

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

07.07 – КР. 1973 «С» 2023.31.10. 026 ПЗ

КИСЕЛЬОВОЇ ОЛЕКСАНДРИ МИХАЙЛІВНИ

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри аквакультури

(назва кафедри)

_____ В. Бех
(підпис) (ПІБ)

“ ” _____ 2024 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему « Технологічні особливості вирощування доради *Sparus aurata* у морських садках та в рециркуляційних аквасистемах»

Спеціальність 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»
(код і назва)

Гарант освітньої програми

К.С.-Г.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Хижняк М.І.
(ПІБ)

**Керівники бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

К.С.-Г.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Коваленко В.О.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Кисельова О.М.
(ПІБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет тваринництва та водних біоресурсів**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри аквакультури

Д.С.-Г.Н., професор _____ Віталій БЕХ
(науковий ступінь та вчене звання)
“ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту
КИСЕЛЬОВІЙ ОЛЕКСАНДРІ МИХАЙЛІВНІ

Спеціальність _____ 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»
(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: « Технологічні особливості вирощування доради *Sparus aurata* у морських садках та в рециркуляційних аквасистемах» затверджена наказом ректора НУБіП України від «31» жовтня 2023 р. № 1973 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: «15» травня 2024 р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: літературні джерела щодо біологічних особливостей дорадо, господарське значення та об'єми вирощування дорадо, вивчення технологічного процесу вирощування дорадо в морських садках та в рециркуляційних аквасистемах, порівняння двох процесів вирощування

Перелік питань, які потрібно розробити: аналіз та узагальнення інформаційних джерел щодо рибницько-біологічних характеристик дорадо; вивчення та аналіз ефективності 2-ох технологій відтворення дорадо; підготувати висновки щодо переваг між вирощуванням в даних аквасистемах

Перелік графічних документів (за потреби) рисунки, таблиці

Дата видачі завдання “05” листопада 2023 р.

**Керівники бакалаврської
Кваліфікаційної роботи**

_____ **Коваленко В.О.**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Завдання прийняв до виконання

_____ **Кисельова О. М.**

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Таксономія та середовище існування Золотистого спара.....	9
1.2. Господарське значення Золотистого спара.....	11
1.3. Об'єми вирощування та проблема втечі Золотистого спара у світі....	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА...	18
3.1. Стадії розвитку Золотистого спара	18
3.2. Характеристики та вимоги до росту	21
3.3. Генетична інформація про популяції Золотистого спара....	28
3.4. Практика розведення та вирощування	29
3.4.1 Історія	29
3.4.2 Виробництво та торгівля	29
3.4.3 Вирощування морського спара від інкубатора до вилову.....	30
3.4.4 Опис системи садкового вирощування та її компонентів, збір даних та інвентаризація життєвого циклу.....	36
3.4.5 Вирощування Золотистого спара в УЗВ	39
3.5 Порівняльна характеристика вирощування в садках та в системах УЗВ.....	41
3.6 Захворювання Золотистого спара.....	51
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

РЕФЕРАТ

Кисельова О. М. «Технологічні особливості вирощування доради *Sparus aurata* у морських садках та в рециркуляційних аквасистемах».

Бакалаврська кваліфікаційна робота складає 74 сторінок друкованого тексту, яка містить 4 таблиці, а також 10 рисунків. У списку використаних джерел 125 найменувань, досить повний та включає як вітчизняні, так і зарубіжні публікації різних науковців.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі викладений матеріал, що стосується технологій вирощування доради у морських садках та в рециркуляційних аквасистемах.

Актуальність теми. Актуальність цієї теми полягає в тому, щоб визначити переваги вирощування всім нам відомої доради в морських садках порівняно з рециркуляційними системами. Це порівняння дасть змогу в майбутньому просунути ідею вирощування доради в Україні, що на мою думку є великою перевагою ніж імпортувати її з-за кордону. Якщо вдасться побудувати та вирощувати дораду в Україні, це буде новою ступінню, яка перейде українська аквакультура.

Мета роботи полягає у тому, щоб визначити особливості, та порівняти вирощування доради в морських садках та в рециркуляційних аквасистемах.

Об'єкт дослідження – дорадо або Золотистий спар (*Sparus aurata*).

Предмет дослідження – теоретичне обґрунтування технологій між вирощуванням в морських садках та рециркуляційних аквасистемах.

Завдання бакалаврської кваліфікаційної роботи:

- визначити таксономію, середовище поширення, біологію, господарське значення доради
- описати вирощування доради в морських садках;

- надати характеристику вирощування доради в рециркуляційних аквасистемах;
- порівняти вирощування доради в морських садках та в рециркуляційних аквасистемах;
- зробити висновки щодо опрацьованого матеріалу.

Практичне значення одержаних результатів. Проведений ретельний аналіз та порівняння технології вирощування золотистого спара морських садках та в рециркуляційних аквасистемах, що дозволить зробити вирощування в рециркуляційних системах привабливим для аквакультури України, а опис технологічної схеми сприятиме кращому розумінню основних технологічних процесів його відтворення.

Ключові слова: *аквакультура, золотистий спар, вирощування дорадо в морських садках, вирощування дорадо в рециркуляційних системах, порівняння.*

ВСТУП

Протягом останнього десятиліття світове виробництво аквакультури постійно зростало, зберігаючи свою позицію одного з найбільш швидкозростаючих видів виробничої діяльності у світі. У Середземноморському регіоні виробництво аквакультури в основному оцінюється в культурі морського окуня, морського спара, форелі та лосося. Промислове вирощування морського окуня (*Dicentrarchus labrax*) та морського спара (*Sparus aurata*) швидко розвивалося в цьому регіоні протягом останніх 12-15 років, і виробництво досягло майже 90 тис. тонн у 2000 році, тоді як у 2005 році очікується виробництво понад 100 тис. тонн. Греція є одним з найбільших виробників морського спара і морського окуня в цьому регіоні, на її частку припадає понад 45-48% середземноморського виробництва і 55-60% європейського. [2]

Незважаючи на те, що Греція є одним з найбільших виробників морської аквакультури в Середземному морі, цей вид культури не настільки поширений по всій країні, як у Північній Греції. У цьому великому регіоні цей тип рибництва обмежений, головним чином через просторові обмеження необхідних площ для створення інтенсивних установок з морською водою з використанням «морських кліток», що є домінуючою технологією рибництва, яка добре зарекомендувала себе в закритих, добре захищених затоках на решті території країни. [2] У Північній Греції більшість прибережних територій не є настільки захищеними, і вони відкриті для відкритого моря, або ж вони є дуже важливими територіями через їх туристичний розвиток.

