

УДК 639.21:597.551.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.38>

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) ЯК БІОЛОГІЧНОГО ВИДУ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Овдіюк В.М. – завідувач навчальної лабораторії кафедри зоології,
біологічного моніторингу та охорони природи,
Житомирський державний університет імені Івана Франка
orcid.org/0000-0001-9664-4844

В статті було проаналізовано теоретичні аспекти морфо-біологічних особливостей африканського сома *Clarias gariepinus*. Визначено біологічні особливості даного виду. У роботі акцентовано увагу на актуальності досліджень, пов'язаних із генетичними, фізіолого-біохімічними та екологічними особливостями африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Сучасні наукові підходи сприяють вдосконаленню технологій вирощування цього виду в аквакультурі, зниженню ризику інфекційних захворювань, а також оптимізації кормових стратегій.

Було розглянуто ареал поширення африканського сома (*Clarias gariepinus*) в світі в цілому. Проаналізовано особливості заселення різних типів водних екосистем, зокрема річок, озер та заболочених водойм, що мають схильність до періодичного пересихання. Встановлено, що історично на різних територіях Африки представників цього роду класифікували як окремі види – *Clarias lazera* у північній та центральній частинах, *Clarias senegalensis* у східній, *Clarias mossambicus* у західній частині континенту. Згодом усі ці види були об'єднані під загальною видовою назвою.

Було висвітлено біолого-анатомічні та морфологічні особливості африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Описано його поведінкові характеристики, як придонного виду з переважною нічною активністю та високою енергійністю в пошуках їжі. Зазначено, що представники цього виду належать до однієї з найрізноманітніших груп променеперих риб. Морфологічно *Clarias gariepinus* вирізняється видовженням циліндричним тілом, наявністю розвинених вусів, відсутністю луски та слизистим покривом шкіри. Особливості пігментації включають темне забарвлення спинної та бічної частин тіла, яке змінюється під впливом освітлення та стресу, утворюючи характерний мозаїкоподібний візерунок.

Зокрема, розглянуто особливості дихальної системи африканського сома (*Clarias gariepinus*), яка характеризується наявністю двох типів органів дихання. Встановлено, що основним механізмом є зяброве дихання, яке забезпечує газообмін у водному середовищі. Так, у разі зниження концентрації розчиненого кисню у воді сом здатний до атмосферного дихання завдяки спеціалізованим деревоподібним структурам, розташованим у повітряних камерах над зябрами. Відтак, така адаптація забезпечує виживання виду в екстремальних умовах, зокрема під час сезонного пересихання водойм, і дозволяє здійснювати активні міграції по суші на значні відстані. Представлені дані свідчать про високий рівень екологічної пластичності *Clarias gariepinus* та його здатність адаптуватися до змін навколишнього середовища.

Особливе значення має аналіз впливу антропогенних чинників на природні популяції, що є підґрунтям для розроблення ефективних заходів охорони водних екосистем і сталого використання біоресурсів. Завдяки високій екологічній пластичності та адаптивності *Clarias gariepinus* розглядається не лише як перспективний об'єкт для рибиництва, а й як модельний організм для дослідження біологічних реакцій на глобальні зміни навколишнього середовища.

Ключові слова: Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*), морфо-біологічні особливості, будова тіла, RAS, аквакультурне середовище.

Ovdiuk V.M. Theoretical aspects of the *clarias catfish* (*Clarias gariepinus*) as a biological species through the prism of modern research

The article analyzes the theoretical aspects of the morpho-biological features of the African catfish *Clarias gariepinus*. The biological features of this species are determined. The paper focuses on the relevance of research related to the genetic, physiological, biochemical and ecological features of the African catfish *Clarias gariepinus*. Modern scientific approaches contribute to improving the technologies for growing this species in aquaculture, reducing the risk of infectious diseases, and optimizing feeding strategies.

