



## МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ БІОЕТИЧНОЇ СТАЛОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АКВАКУЛЬТУРИ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЛЬНОГО ІНДЕКСУ

<sup>1</sup>*Мельник В.І. – к.с.-г.н., доцент*

*orcid.org/0000-0002-8782-1236*

<sup>2</sup>*Мельник В.І. – к.е.н., доцент*

*orcid.org/0009-0008-0269-2326*

<sup>3</sup>*Лісецький В.О. – к.т.н., доцент*

*orcid.org/0009-0002-2664-3664*

<sup>1</sup>*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*vik4865@gmail.com, vim2607@gmail.com*

Аквакультура є одним із найдинамічніших секторів глобального продовольчого виробництва, однак її інтенсивний розвиток супроводжується екологічними, ресурсними та біоетичними викликами. Існуючі підходи до оцінювання сталості мають фрагментарний характер і недостатньо враховують такі критичні аспекти, як добробут гідробіонтів та антимікробна практика. Це зумовлює необхідність розробки інтегрального інструменту оцінювання, здатного поєднати екологічні, біоетичні та управлінські компоненти в єдиному показнику.

У дослідженні застосовано системний підхід до формування інтегрального індексу біоетичної сталості (ІБС), що базується на принципах методологічної інваріантності, ESG-оцінювання та концепції «One Health». Індекс включає шість доменів: клімат та енергія, водні ресурси та забруднення, біорізноманіття, добробут риб, антимікробна практика, циркулярність та управління. Оцінювання здійснюється за уніфікованою шкалою із використанням системи зважених індикаторів із фіксованим кроком дискретизації. Передбачено нормалізацію результатів для забезпечення порівнянності.

Розроблено концептуальну та математичну модель ІБС, яка забезпечує інтеграцію 19 релевантних індикаторів у єдиний кількісний показник. Встановлено, що включення біоетичних компонентів як рівнозначних чинників дозволяє підвищити чутливість оцінювання та виявляти критичні «вузькі місця» у виробничих системах. Методика демонструє високу адаптивність до різних типів підприємств аквакультури та забезпечує можливість міжрегіонального і міжсистемного порівняння.

Запропонований інтегральний індекс біоетичної сталості є ефективним інструментом комплексного оцінювання аквакультури, що поєднує наукову обґрунтованість і практичну застосовність. Його впровадження сприятиме підвищенню прозорості галузі, підтримці управлінських рішень, розвитку ESG-звітності та інтеграції принципів «Блакитної економіки». Подальші дослідження мають бути спрямовані на емпіричну валідацію індексу, розширення бази даних та інтеграцію з цифровими системами моніторингу.

Ключові слова: аквакультура, сталий розвиток, біоетична сталість, інтегральний індекс, екологічне управління, здоров'я екосистем, добробут риб, антимікробна резистентність, циркулярна економіка.

**Вступ.** Аквакультура є одним із найдинамічніших секторів світового продовольчого виробництва та відіграє важливу роль у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки. За даними FAO, у 2022 році виробництво аквакультури вперше перевищило вилов з диких популяцій, досягнувши 130,9 млн тонн і становлячи 51% загального обсягу водних біоресурсів [10]. Очікується, що до 2032 року цей сектор продовжить розширення, задовольняючи зростаючий попит на високоякісний білок. Водночас інтенсивний розвиток аквакультури супроводжується значними екологічними, біоетичними та ресурсними ризиками, зокрема високим споживанням енергії, евтрофікацією водних об'єктів, втратою біорізноманіття, поширенням антимікробної резистентності та проблемами добробуту культивованих гідробіонтів.

Традиційні підходи до оцінки сталості аквакультури здебільшого мають фрагментарний характер. Більшість національних систем моніторингу та міжнародних індикаторів (включаючи регулярні звіти FAO) зосереджуються переважно на контролі запасів, обсягах виробництва та базових екологічних параметрах, часто залишаючи поза увагою біоетичні аспекти, такі як добробут риб, гуманний забій чи рівень використання антибіотиків [10]. Існуючі композитні інструменти, наприклад Aquaculture Performance Indicators (APIs), дозволяють оцінювати екологічну, економічну та соціальну складові сталості на основі 88 індикаторів і демонструють комплементарність трьох стовпів сталості в 57 виробничих системах [14]. Інші підходи, такі як Composite Sustainability Score (CSS), що поєднує показники суспільних вигод (SBS), екологічного забруднення (EPS) та використання ресурсів (RUS), дають змогу проводити аналіз на рівні країн [24]. Моделі на кшталт DEXiAqua успішно застосовуються для оцінки окремих ферм з використанням методів LCA, LCC, S-LCA та емерджі-обліку [16]. Однак навіть ці прогресивні інструменти рідко інтегрують антимікробну практику та добробут гідробіонтів як рівноцінні фактори в єдиному агрегованому індексі.

В Європейському Союзі технічні критерії таксономії (Technical Screening Criteria) включають численні індикатори екологічної ефективності та принцип «Do No Significant Harm» (DNSH), але не пропонують єдиного зваженого індексу для прямого порівняння підприємств аквакультури. Сертифікаційні схеми ASC та BAP залишаються добровільними і не завжди охоплюють повний спектр біоетичних питань [2, 14].

В Україні ситуація ускладнюється відсутністю єдиної комплексної національної системи оцінки сталості підприємств аквакультури. Існуючі механізми в межах Стратегії розвитку галузі рибного господарства до 2030 року та Доктрини сталого розвитку рибного господарства до 2050 року спрямовані головним чином на промислове рибальство, елек-

тронний моніторинг та загальний екологічний контроль [9, 25]. У контексті європейської інтеграції та «Блакитної економіки» виникає нагальна потреба в сучасному інструменті, який би відповідав вимогам ESG-звітності та принципам DNSH.

Усвідомлення цих методологічних прогалин зумовило необхідність створення нового інтегрального інструменту оцінки, здатного поєднати екологічні, ресурсні, біоетичні та управлінські аспекти в єдиному кількісному показнику, придатному для підприємств будь-якого масштабу.