Як очевидно випливає з вищесказаного, певні регіони не тільки в Греції, але й в усьому світі потребують розробки альтернативних технологій для вирощування таких цінних видів, як морський спар і морський окунь, щоб задовольнити потреби місцевого ринку, або ж для розвитку власної аквакультури України. У цій роботі описується та порівнюється одночасне інтенсивне вирощування морського

Золотистого спара (*Sparus aurata*) з альтернативними методами вирощування з використанням «закритих рециркуляційних систем», (тобто УЗВ), «відкритих рибницьких резервуарів» та «рибницьких садків» у лагунах. Основною метою цієї роботи є створення нових екологічно чистих технологій вирощування морських видів риб, добре адаптованих до середовища, в якому вони мешкають, що дасть альтернативні можливості для розвитку аквакультури не тільки України, а у всьому світі.[3]

Золотоголовий морський сапр, один з основних видів середземноморської аквакультури, посідає 33 місце серед найбільш вирощуваних видів риб з оціночним річним обсягом виробництва 258 754 т/рік. Про його значний економічний потенціал свідчить світовий експорт у 2018 році, який склав 130 042 тонни на суму 653 мільйони доларів США, та імпорт - 100 584 тонни на суму 532 мільйони доларів США [8]. Таким чином, золотистий морський сапр виділяється як ключовий вид в аквакультурі Середземномор'я, перевершуючи багато інших, і з роками став важливою темою для досліджень [1,9-13]. Краще знання їхніх функціональних і біологічних характеристик та молекулярних шляхів значно покращило їхні аквакультурні аспекти, а саме їхній репродуктивний успіх, виживання та ріст [14-17]. Як і більшість телеотів, золотоголовий морський сапр демонструє невизначений ріст, при цьому м'язова маса збільшується за рахунок гіперплазії та гіпертрофії [18], а перший товарний розмір від 300 до 500 г попередньо відгодованої риби досягається від 18 до 24 місяців, залежно від умов вирощування [19].

Незважаючи на те, що індустрія аквакультури морського сапра досягла значного прогресу, умови вирощування все ще далекі від ідеальних, що призводить до частих проблем і значних економічних втрат [20-23].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Таксономія та середовище існування Золотистого спара

Золотистий спар (*Sparus aurata*), відомий як дорада, є унікальним видом роду *Sparus*, який дав назву всій родині шпратових (*Sparidae*). Він належить до надкласу променеперих риб *Actinopterygii*, класу *Osteichthyes*, ряду *Perciformes* (окунеподібні) [24].

Морський спар характеризується сріблясто-сірим листовидним тілом, що нагадує за формою блискучий металевий наконечник списа, звідси і назва роду "*Sparus*" [24,25]. Він має кілька інших характерних ознак, включаючи помітну чорну ділянку на початку бічної лінії, що розширюється на вищому краю променя. Профіль голови правильно вигнутий із золотистою лобовою смугою, що розділяє два малих ока; отже, номенклатура виду походить від латинського терміну "*auratus*", що означає "золотий". Має спинний плавець з 11 шипами, яким передують 13-14 м'яких променів, і анальний плавець з 11-12 м'якими променями і 3 шипами, безлускатий преоперкул і лускаті щоки (рис.1.1.1) [25].

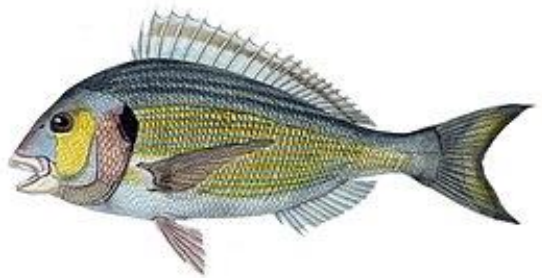


Рис. 1.1.1. Золотистий спар

У дикій природі він мешкає невеликими косяками або тримається поодиноці на піщаному морському дні, в заростях морської трави, в зоні прибою або хвилелому, часто на глибині близько 30 м, а дорослих особин іноді спостерігали на

глибині до 150 м. Це малорухлива евритермна і евригалінна риба, яка може переносити широкий діапазон температур і солоності, тому часто зустрічається в естуаріях і прибережних водах [13,24]. Золотоголовий морський спар адаптується, змінюючи свої харчові звички залежно від наявності ресурсів у своєму середовищі існування, будучи опортуністичним годувальником [26]. Його раціон складається з багатощетинкових червів, голкошкірих і телеотів, але переважно з двостулкових молюсків і черевоногих молюсків [26,27]. Відзначається також епізодичне споживання асцидій, водоростей і мохоподібних, що підкреслює всеїдну стратегію харчування [27].

Він відомий як звичайна субтропічна риба теплих прибережних вод, поширена в регіоні від 62 градусів північної широти до 15 градусів північної широти і від 17 градусів західної довготи до 43 градусів східної довготи, що включає Чорне і Середземне моря, а також східну частину Атлантичного океану (рис. 1.1.2.) Однак нещодавнє збільшення кількості відловів в Англії та Ірландії довело поширення цього виду в Кельтському морі та холодних водах Ла-Маншу [28].



Рис. 1.1.2. Регіон поширення Золотистого спара

1.2 Господарське значення Золотистого спара

Золотистий спар (*Sparus aurata*) – популярна риба Середземномор'я та Карибських островів. Риба здобула свою популярність в епоху Стародавнього Риму. Її спеціально вирощували у водоймах та басейнах. Зараз морського спара розводять у Туреччині, Італії, Іспанії, Греції та Франції.

Вирощування в штучних умовах, у чистій воді досить затратне, повний цикл триває приблизно півтора роки, потрібен спеціальний корм, який дозволяє вирости рибі до потрібних розмірів і менше зазнавати захворювань, звичайно, це відбивається на вартості кінцевого продукту.

Найпопулярніші види це «сіра» та «королівська» . Продукт вважається делікатесом, що цінується за смак м'яса. Воно щільне, ніжне, злегка солодкувате

ароматне, містить мало кісток, у королівської доради м'ясо ніжніше з рожевим відтінком.

Дорадо містить багато вітамінів макро і мікроелементів, які сприятливо впливають на організм людини. Люди які підтримують здорове харчування та низьковуглеводі дієти оцінять рибу за дієтичні якості. Поживна цінність на 100 г продукту морського спара – 98 ккал . Співвідношення : білки / жири / вуглеводи: 18 г/3 г/0.

Вітаміни в складі : А, В1, В2, В5, В6, D9, В12, РР.

М'ясо доради не містить вуглеводів, рекомендується всім категоріям населення, корисні речовини забезпечать нормальну діяльність організму, а саме :

- регулює білковий, вуглеводний, жировий обмінні процеси;
- допомагає при захворюваннях шлунково-кишкового тракту.
- стимулює роботу мозку, покращує увагу та пам'ять.
- нормалізує роботу щитовидної залози.
- зниження маси тіла.
- стабілізація рівня цукру на крові.
- регулює вироблення гормонів.
- міцнює серце та судини, кістки.
- налагоджує роботу нирок.
- пришвидшує метаболізм.
- користь для зору, волосся, шкіри та нігтів.

При регулярному вживанні морського спара хоча б два рази на тиждень самопочуття покращає.

Вживання риби під час вагітності сприяє правильному формуванню плода, підтримує організм майбутньої мами. Дорадо не містить ртуть, як інші види риб.

