потребує впровадження науково обґрунтованих адаптаційних стратегій. Найбільш результативними є комплексні підходи, що поєднують технологічні, біологічні та екологічні заходи. Їх реалізація забезпечує стабілізацію виробничих показників, підвищення виживаності та продуктивності риб, а також сприяє сталому розвитку аквакультури в умовах глобальних кліматичних викликів.

Перспективи подальших досліджень спрямовані на оптимізацію адаптаційних стратегій вирощування теплолюбних риб та удосконалення моніторингу природних водойм в умовах кліматичних змін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Yadav N. K., Patel A. B., Singh S. K., et al. Climate change effects on aquaculture production and its sustainable management through climate-resilient adaptation strategies: a review // *Environmental Science and Pollution Research*. 2024. Vol. 31, №. 22. P. 31731–31751. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-024-33397-5

2. Hossain M. S., Zaman B., Khan M. A., et al. Impact of climate change and adaptation strategy in aquaculture: a systematic review // *Aquaculture International*. 2025. Vol. 33, No. 5. DOI: https://doi.org/10.1007/s10499-025-02013-9
3. Moss A., et al. Aquaculture and climate change: a data-driven analysis // *Annals of Animal Science*. 2025. Vol. 25, No. 2. P. 547–568. DOI: https://doi.org/10.2478/aoas-2024-0085
4. Bjørgen H., Koppang E. O., Nowak B. F. Gill health in fish farmed in recirculating aquaculture systems (RAS): a review // *Journal of Fish Diseases*. 2025. Vol. 48, No. 3. DOI: https://doi.org/10.1111/jfd.14057
5. Maulu S., Hasimuna O. J., Haambiya L. H., et al. Climate change effects on aquaculture production: sustainability implications, mitigation, and adaptations // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2021. Vol. 5. DOI: https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.609097
6. Recirculating aquaculture systems (RAS): environmental solution and climate change adaptation // *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 297. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604
7. Recirculating aquaculture systems: advances, impacts, and integrated pathways for sustainable growth // *Bioresource Technology Reports*. 2025. Vol. 32. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biteb.2025.102340
8. Downscaled climate change threats to United States freshwater finfish aquaculture // *Science of the Total Environment*. 2024. Vol. 957. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177596
9. Бургаз М. І., Матвієнко Р. С. Кліматичні зміни та оцінка їх наслідків для аквакультури прісноводних водойм України // *Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів: матеріали 6-ї Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 9–10 жовт. 2024)*. Київ, 2024. С. 22–25. URI: https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/41394
10. Бургаз М. І., Матвієнко Р. С., Очеретнюк С. О., Шанюк О. В. Кліматичні виклики та їхній вплив на стан і перспективи розвитку аквакультури у прісноводних та естуарних екосистемах України // *Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів: матеріали 7-ї Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 30–31 жовт. 2025)*. Київ, 2025. С. 25–29. URI: https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/43094
11. Рудь Ю., Залоїло О., Бучацький Л., Грициняк І. Вплив кліматичних змін на розвиток інфекційних хвороб риб (огляд) // *Рибогосподарська наука України - Fisheries Science of Ukraine*. 2020. № 4(54). С. 78–110. DOI: https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.078.

ADAPTATION STRATEGIES FOR CULTIVATING WARM-WATER FISH SPECIES UNDER CLIMATE CHANGE IN NATURAL WATERBODIES OF UKRAINE

V. Oleshko, oleshko.valya@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-7323-7813? Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine,
L. Heyko, rubnutstva@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-6763-5006, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine,

Keywords: warm-water fish species, aquaculture, climate change, adaptation strategies, natural waterbodies, productivity, ecological monitoring.

The study examined the impact of climate change on natural waterbodies in Ukraine and the potential for cultivating warm-water fish species. It was established that rising water temperatures create favorable conditions for the growth of carp and some introduced species, but are accompanied by risks of oxygen deficiency and eutrophication. It was demonstrated that the implementation of comprehensive adaptation strategies – including technological measures (optimized stocking density, aeration, polyculture), biological measures (selection of thermotolerant species), feed strategies (balanced compound feeds), and ecological measures (water quality monitoring, phytoplankton control) – enhances aquaculture productivity and resilience. The necessity of an integrated approach was

substantiated to ensure stable growth, fish survival, and the sustainable functioning of natural waterbodies.

639.2.03

ПРЕЦИЗІЙНА АКВАКУЛЬТУРА

О. В. Охріменко, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
І. О. Клунок, ivanklunok@gmail.com, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: аквакультура, технології, моніторинг, набір даних.

Протягом останніх десятиліть аквакультура набула статусу ключового елемента глобальної продовольчої безпеки, забезпечуючи значну частку високобілкових харчових продуктів на світовому ринку. Зростання попиту на продукцію аквакультури, супроводжується поглибленням тиску на природні ресурси, що створює серйозний виклик для галузі: необхідність підвищення продуктивності має узгоджуватися з гарантуванням екологічної стійкості. Для вирішення цього складного завдання сучасна аквакультура дедалі більше впроваджує інноваційні рішення, що ґрунтуються на аналізі даних та передових технологіях [1].

Перехід від традиційної аквакультури до моделі, заснованої на точності та використанні даних, є одним із ключових напрямів розвитку галузі. Звична практика аквакультури здебільшого спирається на ручне спостереження й управління, що базується на суб'єктивному досвіді, і, у свою чергу, супроводжується значними трудовими витратами та високою ймовірністю помилок. Прецизійна аквакультура ґрунтується на розгалуженій мережі різноманітних сенсорів, які інтегровані в водне середовище для постійного моніторингу, аналізу та інтерпретації даних, а також для підтримки процесів ухвалення рішень щодо управління господарством. Завдяки новітнім технологічним досягненням ця галузь дедалі активніше стає частиною Інтернету речей (IoT). Сучасні аквакультурні господарства обладнані сотнями взаємопов'язаних сенсорів, що фіксують, зберігають і передають інформацію, взаємодіють одне з одним і з іншими пристроями, а також інтегруються в сучасні хмарні обчислювальні екосистеми [19].

Інформація, що генерується сучасними аквакультурними фермами, характеризується значним різноманіттям форм і джерел. На території таких об'єктів встановлюються датчики, які здійснюють вимірювання широкого спектра екологічних параметрів, включаючи температуру, швидкість течії, концентрацію розчиненого кисню, рівень хлорофілу та показники солоності води. Крім того, дані про навколишнє середовище можуть бути отримані за допомогою методів дистанційного зондування, що дозволяє охоплювати великі просторові масштаби через наземні датчики або глобальні, завдяки супутниковим системам моніторингу. Для забезпечення ефективного управління діяльністю аквакультурних господарств також необхідно здійснювати збір інформації щодо еколого-біологічних характеристик гідробіонтів, таких як розміри популяцій, групова поведінка та траєкторії руху. Цей аспект зазвичай реалізується за допомогою передових підводних технологій, зокрема відеомоніторингу, гідроакустичних методів аналізу, а також використання зйомок із повітряних дронів [3, 4].

Інтелектуальні системи годування, засновані на технологіях IoT, надають рибоводам можливість здійснювати безперервний моніторинг умов середовища та поведінкових моделей риби. Завдяки цьому процеси годування стають більш автоматизованими і точними, що сприяє їх оптимізації. Використання датчиків для збору даних у режимі реального часу, разом із застосуванням сучасних аналітичних методів, дозволяє ефективніше регулювати обсяги корму. Це забезпечує покращення швидкості росту риби, зменшення відходів корму та скорочення негативного впливу на екологію. Реальні приклади із промислової практики демонструють, що поєднання систем моніторингу параметрів водного середовища з технологіями автоматизованого годування значно підвищує результати виробництва, покращує якість життя риби й підтримує принципи сталого розвитку. Останні дослідження у цій галузі зосереджені на розробці передових стратегій для подальшого вдосконалення інтелектуальних систем годування [5, 6].

Поряд з цим, прецизійна аквакультура активно впроваджує використання засобів штучного інтелекту з метою своєчасного виявлення захворювань риб, зокрема вірусних, бактеріальних та паразитарних. Завдяки цьому знижуються рівень стресу у риб і попереджається можливість їх масової загибелі. Система забезпечує точний контроль параметрів води, таких як температура та вміст кисню, а також аналізує поведінку риби. Це дозволяє оперативно реагувати та запобігати потенційним проблемам, що є надзвичайно важливим при високій щільності посадки, сприяючи зменшенню виробничих ризиків [7].

Отже, використання сучасних технологій та засобів автоматизації не тільки можуть знизити виробничі витрати рибних господарств, але й мають менший вплив на навколишнє середовище, що сприятиме довгостроковому розвитку галузі. Ці інноваційні підходи відкривають нові горизонти для підвищення ефективності аквакультури й забезпечення її екологічної стійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. https://doi.org/10.4060/ca9229en.
2. O'Donncha, Fearghal & Grant, Jon. (2019). Precision Aquaculture. IEEE Internet of Things Magazine. 2. 26-30. https://doi.org/10.1109/IOTM.0001.1900033.
3. Nagothu, Sudheer & Sri, Pudota & Ganesan, Anitha & Vincent, Shweta & Kumar, Om. (2024). Advancing aquaculture: fuzzy logic-based water quality monitoring and maintenance system for precision aquaculture. Aquaculture International. 33. https://doi.org10.1007/s10499-024-01701-2.
4. Idoko, Francis & Idoko, David & Idoko, Fedora. (2025). Exploring the role of IoT, AI, and remote sensing in precision aquaculture: Monitoring, automation, and data-driven decision-making. Magna Scientia Advanced Biology and Pharmacy. 14. 018-033. https://doi.org/10.30574/msabp.2025.14.2.0018.
5. Huang, Y. P., & Khabusi, S. P. (2025). Artificial intelligence of things (AIoT) advances in aquaculture: a review. Processes, 13(1), 73. https://doi.org/10.3390/pr13010073
6. Adegboye, M. A., Aibinu, A. M., Kolo, J. G., Aliyu, I., Folorunso, T. A., & Lee, S. H. (2020). Incorporating intelligence in fish feeding system for dispensing feed based on fish feeding intensity. IEEE Access, 8, 91948-91960. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2994442
7. Yavuzcan, Hijran & Mansour, Abdallah. (2026). Technological innovations are driving precision aquaculture towards a future of transparent, automated, and sustainably efficient production. Animal Reports. 2. 16-34. https://doi.org/10.64636/ar.37.

PRECISION AQUACULTURE

O. Okhrimenko, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

I. Klunok, ivanklunok@gmail.com, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: aquaculture, technology, monitoring, data collection.

A relevant overview of modern technological approaches in the aquaculture sector is presented. It effectively highlights the transition from traditional fish farming practices to data-driven, automated systems that enhance productivity, sustainability, and resource efficiency. It explains how advanced technologies, such as sensors, artificial intelligence, machine learning and the Internet of Things (IoT), are integrated into aquaculture operations.

799.11

ЩУКА (*ESOX LUCIUS*) ЯК ОБ'ЄКТ РЕКРЕАЦІЙНОГО РИБАЛЬСТВА

О. В. Охріменко, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Б. Є. Корж, vbr25-b.korzh@nubip.edu.ua, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: рибальство, біомеліоратор, щука, приманка, екосистема.

Щука (*Esox lucius*) є важливим об'єктом рибного господарства. Швидкі темпами росту, хижа природа та здатність здійснювати регуляцію чисельності інших риб у водних екосистемах зумовлюють її біологічну та господарську значущість. Даний вид демонструє високу адаптивність до різноманітних умов середовища, що дає йому змогу успішно пристосовуватися до різних водних екосистем – від ставів до стрімких річок і великих озер. З точки зору екології, щука відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні структурованості та стабільності рибних угруповань у водоймах. Її наявність прямо впливає на поведінкову активність інших видів риб, змінюючи їхній просторовий розподіл та взаємодії. Крім того, через трофічні каскадні ефекти щука опосередковано впливає на склад і динаміку зоопланктону та бентосу. Такі екосистемні трансформації є важливим об'єктом досліджень в екології водних екосистем і підкреслюють значущість щуки як одного з ключових регуляторів трофічних ланцюгів [8, 9].

Зазвичай щука полює, перебуваючи в засідці, годинами нерухомо очікуючи на здобич. Однак цей хижий представник прісноводної фауни демонструє ще одну, не менш ефективну, стратегію – активне колективне полювання на зграю риб на мілководді, де їхні шанси на виживання істотно знижуються. Подібну тактику особливо часто можна спостерігати у ранкові години, коли щука діє на піщаних мілинах. У цих умовах вона влаштовує справжню загрозу для молоді риб, яка через необережність опиняється у небезпечному середовищі. Щука демонструє виняткове володіння мистецтвом камуфляжу, що дозволяє їй адаптуватися до різних умов середовища існування. Забарвлення її луски змінюється відповідно до характеру місцевості. У водах із піщаним дном і низькою прозорістю луска набуває світліших відтінків, тоді як у густо заростих ділянках колір стає значно темнішим. Ця адаптація є поступовим процесом і триває кілька днів [8, 10].

