

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістра»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИРОЩУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО ТА КЛАРІЄВОГО СОМІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО АКВАКУЛЬТУРНОГО ВИРОБНИЦТВА COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COMMON AND CLARIUS CATFISH CULTIVATION IN CONDITIONS OF INTENSIVE AQUACULTURE PRODUCTION

Виконав: студент 2 курсу денної форми навчання
спеціальності 207 Водні біоресурси та аквакультура
Освітньо-професійна програма Охорона, відтворення
та раціональне використання гідробіоресурсів

Балан Микола Олександрович

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к.б.н., доц., Бургаз М.І

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент Гайдашенко І.М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
водних біоресурсів та аквакультури
№ від . . 2024 р.

Завідувачка кафедри

Марина БУРГАЗ

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 3
протокол № від . . 2024 р.

Оцінка / /
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

ІРИНА ГАЙДАШЕНКО

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Одеса 2024

Анотація

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИРОЩУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО ТА КЛАРІЄВОГО СОМІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО АКВАКУЛЬТУРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Балан М.О., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

У контексті глобальних змін клімату, зростання попиту на продовольство та виснаження природних рибних ресурсів, аквакультура стає важливою складовою харчової безпеки. Зокрема, вирощування сомів, зокрема звичайного (*Silurus glanis*) та кларієвого (*Clarias gariepinus*), набуває особливого значення завдяки їх високим темпам росту, стійкості до умов утримання та високій харчовій цінності м'яса. Стрімкий розвиток аквакультури як галузі, здатної забезпечити стале постачання високоякісної рибної продукції визначає актуальність теми дослідження.

Мета кваліфікаційної роботи магістра – порівняльний аналіз біологічних, технологічних та економічних аспектів вирощування звичайного та кларієвого сомів в умовах інтенсивного аквакультурного виробництва.

Завданнями роботи передбачалось дослідити біологічні особливості звичайного та кларієвого сомів; оцінити продуктивність цих видів в умовах різних систем вирощування; провести порівняння економічної ефективності використання кожного виду, тощо.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра проведено порівняльний аналіз вирощування звичайного (*Silurus glanis*) та кларієвого (*Clarias gariepinus*) сомів в умовах інтенсивного аквакультурного виробництва, розглянуті та проаналізовані такі питання як продуктивність вирощування обох видів, економічна ефективність, екологічні аспекти та споживчі характеристики.

Кваліфікаційна робота магістра представлена на 68 сторінці і включає в себе 18 таблиць, 11 рисунків, 48 літературних джерела посилань.

Ключові слова: продуктивність, біологічні особливості, сом звичайний кларієвий сом, споживчі характеристики, аквакультура.

SUMMARY
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COMMON AND CLARIUS
CATFISH CULTIVATION IN CONDITIONS OF INTENSIVE
AQUACULTURE PRODUCTION

**Balan M.O., Master of the Water bioresources and aquaculture
departmen**

In the context of global climate change, growing demand for food and depletion of natural fish resources, aquaculture is becoming an important component of food security. In particular, the cultivation of catfish, in particular the common catfish (*Silurus glanis*) and the clarias catfish (*Clarias gariepinus*), is of particular importance due to their high growth rates, resistance to conditions and high nutritional value of meat. The rapid development of aquaculture as an industry capable of providing a sustainable supply of high-quality fish products determines the relevance of the research topic.

The purpose of the master's thesis is a comparative analysis of the biological, technological and economic aspects of rearing common and clarius catfish in intensive aquaculture production.

The objectives of the work were to study the biological characteristics of common and clarius catfish; to assess the productivity of these species in different cultivation systems; to compare the economic efficiency of each species, etc.

As a result of the master's qualification work, a comparative analysis of the cultivation of common (*Silurus glanis*) and *Clarias gariepinus* catfish in intensive aquaculture production was carried out, such issues as the productivity of both species, economic efficiency, environmental aspects and consumer characteristics were considered and analyzed.

The master's thesis is presented on 71 pages and includes 18 tables, 11 figures, 44 references.

Key words: productivity, biological characteristics, common catfish *Clarius* catfish, consumer characteristics, aquaculture.

ЗМІСТ

ВСТУП		3
1	ВИРОЩУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО СОМА В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ	6
1.1	Сучасний стан аквакультури сомових видів в Україні та країнах світу	6
1.2	Результати вирощування звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури в Україні	12
1.3	Результати вирощування звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури в країнах Європи	16
1.4	Результати вирощування звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури в Америці та країнах Євразії	20
2	ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ	24
2.1	Результати вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури в Україні	24
2.2	Результати вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури в країнах Європи	34
2.3	Результати вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури в Америці та країнах Євразії	38
3	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО ТА КЛАРІЄВОГО СОМІВ	42
3.1	Економічна ефективність вирощування звичайного та кларієвого сомів в Україні	45
3.2	Економічні розрахунки ефективності вирощування сомів.	52
3.3	Екологічні аспекти інтенсивного вирощування звичайного та кларієвого сомів	58
	ВИСНОВКИ	62
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	65

ВСТУП

Вирощування сомових риб (зокрема, звичайного сома та кларієвого сома) є одним із перспективних напрямків аквакультури. Попит на цю продукцію зумовлений її високими смаковими якостями, харчовою цінністю, низьким вмістом кісток і доступною ціною. Економічна ефективність вирощування залежить від витрат на корми, енергію, технології та ринкову ціну.

До ключових показників ефективності вирощування сомових риб відносяться переваги сомових риб із-за високої адаптивності, швидких темпів росту та рентабельності, а також фактори впливу на економіку вирощування – тобто витрати на корми, на системи вирощування та сам ринок збуту продукції.

Рибництво є важливою галуззю аграрного сектору України, що має великий потенціал для розвитку. Вирощування сомів, зокрема звичайного та кларієвого, набуває популярності завдяки високій рентабельності, адаптивності цих видів до умов вирощування, а також значному попиту на рибу на внутрішньому та міжнародному ринках.

Звичайний сом є одним з найбільших прісноводних хижих риб. В умовах інтенсивної аквакультури він демонструє високу швидкість зростання завдяки невибагливості до корму, здатності переносити коливання температур і низькі концентрації кисню. Це робить його придатним для вирощування в замкнених системах і ставках з високою щільністю посадки.

Розвиток аквакультури в сучасному світі є важливим напрямком забезпечення продовольчої безпеки. Вирощування риб в інтенсивних умовах дозволяє значно збільшити обсяги виробництва, проте супроводжується низкою екологічних викликів. Серед найбільш перспективних об'єктів аквакультури в Україні є сом звичайний (*Silurus glanis*) та кларієвий сом

(*Clarias gariepinus*). Обидва види мають високу продуктивність і добре адаптовані до умов інтенсивного вирощування.

Інтенсивне вирощування риби супроводжується значним впливом на екосистеми. Це зумовлено високою щільністю посадки, використанням великих обсягів кормів і води, а також необхідністю застосування технологій для підтримання оптимальних умов вирощування.

Актуальність теми дослідження визначається стрімким розвитком аквакультури як галузі, здатної забезпечити стале постачання високоякісної рибної продукції. У контексті глобальних змін клімату, зростання попиту на продовольство та виснаження природних рибних ресурсів, аквакультура стає важливою складовою харчової безпеки. Зокрема, вирощування сомів, зокрема звичайного (*Silurus glanis*) та кларієвого (*Clarias gariepinus*), набуває особливого значення завдяки їх високим темпам росту, стійкості до умов утримання та високій харчовій цінності м'яса.

Розвиток інтенсивного аквакультурного виробництва потребує ретельного аналізу та порівняння ефективності вирощування різних видів риб. Звичайний сом, будучи традиційним об'єктом рибного господарства в Україні, демонструє високий попит на внутрішньому ринку. Водночас кларієвий сом, завдяки своїй невибагливості до умов середовища, більшій продуктивності та можливості вирощування у закритих системах водопостачання, стає перспективною альтернативою для промислового розведення.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є порівняльний аналіз біологічних, технологічних та економічних аспектів вирощування звичайного та кларієвого сомів в умовах інтенсивного аквакультурного виробництва. Це дозволить оцінити потенціал кожного виду для впровадження в комерційне вирощування та оптимізувати процеси виробництва.

Для досягнення мети поставлені наступні завдання:

- дослідити біологічні особливості звичайного та кларієвого сомів;

- оцінити продуктивність цих видів в умовах різних систем вирощування;
- провести порівняння економічної ефективності використання кожного виду;
- оцінити екологічні аспекти виробництва.

Об'єкт дослідження - процес вирощування звичайного сома (*Silurus glanis*) та кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в умовах інтенсивного аквакультурного виробництва.

Предмет дослідження - біологічні, технологічні та економічні особливості вирощування звичайного та кларієвого сомів, а також їх продуктивність, адаптивність до умов вирощування, якість отриманої продукції та ефективність використання ресурсів у різних системах аквакультури.

1 ВИРОЩУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО СОМА В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ

1.1 Сучасний стан аквакультури сомових видів в Україні та країнах світу

Африканський кларієвий сом зустрічається майже по всій Африці. Його природний ареал проживання не включає лише Магрибу, Верхню та Нижню Гвінею та провінцію Кейп. Він зустрічається в Йорданії, Лівані, Ізраїлі та Туреччині. *Clarias gariepinus* також введено в більшість інших країн Африки, а також кілька країн Європи, Азії та Південної Америки. Подібно до ряду інших видів, рибники Китаю адаптували сома до вирощування на рисових плантаціях. Дивно, але зараз Китай є одним із основних постачальників *Clarias gariepinus*, хоча навіть не виділяє окремо цей вид у зведеній статистиці з виробництва риб. Африканський сом населяє озера, струмки, річки, болота і драговини, багато з яких періодично пересихають. Найчастіше вони мешкають у заплавах болот та затоках, де, використовуючи спеціальний дихальний орган, виживають у ході сезонної засухи. Вид мігрує з великих басейнів, в яких вони живляться і дорослішають до 12 місяців, у тимчасові прибережні водоймища, де вони розмножуються. Ця міграція зазвичай займає короткий час початку сезону дощів. Остаточне дозрівання гонад прив'язане до підвищення рівня води. У стабільних умовах середовища дорослі особини дорослішають до першого року. В ідеальних умовах вагітна самка відкладає

60 000 ікринок на кілограм своєї маси. Перед нерестом самці агресивно змагаються за самок, із якими вони утворюють одиночні пари. Самки активно рухають хвостом, щоб розмішати статеві продукти та розсіяти запліднені ікринки. Ікра прилипає до підводних предметів та інкубується 20-60 годин, залежно від температури. Жовтковий мішок розсмоктується до 3-4 дня, а

шлунок починає функціонувати до 5-6 дня після початку екзогенного харчування. На 10-15 добу починається статеве диференціювання особин. Личинки живляться і швидко ростуть у теплих ($>24^{\circ}\text{C}$), багатих на поживні речовини заплавах. За 30 днів вони сягають 3-7 грамів. Як тільки водоймище починає пересихати, після припинення дощів, молодь і дорослі особини повертаються в глибокі річки. У районах із двома сезонами дощів зазвичай спостерігається два щорічні піки розмноження. Вміст шлунка сомів включає комах (дорослі та личинки), черв'яків, гастропод, ракоподібних, дрібну рибу, водні рослини та дебрис. Рідко в шлунку зустрічаються насіння та ягоди наземних рослин, птиці та дрібні ссавці. Мальки в перший тиждень свого життя практично виключно живляться зоопланктоном. Великі соми, через те, що у них багато зябрових тичинок, також із задоволенням поїдають зоопланктон. Хоча вид є всеїдним, соми зазвичай краще перетравлюють високобілкову їжу, ніж вуглеводи. Більшість видів роду *Clarias* хижаки. У них маленькі очі, тому в темряві вони шукають здобич за допомогою чутливих цибулин на чотирьох парах вусиків та голові. Приблизно 70% часу, що витрачається на годівлю, проводить сом вночі. Дослідники з Південної Африки довели, що видалення вусиків знижує ефективність пошуку їжі рибок на 23%. Загалом, соми кларіаси захоплюють здобич швидким відкриттям рота, а потім утримують її зябровими тичинками, або вигнутими зубами, розташованими на дентальній, переднещелепній, глотковій кістках і сошнику.

C. gariepinus демонструє різноманітні стратегії годівлі, включаючи засмоктування субстрат з комахами та фрагментами рослин, що потрапили у воду після сильних злив, а також полювання на дрібних цихлід. Соми ростуть дуже швидко і досягають максимальної довжини протягом кількох років. Першого року вони ростуть практично лінійно [6].

Африканського сома культивують у ставках, склопластику, бетоні та пластикових басейнах з різним ступенем посилення [6].

Великі підприємства в Нігерії розвивають інтенсивну аквакультуру в УЗВ та використовують генетично модифіковані особи виробників. Крім того,

вони розводять предмети кормів (*Brachionus*, *Moina*, *Daphnia*, *Artemia*) прямо на фермі. Щільність посадки малька досягає 5000-15000 особин/м³, а виживання- 75%. Ці ферми пропонують високоякісний посадковий матеріал за ціною 0,1- 0,2 \$ за штуку, залежно від розміру. Однак, оскільки попит на малька часто перевищує пропозицію, багато маленьких ферм не надають важливості якості посадкового матеріалу, який вони вирощують. Молодь поганої якості завдала шкоди роботі багатьох домогосподарств [6].

Попит на сома на місцевих та зовнішніх ринках виробників Європи (Нідерланди, Бельгія, Угорщина) нестабільний. У Нігерії ціна становить 3,5 долара за кілограм. В центральних районах Африки, Камерун, Габоне та Демократична Республіка Конго, риба дуже популярна і використовується для приготування супів, з включенням деяких спецій з певним смаком. Свіжа риба зазвичай продається живою в багатьох містах. У Південно -Східній Африці ціна сома трохи нижча, ніж для тіляпії. На ринку Південної Африки сом погано продається. Цей регіон населений людьми, які з релігійних міркувань не їдять рибу через темне м'ясо африканського сома, тому вони віддають перевагу пангасіусу. Сом також продається в інших частинах світу. Однак важко визначити ціну на це, оскільки цей тип не є міжнародним і включений до статистики відповідно до категорії "інших прісноводних риб". Деякі виробники з Південної Африки нещодавно закрили ферми через те, що зростання витрат перевищує прибуток від продажу; В основному це спричинено високою вартістю їжі [6].