Дорадо взагалі не шкідлива, а також не має протипоказань, шкода організму може буди тільки якщо сама риба не свіжої якості або якщо в людини є алергії на морепродукти . Маленьким дітям не рекомендується давати рибу, адже у доради є маленькі кісточки, якими дитина може вдавнитись.

Морський спар підходить для людей, які бажають значно знизити свою вагу, але не готові відмовитися від смачної їжі. Риба має чудовий смак, а також аромат, класичне приготування не вимагає додавати спеції. Для дієтичного харчування приготувати рибу готують будь-якими способами: запікають в духовці, на грилі, вживають навіть у сирому вигляді.

Дорадо найкраще підходить для обіду або вечері, а також додавати в меню можна щодня без шкоди здоров'ю [123].

1.3 Об'єми вирощування та проблеми втечі золотоголового спара у світі

Золотистий морський спар (*Sparus aurata*) є одним з найважливіших і найпоширеніших видів в аквакультури Середземномор'я, обсяг виробництва якого у 2011 році склав 154 608 метричних тонн[121]. Провідними країнами-виробниками спара є Греція, Туреччина, Іспанія та Італія. Виробництво спара в Хорватії є відносно невеликим порівняно з рештою країн Середземноморського регіону. У 2012 році приблизно 29 Це, разом з виробництвом морського окуня, становить 1,7% від загального світового виробництва аквакультури [120]. Потужності вітчизняних інкубаційних заводів все ще недостатні для задоволення попиту фермерів на личинок та мальків. Як наслідок, понад 70% молодняку імпортується.

Незважаючи на те, що Золотистого спара розводять вже понад 20 років, генетичну структуру диких популяцій почали досліджувати лише нещодавно.

Застосування різних ядерно-молекулярних маркерів у різних географічних масштабах продемонструвало суперечливі результати, що вказують або на слабку генетичну структуру в Атлантичному та Середземному морях або сильний генетичний поділ на коротких відстанях уздовж узбережжя Тунісу та Хорватії. З іншого боку, риби, вирощені в Середземному морі, як правило, утворюють генетично відмінні групи порівняно з їхніми найближчими дикими популяціями. Така закономірність може бути корисною при розподілі втікачів за допомогою молекулярних маркерів.

Однією з основних проблем, пов'язаних з аквакультурою в садках, є втеча одомашнених особин з ферм і їх розсіювання в дикій природі. Втечі з ферм можуть впливати на дикі популяції через розмноження та конкуренцію за їжу, просторові та селекційні можливості, поширення паразитів та хвороб, і схрещування з дикими рибами. Спарі, що втекли, здатні місяцями виживати в дикій природі, де вони можуть взаємодіяти з місцевими популяціями риб, потенційно змінюючи генетичну структуру останніх шляхом інтрогресії. Наприклад, в атлантичному лососеві (*Salmo salar*) , де велика кількість вирощеної риби втікала протягом кількох десятиліть, генетичні зміни внаслідок інтрогресії вирощеної риби спостерігалися в ряді диких популяцій.

Протягом останніх років у прибережних районах Середземномор'я було зафіксовано збільшення кількості риб, що потрапили до рибних уловів у результаті розведення. Вони були ідентифіковані за зовнішніми ознаками, такими як більша висота тіла, товща і темніша шкіра, еродовані плавники з гострішим спинним плавцем і наявність меншої кількості луски з регенованими ядрами. Зокрема, за останні роки вилов морського спара в Хорватії подвоївся: з 33 т у 2009 році до 74 т у 2012 році [122]. Через збільшення чисельності морського золотоголового спара та механізм, залежний від щільності популяції, спостерігалось зменшення середнього розміру морського спара у виловах з лагун Месолонгі-Етоліко, що

супроводжувалося зменшенням загального доходу від продажу цього виду. На рибних ринках і в ресторанах трапляється навмисне неправильне маркування вирощеної риби як дикої, що призводить до обману покупців. Для подолання проблем з ідентифікацією походження риби однією з головних цілей проекту "Запобігання втечі", що фінансується Сьомою рамковою програмою Європейського Союзу з досліджень (РП7), була швидка розробка точних та економічно ефективних інструментів для виявлення втеч у диких популяціях. Для швидкої оцінки в польових умовах було рекомендовано використовувати показники зовнішнього вигляду та морфометрії, для риб - мікроелементи в лусці та профілі жирних кислот, а для розрізнення вирощеної та дикої риби з високим ступенем точності - програми з управління навколишнім середовищем та генетичні методи. Раніше генетичні інструменти успішно використовувалися для відстеження ферм походження одомашнених особин атлантичного лосося, що призвело до накладення штрафів на компанії, які порушили правила.

Нещодавно було зафіксовано зниження виробництва мідій (*Mytilus galloprovincialis*), спричинене інтенсивним полюванням дикого спара, особливо в затоці Малі Стон, найбільшому районі виробництва молюсків у Хорватії. Постійне джерело їжі у вигляді мідій у затоці надає вирощеним у ній особинам більші можливості для виживання та розмноження. Оскільки Малі Стоун Бей класифікується як морська природоохоронна територія (МПТ), де дозволено лише фермерство, оцінка походження морського сапар та кількісна оцінка втеч є важливою для фермерів, які вирощують рибу та молюсків, а також для менеджерів з охорони навколишнього середовища [122].

Протягом багатьох років золотистий морський спар (*Sparus aurata*), важливий вид середземноморської аквакультури зі зростаючими обсягами виробництва та технологіями аквафермерства, став важливим об'єктом досліджень. Накопичення знань про функціональні та біологічні характеристики цього виду за останні

десятиліття значно покращило його аквакультурні аспекти, а саме: репродуктивний успіх, виживання та ріст. Незважаючи на значний прогрес в індустрії аквакультури, умови в інкубаторах все ще далекі від ідеальних, що призводить до частих проблем на початку інтенсивного вирощування, які тягнуть за собою значні економічні втрати. Враховуючи зростаючу важливість цього виду риби та постійні проблеми, з якими стикається аквакультурна практика, ретельний огляд необхідний для консолідації знань та прояснення складних аспектів, що стосуються його розповсюдження, життєвого циклу, динаміки росту, генетики, методології аквакультури, економічних аспектів та проблем, притаманних його вирощуванню.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Технологічні особливості вирощування доради *Sparus aurata* у морських садках та в рециркуляційних аквасистемах». Робота носить аналітичний характер.

Мета досліджень: аналіз технологічних аспектів вирощування доради у морських садках та в рециркуляційних аквасистемах.

Актуальність теми. Актуальність цієї теми полягає в тому, щоб визначити переваги вирощування всім нам відомої доради в морських садках порівняно з рециркуляційними системами. Це порівняння дасть змогу в майбутньому просунути ідею вирощування доради в Україні, що на мою думку є великою перевагою ніж імпортувати її з-за кордону. Якщо вдасться побудувати та вирощувати дораду в Україні, це буде новою ступінню, яка перейде українська аквакультура.