The global distribution range of the African catfish (*Clarias gariepinus*) was reviewed. The characteristics of its settlement in various types of aquatic ecosystems, including rivers, lakes, and wetlands prone to periodic drying, were analyzed. It has been established that historically in different areas of Africa, representatives of this genus were classified as separate species – *Clarias lazera* in the northern and central parts, *Clarias senegalensis* in the eastern part, *Clarias mossambicus* in the western part of the continent. Subsequently, all these species were combined under a common specific name.

The biological, anatomical and morphological features of the African *Clarias catfish* (*Clarias gariepinus*) were highlighted. Its behavioral characteristics were described as a bottom-dwelling species with predominantly nocturnal activity and high energy in search of food. It is noted that representatives of this species belong to one of the most diverse groups of ray-finned fish. Morphologically, *Clarias gariepinus* is distinguished by an elongated cylindrical body, the presence of developed whiskers, the absence of scales and a mucous skin cover. Pigmentation features include a dark coloration of the dorsal and lateral parts of the body, which changes under the influence of lighting and stress, forming a characteristic mosaic-like pattern.

In particular, the features of the respiratory system of the African catfish (*Clarias gariepinus*), which is characterized by the presence of two types of respiratory organs, are considered. It was established that the main mechanism is gill respiration, which provides gas exchange in the aquatic environment. Thus, in the event of a decrease in the concentration of dissolved oxygen in the water, catfish are capable of atmospheric respiration thanks to specialized tree-like structures located in air chambers above the gills. Therefore, such adaptation ensures the survival of the species in extreme conditions, in particular during seasonal drying of water bodies, and allows for active migrations over land over significant distances. The presented data indicate a high level of ecological plasticity of *Clarias gariepinus* and its ability to adapt to environmental changes.

Of particular importance is the analysis of the impact of anthropogenic factors on natural populations, which is the basis for developing effective measures to protect aquatic ecosystems and sustainable use of biological resources. Due to its high ecological plasticity and adaptability, *Clarias gariepinus* is considered not only as a promising object for fish farming, but also as a model organism for studying biological responses to global environmental changes.

Key words: *Clarias gariepinus*, morpho-biological features, body structure, RAS, aquaculture environment.

Постановка проблеми. Вирощування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) набуває все більшої популярності як у світі, так і в Україні, завдяки його біологічним особливостям та економічній доцільності. У багатьох країнах кларієвий сом є одним із найперспективніших об'єктів аквакультури. Це зумовлено його високим генетичним потенціалом росту, стійкістю до різних умов середовища та здатністю витримувати високі щільності посадки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Африканський сом (*Clarias gariepinus*) є важливим біологічним видом, що має значний потенціал для аквакультури завдяки своїй адаптивності та високій продуктивності. Вивченням біологічних особливостей життєдіяльності даного виду сомів займаються ряд зарубіжних та вітчизняних науковців. Проблематиці адаптивності африканського сома в частині дослідження виживання в умовах низького вмісту кисню, високої токсичності аміаку та високої солоності завдяки допоміжним органам дихання присвячені праці Лісачова А., Нгуєна Д., Пантум Т., Ахмада С., Сінгчата В., Понджарата Дж., Джайсамута К. [1]. Морфологічні особливості африканського сома досліджувалися, в частині визначення морфометричних та меристичних характеристик,

було розглянуто рядом науковців Хаді Х., Барааджа А., Алі А. та Саджет М. [2]. Дослідженнями інновацій в заплідненні, в частині застосування нових методів запліднення яєць, які підвищують відсоток вилуплення до 97.1%, присвячені праці Кухарчука Д., Новосада Я. та Оміржанова Н. [3]. Генетичну різноманітність та структура популяцій висвітлювали в своїй праці Бараса Дж., Мдьоголо С., Абіла Р., Гроблер Дж., Скілтон Р., Біндеман Х., Нджахіра М., Чемойва Е., Дангасук О., Каунда-Арара Б. та Верхейс Е та інші. [4]. Отже, африканський сом є надзвичайно адаптивним видом з великим потенціалом для аквакультури завдяки своїм біологічним особливостям і можливостям генетичного покращення, зокрема, його здатність виживати в екстремальних умовах робить його цінним ресурсом для сталого розвитку аквакультури. Таким чином, подальші дослідження в царині вивчення морфо-біологічних особливостей є актуальними і на сьогодні.

