

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.35>

## ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ В АКВАКУЛЬТУРІ ЗА УМОВ ТРАНСФОРМАЦІЇ АБІОТИЧНИХ ТА БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

**Гончарова О.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Пічура В.І.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри екології та сталого розвитку імені професора Пилипенко Ю.В.,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті авторами розглянуто основні аспекти технологічних рішень аквакультури з огляду на сучасні трансформації цілої низки абіотичних та біотичних чинників. Представлено основні результати дослідження функціонального статусу організму гідробіонтів, зокрема, фізіолого-біохімічних параметрів, адаптаційних можливостей на тлі активації певних ланок складних метаболічних процесів. Розглянуто комплексну модель сучасних кейсів аквакультури під кутом фундаментальних загальноприйнятих понять, гіпотез, методів. Встановлено, що є кейси, які потребують глибоких комплексних науково-практичних досліджень, додаткового аналізу з валідацією результатів. Відмічено, що від початку адаптації гідробіонтів до конкретних умов вирощування врахування цілого комплексу чинників впливу на їх організм забезпечить раціональне використання природного кормового ресурсу, трансформуючи його у кормову базу, спираючись на конкретні аспекти сформованих трофічних відносин у водоймі з послідовними етапами акліматизації. Представлені основні положення, які зорієнтовані на комплексні обґрунтування щодо перебігу та впливу окреслених чинників на трансформаційні процеси в екосистемі, акваторіях під кутом раціональної рибогосподарської експлуатації, екологічного стану на глобальному рівні структурованих процесів. Здійснено аналіз, з врахуванням сучасних глобальних трансформацій клімату, адаптаційних механізмів гідробіонтів в сучасних реаліях. Результати демонструють вагомий вплив абіотичних та біотичних чинників на ефективні параметри ведення галузі. Результати відображають стан вивчення питання сворінтегрування аспектів енергозбереження до технологічних карт аквакультури. Встановлено, що в аквакультурі комбіновані системи є достатньо актуальними в умовах сучасних трансформацій технологічних рішень. Зроблено акценти на провідних механізмах, процесах функціональної системи організму гідробіонтів в контексті адаптаційної здатності до впливу різноспектрових чинників. Розглянуто тенденції розвитку інноваційних аспектів технологічних процесів, корелятивний зв'язок з якісними та кількісними характеристиками ведення галузі. Проаналізовано сучасний стан, європейські кейси розвитку сучасного уявлення вирощування та розведення гідробіонтів. Вивчено параметри функціонального стану організму в контексті взаємодії єдиної екосистеми середовища та абіотичних, біотичних чинників.

**Ключові слова:** еколого-фізіологічні параметри, трансформація кліматичних параметрів, тенденції розвитку, аквакультура, інноваційність.

### **Honcharova O.V., Pichura V.I. Ecological-physiological aspects in aquaculture under conditions of transformation of abiotic and biotic factors**

In the article, the authors considered the main aspects of technological solutions of aquaculture in view of modern transformations of abiotic and biotic factors. The main results of the study of the functional status of the organism of hydrobionts are presented, in particular, physiological and biochemical parameters, adaptation possibilities against the background of the activation of certain individual complex metabolic processes.

Considered a complex model of modern cases of aquaculture from the angle of fundamental generally accepted concepts, hypotheses, methods. It has been established that there are cases that require in-depth complex scientific and practical research, additional analysis with validation of results. It was noted that from the beginning of adaptation of hydrobionts to specific growing conditions, taking into account a whole complex of factors affecting the organism of hydrobionts will ensure the rational use of the natural feed resource, transforming it into

*a fodder base, relying on specific aspects of the formed trophic relations in the reservoir with subsequent stages of acclimatization. The main provisions are presented, which are oriented to comprehensive justifications regarding the course and influence of the outlined factors on the transformational processes in the ecosystem, water areas under the angle of rational fishery exploitation, the ecological state at the global level of structured processes. The analysis was carried out, taking into account modern global climate transformations, adaptation mechanisms of hydrobionts in modern realities. The results demonstrate the significant influence of abiotic and biotic factors on the effective parameters of the industry. The results reflect the state of study of the issue of European integration of aspects of energy saving into technological maps of aquaculture. It has been established that in aquaculture, combined systems are quite relevant in the conditions of modern transformations of technological solutions.*