Рекреаційний лов щуки відіграє ключову роль у забезпеченні сталого управління цим видом у рамках аматорського рибальства. Щука займає важливе місце як бажаний об'єкт лову завдяки своїм трофейним характеристикам у прісних водоймах і прибережних районах, що охоплюють більшу частину її природного ареалу в циркумполярних регіонах Північної півкулі. Окрім того, цей вид є одним із головних об'єктів риболовлі у Скандинавських країнах, Великій Британії, Нідерландах, інших державах Центральної Європи та в багатьох американських штатах. Як хижак, щука вирізняється низькою щільністю чисельності популяції. Вона також відома своїми великими розмірами, наявністю зубів, характерною формою тіла та специфічними екологічними особливостями. Ці унікальні якості роблять її одним з найпривабливіших об'єктів для рекреаційного рибальства серед прісноводних риб. Щука також широко використовується у кулінарії в інших країнах Центральної та Східної Європи. У деяких країнах, таких як Велика Британія, Нідерланди та окремі штати США, практика добровільного відпускання щуки після вилову є досить поширеною та набирає популярності серед окремих груп досвідчених рибалок. [11, 12].

Рівень задоволення рибалок значною мірою залежить від характеристик риболовлі, які пов'язані з уловом, зокрема розміром виловленої риби та загальною інтенсивністю риболовного процесу. Відтак, для рибалок особливу цінність становлять їхні знання про чинники, що впливають на продуктивність вилову, а також про стратегії та методи, які сприяють здобуттю найбільш великих представників популяції. Як наслідок, не викликає подиву той факт, що рибальська медіасфера наповнена обговореннями щодо найефективніших типів приманок,

здатних забезпечити не лише кількісний, але й якісний улов. У свою чергу, виробники риболовних приманок майстерно користуються природним прагненням рибалок до оптимізації своїх результатів, постійно пропонуючи на ринку нові продукти - варіації приманок за кольорами, формами, функціональними властивостями та використанням додаткових атрактантів. В останні кілька років ринок снастей та приманок для ловлі щуки стрімко розширився. Зараз можна знайти величезний вибір воблерів, кранкбейтів, блешень, спінербейтів та м'яких силіконових приманок, а також багатий асортимент снастей, вудилищ, котушок та обладнання, спеціально призначеного для ловлі щуки [13].

З наукової точки зору, було встановлено, що щука по-різному заковтує різні приманки та типи гачків. Глибина заковтування залежить від розміру, форми та текстури приманки, а також від способу виведення улову (активний проти пасивного). Можна зменшити частоту вилову дрібної щуки, використовуючи приманки розміром понад 15 см. Крім того, «м'якіші» приманки, як правило, заковтуються глибше (наприклад, спінінг-флай), ніж жорсткіші альтернативи. Однак) виявлено, що якщо м'які пластикові приманки достатньо великі, глибокого зачеплення можна значною мірою уникнути. Було встановлено, що крупніші особини з більшими ротовими отворами не заковтують приманки глибше, але вони частіше кровоточать, що свідчить про більш енергійну боротьбу, яка посилює рани від гачка. Про особливо високу частоту глибокого зачеплення гачком і подальшу смертність від зачеплення повідомлялося в дослідженні, проведеному в США, де так звані шведські гачки використовувалися з рибкою-приманкою [14]. Поряд з цим, науковцями було встановлено, що щука здатна швидко позбутися приманки після її «зриву», а також помітили, що за умов наявності застряглої штучної приманки риба демонструє лише мінімальні фізіологічні, метаболічні чи поведінкові реакції. [15, 16].

Оскільки щука є популярним об'єктом рекреаційного рибальства важливого значення набуває питання збереження її популяцій у природних водоймах. Одним із ключових завдань є збереження природних нерестовищ, що включає захист заплавних луків, прибережної рослинності та забезпечення належного гідрологічного балансу. Це створює сприятливі умови для нересту риби та розвитку личинок. Також необхідно впроваджувати дієві заходи для регулювання рибальської діяльності, зокрема забороняти вилов риби під час нересту, запроваджувати обмеження на мінімальні розміри вилову та посилювати контроль над промисловим і любительським рибальством. Водночас доцільно здійснювати зариблення водойм молоддю щуки, доповнюючи цей процес впровадженням технологій полікультури, що сприятиме підвищенню продуктивності водних екосистем [17].

Щука вважається омріяним уловом для багатьох рибалок, але варто пам'ятати, що до 31 березня на території України діє заборона на її вилов у період нересту. Тож, якщо ви випадково спіймали щуку під час риболовлі на інші види риб, обережно звільніть її з гачка та відпустіть назад у водойму.

ЛІТЕРАТУРА

8. Skov, C., Nilsson, P.A. (2018). Biology and Ecology of Pike. CRC Press, Boca Raton. https://doi.org/10.1201/9781315119076.

9. Larsson, P., Tibblin, P., Koch-Schmidt, P., Engstedt, O., Nilsson, J., Nordahl, O., Forsman, A. (2015). Ecology, evolution, and management strategies of northern pike populations in the *Baltic Sea. Ambio*. 44 Suppl 3(Suppl 3):451-61. https://doi.org/10.1007/s13280-015-0664-6.

10. https://www.darg.gov.ua/_shchuka_pidvodnij_hizhak_z_0_0_0_14411_1.html

11. Crane, D. P., Miller, L. M., Diana, J. S., Casselman, J. M., Farrell, J. M., Kapuscinski, K. L., & Nohner, J. K. (2015). Muskellunge and Northern Pike ecology and management: important issues and research needs. *Fisheries*, *40*(6), 258-267.

12. Johnston, F.D., Arlinghaus, R. and Dieckmann, U. (2013), Fish life history, angler behaviour and optimal management of recreational fisheries. *Fish*, 14: 554-579. https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00487.x

13. Arlinghaus, R., Alós, J., Pieterek, T., Klefoth, T. (2017). Determinants of angling catch of northern pike (*Esox lucius*) as revealed by a controlled whole-lake catch-and-release angling experiment

- The role of abiotic and biotic factors, spatial encounters and lure type. *Fisheries Research*, V. 186, 3, 648-657. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.09.009.

14. Dubois, R.B., Margenau, T.L., Stewart, R.S., Cunningham, P.K. and Rasmussen, P.W. (1994). Hooking Mortality of Northern Pike Angled through Ice. *North American Journal of Fisheries Management,* 14: 769-775. https://doi.org/10.1577/1548-8675 (1994)014<0769:HMONPA>2.3.CO;2

15. Pullen, CE., Hayes, K., O'Connor, CM., Arlinghaus, R., Suski, CD., Midwood, JD., Cooke, SJ. (2017). Consequences of oral lure retention on the physiology and behaviour of adult northern pike (*Esox lucius* L.). *Fish Res.* 186(3):601–611. https://doi.org 10.1016/j.fishres.2016.03.026.

16. Jorrit, L., Albert, R., Juergen, G., Alexander Brinker. (2025). Predator responses in recreational fishing: Assessing selective pressure of bait types on behavioral diversity in northern pike (Esox lucius). *Fisheries Research*, V. 283, 107299. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2025.107299.

17. Bergstrom, L., Bergstrom, U., Olsson, J., Carstensen, J. (2016). Coastal fish indicators response to natural and anthropogenic drivers–variability at temporal and different spatial scales. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 183, 62–72. https://doi.org/10.1016/j. ecss.2016.10.027.

PIKE (*ESOX LUCIUS*) AS AN OBJECT OF RECREATIONAL FISHING

O. Okhrimenko, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

B. Korzh, vbr25-b.korzh@nubip.edu.ua, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: fishing, bioreclamation, pike, bait, ecosystem.

Pike (Esox lucius) is a key freshwater predatory species and a popular target for recreational fishing. This article examines its biological and ecological characteristics that make it attractive to anglers, including rapid growth and aggressive feeding behavior. The role of pike in maintaining ecosystem balance and supporting biodiversity is also highlighted. Sustainable management approaches, such as habitat conservation and catch-and-release practices, are emphasized to ensure long-term population stability.

639.2.03

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ

О. В. Охріменко, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

А. С. Олифіренко, olifirenkoa440@gmail.com, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: аквакультура, технології, штучний інтелект, блокчейн, IoT, простежуваність.

Зростання чисельності населення на планеті зумовлює підсилений попит на джерела білка, зокрема на рибу, що створює значне навантаження на аквакультуру. Проблему поглиблюють надмірний вилов риби, руйнування природного середовища існування видів та зміна клімату, що робить очевидною необхідність впровадження сучасних технологій у цій галузі. Інноваційні рішення, такі як штучний інтелект (ШІ), робототехніка, дрони, датчики, дистанційне зондування, Інтернет речей (IoT) та блокчейн, дають можливість покращити стійкість, продуктивність і ефективність рибництва. Втім, практичне використання цих рішень значно ускладнюється низкою факторів, серед яких – високі витрати на впровадження, недостатній рівень обізнаності учасників ринку, дефіцит кваліфікованих спеціалістів, регуляторні обмеження, питання низької якості даних та етичні аспекти [1, 19].

Починаючи з середини XX століття, сучасний світ зазнав стрімкого прискорення інтеграції технологій, що призвело до їх невід'ємної присутності у повсякденному житті. Це суттєво вплинуло на спосіб організації нашої життєдіяльності, праці та соціальних взаємодій. Унаслідок такого розвитку практично всі сфери діяльності, включаючи аквакультуру, почали активно запроваджувати технологічні інновації з метою оптимізації процесів, підвищення ефективності виробництва та загальної продуктивності. Штучний інтелект, що здійснює моделювання інтелектуальних процесів людини, демонструє значний потенціал для розвитку сфер рибальства та аквакультури, завдяки своїй здатності швидко і точно аналізувати великі обсяги даних. Його застосування відкриває можливості для оптимізації стратегій годівлі через дослідження поведінкових особливостей і показників росту риб, а також сприяє ранньому виявленню захворювань за допомогою алгоритмів обробки зображень. Використання ШІ дозволяє автоматизувати трудомісткі завдання, такі як вилов, сортування та переробка риби, що сприяє підвищенню ефективності виробничих процесів, зменшенню операційних витрат та покращенню умов безпеки працівників. Крім того, штучний інтелект дозволяє здійснювати безперервний моніторинг якості води, оцінюючи такі параметри, як температура, pH та вміст розчиненого кисню [2, 21].

Деякі дрони, обладнані водонепроникними камерами, активно застосовуються для проведення підводних обстежень інфраструктурних об'єктів, таких як рибні садки та сітки. Їх використання сприяє виявленню пошкоджень, зокрема розривів або отворів, що дозволяє своєчасно проводити ремонтні роботи. Завдяки цьому можливе зменшення втрат і підвищення операційної ефективності. Окрім того, дрони здійснюють збір значного обсягу даних стосовно якості води, поведінки риби та екологічних умов. Інтеграція цих даних із технологіями штучного інтелекту та хмарних обчислень дає змогу отримати інформативну базу для оптимізації виробничих процесів. Зокрема, штучний інтелект забезпечує аналіз відеоматеріалів, знятих дронами, для виявлення ознак захворювань або стресу у риб. У свою чергу, хмарні обчислення розширюють можливості зберігання та опрацювання великих масивів даних, значно спрощують управління відповідними інформаційними потоками. Поряд з цим, пристрої IoT можуть генерувати величезні обсяги даних, пов’язаних із різними аспектами аквакультури, такими як якість води, стан здоров’я риби та умови навколишнього середовища. Підключивши ці пристрої та інтегрувавши дані в централізовану платформу, зацікавлені сторони можуть отримати цінну інформацію про галузь та приймати обґрунтовані рішення [22, 23].

Блокчейн – це децентралізована й безпечна цифрова технологія, яка виступає інструментом для забезпечення прозорості та незмінності даних, що робить її ключовим рішенням для сфери рибальства та аквакультури. Вона надає можливість безпечно обмінюватися інформацією та охороняє конфіденційні дані, одночасно сприяючи підвищенню прозорості в ланцюгах постачання. Використання смарт-контрактів дозволяє автоматизувати процеси оплати, забезпечуючи їх точність і своєчасність, а також мінімізує ризики шахрайства й незаконного вилову. Завдяки блокчейну досягається повна простежуваність протягом усього ланцюга створення вартості, що дозволяє підтверджувати відповідність продукції екологічним стандартам і критеріям якості [0].