Постановка завдання. Метою є дослідження та аналіз теоретичних аспектів морфо-біологічних особливостей африканського сома *Clarias gariepinus*. Визначення біологічних особливостей виду та використання технологій вирощування даного гідробіонта.

Виклад основного матеріалу. Африканський сом поширений на всій території африканського континенту. Ареалом проживання є як річки, озера, так і населяє болота, які мають схильність до періодичного пересихання. Територіально сом, який заселяв північну та центральну частину Африки, був описаний як *Clarias lazera*. В східній частині зазначається як *Clarias senegalensis*, західна частина описана видом *Clarias mossambicus*, південну частину населяє *Clarias gariepinus*. Останній вид був визнаний, як узагальнений для всіх попередніх [5, с. 5].

На сьогодні африканський сом *Clarias gariepinus* набув поширення майже по всьому світу. У доповіді всесвітньої організації ФАО вказано, що соми культивуються в 90 країнах світу. Він вирощується в таких країнах, як Бразилія, Кенія, Малі, Нігерія [6, с. 2]. До Європи був завезений на початку 80-х років. У 1985 р. Голландія вирощувала товарного сома в кількості 300 т на рік. На сьогодні Угорщина та Польща виробляють від 300 т до 880 т на рік [7, с. 1]. В Азії щорічне виробництво складає близько 200 млн. т. Варто зазначити, що на цей вид припадає найбільше внутрішнє виробництво аквакультури у США [8, с. 2].

Розглянемо біолого-анатомічні та морфологічні особливості даного виду риби. Соми – це енергійні придонні мешканці водойм, які активно шукають їжу, особливо вночі. Вони також є однією з найрізноманітніших груп променеперих риб у всьому світі. Сом характеризується циліндричним тілом, великими вусами та без луски, порівняно з іншими телеостатичними рибами [6, с. 2]. У сомів шкіра вкрита великою кількістю слизу, яка темно пігментована в спинній і бічних частинах тіла (рис. 1). Риба під впливом світла стає світлішою. Під час стресу у них проявляється мозаїкоподібний малюнок з темних і світлих плям [5, с. 5].

Clarias gariepinus має велику пащу, завдяки якій має здатність харчуватися різноманітними продуктами харчування, починаючи від дрібного зоопланктону і закінчуючи рибою. Величина пащі по окружності складає 1/4 від довжини тіла, що дає змогу полювати на відносно велику рибу по відношенню до свого розміру.

У зв'язку з тим що, африканський сом живе в замулених водоймах і віддає перевагу харчування в темний період чи в темних місцях, у нього розвинені певні органи відчуття. Так, він має навколо пащі 8 вусиків: носовий, верхньощелепний, зовнішній нижньощелепний і внутрішній нижньощелепний, які використовуються як щупальця. Близько до носових вусиків розташовані два органи нюху. За допомогою цих органів сом може знаходити їжу на дотик і запах (рис. 2).



Рис. 1. Зовнішній вигляд та будова тіла кларієвого сома (*clarias gariepinus*)
Джерело: власні дослідження



Рис. 2. Зовнішній вигляд та будова голови кларієвого сома (*clarias gariepinus*)
Джерело: власні дослідження

Плавців у африканського сома є дві групи – медіальні та парні. До медіальних відносяться: спинний, хвостовий та анальний плавець; до парних – грудні та черевні. Однією з особливостей даного виду є здатність до переміщення по поверхні за межами водного середовища, як результат – у грудних плавцях розвилися доволі тверді шипи і завдяки локомоторним функціям може переміщуватися за межами водойми.

Варто зазначити, що у африканського сома *Clarias gariepinus* для дихання є два органи. Зябра використовуються для дихання в воді. При зниженні розчиненого кисню у воді до критичного рівня, сом може дихати атмосферним повітрям. Газообмін відбувається через деревоподібні органи в повітряних камерах над зябрами. Ця властивість дає змогу сому в посушливий період переміщуватись на великій відстані [8].