Африканський сом - це головний тип риби в культурі країн на південь від Сахари, потім впливає тіляпія. Це, мабуть, пов'язано з постійним вдосконаленням техніки вирощування, розробки систем з рециркуляцією води та покращенням якості корму. Для того, щоб зменшити витрати на виробництво, почалися партнерські стосунки. Ці асоціації приватних фермерів та дослідників спрямовані, перш за все, створити плаваючий корм за допомогою місцевих продуктів та обладнання. Інші роботи були адресовані генетичним поліпшенням маточного стада. Оптимізація вирощування

африканських сомів у культурі з іншими видами полягає в розвитку більш ефективної дієти та зменшення забруднення води. Ринок сомів у країнах на південь від Сахари розвивається. Попит постійно зростає, і основні виробники та імпортери реагують на нього. Понад 70% вироблених сомів реалізуються свіжими. Ринок, безумовно, розширяється завдяки новим формам продукції та риболовлі [6].

У селищі Павлиші Онufрїївського району Кіровоградської області створено унікальну акваферму «Сом із Павлиша», на якій вирощують кларієвого (африканського мармурового) дієтичного сома. Розмістивши 2016 року рибну ферму на складах одного з колишніх радянських підприємств, підприємець Олександр Новохатко крок за кроком почав реалізовувати свою оригінальну бізнес-програму. І вже за два роки акваферма вийшла на проектну потужність. Сьогодні вона може виготовляти до 50 тонн живої риби на рік. А потрійне очищення води та натуральні корми гарантують високу якість продукту (рис. 1.1) [7].



Рис. 1.1 – Рибна ферма

Олександр Новохатко стверджує, що зовні африканський сом схожий на нашого, але швидше росте і не має властивого рибі аромату, його запах більше подібний до курятини. У природному середовищі такі соми можуть досягати 60 кг, але в Павлиші її виловлюють від 500 г до 3 кг. Вже за 6 місяців соми досягають пристойного розміру, а їхня вага може перевищити 1 кг. Багато хто купує сомів для дітей (бо це дієтична риба) або для спортсменів (у ній багато білка) [7].

Акваферма повністю автоматизована та побудована за принципом замкнутого водопостачання. Вода буквально ходить по колу, надходячи з басейнів до механічного, ультрафіолетового та біологічного фільтрів, де повністю очищається. Годується риба природним кормом – азовською тюлькою. Жодних хімікатів та стимуляторів зростання «Сом із Павлиша» не використовує. Мальків також вирощують на аквафермі. За словами працівників, мальки, як і будь-які дітки, вимагають особливої уваги дорослих, тож і корм для них теж спеціальний. Коли мальки досягають 100-грамового розміру, у їхній раціон включають тюльку, яку їдять дорослі сом[7].

М'ясо кларієвого сома вважається дієтичним продуктом – у ньому у кілька разів більше амінокислот, ніж у скумбрії. У 100 г м'яса міститься добова норма жирних кислот омега-3. Крім того, його філе не містить кісток. Така риба – корисний продукт для дітей. Блідо-рожевий колір та відсутність традиційного для такої риби запаху чи присмаку мулу виділяє м'ясо мармурового сома серед інших риб. А невеликий шар сала відокремлюється від м'яса, як у свиней [7].

Про те, що у сома з Павлиша чудові якісні показники, свідчить і експертний висновок Кіровоградської регіональної державної лабораторії ветеринарної медицини. Результати випробувань на визначення вмісту токсичних елементів, пестицидів, питомої активності радіонуклідів, а також мікробіологічних та паразитологічних перевірок підтверджують відповідність усім показникам якості та безпеки продукту [7].

У селі Волейса, район Теофіпол, функціонує аквафарм, де вирощується

африканський мармур. Африканські сома мають ряд відмінностей від європейського: у нього більше вусів і звивистого тіла, як вугор. Загалом, м'ясо сома не має неприємного запаху та смаку мулу, тому ця риба цінується в європейських країнах. Але дорослий сом у штучному середовищі ще смачніший [8].

Соми мають хороший апетит і, відповідно, швидко ростуть. Ось чому в селі Волейса вирішили займатися цією рибою. На "фермі Сомавая" риба годується їжею, яка включає рибне борошно, рослинний білок (пшениця, кукурудза), вітаміни. Крім того, риба живе в чистій воді, яка має два градуси очищення: механічні та біологічні. Завдяки цьому, у риби немає захворювань, та заражень паразитами. Також африканські соми проходять усі лабораторні дослідження, а риба визнається екологічно чистим продуктом [8].

Африканський мармуровий сом росте досить швидко. Через півроку риба виростає вагою до двох кілограмів. У підприємстві також є інкубатор, де фрай вилуплюється з ікри [8].

Взагалі, на створення акваферми в регіоні Хмельницького було витрачено мільйони гривнів, але рибу не дуже активно купували. Власник рибальського бізнесу Василь Кравчук зізнається, що у нього руки опускались, оскільки вони виростили близько 30 тонн риби, яку не хотіли купувати. Тому вони почали шукати вихід і знайшли. М'ясо африканських сомів почали коптити, солити і навіть виробляти два види ковбас. Все це робиться на підприємстві та впроваджено в магазинах Теофіпол, Белогорі. Особливо смачне філе сома, яке робиться відповідно до унікального рецепту [8].

Слід зазначити, що в Україні акваферми мають хороші перспективи розвитку. У Європі більшість риб вирощують у штучно створених водоймах. Також є всі шанси вийти на зовнішній ринок. Дійсно, в Україні більшість рибних ферм вирощують коропа, але ця риба не вважається цінною. Але африканський сом має всі шанси дістатися до полиць європейських магазинів [8].

Африканський мармуровий сом є невибагливим і всеїдним. Може їсти

і маленьку рибу, і моллюсків, і земноводних, і рослинні продукти. Вони швидко адаптуються і стійкі до дефіциту кисню. Тому їх можна вирощувати в умовах високої щільності. Ми писали вище, що в аквафермі нашого земляка вода проходить два кроки очищення. Але насправді сом не вимагає якості води. М'ясо сома цінується, оскільки воно має білий колір, ніжний і соковистий за смаком [8].

Акваферми для вирощування африканських мармурових сомів функціонують в різних регіонах України. У природних умовах африканські соми зустрічаються в річках Ніл та Йордан, тому українські ставки не підходять для риби. У промисловому масштабі вони нещодавно почали розводити африканських сомів. Слід зазначити, що є багато українців, які вирощують рибу в невеликих обсягах вдома і навіть в квартирах [8].

1.2 Результати вирощування звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури в Україні

Біологічна характеристика сома звичайного (рис. 1.2). Сома легко відрізнити на вигляд. У нього витягнуте тіло з широкою головою, великим ротом та трьома парами вусів.



Рис. 1.2 - Звичайний сом (*Silurus glanis*)

Головні відмітні ознаки європейського сома від інших сомів - дуже короткий спинний плавець і відсутність жирового плавця. Сом звичайний – хижак, середні розміри – довжина близько 1 м, маса 10 кг. Найбільш активне зростання сома відзначено в місцях з більш тривалим вегетаційним періодом - VII зоні рибництва, наприклад, у пониззі Кури в Азербайджані. У середній, і особливо верхній, течії Кубані зростання сома повільніше [21].

Досягнення статевої зрілості сомом звичайним більше пов'язане з його розмірами, ніж з віком. Так, у Курі сом дозріває на 3-4-му році, в інших районах - на 1-2 роки пізніше при масі 1-2 кг і довжині 60 см. Плодючість при масі 6-18 кг досягає 100-500 тис. ікринок. Масовий нерест настає у травні- червні за температури 20-23°C. Ікру діаметром 3-6 мм сом відкладає на підводні предмети та на жорстку рослинність. Тривалість розвитку ікри – 3-4 діб (60 градусів-днів). Личинки, що виклюнулися, мають довжину 7 мм. Розсмоктування жовткового мішка триває 4-5 діб. Молодь живиться зоопланктоном, потім – бентосом і швидко переходить на хижий спосіб життя[21].

Сом звичайний (*Silurus glanis*), або європейський сом, є традиційним представником іхтіофауни України. В умовах інтенсивної аквакультури цей вид демонструє значний потенціал завдяки високій продуктивності, невибагливості до умов вирощування та попиту на ринку. У цьому рефераті розглядаються результати вирощування сома звичайного в Україні, досягнення господарств та перспективи розвитку цієї галузі.

Серед особливостей біології сома звичайного в умовах аквакультури слід відмітити швидкий ріст, тобто за оптимальних умов сом досягає товарної ваги (1,5–3 кг) за 1,5–2 роки. Він легко адаптується до штучного корму, що робить його економічно вигідним для вирощування. Добре переносить коливання температури води (від 4°C до 30°C) і низький рівень кисню. Має високу харчову цінність та відсутність дрібних кісток забезпечують популярність м'яса серед споживачів.

Основними технологіями вирощування сома звичайного в Україні є:

– Рециркуляційні аквакультурні системи (RAS) - забезпечують контрольовані умови для вирощування сома у високій щільності (40–60 кг/м³); використовуються у господарствах Київської, Одеської та Черкаської областей; забезпечують мінімізацію впливу на навколишнє середовище.

– Ставкові господарства - використовуються для вирощування сома в умовах природних водойм; забезпечують доступ до дешевого природного корму (риб'яча молодь, дрібні ракоподібні).

– Інтегровані системи аквакультури - поєднують вирощування сома з іншими видами риби, наприклад, коропом або товстолобом; оптимізують використання природних ресурсів і знижують витрати на годування.

Таблиця 1.1 - Технологія вирощування звичайного сома в Україні

Етапи вирощування	Опис технологічного процесу	Умови та параметри	Тривалість
1. Інкубація ікри	Отримання заплідненої ікри у спеціальних інкубаторах.	Температура води: 20-24°C.	5-7 діб
2. Вирощування личинок	Переміщення личинок у малькові басейни для стартового годування.	Корм: живий (науплії артемії). Температура: 22-26°C.	2-3 тижні
3. Вирощування малька	Переведення малька на комбікорми, поступове збільшення водойми.	Площа водойми: 0.5-1 га. Температура: 18-25°C.	1-2 місяці
4. Підрощування молоді	Вирощування риби масою до 200-300 г у ставках або басейнах.	Годування: гранульовані корми, FCR: 1.2-1.5.	2-4 місяці

Етапи вирощування	Опис технологічного процесу	Умови та параметри	Тривалість
		Температура: 20-26°C.	
5. Товарне вирощування	Доведення риби до товарної ваги (1-1.5 кг).	Щільність посадки: 2-3 риби/м ² . Температура: 20-26°C.	6-12 місяців
6. Збір урожаю	Виллов товарної риби для продажу.	Використання сіток або дренажу водойм.	Одноразово або поетапно

Додаткові параметри для вирощування:

Параметр	Оптимальне значення
Температура води	18-26°C (оптимально для росту).
Кисень у воді	5-7 мг/л.
Кислотність (рН)	6.5-8.5.
Щільність посадки	10-15 риб/м ² (на початку), до 2-3 риб/м ² (для дорослих).
Годування	Комбікорми зі вмістом протеїну 30-40%.

Рекомендації з управління:

1. Контроль якості води. Регулярно вимірювати температуру, рівень кисню та кислотність води.
2. Годівля. Забезпечити рівномірне годування, адаптуючи раціон до вікових груп.
3. Захист від хвороб. Використовувати профілактичні засоби, слідкувати за щільністю посадки.
4. Технічне забезпечення. У разі вирощування у басейнах забезпечити аерацію та фільтрацію води.

Така технологія дозволяє ефективно вирощувати звичайного сома, досягаючи високих економічних показників у ставкових та інтенсивних системах.

Серед результатів вирощування сома звичайного в Україні слід відмітити те, що середній приріст ваги становить 500–700 г за рік. Товарна вага досягається за 18–24 місяці при щільності посадки 5–8 тис. мальків на гектар (у ставках). Збереження риби 85–90% за умов інтенсивного вирощування.

Високий попит на м'ясо сома серед ресторанів та роздрібних покупців. Експортний потенціал обмежений, але можливий у разі масштабування виробництва.

Як перспективи розвитку слід відзначити застосування інноваційних технологій, а саме впровадження аквапоніки для поєднання вирощування сома з рослинами та використання автоматизованих систем контролю параметрів води.

Так, сом звичайний є перспективним об'єктом для розвитку інтенсивної аквакультури в Україні. Результати вирощування свідчать про його високу економічну ефективність та попит на внутрішньому ринку. Подальше зростання галузі залежить від впровадження сучасних технологій, розширення ринків збуту та державної підтримки. Завдяки адаптивності до різних умов, сом звичайний має всі шанси стати одним із ключових об'єктів української аквакультури.

1.3 Результати вирощування звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури в країнах Європи

Розвиток інтенсивної аквакультури в Європі сприяє підвищенню виробництва цінних видів риб, серед яких значне місце займає звичайний сом (*Silurus glanis*). Цей вид має високу рентабельність у вирощуванні завдяки швидкому зростанню, стійкості до умов утримання, а також

значному споживчому попиту. Інтенсивна аквакультура дозволяє підвищити обсяги вирощування риби, ефективно використовуючи ресурси.

Звичайний сом є одним з найбільших прісноводних хижих риб. В умовах інтенсивної аквакультури він демонструє високу швидкість зростання завдяки невибагливості до корму, здатності переносити коливання температур і низькі концентрації кисню. Це робить його придатним для вирощування в замкнених системах і ставках з високою щільністю посадки.

У Європі застосовуються різні системи інтенсивного вирощування звичайного сома, такі як:

- Системи з проточною водою – забезпечують постійну подачу свіжої води та мають високу продуктивність.
- Замкнуті рециркуляційні системи (ЗРС) – дозволяють економно використовувати воду, зменшувати кількість стічних вод і підтримувати оптимальні умови.
- Ставкове господарство – зазвичай використовується в поєднанні з інтенсивними методами годівлі для підвищення рентабельності.

Завдяки інтенсивній аквакультурі продуктивність вирощування звичайного сома в Європі зростає (табл. 1.2).

До основних результатів належать:

1. Підвищення щільності посадки – в умовах замкнутих систем щільність посадки може досягати 80-100 кг/м².
2. Зменшення строків вирощування – завдяки оптимізованому харчуванню і контролю умов утримання сома можна вирощувати до товарних розмірів за 1–2 роки.
3. Зростання рентабельності – інтенсивні методи вирощування зменшують собівартість, що підвищує прибутковість аквакультури.
4. Зменшення впливу на довкілля – замкнуті системи знижують викиди і дозволяють контролювати якість води.