Перспективними напрямами для подальших досліджень є розробка економічно доступних технологічних рішень, глибше вивчення споживацьких уподобань, вирішення етичних дилем, забезпечення високої якості даних і відкриття нових способів використання цифрових інструментів. Реалізація цих завдань дозволить повною мірою розкрити потенціал сучасних технологій у рибному господарстві та аквакультурі

ЛІТЕРАТУРА

18. FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. https://doi.org/10.4060/ca9229en.

19. Ruby, P. & Ahilan, B. & Antony, Cheryl & Selvaraj, Sathish. (2022). Recent trends in aquaculture technologies. journal of aquaculture in the tropics. 37. 29-36. http://doi.org/10.32381/JAT.2022.37.1-4.2

20. Dupont, C., Cousin, P., & Dupont, S. (2018). IoT for Aquaculture 4.0 Smart and easy-to-deploy real-time water monitoring with IoT, 2018 Global Internet of Things Summit (GIoTS), Bilbao, Spain, 2018, pp. 1-5. https://doi.org/10.1109/GIOTS.2018.8534581.

21. Rowan, N. J. (2023). The role of digital technologies in supporting and improving fishery and aquaculture across the supply chain. Aquaculture and Fisheries, 8(4); 365-374. https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.06.003.

22. Ubina, N. A., & Cheng, S. (2022). A review of unmanned system technologies with its application in aquaculture farm monitoring and management. Drones, 6(1); 12. https://doi.org/10.3390/drones6010012.

23. Mustapha, U. F., Alhassan, A. W., Jiang, D. N., and Li, G. L. (2021). Sustainable aquaculture development: A review on the roles of cloud computing, internet of things and artificial intelligence. Reviews in Aquaculture, 13 (4); 2076-2091. https://doi.org/10.1111/raq.12559.

Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits, and challenges. Journal of Cleaner Production, 10; 121031. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121031.

NEW TECHNOLOGIES IN AQUACULTURE

O. Okhrimenko, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

A. Olyfirenko, olifirenkoa440@gmail.com, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: aquaculture, technology, artificial intelligence, blockchain, IoT, traceability.

Modern aquaculture is increasingly driven by the integration of innovative technologies aimed at improving efficiency and sustainability. This article explores the application of tools such as automated feeding systems, water quality sensors, and data analytics in aquaculture production. The role of digitalization and artificial intelligence in optimizing farm management and reducing environmental

impact is also discussed. Emphasis is placed on the importance of adopting these technologies to ensure the sustainable development of the aquaculture industry.

639.3.06

ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВІДТВОРЕННЯ ВЕЛИКОРОТОГО ОКУНЯ (*MICROPTERUS SALMOIDES LACÉPÈDE*, 1802) В ПРИРОДНІХ УМОВАХ

Д. В. Пилипенко, d.pylypenko@nubip.edu.ua, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

О. В. Охріменко, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: рибне господарство, рециркуляційні аквакультурні системи, відтворення, ембріогенез, нерест.

Розвиток вітчизняної аквакультури потребує докорінної диверсифікації об'єктів вирощування та переходу від застарілих екстенсивних методів до інтенсивних високотехнологічних систем. На сьогодні рибне господарство України характеризується монокультурним спрямуванням (переважно коропові види), що обмежує економічну гнучкість галузі в умовах ринкової конкуренції.

Великоротий окунь (*Micropterus salmoides*) є одним із найбільш перспективних об'єктів світової аквакультури завдяки високій швидкості росту, пластичності до умов утримання та високими гастрономічним якостям. Проте, незважаючи на значний потенціал, технології його відтворення в умовах помірного клімату України залишаються недостатньо опрацьованими. Сучасні кліматичні трансформації (підвищення середньорічних температур) створюють нові екологічні ніші, які є оптимальними для цього евритермного виду, що підтверджується актуальними дослідженнями щодо зміщення фенології нересту. Розробка та впровадження нових аспектів відтворення та вирощування Великоротого окуня дозволить інтегрувати цей вид у структуру рибогосподарського комплексу країни як високоефективний об’єкт інтенсивного виробництва [2].

Сучасний стан аквакультури потребує впровадження високопродуктивних об'єктів, серед яких великоротий окунь (*Micropterus salmoides*), даний об’єкт вирізняється значним потенціалом для інтенсивного вирощування. Проте в умовах вітчизняного рибництва спостерігається суттєвий розрив між світовими досягненнями у культивуванні цього виду та реальною біопродуктивністю локальних господарств, що зумовлено відсутністю адаптованих технологічних протоколів [1].

Водночас перехід до індустріальних систем (РАС) потребує вирішення низки науково-технологічних завдань: від розробки методів позасезонної гормональної стимуляції до оптимізації рецептур стартових кормів та мінімізації канібалізму. Таким чином, існує гостра потреба у теоретичному обґрунтуванні та практичній розробці нових аспектів керованого відтворення та вирощування *M. salmoides* для забезпечення стабільності та рентабельності галузі [3].

Цей вид добре адаптується до різних умов середовища. Оптимальна температура води для його росту становить 24–30°С, а при зниженні температури нижче 10°С активність різко падає. Великоротий окунь може жити як у ставках, так і в системах рециркуляційного водопостачання (РАС), за умови достатнього рівня кисню (понад 5,0 мг/л). Завдяки невибагливості до умов і здатності споживати як природний корм, так і штучні корми з високим умістом білка, він є придатним для інтенсивного вирощування [4].

Репродуктивна біологія *Micropterus salmoides* базується на суворій температурній залежності, де перехід до нерестової активності корелює з прогріванням водного середовища до 15,5–18°С. Оптимальний термальний режим для піку відтворення становить 20–22°С, що забезпечує фізіологічну готовність плідників та сприятливі умови для подальшого ембріогенезу [5].

У природних популяціях процес нересту має чітко виражений сезонний характер і відбувається одноразово протягом року, проте демонструє високу пластичність під впливом кліматичних змін або антропогенного термального фактора. Зміщення термінів відтворення може призводити до репродуктивної розсинхронізації – невідповідності появи молоді та піку розвитку кормового зоопланктону, що безпосередньо впливає на темпи росту та терміни статевого дозрівання [5].

Специфіка виду проявляється у складній гніздовій поведінці плідників на глибинах 0,3–1,5 м. Будучи літофітофілом, великоротий окунь виявляє високу субстратну пластичність, використовуючи для облаштування гнізд піщано-гравійні ділянки або коріння водної рослинності. Ця особливість є ключовою для розробки біотехнічних заходів із використанням штучних нерестовищ в інтенсивній аквакультурі [5].

Репродуктивний потенціал виду визначається значною варіативністю абсолютної плодючості (від 2 000 до 100 000 ікринок), яка прямо залежить від віку та маси самиць. Морфофізіологічні параметри ікри (діаметр 1,5–1,7 мм, клейкість та донна локалізація) забезпечують її стабільне положення в гнізді під час інкубації, що є критично важливим для успішного завершення стадії ембріогенезу [2].

Виживання потомства суттєво лімітується якістю батьківського піклування, яке включає аерацію кладки та захист від хижаків до моменту формування активних зграй молоді. Однак цей період характеризується низькою стресостійкістю плідників: різкі коливання гідрологічного режиму або температурні шоки у переднерестовий період ініціюють репродуктивну депресію та масовий занепад кладок через залишення гнізд самцями.

Ранній онтогенез завершується коротким інкубаційним періодом (2–5 діб) та переходом личинок до екзогенного живлення після стадії жовткового мішка. Критичним етапом розвитку є фаза наповнення плавального міхура повітрям, що маркує початок активного пошуку кормових об'єктів – дрібного зоопланктону, успішне споживання якого є базовою умовою виживання виду в постембріональний період [2].

Природне відтворення *Micropterus salmoides* характеризується складною структурою та залежністю абіотичними чинниками, де температурний режим (15,5–22,0°C) виступає головним тригером нерестової активності та успішного ембріогенезу. Висока субстратна пластичність виду у поєднанні зі значним репродуктивним потенціалом створює передумови для впровадження штучних нерестових субстратів в інтенсивній аквакультурі.

Проте технологічна ефективність природного процесу суттєво лімітується низькою стресостійкістю плідників що актуалізує потребу в розробці методів керованого відтворення для мінімізації втрат на критичних етапах онтогенезу, зокрема під час фази наповнення плавального міхура та переходу личинок на споживання зоопланктону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевченко В. Ю. Аквакультура перспективних об'єктів : навчальний посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 402 с.
2. Coppola G., Kelling C. J., Dembkowski D. J., Isermann D. A. Hatch timing of largemouth bass: implications for recruitment at the Northern edge of their native range // Journal of Freshwater Ecology. 2024. Vol. 39(1). P. 2403360.
3. Stiney, R.R. and Treece, G.D. (2012) History of aquaculture. In: Tidwell, J.H. (ed.) Aquaculture Production Systems. Wiley–Blawell, Oxford, pp. 15–50.
4. Wang Y., Li H., Li C. et al. Transcriptome Analysis of Environmental Adaptation of Largemouth Bass (Micropterus salmonides) // Genes. 2025. Vol. 16. P. 267.
5. Freitas M. O., Ribeiro V. M., Abilhoa V., Vitule J. R. S. Reproduction of the invasive largemouth bass Micropterus salmoides (Lacepède, 1802) in a Neotropical reservoir with suggestions to management and control // Acta Limnologica Brasiliensia. 2023. Vol. 35. P.

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS OF REPRODUCTION OF LARGE-SHORT-MOUTH POCKET (*MICROPTERUS SALMOIDES* LACÉPÈDE, 1802) IN NATURAL CONDITIONS

D. Pylypenko, d.pylypenko@nubip.edu.ua, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

O. Okhrimenko, okhrimenko.o@nubip.edu.ua, ORCID ID 0000-0001-9867-0595, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: fisheries, recirculating aquaculture systems, reproduction, embryogenesis, spawning.

This article examines the ecological and biological aspects of the reproduction of largemouth bass (Micropterus salmoides Lacépède, 1802) in natural conditions. Particular attention is given to environmental factors influencing spawning success, including water temperature, habitat structure, and food availability. The study also highlights behavioral patterns associated with nesting and parental care. The findings contribute to a better understanding of species reproduction and can support effective management and conservation strategies.

597.551.2:577.1/.5:539.1

СТАТЕВА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ ДЕЯКИХ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РИБ З ВІДДАЛЕНИХ ПОПУЛЯЦІЙ

О. С. Потрохов, apotrokhov@gmail.com, ORCID 0000-0002-8274-6898, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ.

Ю. М. Худіяш, yurahud@ukr.net, ORCID 0000-0002-8588-0371, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ.

К. Кофонов, kirillkofonov16@gmail.com, ORCID 0000-0002-7859-5193, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ.

М. В. Леуський, leuskyi@nubip.edu.ua, ORCID 0000-0001-5646-8524, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ.

Ключові слова: гормони, активність ферментів, глюкоза, ПОЛ, екологічні чинники.

Метою роботи є встановлення функціональних резервів та фізіолого-біохімічних механізмів підтримки гомеостазу у популяціях риб за різних умов існування та залежно від їх статі.

Матеріал та методи. Дослідження проводилися на середній частині Кременчуцького водосховища, верхньої частини Канівського водосховища, низов'ях р. Дунай, р. Рось з притоками та низов'ях р. Десна. Нами обрані найбільш віддалені популяції риб з метою оцінки варіабельності біохімічних показників за різних умов існування.. Проведені дослідження крові, зябер, печінки та м'язів статевозрілих риб, а саме карася сріблястого (*Carassius gibelio*), плітки звичайної (*Rutilus rutilus*), окуня річкового (*Perca fluviatilis*) та краснопірки звичайної (*Scardinius erythrophthalmus*), які мешкають в цих водоймах. Риб виловлювали весною, літом та восени. Всього відібрано по 100-120 зразків крові та тканин кожного виду кожного сезону року протягом 3 років.

Біохімічні показники риб досліджувалися стандартними методами.

Результати досліджень. Відомо, що біохімічна реакція риб на несприятливий чинник залежить від їх статі [1]. Але переважно всі наукові дослідження з цього питання проводились в умовах експерименту з окремою вибіркою риб, або риб, які мешкають в однієї окремої водоймі, тобто риб з однієї популяції [2]. При чому можна відмітити, що самці більш витривалі до негативної дії зовнішнього середовища і біохімічні реакції їх більш помітні [3].

Нами підтверджена статева специфіка гормональної регуляції для віддалених популяцій риб. Сезонні профілі кортизолу та трийодтироніну (Т3) відрізняються між самцями й самками та узгоджено відтворюються у різних водоймах. Підвищена міжіндивідуальна варіабельність гормональних показників у самців навесні–влітку свідчить про ширший діапазон нейрогуморальної адаптації до локальних умов середовища [4].