*The authors focused on the leading mechanisms, processes of the functional system of the hydrobiont organism in the context of adaptability to the influence of various factors. The trends in the development of innovative aspects of technological processes, the correlative relationship with the qualitative and quantitative characteristics of the management of the industry are considered. An analysis of the current state, european methods of development of the modern concept of cultivation and thinning of hydrobionts was carried out. The parameters of the functional state of the organism in the context of the interaction of the environmental ecosystem and abiotic and biotic factors were studied.*

**Key words:** *ecological and physiological parameters, transformation of climatic parameters, development trends, aquaculture, innovativeness.*

**Постановка проблеми.** Сучасний контент все найчастіше відмічає трансформацію кліматичних параметрів як «кліматичну кризу», обґрунтовуючи достатньо ваговими аргументами на світовому рівні. Питання поліпшення адаптаційної здібності, резистентності організмів різної функціональної активності є відкритим. В контексті сталості, балансування окремих елементів відкритої екосистеми, провідним лишається наукові комплексні дослідження з метою обґрунтування певних кейсів вирішення цілої низки актуальних питань. Зокрема, важливими є рівень відповідності фізіолого-біохімічних процесів в організмі гідробіонтів та власне їх адаптаційних можливостей за певних умов впливу, врахування технологічних потужностей та біологічно – господарських особливостей гідробіонтів [1, 3].

Безумовно, комплексні адаптаційні механізми гідробіонтів ідентифікують рівень пластичності окремого виду, відокремлюючи константи гомеостазу на жорсткі та на м'які. За певних умов існування в будь-якому випадку для досягнення ефективності важливим є гармонізація послідовних ланок всіх процесів, які забезпечують сталість екосистеми як середовища існування. При адаптації відбувається перезавантаження життєвоважливих процесів на різних рівнях організації. Якщо розглянути акваторії (в яких відбувається оновлення іхтіофауни, біомеліоративні заходи, або басейнові системи рециркуляційного циклу водопостачання, де здійснюють оптимізацію умов вирощування, підрощення, розведення гідробіонтів), всі загальновідомі положення має бути враховані, незалежно від форм ведення галузі. Тому моніторингові заходи є одним із необхідних аспектів при контролі якісних та кількісних параметрів вирощування об'єктів в аквакультурі. На сьогодні у європейському просторі вже здійснюють апробацію інтелектуальних акваферм з відповідним набором програмного забезпечення, керуванням інтелектуальною системою. Якісні показники водного середовища є одними із визначальними при оцінці ефективності ведення галузі. Наприклад, контроль гідрохімії здійснюється сенсорною панеллю, оснащеною датчиками різного спектру дії. Організм гідробіонтів є живою функціонально активною системою, яка постійно взаємодіє з кожним із показників. Контроль жорстких констант гомеостатичної рівноваги визначає стан трансформації загального функціонального статусу організму риб. Серед таких параметрів є буферна ємність крові, осмотичний та онкотичний

тиск крові та тканевої рідини, гемопоез та інші. В той час, як м'які або пластичні константи гомеостатичної рівноваги можуть змінюватися в значних межах, а діапазон їх коливання суттєво не відобразиться на фізіологічному стані організму, лише відбудеться корекція всієї системи під цей параметр. Серед таких параметрів є артеріальний тиск, ЧСС та інші. Тому програмування такої інтелектуальної акваферми передбачає розподіл контролю на відстані та безпосередньо контакт з гідробіонтами при відборі проб біологічного матеріалу. Всі окреслені процеси є важливими та потребують більш глибоких досліджень.