**Огляд літератури.** Останні роки демонструють активний розвиток інтегральних (композитних) інструментів оцінки сталості аквакультури, що відображає зростаючу потребу в стандартизованих, порівнянних і практично застосовних методах. Такі індекси дозволяють агрегувати велику кількість індикаторів у єдиний показник або набір показників, полегшуючи порівняння технологічних систем, виявлення «вузьких місць» та підтримку прийняття рішень на рівні підприємств, галузей і держав. Нижче наведені приклади подібних підходів, які вже апробовані на глобальному та регіональному рівнях.

Одним із найбільш масштабних інструментів є Aquaculture Performance Indicators (APIs), розроблений у 2020 році групою дослідників Університету Флориди та Університету Гетеборга на базі досвіду Fishery Performance Indicators (FPIs). APIs включають 88 індикаторів, згрупованих у 19 вимірів і три основні стовпи сталості: екологічний, економічний та соціальний. Інструмент призначений для швидкої оцінки і вже застосований у 69 випадках, які охоплюють понад 40% світового обсягу виробництва аквакультури та 36% її вартості. Аналіз 57 виробничих систем, опублікований у Nature Communications (2024), показав, що в середньому три стовпи сталості є комплементарними, а не конфліктними [13]. APIs успішно використовується для міжсистемного порівняння в країнах з обмеженими даними, зокрема в Азії та Латинській Америці.

Іншим прикладом композитного підходу є Composite Sustainability Score (CSS), запропонований для оцінки аквакультури на рівні країн. CSS розраховується як середнє арифметичне трьох нормалізованих суб-індексів: показника суспільних вигод (SBS), показника екологічного забруднення (EPS) та показника використання ресурсів (RUS). У дослідженні 161 країни (2024) середнє глобальне значення CSS становило  $51,58 \pm 15,32$ , що дозволило виявити регіони з високим потенціалом сталого розвитку та оптимізувати вибір моделей виробництва [24].

Аналогічно, Food-Energy-Water-Carbon (FEWC) Composite Sustainability Index став першим глобальним інструментом, що інтегрує перехресні секторальні впливи. Розроблений у 2022 році, він оцінює ефективність використання ресурсів і екологічний слід аквакультури по

країнах, враховуючи споживання корму, енергії, води та вуглецевий слід. FEWC виявив значні відмінності між системами (наприклад, між інтенсивною аквакультурою лосося та прісноводним вирощуванням тилапії) і став основою для рекомендацій щодо зниження ресурсного тиску [15].

На рівні окремого підприємства ефективно застосовується DEXiAqua – багатокритеріальна модель на основі методу DEX (Decision Expert). Модель побудована у вигляді дерева атрибутів і поєднує дані з оцінки життєвого циклу (LCA), оцінки вартості життєвого циклу (LCC), соціальної оцінки життєвого циклу (S-LCA) та емерджі-обліку (метод, який кількісно оцінює всю сукупну енергію, витрачену природою та суспільством безпосередньо й опосередковано для створення продукту чи послуги.). У 2021 році DEXiAqua було апробовано на французькій фермі атлантичного лосося в системі замкненого циклу (RAS) потужністю 56 т/рік. Результати дозволили чітко ідентифікувати «гарячі точки» в екологічній, соціальній та економічній сферах і запропонувати конкретні заходи покращення [16].

Важливе місце серед практичних інструментів займають сертифікаційні схеми, які фактично функціонують як операційні індекси сталості [11]. Aquaculture Stewardship Council (ASC) застосовує десятки метричних індикаторів (вода, корми, антибіотики, вплив на біорізноманіття, соціальна відповідальність) і вимагає 100 % відповідності для сертифікації [2].

Best Aquaculture Practices (BAP) пропонує чотирирівневу систему, що охоплює весь ланцюг (ферма, кормовий завод, переробка) і включає чотири стовпи: екологічну відповідальність, соціальну відповідальність, безпеку харчових продуктів та добробут тварин [14]. Обидві схеми широко використовуються транснаціональними компаніями та ритейлерами для забезпечення ринку та отримання преміальних цін [18].

Окремо варто згадати спеціалізовані індекси добробуту риб, наприклад Fish Welfare Evaluation Index (fWEI) для райдужної форелі. fWEI базується на оцінці зовнішніх морфологічних пошкоджень (плавці, шкіра, очі) з урахуванням поширеності та тяжкості, переводячи результати в якісні категорії від «дуже добре» до «погано». Такий підхід доповнює ширші індекси, наголошуючи на біоетичному аспекті [21].

Запропонований у цій роботі інтегральний індекс біоетичної сталості (ІБС) займає особливе місце серед наведених інструментів. На відміну від APIs та CSS, які виділяють три стовпи сталості (екологія – економіка – соціум), ІБС орієнтований саме на біоетичну та еколого-ресурсну складову аквакультури. Він об'єднує шість доменів (клімат та енергія, водні ресурси та забруднення, біорізноманіття, добробут риб, антимікробна практика, циркулярність та управління) у єдиний показник у діапазоні 0–5 з можливістю нормалізації до 0–100.

На відміну від існуючих фрагментарних і переважно еколого-технологічних підходів, запропонована методика базується на принципах «Блакитної економіки» [5, 23], системній конвергенції екологічних, біоетичних і технологічних детермінант, а також відповідає сучасним вимогам Європейського зеленого курсу, зокрема принципу «Do No Significant Harm» (DNSH) [3, 19].

**Метою дослідження** є розробка та теоретичне обґрунтування інтегрального індексу біоетичної сталості (ІБС) підприємств аквакультури як комплексного інструменту кількісної оцінки їхнього сталого розвитку.

**Матеріали і методи дослідження.** Методологічною основою дослідження є поєднання системного, структурно-функціонального та компаративного підходів до оцінювання сталого розвитку аквакультури, що дозволяє розглядати виробничі системи як складні еколого-економічні та біоетичні системи. Теоретичний базис сформовано на основі концепцій сталого розвитку, циркулярної економіки та інтегрованого підходу до взаємозв'язку стану навколишнього середовища, здоров'я гідробіонтів і безпечності продукції [1, 22].

Інформаційну базу дослідження становлять міжнародні аналітичні звіти та статистичні дані у сфері аквакультури [10], нормативно-правові документи Європейського Союзу у сфері сталого розвитку та «зеленої» економіки [5, 6], а також результати сучасних наукових досліджень, присвячених розробці композитних індексів оцінювання сталості, зокрема Aquaculture Performance Indicators [13], Composite Sustainability Score [24], FEWC-індексу [15] та багатокритеріальної моделі DEXiAqua [16].