Таблиця 1.2 - Результати вирощування звичайного сома (*Silurus glanis*) в умовах інтенсивної аквакультури в Європі

Країна	Виробництво (тонн на рік)	Середня щільність посадки (кг/м ³)	Середній час вирощування (міс)	Середня вага риби при зборі (кг)	Вихід продукції (тонн/га)	Споживання корму (FCR*)
Угорщина	12,000	25	12	2.5	35	1.3
Чехія	6,500	22	10	2.3	30	1.4
Франція	8,800	20	11	2.7	28	1.2
Італія	5,000	18	12	2.6	27	1.3
Німеччина	4,200	21	9	2.4	32	1.4
Польща	3,800	20	10	2.5	29	1.3

Вирощування звичайного сома в інтенсивній аквакультурі має кілька переваг, а саме висока продуктивність і швидка окупність, контроль за якістю води і станом риб та зменшення залежності від природних ресурсів.

Однак є і певні труднощі, так як - висока вартість облаштування замкнутих систем, необхідність контролю за якістю кормів для запобігання хвороба, потреба у кваліфікованому персоналі для догляду за рибою.

Так, інтенсивне вирощування звичайного сома в умовах аквакультури в Європі має значний потенціал завдяки високій продуктивності та економічній вигоді. Незважаючи на деякі труднощі, розвиток технологій і підтримка дослідницьких програм дозволяють вирішувати існуючі проблеми та покращувати показники вирощування.

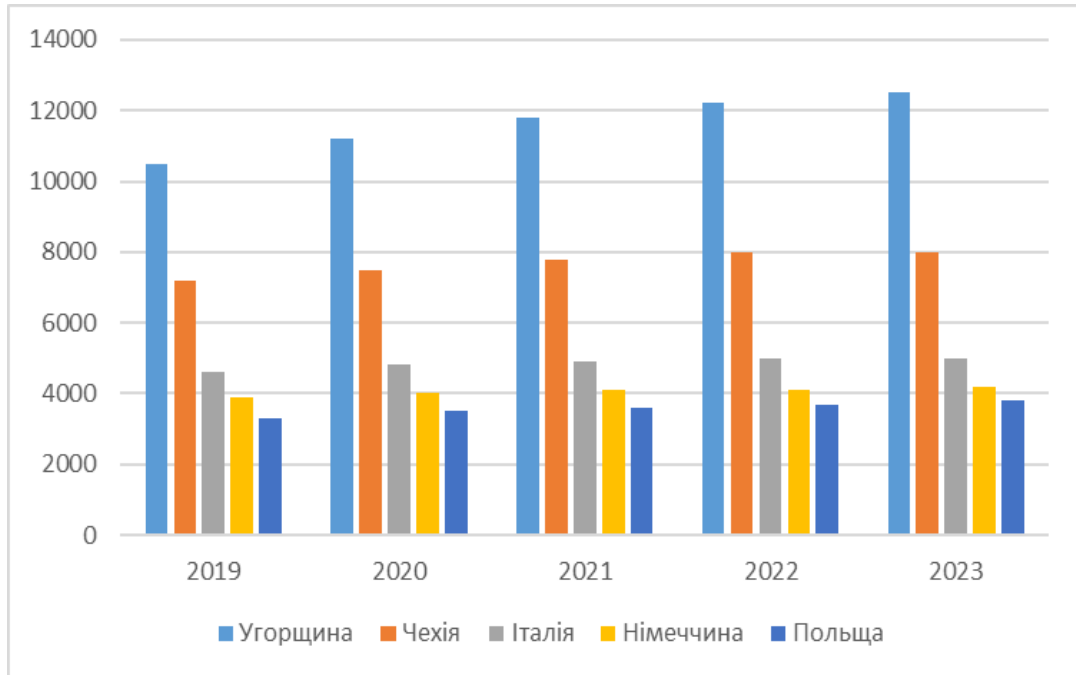


Рис. 1.3 - Динаміка вирощування звичайного сома (*Silurus glanis*) в умовах інтенсивної аквакультури в Європі (тонн на рік)

Основні фактори, що впливають на результати вирощування:

1. Щільність посадки -висока щільність посадки вимагає якісної системи аерації та очищення води, що знижує ризики захворювань та зменшує час вирощування.
2. Температура води - Угорщина, Франція та Італія мають оптимальні температури води для швидкого росту сома.
3. Кормові витрати -ефективний корм і низький FCR свідчать про раціональне використання ресурсів (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Коефіцієнт конверсії корму (FCR) при вирощуванні звичайного сома в країнах Європи

Рік	Угорщина	Чехія	Чехія	Італія	Німеччина	Польща
2019	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5
2020	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4
2021	1.3	1.4	1.2	1.3	1.4	1.3

Рік	Угорщина	Чехія	Чехія	Італія	Німеччина	Польща
2022	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3
2023	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3

4. Вихід продукції на гектар - вищий вихід продукції свідчить про ефективне використання площі для вирощування, що актуально для інтенсивної аквакультури.

Отже, підсумовуючи, слід відзначити, що Угорщина та Франція досягають найвищих результатів за рахунок сприятливих кліматичних умов і доступу до якісного корму. Чехія та Німеччина мають вищий коефіцієнт FCR, що може свідчити про додаткові витрати на корм через менш сприятливі температурні умови або технологічні особливості. Італія та Польща зосереджені на стабільному виході продукції, з високою щільністю посадки, що дозволяє отримувати значний обсяг риби при оптимальних витратах на корм.

1.4 Результати вирощування звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури в Америці та країнах Євразії

Застосування інтенсивних методів аквакультури забезпечує високі показники продуктивності та дозволяє мінімізувати вплив на природні ресурси. У різних регіонах світу, таких як Америка, Сх. Європи та країни Азії, розвиток технологій вирощування звичайного сома має як спільні риси, так і особливості, зумовлені кліматичними умовами, доступом до ресурсів та економічними факторами.

Результати вирощування у різних регіонах наступні.

1. Америка

В країнах Північної Америки інтенсивне вирощування звичайного сома відбувається переважно у США, де особливо популярні замкнуті системи з

рециркуляцією води. Результати вирощування свідчать про високу продуктивність:

- Щільність посадки досягає 70-100 кг/м².

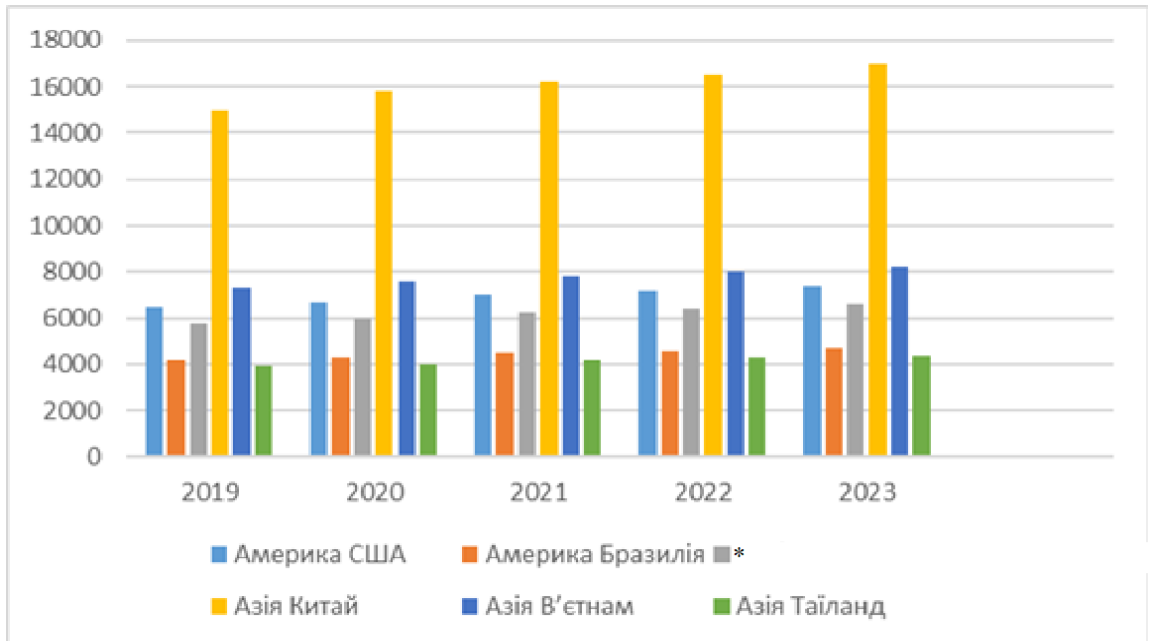


Рис. 1.4 - Виробництво звичайного сома (*Silurus glanis*) в умовах інтенсивної аквакультури в Америці, *країни агресора та Азії (тонн на рік)

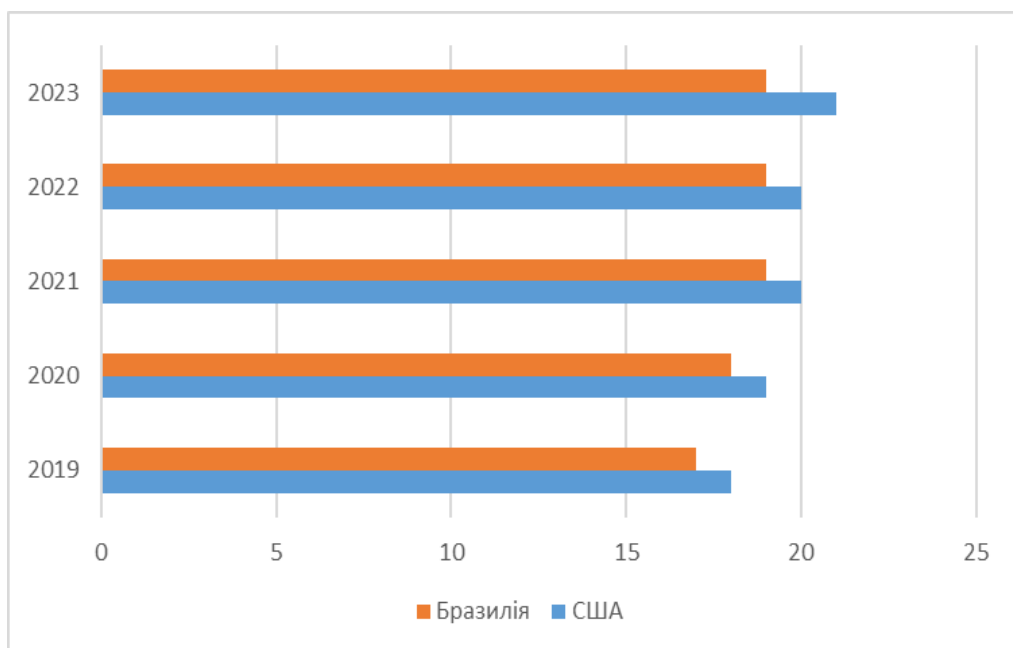


Рис. 1.5- Середня щільність посадки звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури (кг/м³)

- Швидке зростання та досягнення товарного розміру за 1-2 роки завдяки збалансованому годуванню.
- Високі стандарти якості м'яса, завдяки чому зростає експорт риби на внутрішній та міжнародний ринки.

Основні проблеми включають високу вартість устаткування для ЗРС, а також потребу в додатковому охолодженні води в літній період у південних штатах.

2. Країни Східної Європи

У країнах Східної Європи інтенсивне вирощування європейського сома розглядається як перспективне, особливо з використанням рециркуляційних систем (RAS) і комбінованих підходів. Основні результати та тренди::

- Скорочені строки росту — завдяки якісним кормам і комбінованим технологіям (RAS + ставки), що дозволяє отримувати товарну рибу вже за два роки.
- Державна підтримка та фінансування ЄС стимулюють розвиток акакультури, підвищення продуктивності та зниження собівартості.
- Проблеми з температурним режимом у холодний період вимагають додаткових витрат на енергію для підігріву води в RAS.

Ферми регіону поступово підвищують щільність посадки і досягають високої продуктивності, що забезпечує якісну рибу для внутрішнього та експортного ринку.

3. Азія

В Азії, особливо у Китаї, Таїланді та В'єтнамі, вирощування сома в умовах інтенсивної аквакультури є популярною галуззю. Сприятливий клімат дозволяє вирощувати сома в різних системах, включаючи ставки і ЗРС:

- Низька собівартість виробництва завдяки доступності кормів та низьким витратам на енергоресурси.

- Висока щільність посадки до 100 кг/м^2 , що забезпечує швидке нарощування маси.
- Швидкий темп росту риби дозволяє досягати товарних розмірів протягом 1 року, що є значною перевагою для рентабельності.

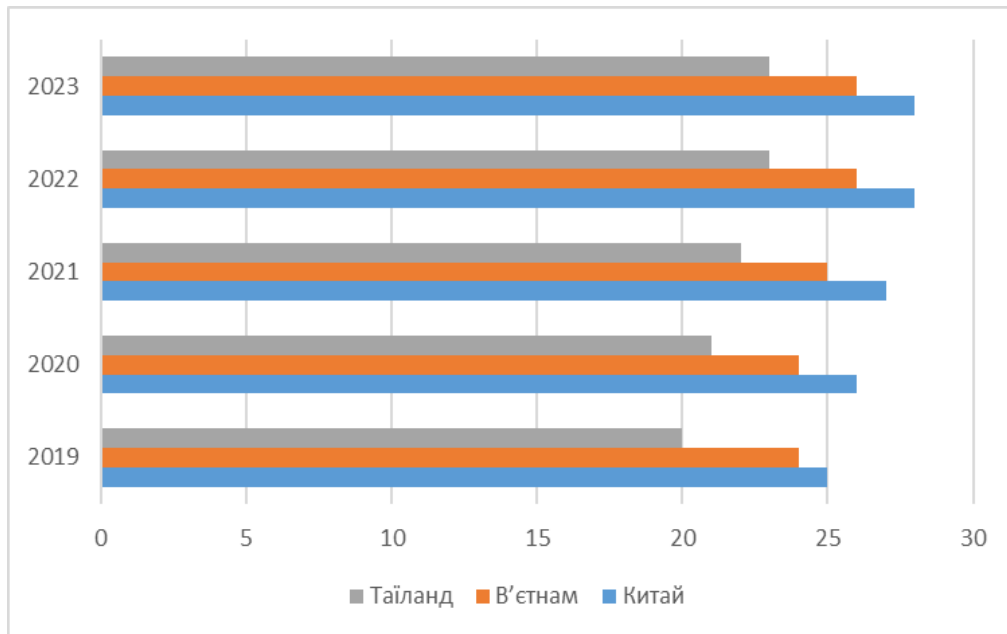


Рис. 1.6 - Середня щільність посадки звичайного сома в умовах інтенсивної аквакультури (кг/м^3)

Основні труднощі включають контроль за якістю води в умовах високої щільності посадки та ризик виникнення захворювань через відносно високу температуру води.

Серед переваг вирощування звичайного сома можна виділити його швидке зростання, високу рентабельність виробництва та попит на ринку. Однак існують і проблеми, такі як висока вартість устаткування для ЗРС, необхідність регулярного моніторингу якості води та потреба у кваліфікованому персоналі для контролю за умовами утримання.