Розглядаючи комплексну модель сучасних кейсів аквакультури можна визначити фундаментальні загальноприйняті та відомі поняття, гіпотези, методики, з іншого огляду, є й ті, які потребують глибоких комплексних науково-практичних досліджень, додаткових аналізів з валідацією результатів. Від початку адаптації гідробіонтів до конкретних умов вирощування та впродовж всіх етапів (фаз) їх організм демонструє фізіологічну і генетичну пластичність не лише до чинників різної природи, що впливають на адаптаційно-компенсаторні механізми організму риб при акліматизації, а й до фізіологічно-біохімічних процесів, біологічних складних комплексів, що в сукупності формують систему нейро-гуморальної регуляції підтримки життєдіяльності гідробіонтів. Лише за умов врахування цілого комплексу чинників впливу на організм гідробіонтів є можливим забезпечити раціональне використання власне і природного кормового ресурсу, трансформуючи його у кормову базу, спираючись на конкретні ніши сформованих трофічних відносин у водоймі з послідовними етапами акліматизації. Якщо розглядати басейнове вирощування гідробіонтів РАС (рециркуляційних аквакультуральних систем), важливим питанням, яке потребує глибоких досліджень є аспект адаптаційних можливостей фізіологічного стану організму гідробіонтів та його відповідність технологічним параметрам в контексті сучасності, інноваційності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Науково-практичні видання за даною тематикою відображають актуальність розглядаемого питання та нагальну потребу у вирішенні задач, які постають перед науковцями, практиками рибогосподарської галузі. В розрізі часу доступні публікації, які містять інформацію щодо глобальності впливу кліматичних трансформацій на загальний та фрагментарний характер флори та фауни більшості гідроекосистем [5, 7, 8]. Акценти робляться на неминучий тиск зростаючої інтенсивності сонячної радіації, зростанні суми температур, що у свою чергу, безпосередньо або опосередковано впливає на скорочення періоду зимівлі та етологічні особливості гідробіонтів різних рівнів еколого-біологічної організації. Автори багаточисельних досліджень відмічають, що на фоні окреслених змін відбувається динамічний перерозподіл в екосистемі чисельності, біомаси кормових гідробіонтів, що відображається і на кормовому ресурсі, і на кормовій базі акваторій різного походження та цільового призначення. Кожна ніша живого світу має трансформації, адаптації до умов абіотичної та біотичної площини [9]. Наукові доробки авторів зорієнтовані на комплексні обґрунтування щодо перебігу та впливу окреслених чинників на трансформаційні процеси в екосистемі, акваторіях під кутом раціональної рибогосподарської експлуатації, екологічного стану на глобальному рівні структурованих процесів.

Керуючись об'єктивними реаліями автори відмічають нагальну потребу у розробці інноваційних методик в аквакультурі з метою оптимізації технологічного процесу в якісно нових умовах (оскільки зміни торкнулися фізико-хімічних та гідробіологічних складових, аспектів вирощування риби, промислового рибальства,

виробництва продукції аквакультури екоспрямування, програм зариблення, біомеліоративних заходів тощо) [5, 6, 8, 11].