У процесі дослідження застосовано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів. Метод аналізу і синтезу використано для узагальнення існуючих підходів до оцінювання сталості аквакультури та виявлення їхніх обмежень. Системний аналіз дозволив обґрунтувати структуру інтегрального індексу як сукупності взаємопов'язаних доменів, що відображають ключові аспекти екологічної та біоетичної сталості. Метод декомпозиції застосовано для формування системи індикаторів у межах кожного домену. Для визначення вагових коефіцієнтів використано елементи експертного оцінювання з урахуванням пріоритетності впливу окремих чинників на екосистемну стійкість та відповідності міжнародним стандартам. Інтеграція різнорідних показників здійснювалася із застосуванням методів багатокритеріального аналізу, що забезпечують можливість агрегування екологічних, біоетичних і ресурсних параметрів у єдиний показник.

Розробка інтегрального індексу біоетичної сталості (ІБС) базується на принципі методологічної інваріантності, що забезпечує універсальність застосування інструменту незалежно від масштабу, спеціалізації та технологічних особливостей підприємств аквакультури. Структура індексу

включає шість взаємопов'язаних доменів: клімат та енергія, водні ресурси та забруднення, біорізноманіття, добробут гідробіонтів, антимікробна практика та циркулярність і управління. Кожен домен деталізовано через систему релевантних індикаторів (загалом 19 показників), які відображають як кількісні, так і якісні характеристики виробничих процесів.

Оцінювання індикаторів здійснюється за уніфікованою дискретною шкалою від 0 до 5 балів відповідно до рівня відповідності найкращим доступним практикам (BAT) та нормативним вимогам [6]. Такий підхід забезпечує можливість стандартизації оцінювання та підвищує його відтворюваність. Інтегрування показників здійснюється за принципом зваженої адитивної моделі, де вагові коефіцієнти доменів визначені з урахуванням їхнього впливу на екосистемну та біоетичну сталість. Для зменшення суб'єктивності оцінювання використано фіксований крок дискретизації вагових значень, що забезпечує рівномірний розподіл впливу окремих індикаторів.

З метою забезпечення порівнянності результатів між підприємствами різного масштабу та географічного розташування застосовано процедуру нормалізації інтегрального індексу. Це дозволяє використовувати ІБС як інструмент бенчмаркінгу, формування галузевих рейтингів та підтримки управлінських рішень.

Реалізація методики здійснювалася поетапно і включала аналіз існуючих підходів до оцінювання сталості аквакультури, формування структури індексу, розробку системи індикаторів і шкал оцінювання, обґрунтування вагових коефіцієнтів, розрахунок інтегрального показника та інтерпретацію отриманих результатів. Така послідовність забезпечує логічну цілісність дослідження та можливість відтворення запропонованої методики в інших умовах.

Для досягнення мети поставлено такі завдання: проаналізувати існуючі міжнародні та національні підходи до оцінки сталості аквакультури; обґрунтувати структуру ІБС на основі шести взаємопов'язаних доменів; розробити систему зважених індикаторів та математичний апарат розрахунку; апробувати методику на реальних даних українського підприємства; визначити практичні переваги та перспективи впровадження ІБС.

Наукова новизна дослідження полягає в розробці концептуально нової методики інтегрального оцінювання біоетичної сталості аквакультури, яка базується на принципах «Блакитної економіки» та системній конвергенції екологічних, етичних і технологічних детермінант. Вперше запропоновано архітектуру оцінки на основі методологічної інваріантності, забезпечуючи порівнянність різнорідних підприємств; інтегровано в єдиний індекс показники антимікробної резистентності та добробуту гідробіонтів відповідно до концепції «Єдиного здоров'я» (One Health); удо-

сконалено математичний апарат через фіксований крок дискретизації ваг ( $w = 0,05$ ); а також обґрунтовано інтеграцію принципів циркулярності та біоетики як стратегічних критеріїв сталого інвестування.

Запропонована методика заповнює існуючі прогалини та створює практичний інструмент для об'єктивної оцінки, виявлення «вузьких місць» і формування цільових заходів підвищення сталості підприємств аквакультури в Україні та інших країнах.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Вперше запропоновано архітектуру оцінювання, побудовану на принципі методологічної інваріантності. Такий підхід дозволяє уніфікувати процес моніторингу та оцінки сталості для різноманітних суб'єктів господарювання незалежно від їхньої видової специфіки (культивування різних таксономічних груп гідробіонтів – від прісноводних корошових до морських лососевих чи креветок), технологічного рівня та масштабів виробничих потужностей. Завдяки цьому забезпечується висока крос-секторальна та міжрегіональна порівнянність даних, що робить ІБС придатним як для національного моніторингу, так і для міжнародних порівняльних досліджень.

Отримало подальший розвиток моделювання екосистемного впливу аквакультури через глибоку декомпозицію концепції сталого розвитку на шість взаємопов'язаних доменів: клімат та енергія, водні ресурси та забруднення, біорізноманіття, добробут риб, антимікробна практика та циркулярність і управління. Особливо важливою новизною є те, що вперше в межах єдиного інтегрального індексу показники антимікробної резистентності та добробуту гідробіонтів (включаючи щільність посадки, рівень смертності та гуманний метод забою) розглядаються як рівноцінні та повноцінні чинники екологічної та біоетичної безпеки. Такий підхід безпосередньо відповідає сучасній глобальній концепції «Єдиного здоров'я», яка підкреслює нерозривний зв'язок здоров'я тварин, людини та навколишнього середовища [1, 11, 11, 20, 22].

Удосконалено математичний апарат багатокритеріального оцінювання шляхом впровадження системи зважених індикаторів із фіксованим кроком дискретизації. Така структура забезпечує рівномірний розподіл впливу всіх показників, суттєво мінімізує суб'єктивізм експертних оцінок і підвищує роздільну здатність методики. Це дає можливість не лише отримувати загальний індекс, але й чітко ідентифікувати «вузькі місця» у технологічних циклах підприємств, що робить ІБС ефективним інструментом для цільового управлінського втручання та планування заходів із поліпшення.