Біохімічні виміри крові, а саме вміст глюкози, білку, з активність АлАТ, АсАТ та лужної фосфатази і інші, показали, що у самців рівень всіх показників стабільно вище, ніж у самок. Це вказує на те, що самці біохімічно та за енергетичними ресурсами багатші самок. У самок цей ефект може бути обумовлений постійним виснаженням запасів метаболітів та поживних речовин в процесі розвитку гонад.

За статевих відмінностей вмісту глюкози в плазмі крові риб відразу необхідно відміти, що у всіх досліджених видів риб та незалежно від статі вміст глюкози у крові приблизно у 4 рази меншій в холодні пори року (весна та осінь) порівняно з літнім сезоном.

Весною не помітно різниці у вмісті глюкози у карася, окуня та плітки між самцями та самками. Вміст глюкози у крові знаходився в межах 13-22 ммоль/ дм^3. При чому у карася в крові містилося більші глюкози (на 50%), з невірогідним переважанням у самок на 15% порівняно до самців. Безумовно це пов'язано зі зростанням репродуктивного обміну у самок на передодні першого нересту у квітні-травні. Але незалежно від виду риб (окунь, карась сріблястий, плітка) варіабельність цього показника значно вище (на 10-18%) у самців порівняно до самок. Це ще раз підтверджує більшу лабільність самців до змін умов середовища.

Влітку різниця у самців та самок за вмістом глюкози незначна з деяким переважанням у самок. Про те у краснопірки величина цього показника у самців переважає над самками на 37%. Скоріше за все це пов'язано з екологічною нішою, яку займає цей вид – поверхневі шари води. По варіабельності цього показника помітні видові відмінності. У окуня та карася коефіцієнт варіації у самців істотно більші (у 2 та 3 рази відповідно), ніж у самок, у плітки та краснопірки навпаки більш варіабельним є вміст глюкози у самок (у 1,5 та 2,5 разів відповідно).

Восени за вмістом глюкози у плазмі крові риби повторюють ці ж закономірності, що навесні. У окуня та плітки відсутні відмінності за цим показником між самками та самцями. У карася сріблястого вміст глюкози у крові переважає, чим у інших досліджених видів, та у його самок цей показник більшій, ніж у самців, хоча і не вірогідно. Карась та плітка характеризуються значною варіабельністю вмісту глюкози у самців порівняно до самок. Проте ні відміну цим видам у окуня восени варіабельність вмісту глюкози істотно більша (у 2 рази), ніж у самців. Скоріше за всього це пов'язано з біологією самого виду риби активно живяться і восени і взимку, генеративний ріст в цей період прискорений, оскільки риби нерестуються раніше за інші досліджені види.

Крім того проведені дослідження активності трансаміназ у водоймах у літній період. Відомо, що активність аспартатамінотрансферази (АсАТ) та аланінамінотрасферази (АлАТ) залежить від біотопу, який притаманний окремому виду риб, зокрема у донних риб вона нижча, а придонних та пелагічних видів вища. Зміни активності амінотрансфераз можуть вказують на певні фізіологічні та біохімічні порушення в організмі. Про функціональний статус риб можна судити за коефіцієнтом де Рітіса (співвідношення активності АсАТ до АлАТ), який виступає в ролі інтегрального показника. Підвищення коефіцієнта Рітіса може вказувати на активацію глюконеогенезу, який необхідний для підтримання необхідного рівня глюкози в умовах інтоксикаціїі.

Як показали дослідження для окуня та карася характерно переважання активності АсАТ у печінці самок, в той же час у плітки та краснопірки активність цього ферменту дещо більша у самців. Проте у різних умовах існування. варіабельність змін активності АсАТ завжди більша у самців. Це ще раз підтверджу, що самці можуть кращі пристосовуватися до різних екологічних чинників.

За активністю АлАТ у печінці можна стверджувати, що самки всіх досліджених видів підлягають несприятливим умовам середовища у більший мірі, ніж самці, величина цього показника істотне вища. Це свідчить про більше ураження печінки самок за дії чинників середовища. При чому відмити високу здатність адаптуватися до різних умов середовища карася сріблястого. Активність ферменту однакова як у самок, так і самців, варіабельність цього показника також не залежить від статі. У плітки та краснопірки у самців також більша величина коефіцієнта варіації активності цього ферменту.

За коефіцієнтом де Рітіса можна стверджувати, самиці сильніше підлягають негативним чинникам водного середовища, величина цього коефіцієнту більше у донних та придонних видів риб (окунь, карась, плітка). У риб, які мешкають у поверхневих шарах води (краснопірка), всі самки не виявляють ніяких патологій, а у самців середнє співвідношення активності дещо підвищено, але в межах норми. Варіабельність коефіцієнта де Рітіса завжди вища у самиць порівняно до самців, що свідчить про меншу їх адаптованість до чинників середовища, які змінюються.

За показниками ПОЛ (вміст малонового діальдегіду) встановлено, що у карася сріблястого відсутні в зябрах відмінності за цим показником між самками та самцями як навесні, так і восени. При чому величина цього показника найменша порівняно з іншими дослідженими видами риб, що свідчить про достатню адаптованість цього виду.

Для окуня навесні характерно перевищення вмісту МДА у самок порівняно до самців майже 1,5 рази, а восени середні величини вмісту МДА знизилися у 2 рази з деяким його перевищенням у самців. Коефіцієнти варіації вмісту МДА вищі у самців риб, що свідчить про більш широкі межи в здатності до адаптації саме самців риб. Оскільки саме через зябра у риб відбувається екскреція МДА з організму.

Вміст МДА у печінці риб, яка відповідає за детоксикацію організму, істотно не відрізняється між самцями та самками в різні сезони року. Але навесні цей показник найбільш варіабельний у самок.

За показниками активності ферментів (ЛДГ, СДГ, лужної фосфатази та ін.) енергетичного обміну помітно, що самки більш уразливі до негативної дії антропогенних та екологічних чинників водного середовища, активність ферментів дещо підвищена саме у самок.

Висновки. Дослідження віддалених популяцій чотирьох видів риб показало виражену статеву специфіку гормональної та біохімічної відповіді на сезонні й екологічні чинники, причому самці характеризуються ширшим діапазоном нейрогуморальної адаптації. Самки виявилися більш уразливими до екологічних і антропогенних чинників, про що свідчать підвищена активність АлАТ та АсАТ, зміни енергетичного обміну, вищі значення коефіцієнта де Рітіса та сезонні коливання ПОЛ, що відображають більшу функціональну напруженість їхнього організму під час репродуктивного циклу.

Вміст кортизолу, трийодтироніну, глюкози, активності трансаміназ та ПОЛ є інформативними маркерами стану популяцій і дозволяють порівнювати адаптивні стратегії риб у різних водоймах, що підтверджує можливість використання комплексу фізіолого-біохімічних показників для оцінки екологічного навантаження на іхтіофауну.

ЛІТЕРАТУРА

1. Figueiredo-Fernandes A., Fontaínhas-Fernandes A., Fontaínhas-Fernandes A., Peixoto F. et al. Effects of gender and temperature on oxidative stress enzymes in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to paraquat // Pesticide Biochemistry and Physiology/ 2013. 85(2). P. 97-103. DOI: 10.1016/j.pestbp.2005.11.001.

2. Neeraj Kumar Sharma, Akhtar M. S., Pandey N. N., Ravindra Singh, Singh A. K. Sex Specific Seasonal Variation in Hematological and Serum Biochemical Indices of *Barilius bendelisis* from Central Himalaya, India // Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci. 2017. 87. P. 1185–1197. https://doi.org/10.1007/s40011-015-0692-9.

3. Kulkarni R. S. Sex differences in the blood biochemical parameters of the fresh water fish, Notopterus notopterus (Pallas, 1789) // WNOFNS. 2017. 6. P. 36-43.

4. Потрохов О.С., Худіяш Ю.М., Кофонов К. Статева варіабельність вмісту гормонів в плазмі крові риб віддаленних популяцій. // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів. VII Міжнародна науково-практична конференція, 30–31 жовтня 2025 року, м. Київ, Україна. Київ, Україна, 2025. С. 283-288. DOI: https://doi.org/10.61976/conf.if-2025-7.

SEXUAL VARIABILITY OF SOME BIOCHEMICAL INDICATORS OF FISH FROM REMOTE POPULATIONS

O. Potrokhov, apotrokhov@gmail.com, ORCID 0000-0002-8274-6898, Institute of Hydrobiology, NAS of Ukraine, Kyiv.

Yu. Khudiyash, yurahud@ukr.net, ORCID 0000-0002-8588-0371, Institute of Hydrobiology, NAS of Ukraine, Kyiv.

K. Kofonov, kirillkofonov16@gmail.com, ORCID 0000-0002-7859-5193, Institute of Hydrobiology, NAS of Ukraine, Kyiv.

M. Leuskyi, leuskyi@nubip.edu.ua, ORCID 0000-0001-5646-8524, National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv.

Keywords: hormones, enzyme activity, glucose, lipid peroxidation, environmental factors.

Studies of remote fish populations have shown a pronounced sex-specific hormonal and biochemical response to seasonal and environmental factors. Females were more vulnerable to environmental and anthropogenic factors, reflecting the greater functional stress of their organism during the reproductive cycle. The content of cortisol, triiodothyronine, glucose, transaminase activity

and lipid peroxidation are informative markers of the state of populations and allow us to compare the adaptive strategies of fish in different water bodies, which confirms the possibility of using a complex of physiological and biochemical indicators to assess the environmental load on ichthyofauna.

639.3.03:504.45

ОЦІНКА ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА ВІДТВОРЕННЯ АБОРИГЕННОЇ ІХТІОФАУНИ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

П. Я. Пукало, ppukalo@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-8488-0655, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів

Ключові слова: водні екосистеми, антропогенні фактори, біоценоз, аборигенна іхтіофауна, відтворення, техногенне навантаження.

Вступ. Збереження якості водного середовища та біорізноманіття прісноводних екосистем є одним із пріоритетних завдань сучасної аквакультури. В умовах інтенсивного техногенного тиску спостерігається стійка тенденція деградації природних біотопів, що безпосередньо впливає на стан аборигенної іхтіофауни [1].

Питання відтворення цінних видів риб у внутрішніх водоймах набуває особливої актуальності через стрімке скорочення їхньої природної чисельності та руйнування екологічної рівноваги [2].

Мета дослідження – проаналізувати динаміку антропогенного впливу на внутрішні водойми України та оцінити наслідки техногенної трансформації для процесів природного відтворення аборигенних видів риб.

Матеріали та методи. Дослідження базувалося на комплексному аналізі гідрохімічного та екологічного стану прісноводних екосистем України в умовах інтенсивного антропогенного навантаження (сільськогосподарське, промислове забруднення та руйнування гідротехнічних споруд). Методологія включала моніторинг показників якості води (pH, важкі метали, біогени) та оцінку трансформації іхтіоценозів через деградацію природних нерестовищ. У роботі використано системний підхід до аналізу динаміки чисельності аборигенних і червонокнижних видів риб, а також оцінку ефективності технологій штучного відтворення в аквакультурі як стратегічного інструменту реінтродукції та збереження біорізноманіття.

Водні екосистеми перебувають під постійним тиском джерел забруднення різного масштабу та ступеня небезпеки. На якісні показники підземних і поверхневих вод впливають як природні чинники, так і антропогенна діяльність. Зокрема, інтенсивне сільськогосподарське виробництво (понад 70% територій в окремих областях) є ключовим фактором евтрофікації та пестицидного навантаження [3].

Природні процеси, що змінюють якість води, включають вивітрювання гірських порід, сумарне випаровування, вітрове осадження, вимивання речовин із ґрунту, стік через гідрологічні чинники та біологічні процеси у водному середовищі. Ці явища спричиняють коливання рівня pH та лужності води, а також зумовлюють надходження фосфору, зростання вмісту фтору та високі концентрації сульфатів [4].

Антропогенні фактори впливу охоплюють сільськогосподарську діяльність (використання добрив, гною та пестицидів), тваринництво, неефективні методи іригації, дефорестацію, аквакультуру, забруднення промисловими та побутовими стічними водами, а також гірничодобувну та рекреаційну діяльність. Такі впливи призводять до підвищення концентрації важких металів (міді, кадмію, нікелю), які суттєво перевищують гранично допустимі концентрації для рибництва [5]. Нехтування стандартами екологічної безпеки зумовлює погіршення санітарного стану водойм і масову загибель гідробіонтів. Зокрема, високі рівні акумуляції токсикантів призводять до патологічних змін у тканинах риб та зниження їхньої репродуктивної здатності [6].

Нехтування стандартами екологічної безпеки зумовлює погіршення санітарного стану водойм і масову загибель гідробіонтів. Водночас трансформація гідрологічних параметрів, інтенсифікація вилову та вдосконалення знарядь рибальства призвели до зникнення окремих

видів або значного скорочення їхньої чисельності. Натомість звільнені екологічні ніші займають інші види, для яких нові умови існування виявилися сприятливішими.