Так, інтенсивне вирощування звичайного сома в Америці, Росії та країнах Азії демонструє високу ефективність, яка дозволяє задовольняти зростаючий попит на цю рибу. Кожен регіон має свої особливості технологій вирощування, адаптовані до кліматичних і економічних умов. Інтенсивна аквакультура сприяє скороченню термінів вирощування і підвищенню рентабельності, хоча вимагає значних інвестицій і контролю.

2 ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ

2.1 Результати вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури в Україні

Африканський кларієвий сом він мармуровий кларієвий сом - яскравий представник загону «сомоподібних» (рис. 2.1). Звичне середовище його проживання Африка також потрапляє у водойми Сахари, на півдні та південному сході Азії (р. Йордан) [22].



Рис. 2.1 - Кларієвий сом

Для кларієвого сома характерна велика голова сплюснutoї форми, наявність 4-х пар вусів та гострі зуби як у звичайного сома. Тіло витягнутої форми, на якому розміщені хвостовий, анальний, спинний,

черевний та грудний плавці. Шкіра гладка та блискуча з мармуровим малюнком, луска на ній відсутня. Статева зрілість мармурового сома настає у віці 1-1,5 року. На цей момент він досягає ваги приблизно півкілограма і довжини 30-40 см. Дорослий кларієвий сом може досягати в довжину 170 см і ваги 60 кг. Тривалість життя у середньому становить приблизно 8 років [22].

Головною особливістю цього сома є надзяберний додатковий орган, що виконує функції легені. Завдяки наявності «легенів» і зябер цей вид може дихати і у воді, і на суші. Може обходитися без води від 17 до 48 годин, після чого може померти, якщо не знайде водоймище. Оптимальними умовами для життя мармурового сома є доступ до відкритої поверхні, температура води 20- 30 ° С та концентрація кисню у воді від 3,4 мг/л. Кларієвий сом стійкий до різкого перепаду температур і чудово вживається у воді від 12 до 18 °С. Але для розмноження та годування бажано, щоб температурний режим не падав нижче 20 °С. Допустимий рівень солі у воді для кларієвого сома — до 10 проміле [22].

Африканський сом всеїдний, живиться молюсками, дрібною рибою та водяними жучками. Хоч він і є хижаком, може також харчуватися водоростями та органічними відходами. Ці риби можуть генерувати електричний сигнал, якщо відчувають поряд чужака свого ж виду. При віддаленні один від одного на відстань до 40 см вони припиняють виробляти сигнал [22].

Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є одним із найперспективніших об'єктів аквакультури завдяки швидкому росту, високій адаптивності до різних умов та стійкості до стресових факторів. В Україні цей вид активно інтегрується в системи інтенсивної аквакультури, що сприяє розвитку рибництва в умовах обмежених природних ресурсів. У рефераті розглянуто результати вирощування кларієвого сома в Україні, основні досягнення та виклики.

Особливості біології кларієвого сома в контексті аквакультури: у

штучних умовах кларієвий сом досягає товарної ваги (1,2–1,5 кг) за 6–8 місяців. Легко адаптується до комбікормів, що знижує витрати на годування. Витримує низький рівень кисню у воді завдяки здатності дихати атмосферним повітрям. Може утримуватися у високій концентрації, що робить його вигідним для вирощування в умовах інтенсивної аквакультури.

Кларієвий сом відноситься до всеїдних риб. У природних умовах він має широкий спектр харчування в залежності від сезону року: планктон, вища водна рослинність, плоди, водні та наземні комахи, молюски, ракоподібні, риба. Широкий рот сприяє захопленню великої здобичі і фільтрації великого обсягу води для вилучення планктонних організмів. Зуби міцно утримують спійману рибу [52,54].

Грунтуючись на аналізі літератури зарубіжних авторів і також на статистичних дослідженнях FAO можна з великою часткою ймовірності сказати про переважання того або іншого харчового ресурсу на певній стадії розвитку даного об'єкта. Так на стадії личинки кларієвий сом харчується виключно зоопланктоном. При досягненні довжини в 20 - 50 мм частка зоопланктону падає до третини від загального спектра харчування і риба починає також харчуватися дрібними бентосними ракоподібними й комахами загальна кількість яких доходить до половини всього раціону сома.

Кларієвий сом як і інші види риб у міру свого зростання переходить від одних харчових об'єктів до інших, тим самим змінюючи спектр свого живлення.

При досягненні довжини в 50 -100 мм зоопланктон практично пропадає з раціону, а харчові об'єкти які входять до спектру живлення кларієвого сома практично рівномірно розподіляються між комахами, молюсками, бентосними ракоподібними і дрібною рибою.

Молодь кларієвого сома довжиною від 100 до 300 мм зберігає приблизно ті ж переваги що і на попередньому етапі розвитку тільки тепер

частка риби значно зростає, що в свою чергу викликає скорочення кількості комах і молюсків із загального раціону сома.

Таблиця 2.1 – Склад раціонів кларієвого сома *Clarias gariepinus* різного розміру

Тип їжі	Стадія розвитку / розмірний клас (мм)					
	Личинки	Молодь			Статевозрілі	Плідники
		20 -50	50-100	100-300	300-700	>700
Зоопланктон	100	31,25	6,25	6,25		
Комахи		18,75	25	18,75	10	
Молюски		12,5	18,75	12,5	10	
Бентосні ракоподібні		31,25	18,75	18,75	20	
Детрит		6,25	6,25	6,25	5	
Водорості			6,25	6,25	5	
Риба			18,75	31,25	30	100
Нейстон					5	
Фітопланктон					5	
Макрофіти					5	

Дорослий риби (розміром від 300 до 700 мм) поїдають в основному рибу і в невеликій частині підключає до свого раціону бентосних ракоподібних.

Особливо кларієвого сома розміром понад 700 мм в довжину харчуються виключно рибою [65].

Аналізуючи зміну дієти кларієвого сома в умовах нативного ареалу можна розробити оптимальний раціон який забезпечить максимальний темп росту при культивуванні в штучних умовах, в тому числі і в УЗВ.

В цей час існує досить велика кількість рекомендацій для кларієвого сома стосовно рекомендованого добового раціону. Кларієвий сом є теплолюбною рибою. Виходячи з цього факту максимальне засвоєння кормів спостерігається при температурі 28°C. Температури 16-18°C є нижнім критичним порогом при якому сом перестає харчуватися і рости [66].

При внесенні в басейн невеликої кількості корму харчової пошук першим проявляє домінант (лідер), який не допускає до місця годування інших риб і переслідує субдомінантів, якщо вони намагаються схопити корм. При внесенні більшої кількості корму результативність харчування субдомінантів стає значно вище.

Багато видів риб віддають перевагу певному кольору корму. Для кларієвого сома найбільш привабливими є гранули синього кольору, а не червоного, як у більшості інших видів риб. У ситуації альтернативного вибору першими завжди споживаються сині гранули. Гранули червоного кольору частіше споживаються, якщо їх вносять разом з зеленими. Найменш охоче риби споживають гранули зеленого кольору. Червоні гранули за цим показником займають проміжне положення. При спільному пред'явленні рибі синіх і червоних гранул частіше споживаються гранули синього кольору. При спільному внесенні в басейн гранул різного кольору і кормів тваринного походження (наприклад, печінки) останні споживали значно частіше. У пошуку та виборі корму в умовах освітленості середовища сом покладаються на нюхову та зорову рецепції, а в темряві вони використовують тільки нюхову рецепцію.

У сомів сильно розвинене обоняння. Концентрація, наприклад, екстракту мотилля в обсязі 0,005 г*дм⁻³ води не є пороговою і його рівень чутливості набагато вище. Сом має виборчою здатністю смакових речовин. З чотирьох класичних смакових речовин (солонке, кисле, гірке, солоне) він вважає за краще корм, що містить сахарозу. Дещо гірше використовує солонуватий смак корму і неохоче споживає кислий і гіркий.[52]

Хороший корм повинен містити цілий набір вітамінів і мікроелементів, необхідних сому для повноцінного росту і набору ваги. Калорійність корму становить, як правило, від 260 до 310 ккал. У виробництві кормів враховують і звички цієї риби. Корм повинен бути плаваючим (сом харчується з поверхні води, як правило), максимально відповідати за консистенцією природної їжі і не розвалюватися хоча б протягом 10 хвилин. Корм різниться в залежності від ряду факторів. Залежно від маси риби слід вибирати розмір гранул корму: наприклад, для малька до 80 г випускається корм з крупною в 3 мм, а сомам в 1 кг потрібні гранули в 5-6 мм. Різниться корм для молодих і дорослих особин за складом. Обсяг корму залежить від віку риби і температури води. Зростаючий мальок споживає в рік 1,1 кг. Найкраще апетит у цієї риби при температурі 26 - 27 градуси Цельсія, гірше при 18-20 градусах. При 21-23 градусах апетит у сома середній.[53]

Різна концентрація кисню впливає на ефективність використання споживаного корму. Витрати високопротеїнових комбікормів при високому насиченні води киснем складають $1 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$, тоді як при низькій концентрації кисню ($0,5 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$) вони збільшуються на 5-10%. З збільшенням маси риб вплив концентрації кисню на засвоєння їжі знижується.

Мабуть, на першому етапі розвитку молодь потребує високої концентрації кисню в воді, так як надзьябровий орган дихання ще недостатньо розвинений, і соми на цьому етапі розвитку не в змозі засвоювати атмосферний кисень. У наступний період, коли основне навантаження на забезпечення організму киснем лягає на надзьябровий орган, відмінності в показнику оплати корму сглажуються.

За даними FAO зарубіжні господарства дослідним шляхом розробили ряд рецептів кормів для кларієвого сома на різних стадіях його розвитку використовуючи різні сировини.

Швидке виявлення корму і прояв харчової вибірковості при різних умовах середовища свідчить про те, що у даного виду відсутній глибока сенсорна спеціалізація в харчовій поведінці і при зміні зовнішніх умов роль

провідної сенсорної системи може легко переходити від одного органу чуття до іншого. Така особливість передбачає високий рівень розвитку багатьох сенсорних систем, що характерно насамперед для риб-евріфагов, до яких відноситься сом.

Виявилось, що біохімія та фізіологія риб від штучних кормів досить чутлива до змін в складі їжі за даними вчених Гмиря І.Ф. (1984) і Серпунін Г.Г. (2002). При штучному вирощуванні риби особливого значення пред'являється до якості комбикормів: баланс всіх поживних речовин, вітамінів, амінокислот, макро- і мікроелементів. При годівлі штучними кормами змінюються такі показники як білок в сироватці крові, еритропоез, кількість і склад лейкоцитів, концентрація гемоглобіну та еритроцитів. Еритроцити у риб, які отримують неповноцінний корм, в більшій своїй мірі представлені дрібними патологічними незрілими еритроцитами з малою кількістю гемоглобіну. Білок сироватки крові зменшується. Лейкоцитарний склад змінюється в більшу сторону різних форм лейкоцитів, а кількість лімфоцитів знижується. [75,76,77]

Риби як і всі інші живі істоти підвергаються стресу. З цього виходить, що профілактика стресу у риб має велике значення та вона заснована на усуненні подразників, зменшення їх негативного впливу, запобігання впливу декількох негативних подразників. Профілактика досягається декількома шляхами оптимізацією умов вирощування риб, застосуванням добре збалансованих комбикормів маючих в своєму складі вітаміно-мінеральні добавки, максимально можливе зменшення технологічних подразників, застосування спеціальних медичних препаратів, що зменшують негативний вплив подразників.

Одними з медичних препаратів, що зменшують негативний вплив подразників, що коректують мікробіологічний баланс і підвищують імунний статус риби є пробіотики при введенні їх в кишечник. На відміну від лікарських препаратів і антибіотиків пробіотики не впливають негативно на нормальну мікрофлору і збільшують частку головних мікроорганізмів

важливих для життєдіяльності. Особливістю пробіотиків є не тільки підвищення резистентності організму, але і прояви противоалергенної дії, і здатність регулювання і стимулювання травлення.

Багато хвороб шлунково-кишкового тракту протікають в більш короткі терміни і в м'якій формі. Поліпшується травлення і підвищується засвоєння кормів, відбувається стимулювання зростання риби. [78]

Питаннями повноцінної годівлі риби займаються вчені багатьох країн. Розвиток досліджень в області фізіології і обміну речовин гідробіонтів сприяє розробці нових і оновленню вже застосовуються в аквакультури рецептур комбікормів з додаванням до складу нових компонентів і кормових добавок.

Розвиток аквакультури кларієвого сома в Україні

Таблиця 2.2 - Технологія вирощування кларієвого сома в Україні

Етапи вирощування	Опис технологічного процесу	Умови та параметри	Тривалість
1. Інкубація ікри	Отримання заплідненої ікри в інкубаційних апаратах (наприклад, апаратах "Зуговського типу").	Температура води: 26-28°C. Рівень кисню: >6 мг/л.	24-36 годин
2. Вирощування личинок	Переміщення личинок у басейни для стартового годування.	Щільність: 300-500 личинок/л. Температура: 28-30°C.	7-10 діб
3. Вирощування малька	Переведення малька на гранульовані стартерні корми.	Годування: протеїнові корми (40-50%).	1 місяць

Етапи вирощування	Опис технологічного процесу	Умови та параметри	Тривалість
		Температура: 26-30°C.	
4. Підрощування молоді	Вирощування риби масою 50-200 г у басейнах або ставках.	Щільність посадки: 50-100 риб/м ³ . Температура: 28-32°C. FCR: 0.9-1.2.	2 місяці
5. Товарне вирощування	Доведення риби до товарної ваги (0.8-1.5 кг).	Щільність посадки: 20-40 риб/м ³ . Температура: 26-32°C.	4-6 місяців
6. Збір урожаю	Вилів товарної риби для реалізації.	Метод: частковий вилів або повне спорожнення басейнів.	Одноразово або поетапно

Додаткові параметри для вирощування:

Параметр	Оптимальне значення
Температура води	26-32°C (ідеальна для росту).
Кисень у воді	5-7 мг/л.
Кислотність (pH)	6.5-8.0.
Щільність посадки	20-100 риб/м ³ (залежно від етапу вирощування).
Годування	Корми з протеїном 40-50%, з додаванням жирів.

Технологія вирощування кларієвого сома дає змогу отримати високоякісну продукцію з високими темпами зростання, що робить цей вид привабливим для інвестицій в аквакультуру.

У останнє десятиліття аквакультура кларієвого сома в Україні стрімко розвивається завдяки використанню сучасних технологій, таких як рециркуляційні аквакультурні системи (RAS). Основні регіони вирощування: Київська, Харківська, Дніпропетровська області.