Завдання бакалаврської кваліфікаційної роботи:

- визначити таксономію, середовище поширення, біологію, господарське значення доради
- описати вирощування доради в морських садках;
- надати характеристику вирощування доради в рециркуляційних аквасистемах;
- порівняти вирощування доради в морських садках та в рециркуляційних аквасистемах;
- зробити висновки щодо опрацьованого матеріалу.

Практичне значення одержаних результатів. Проведений ретельний аналіз та порівняння технології вирощування золотистого спара морських садках та в рециркуляційних аквасистемах, що дозволить зробити вирощування в рециркуляційних системах привабливим для аквакультури України, а опис технологічної схеми сприятиме кращому розуміння основних технологічних процесів його відтворення.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА...

3.1. Стадії розвитку Золотистого спара

Загальний життєвий цикл морського спара був реконструйований на основі спостережень *in vivo*. При 18,5 °C перший поділ відбувається приблизно через 1:15 год після запліднення (HPF). Пізніше, о 1:45 год, 2 год, 2:30 год, 3 год і 4:15 HPF, кілька поділів у різних площинах покращують морфологію 2-клітинної зиготи до 4-, 8-, 16- і 32-клітинних стадій і морули, відповідно (Рис. 3.1.1). Потім розщеплення продовжуються, бластодиск починає набувати кулястої форми, і стадія високої бластули досягається при 6:00 HPF. Перенесення епіболи та інволюція визначають початок гастрюляції о 10:00 HPF. Гастрюла зазнає різноманітних морфометричних рухів, і з 18:00 HPF ембріон починає збільшуватися в щільності, а перші 5-6 пар сомітів і купферівського апарату спостерігаються через дві години. Поява першої пігментації зафіксована о 21:00 ГПЧ [29]. Через два дні після запліднення зиготи вилуплюються у відкритому морі між жовтнем і груднем у Середземному морі, а випущені личинки мають довжину близько 3 мм (рис. 3.1.1) [29,30]. Планктонна личинкова фаза триває близько 50 днів при 17-18 °C [13].

При вилупленні личинки 21 соміти були переривчастими плавцями з рельєфною головою та великим жовтковим мішком. У личинок 15-18-денного віку вміст жовткового мішка повністю розсмоктувався і починався розвиток ефективного кишечника з відповідними залозами: відкриття рота, початок екзогенного живлення та кишкової травної активності. На цій стадії личинки могли здійснювати більш регулярне плавання, засноване на хвилеподібних рухах тіла в пошуках їжі. Осьовий м'яз поступово набував відповідної анатомічної будови [31,32]. На претаморфічній стадії личинки віком 30-45 днів (близько 5,5-8 мм завдовжки; 25 дефінітивних сомітів) демонстрували виражений розвиток на стадії зародження класичного бауплану хребетних і демонстрували дозрівання

кишечнику. Личинки у віці 60-90 днів представляли справжню молодь. Мальки (довжиною близько 14-20 мм) характеризувалися розвитком функціональних можливостей шлунку, втратою личинкових ознак і демонстрацією остаточної анатомічної організації луски та променевих плавців [31,32]. У цьому віці локомоція в основному покладається на поштовх гребного гвинта в каудальній ділянці, що пояснює значне покращення плавальних якостей мальків [31]. Мальки у віці 150 днів, розміром приблизно 28 мм в довжину, демонстрували загальну анатомію і плавальну поведінку, порівнянну з анатомією і поведінкою дорослих риб (рис. 3.1.1) [31].

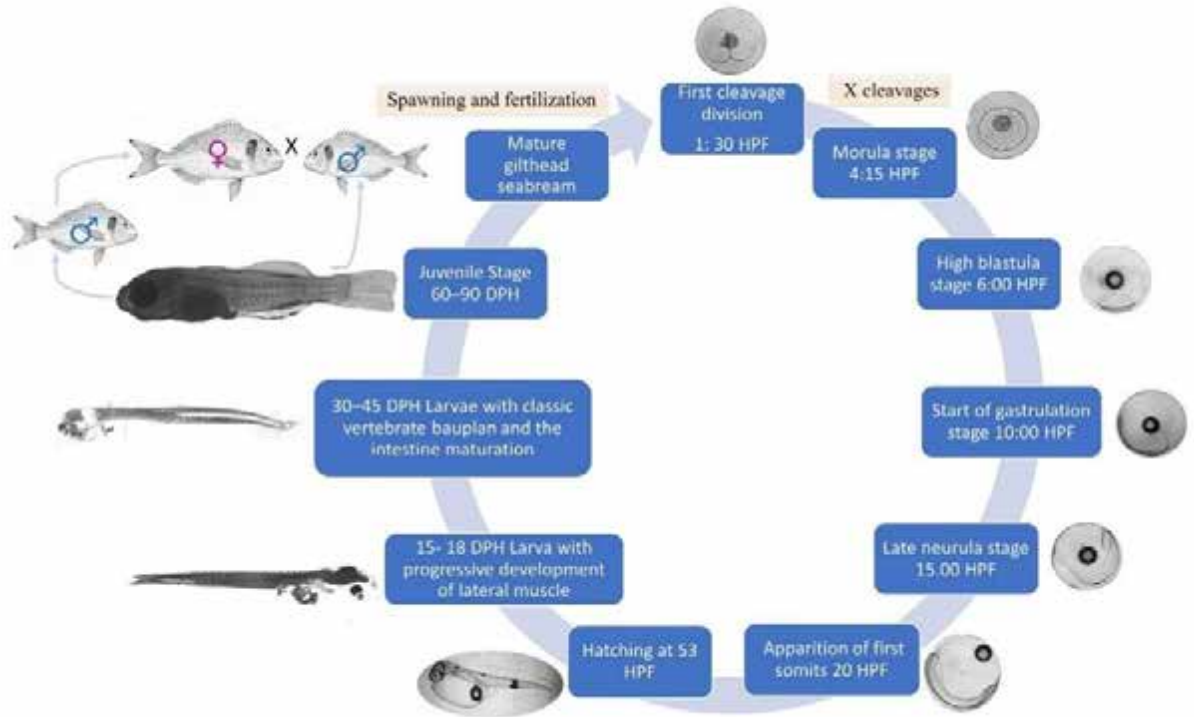


Рис. 3.1.1. Реконструкція життєвого циклу золотистого спара.

Кілька розщеплень у різних площинах модернізують морфологію зиготи до морули та високої стадії бластули на 4:15 та 6 HPF, відповідно. Епіболія триває, а інволюція визначає гастролу (10 HPF), яка зазнає різноманітних морфометричних рухів при зародженні щільної личинки. Через два дні після запліднення

вилуплюються зиготи, і личинки поступово розвивають функціональний кишечник і класичний бауплан хребетних (15-45 DPH). Планктонні личинки втрачають свої типові риси, а виражений розвиток відбувається на стадії зародження справжньої ювенільної особини (60-90 DPH). Протягом перших двох років вони дозрівають як функціональні самці, перетворюючись на самок, коли досягають понад 30 см у довжину. Рисунок виконано за матеріалами [29,31,33].