Господарська діяльність комунальних, промислових та сільськогосподарських підприємств спричиняє виснаження та знищення водних живих ресурсів, зокрема природної кормової бази. Шумове навантаження та видобуток гравію відлякують рибу від мілководь, які є важливими нерестовищами. Це створює перешкоди для вільної міграції плідників та ускладнює умови скату молоді. Критичним ударом для іхтіофауни Півдня України стало руйнування греблі Каховської ГЕС, що призвело до втрати близько 20 000 тонн рибних ресурсів лише через зникнення нерестовищ. Вторинне забруднення внаслідок змиву мулу з токсикантами та нафтопродуктами створило умови для тривалої деградації естуарних систем [7].

Через посилений антропогенний тиск на біоценози континентальних водойм окремі представники аборигенної іхтіофауни опинилися під загрозою вимирання та були занесені до Червоної книги України. Таким чином, порушується фундаментальний принцип охорони довкілля – збереження природного біологічного різноманіття організмів.

Висновки. Сучасний стан внутрішніх водойм України характеризується критичним рівнем техногенного навантаження, що призвело до деградації біотопів та руйнування природних нерестовищ. Трансформація гідрологічного режиму та антропогенне забруднення спричиняють заміщення аборигенної іхтіофауни інвазійними видами та занесення цінних представників іхтіоценозів до Червоної книги України. В умовах неможливості повного природного самовідновлення екосистем, стратегічним механізмом збереження біорізноманіття є впровадження технологій штучного відтворення рідкісних видів у межах аквакультури з їх подальшою реінтродукцією у природне середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shukh A., Markovych M., Kutsokon Y. Age and growth of invasive alien fish species, Perccottus glenii and Lepomis gibbosus, in water bodies of Transcarpathia (Ukraine). *Fisheries & Aquatic Life*. 2026. Vol. 33, No. 4. P. 181–194.
2. Пукало П. Я., Дармограй Л. М., Божик Л. Я., Васерук Н. Я. Актуальність відтворення аборигенної іхтіофауни водойм України. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Ґжицького*. 2016. Т. 18, № 2 (67). С. 216–218.
3. Афанасьєв С. О., Ляшенко А. В., Зорина-Сахарова К. Є. Оцінка екологічного стану водних об’єктів України за біологічними показниками в умовах антропогенної трансформації. *Гідробіологічний журнал*. 2021. Т. 57, № 2. С. 3–18.
4. Honcharova, O., Bekh, V., & Glamuzina, B. (2023). Physiological and biochemical aspects of the carp organism in conditions of increasing their viability when stocking water bodies. Animal Science and Food Technology, 14(2), 28-43. doi: 10.31548/animal.2.2023.28.
5. Andrieiev V., Hapich H. Impact of fragmentation of small riverbeds by artificial waters on the quality of water resources. *Науковий вісник НГУ*. 2022. № 3. С. 131–136.
6. Мацак С., Вакал Ю. Аналіз антропогенного навантаження на водні об'єкти внаслідок сільськогосподарської діяльності. *Матеріали наукових конференцій*. 2024. URI: https://archive.liga.science/index.php/conference-proceedings/article/view/1143
7. Novakovska, I., Belousova, N., Hunko, L. (2025). Land degradation in Ukraine as a result of military operations. Acta Sci. Pol. Administratio Locorum 24(1), 129–145.

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE REPRODUCTION OF NATIVE ICHTHYOFAUNA UNDER CONDITIONS OF TECHNOGENIC LOAD

P. Pukalo, ppukalo@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-8488-0655, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv

Keywords: aquatic ecosystems, anthropogenic factors, biocenosis, native ichthyofauna, reproduction, technogenic load, environmental protection.

The study provides a comprehensive analysis of the impact of human activities on the ecological state of inland water bodies in Ukraine. It is established that the combined effect of natural processes and intense anthropogenic pressures, such as industrial pollution and agricultural runoff, leads to significant degradation of water quality. The research highlights that the transformation of hydrological regimes and the destruction of natural habitats are the primary causes of the decline in native fish populations. Special attention is paid to the noise factor and mechanical disturbances that scare fish away from traditional spawning grounds, creating barriers to natural migration. The findings indicate that many representatives of the native ichthyofauna are currently endangered and have been included in the Red Book of Ukraine. The author emphasizes that under conditions of critical technogenic load, natural reproduction is no longer sufficient to maintain biodiversity. Therefore, the integration of artificial reproduction technologies within aquaculture systems is proposed as a strategic mechanism for preserving the genetic fund of valuable fish species.

639.371.52:639.3.06(477)

ВИКОРИСТАННЯ IoT ПРИ ВИРОЩУВАННІ КОРОПІВ В УКРАЇНІ

Є. А. Рудковський, vbr25-ye.rudkovskyi@nubip.edu.ua, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Н. Я. Рудик-Леуська, rudyk-leuska@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-4355-7071, Національний університет біоресурсів та і природокористування України, м. Київ

***Ключові слова*:** IoT, інтернет речі, аквакультура, вирощування коропа, моніторинг, сенсори, інноваційні технології.

IoT – це мережа фізичних об’єктів, оснащених сенсорами, програмним забезпеченням та іншими технологіями, що дозволяють їм збирати та обмінюватися даними через Інтернет. У сучасному сільському господарстві IoT має велике значення, оскільки дозволяє аграріям моніторити стан ґрунту, культури та тварин у реальному часі, оптимізувати використання ресурсів, таких як вода та добрива, а також підвищувати врожайність і знижувати витрати. Це сприяє більш ефективному та сталому веденню сільського господарства.

Зростаюча популярність аквакультури в Україні, зокрема вирощування коропів, зумовлена підвищеним попитом на рибу та її продукти. Коропівництво є важливим сегментом аграрного сектору, оскільки воно є одним із найстабільніших напрямків аквакультури [1], а вирощування коропів може забезпечити продовольчу безпеку, нові робочі місця та сприяти розвитку сільських територій.

Проблеми традиційного вирощування коропів включають недостатню ефективність використання ресурсів, ризики захворювань риб, а також негативний вплив на навколишнє середовище через забруднення води. Крім того, традиційні методи часто не забезпечують достатнього моніторингу умов утримання риби, що може призводити до втрат у врожайності; зайві витрати на робочу силу та управлінські помилки можуть значно знизити прибутковість господарства.

Впровадження IoT у вирощування коропів відкриває нові можливості для покращення продуктивності. Використання сенсорів для моніторингу параметрів води, таких як температура, pH та рівень кисню, дозволяє аграріям оперативно реагувати на зміни у водному середовищі. Системи автоматичного годування риб, які базуються на даних про їхню активність і потреби, також сприяють оптимізації процесів. Віддалений моніторинг стану ставів через мобільні додатки та веб-платформи забезпечує зручність і доступність інформації. Це полегшує і прискорює можливість втручання для пом'якшення несприятливих умов у разі їх виникнення [2].

Також технологія забезпечує моніторинг поведінки і безпосередньо самих об'єктів аквакультури, що має вирішальне значення для забезпечення їх здоров'я й благополуччя. Зміни в поведінці часто сигналізують про стрес, хвороби, стан годівлі або несприятливі умови навколишнього середовища, що дозволяє приймати більш ранні та обґрунтовані рішення.

Крім того, технології IoT моніторингу здатні не лише фіксувати потенційну наявність хвороби в риби, а й визначати що саме за хвороба могла її вразити. Також можуть вказувати надійні дані про біомасу. Значно полегшується підтримання ефективні стратегії годування, мінімізуються накопичення відходів, що призводить до підвищення сталого розвитоку.

Потенціал розвитку IoT в аквакультурі України є значним, оскільки країна має великі водні ресурс. Впровадження сучасних технологій може сприяти не лише підвищенню ефективності виробництва, але й залученню інвестицій у галузь. Розвиток IoT може також допомогти Україні стати конкурентоспроможною на міжнародному ринку.

Основними викликами впровадження IoT в Україні в першу чергу можна вважати високі початкові витрати на обладнання та технології. Ефективним заходом є формування інноваційного фонду для фінансування високотехнологічних проєктів та розвитку розумних кластерів. Такий фонд сприятиме впровадженню інноваційних технологій у вітчизняних аквакультурних компаніях [3]. Іншою перешкодою є недостатня технічна підготовка кадрів. Потрібно подолати

бар'єри у свідомості фермерів щодо нових технологій і їхніх переваг для бізнесу; також потрібно враховувати доступ до інтернету в деяких регіонах.

Таким чином, коропівництво, залишається досить потужним сегментом аквакультури у світі. І впровадження Інтернету речей (IoT) у вирощуванні коропів здатне відкрити нові горизонти у цій ніші. IoT пропонує численні переваги, такі як підвищення ефективності управління ресурсами, зменшення витрат на виробництво та поліпшення якості продукції. Завдяки можливостям моніторингу в реальному часі, фермери можуть оперативно реагувати на зміни в умовах середовища, що сприяє оптимізації процесів вирощування та покращенню здоров'я риб.

Проте, впровадження IoT також стикається з певними викликами, такими як необхідність інвестицій у технології, проблеми з інтернет зв'язком, та недостатня обізнаність аграріїв щодо новітніх технологій. Ці перешкоди потребують спільних зусиль усіх учасників ринку.

Слід закликати до активної співпраці між аграріями, технологічними компаніями та державними структурами задля розвитку інновацій у галузі аквакультури. Лише спільними зусиллями ми зможемо подолати існуючі виклики та реалізувати потенціал сталого розвитку аквакультури в Україні. Використання IoT-технологій може стати ключем до забезпечення продовольчої безпеки та екологічної стійкості нашої країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шарило Ю. Є., Герасимчук В. В., Деренько О. О. Сучасні тенденції розвитку коропівництва. Водні біоресурси та аквакультура. Київ. 2021. С. 105–117.
2. Arun Konduril, Raveendar Banothu1, Shyam Prasad, etc. AI and IoT (AIoT) : The New Wave in Fish Farming. Aquaculture Asia Magazine. 2025. Vol. 29. No. 3. P. 20–23.
3. Тютюнник Г. О., Нарощування інноваційного потенціалу сектору аквакультури : організаційно-економічні аспекти. Галицький економічний вісник. 2024. № 90 (5). С. 56–67.

THE USE OF IoT IN CARP FARMING IN UKRAINE

Y. Rudkovsky, vbr25-ye.rudkovskyi@nubip.edu.ua, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

N. Rudyk-Leuska, rudyk-leuska@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-4355-7071, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: IoT, Internet of Things, aquaculture, carp farming, monitoring, sensors, innovative technologies.

Carp farming is a segment of the global aquaculture industry. The implementation of the Internet of Things (IoT) in carp farming has the potential to open up new horizons in this niche. Thanks to real-time monitoring capabilities, farmers can respond quickly to changes in environmental conditions, which helps optimize farming processes and improve fish health. Therefore, we should call for active cooperation between farmers, technology companies, and government agencies to foster innovation in the aquaculture sector. The use of IoT technologies could be the key to ensuring food security and environmental sustainability in our country.

639.2/.3

ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІЇ АКВАКУЛЬТУРИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

В. П. Ткачук, v.tkachuk5791@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4811-6884, Поліський національний університет, м. Житомир
А. Л. Шуляр, alyonashulyar7@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8462-2135, Поліський національний університет, м. Житомир
А. Л. Шуляр, kvitkashu777@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0823-6814, Поліський національний університет, м. Житомир
Я. Ю. Мартинюк, В. В. Самков, Д. О. Лінкевич, М. В. Корнійчук, здобувачі вищої освіти, Поліський національний університет, м. Житомир

Ключові слова: водні біоресурси, аквакультура, виробництво, сучасний стан, перспективи розвитку.

Водні біоресурси – це сукупність живих організмів, що мешкають у водному середовищі та мають господарське значення, зокрема риби, молюски, ракоподібні, водорості та інші гідробіонти. Вони є важливим джерелом харчових продуктів, кормів, сировини для промисловості та біологічно активних речовин. Раціональне використання водних біоресурсів передбачає контроль вилову, збереження природних популяцій і підтримання екологічної рівноваги у водоймах. Надмірний вилов і забруднення вод можуть призводити до виснаження ресурсів, тому важливим є впровадження принципів сталого використання.

Аквакультура – це галузь господарства, що займається штучним розведенням і вирощуванням водних організмів у контрольованих умовах. Вона дозволяє отримувати стабільну продукцію незалежно від природних коливань, підвищує ефективність використання водних ресурсів і сприяє зменшенню навантаження на природні екосистеми. Завдяки сучасним технологіям, таким як інтенсивні системи вирощування та рециркуляційні установки, аквакультура забезпечує високий рівень продуктивності та якості продукції. Поєднання раціонального використання водних біоресурсів і розвитку аквакультури є важливою умовою забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку [1, 2].