До технологій вирощування, що використовуються в Україні слід віднести:

- Рециркуляційні системи (RAS) - забезпечують контроль температури, якості води та рівня кисню; дозволяють вирощувати сома в умовах високої щільності.
- Інтенсивні ставкові господарства – вони менш поширені, але використовуються для вирощування сома в теплий сезон.

До переваг вирощування в Україні слід віднести те, що кларієвий сом адаптований до умов, які характерні для штучних середовищ, а м'ясо цього виду затребуване на внутрішньому ринку завдяки високій харчовій цінності.

Рентабельність господарств, що вирощують кларієвого сома, становить 20–30% завдяки швидкому росту риби та низьким витратам на корми. Собівартість 1 кг продукції — 40–50 грн, що дозволяє продавати сома за конкурентною ціною на ринку.

Основними споживачами - є ресторани, супермаркети та невеликі рибні господарства.

Популярність сома на українському ринку зростає завдяки доступній ціні та високій якості м'яса.

Результати вирощування кларієвого сома в Україні свідчать про значний потенціал цього напрямку аквакультури. Завдяки високій продуктивності, невибагливості до умов та попиту на ринку, кларієвий сом стає важливим об'єктом для розвитку рибництва в країні. Подальший успіх залежить від модернізації виробництва, впровадження інноваційних технологій та розширення ринків збуту.

2.2 Результати вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури в країнах Європи

Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є одним із найпопулярніших видів риб для інтенсивного вирощування в Європі завдяки його швидкому зростанню, стійкості до низького рівня кисню та високому попиту на м'ясо. В умовах інтенсивної аквакультури, особливо у рециркуляційних системах (ЗРС), цей вид забезпечує стабільну продуктивність та економічну вигоду, що робить його популярним вибором серед європейських фермерів.

Кларієвий сом добре пристосований до умов інтенсивної аквакультури. Він здатний витримувати високу щільність посадки та добре переносить низький рівень кисню, що робить його ідеальним для вирощування в закритих системах. Крім того, цей вид має високу адаптивність до змін температури, що дозволяє вирощувати його у приміщеннях із контрольованим кліматом в умовах європейських країн.

У країнах Європи широко використовуються такі методи для інтенсивного вирощування кларієвого сома (рис. 2.2):

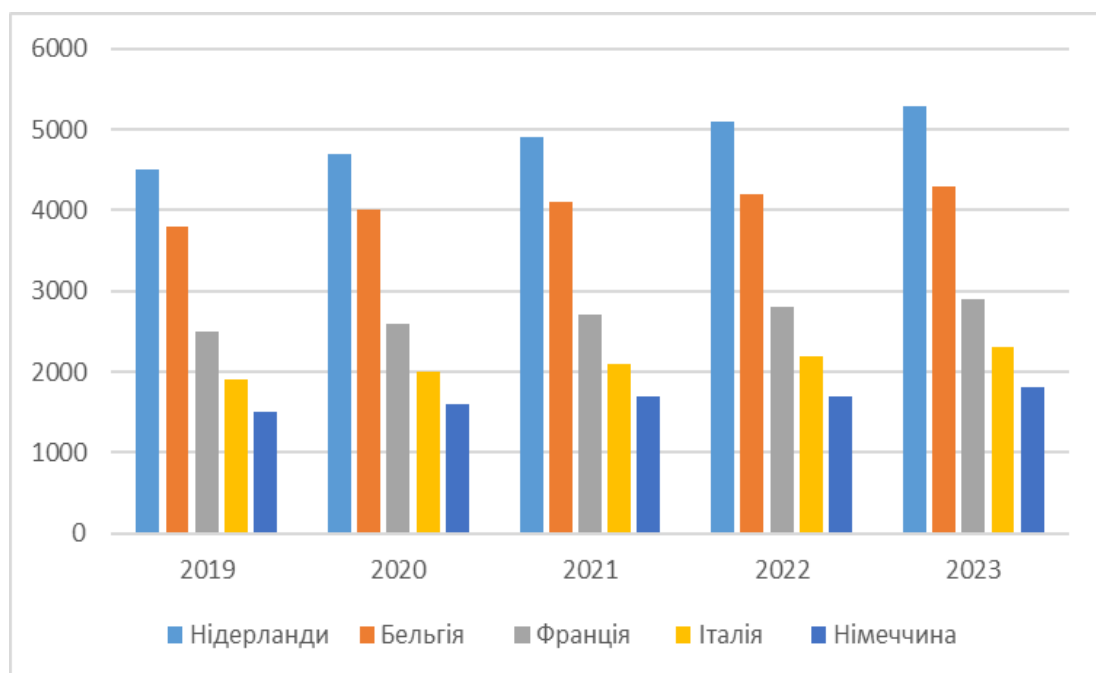


Рис. 2.2 - Виробництво кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в умовах інтенсивної аквакультури в Європі (тонн на рік)

– Рециркуляційні системи (ЗРС)– дозволяють підтримувати оптимальні умови для росту риби, забезпечуючи контроль якості води та температури.

– Тепличні системи з підігрівом води – використовуються у холодні сезони для забезпечення стабільного температурного режиму.

– Геотермальні системи – застосовуються у деяких країнах із доступом до природних гарячих джерел, що знижує енергетичні витрати.

Щодо результату вирощування кларієвого сома в Європі слід відмітити наступне:

1. Західна Європа (Нідерланди, Бельгія, Німеччина)

У Західній Європі інтенсивне вирощування кларієвого сома набуло популярності завдяки високому попиту на рибну продукцію.

До основних результатів відносяться:

– Висока щільність посадки – у ЗРС до 120 кг/м^2 , що дозволяє ефективно використовувати площу (рис. 2.3).

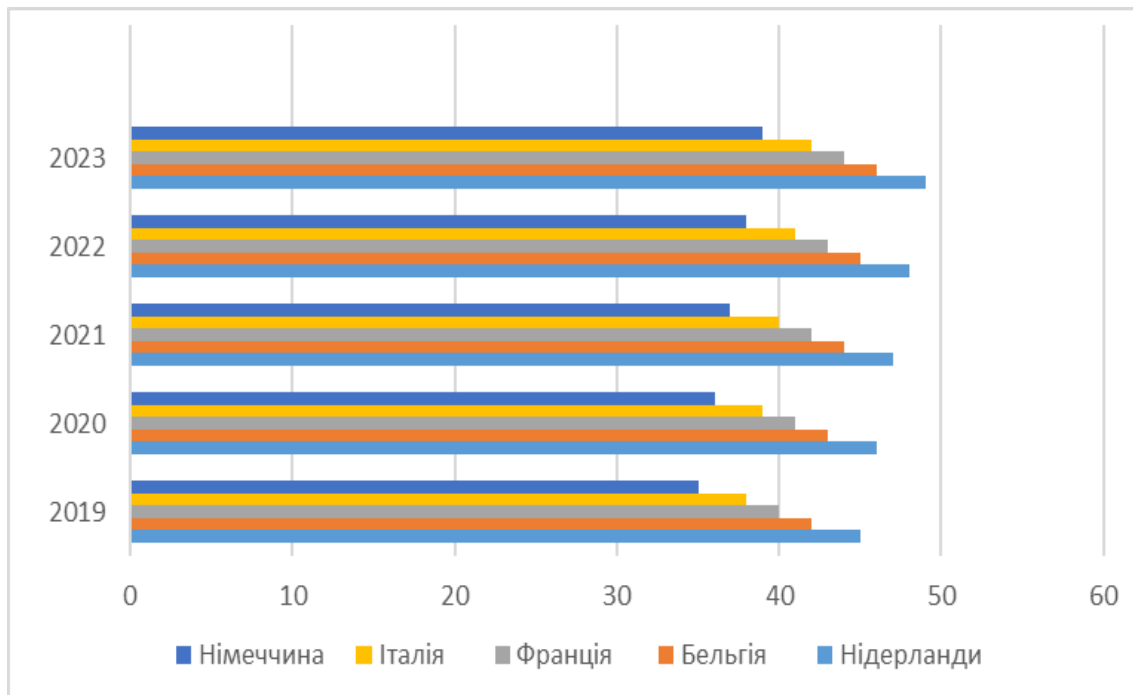


Рис. 2.3 - Середня щільність посадки кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури (кг/м^3)

- Швидкий ріст – риба досягає товарного розміру (1-1,5 кг) за 6-8 місяців при відповідному харчуванні та оптимальних умовах (табл. 2.3).
- Контроль якості води та автоматизація процесів годування, що підвищує рентабельність.

Таблиця 2.3 - Середній час вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури (місяців)

Країна	2019	2020	2021	2022	2023
Нідерланди	8	8	8	7.5	7.5
Бельгія	8	8	7.5	7.5	7.5
Франція	9	9	8.5	8	8
Італія	9	8.5	8.5	8	8
Німеччина	10	9.5	9	8.5	8.5

Проблемами є висока вартість енергії, особливо для обігріву води в зимовий період, а також необхідність підтримання суворих санітарних норм.

2. Східна Європа (Польща, Угорщина, Чехія)

У країнах Східної Європи вирощування кларієвого сома розвивається швидкими темпами завдяки інвестиціям та підтримці місцевих урядів:

- Ефективне використання ЗРС – із можливістю підтримувати стабільну температуру води за допомогою геотермальних джерел, що знижує витрати на обігрів.
- Підвищення рентабельності - завдяки низькій собівартості виробництва у порівнянні з Західною Європою.
- Швидкий ріст – кларієвий сом досягає товарної маси за 7-9 місяців при відповідній годівлі.

Основні проблеми включають необхідність підвищення контролю якості води та управління ризиком захворювань у ЗРС при високій щільності посадки.

3. Південна Європа (Іспанія, Італія, Греція)

У Південній Європі вирощування кларієвого сома є перспективним завдяки теплішому клімату, який дозволяє зменшити витрати на підігрів води:

- Зниження енергетичних витрат - у теплих регіонах, що підвищує рентабельність аквакультури.
- Швидкий ріст – завдяки стабільним теплим умовам риба досягає товарних розмірів за 6-7 місяців.
- Зростання експорту до інших країн Європи, що робить кларієвого сома одним із пріоритетних видів для рибної промисловості.

Основні труднощі включають потребу у регулярному контролі якості води через теплий клімат, що сприяє розмноженню бактерій і підвищує ризик захворювань.

Серед переваг інтенсивного вирощування кларієвого сома в Європі слід відмітити швидке досягнення товарних розмірів і високий попит на продукцію; можливість вирощування у високій щільності, що підвищує ефективність та високу адаптивність кларієвого сома до замкнутих систем і стійкість до низького рівня кисню у воді.

А, от, основними проблемами при вирощування є - високі витрати на енергоресурси для підтримання температури у холодні сезони; потреба в ретельному контролі якості води для запобігання захворюванням та підвищені витрати на облаштування та підтримку сучасних рециркуляційних систем.

Отже, вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури в Європі має високий потенціал та дозволяє ефективно задовольнити зростаючий попит на цю рибу. Кожен регіон Європи адаптує технології відповідно до своїх кліматичних і економічних умов, що сприяє стабільному виробництву і росту ринку. Незважаючи на високі витрати, інтенсивне вирощування кларієвого сома залишається рентабельним завдяки

використанню новітніх технологій, інвестиціям та підтримці урядів у галузі аквакультури.

2.3 Результати вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури в Америці та країнах Євразії

Попит на кларієвого сома зростає у багатьох країнах світу, і в кожному регіоні аквакультурні ферми розвивають свої підходи до інтенсивного вирощування цього виду. В Америці, Росії та Азії вирощування кларієвого сома набуває популярності і забезпечує високі виробничі показники завдяки адаптації до специфічних кліматичних і економічних умов (табл. 2.4).

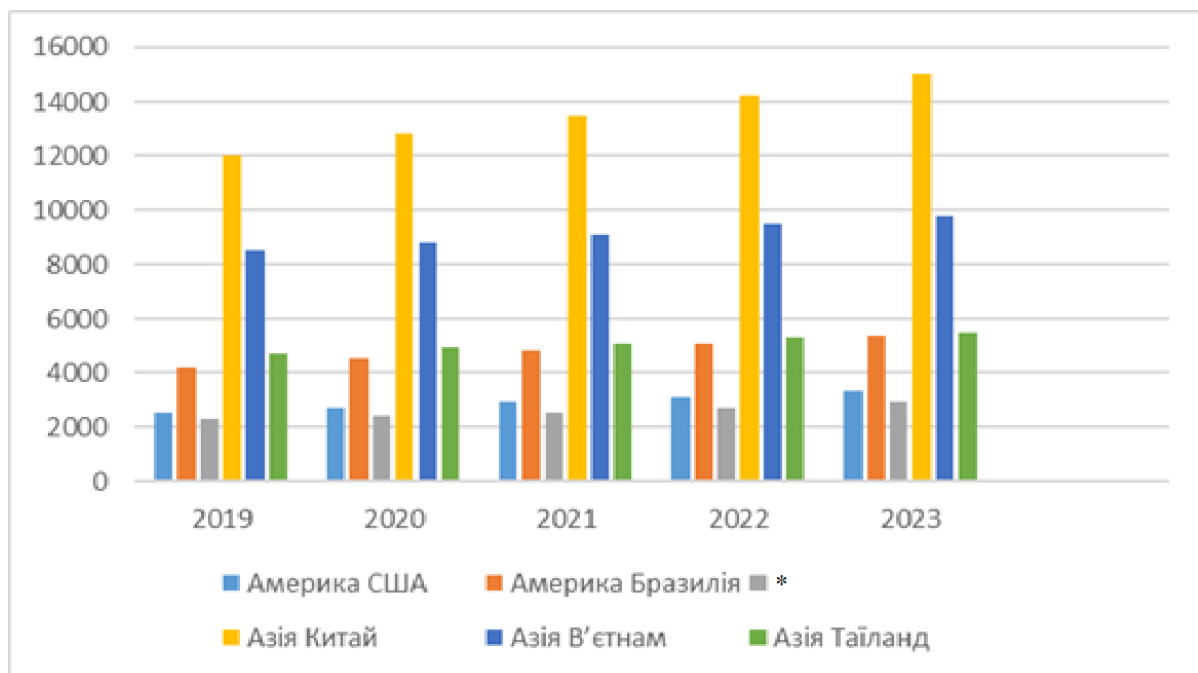


Рис. 2.4 - Виробництво кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в умовах інтенсивної аквакультури в Америці, * країни агресора та Азії (тонн на рік)

Результати вирощування у різних регіонах

1. Америка

В країнах Північної та Латинської Америки, особливо у США та Бразилії, кларієвий сом популярний завдяки своїй стійкості до хвороб та швидкому зростанню. Основні результати:

- Швидке зростання - до товарного розміру за 6-8 місяців за оптимальних умов годівлі.
- Щільність посадки - в ЗРС досягає 100-120 кг/м², що підвищує рентабельність.