Морський спар демонструє протандрозний гермафродитизм. Дійсно, протягом перших двох років представники цього виду дозрівають як функціональні самці, а потім перетворюються на самок, коли досягають понад 30 см у довжину [34,35]. Як серійні нерестилища, самки з асинхронним розвитком яєчників можуть відкладати від 20 000 до 80 000 ікринок за період нересту від 24 годин до 3 місяців, з нормальним коефіцієнтом запліднення від 90 до 95% [13]. У кількох дослідженнях було оцінено вплив різних факторів, у тому числі віку самок плідників та рівня n – 3 HUFA у раціоні n 3, на нерест. Дійсно, зрілі самки морського окуня віком 3 роки показали вищу плодючість і принаймні однакові параметри якості ікри порівняно зі старшими самками віком 4-6 років [36]. Крім того, споживання 1,6% n - 3 HUFA в раціоні продемонструвало значний потенціал у підвищенні якості нересту з точки зору плодючості, вилуплення та виживання личинок [37]. На стадії самця гонада має нефункціонуючу дорсальну частину яєчників і вентральну функціональну частину сім'яників з асинхронним сперматогенезом [38]. Враховуючи генетичну ідентичність між самцями та самками, морфологічні, поведінкові відмінності та статеві диморфізми пояснюються статевою експресією, коли гени транскрибуються більше або менше у однієї статі, ніж у іншої [39,40].

3.2. Характеристики та вимоги до росту

Ріст - це комплексний фізіологічний процес, в якому спожита енергія перетворюється на біомасу. У морського спара ефективність цього перетворення регулюється генетичним потенціалом росту риби та різними абіотичними факторами, такими як якість та доступність їжі, температура, фотоперіод та солоність [41-43]. Як і більшість телеотів, він демонструє невизначений ріст, причому його м'язова маса збільшується шляхом гіперплазії та гіпертрофії протягом усього життя [18,44,45]. Як вид-довгожитель, його максимальний приріст становить 57,5 см/2500 г у середземноморської 12-річної риби та 61,4 см/3080,6 г у чорноморської 14-річної риби [46,47]. Залежно від умов вирощування, вирощування риби товарного розміру від 300 до 500 г займає від 18 до 24 місяців.

Золотоголовий морський спар є ектотермом. Таким чином, температура води сильно впливає на його фізіологію та швидкість росту [48]. Хоча це евритермна риба, яка може переносити широкий діапазон температур, ідеальна швидкість росту спостерігається між 25 і 30 °C [16]. Більше того, фотоперіод є одним з визначальних факторів, що впливають на ріст, оскільки він запускає ендокринну систему, а саме рівень гормону росту [11,49]. Дійсно, морський спар реагує на тривалі фотоперіоди, перенаправляючи енергію з гонад на м'язову тканину та жир у черевній порожнині, пригнічуючи статеве дозрівання або безпосередньо покращуючи споживання їжі та ефективність перетворення корму [49]. Золотистий спар був одним з видів, у якого позитивний вплив фотоперіоду на вирощування личинок вже був продемонстрований шляхом покращення виявлення здобичі [50]. В інших дослідженнях, однак, поширена практика вирощування морського спара при безперервному освітленні підозрюється у порушенні циркадного ритму, що впливає на ріст личинок і підвищує ймовірність виникнення скелетних аномалій [11]. У молодих і дорослих особин морського спара довгі і постійні фотоперіоди та

постійне світло підвищують ефективність росту за рахунок затримки статевої зрілості [50].

Морський спар демонструє евригальні характеристики, що дозволяє йому вправно керувати варіаціями солоності навколишнього середовища, яка, здається, має незначний вплив на ріст дорослих особин [51]. Однак у личинок морського спара зменшення добової швидкості розведення солоності води викликало значне зростання питомої швидкості росту (SGR), середньодобового приросту, а також приросту білка, жиру та енергії [52].

Окрім фізико-хімічних параметрів водного середовища, на ріст впливає багато інших факторів, включаючи генетичну складову, доступність їжі та її якість [42,49]. У таблиці 3.2.1 наведено дані щодо харчових потреб Золотистого спара.

Оптимальні харчові потреби *Sparus aurata* у білку залежать від декількох факторів, таких як розмір риби, якість джерела білка, квота небілкової енергії та рівень ліпідів у раціоні (табл. 3.2.1) [53-57]. Дійсно, у дослідженні, проведеному на мальках морського спар вагою 2,1 г, можна побачити потенціал раціонів з різним вмістом білка (від 40 до 51% рибного борошна) у поєднанні з трьома рівнями ліпідів (від 11 до 21% риб'ячого жиру) та різним вмістом вуглеводів для покращення підтримки параметрів продуктивності риби. Поєднання 51% білка з 16% ліпідів, що відповідає енергетичній цінності 22,2 кДж/г корму, є найкращим економічно ефективним раціоном для риб такого розміру за умови годівлі до насичення [55]. В іншому випадку найбільш підходящий ліпідний раціон для Золотистого спара $75 \pm 1,4$ г, що забезпечує протеїнозберігаючий ефект, становив 18% (табл. 3.2.1) [54]. Недостатня кількість небілкової енергії в раціоні може індукувати катаболізм енергії, що міститься в білках раціону. Таким чином, для підвищення ефективності використання білків та білковозберігаючого ефекту дієтичне доповнення раціону енергетично цінними нутрієнтами, головним чином ліпідами, є хорошою альтернативою [54,58]. Проте, надходження ліпідів до раціону більше, ніж

потрібно, може обмежити споживання корму, а отже, зменшити кількість протеїну та інших основних поживних речовин [55].

Взаємодію між низьким вмістом ліпідів у раціоні та змінами температури вивчали у групах з 30 особин морського спара ($67,5 \pm 1,66$ г), які піддавалися впливу змін температури від низької до високої та від високої до низької. Ця взаємодія відзначалася покращеним споживанням корму, ростом та використанням поживних речовин [56]. Крім того, для забезпечення високих показників росту та засвоюваності, раціон молоді морського спара повинен містити близько 20% легкозасвоюваних вуглеводів [57].