Гідроєкосистеми акваторій насичені живими організмами рослинного і тваринного походження з різною чисельністю та відповідною біомасою, утворюючи індивідуальні трофічні ланцюги. Дослідження сучасного стану кормової бази акваторій знаходять відображення у багаточисельних наукових працях, де до обговорення представлена доцільність акліматизаційних робіт, визначено мету, відповідні задачі заходів, наукові основи спрямованого формування іхтіофауни [1, 2, 8]. В умовах сьогодення є чимала кількість Програм, заходів з вектором трансформації кліматичних параметрів та адаптація до об'єктивно нових реалій. Зокрема, *Mayors Adapt* (ініціатива Угоди мерів по адаптації до зміни клімату), була створена Європейською Комісією з метою залучення міст до певних дій, спрямованих на адаптацію до зміни клімату, на пом'якшення наслідків зміни клімату. Паралельно зі скороченням викидів парникових газів з метою пом'якшення наслідків зміни клімату, в містах також необхідно посилити власну стійкість до неминучого негативного впливу зміни клімату. Безумовно природні екстремальні явища мають руйнівну силу, зокрема, сильні повені, теплові хвилі, бурі. У комплексі екологічних чинників, не спричинених діяльністю живих організмів, загальний стан екосистеми формується у відповідності до їх еколого-біологічних особливостей. Вже відмічено негативний вплив, а тенденція до підвищення середньої кількості температурного параметра вимагає корекцію, оптимізацію майже всіх технологічних аспектів у рибному господарстві. Нерестова поведінка, міграційна, зимівля гідробіонтів, загальне існування у водній екосистемі – всі ці показники на пряму корелюють з фізіолого – біохімічними параметрами гідробіонтів [4, 10, 11, 12]. В даному контексті стан вирішення таких глобальних питань є на стадії формування, питання лишається відкритим та потребує глобальних комплексних науково-практичних досліджень.

**Постановка завдання.** Шляхом комплексної науково – дослідної роботи проаналізувати провідні параметри, вивчити тенденцію розвитку технологічних рішень в аквакультурі з огляду на європейські інновації. Проаналізувати ефективність впровадження певних технологічних аспектів у виробництво. Розширити та доповнити сучасні гіпотези, уявлення щодо трансформації кліматичних параметрів, кореляційних зв'язків абіотичних та біотичних показників. Здійснити аналіз, враховуючи сучасні глобальні трансформації клімату, адаптаційні механізми гідробіонтів в сучасних реаліях.

**Виклад основного матеріалу.** Результати узагальнюючого характеру демонструють вагомий вплив абіотичних та біотичних чинників на ефективні параметри ведення галузі. Відносно технологічних аспектів відмітимо, що функціональний стан організму гідробіонтів визначає провідні показники онтогенезу, продуктивності. На фоні оптимізації технологічних аспектів на всіх рівнях виробництва відбувається перебудова адаптаційних процесів в їх організмі. З впровадженням інноваційних елементів одночасно відбувається поліпшення або навпаки зниження резистентності до впливу чинників. В акваторіях також фіксується ціла ланка трансформацій у зв'язку із біотичним впливом. Безумовно, чинники, що впливатимуть на гідробіонтів мають різний характер, втім серед багаточисельних можна відзначити визначальні, серед них: температура, концентрація іонів водню води, сольовий склад, концентрація кисню та трофічні зв'язки (ланцюги) в акваторії. Втім, в будь-якому випадку в організмі риб може спостерігатися або не спостерігатися їх адаптація шляхом нейро – гуморальної регуляції. При цьому ЦНС

(центральна нервова система) має відправити імпульс до певного центру, органу гідробіонтів, а залози внутрішньої та зовнішньої секреції мають рефлексувати вивільненням (секреції) специфічного гормону. Такий механізм є базовим для будь-якого живого організму гідробіонтів. Абіотична складова водойм передбачає глибинну адаптацію організму гідробіонтів на рівні життєвоважливих потреб їх організму: метаболічні процеси, процеси дихання, зокрема, газообмін, травлення, відтворення тощо [1].

Отже, гідробіонти здатні адаптуватися у новому для них середовищі з новими умовами, якщо здійснюється підтримка метаболічних процесів, нейрогуморальної регуляції на рівні, відповідному життєздатності. Абіотичні чинники, в свою чергу, здатні корегувати інтенсивність цих процесів. Біотичні складові частини, як відомо, представлені угрупованнями флористичних та фауністичних комплексів, яким характерно проявляти за певних умов особливості рівня адаптації до змін якісних та кількісних критеріїв, що визначають стан екосистеми. Поряд з такою особливістю, водна екосистема має певну здатність до самоочищення, але є гранично допустимі концентрації, межі, які визначаються «біологічними кордонами витривалості» гідробіонтів, потенціалом їх організму з відповідною толерантністю та екологічною валентністю вже конкретного виду.