Таблиця 2.4 - Середня щільність посадки кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури (кг/м³)

Регіон	Країна	2019	2020	2021	2022	2023
Америка	США	40	41	42	43	44
	Бразилія	42	43	44	45	46
Сх.Європа	Сх.Європа	42	42	43	45	45
Азія	Китай	48	49	50	51	52
	В'єтнам	46	47	48	49	50
	Таїланд	44	45	46	47	48

- Проблеми з охолодженням води - в деяких регіонах через підвищення температури влітку.
- Американські ферми досягають високої продуктивності завдяки автоматизації годування та систем очищення води.

2. Країни Східної Європи.

У країнах Східної Європи вирощування кларієвого сома в інтенсивній аквакультурі активно розвивається, зокрема у рециркуляційних системах у контрольованих теплих приміщеннях:

- Скорочені строки вирощування — риба досягає товарної маси за 8–10 місяців завдяки оптимізованим кормам і стабільному мікроклімату..

– Підтримка держави та ЄС — реалізуються програми фінансування та наукові проєкти для вдосконалення технологій інтенсивного вирощування.

– Висока вартість енергії для підігріву води - у холодний період потребують значних ресурсів на підігрів води в системах RAS

Ферми регіону досягають щільності посадки близько 40–60 кг/м³, що забезпечує продукцію як для внутрішнього, так і для експортного ринку.

3. Азія

Азія, особливо країни Південно-Східної Азії, такі як Таїланд, В'єтнам, Китай, є провідними регіонами з виробництва кларієвого сома, оскільки цей вид добре пристосований до тропічного клімату:

– Низька собівартість виробництва - завдяки теплим умовам, які дозволяють уникнути витрат на підігрів води.

– Висока щільність посадки до 120-150 кг/м² в рециркуляційних системах, що сприяє максимізації виробництва.

– Швидке зростання – до товарного розміру риба досягає за 5-7 місяців.

Таблиця 2.5 - Середній час вирощування кларієвого сома в умовах інтенсивної аквакультури (місяців)

Регіон	Країна	2019	2020	2021	2022	2023
Америка	США	8	8	7.5	7.5	7.5
	Бразилія	8	7.5	7.5	7	7
Сх.Європа	Сх.Європа	9	8.5	8.5	8	8
Азія	Китай	7.5	7.5	7	7	6.5
	В'єтнам	7.5	7	7	6.5	6.5
	Таїланд	8	7.5	7.5	7	7

– Ризик хвороб через високу щільність посадки і теплий клімат, що вимагає постійного контролю якості води.

Вирощування кларієвого сома в Азії є високорентабельним завдяки низьким витратам на корми і енергоносії, що робить цей регіон одним з найбільших експортерів кларієвого сома у світі.

Переваги та проблеми інтенсивного вирощування кларієвого сома в досліджених країнах такі ж як і в Європейських країнах.

Так, інтенсивне вирощування кларієвого сома в Америці, Росії та Азії показує високу ефективність і можливість адаптації до різних кліматичних умов. Застосування інтенсивних технологій у цих регіонах дозволяє скоротити час вирощування та підвищити рентабельність. Завдяки стійкості кларієвого сома до несприятливих умов і здатності переносити високу щільність посадки, цей вид стає популярним у світовій аквакультурі, а вирощування в ЗРС відкриває нові можливості для стабільного постачання рибної продукції на ринок.

3 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО ТА КЛАРІЄВОГО СОМІВ

Вирощування сомових риб (зокрема, звичайного сома та кларієвого сома) є одним із перспективних напрямків аквакультури. Попит на цю продукцію зумовлений її високими смаковими якостями, харчовою цінністю, низьким вмістом кісток і доступною ціною. Економічна ефективність вирощування залежить від витрат на корми, енергію, технології та ринкову ціну.

До ключових показників ефективності вирощування сомових риб відносяться переваги сомових риб із-за високої адаптивності, швидких темпів росту та рентабельності, а також фактори впливу на економіку вирощування – тобто витрати на корми, на системи вирощування та сам ринок збуту продукції.

Отже, сомові добре пристосовуються до різних умов, включаючи інтенсивне вирощування в замкнених системах водопостачання (RAS). Сомові мають високі темпи росту, особливо характерно для кларієвого сома, що досягає товарної маси за 6-8 місяців. Також вони мають низьку конверсію корму (FCR), що зменшує витрати на вирощування. Затрати на корми складають до 60% витрат виробництва. Важливо обирати якісні корми з високим вмістом протеїну. Системи вирощування сомових риб різні, як відкрите ставкове господарство так і інтенсивне вирощування у RAS. Ринок збуту залежність від регіонального попиту, конкуренції та можливості експорту.

Якщо провести порівняльний аналіз технологій вирощування сомів (табл.3.1) слід відмітити вклад інвестицій.

Таблиця 3.1 - Порівняльний аналіз технологій вирощування сомів

Параметр	Ставкове господарство	Замкнені системи водопостачання (RAS)
Інвестиції	Низькі	Високі
Продуктивність	2-5 тонн/га	40-60 кг/м ³
Контроль умов	Обмежений	Повний
Використання корму (FCR)	1.5-1.8	0.8-1.2
Темпи росту	Помірні	Високі
Рентабельність	10-30%	30-50%

Так, при садковому вирощуванні інвестиції будуть нижчі ніж при вирощуванні в установках RAS, продуктивність в системах RAS майже в 12 разів вища ніж при садковому вирощуванні, рентабельність також вища на 20%.

Економічний аналіз вирощування сомових риб (приклад на 10 тонн продукції) складаються з витрат, доходу та чистого прибутку (табл. 3.2)

Таблиця 3.2 - Основні статті витрат

Категорія витрат	Ставкове господарство (грн)	RAS (грн)
Закупівля малька	50,000-70,000	60,000-80,000
Корма	300,000-350,000	250,000-300,000
Електроенергія	20,000-30,000	70,000-100,000
Лікарські препарати	10,000-15,000	5,000-10,000
Інші витрати	15,000-20,000	20,000-25,000

Категорія витрат	Ставкове господарство (грн)	RAS (грн)
Загальні витрати	400,000-485,000	405,000-515,000

До витрат на виробництво відносяться: закупівля малька, закупівля якісного корму, витрати на електроенергію, закупівля лікарських препаратів, та інші витрати.

Таблиця 3.3 - Дохід і прибуток

Показник	Ставкове господарство (грн)	RAS (грн)
Дохід (90 грн/кг)	900,000	900,000
Чистий прибуток	415,000-500,000	385,000-495,000
Рентабельність (%)	20-30%	35-50%

Отже, вирощування сомових риб в Україні є економічно вигідним напрямком, що має потенціал для розвитку як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку.

Інтенсивне виробництво рибної продукції набуло важливого значення в сучасному світі. Зростаючий попит на якісну рибну продукцію, разом із необхідністю раціонального використання природних ресурсів, сприяє розвитку аквакультури. Серед популярних об'єктів інтенсивного вирощування – звичайний сом (*Silurus glanis*) та кларієвий сом (*Clarias gariepinus*). Даний реферат розглядає економічну ефективність вирощування цих видів, а також екологічні аспекти інтенсивного виробництва.

Економічна ефективність вирощування звичайного та кларієвого сомів:

1. Звичайний сом (*Silurus glanis*)

Економічна доцільність. Звичайний сом вирощується переважно у ставкових господарствах та рециркуляційних системах (ЗРАС). Він має

хороші смакові властивості та користується попитом на ринку. Однак, його вирощування може бути економічно менш вигідним через довший цикл росту в порівнянні з кларієвим сомом.

Продуктивність. Для досягнення промислової маси звичайного сома (1,5-3 кг) може знадобитися до 2-3 років. Така тривалість виробничого циклу впливає на економічну ефективність, оскільки збільшує витрати на корми та управління.

2. Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*)

Швидке зростання та висока рентабельність. Кларієвий сом є одним із найбільш швидкорослих видів, що робить його вигідним для вирощування в інтенсивних умовах. Тривалість виробничого циклу становить близько 6-12 місяців, що значно зменшує витрати на корми та обслуговування.

Інтенсивне вирощування. Кларієвий сом легко адаптується до умов інтенсивних систем, таких як ЗРАС. Це дозволяє забезпечувати постійний контроль якості води, температурного режиму, кисневого балансу та запобігати стресам у риби.

3. Порівняльний аналіз економічної ефективності

Кларієвий сом - виграє в аспекті швидкості росту, що дозволяє скоротити тривалість вирощування і підвищити економічну ефективність господарства.

Звичайний сом - є більш традиційним для регіону і має високі смакові якості, що робить його популярним на внутрішньому ринку, проте його вирощування потребує більше часу.

3.1 Економічна ефективність вирощування звичайного та кларієвого сомів в Україні

Рибництво є важливою галуззю аграрного сектору України, що має великий потенціал для розвитку. Вирощування сомів, зокрема звичайного та

кларієвого, набуває популярності завдяки високій рентабельності, адаптивності цих видів до умов вирощування, а також значному попиту на рибу на внутрішньому та міжнародному ринках.

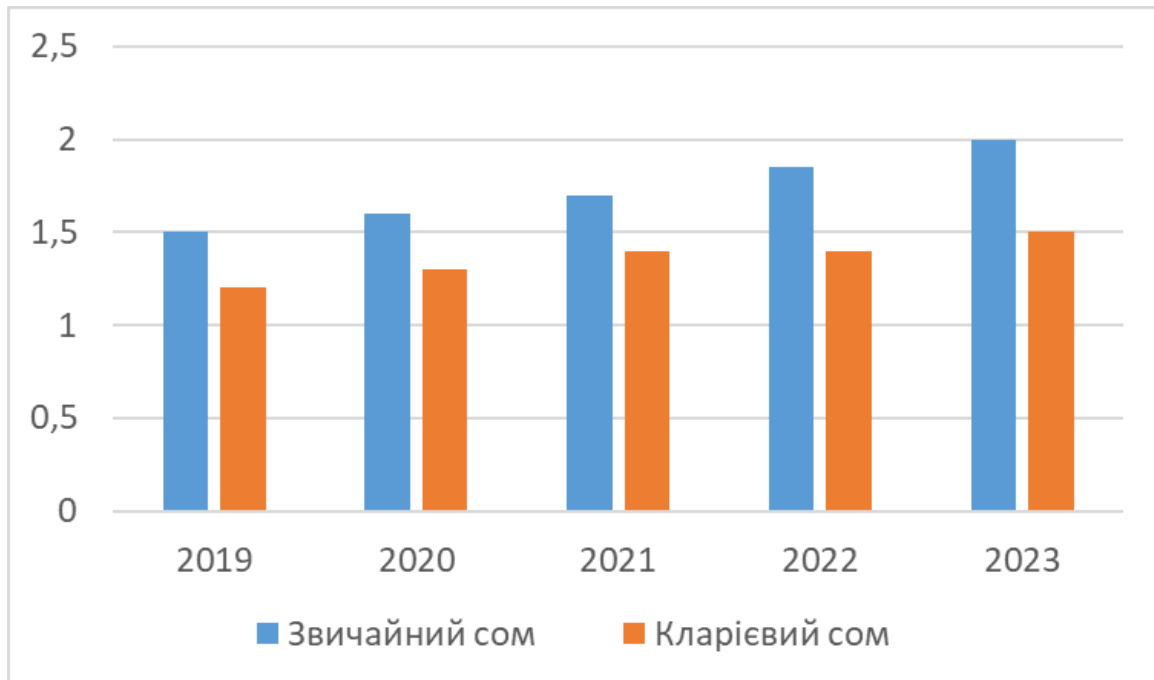


Рис. 3.1 -Динаміка продуктивності вирощування звичайного та кларієвого сомів в Україні за останні 5 років (тонн/рік)

Економічна ефективність вирощування залежить від багатьох факторів, таких як витрати на корми, енергоефективність, технології виробництва та ринкова ціна.

Таблиця 3.4 - Порівняльна характеристика звичайного та кларієвого сомів

Параметри	Звичайний сом	Кларієвий сом
Темпи росту	Помірні	Швидкі
Оптимальна температура	18-26°C	26-32°C
Конверсія корму (FCR)	1.2-1.5	0.8-1.2

Параметри	Звичайний сом	Кларієвий сом
Стійкість до хвороб	Середня	Висока
Технології вирощування	Відкриті водойми	Замкнені системи (RAS)
Ринкова ціна	70-90 грн/кг	90-120 грн/кг

Таблиця 3.5 - Економічний аналіз витрат на вирощування (на 1 тону продукції)

Категорія витрат	Звичайний сом (грн)	Кларієвий сом (грн)
Закупівля малька	10,000-15,000	15,000-20,000
Корма	40,000-50,000	35,000-45,000
Електроенергія	5,000-7,000	8,000-10,000
Лікарські препарати	2,000-3,000	1,000-2,000
Амортизація обладнання	5,000-6,000	8,000-9,000
Інші витрати	3,000-4,000	3,000-4,000
Загальні витрати	65,000-85,000	70,000-90,000

Із табл. 3.5 видно, що кларієвий сом демонструє вищу економічну ефективність завдяки швидким темпам зростання, нижчій конверсії корму та високій ринковій ціні. Однак, вирощування цього виду потребує сучасних систем замкненого водопостачання (RAS), що збільшує початкові інвестиції.

Таблиця 3.6 - Порівняння рентабельності

Показник	Звичайний сом	Кларієвий сом
Виробництво (кг/м ³ води)	10-15	20-30
Середній дохід з 1 тонни	90,000-120,000 грн	120,000-150,000 грн
Рентабельність	20-40%	35-50%

Як видно із табл. 3.6 звичайний сом краще підходить для вирощування у відкритих водоймах з нижчими інвестиціями, але його темпи росту та рентабельність нижчі.

Отже, для підвищення ефективності вирощування обох видів рекомендується: використовувати високоякісні корми; застосовувати сучасні технології управління аквакультурою; активно співпрацювати з ринками збуту, включаючи переробку рибної продукції.

Обидва види сомів є перспективними для вирощування в Україні, особливо в умовах попиту на екологічно чисту рибу. Вибір залежить від доступних ресурсів, технологій і цільового ринку.