Аквакультура в сучасному світі є однією з найперспективніших галузей аграрного виробництва. Вона забезпечує населення цінними продуктами харчування, багатими на білки, жири, вітаміни та мінеральні речовини. У зв’язку зі зростанням населення та зменшенням запасів природних водних біоресурсів, значення аквакультури постійно зростає. В умовах сьогодення виробництво продукції аквакультури зазнає впливу численних факторів: економічних, екологічних, соціальних та політичних. Особливо важливими є виклики, пов’язані зі зміною клімату, забрудненням довкілля та нестабільною економічною ситуацією.

Сьогодні аквакультура розвивається швидкими темпами і є важливим джерелом рибної продукції. У багатьох країнах вона вже перевищує обсяги вилову риби з природних водойм. В Україні аквакультура представлена різними формами господарювання: ставковими господарствами, садковими комплексами, басейновими установками та рециркуляційними системами. Основними об’єктами вирощування є короп, товстолобик, білий амур, форель та інші види риб. Однак галузь стикається з рядом проблем, серед яких: зношеність матеріально-технічної бази, недостатній рівень інвестицій, обмежений доступ до сучасних технологій та нестабільна економічна ситуація [3, 4].

В умовах сьогодення аквакультура зазнає впливу глобальних та локальних викликів: економічні труднощі (зростання цін на корми, енергоносії та обладнання); екологічні проблеми (забруднення водойм, зниження якості води, зміна клімату); соціальні фактори (нестача кваліфікованих кадрів); воєнні дії (пошкодження інфраструктури, порушення логістики та зниження обсягів виробництва). Ці фактори негативно впливають на ефективність виробництва, проте водночас стимулюють пошук нових рішень та впровадження інновацій.

Галузь аквакультури у 2025–2026 роках демонструє стабільне зростання як в Україні, так і на глобальному рівні, причому штучне розведення риби остаточно закріпилося як основне джерело водних біоресурсів для споживання. В Україні виробництво продукції аквакультури у 2025 році склало 16,1 тис. тонн. Це дещо менше, порівняно з 2024 роком, коли було вирощено 18,6 тис. тонн (зростання на 22% відносно 2023-го). Черкаська область стала лідером за обсягами виробництва у 2025 році. Пріоритетні види: акцент зміщується на преміум-сегмент (лососеві, осетрові) та ракоподібних. Щодо перспектив на поточний 2026 рік, то уряд затвердив план розвитку на 2026–2029 роки, який передбачає подальше збільшення обсягів добування та впровадження механізмів державної підтримки.

Світові тенденції виробництва продукції аквакультури показують, що глобальна індустрія аквакультури продовжує випереджати промислове рибальство за темпами зростання. У 2025 році згідно з даними FAO, світове виробництво аквакультури має зрости на 2,7% і сягнути 104,1–104,2 млн. тонн. У 2026 році очікується подальше зростання до 102–110 млн. тонн (залежно від методології врахування водних рослин). Проте темпи зростання можуть дещо сповільнитися через інфляцію та волатильність цін на корми. Найшвидше зростання у 2025 році прогнозують для прісноводних видів – пангасіуса (+7%) та тиляпії (+5%), виробництво атлантичного лосося та креветок зростатиме помірними темпами (2–4%). При цьому лідерами ринку є азійські країни, які продовжують домінувати, забезпечуючи близько 90% світового обсягу виробництва [5, 6, 7].

Сучасна аквакультура базується на використанні інноваційних технологій, які дозволяють підвищити продуктивність і зменшити негативний вплив на довкілля. Основні технології: рециркуляційні системи (RAS), що дозволяє економити воду та контролювати її якість; автоматизовані системи годівлі, що забезпечують оптимальне використання кормів; моніторинг параметрів води через контроль температури, вмісту кисню та інших показників; біотехнології – використання пробіотиків, селекція та покращення порід. Завдяки цим технологіям можна значно підвищити ефективність виробництва та якість продукції.

Важливим аспектом сучасного виробництва є забезпечення якості та безпечності продукції аквакультури. Основні вимоги – це відповідність санітарним і ветеринарним нормам; відсутність шкідливих речовин та патогенних мікроорганізмів; дотримання стандартів якості; впровадження системи HACCP. Контроль якості здійснюється на всіх етапах виробництва – від вирощування до реалізації продукції

Крім того, сучасна аквакультура повинна враховувати екологічні вимоги: зменшення забруднення водойм; раціональне використання водних ресурсів; збереження біорізноманіття; впровадження екологічно безпечних технологій. Використання полікультури та замкнутих систем водопостачання дозволяє знизити негативний вплив на навколишнє середовище [2, 4].

Отже, виробництво продукції аквакультури в умовах сьогодення характеризується впливом численних факторів, серед яких економічні, екологічні та соціальні виклики. Незважаючи на труднощі, галузь продовжує розвиватися завдяки впровадженню сучасних технологій та інновацій. Забезпечення якості та безпечності продукції, дотримання екологічних норм і раціональне використання ресурсів є ключовими умовами ефективного функціонування аквакультури. Таким чином, аквакультура має великі перспективи та є важливим напрямом розвитку аграрного сектору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Burhaz M. I., Matviienko T. I. The current state of extracting and consuming aquatic bioresources in Ukraine. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2023. № 1 (13). С. 7–23. DOI: https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.1.

2. Aquaculture: The missing contributor in the food security agenda / Garlock T., Asche F., Anderson J., Ceballos-Concha A., C. Love D., Osmundsen T. C., Mezzalira Pincinato R. B. *Global Food Security.* 2022. Vol. 32. P. 10–20. DOI : https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100620.

3. Шуляр Альона Л., Шуляр Аліна Л., Ткачук В. П. Вплив війни в Україні на виробництво продукції аквакультури. *Вплив війни в Україні на сільське, лісове, рибне господарство та*

ветеринарну медицину: матеріали Міжнар. наук. конф., 29-30 жовт. 2025 р. Рига, Латвійська Республіка, 2025. С. 72–75. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-626-3-19.

4. Ткачук В. П., Шуляр А. Л., Шуляр А. Л., Лісогурська Д. В., Лісогурська О. В., Фурман С. В. Водні біоресурси та аквакультура: світові тенденції та вітчизняні перспективи. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. № 2 (47). С. 147–153. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-2.20.

5. Державна служба статистики України: *веб-сайт*. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 17.03.2026).

6. Виробництво аквакультури у 2025 році: прогнози та виклики. *Житомирський рибоохоронний патруль*: веб-сайт. URL: https://surl.li/dvnhcc (дата звернення: 17.03.2026)

7. FAO Report: Global fisheries and aquaculture production reaches a new record high. *Fao.org :* веб-сайт. URL: https://surl.li/mhanrg (дата звернення: 17.03.2026).

PRODUCTION OF AQUACULTURE PRODUCTS IN TODAY'S CONDITIONS

V. Tkachuk, v.tkachuk5791@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4811-6884, Polissia National University, Zhytomyr

A. Shuliar, alyonashulyar7@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8462-2135, Polissia National University, Zhytomyr

A. Shuliar, kvitkashu777@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0823-6814, Polissia National University, Zhytomyr

Ya. Martyniuk, V. Samkov, D. Linkevich, M. Korniychuk, higher education students, Polissya National University, Zhytomyr

Keywords: aquatic bioresources, aquaculture, production, current state, development prospects.

Aquaculture production in today's conditions is characterized by the influence of numerous factors, including economic, environmental and social challenges. Despite the difficulties, the industry continues to develop thanks to the introduction of modern technologies and innovations. Ensuring the quality and safety of products, compliance with environmental standards and rational use of resources are key conditions for the effective functioning of aquaculture. Aquaculture has great prospects and is an important direction of development of the agricultural sector.

639.3

ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ МАЛИХ ВОДОСХОВИЩ ПІВДНЯ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ДАНИЛІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

В. Ю. Шевченко, shevchenko_v@ksaeu.kherson.ua, ORCID ID 0000-0002-5428-5799, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький

Н. О. Реута, shevchenko_v@ksaeu.kherson.ua, магістр, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький

Ключові слова: малі водосховища, рибогосподарське використання, фізико-хімічний режим, гідробіологічний режим.

Вторгнення Російської федерації нанесло суттєвої, часом радикальної шкоди господарству України взагалі та рибному господарству зокрема. Тим не менше, під контролем країни залишаються і залишаться істотні площі акваторій, що використовуються, можуть і повинні використовуватися як рибогосподарські за застосування відповідних технологій. Сучасні економічні умови орієнтують на використання відкритих водойм за ресурсоощадними технологіями, за яких передбачається максимально ефективне використання природних продукційних можливостей таких водойм. Малі водосховища являють в цьому плані незаперечний інтерес. Основними характеристиками, що визначають параметри рибогосподарського використання є фізико-хімічний та гідробіологічний режими водойм.

В цьому плані як об’єкт досліджень було обрано Данилівське водосховище, що в Миколаївській області. Данилівське водосховище різночасово розглядалося співробітниками кафедри в плані рибогосподарського використання, для чого проводилися відповідні дослідження, наприклад [1], Але актуальні рекомендації можуть бути розроблені лише на актуальних даних. В цьому плані і були проведені відповідні дослідження. Фізико хімічний та гідробологічний режими були досліджені із застосуванням відповідних методик [2].

Данилівське водосховище, що розміщене за межами с. Данилівка на території Данилівської сільської ради Березанського району Миколаївської області. Досліджуване водосховище за гідролого-морфологічною класифікацією належить до малих водосховищ комплексного використання, що передбачає багаторічне водорегулювання, головне цільове призначення якого, за проектом і у дійсності, є зрошення сільськогосподарських культур, риборозведення та рекреація. Площа водного дзеркала – 81.3 га. У різні періоди водойма також експлуатувалася з метою рибництва. Для забезпечення повноцінного використання водосховища, окрім того, додалися функції розведення риби та рекреації.

Період замерзання відповідає більшості водойм у цьому регіоні: крига зазвичай встановлюється з першої-другої декади грудня і тримається до другої декади березня. Температурний режим Данилівського водосховища є типовим для водойм континентального типу Миколаївщини. Найвищі показники температури води фіксуються у серпні (28,2°С), а найнижчі (2,3°С) – у грудні. Найсприятливіший для водних організмів час – це період із червня по вересень, коли температура води підтримується на рівні вище 20,0°С. Відносно невелика глибина Данилівського водосховища сприяє перемішуванню верхніх шарів води, що, своєю чергою, впливає на прозорість, яка коливається від 0,43 до 0,85 м (у середньому – 0,55 м). На основі цих даних можна окреслити глибину фотичної зони, де відбувається фотосинтез, тобто близько 1,1 м. Розчинений кисень має вирішальне значення як для формування абіотичної, так і для функціонування біотичної складових водосховища. Сезонний моніторинг динаміки кисню в Данилівському водосховищі показав, що його концентрація у цій водоймі забезпечує гідробіонтам цілком прийнятний газовий баланс. У жовтні вміст кисню у воді приповерхневого шару коливався від 4,4 до 8,5 мг/дм³.

Хімічні характеристики води гідроекосистем водосховищ визначається антропогенними факторами, що оперують на базі властивостей як водойм-попередників, так і джерел, звідки надходить вода. Досить типово для невеликих водоймищ є належність до прісноводного типу;

акваторії з підвищеною мінералізацією або солонуваті є менш поширеними. Особливо помітною є прогресуюча евтрофікація у тих водоймах, що використовуються для зрошення, які, як правило, вирізняються значним насиченням розчиненою органікою як власного (автохтонного), так і привнесеного (алохтонного) генезису, проте значного забруднення важкими металами чи радіонуклідами зазвичай не спостерігається.

Показники хімічного режиму Данилівського вдосховища наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Середньосезонні хімічні показники Данилівського водосховища

Показники, одиниці виміру	Значення
pH	7,15
Перманганатна окиснюваність, мг О/дм^3	6,18
HCO_3^-, мг/дм^3	5,75
Cl^-, мг/дм^3	1,54
SO_4^-, мг/дм^3	2,31
$Na^+ + K^+$, мг/дм^3	3,73
Ca^{2+}, мг/дм^3	3,30
Mg^{2+}, мг/дм^3	2,60
P, мг/дм^3	0,11
N, мг/дм^3	0,68
Лужність, мг-екв/дм^3	3,22
Жорсткість, ммоль/дм^3	4,87
Сума іонів, мг/дм^3	772,52

За хімічними показниками вода Данилівського водосховища належить до прісних; мінералізація протягом сезону становила 772.52 мг/дм^3, за класом – карбонатно-хлоридний натрієвого типу. Активність водного середовища слаболужна, pH дорівнює 7,15. Рівень біогенних речовин у Данилівському водосховищі доволі низький: концентрації азоту варіюються від 0,2 до 1,7 мг/дм^3. фосфору – від 0,05 до 0,2 мг/дм^3. Лужність води водосховища становить 3,22 мг-екв/дм , жорсткість води сягає значення 4,87 ммоль/дм^3.