Так, *Clarias gariepinus* має певну особливість на відміну від інших видів – це кількість зябрових рекерів на першій зябровій дузі який складає від 20 до 100, при 14 до 40 у *Clarias anguillaris* [9, с. 13]. *Clarias gariepinus* – по стійкості до солоності водного середовища відносять до стеногалінових риб, тобто прісноводних. Під час досліджень було доведено, що середня летальна солоність була визначена в межах 8 ‰ проміле. В інших дослідженнях показник солоності при яких смертність груп складала 100% коливався від 15 до 20 ‰. Рівень толерантності до осмотичного стресу може бути пов'язаний із джерелом стресу, різницею в стадії розвитку, віку, в який час проводились експеримент [9, с. 25].

Важливим фактором для культивування африканського сома є кисло-лужний баланс води, в якій він утримується. Під час досліджень було встановлено, що для максимальної продуктивності показник рН, має бути в межах 6,5-8,5. Найбільший ріст в довжину до 50,51% спостерігався при лужності рН 7. Граничні показники при яких *Clarias gariepinus* не настає смертність виявлені при значеннях рН від 4 до 10. Летальність настає при низькому рівні показників рН 2-3, та високому рН 11-12 через 24 години [10, с. 2].

При дослідженні впливу розчиненого нітрогену уводі наафриканського сома в якій він вирощується, було встановлено, що бажана концентрація повинна відповідати 24 μM (0,34 мг $\text{NH}_3\text{-N/L}$). При такому значенні зниження споживання корму можливий на 10% та зниження росту на 5%. Постійна концентрація NH_3 на рівні 176 μM (2,5 мг $\text{NH}_3\text{-N/L}$) призводить до порушення морфології зябер, інших порушень не виявлено, що можна вважати порогом концентрації. При рівні 1084 μM відбувалось зниження споживання корму на 58% [11, с. 115].

Були проведенні досліді впливу освітленості на ріст та поведінку *Clarias gariepinus*. Результати досліджень в поєднанні з екологічними та анатомічними даними продемонстрували, що під час активного періоду доби цей вид віддає перевагу місцям які перебувають в затемненому або темному місці. Тому для зниження стресу, агресії, підвищення темпів зростання, зменшення канібалізму, потрібно створювати за можливості комфортні умови по освітленості. Так, швидкість росту личинок *Clarias gariepinus* збільшується при зменшенні освітленості. Найбільший ріст зафіксований при повній темряві. Під час постійної освітленості, поведінка личинок і ювенільних сомів змінювалась до зростання агресії та підвищення захворюваності [12].

Також, не менш цікавим дослідженням, була спроба визначити вплив окремих кольорів таких, як червоний, зелений та жовтий. Результати статистичного аналізу показали, що середня питома швидкість росту суттєво не залежала від кольору освітлення, але червоний колір найбільше вирізнявся за показниками від інших. Середня питома швидкість росту коливалась при використанні світлофільтрів різних кольорів для освітленні басейнів з рибою: при червоному кольорі 1,899; жовтому 1,782; зеленому 1,642 і контрольний 1,570 [13].

Помітних анатомічних відмінностей між самцями і самками кларієвого сома немає. Середня довжина тіла у риб при статевому дозріванні складає від 260 до 750 мм. Так, кларієвий сом на кінець першого року життя досягає статевої зрілості. При штучно створених умовах, наприклад УЗВ (RAS) можуть досягати у шестимісячному віці. В природніх умовах кларієвий сом розмножується один раз на рік, пік збігається з сезонними літніми дощами. При використанні технологій вирощування з контрольованою температурою середовища, сом втрачає сезонну періодичність, що дає змогу культивувати цілий рік. Оптимальна температура утримання в УЗВ (RAS) становить 24-26°C [14, с. 32].

Для розмноження і вирощування африканського кларієвого сома в промисловій аквакультурі, використовуються технології штучного нересту з використанням гормональних препаратів, що спонукають до дозрівання репродуктивних клітин [15].