Порівняння економічної ефективності та перспектив на ринку звичайного та кларієвого сомів

Таблиця 3.7 - Основні характеристики вирощування звичайного та кларієвого сомів

Параметр	Звичайний сом (<i>Silurus glanis</i>)	Кларієвий сом (<i>Clarias gariepinus</i>)
Темп росту	18–24 місяці до товарної ваги (1,5–3 кг)	6–8 місяців до товарної ваги (1,2–1,5 кг)
Щільність посадки	До 10 кг/м ³ у ставках, до 40 кг/м ³ в RAS	До 50 кг/м ³ у ставках, до 100 кг/м ³ в RAS
Температурний діапазон	4–30°C, оптимум 22–26°C	20–34°C, оптимум 28–30°C
Витрати корму (FCR)	1,2–1,6	0,9–1,2
Тип систем вирощування	Ставкові господарства, RAS	RAS, ставкові господарства, аквапоніка

Щоб проаналізувати економічну ефективність вирощування сомів необхідно враховувати собівартість продукції та рентабельність виробництва.

Отже, собівартість вирощування:

- Звичайний сом - собівартість вирощування 1 кг становить 50–70 грн залежно від технології. Основні витрати: корми, енергоресурси, аерація води в інтенсивних системах.
- Кларієвий сом - собівартість 1 кг становить 40–60 грн через нижчі витрати корму та швидший темп росту. Основні витрати: обладнання для підтримки високої температури у RAS, корм високої якості.

Рентабельність (табл. 3.8):

- Звичайний сом - рентабельність становить 20–25% для ставкових господарств, 30–35% у RAS. Підходить для довгострокових інвестицій, орієнтованих на традиційний ринок.
- Кларієвий сом - рентабельність 30–40% завдяки швидкому поверненню інвестицій. Підходить для інтенсивного виробництва з високим рівнем автоматизації.

Таблиця 3.8 - Показники продуктивності та рентабельності вирощування сомів

Країна	Вид сома	Середня вага при зборі (кг)	Рентабельність виробництва (%)
1	2	3	4
США	Звичайний	2.5	28
	Кларієвий	2.4	27
Китай	Звичайний	2.3	33
	Кларієвий	2.2	37
Бразилія	Звичайний	2.6	36
	Кларієвий	2.5	34

Країна	Вид сома	Середня вага при зборі (кг)	Рентабельність виробництва (%)
1	2	3	4
Сх.Європа	Звичайний	2.7	22
	Кларієвий	2.6	25
В'єтнам	Звичайний	2.4	38
	Кларієвий	2.3	36

Щодо перспективи на ринку, то слід оцінити попит та споживання, конкуренцію та потенціал експорту

Попит та споживання:

- Звичайний сом - м'ясо має традиційну популярність серед українських споживачів завдяки смаковим властивостям. Основні ринки - внутрішній (ринки, супермаркети), ресторани.
- Кларієвий сом - високий попит у закладах громадського харчування через зручність обробки (менше кісток). Активно просувається у мережах супермаркетів як "екзотична" продукція.

Конкуренція

- Звичайний сом - конкурує з іншими традиційними видами риби (короп, товстолоб). Обмежена конкуренція на експортному ринку через довгий період вирощування.
- Кларієвий сом - основний конкурент - тилапія та імпортований пангасіус. Має переваги завдяки локальному виробництву та можливості пропозиції свіжої продукції.

Потенціал експорту

- Звичайний сом - обмежений через високий час вирощування та вищу собівартість порівняно з імпортними альтернативами. Перспективний для європейських ринків як "екологічно чиста продукція".

- Кларієвий сом - має більший експортний потенціал завдяки швидкому вирощуванню та конкурентній собівартості. Популярний у країнах ЄС, де споживання риби стабільно зростає.

Порівняння переваг та недоліків

Критерій	Звичайний сом	Кларієвий сом
Виробничі переваги	Традиційний для України вид, невибагливий до корму	Швидке зростання, висока щільність посадки
Недоліки	Довгий час вирощування, потребує великих ставок	Залежність від температури, вартість RAS
Попит на ринку	Стабільний попит, популярний серед місцевих споживачів	Зростаючий попит, особливо у сегменті HoReCa
Експортний потенціал	Обмежений через високу собівартість	Високий завдяки швидкому вирощуванню та рентабельності

Отже звичайний сом перспективний для ставок господарств, орієнтованих на локальний ринок; він потребує оптимізації виробничих процесів для зниження собівартості.

Кларієвий сом ідеальний для інтенсивного виробництва у RAS завдяки швидкому росту та низькому FCR (табл. 3.9). Він має кращі перспективи для масштабування та виходу на експортні ринки.

Таблиця 3.9 - Середній коефіцієнт конверсії корму (FCR) та витрати на корм (USD) на тонну продукції

Країна	Вид сома	Коефіцієнт конверсії корму (FCR)	Витрати на корм (USD/т)
США	Звичайний	1.3	900
	Кларієвий	1.2	860
Китай	Звичайний	1.2	700
	Кларієвий	1.1	650
Бразилія	Звичайний	1.3	850
	Кларієвий	1.2	820
Сх.Європа	Звичайний	1.4	950
	Кларієвий	1.3	920
В'єтнам	Звичайний	1.2	650
	Кларієвий	1.1	620

Отже, для обох видів важливо використовувати екологічно чисті корми та сучасні технології, що зменшують вплив на навколишнє середовище. Інтеграція аквапоніки та акваферм дозволить знизити витрати та підвищити рентабельність. Розвиток маркетингу та брендингу для популяризації обох видів серед споживачів.

3.2 Економічні розрахунки ефективності вирощування сомів.

М'ясо сома є цінним продуктом: містить 17% білка та 5% жиру [21]. Для розрахунків при вирощуванні в садках з інтенсивним годуванням приймається маса сьоголіток - 200 г, товарної риби - 900 г. Вживання сьоголіток масою 1-5 г - 60%, 6-20 г -80,20-200 г - 90%, вихід за зимівлю

95%, виживання товарної риби – 80% [21].

Робоча плодючість сома 100 тис. приблизно, вихід 4- і 10-денних личинок по 60%, місячних (від 10-денних) - 90%, сьоголіток від місячних - 90%, тобто. від 100 тис. ембріонів можна отримати близько 30 тис. сьоголіток і 23 тис. дворічок, або 1 самка дає близько 20 т риби. Для інкубації достатньо 5 робочих самок, при 100% запасі - 10 самок [21].

Розрахунки показують, що основна частка витрат випадає на годівлю сома спеціальними кормами та на вартість садків. Площа садків під товарну рибу для отримання 50 кг/м² - 2 тис.м² [21].

Окупність витрат на вирощування у садочках можлива за 4 роки. При цьому необхідно: простих кормів (риба) для товарного сома – 500 т, спеціальних – 2500 кг. Натомість рентабельність -40% на рік. Для вирощування 20 самок та 30 самців-виробників та ремонту потрібно близько 150 м² площі садків [21].

Обладнання для вирощування осетрових та сома. Вітчизняна промисловість вже друге десятиліття серійно виробляє досить надійні в експлуатації лотки та басейни [21].

Склопластиковий лоток ЛПА призначений для підрощування личинок риб до життєздатних стадій в інкубаційних цехах. Є ємністю зі склопластику, з системою для підтримки заданого рівня і скидання води і ліхтарем-фільтром, що запобігає винесення личинок. Місткість обладнана нижнім водозливом, вбудованими опорами та ребрами жорсткості, що обмежують деформацію лотка [21].

Конструкція лотка забезпечує більш ефективну роботу, порівняно з існуючими моделями [21].

Басейн Н17-ЩА-2 може бути використаний для підрощування личинок та вирощування мальків та молоді сома протягом першого року життя [21].

Личинки, мальки та молодь поміщають у ємність, у нижній частині якої є водовідведення. Від джерела водопостачання вода надходить у

емність, проходить через сітку, вигнутий трубопровід і скидається у каналізацію. Рівень води регулюється поворотом трубопроводу. Сітка, встановлена в гніздо водовідведення, запобігає винесенню личинок, мальків та молоді потоком води[21].

Басейн Н17-ІЦА2 дозволяє підвищити вихід личинок та мальків за рахунок ліквідації застійних зон, що забезпечується конфігурацією ємності[21].

Лінія роздачі кормів у басейни (ІКТ) призначена для автоматизованої роздачі гранульованого корму в басейни та лотки площею до 4 м² кожен за регульованою програмою. Загальна площа басейнів та лотків, що обслуговуються лінією, до 160м² [21].

Лінія складається з кормороздавачів та блоку управління і застосовується в господарствах, що займаються розведенням личинок, мальків, молоді лососевих та інших видів риби [21].

Кормороздавачі ІКВ встановлюються по одному на кожен басейн. Вони складаються з бункера, живильника та скребків, укріплених на бункері. Кормороздавачі обладнані електродвигунами СД-54. На корпусі встановлено тумблер, призначений для емісцевого управління роботою кормороздатчика [21].

Регулювання дози корму кожного кормороздавача індивідуальне. Завантаження бункерів провадиться вручну. Величина дози корму встановлюється зазором між бункером та диском, а також часом обертання диска. У разі автоматичного режиму команди подаються на кормороздавачі за заданою програмою без участі обслуговуючого персоналу; при ручному режимі відбувається видача однієї безперервної команди, що задається обслуговуючою особою [21].

Світильники з лампами встановлені на початку та в кінці кожної лінії та призначені для світлової сигналізації годівлі риби. Застосування лінії роздачі кормів у рибних господарствах дозволить значно скоротити витрати [21].

Кормороздавальник ІКФ призначений для роздачі гранульованих кормів за заданою програмою в рибоводні вертикальні ємності-силоси при вирощуванні товарної риби в індустріальних установках [21].

Кормороздавальник складається з вібратора, розкидача, бункера з кришкою, коробки, кронштейнів [21].

Принцип дії кормороздавача заснований на використанні технологічної вібрації та потоку повітря, створюваних розкидачем для розподілу кормів поверхнею басейну [21].

Кормороздавальник працює наступним чином: корм, засипаний у бункер, під власною вагою надходить на тарілку розкидача, зміщується з неї завдяки вібрації. Потім, переміщаючись по поверхні конуса розкидача, потрапляє в повітряний потік, створюваний крильчаткою, і розноситься по поверхні басейну [21].

Робота кормороздавача здійснюється в автоматичному режимі командами з блоку управління Н17-ІЕВ або командами з АСУ ТП, в ручному режимі-натисканням кнопки на коробці [21].

Регулювання дози корму, що подається здійснюється за рахунок зміни тривалості видачі корму або зміни зазору між тарілкою розкидача і бункером кормороздавача [21].

Перевага кормороздавача ІКФ у порівнянні з аналогічними полягає в надійності роботи, простоті експлуатаційної настройки, монтажу та обслуговування. Підвищується також продуктивність та знижуються енерговитрати [21].

Транспортування молоді. Перевезення личинок, молоді та більших риб усередині господарства не становить труднощів. Тому в подібних випадках необхідно використовувати ті ж нормативи, що і для рослиноїдних риб [21].

Облік личинок під час перевезення у виростні садки ведеться візуально за зразком, мальків же - об'ємним способом. Відхід личинок, молоді у процесі внутрішньогосподарських перевезень не має

перевищувати 1-3% [21].

Характеристика садків. Стандартна лінія садків, що виготовляється Ставропольським ЗМЗ, має площу 1040 м². Садки для молоді рекомендуються об'ємом 4-12 м², для більших риб – 12-20 м² [21].

Матеріалами для виготовлення садків можуть бути тралова або латексована дель, сітка з нержавіючої сталі з вічком 14-20 мм (для ремонту), для 5-20-грамової молоді розмір вічка -12-20 мм, при 1-5-грамовій - 3- 5мм[21].

Садки повинні мати піддон з бортиками, оскільки сом -риба донна і поїдає їжу з дна. Можуть встановлюватись на понтонах, палях чи містках, а також мати містки [21].

Порівняння темпів росту, витрат корму та щільності посадки звичайного та кларієвого сомів

1. Темпи росту

- Звичайний сом росте повільніше через більший природний цикл дозрівання та залежність від температури води (оптимум 22–26°C).
- Кларієвий сом демонструє значно швидший ріст завдяки своїй фізіології та здатності інтенсивно засвоювати корм при оптимальних умовах (28–30°C).

2. Витрати корму (FCR)

- Звичайний сом споживає більше корму для досягнення приросту через довший цикл вирощування.
- Кларієвий сом має низький коефіцієнт конверсії корму (FCR), що робить його більш економічно вигідним для інтенсивного вирощування.

3. Щільність посадки

- Звичайний сом вимагає меншої щільності посадки, оскільки у високій щільності виникають стрес та ризик поширення хвороб.

- Кларієвий сом завдяки здатності дихати атмосферним повітрям переносить дуже високу щільність посадки, особливо у RAS, що дозволяє отримувати більшу продуктивність з одиниці площі.

Таблиця 3.10 - Порівняння темпів росту, витрат корму та щільності посадки звичайного та кларієвого сомів

Критерій	Звичайний сом (<i>Silurus glanis</i>)	Кларієвий сом (<i>Clarias gariepinus</i>)
Темпи росту	Досягнення товарної ваги (1,5–3 кг) за 18–24 місяці	Досягнення товарної ваги (1,2–1,5 кг) за 6–8 місяців
Витрати корму (FCR)	1,2–1,6 кг корму на 1 кг приросту	0,9–1,2 кг корму на 1 кг приросту
Щільність посадки	- У ставкових господарствах: до 10 кг/м ³	- У ставкових господарствах: до 50 кг/м ³
	- У RAS (рециркуляційних системах): до 40 кг/м ³	- У RAS (рециркуляційних системах): до 100 кг/м ³

Обидва види мають свої переваги, і вибір залежить від доступних технологій, фінансових ресурсів та цільового ринку.

1. Кларієвий сом є більш ефективним для інтенсивного виробництва завдяки швидкому зростанню, низьким витратам корму та високій щільності посадки.

2. Звичайний сом підходить для традиційних методів вирощування у ставках, орієнтованих на ринок преміум-класу через більші розміри та смакові характеристики.

3.3 Екологічні аспекти інтенсивного вирощування звичайного та кларієвого сомів

Розвиток аквакультури в сучасному світі є важливим напрямком забезпечення продовольчої безпеки. Вирощування риб в інтенсивних умовах дозволяє значно збільшити обсяги виробництва, проте супроводжується низкою екологічних викликів. Серед найбільш перспективних об'єктів аквакультури в Україні є сом звичайний (*Silurus glanis*) та кларієвий сом (*Clarias gariepinus*). Обидва види мають високу продуктивність і добре адаптовані до умов інтенсивного вирощування.

Інтенсивне вирощування риби супроводжується значним впливом на екосистеми. Це зумовлено високою щільністю посадки, використанням великих обсягів кормів і води, а також необхідністю застосування технологій для підтримання оптимальних умов вирощування.