Вперше аргументовано для практичного впровадження принципи циркулярності та біоетики як стратегічні критерії оцінки сталості аквакультури. Якщо традиційні системи моніторингу обмежуються переважно екологічними параметрами (викиди, споживання ресурсів, якість води), то запропонована методика розширює межі оцінки, перетворюючи її на

комплексний інструмент біоетичної відповідальності. Це дає змогу оцінювати підприємства не лише з точки зору мінімального екологічного впливу, але й щодо їхньої відповідності сучасним вимогам сталого інвестування, ESG-критеріям та принципам соціально-відповідального бізнесу.

Розроблений інтегральний індекс біоетичної сталості (ІБС) представляє собою якісно новий крок у методології оцінки сталого розвитку аквакультури, поєднуючи наукову строгість, практичну застосовність і відповідність актуальним глобальним і європейським стратегіям сталого розвитку.

*Методика розрахунку інтегрального індексу біоетичної сталості (ІБС).* Для об'єктивної кількісної оцінки рівня сталого розвитку підприємств аквакультури (зокрема, рибних господарств) нами розроблено інтегральний індекс біоетичної сталості (ІБС). Індекс поєднує екологічні, біоетичні та ресурсозберігаючі аспекти діяльності, враховуючи принципи «Do No Significant Harm» (DNSH) Європейського зеленого курсу, а також сучасні підходи ESG-рейтингу [5, 6, 12, 17, 20]. Запропонована методика базується на принципах методологічної інваріантності, що дає змогу застосовувати уніфікований аналітичний інструментарій для оцінювання діяльності підприємств аквакультури незалежно від їхнього масштабу, географічного розташування чи видової специфіки об'єктів культивування (гідробіонтів). Завдяки інтеграції універсальних екологічних доменів та адаптивних вагових коефіцієнтів, які враховують особливості різних технологічних циклів, методика забезпечує стандартизоване порівняння суб'єктів господарювання, дає змогу ідентифікувати критичні «вузькі місця» та формулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо їхнього переходу до моделі циркулярної та біоетично відповідальної аквакультури.

Індекс біоетичної сталості складається з шести доменів (основних блоків), вага яких відображає їхній внесок у загальну сталість (рис. 1).

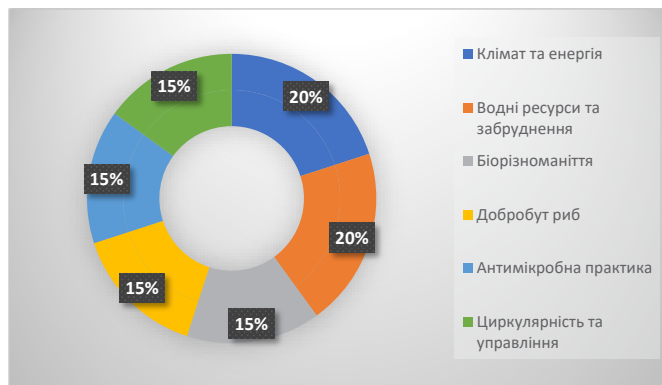


Рис. 1. Структура індексу біоетичної сталості

Валідація встановлених вагових коефіцієнтів методики ІБС базується на принципах аксіологічного підходу в екологічному менеджменті, де пріоритетність кожного домену визначається масштабом його впливу на екосистемну стійкість та відповідністю міжнародним стандартам сталого розвитку аквакультури. Встановлення максимальних вагових часток для доменів «Клімат та енергія» й «Водні ресурси та забруднення» є методологічно виправданим. Водне середовище є фундаментальним життєвим простором для гідробіонтів, тому ефективність управління водними ресурсами детермінує результативність усіх інших структурних блоків методики. Крім того, висока питома вага енергоефективності корелює з вимогами глобальних сертифікаційних систем (ASC, MSC), що робить ці показники визначальними дескрипторами зовнішньої екологічної стійкості підприємства.

Блок «відповідального виробництва», що включає «Добробут риб», «Антимікробну практику» та «Біорізноманіття», формує 45% підсумкового індексу. Такий розподіл забезпечує баланс між екологічними нормативами та специфічними операційними ризиками. Питома вага для кожного з цих доменів дозволяє врахувати індивідуальні особливості підприємств (наприклад, різну інтенсивність використання ветеринарних препаратів у вирощуванні різних таксономічних груп), водночас не нівелюючи значення базових ресурсних показників. Сумарний вплив етико-біологічних чинників відповідає сучасним трендам ESG-оцінювання в аграрному секторі.

Домен «Циркулярність та управління» виконує роль каталізатора системних змін. Хоча управлінські рішення є інструментальними, їхня фіксація як окремого домену стимулює впровадження інноваційних безвідходних технологій. Такий підхід запобігає імітації екологічності, оскільки високий загальний бал неможливо отримати лише за рахунок адміністративних заходів без реального прогресу у фізичних екологічних показниках.

Сформована структура ваг забезпечує високу роздільну здатність методики ІБС, оскільки вона акцентує на первинності екосистемних послуг, де 55% ваги припадає на інтегрований екологічний вплив (Клімат + Вода + Біорізноманіття), гарантує біобезпеку та якість продукції, відводячи 30% операційній етиці, забезпечує порівнянність результатів для підприємств різного типу, фокусуючи увагу на універсальних метриках «Блакитної економіки».

Деталізація оцінювання здійснюється через систему декомпозиції кожного домену на 3–4 верифіковані індикатори, що в сукупності формують аналітичну панель із 19 релевантних показників. Математична модель ІБС базується на принципі внутрішньодоменної еквівалентності: кожному індикатору присвоюється фіксована вага, що забезпечує адитивність формування підсумкового бала. Такий підхід гарантує рівномірну дискрети-

зацію впливу окремих чинників у межах встановлених граничних значень доменів.