Плодючість риби пов'язана з довжиною її тіла яку можна визначити за формулою $F=0,04TL(\text{см})$ 3,39 де загальна довжина $=TL$. Яйцеклітини мають бімодальний розподіл розмірів, що свідчить про можливість кількох циклів нересту протягом одного року. Здатність до нересту дуже тісно пов'язана з вагою ікри. Статевий диморфізм виражений в зовнішніх статевих органах. У самців є різко загострений

статевий сошок, в який спорожняються сечовід і сім'явивідна протока. У самки уrogenітальний отвір трохи більше родимкового наросту. У обох статей сечостатева пора знаходиться відразу за анальним отвором.

Яєчники у *Clarias gariepinus* являють собою парні, витягнуті мішкоподібні структури, що лежать в порожнині тіла. Зазвичай вони рівні за розміром, але іноді один більший за інший та бувають випадки відсутності одного. Каудальні кінці яєчників кріпляться до статевого сосочка через загальний яйцепровід. У міру дозрівання яєчник змінює колір від кремово-білого в незрілому стані до зеленуватого або червонувато-коричневого у зрілої риби [16].

Завдяки своїй здатності до споживання як рослинної їжі так і тваринної, з легкістю може адаптуватися до різних умов середовища. Хоча, численні дослідження, які були проведені щодо харчування *Clarias gariepinus*, їх зазвичай класифікують, як всеїдних або хижаків. Наприклад, Міха (1973) досліджував сомів з річки Убангі (Центральноафриканська Республіка) і виявив, що *Clarias lazera*. (*Clarias gariepinus*) харчуються переважно водними комахами, рибою та залишками вищих рослин. Харчуються також наземними комахами, молюсками та фруктами [9, с. 19].

Згідно проведених досліджень, максимально зареєстрований об'єм їжі у шлунку сома склав 1/45 від ваги тіла. Середня кількість спожитого корму зменшується в залежності від збільшення ваги тіла риби [17]. Отже, можна стверджувати, що африканський сом (кларієвий сом) *Clarias gariepinus* є поширеною рибою в аквакультурі, яка зайняла одне з перших місць в культивуванні у різних регіонах світу. Популярність даного виду обумовлена високою продуктивністю, стійкістю до хвороб, швидкого пристосування до змін в складі оточуючого середовища і здатністю до швидкого зростання. Розведення даної риби включає різні методи індукованого розмноження та генетичного поліпшення. Проте, розведення африканського сома є складним процесом, що вимагає врахування багатьох факторів, таких як вибір методів індукції, генетичного вдосконалення та умов інкубації. Використання сучасних методів та технологій значно підвищує ефективність розведення та забезпечення стабільного постачання якісного малька.

Вивчаючи історію розвитку аквакультури сома в США, яка починається з 1910 року можна побачити швидкий розвиток технологій виробництва товарної риби. Перші зареєстровані повідомлення про комерційне вирощування малька сома в Америці з'являються з 1946 р. Також були і спади виробництва, зокрема в період 2003-2013 рр. Проте, завдяки запровадженню інтенсивних систем (роздільні ставки, інтенсивна аерація), що зменшило витрати, призвело до стабільного зростання в період 2014-2019 рр. Важливим досвідом в аквакультурі США є технології вирощування малька, асоціацій фермерів, досліджень, розширення, маркетингу та державної/федеральної підтримки. Такий підхід дав поштовх до впровадження більш інтенсивних технологій виробництва, що в поєднанні з розвитком маркетингових стратегій створило умови для відновлення промислового вирощування сома в США [18, с. 2].

Сучасні технології в аквакультурі африканського сома дають змогу підвищувати продуктивність завдяки розповсюдженню таких технологій, як штучне розмноження комерційно важливих видів, вдосконалені корми та технології годівлі, системи інтенсивного виробництва, боротьба з хворобами та генетично вдосконалені технології, альтернативні технології аквакультури такі, як інтенсивна аерація [19, с. 16].