До основних екологічних проблем інтенсивного вирощування відносять: забруднення води, значне споживання водних ресурсів, великі ризик поширення хвороб, значне енергоспоживання та значні ризики для місцевих екосистем

Забруднення води. Основні джерела забруднення - це залишки корму, продукти життєдіяльності риб (екскременти), хімічні засоби для дезінфекції та боротьби з хворобами. Наслідки на водні екосистеми: підвищення вмісту аміаку, нітратів і нітритів у воді, ризик евтрофікації водойм у випадку недосконалих ставкових систем, зниження якості води у рециркуляційних аквакультурних системах (RAS), якщо системи очищення неефективні.

Надмірне споживання ресурсів. Звичайний сом потребує значного обсягу води у ставкових системах, що може спричинити локальне виснаження водних джерел. Кларієвий сом, вирощуваний у RAS, споживає менше води, але потребує інтенсивного очищення її у системі. Для обох видів використовуються корми з високим вмістом білків, що іноді виготовляються з рибного борошна, що може тиснути на природні запаси

океанічної риби. Високий FCR (коефіцієнт корму) у звичайного сома порівняно з кларієвим підвищує навантаження на екосистему.

Ризик поширення хвороб. У високій щільності посадки у RAS та ставках зростає ризик бактеріальних, вірусних та паразитарних захворювань. Використання антибіотиків у разі епізоотій може спричинити їх накопичення у довкіллі, сприяючи розвитку антибіотикорезистентних бактерій.

Вирощування кларієвого сома у RAS потребує значних енергетичних ресурсів для забезпечення аерації, підігріву води та очищення. У ставкових системах для звичайного сома потреби в енергії менші, але такі системи вразливі до змін кліматичних умов (засухи, холодні зими).

Ризики для місцевих екосистем. Вирощування кларієвого сома у водоймах нехарактерних регіонів може призвести до його інвазії в природні екосистеми та витіснення місцевих видів. Звичайний сом може змінювати харчові ланцюги у природних водоймах через свій хижий характер. Інтенсивне розведення з використанням обмеженого генофонду може призвести до генетичного збіднення та підвищення чутливості до захворювань.

Для того щоб мінімізувати шляхи екологічного впливу необхідне використання системи фільтрації у RAS - використовувати біофільтри для видалення аміаку, нітратів та інших забруднювачів та ультрафіолетові та озонові системи для дезінфекції води. Також необхідно проводити оптимізацію годівлі риб використовувати високоякісні корми із низьким FCR та впроваджувати автоматизовані системи годування для зменшення залишків корму. Необхіден перехід до сталих кормів, тобто зменшення залежності від рибного борошна та використання альтернативних білків, таких як соя, комахи або водорості.

Моніторинг та контроль якості води є необхідним для постійного контролю за екологічним станом водного об'єкта. Постійний контроль параметрів води: вміст кисню, рівень аміаку, рН приводить до контролю за

якістю води. Можна використовувати сенсори та автоматизовані системи моніторингу.

Для мінімізації наслідків на водну екосистему можна впроваджувати інтегровані системи такі як аквапоніка – тобто поєднання вирощування риби з культивуванням рослин, що використовують продукти життєдіяльності риби як добриво та полікультура - вирощування кількох видів риби та інших організмів, які взаємодоповнюють екосистему. Також необхідне створення захищених систем із фізичними бар'єрами для запобігання потраплянню риби у природні водойми. Інтенсивне вирощування риби генерує значну кількість відходів, що включають як залишки кормів, так і продукти життєдіяльності риби. Застосування біофільтрів, нітрифікаційних установок та інших систем очищення дозволяє знизити негативний вплив на довкілля.

Порівняння екологічного впливу звичайного та кларієвого сомів

Аспект	Звичайний сом	Кларієвий сом
Водоспоживання	Високе у ставкових системах	Низьке у RAS, високе у ставках
Забруднення води	Помірне	Високе через високу щільність посадки
Енергоспоживання	Низьке у ставках	Високе у RAS
Ризик поширення хвороб	Помірний через низьку щільність посадки	Високий через інтенсивність вирощування
Інвазійні ризики	Низький у природних умовах України	Високий у разі втечі у природні водойми

Отже підсумовуючи, слід сказати:

1. Звичайний сом має менший екологічний вплив у ставкових системах, проте менш ефективний з економічної точки зору.

2. Кларієвий сом демонструє високі виробничі показники, але потребує ефективних екологічних рішень для зниження ризиків забруднення та використання ресурсів.

3. Інтеграція екологічних технологій, таких як аквапоніка, автоматизовані системи контролю та сталий менеджмент, дозволить мінімізувати екологічний вплив і підвищити стійкість аквакультури.

ВИСНОВКИ

Розвиток аквакультури в сучасному світі є важливим напрямком забезпечення продовольчої безпеки. Вирощування риб в інтенсивних умовах дозволяє значно збільшити обсяги виробництва, проте супроводжується низкою екологічних викликів. Серед найбільш перспективних об'єктів аквакультури в Україні є сом звичайний (*Silurus glanis*) та кларієвий сом (*Clarias gariepinus*). Обидва види мають високу продуктивність і добре адаптовані до умов інтенсивного вирощування.

У процесі дослідження було проведено порівняльний аналіз вирощування звичайного (*Silurus glanis*) та кларієвого (*Clarias gariepinus*) сомів в умовах інтенсивного аквакультурного виробництва. На основі отриманих даних можна зробити такі висновки:

1. Біологічні особливості досліджуваних видів

Кларієвий сом показав більшу стійкість до змін фізико-хімічних параметрів водного середовища (температури, кисневого режиму), що робить його перспективним об'єктом вирощування у системах із замкнутим водопостачанням (СЗВ).

Звичайний сом вимагає більше уваги до якості води, проте характеризується вищими смаковими властивостями, що забезпечує його популярність серед споживачів.

2. Продуктивність вирощування

Темпи росту та коефіцієнт конверсії корму у кларієвого сома були значно вищими у порівнянні із звичайним сомом. Зокрема, кларієвий сом досягав товарної маси (1-1,5 кг) на 20-25% швидше.

Звичайний сом продемонстрував більшу адаптивність до традиційних ставкових систем, що робить його економічно ефективним для підприємств з доступом до відкритих водойм.

3. Економічна ефективність

Витрати на вирощування кларієвого сома в умовах СЗВ були вищими через необхідність підтримання технологічно складного середовища, проте прибутковість виробництва компенсувалась за рахунок швидших темпів росту і меншого споживання корму.

Звичайний сом продемонстрував стабільно високу рентабельність у ставкових умовах завдяки нижчим витратам на обладнання і догляд.

4. Екологічні аспекти

Інтенсивне вирощування кларієвого сома дозволяє зменшити навантаження на природні водойми, але потребує особливої уваги до систем очищення води у СЗВ, що знижує екологічний ризик.

Звичайний сом має менший екологічний вплив у ставкових системах, проте менш ефективний з економічної точки зору. Вирощування звичайного сома в ставках може призводити до евтрофікації водойм при недостатньому контролі за залишками корму та органічних речовин.

Кларієвий сом демонструє високі виробничі показники, але потребує ефективних екологічних рішень для зниження ризиків забруднення та використання ресурсів.

Інтеграція екологічних технологій, таких як аквапоніка, автоматизовані системи контролю та сталий менеджмент, дозволить мінімізувати екологічний вплив і підвищити стійкість аквакультури.

5. Споживчі характеристики

М'ясо звичайного сома має більш насичений смак, що робить його перевагою на ринку для преміального сегмента.

Кларієвий сом є конкурентоспроможним завдяки низькій собівартості продукції та універсальності використання у переробній промисловості.

Результати роботи свідчать, що обидва види сомів мають високий потенціал для розвитку аквакультури в умовах інтенсивного виробництва. Кларієвий сом є більш перспективним для високотехнологічних підприємств

з огляду на швидкість росту та економічну ефективність, тоді як звичайний сом зберігає свої конкурентні переваги для традиційних методів рибництва. Оптимізація виробничих процесів та використання сучасних технологій дозволить підвищити рентабельність виробництва і сприятиме забезпеченню продовольчої безпеки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Басенко, О. М. (2018). Основи аквакультури: технології вирощування риб. Київ: Видавництво «Аграрна освіта».
2. Ткаченко, О. П. (2019). Інтенсивні технології аквакультури . Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна.
3. Мойсеєнко, О. В. (2020). Вирощування риб у системах інтенсивної аквакультури . Одеса: Одеська національна академія харчових технологій.
4. Петров, В. П., & Сидоренко, І. А. (2021). Порівняльний аналіз росту та продуктивності звичайного та кларієвого сомів у вирощуванні. Науковий вісник НУХТ , 29(1), 45-52.
5. Шевченко, М. В. (2020). Вплив умов аквакультури на продуктивність сомів. Журнал рибництва та водних ресурсів , 17(3), 88-95.
6. Коваленко, Ю. Г. (2019). Економічні аспекти вирощування кларієвого сомика в інтенсивних системах. Вісник аграрної науки , 26(2), 112-118.
7. Грищенко, Т. В. (2020). Технології вирощування сомів в умовах інтенсивної аквакультури: магістерська робота. Київ: НУХТ.
8. Мельник, І. С. (2021). Порівняльний аналіз вирощування звичайного та кларієвого сомів: дипломна робота. Одеса: ОНАХТ.
9. FAO (Продовольча і сільськогосподарська організація ООН) - інформація про аквакультуру та рибальство, зокрема щодо сомів.
10. Державний комітет статистики України - дані про аквакультурне виробництво в Україні.
11. Звіт про розвиток аквакультури в Україні . (2022). Міністерство аграрної політики та продовольства України.
12. Технічний звіт: Сучасні методи вирощування риб у аквакультурі . (2021). Інститут гідробіології НАН України.
13. FAO. World Aquaculture Production . Рим: FAO, 2023.

14. Міністерство аграрної політики України. Статистика аквакультури України, 2022.
15. Клімчук С.О. Екологічні аспекти інтенсивного рибництва в Україні. Київ: Науковий центр рибного господарства, 2021.
16. Дослідник В.В., Петренко І.М. Ефективність вирощування кларієвого сома в інтенсивних системах. Журнал "Аквакультура", 2022.
17. Сидоренко В.В., Петрова І.М. Перспективи розвитку аквакультури сомових в Україні. Журнал "Рибне господарство", 2021.
18. Клімчук С.О. Сучасні методи вирощування сомових у рециркуляційних системах. Київ: Науковий центр рибного господарства, 2022.
19. Бондаренко, В. В. (2018). "Технології вирощування сомів в установках замкнутого водопостачання". Київ: Агроосвіта.
20. Герасимчук, М. Ф., & Іваненко, О. М. (2020). "Основи інтенсивного вирощування риб". Харків: Видавництво ХНУ.
21. Панасюк, І. О. (2017). "Особливості біології кларієвого сома в умовах штучного вирощування". Журнал аквакультури, 5(2), 12-18.
22. Новіков, Ю. В. (2019). "Технологічні аспекти годівлі сомів у РАС". Науковий вісник НУБіП, 7(3), 45-50.
23. Гречаник, І. Г. (2021). "Порівняльна продуктивність африканського і звичайного сома в Україні". Вісник аграрної науки, 4(6), 89-93.
24. Necht, T., & Uys, W. (1997). "Culture of African Catfish (*Clarias gariepinus*)". FAO Fisheries Technical Paper No. 362.
25. Van Weerd, J. H. (1995). "Nutrition and growth in *Clarias gariepinus*: A review". Aquaculture, 129(1-4), 69-96.
26. Bonga, S. W., & Komen, H. (2009). "The African Catfish *Clarias gariepinus*". Journal of Aquatic Sciences, 3(8), 23-34.
27. Madu, C. T., & Sogbesan, O. A. (2004). "Optimization of feeding practices for African Catfish in aquaculture". Journal of Applied Aquaculture, 13(1), 85-92.

28. Rakocy, J. E. (2012). "Aquaponics: Integrated Fish and Plant Production". Agricultural Experiment Station, University of the Virgin Islands.
29. Schrama, J. W., et al. (2017). "Feeding strategies for *Clarias gariepinus* in intensive systems". *Aquaculture Research*, 48(5), 1204-1217.
30. Oliveira, F., et al. (2016). "Growth performance of African and European catfish in recirculating aquaculture systems". *Aquaculture International*, 24(4), 901-912.
31. Nematollahi, M. A., et al. (2018). "Comparison of growth parameters in *Clarias gariepinus* and *Silurus glanis*". *Iranian Journal of Fisheries Science*, 17(2), 235-245.
32. Bosch, J., et al. (2019). "Effects of water quality on catfish production in RAS". *Aquaculture Environment Interactions*, 11(3), 147-155.
33. Verreth, J., et al. (2020). "Nutritional adaptations in catfish species in aquaculture systems". *Reviews in Aquaculture*, 12(1), 45-67.
34. Boyd, C. E. (2020). "Water Quality in Aquaculture: Principles and Practices". Springer.
35. Timmons, M. B., & Ebeling, J. M. (2013). "Recirculating Aquaculture". Cayuga Aqua Ventures.
36. Pillay, T. V. R. (2008). "Aquaculture Principles and Practices". Blackwell Publishing.
37. Beveridge, M. C. M. (1996). "Cage Aquaculture". Fishing News Books.
38. FAO (2018). "The State of World Fisheries and Aquaculture". FAO Publications.
39. Асмаєва, А. В. (2020). "Екологічні аспекти вирощування риб у замкнених системах". *Казанський науковий вісник*, 7(2), 33-41.
40. Лаврова, Т. М., & Пахомов, І. М. (2019). "Проблеми та перспективи аквакультури в умовах зміни клімату". *Донецький науковий журнал*, 15(5), 54-60.
41. Wang, J., et al. (2020). "*Clarias* species in Southeast Asia: A case study". *Asian Fisheries Science*, 29(2), 125-132.

- 42.FAO (2016). "Recirculating Aquaculture Systems: Best Practices Manual". Rome.
- 43.Adesulu, E. A., & Mustapha, A. K. (2009). "Growth comparison in African catfish hybrids". *Journal of Fisheries Science*, 5(1), 32-45.
- 44.El-Sayed, A. F. M. (2006). "Tilapia Culture". CABI Publishing.
- 45.Кузнєцов, С. В. (2021). "Сучасні підходи до розведення аквакультурних видів". *Журнал екології та біотехнологій*, 9(3), 78-85.
- 46.Jamu, D. M., & Ayinla, O. A. (2003). "Sustainable aquaculture development in Africa". *WorldFish Center Discussion Series No. 30*.
- 47.Екокоту, Р. А. (2019). "Comparative economic analysis of African and European catfish farming". *Nigerian Journal of Fisheries*, 15(4), 87-93.
- 48.Каменєв, О. Г. (2022). "Економічна ефективність вирощування кларієвого сома". *Економіка сільського господарства*, 4(1), 22-28.