Градація оцінювання індикаторів деталізує рівні екологічної зрілості виробничих процесів у контексті відповідності принципам ВАТ (ВАТ) та чинним нормативно-правовим вимогам. Нульовий рівень характеризує повну відсутність відповідності та наявність критичних екологічних ризиків, що свідчить про відсутність належного контролю або впроваджених природоохоронних практик. Перший рівень відображає початкову стадію усвідомлення необхідності екологічного управління, за якої окремі заходи мають фрагментарний і несистемний характер. Другий рівень відповідає базовій відповідності, коли підприємство забезпечує мінімальне дотримання встановлених нормативів, проте без глибокої інтеграції екологічних принципів у виробничі процеси. Третій рівень свідчить про досягнення середнього ступеня відповідності, що передбачає часткову імplementацію підходів ВАТ та наявність системних заходів з контролю впливу на довкілля. Четвертий рівень характеризується високим ступенем відповідності, при якому екологічні аспекти інтегровані у більшість виробничих операцій, а підприємство демонструє стабільне дотримання нормативних вимог із елементами превентивного управління. П'ятий, найвищий рівень, відповідає передовим практикам і відображає повну імplementацію принципів найкращих доступних технологій, що забезпечує не лише відповідність нормативам, а й випереджувальне досягнення екологічних цілей через інноваційні та ресурсоефективні рішення. Для кількісних індикаторів (наприклад, споживання енергії на 1 т продукції, концентрація азоту у стічних водах, використання антибіотиків тощо) розроблено чіткі порогові значення. Для якісних індикаторів (наявність систем очищення, гуманний метод забою, екологічна політика тощо) використовуються детальні описові шкали).

Інтегральний індекс ІБС розраховується як зважена сума балів:

$$ІБС = \sum_{i=1}^{19} (\text{Бал}_i \times \text{Ваг}_i),$$

де  $\text{Бал}_i$  – кількісна оцінка *i*-го індикатора, визначена за уніфікованою шестирівневою дискретною шкалою (0–5 балів), що відображає рівень відповідності принципам ВАТ (ВАТ) та нормативно-правовим вимогам;

$\text{Ваг}_i$  – коефіцієнт вагомості *i*-го індикатора, який відображає його відносну значущість у загальній структурі оцінювання;

*i* – індекс індикатора у межах загальної системи оцінювання.

Кількісна оцінка *i*-го індикатора ( $\text{Бал}_i$ ) є локальним показником якості або екологічної відповідності за конкретним параметром, а значення ваг ( $\text{Ваг}_i$ ) є нормованим (як правило, їхня сума дорівнює 1 або 100%) і визначені таким чином, щоб забезпечити пріоритетність ключових доменів (зокрема, екосистемного впливу, біобезпеки та операційної етики).

Індекс індикатора у межах загальної системи оцінювання змінюється від 1 до 19 та відображає порядковий номер відповідного показника в аналітичній панелі.

Інтегральний індекс ІБС є адитивною згортокою часткових оцінок, де кожен індикатор робить пропорційний внесок у підсумковий результат відповідно до своєї ваги, що забезпечує як аналітичну прозорість, так і можливість порівняння різних об'єктів оцінювання.

Для зручності міжрегіонального порівняння та графічної візуалізації застосовується «нормалізований індекс»:

$$ІБС_{\text{норм}} = ІБС \times 20.$$

Коефіцієнт 20 у формулі застосовується як процедура лінійної нормалізації для масштабування інтегрального індексу з базового діапазону до стандартизованої 100-бальної шкали, що забезпечує збереження відносних відмінностей між підприємствами, підвищує аналітичну чутливість методики та дозволяє легко інтерпретувати результати у контексті сучасних підходів до екологічного та ESG-оцінювання, одночасно зберігаючи адитивність внеску окремих індикаторів.

Рівень сталості підприємства визначається відповідно до значень індексу біоетичної сталості. Узагальнено це можна описати так: нижчі значення ІБС (близько 0–1,5) свідчать про критичний рівень ризику та серйозні невідповідності екологічним стандартам; показники у діапазоні 1,6–2,5 відображають низький рівень сталості, коли базові вимоги виконуються частково; значення 2,6–3,5 відповідають середньому рівню, що демонструє часткову інтеграцію принципів ВАТ та нормативів; ІБС у межах 3,6–4,5 вказує на високий рівень сталості з системним дотриманням екологічних та біоетичних практик; найвищі значення 4,6–5,0 відображають поглиблену біоетичну сталість і повну відповідність принципу DNSH та міжнародним стандартам сталого розвитку.

Запропонована методика інтегрального оцінювання сталого розвитку (ІБС) вирізняється системністю архітектури та високою адаптивністю, що зумовлює її концептуальні переваги в контексті моніторингу трансформації галузі аквакультури. Вона забезпечує всебічну детермінацію параметрів сталого розвитку, інтегруючи в єдину аналітичну модель критичні екологічні (кліматична нейтральність, стан водних ресурсів, збереження біорізноманіття), біоетичні (добробут гідробіонтів, мінімізація антимікробної резистентності) та управлінські (впровадження циркулярних стратегій) домени. Такий підхід дає можливість уникнути фрагментарності оцінювання та врахувати синергетичний ефект взаємодії різних чинників виробничого процесу.

Використання уніфікованої системи порогових значень у поєднанні з деталізованими дескриптивними референсними шкалами дозволяє сут-

тево мінімізувати вплив суб'єктивного чинника під час верифікації індикаторів. Це гарантує високу відтворюваність результатів оцінювання та забезпечує прозорість процесу прийняття управлінських рішень на основі об'єктивних даних.

Застосування процедури нормалізації інтегрального індексу нівелює вплив ефекту масштабу виробництва. Це забезпечує можливість проведення об'єктивного порівняльного аналізу (бенчмаркінгу) підприємств незалежно від їхньої потужності, географічного розташування чи видової структури об'єктів культивування, що є важливим для формування галузевих рейтингів та стратегічного планування на національному рівні.

Отримані результати оцінювання мають безпосереднє прикладне значення для суб'єктів господарювання. Вони можуть слугувати основою для розробки індивідуальних стратегій технологічної модернізації, підготовки нефінансової звітності (згідно зі стандартами ESG) та підвищення інвестиційної привабливості підприємств у межах сучасних механізмів «зеленого» фінансування та «Блакитної економіки».

Зазначені характеристики роблять методіку ІБС не лише діагностичним інструментом, а й дієвим механізмом стимулювання еколого-орієнтованих інновацій в аквакультурі, що відповідає стратегічним пріоритетам сталого природокористування.