Сом є одним із видів прісноводних культивованих риб, які мають потенціал для розвитку. Вирощування за передовими технологіями в інтенсивних системах

вимагає більшого споживання корму, необхідний якісний гранульований корм, але за доступною ціною. Проблема дорожнечі вирощування сома – це виклик, який необхідно вирішити [20, с. 663].

Так, на сьогоднішній день технологію культивування африканського сома можна розділити на такі основні технологічні процеси: відтворення процесу нересту, відтворення рибо-посадкового матеріалу, вирощування товарної риби, технологія годівлі [21, с. 20]. В залежності від кліматичної зони ці процеси підлягають корекції. При відтворенні процесу нересту, маточне поголів'я утримується в ґрунтових водоймах, відкритих проточних системах на прикладі дослідницькому проєкті Бангі, Центральноафриканська Республіка [5, с. 3]. Там, де температурний режим не дозволяє створити умови на відкритому повітрі, маточне поголів'я утримується в закритих аквакультурних системах, де є можливість відтворювати природні показники періоду нересту в межах $+25^{\circ}\text{C}$ [22, с. 18].

Етап розвитку розведення африканського сома характеризується декількома стадіями розвитку: стадія ооцита, коли яйцеклітина запліднена в іншому випадку не відповідає цій стадії. Ембріональна стадія – це період від початку запліднення яйцеклітини до часу вилуплення ембріону. Постембріональна стадія характеризується періодом виходу личинки з хоріона до повного розсмоктування жовтка. Личинкова стадія характеризується періодом від поглинання жовтка до початку екзогенного живлення. Тривалість до 4 днів, довжина личинки складає $9,3 \pm 0,5$ мм [23, с. 3]. Годування личинки проводиться шість разів на день кожні 4 години. В якості корму використовують живі та заморожені науплії *Artemia*, зоопланктон (*Moina micrura*) та дріжджовий порошок яловичина, печінка. Цей період складає 14 діб [24, с. 4].

Початок дихання повітрям характеризується ювенільним періодом. При придбанні рибопосадкового матеріалу на прикладі асоціації виробників сомів Південної Африки, були встановлені мінімальні розміри мальків 50 мм. В Данії продаж малька переважно відбувається при вазі від 5 грам. В Цьому віці мальок менш сприятливий до бактеріальних інфекцій [25, с. 513].

В європейській частині, де присутні кліматичні сезонні зміни, які пов'язані зі зниженням температури, використовується технологія вирощування африканського сома в рециркуляційних аквакультурних системах (RAS). Ця система являється одною з найбільш стійких систем для вирощування товарної риби. Повторне використання технологічної води з підживленням всього 10%, дає змогу економити такі цінні ресурси як воду, та дає можливість вирощувати рибу з великою щільністю до 350кг/м^3 [26].

Варто зазначити, що всі типи системи RAS повинні дотримуватися обов'язкових вимог щодо їх функціонування. Даний процес передбачає:

1. Очищення технологічної води в частині видалення твердих та зважених частинок; усунення хімічних забруднень, таких як азот у вигляді амонію (NH_3), із подальшим перетворенням на менш токсичні речовини; видалення фосфору.
2. Насичення води, тобто збагачення киснем для підтримання життєдіяльності організмів; за потреби додавання озону для підвищення концентрації кисню у воді.
3. Дезінфекція води.
4. Контроль параметрів води, а саме регулювання та підтримка заданої температури та рівня рН відповідно до вимог.

Висновки та пропозиції. Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*), завдяки своїм унікальним біологічним характеристикам, високій адаптивності до різноманітних

умов середовища та значному промислового потенціалу, є найбільш перспективним для вирощування в умовах RAS. Сучасні дослідження свідчать про високі темпи росту, витривалість до гіпоксичних умов, а також здатність до активного розмноження в умовах аквакультури, що робить цей вид перспективним об'єктом для риборіництва в регіонах із різноманітними кліматичними умовами.