Таблиця 3.2.1

Поживні потреби Золотистого спара

Середня вага (г)	75	2.1	2.8	67.50 ± 1.66		9.10 ± 0.01
Експериментальні умови	27 ± 1 °C Рециркуляційний потік 16,6 л/хв Підміна води: 5% щодня; Фотоперіод: 12/12 DL; Інтенсивність світла: 200 лк; Розчинений кисень: 100% насичення	Відкритий потік. Годування до насичення		Закрита рециркуляційна система аквакультури Рівень кисню: $8,0 \pm 1,0$ мг/л Загальний амонійний азот $\leq 0,1$ мг/л, ⁻¹ ; $\text{NO}_2 \leq 0,2$ мг/л; $\text{NO}_3 \leq 50$ мг/л; Солоність: 25-30 г/л.		24 ± 1 °C; Безперервний потік: 6 л/хв; Розчинений кисень: близький до насичення.
		25°C	10-14 °C	23.17 ± 1.11 °C до 17.34 ± 0.92 °C	17°C до 23°C	

Білок	46%	51%	46%		40
Ліпіди	18%	16-21%	21%	16%	-
Вуглеводи	-	-	-		20
Енергетична цінність корму	-	21	20		-

Усвідомлення харчової важливості вітамінів, зокрема вітамінів С і Е, зросло протягом останніх десятиліть. Дослідження, проведене на морському спару, показало, що підвищення рівня вітаміну Е в раціоні харчування, пов'язане з середніми високоненасиченими жирними кислотами (ВНЖК), сприяло збільшенню загальної довжини личинок [60].

Придатність різних мінералів та їхній вплив на морського спару досліджували в кількох роботах, опублікованих за останні десятиліття (Рисунок 3.2.1), хоча потреби морського спару в мінералах ще не до кінця вивчені. Тенденції публікацій за запитом "мінеральні потреби Золотистого спару" з плином часу свідчать про підвищений інтерес до цього питання протягом останніх років. Цей особливий інтерес посилюється після викликів, з якими зіткнулося аквакультурне виробництво, заміни рибного борошна та олії рослинним борошном і впровадженням олії. Дійсно, використання екологічно чистих веганських інгредієнтів, навіть якщо вони розроблені для задоволення потреб у білках та ліпідах, впливає на мінеральний склад кормів, створюючи потребу в додаткових мінеральних добавках [61,62].

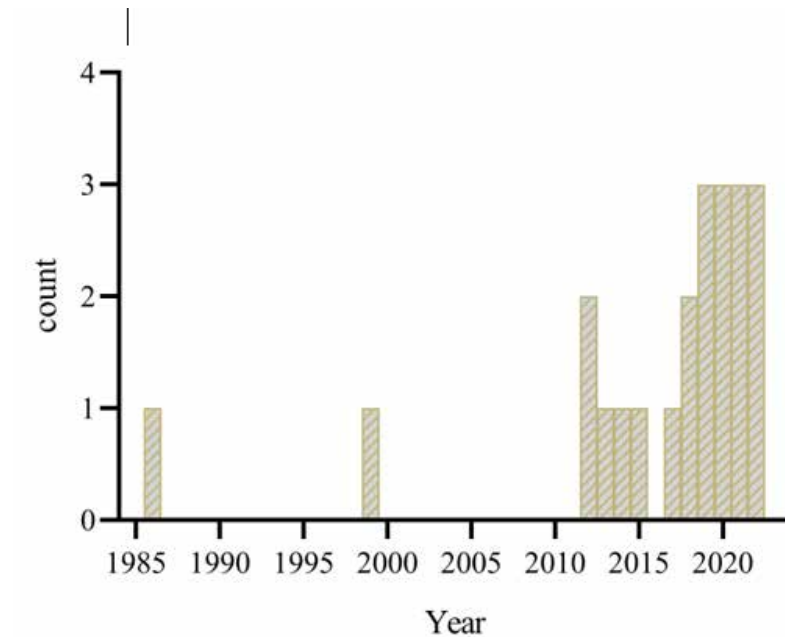


Рис. 3.2.1 Тенденції публікацій з часом для мінералів

Дослідження, проведене на личинках морського спара, довело ключову роль добавок селену (*Se*), цинку (*Zn*) та марганцю (*Mn*) у хороших показниках росту, мінералізації кісток, підвищенні стресостійкості та запобіганні аномалій скелета [61,63].

Дійсно, цинк є важливим кофактором для декількох метаболічних реакцій, а саме регуляції оксидативного стресу, ремоделювання кісткової тканини та багатьох інших фізіологічних процесів.

Селен є ще одним ключовим мікроелементом, який також бере участь у запобіганні оксидативного стресу та сприяє формуванню кісткової тканини (Таблиця 3.2.2) [61].

Дослідження Domínguez et al. проводили на спарах масою $25,5 \pm 2,7$ г, яких годували рослинним раціоном, а потреби в добавках *Zn* і *Se* для кращого росту і мінералізації кісток оцінювали за допомогою 150 мг/кг цинку і 0,77 мг/кг базового

рослинного раціону [61]. Крім Zn і Se, у цьому ж дослідженні було виявлено потребу в додаванні 1,9 мг/кг кобальту (Таблиця 3.2.2) [61].

Марганець є одним з важливих мінералів для морського спара з властивостями мінералізації кісток та стійкості до окислювального стресу [63,64]. У дослідженні на мальках масою $12,6 \pm 1,5$ г автори довели, що 19 мг марганцю та 150 мг/кг цинку на кілограм раціону покривають потреби молоді Золотистого спара (Таблиця 3.2.2) [62,65].

Кальцій (Ca), як основний елемент кісткової тканини риб, відіграє ключову роль у скороченні м'язів, нервовій передачі та кислотно-лужній рівновазі [66]. Молодь морського спара не потребує добавок Ca, а оптимальний рівень $\leq 7,6$ г/кг раціону може бути покритий за рахунок базального рівня харчового Ca в раціоні (Таблиця 3.2.2) [61].

Таблиця 3.2.2

Потреба в мінеральних речовинах для морського ляща золотоголового.

	Манган	Цинк	Селен	Кобальт	Кальцій
Середня вага (г)	12.6±1.5		25.5±2.7		
Умови експерименту	Температура: 19.4±0.4°C Фотоперіод: 12hL/12hD Раціони з високим вмістом рослинних інгредієнтів (рибне борошно:10%; риб'ячий жир:6%)		Температура: 19.4 ± 0.4 °C Фотоперіод: 12hL/12hD Дієти з низьким вмістом FM і FO		
Вимоги	19	150 мг/кг	0.77 мг/кг	1.9 мг/кг	≤ 7.6 г/кг

У багатьох дослідженнях вивчався взаємозв'язок між морфометричними показниками та фізіологічним статусом дорослих особин морського спара і

з'ясовувалося, чи впливає використання кормів з різними раціонами або добавками на співвідношення довжина-вага [67].

Співвідношення довжина-вага для кормів з різним вмістом протеїну (38%, 42% і 45%) було оцінено як $W = 0,051 TL 2,63$, $W = 0,046 TL 2,67$ і $W = 0,046 TL 2,68$, відповідно. Ці значення свідчать про більший приріст довжини, ніж ваги, у трьох експериментальних групах [67]. Ці результати узгоджуються з результатами, отриманими для популяцій морського окуня в Егейському морі в зимові місяці, де значення b коливалися від 2,736 до 2,737 [68,69] порівняно з 2,83 до 2,98 у Середземному морі [70,71]. Причина негативного алометричного росту, про який повідомлялося в першому дослідженні [67], може бути пояснена розвитком гонад, під час якого риба повинна досягти довжини статевого розвитку, в той час як для егейського морського окуня це пояснюється тим, що рибу виловлювали взимку, коли вона все ще перебувала в нерестовому періоді [67-71]. Таким чином, відмінності у значенні b можуть бути наслідком різних факторів, таких як довжина риби на початковій стадії зрілості, вік, стать, температура води та кількість корму.