Наша методика може бути легко адаптована до інших видів аквакультури або інтегрована в національні системи моніторингу сталого розвитку рибного господарства.

Однією з переваг запропонованої методики розрахунку інтегрального індексу біоетичної сталості є її унікальність і заповнення суттєвого методологічного пробілу в існуючих національних та міжнародних системах моніторингу сталого розвитку аквакультури.

На відміну від більшості діючих систем, які переважно фокусуються на контролі запасів диких рибних ресурсів (наприклад, «Fish Stock Sustainability Index» у США чи індикатори FAO для рибних запасів), статистичному обліку виробництва, базовому екологічному моніторингу води чи викидів; або на технологічному моніторингу (IoT-системи якості води, датчики), наша методика пропонує комплексну інтегральну оцінку саме підприємств аквакультури за шістьма взаємопов'язаними біоетичними та екологічними доменами.

Однією з переваг розробленого інтегрального індексу біоетичної сталості (ІБС) є його здатність заповнювати суттєві методологічні прогалини, притаманні більшості діючих національних та міжнародних систем оцінки сталості аквакультури.

Насамперед ІБС вирізняється високим рівнем комплексності та збалансованості аспектів сталості. На відміну від існуючих національних

систем, які переважно зосереджені на контролі запасів, вилову чи базовому екологічному моніторингу, запропонований індекс одночасно охоплює шість взаємопов'язаних доменів: клімат та енергія, водні ресурси та забруднення, біорізноманіття, добробут риб (включаючи щільність посадки, рівень смертності та гуманний метод забою), антимікробну практику (використання антибіотиків, програми вакцинації та контроль залишків препаратів) та циркулярність (частка альтернативних кормів, переробка відходів, наявність екологічної політики та ESG-звітності). Особливо важливо, що ІБС інтегрує на рівні єдиного індексу такі критичні, але часто недооцінені аспекти, як добробут риб і антимікробна резистентність. Більшість національних систем моніторингу, зокрема ті, що розвиваються в Україні в рамках Стратегії розвитку рибного господарства до 2030 року, не охоплюють ці біоетичні компоненти на рівні агрегованого показника [11, 18, 25].

По-друге, на національному рівні існують лише окремі елементи (статистика, екологічний контроль, Стратегія-2030), але без агрегованого індексу, який би поєднував клімат, воду, біорізноманіття, добробут риб і антимікробну практику в одному показнику. У Європейському Союзі існують розгалужені індикатори екологічної ефективності та технічні критерії таксономії ЄС (Technical Screening Criteria), що включають близько 35 індикаторів, проте вони не агреговані в єдиний зважений індекс або нормалізований показник, придатний для прямого порівняння окремих підприємств [6, 8]. У багатьох країнах (Норвегія, США, Кенія та ін.) моніторинг сталості аквакультури залишається фрагментарним або базується виключно на добровільних сертифікаційних схемах (ASC, BAP, GlobalG.A.P.) (Food and Agriculture Organization, 2022; Aquaculture Stewardship Council, 2019). На противагу цьому, ІБС пропонує стандартизований, прозорий і кількісно зважений інструмент, який може використовуватися як для добровільної самооцінки, так і для обов'язкового або стимулюючого застосування в рамках державного регулювання.

По-третє, методика має особливу актуальність для України та інших країн, що розвивають аквакультуру. В Україні наразі відсутня єдина комплексна національна система оцінки сталості саме підприємств аквакультури. Існуючі механізми зосереджені переважно на промисловому рибальстві, електронному моніторингу суден та загальному екологічному контролю. У цьому контексті ІБС може стати практичним доповненням до реалізації Стратегії розвитку галузі рибного господарства до 2030 року та Доктрини сталого розвитку рибного господарства до 2050 року [9, 25]. Крім того, індекс сприяє гармонізації національної практики з європейськими вимогами, зокрема принципом «Do No Significant Harm» (DNSH) та стандартами ESG-звітності.

Нарешті, важливими перевагами ІБС є висока порівнянність і практична застосовність. Для підвищення зручності інтерпретації, міжпідприємницького та міжрегіонального порівняння, а також візуалізації результатів передбачено нормалізований варіант індексу.

Такий подвійний формат дає змогу легко порівнювати підприємства різного масштабу, регіонів і навіть країн, чого складно досягти за допомогою розрізнених індикаторів чи суто технологічних систем моніторингу. Завдяки цьому ІБС стає зручним інструментом для державного регулювання та стимулювання «зелених» практик, залучення інвестицій, підготовки науково обґрунтованих звітів, а також розробки індивідуальних планів поліпшення на рівні окремих підприємств. Розроблена методика не дублює, а суттєво доповнює існуючі системи, переводячи розрізнені індикатори в єдиний інтегральний показник, орієнтований на біоетичну сталість. Це дає їй значну конкурентну перевагу як інструменту, придатного для впровадження на національному рівні в Україні та адаптації в інших країнах, особливо в контексті Європейського зеленого курсу, Blue Transformation FAO та зростаючого попиту на прозору оцінку сталості аквакультури.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У результаті проведеного дослідження розроблено та теоретично обґрунтовано інтегральний індекс біоетичної сталості (ІБС) підприємств аквакультури як універсальний інструмент кількісного оцінювання їхнього сталого розвитку. Запропонована методика дозволяє подолати фрагментарність існуючих підходів до оцінювання, забезпечуючи інтеграцію екологічних, ресурсних, біоетичних і управлінських аспектів у межах єдиної аналітичної моделі. Встановлено, що використання принципу методологічної інваріантності забезпечує можливість застосування індексу до підприємств різного масштабу, спеціалізації та технологічного рівня, що суттєво підвищує його універсальність і практичну цінність.

Основним науковим результатом є формування архітектури ІБС на основі шести взаємопов'язаних доменів (клімат та енергія, водні ресурси та забруднення, біорізноманіття, добробут риб, антимікробна практика, циркулярність та управління), що відображають сучасну парадигму сталого розвитку та концепцію «Єдиного здоров'я». Уперше в межах інтегрального показника добробут гідробіонтів і антимікробна практика розглядаються як рівнозначні складові екологічної та біоетичної безпеки.