Така певна специфічність флори і фауни має виключне значення для формування складу гідробіоценозів трансформованих акваторій. Поряд з викладеним, повертаючись до гідрологічного режиму, у тісному зв'язку з іхтіофауною, а саме реакціями окремих видів риб на певні чинники середовища, необхідно враховувати екологічний розподіл риб по відношенню до нерестових міграцій, нерестової етології тощо.

Розглядаючи організм гідробіонтів, який існує у певному водному середовищі, та чинники, що корегують, формують загальний функціональний стан їх організму, формування популяцій, можна відмітити кормовий чинник, взаємовідносини конкурентів у трофічному ланцюгу. При цьому вплив біотичних чинників на організм гідробіонтів може у сукупності відіграти визначальну роль при формуванні адаптаційних механізмів, особливо, на ранніх стадіях онтогенезу.

На фоні узагальнюючого аналізу еколого-біологічних, фізіологічних аспектів в організмі гідробіонтів, варто приділити увагу технологічним кейсам оптимізації циклу культивування, підрощення, транспортування тощо. На наступному рисунку представлено модельне рішення з впровадженням "bien-être", "animal welfare". За умов виконання певної операції, технологічного заходу відбувається формування оптимальних умов для гідробіонтів.

Надходження гідробіонтів відбувається в одному напрямі при здійсненні заходів виробничого характеру, відповідно, знижується ризик травмування, стресових ситуацій (як відомо, в результаті синтезу гормонів, надмірною концентрацією, все це позначається на якісних та кількісних параметрах м'язової частини).

Результати вивчення свроінтегрування аспектів енергозбереження до технологічних карт аквакультури продемонстрували позитивні впровадження альтернативних джерел енергії до загального виробничого циклу (рис. 2).

Комбіновані системи є достатньо актуальними в умовах сучасних трансформацій технологічних рішень. Науково-експериментальні дослідження демонструють відсутність негативного впливу агрокультур, ароматичних рослин на гідрохімічні параметри. Біологічні фільтраційні об'єкти виконують функції «модераторів» складних біохімічних процесів. В результаті відбувається певна модель

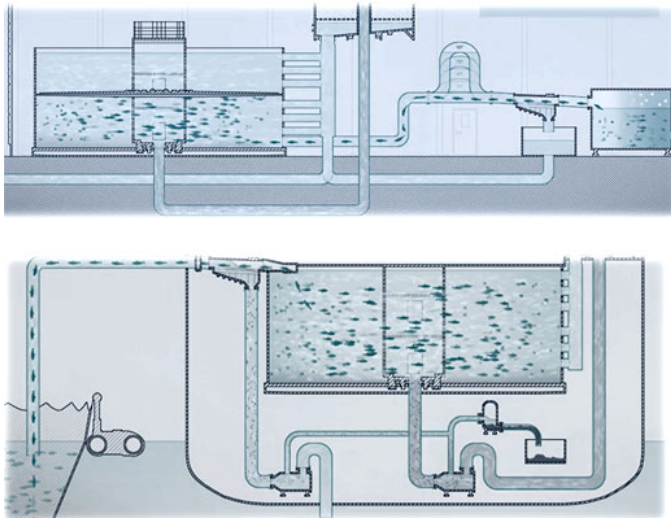


Рис. 1. Модельне рішення використання удосконаленого девайсу

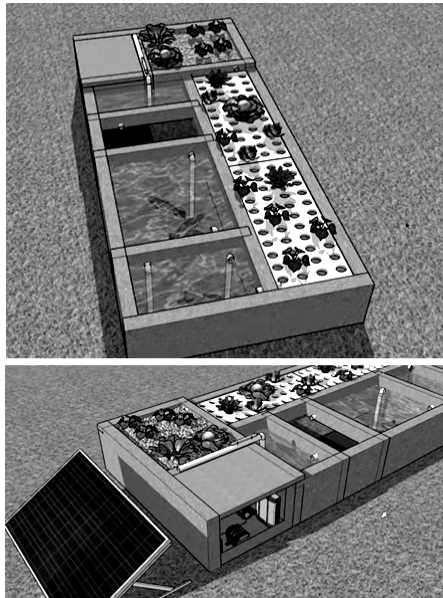


Рис. 2. Модельне рішення інтегрованих елементів альтернативних джерел енергії, агрокультур, культивування гідробіонтів

симбіотичних зв'язів. Виробництво отримує якісну продукцію різнопланового характеру з можливістю заощаджувати за рахунок альтернативних джерел енергії.