Личинки виростають з 3 мм до 9 мм приблизно за 30 днів [25]. Личинок можна годувати дуже дрібними частинками або інертним кормом з живих коловерток та артемії. Дослідження довели, що показники росту личинок спара значно підвищуються при збільшенні частки живого корму [72]. Уподобання щодо харчових частинок пов'язані з розміром ротового отвору, який коливається від 50 до 250 мкм для личинок розміром від 8 до 10 мм, від 180 до 400 мкм для 20-міліметрових личинок і 315 та 600 мкм для 25-міліметрових молоді [25].

3.3. Генетична інформація про популяції Золотистого спара

Золотистий спар є важливим економічним активом для середземноморської аквакультури. Враховуючи його широкий екологічний діапазон, генетичний склад природних популяцій і можливе існування панміктичних або розділених популяцій були в значній мірі вивчені. Ці дослідження виявили гетерогенний ступінь генетичної диференціації серед Золотистого спара за допомогою алозимів та мікросателітів [73-75]. Дійсно, в дослідженні, проведеному на семи вирощених стадах Золотистого спара (*Sparus aurata*) та двох диких популяціях, кожен з п'яти поліморфних мікросателітних маркерів виявив від 11 до 19 алелів [75]. Ці результати залишаються непереконливими через обмеженість використаних маркерів. У більш комплексних і недавніх дослідженнях аналіз різних маркерів, включаючи високоякісні SNP, дозволив виділити три генетичні кластери, визначені як Східний, Західно-Середземноморський і Атлантичний. Першу згадану групу, в свою чергу, можна поділити, використовуючи маркери відхилення, на Іонічну/Адріатичну та Егейську групи [74,76,77]. В одному з цих досліджень, підкріпленому геномним функціональним аналізом, було висловлено припущення, що ця диференціація в основному зумовлена різницею в солоності [76].

Крім того, було показано, що зариблення прибережних лагун мальками невідомого походження або випадкова втеча вирощеної риби сприяли змішуванню всіх генетичних запасів Золотистого спара [13].

Ці результати забезпечують базовий рівень для подальшого використання в будь-якій програмі управління дикими та вирощуваними популяціями морського спара, що є першим кроком до вивчення потенційного генетичного впливу аквакультури на дикі популяції [76,77]. Ці виклики, що впливають як на дику популяцію, так і на стійкість аквакультури морського спара, вимагають

глобального законодавства або міжнародних конвенцій для впровадження необхідних заходів на морських фермах та у відкритих лагунах, щоб запобігти змішуванню диких популяцій та популяцій, вирощених в аквакультурі.

3.4 Практика розведення та вирощування

3.4.1. Історія. Раннє культивування Золотистого спара ґрунтувалося на відлові дикої молоді за допомогою "валлі" та рибозагороджувальних сіток, використовуючи перевагу їх природної міграції з моря в прибережні лагуни [78]. Валли, множина від *valle* - це ділянки водної екосистеми площею від 300 до 400 гектарів, штучно ізольовані для риборозведення. Така діяльність значно зменшила ресурси диких популяцій і, як наслідок, обмежила можливості розширення діяльності, створивши необхідність розвитку інтенсивних методів виробництва [78]. Дійсно, великомасштабне виробництво мальків було вперше досягнуто на початку 1980-х років за допомогою технології копіювання, яка раніше була розроблена для садкового вирощування лососевих риб у Північній Європі [79]. До 1990-х років інтенсивне виробництво риби промислових розмірів у садках або ставках було значно розширено [78]. Накопичення знань про методи відтворення, харчові та екологічні вимоги до личинок дозволило збільшити масштаби виробництва Золотистого спара [78,79].

3.4.2. Виробництво та торгівля. Золотистий спар є цінним об'єктом вирощування в аквакультурі, особливо в Середземному морі, і статус його експлуатації зростає з точки зору обсягів виробництва та технологій вирощування. Інтенсивне вирощування цього виду в Середземному морі розпочалося на початку 1980-х років із застосуванням морських садків, а також рециркуляційних систем аквакультури. Наприкінці 1980-х років виробництво цього виду становило 1800

тонн (Т), а лише в підлітковому віці (1997 р.) воно досягло 45 000 Т [79]. У 2020 році його виробництво оцінювалося в 258 754 Т, що ставить цей вид на 33 місце серед найбільш вирощуваних риб [1,8].

Шість провідних світових виробників - Туреччина, Греція, Єгипет, Туніс, Іспанія та Італія, на які припадає 38,54%, 21,43%, 13,87%, 6,96%, 4,82% та 2,84% світового вилову золотистого спара відповідно [1]. Починаючи з 2000 року, 50%-ве збільшення вилову спара відбулося в основному завдяки шестикратному збільшенню вилову в Хорватії та двократному збільшенню вилову на Кіпрі. У 2019 році ЄС-27 виробив 93 639 тонн, що становить 36,19% світового виробництва [8].

Греція та Туреччина є найбільшими експортерами спара у світі - 52 879 т та 52 516 т відповідно, тоді як Італія є найбільшим імпортером - 34 912 т, за нею йде Португалія з 13 351 т [8].

Швидке зростання сектору вирощування Золотистого спара було пов'язане з витривалістю та пластичністю цього виду, а також з надійним постачанням першокласної молоді, вирощеної в контрольованих умовах у риборозплідниках [13,17,79].

Кілька досліджень вказують на значний економічний потенціал видобутку Золотистого спара, а її світовий експорт 130 042 тонн оцінюється в 653 мільйони доларів США, тоді як імпорт 100 584 тонн у 2018 році оцінювався майже в 532 мільйони доларів США [8].

3.4.3. Вирощування Золотистого спара від інкубатора до вилову.

Інтенсивне вирощування Золотистого спара починається зі збору високоякісної ікри, отриманої в результаті масового нересту відібраних плідників. Стандарти відбору, що використовуються для визначення дорослих риб як придатних для розведення, включають стандартну морфологію та забарвлення, відсутність

скелетних аномалій, загальний гарний стан здоров'я, природну поведінку, найвищий рівень росту, якого риба може досягти у своїй віковій групі, а також нещодавно оцінені генетичні параметри, включаючи ті, що підвищують ріст або стійкість до хвороб [17,78,80,81]. Виведення плідників різних вікових груп може бути зумовлене маніпуляціями з навколишнім середовищем, такими як регулювання фотоперіоду та температури для індукції статевого дозрівання [33].

Для оптимальної репродуктивності маточного стада доцільно підтримувати статеве співвідношення - два самці на одну самку.

Самці виділяють сперму природним шляхом, тоді як самки можуть виділяти яйцеклітини природним шляхом або гормонально при температурі 15-17 °C [33,78]. Стадія дозрівання самок повинна бути підтверджена дослідженням діаметру ооцитів, і відбираються лише самки з ооцитами, діаметр яких перевищує 500 мкм (пізня вітеллогенна стадія) [78].