Удосконалення математичного апарату шляхом застосування системи зважених індикаторів із фіксованим кроком дискретизації забезпечило підвищення об'єктивності оцінювання, мінімізацію суб'єктивного впливу та можливість ідентифікації критичних «вузьких місць» у виробничих процесах. Запровадження уніфікованої шкали оцінювання та проце-

дури нормалізації індексу створює передумови для проведення міжрегіонального та міжнародного бенчмаркінгу підприємств аквакультури.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості використання ІБС як інструменту підтримки управлінських рішень, розробки стратегій модернізації виробництва, підготовки ESG-звітності та підвищення інвестиційної привабливості підприємств у контексті розвитку «Блакитної економіки». Методика може бути інтегрована в національні системи моніторингу сталого розвитку аквакультури та використана як елемент державної політики у сфері екологічного регулювання.

Водночас, дослідження має низку обмежень, зокрема залежність точності оцінювання від доступності та якості первинних даних, а також необхідність подальшої емпіричної валідації індексу на ширшій вибірці підприємств різних типів і регіонів.

Перспективи подальших досліджень полягають у:

- розширенні емпіричної апробації ІБС на національному рівні з метою підвищення його репрезентативності та калібрування вагових коефіцієнтів;

- інтеграції індексу з цифровими системами моніторингу (IoT, Big Data) для автоматизації збору та обробки даних;

- адаптації методики до окремих видів аквакультури (RAS, марікультура, поліаквакультура) з урахуванням їхньої технологічної специфіки;

- розробки галузевих нормативних значень і бенчмарків для підвищення прикладної релевантності індексу;

- поєднання ІБС із інструментами оцінки життєвого циклу (LCA) та фінансовими ESG-метриками для формування комплексної системи сталого інвестування;

- дослідження взаємозв'язку між рівнем ІБС та економічною ефективністю підприємств, що дасть змогу обґрунтувати синергію між екологічною відповідальністю та конкурентоспроможністю.

Розроблений інтегральний індекс біоетичної сталості є перспективним науково-прикладним інструментом, здатним забезпечити перехід аквакультури до більш відповідальної, прозорої та екологічно збалансованої моделі розвитку.

**Подяки:** немає.

**Фінансування.** Немає.

**Конфлікт інтересів.** Немає.

## METHODOLOGY FOR ASSESSING THE BIOETHICAL SUSTAINABILITY OF AQUACULTURE ENTERPRISES BASED ON AN INTEGRAL INDEX

<sup>1</sup>*Melnyk V.I. – PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor  
orcid.org/0000-0002-8782-1236*

<sup>2</sup>*Melnyk V.I. – PhD of Economic Sciences, Associate Professor  
orcid.org/0009-0008-0269-2326*

<sup>3</sup>*Lisetskyi V.O. – PhD of Technical Sciences, Associate Professor  
orcid.org/0009-0002-2664-3664*

<sup>1</sup>*Kherson State Agrarian and Economic University*

<sup>2</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
vik4865@gmail.com, vim2607@gmail.com*

Aquaculture is one of the most dynamic sectors of global food production; however, its intensive development is accompanied by environmental, resource-related, and bioethical challenges. Existing approaches to sustainability assessment are fragmented and insufficiently account for critical aspects such as the welfare of aquatic organisms and antimicrobial practices. This necessitates the development of an integral assessment tool capable of integrating environmental, bioethical, and managerial components into a single indicator.

The study applies a systems-based approach to the construction of an Integral Bioethical Sustainability Index (IBSI), grounded in the principles of methodological invariance, ESG assessment, and the One Health concept. The index comprises six domains: climate and energy, water resources and pollution, biodiversity, fish welfare, antimicrobial practices, and circularity and governance. Assessment is conducted using a unified scale based on a system of weighted indicators with a fixed discretisation step. Normalization procedures are incorporated to ensure comparability of results.

A conceptual and mathematical model of the IBSI has been developed, enabling the integration of 19 relevant indicators into a single quantitative measure. It has been established that incorporating bioethical components as equally weighted factors enhances the sensitivity of the assessment and facilitates the identification of critical bottlenecks within production systems. The methodology demonstrates high adaptability across different types of aquaculture enterprises and enables both interregional and cross-system comparisons.

The proposed Integral Bioethical Sustainability Index represents an effective tool for comprehensive aquaculture assessment, combining scientific robustness with practical applicability. Its implementation will contribute to increased sectoral transparency, support evidence-based decision-making, advance ESG reporting, and promote the integration of Blue Economy principles. Future research should focus on empirical validation of the index, expansion of the data framework, and integration with digital monitoring systems.

Key words: aquaculture, sustainable development, bioethical sustainability, integral index, environmental governance, ecosystem health, fish welfare, antimicrobial resistance, circular economy.

ЛІТЕРАТУРА

1. Amuasi J.H., Lucas T., Horton R., Winkler A.S. Reconnecting for our future: The Lancet One Health Commission. *The Lancet*. 2020. Vol. 395, No. 10235. P. 1469–1471. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31027-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31027-8)
2. Aquaculture Stewardship Council. ASC Farm Standard. 2019. URL: <https://www.asc-aqua.org>
3. European Commission. The European Green Deal (COM/2019/640 final). 2019. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN>
4. European Commission. Communication from the Commission: The European Green Deal. 2020. DOI: <https://doi.org/10.2775/630999>
5. European Commission. Sustainable Blue Economy. 2020.
6. European Commission. Commission Delegated Regulation (EU) 2021/2139 supplementing Regulation (EU) 2020/852 establishing the technical screening criteria. 2021. DOI: <https://doi.org/10.2775/70968>
7. European Commission. Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2486. 2023.
8. European Environment Agency. Environmental indicator report 2020: Supporting EU environmental policy and sustainability. Publications Office of the European Union, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2800/38111>
9. Fish Industry. Доктрина сталого розвитку рибного господарства України на період до 2050 року. 2025. URL: <https://fishindustry.com.ua/doktrina-stalogo-rozvitku-ribnogo-gospodarstva-ukraini-na-period-do-2050-roku-chastina-1/>
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue transformation in action. 2024. DOI: <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
11. Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. FAO, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
12. Friede G., Busch T., Bassen A. ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*. 2015. Vol. 5, No. 4. P. 210–233. DOI: <https://doi.org/10.1080/20430795.2015.1118917>
13. Garlock T.M., Asche F., Anderson J.L., Eggert H., Anderson T. et al. Environmental, economic, and social sustainability in aquaculture: The aquaculture performance indicators. *Nature Communications*. 2024. Vol. 15, Article 49556. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49556-8>
14. Global Seafood Alliance. Best Aquaculture Practices (BAP) Standards Overview. 2021. URL: <https://www.bapcertification.org>