В умовах сьогодення при антропогенному впливі, зміні кліматичних умов, безумовно, відбувається трансформація і водних екосистем. Доцільно наголосити, що у культивуємих особин певною мірою формуються всі життєво необхідні зв'язки з оточуючим середовищем. За умов об'єднання теоретичних та практичних основ,

фізіологічних аспектів можна більш глибоко зрозуміти та дослідити індивідуальні особливості організму гідробіонтів в період адаптації до певних нових умов середовища.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** В умовах сьогодення, коли відбуваються стрімкі зміни глобальних масштабів: посилюється антропогенний вплив, переформуються біоценози, трансформуються кліматичні умови, видові структури, актуальним є дослідження фізіолого-біохімічних можливостей та потенціалу об'єктів інтродукції в конкретних умовах їх існування.

Вивчення фізіолого-біохімічних процесів адаптації на фоні акліматизації має велике значення для розуміння процесів саморегуляції організму гідробіонтів, його взаємодії з навколишнім середовищем під впливом біотичних та абіотичних чинників.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гончарова О.В., Sekiou O., Кутішев П.С. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптаційно – компенсаторних процесів організму гідробіонтів під впливом технологічних чинників. *Рибогосподарська наука*. № 4 (58), С. 101–114. 2021.
2. Гринжеський М.В., Андрющенко А.І., Третяк О.М., Грициняк І.І. Основи фермерського рибного господарства. К.: Світ, 2000. 340 с.
3. Інтернет ресурс Як змінюється клімат в Україні URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-zminuyetsya-klimat-v-ukrayini> (дата звернення: січень 2023 р.)
4. Інтернет ресурс Адаптація до зміни клімату на сайті «Угода мерів щодо клімату та енергії України» URL: <http://com-east.eu/uk/pidtrimka/adaptaciya-do-zmini-klimatu> (дата звернення: грудень 2022 р.).
5. Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну [С. І. Коржов]. Херсон, 2018. 52 с.
6. Грициняк І.І., Третяк О.М. До питання розроблення програми виробництва продукції аквакультури з використанням вторинних енергетичних ресурсів у теплоенергетиці України. *Рибне господарство*. К.: Аграр. наука, 2006. Вип. 65. С. 3–8.
7. Кутішев П.С., Коржов Є.І., Гончарова О.В., Козлов Л.В. Екологічна оцінка якості води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за гідрохімічними показниками. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 120. С. 323–335.
8. Averchev O.V., Vidnyna I.O., Bondar O.I., Boyarkina L.V. etc. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. *Collective monograph: Current state, challenges and prospects for research in natural sciences*. Lviv-Torun: Liha-Pres, 2019. P. 135–Лошкова Ю.М. Екологічна оцінка стану рибогосподарських ставів при вирощуванні коропових риб у Херсонській області. *Таврійський науковий вісник*. Вип.126. 2022. С. 283–289.
9. Ukraine Fishery products. URL: [https://webgate.ec.europa.eu/sanco/traces/output/UA/FFP\\_UA\\_en.pdf](https://webgate.ec.europa.eu/sanco/traces/output/UA/FFP_UA_en.pdf). (дата звернення: січень 2023 р.).
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org> (дата звернення: січень 2023 р.).
11. Інтернет ресурс Aquaculture Welfare des poissons URL: <https://www.mmcfirstprocess.com/> (дата звернення: січень 2023 р.).