Показник перманганатиої окиснюваності має низькі величини – 6,18 мг0/дм^3, що відповідає водоймам з досить низьким насиченням органічними сполуками.

Таким чином, хімічний склад та якісні показники води у Данилівському водосховищі знаходяться в межах гранично допустимих концентрацій, що регламентуються нормативними документами для рибогосподарського використання. Гідрохімічні показники також відповідають таким, що не перешкоджають проведенню меліоративних робіт з залученням риб - меліораторів.

Оцінка потенціалу кормових ресурсів водойми, що слугує основою для вибору найкращого варіанту її рибогосподарського використання, ґрунтується на вивченні показників розвитку головних елементів цих ресурсів.

Макрофіти Данилівського водосховища мають помірний розвиток, що зумовлене значними коливаннями рівня води та морфологією дна, де переважають глибини понад 1 метр. Виявлені тут види водної рослинності типові для водойм середньої глибини. Вздовж берегів поширилися зарості жорсткої надводної рослинності, зокрема очерету південного (_Phragmites australis_), рогозу вузьколистого (Typha angustifolia) та осоки берегової (Carex riparia). Площа цих заростей не перевищує 15-20% загальної площі акваторії. На мілководних ділянках водосховища спостерігаються скупчення "м'якої" водної рослинності, серед якої домінують рдесник курчавий (Potamogeton crispus), роголистник темно-зелений (Ceratophyllum demersum) та кушир темно-зелений (Ceratophyllum demersum). Ступінь покриття акваторії "м'якою" водною рослинністю восени сягав приблизно 17% від усієї площі. На територіях, заросліх "м'якою" водною рослинністю, біомаса водоростей варіюється від 150 до 250 г/м², при цьому середня біомаса цієї групи макрофітів складає 200,0 г/м².

Фітопланктон виявився бідними за видовим складом, представлений переважно зеленими та синьо-зеленими водоростями. Діатомові евгленові та пірофітові водорості мали другорядне значення. Зелені водорості були представлені видами родів Scenedesmus, Pediastrum,

Dictyosphaerium, Monoraphidium та іншими; синьо-зелені включали види родів Aphanizomenon, Anabaena, Oscillatoria, Microcystis; діатомові – види родів Diatoma, Nitzschia, Navicula. Середній показник біомаси фітопланктону був помірним і становив 20,1 г/м³. Отримані дані про розвиток фітопланктону дають змогу класифікувати водойму як таку, що має середній рівень кормової бази для цієї групи.

Зоопланктон, як і фітопланктон, продемонстрував обмеженість видів, що, загалом, характерно для евтрофних водойм. . Серед зоопланктону були ідентифіковані види коловерток із родів Brachionus, Asplanchna, Polyarthra, Bipalpus; види гіллястовусих ракоподібних із родів Moina, Daphnia, Bosmina та Chydorus; види веслоногих ракоподібних із родів Diaptomus та Cyclops. Було встановлено, що біомаса зоопланктону досягала 1,29 г/м³, що класифікує водосховище за цією групою організмів як помірно кормуу водойму.

Зообентос. У донних пробах ґрунту Данилівського водосховища виявлено обмежену кількість видів зообентосу, серед яких були личинки комах родини Chironomidae та малощетинкові черви родини Oligochaetae. За результатами кількісного аналізу донних проб середня біомаса склала 3,32 г/м², що дає змогу віднести Данилівське водосховище до акваторій із середнім рівнем розвитку кормових ресурсів. Дані щодо біомаси компонентів природних кормових ресурсів та їхньої продуктивності наведено у Таблиці 2.

Таблиця 2 – Розвиток елементів природних кормових ресурсів у Данилівському водосховищі.

Компонент кормової бази	Біомаса г/м³, г/м²	Фотичний шар, м	P/B коефіцієнт	Продукція, кг/га
Фітопланктон	20,1	1,1	140	30954,0
Зоопланктон	1,3	1,1	20	283,8
Зообентос	3,3	-	5	166,0
Макрофіти	200,0	1,1	1,2	264,0

Спільноти гідробіонтів, що належать до різноманітних трофічних рівнів у невеликих водоймах, демонструють ознаки, типові для водойм евтрофікованого типу, з незначною течією або зовсім стоячих, характеризуються біднішим видовим набором та обмеженою кількістю широко представлених таксонів, при цьому фіксується збільшення загальної біомаси організмів. Отже, зважаючи на результати аналізів, Данилівське водосховище класифікується як акваторія із середнім рівнем розвитку кормової бази. Існування певного обсягу невикористаної біомаси вказує на необхідність здійснення меліоративних заходів із залученням біологічних меліораторів, а саме полікультури риб із відповідним видовим складом. Найвищий потенціал рибної продуктивності можна реалізувати завдяки використанню фітопланктону, що досягається використанням білого товстолобика. Менший обсяг можна використати через розвиток зоопланктону, а саме завдяки строкатому товстолобику. Крім того, невелику додаткову продукцію можна здобути завдяки споживачам зообентосу та макрофітів, тобто з використанням коропа та білого амура.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пилипенко Ю.В. Екологія малих водосховищ / Херсон: ОлдиПлюс, 2007. 351 с.
2. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/ О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін. За ред. В. Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.

ECOLOGICAL CONDITIONS OF SMALL WATER RESERVOIRS IN SOUTHERN UKRAINE ON THE EXAMPLE OF DANILIVA WATER RESERVOIR

V. Yu. Shevchenko, shevchenko_v@ksaeu.kherson.ua ORCID ID https://orcid.org/0000-0002-5428-5799 Kherson State Agrarian and Economic University. M. Kropyvnytskyi.

N. O. Reuta, shevchenko_v@ksaeu.kherson.ua . Master's student Kherson State Agrarian and Economic University. M. Kropyvnytskyi.

Keywords: small water reservoirs, fishery use, physicochemical regime, hydrobiological regime.

The article presents a characteristic of the ecological conditions of a small reservoir in the Mykolaiv region based on the analysis of the physicochemical and hydrobiological regimes. The level of production by elements of the fish food base is presented.

597-11:591.16:612.017:639.31

ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ НА ІМУННУ ВІДПОВІДЬ ТА РЕПРОДУКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РИБ У ЗАМКНЕНИХ СИСТЕМАХ

С. С. Шкляр, animcon228@gmail.com, ORCID ID 0009-0007-5621-519X, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

А. А. Климковецький, an-180@meta.ua, ORCID ID 0000-0001-9992-9095, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Ключові слова: рециркуляційні аквакультурні системи; хронічний стрес; кортизол; імунна відповідь; репродуктивний потенціал.

Метою даної роботи є дослідження впливу хронічного стресу на імунну відповідь та репродуктивний потенціал риб, які утримуються у замкнених рециркуляційних системах аквакультури. Особлива увага приділяється аналізу змін імунологічних показників організму під впливом тривалих стресових факторів, а також оцінці їхнього впливу на процеси гаметогенезу, фертильність та якість потомства. Для досягнення поставленої мети передбачається визначити основні джерела хронічного стресу в умовах замкнених систем, охарактеризувати їхній вплив на фізіологічний стан риб та встановити взаємозв'язок між рівнем стресу, станом імунної системи та репродуктивною функцією.

Методи та матеріали дослідження. Методологічну основу роботи становить системний аналіз та комплексне узагальнення результатів сучасних іхтіологічних, ветеринарних та аквакультурних досліджень щодо фізіології гідробіонтів у рециркуляційних системах (РАС). Матеріалами слугували наукові публікації, дані галузевого моніторингу рибних господарств із замкненим циклом, а також результати експериментальних робіт українських і закордонних авторів за останні 5 років. Об'єктом аналізу визначено динаміку фізіологічних, біохімічних та імунологічних реакцій промислових видів риб (зокрема родин *Cyprinidae* та *Salmonidae*) на дію специфічних антропогенних та середовищних стресорів замкнених систем.

Результати дослідження. Згідно з результатами аналізу, адаптація риб до специфічних умов РАС реалізується через складну каскадну активацію гіпоталамо-гіпофізарно-інтерреналової (ГГІ) осі. На початковій (гострій) стадії стресова відповідь має адаптивний характер: викид катехоламінів (адреналіну та норадреналіну) стимулює негайну мобілізацію глікогену, посилення серцевого викиду та інтенсифікацію зябрової вентиляції для забезпечення тканин киснем [1]. Проте специфіка РАС полягає у тривалому впливі сукупності стресорів: гіперщільна посадка (соціальний пресинг), постійний акустичний шум насосів, вібрація та флуктуації гідрохімічних показників (зокрема накопичення азотистих метаболітів).

Встановлено, що за умов хронічного стресу в організмі риб підтримується стабільно висока концентрація кортизолу (гіперкортизолемія). Це призводить до глибокої дестабілізації імунної системи через механізми імуносупресії, що охоплюють системи, що є захисними в організмі риби [1, 2, 3]. В кровоносній системі, а саме з точки зору сфери гемології спостерігається виражена лімфопенія на тлі нейтрофілії, що є патологічним станом викликаним стресом усіх систем живого організму. Цей фактор вважається класичним індикатором стресового стану. Пригнічення лейкопоезу знижує загальну резистентність організму, що загрожує організму риб більшою вразливістю перед патогенами [1, 3]. Біохімічні та бар'єрні порушення проявляють себе підвищеним рівнем кортизолу, що гальмує проліферацію кератиноцитів та слизових клітин епідермісу. Внаслідок цього зменшується товщина захисного шару слизу та знижується концентрація в ньому лізоциму, імуноглобулінів та вільних жирних кислот [2, 4]. Це створює гарні умови для колонізації на шкірі риби опортуністичними інфекціями, таких як сапролегніоз (*Saprolegnia*) та бактеріальна геморагічна септицемія (*Aeromonas*, *Pseudomonas*). Також хронічний стрес порушує цитокіновий баланс. Він блокує експресію генів, відповідальних за синтез прозапальних цитокінів та інтерферонів типу I, що робить популяцію вразливою до вірусних патогенів навіть при суворому дотриманні карантинних заходів [2, 4, 5].

У системах репродуктивної функції було досліджено, що стрес несе критичний вплив на здатність до виділення гонад рибами, що є серйозною проблемою для господарств рибництва. Аналіз підтверджує, що репродуктивна система є однією з найбільш чутливих до стресового впливу через антагонізм між ГГІ-віссю та гіпоталамо-гіпофізарно-гонадальною (ГГГ) віссю: кортизол безпосередньо блокує активність ферментів, що синтезують статеві стероїди в гонадах та призводить до порушення в процесі стероїдогенезу [2, 6, 7]. У самок це призводить до зниження рівня 17β-естрадіолу, що гальмує синтез вітелогеніну печінкою. Результатом є резорбція ооцитів або формування ікри з дефіцитом поживних речовин. У самців хронічний стрес корелює зі зниженням об'єму еякуляту, зменшенням концентрації сперматозоїдів та втратою їхньої рухливості через порушення осмотичного балансу в сім'яниках. Соціальний стрес у переущільнених групах часто призводить до повної зупинки нерестового циклу або затримки дозрівання плідників на 1-2 сезони. Хронічний стрес також стимулює процеси перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) у біомембранах клітин печінки та гонад [1, 6, 7]. Це призводить до виснаження антиоксидантного захисту (зниження активності супероксиддисмутази та каталази), що викликає мікроструктурні пошкодження тканин відтворювальної системи та зниження загальної метаболічної пластичності риб. В умовах РАС виникає феномен "енергетичного обкрадання": через постійну необхідність підтримувати осморегуляцію та детоксикацію в умовах коливань гідрохімічних параметрів, пластичний обмін переорієнтується з анаболічних процесів (ріст гонад, синтез вітелогеніну) на підтримку базового виживання. Це призводить до зниження коефіцієнта вгодованості та робочої родючості плідників [2, 6, 7].

Висновки. Встановлено, що в умовах рециркуляційних аквакультурних систем хронічний стрес є невід'ємним фактором, зумовленим сукупною дією гідрохімічних, техногенних та соціальних подразників, які мають синергічний ефект на організм риб.

Доведено, що тривала активація гіпоталамо-гіпофізарно-інтерреналової осі призводить до стабільно підвищеного рівня кортизолу, що з адаптивного механізму переходить у деструктивний фактор, викликаючи метаболічний дисбаланс та виснаження енергетичних ресурсів. Хронічний стрес індукує імуносупресію, що проявляється пригніченням лейкопоезу, розвитком лімфопенії, порушенням бар'єрної функції покривів та дисбалансом цитокінів, що значно підвищує вразливість риб до бактеріальних, грибкових і вірусних інфекцій.