15. Jiang Q., et al. Environmental sustainability and footprints of global aquaculture. *Resources, Conservation and Recycling*. 2022. Vol. 180, Article 106183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106183>
16. Le Féon S., Dubois T., Jaeger C., Wilfart A., Akkal-Corfini N., Bacenetti J., Costantini M., Aubin J. DEXiAqua, a model to assess the sustainability of aquaculture systems: Methodological development and application to a French salmon farm. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, No. 14, Article 7779. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13147779>
17. MSCI. MSCI ESG Ratings Methodology. 2023. URL: <https://www.msci.com>
18. Organisation for Economic Co-operation and Development. *Rebuilding fisheries: The way forward*. OECD Publishing, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1787/a32f135f-en>
19. Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088 (Text with EEA relevance). 2020. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj>
20. Sustainalytics. ESG Risk Ratings Methodology. 2022. URL: <https://www.sustainalytics.com>
21. Weirup L., et al. Fish welfare evaluation index (fWEI) based on external morphological damage for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in flow through systems. *Aquaculture*. 2022. Vol. 556, Article 738258. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738258>
22. Whitmee S., Haines A., Beyrer C., Boltz F., Capon A.G., Dias B.F.S. et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*. 2015. Vol. 386, No. 10007. P. 1973–2028. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)
23. World Bank. *Blue Economy*. 2017.
24. Xu C., et al. Social benefits and environmental performance of aquaculture need to improve worldwide. *Communications Earth & Environment*. 2024. Vol. 5, Article 1790. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01790-0>
25. Про схвалення Стратегії розвитку галузі рибного господарства України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 02.05.2023 № 402-р. Офіційний вісник України. 2023. № 45. С. 12. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/402-2023-%D1%80> (дата звернення: 11.02.2026).

## REFERENCES

1. Amuasi, J. H., Lucas, T., Horton, R., & Winkler, A. S. (2020). Reconnecting for our future: The Lancet One Health Commission. *The Lancet*, 395(10235), 1469–1471. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31027-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31027-8)

2. Aquaculture Stewardship Council. (2019). ASC Farm Standard. Retrieved from <https://www.asc-aqua.org>
3. European Commission. (2019). The European Green Deal (COM/2019/640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN>
4. European Commission. (2020). Communication from the Commission: The European Green Deal. <https://doi.org/10.2775/630999>
5. European Commission. (2020). Sustainable Blue Economy.
6. European Commission. (2021). Commission Delegated Regulation (EU) 2021/2139 supplementing Regulation (EU) 2020/852 establishing the technical screening criteria. <https://doi.org/10.2775/70968>
7. European Commission. (2023). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2486
8. European Environment Agency. (2020). Environmental indicator report 2020: Supporting EU environmental policy and sustainability. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2800/38111>
9. Fish Industry (2025) Doktryna staloho rozvytku rybnoho hospodarstva Ukrainy na period do 2050 roku [Doctrine of sustainable development of fisheries of Ukraine for the period up to 2050]. Fish Industry URL: <https://fishindustry.com.ua/doktrina-stalogo-rozvitku-ribnogo-gospodarstva-ukraïni-na-period-do-2050-roku-chastina-1/> [in Ukrainian]
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024) The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue transformation in action. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
11. Food and Agriculture Organization. (2022) The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
12. Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015) ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210–233. <https://doi.org/10.1080/20430795.2015.1118917>
13. Garlock, T. M., Asche, F., Anderson, J. L., Eggert, H., & Anderson, T. et al. (2024) Environmental, economic, and social sustainability in aquaculture: The aquaculture performance indicators. *Nature Communications*, 15, Article 49556. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49556-8>
14. Global Seafood Alliance. (2021) Best Aquaculture Practices (BAP) Standards Overview. Retrieved from <https://www.bapcertification.org>
15. Jiang, Q., et al. (2022) Environmental sustainability and footprints of global aquaculture. *Resources, Conservation and Recycling*, 180, Article 106183. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106183>

16. Le Féon, S., Dubois, T., Jaeger, C., Wilfart, A., Akkal-Corfini, N., Bacenetti, J., Costantini, M., & Aubin, J. (2021) DEXiAqua, a model to assess the sustainability of aquaculture systems: Methodological development and application to a French salmon farm. *Sustainability*, 13(14), 7779. <https://doi.org/10.3390/su13147779>
17. MSCI. (2023) MSCI ESG Ratings Methodology. Retrieved from <https://www.msci.com>
18. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020) *Rebuilding fisheries: The way forward*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a32f135f-en>
19. Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088 (Text with EEA relevance) (2020) <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj>
20. Sustainalytics. (2022). ESG Risk Ratings Methodology. Retrieved from <https://www.sustainalytics.com>
21. Weirup, L., et al. (2022) Fish welfare evaluation index (fWEI) based on external morphological damage for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in flow through systems. *Aquaculture*, 556, Article 738258. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738258>
22. Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., Dias, B. F. S., ... Yach, D. (2015) Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*, 386(10007), 1973–2028. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)
23. World Bank. (2017) *Blue Economy*.
24. Xu, C., et al. (2024) Social benefits and environmental performance of aquaculture need to improve worldwide. *Communications Earth & Environment*, 5, Article 1790. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01790-0>
25. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 02.05.2023 № 402-r. 2023 Pro skhvalennia Stratehii rozvytku haluzi rybnoho hospodarstva Ukrainy na period do 2030 roku [On approval of the Strategy for the development of the fisheries sector of Ukraine for the period up to 2030] : Ofitsiyniy visnyk Ukrainy no. 45, pp. 12. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/402-2023-%D1%80> (date of access: 11.02.2026). [in Ukrainian]

Дата першого надходження статті до видання: 28.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026