Як результат, можемо спостерігати зростаючий інтерес до вивчення генетичних, фізіолого-біохімічних та екологічних особливостей *Clarias gariepinus*, що дозволяє вдосконалювати технології його вирощування, знижувати ризики захворювань та оптимізувати кормові раціони. Варто зазначити, що активне дослідження впливу антропогенних чинників на популяційний стан виду в природних водоймах, сприяє розвитку ефективних заходів з охорони біорізноманіття та раціонального використання водних біоресурсів. Отже, кларієвий сом виступає не лише як об'єкт господарського значення, а й як важливий модельний організм для вивчення адаптивних механізмів в умовах глобальних змін довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lisachov A., Nguyen D., Panthum T., Ahmad S., Singchat W., Ponjarat J., Jaisamut K., Srisapoom P., Duengkae P., Hatachote S., Sripairoj K., Muangmai N., Unajak S., Han K., Na-Nakorn U., Srikulnath K. Emerging importance of bighead catfish (*Clarias macrocephalus*) and north African catfish (*C. gariepinus*) as a bioresource and their genomic perspective. *Aquaculture*. 2023. Vol. 573. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739585> (дата звернення: 10.04.2025).
2. Hadi H., Baraaj A., Ali A., Sajet M. First record of the north african catfish *clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (siluriformes, clariidae) in tigris river, iraq. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. 2024. Vol. 18. No. 2. URL: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2024.18.2.0477> (дата звернення: 01.04.2025).
3. Kucharczyk D., Kucharczyk D., Nowosad J., Omirzhanova N. Optimization of artificial insemination outcomes of African catfish (*Clarias gariepinus*) with differing hatchery conditions. *Animal reproduction science*. 2019. T. 211. Pp. 1-7. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106222> (дата звернення: 11.04.2025).
4. Barasa J., Mdyogolo S., Abila R., Grobler J., Skilton R., Bindeman H., Njahira M., Chemoiwa E., Dangasuk O., Kaunda-Arara B., Verheyen E. Genetic diversity and population structure of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) in Kenya: implication for conservation and aquaculture – Corrigendum. *Belgian Journal of Zoology*. 2017. T. 147. № 2. URL: <https://doi.org/10.26496/BJZ.2017.14> (дата звернення: 10.04.2025).
5. Viveen W.J., Richter C.J., Oordt P.G., Janssen J.A., Huisman E.A. *Practical manual for the culture of the African catfish (Clarias Gariepinus)*. Paperback. 1986. № 1. 93 p.
6. Segaran Th., Azra M., Rumeaida M., Lananan F. Catfishes: A global review of the literature. *Heliyon*. 2023. № 9. 18 p.
7. Adamek Ye., Bekh V., Martseniuk V. Afrykanskyi klariievyy som (*Clarias gariepinus*) – tsinnyi ob'ekt rybnystva. URL: https://chnг.darg.gov.ua/files/16/afr_som.pdf.
8. Haymer D., Khedkar G. Biology of selected *Clarias* catfish species used in aquaculture. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*. 2022. T. 74. URL: <https://doi.org/10.46989/001c.37958> (дата звернення: 10.04.2025).
9. Janssen D., Graaf J., Janssen J. *Artificial reproduction and pond cultivation of African catfish Clarias gariepinus in sub-Saharan Africa: a manual*. 1996. № 362. P. 1-73.
10. Uzoka Ch., Nwigwe H., Ihejirika Ch., Ibe C., Onwuagba J. Growth and survival of hatchlings of *Clarias gariepinus* subjected to various pH. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 2012. Vol. 2. No. 10. Pp. 35-39.