Встановлено виражений негативний вплив стресу на репродуктивну систему, який реалізується через пригнічення гіпоталамо-гіпофізарно-гонадальної осі, порушення стероїдогенезу, зниження якості гамет та затримку або блокування процесів статевого дозрівання.

Визначено, що в умовах РАС формується феномен «енергетичного компромісу», при якому ресурси організму спрямовуються на підтримання гомеостазу та виживання за рахунок пригнічення імунної та репродуктивної функцій.

Отримані результати підкреслюють необхідність комплексного контролю умов утримання в РАС, включаючи оптимізацію щільності посадки, стабілізацію гідрохімічних параметрів та мінімізацію хронічних стресорів з метою підвищення імунного статусу та репродуктивної ефективності риб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fish Welfare in Aquaculture: Physiological and Immunological Activities for Diets, Social and Spatial Stress on Mediterranean Aqua Cultured Species / M. Dara та ін. *Fishes*. 2023. Т. 8, № 8. С. 414. URL: https://doi.org/10.3390/fishes8080414 (дата звернення: 20.03.2026).
2. Schreck C. B. Stress and fish reproduction: The roles of allostasis and hormesis. *General and Comparative Endocrinology*. 2010. Т. 165, № 3. С. 549–556. URL: https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.07.004 (дата звернення: 19.03.2026).
3. Stress and immune response to centrifugal pumping of Salmo salar in an industrial recirculating aquaculture system: A case study / M. Blonç та ін. *Fish & Shellfish Immunology*. 2026. Т. 168. С. 110936. URL: https://doi.org/10.1016/j.fsi.2025.110936 (дата звернення: 19.03.2026).

4. An Experimental Infection of Pseudomonas fluorescens and Its Effects on Hematology and Histopathology of Nile Tilapia, Ethiopia. *Home | Research Square*. URL: https://www.researchsquare.com/article/rs-4880553/v1 (дата звернення: 19.03.2026).
5. Mixed Infection in Common Carp (Cyprinus carpio) Caused by Aeromonas veronii, Aeromonas hydrophila, Plesiomonas shigelloides, and Citrobacter freundii / J. Zhang та ін. *Animals*. 2025. Т. 15, № 6. С. 805. URL: https://doi.org/10.3390/ani15060805 (дата звернення: 20.03.2026).
6. Characterization of the unusual non-thiosulfate-reducing Edwardsiella tarda isolated from eel (Anguilla japonica) farms / C. I. Park та ін. *Aquaculture*. 2012. Т. 356-357. С. 415–419. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.011 (дата звернення: 20.03.2026).
7. Campbell J. H., Dixon B., Whitehouse L. M. The intersection of stress, sex and immunity in fishes. *Immunogenetics*. 2021. Т. 73, № 1. С. 111–129. URL: https://doi.org/10.1007/s00251-020-01194-2 (дата звернення: 20.03.2026).

THE IMPACT OF CHRONIC STRESS ON IMMUNE RESPONSE AND REPRODUCTIVE POTENTIAL OF FISH IN CLOSED SYSTEMS

S. Shklyar, animcon228@gmail.com, ORCID ID 0009-0007-5621-519X, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
A. Klymkovetsky, an-180@meta.ua, ORCID ID 0000-0001-9992-9095, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Keywords: recirculating aquaculture systems; chronic stress; cortisol; immune response; reproductive potential.

This study examines the effects of chronic stress on the immune response and reproductive potential of fish maintained in closed recirculating aquaculture systems (RAS). It particularly emphasizes the analysis of changes in hematological, biochemical, and immunological parameters under prolonged exposure to stressors, such as high stocking density, fluctuating water chemistry, and mechanical disturbances. The impact of chronic stress on gametogenesis, fertility, and offspring quality is assessed to better understand its implications for aquaculture productivity. Key sources of stress in RAS are identified and characterized, and their influence on fish physiology, including metabolic, hormonal, and oxidative responses, is described. Furthermore, the study investigates the interactions between the hypothalamic-pituitary-interrenal (HPI) axis and the hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis, revealing how stress-mediated cortisol elevation can suppress reproductive function. The relationships between chronic stress, immune suppression, and reproductive performance are analyzed to provide practical insights for optimizing husbandry practices. Overall, the findings highlight the necessity of minimizing chronic stress in RAS to improve both health and reproductive efficiency of cultured fish.

639.3.

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ АКВАКУЛЬТУРИ

А. Л. Шуляр, kvitkashu777@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8462-2135, Поліський національний університет, м. Житомир
А. Л. Шуляр, alyonashulyar7@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0823-6814, Поліський національний університет, м. Житомир
С. А. Звада, Н. Є. Вікаренко, Я. А. Пасевич, К. В. Петрик, здобувачі вищої освіти, Поліський національний університет, м. Житомир

Ключові слова: аквакультура, продовольча безпека, продукція, виробництво, сталий розвиток.

Аквакультура відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, оскільки є одним із найбільш ефективних способів виробництва тваринного білка. Вирощування риби, молюсків і ракоподібних дозволяє стабільно забезпечувати населення високоякісними харчовими продуктами, багатими на білки, незамінні амінокислоти, вітаміни та мінерали. На відміну від традиційного рибальства, аквакультура не залежить повністю від природних запасів і дозволяє контролювати обсяги виробництва, що особливо важливо в умовах зростання населення та обмеженості природних ресурсів. Крім того, аквакультура сприяє економічному розвитку та створенню робочих місць, особливо у сільських і прибережних регіонах. Вона забезпечує раціональне використання водних ресурсів і зменшує навантаження на природні популяції риби, сприяючи їх відновленню. Використання сучасних технологій, таких як рециркуляційні системи та екологічно безпечні методи вирощування, дозволяє мінімізувати вплив на довкілля і підвищити ефективність виробництва. Таким чином, аквакультура є важливим елементом сталого розвитку та гарантією продовольчої безпеки в сучасному світі [1, 2].

Аквакультура є однією з найдинамічніших галузей сільського господарства, яка забезпечує населення високоякісною білковою продукцією. У сучасних умовах зростання населення планети, обмеженості природних ресурсів та погіршення стану навколишнього середовища особливого значення набуває сталий розвиток виробництва продукції аквакультури. Сталий розвиток передбачає таку організацію виробництва, за якої забезпечується баланс між економічною ефективністю, екологічною безпекою та соціальною відповідальністю. Основною метою є задоволення потреб сучасного покоління без шкоди для можливостей майбутніх поколінь використовувати водні біоресурси [3].

Сталий розвиток аквакультури – це система ведення господарства, яка забезпечує довготривале виробництво рибної продукції без виснаження природних ресурсів та порушення екологічної рівноваги. Основними складовими сталого розвитку є економічна (ефективність виробництва, прибутковість, конкурентоспроможність), екологічна (збереження водних екосистем, раціональне використання ресурсів, зменшення забруднення) та соціальна (забезпечення зайнятості населення, розвиток сільських територій, безпечні умови праці). Поєднання цих складових дозволяє створити ефективну та стабільну систему виробництва продукції аквакультури. Тобто, сталий розвиток аквакультури – це екологічно безпечне, економічно ефективне та соціально відповідальне виробництво риби та гідробіонтів, що базується на впровадженні сучасних технологій та мінімізації впливу на довкілля [4].

Одним із найважливіших напрямів сталого розвитку аквакультури є зменшення негативного впливу аквакультури на довкілля. До основних екологічних проблем належать: забруднення водойм органічними відходами та залишками кормів; зниження якості води; поширення захворювань серед гідробіонтів; порушення природних екосистем. Для вирішення цих проблем застосовуються такі заходи: впровадження рециркуляційних систем (RAS); використання екологічно безпечних кормів; контроль якості води та регулярний моніторинг; застосування полікультури (спільне вирощування різних видів). Екологічна складова сталого розвитку спрямована на збереження біорізноманіття та підтримання природної рівноваги у водоймах [5].

Економічна ефективність є важливою умовою існування аквакультури як галузі. Основні напрями підвищення ефективності: оптимізація витрат на корми, енергію та обладнання; використання сучасних технологій вирощування; автоматизація виробничих процесів; розширення асортименту продукції. Сталий розвиток передбачає не лише отримання прибутку, але й стабільність виробництва, зниження ризиків та підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку.

Аквакультура має важливе соціальне значення: створення робочих місць; забезпечення населення доступними продуктами харчування; розвиток сільських територій; підвищення рівня життя населення. Особливу увагу приділяють умовам праці працівників, їх безпеці та професійній підготовці. Соціальна відповідальність виробників є невід'ємною складовою сталого розвитку [6].

Важливу роль при цьому відіграють сучасні технології: рециркуляційні системи, автоматизовані системи годівлі; цифрові технології та моніторинг; біотехнології та селекція. Використання інновацій дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, підвищити продуктивність та забезпечити стабільність виробництва.

Основними принципами сталого розвитку аквакультури є: раціональне використання водних ресурсів; збереження біорізноманіття; екологічна безпека виробництва; економічна ефективність; соціальна відповідальність; впровадження інноваційних технологій. Дотримання цих принципів забезпечує довгостроковий розвиток галузі і у майбутньому аквакультура стане одним із ключових джерел продовольства у світі [7].

Отже, сталий розвиток виробництва продукції аквакультури є необхідною умовою ефективного функціонування галузі. Він передбачає поєднання економічної вигоди, екологічної безпеки та соціальної відповідальності. Застосування сучасних технологій, дотримання екологічних норм та раціональне використання ресурсів дозволяють забезпечити стабільне виробництво продукції та збереження водних біоресурсів, тому сталий розвиток аквакультури є ключовим напрямом розвитку сучасного сільського господарства та важливим фактором продовольчої безпеки населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вдовенко Н. М., Сокол Л. М. Роль рибного господарства у продовольчому забезпеченні населення України. *Економіка АПК*. 2017. № 10. С. 49–55.

2. Шуляр Альона Л., Шуляр Аліна Л., Ткачук В. П. Роль аквакультури у забезпеченні продовольчої безпеки. *Новітнє становище та перспективи сільського, лісового, рибного господарства та ветеринарної медицини:* матеріали Міжнар. наук. конф., 19-20 бер. 2025 р. Рига, Латвійська Республіка, 2025. С. 99–103. DOI : https://doi.org/10.30525/978-9934-26-543-3-24.

3. Овдіюк В. *Екологія та раціональне природокористування: освіта, наука і практика:* матеріали Міжнар. наук. конф., 15 листоп. 2023 р. Ломжа-Житомир, 2023. С. 104–108.

4. Лісогурська Д. В., Лісогурська О. В., Фурман С. В., Шуляр А. Л., Шуляр А. Л., Ткачук В. П. Відновлення водних біоресурсів як шлях до сталого аграрного виробництва. *Таврійський науковий вісник*. *Серія: Сільськогосподарські науки.* 2025. Вип. 142, ч. 2. С. 308–315. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.38.

5. Кернасюк Ю. Інновації в агросекторі аквакультури. *Агробізнес сьогодні*. 2025. URL: https://surl.lu/dvhvmr (дата звернення: 17.03.2026).

6. Дюдяєва О. А., Федоренко М. О., Вдовенко Н. М., Павлюк С. С. Базові засади розвитку рибальства та аквакультури в умовах трансформаційних процесів. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2020. № 2. С. 74–87.

7. Доктрина сталого розвитку рибного господарства України на період до 2025 р. URL: https://surl.li/aiiymi (дата звернення: 17.03.2026).

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AQUACULTURE PRODUCTION

A. Shuliar, kvitkashu777@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8462-2135, Polissia National University, Zhytomyr
A. Shuliar, alyonashulyar7@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0823-6814, Polissia National University, Zhytomyr
S. Zvada, N. Vikarenko, Ya. Pasevych, K. Petryk, higher education students, Polissya National University, Zhytomyr

Keywords: aquaculture, food security, products, production, sustainable development.

Sustainable development of aquaculture production is a necessary condition for the effective functioning of the industry. It involves a combination of economic benefits, environmental safety and social responsibility. The use of modern technologies, compliance with environmental standards and rational use of resources allow to ensure stable production of products and the preservation of aquatic bioresources, therefore, sustainable development of aquaculture is a key direction of development of modern agriculture and an important factor in food security of the population.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

«СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АКВАКУЛЬТУРИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ»

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції

(*до 30-річчя кафедри аквакультури НУБіП України*)

26 березня 2026 року, м. Київ, Україна

Підписано до друку 24.04.2026. Формат 60×84/16
Ум. друк.арк. 8,1 Наклад 100 прим. Зам. № 260232

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041
Свідоцтво субєкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06.2011