11. Schram E., Roques J., Abbink W., Spanings T., Vries P., Bierman S., Vis H., Flik G. The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture journal*. 2010. Vol. 306, Issues 1-4. Pp. 108-115. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848610003704> (дата звернення: 12.04.2025).
12. Britz P. Pienaar A. Laboratory experiments on the effect of light and cover on the behaviour and growth of African catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). *Zool., Lond*, 2009. 227 (1). Pp. 43-62. URL: <https://doi.org/10.1111/J.14697998.1992.TB04343.X> (дата звернення: 10.04.2025).
13. Gunawan I., Suraya U. Pengaruh Perbedaan Warna Lampu Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 2020. Vol 8. No. 2. Pp. 54-62.
14. Андрищенко А.І., Вовк Н.І. Аквакультура штучних водойм. Частина II. Індустріальна аквакультура. Підручник. Київ. 2014. 586 с.
15. Romanova E., Mukhitova M., Romanov V., Lyubomirova V., Shadieva L., Shlenkina T. Features of puberty in female African Clary catfish in high-tech industrial aquaculture. *IOP. Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. P. 403. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/01212> (дата звернення: 15.04.2025).
16. Clay D. Sexual maturity and fecundity of the African catfish (*Clarias gariepinus*) with an observation on the spawning behaviour of the Nile catfish (*Clarias lazera*). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 1979. № 65. Pp. 351-365. URL: <https://doi.org/10.1111/J.1096-3642.1979.TB01100.X> (дата звернення: 10.04.2025).
17. Thakur N. On the Food of the Air-breathing Catfish, *Clarias batrachus* (LINN.) Occurring in Wild Waters. *International Review of Hydrobiology*. 1978. № 63. Pp. 421-431. URL: <https://doi.org/10.1002/IROH.19780630310> (дата звернення: 10.04.2025).
18. Engle C., Hanson T., Kumar G. Economic history of U.S. catfish farming: Lessons for growth and development of aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*. 2021. № 26. Pp. 1-35. URL: <https://doi.org/10.1080/13657305.2021.1896606> (дата звернення: 10.04.2025).
19. Kumar G., Engle C., Avery J., Dorman L., Whitis G., Roy L., Xie L. Characteristics of early adoption and non-adoption of alternative catfish production technologies in the U.S. *Aquaculture Economics & Management*. 2020. № 25. Pp. 70-88. URL: <https://doi.org/10.1080/13657305.2020.1803446> (дата звернення: 10.04.2025).
20. Suryani S., Andriani A., Rejeki G., Pratama G. Training and Implementation of Catfish Feed Technology in the Sedana Sari Fish Farmers Group in Selat Village, Abiansemal, Badung, Bali. *Asian Journal of Community Services*. 2023. Vol. 2 No. 8. Pp. 663-670. DOI: URL: <https://doi.org/10.55927/ajcs.v2i8.5629> (дата звернення: 18.04.2025).
21. Технологія виробництва продукції аквакультури методичні рекомендації для вивчення курсу та самостійної роботи студентам за напрямом підготовки 6.090102 «ТВПШТ». Ч. V «Ставові рибицтво». Укладач: Г. А. Данильчук. Миколаїв. 2014. 57 с.
22. Peteri A., Moth-Poulsen Ths., Kovacs E., Toth I., Woynarovich A. African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) production with special reference to temperate zones. A manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. 95 p.
23. Olaniyi W., Omitogun O. Embryonic and larval developmental stages of African giant catfish *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint Hilaire, 1809) (Teleostei, Clariidae). *SpringerPlus*. 2014. № 3. URL: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-677> (дата звернення: 12.04.2025).
24. Kerdchuen N., Legendre M. Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis*, (Teleostei, Clariidae): a comparison between natural and artificial diet. *Aquatic Living Resources*. 1994. № 7. Pp. 247-253. URL: <https://doi.org/10.1051/ALR:1994027> (дата звернення: 10.04.2025).

25. Haylor G. Terminology for the early developmental stages of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell): working definitions for aquaculture. *Aquaculture Research*. 1992. № 23. Pp. 511-514. URL:<https://doi.org/10.1111/J.1365-2109.1992.TB00794.X> (дата звернення: 19.04.2025).

26. Strauch S., Wenzel L., Bischoff A., Dellwig O., Klein J., Schüch A., Wasenitz B., Palm H. Commercial African Catfish (*Clarias gariepinus*) Recirculating Aquaculture Systems: Assessment of Element and Energy Pathways with Special Focus on the Phosphorus Cycle. *Sustainability*. 2018. Vol. 10 (6), 1805. URL:<https://doi.org/10.3390/SU10061805> (дата звернення: 20.04.2025).