У спара, як і в інших *Sparidae*, плавучість відкладеної ікри слугує ключовим фактором в інкубаційних господарствах при оцінці потенціалу партії ікри для отримання життєздатних ембріонів. Це пов'язано з тим, що гідратація ікри під час дозрівання ооцитів та одразу після нересту має фундаментальне значення для її розвитку та життєздатності [82,83]. Втрата яйцями плавучості може бути пояснена дефектом компонентів їх вітелінової оболонки або диференційованими концентраціями катепсину D і L, протеолітичних ферментів, що беруть участь у протеолітичних процесах жовтка, а також підвищеним осмотичним тиском, необхідним для гідратації яєць, що викликає їх надмірну гідратацію [82,84].

Ікру збираються за допомогою основного сита в системі зливу маточного стада. Тільки плаваючі ікринки збираються і поміщаються в конічні інкубаційні ємності в темряві на 36-48 годин при температурі 18-22 °C [82].

До передбачуваного часу вилуплення оновлення води слід збільшити до двох повних обмінів на годину, після чого параметри навколишнього середовища слід скинути відповідно до таблиці 3.4.1 [78,85].

Таблиця 3.4.1.

Основні зміни параметрів навколишнього середовища протягом циклу вирощування Золотистого спара.

	Інкубація	Вилуплення	Стадія личинки	Стадія малька
Температура води (°C)	15-17.5	15-17	15-20	20
Солоність (проміле)	35-38	35-38	35	30
Фотоперіод (h)	-	16:8	16:8	14:10
Поновлення води (година/день)	12	12	8-12	18

При вирощуванні золотистого спара, як і будь-якого іншого виду аквакультури, основною метою оновлення води є підтримання оптимальної якості води, включаючи рівень розчиненого кисню, рН, розбавлені відходи та аміак, що покращує самопочуття та ріст риби, пом'якшуючи при цьому негативний вплив на прилеглу екосистему.

Личинок, які щойно вилупилися, слід перемістити до вирощувального резервуару, де вони виявляють виражену тенденцію до занурення, зберігаючи рівномірне розосередження у водоймі [78]. Відразу після вилуплення травний тракт буде ще незавершеним, рот закритий, а очі ще не пігментовані. Протягом цієї фази личинки покладаються на свій жовтковий мішок [86]. Як тільки органи зору і травлення повністю розвиваються, личинки залучаються до все більш активних рухів, що характеризують позицію хижака, який вперше годується [86]. Таким

чином, вони можуть починати харчуватися живою здобиччю з третього-четвертого дня вилуплення, спочатку споживаючи *Branchionus spp.* (коловертки), а згодом переходячи на *Artemia* (розсільні креветки) [87]. Крім того, протягом перших 25 ДРН у резервуари додають культуру мікроводоростей, так звану "зелену воду", яка використовується для безпосереднього годування коловерток і, таким чином, опосередкованого годування личинок, або може працювати як кондиціонер якості води, утримуючи атрибути якості води в оптимальних діапазонах, а також як імунологічний стимул, мінімізуючи бактеріологічне забруднення та концентрацію азоту [85,87,88]. Виробництво "зеленої води" передбачає використання певних видів, а саме *Isochrysis galbana*, *Tetralcelmis suecica*, *Nannochloropsis gadinota* та *Nannochloropsis oculata*. Ці види були обрані завдяки високому вмісту білка, високим виробничим можливостям та відсутності побічних ефектів. Кілька ключових параметрів суттєво впливають на ріст і продуктивність мікроводоростей. До них відносяться температура і рівень солоності, які повинні підтримуватися в діапазоні від 18 °С до 24 °С і 20 і 35 проміле, відповідно. Крім того, інтенсивність світла від 1000 до 2000 люкс забезпечує оптимальний ріст водоростей а, підтримання рівня рН в діапазоні 7,5 до 8,5 є важливим для заохочення бажаного росту та продуктивності водоростей [85].

Харчування живими мікроорганізмами триває від 40 до 50 днів. Протягом перших семи днів личинки споживають до 20 млн коловерток/м³ об'єму води для вирощування щодня, а також 40 л ($12 * 10^6$ клітин/мл) зрілої культури водоростей/м³ об'єму води для вирощування. З 8 по 12 добу кількість коловерток збільшується на 20%, а з 13 по 16 добу - ще на 40%. При 17 ДРН кількість коловерток слід збільшити до 60%, а кількість мікроводоростей зменшити до 50%, додавши від 0,1 до 0,5 млн *Artemia AF* [78]. Така висока щільність здобичі збільшує ймовірність наближення риби до мікроорганізмів та їх споживання, тим самим значно покращуючи її шанси на виживання (рис. 3.4.1).

Починаючи з 20-го дня, кількість водоростей та коловерток зменшується до 10 л/м³ та 20 М/м³ відповідно. Таке коригування здійснюється на користь збільшення кількості артемії AF (0,5-1 млн.) та 0,3-0,6 М/м³ штучно збагаченої метанауплії артемії і невеликої кількості інертного корму, що акліматизує личинку до нового джерела живлення [78]. З 24-го по 27-й день зелену воду поступово відмінюють, кількість коловерток зменшується до 10 М/м³, кількість артемії AF збільшується до 250-500% (1,5 М/м³), а кількість великих артемій EG або RH збільшується до 3 млн. особин. З 28-ї доби призупиняють подачу коловерток, наупліїв артемії AF та зеленої води, а риб годують артемією EG або RH (10 М/м³) та інертним кормом (15-20 г/м³). З 34-ї по 39-ту добу риби отримують підвищену кількість артемії EG або RH (12 М/м³). Додатково їм додають 20 г/м³ середніх частинок розміром 80-200 мкм, плюс 10 г/м³ більших частинок інертного корму розміром 150-300 мкм. Між 40-м і 43-м днем, коли починається перехід від стадії личинки до стадії молоді (малька), доцільно збільшити кількість артемії EG або RH та інертного корму розміром 150-300 мкм, які краще відповідають потребам личинок, до 16 М/м³ і 30 г/м³, відповідно.

Режим годування повинен включати три щоденні роздачі корму, починаючи з моменту ввімкнення світла, з перервою в 6 годин і закінчуючи за 4 години до вимкнення освітлення. На цьому етапі молодняк вагою 2-5 г, що набувають вигляду дорослих особин, можуть бути переведені до приміщень для народження [89]. Етап відлучення є справжнім інтенсивним періодом вирощування, коли біомаса молоді може досягати до 20 кг/м³ [19]. Процедури годівлі та параметри навколишнього середовища на цьому критичному етапі характеризуються припиненням подачі живого корму та автоматичним розподілом сухого корму. Параметри навколишнього середовища на етапі відлучення ґрунтуються на протоколі, детально описаному в Таблиці 3.4.1. Протокол годівлі ґрунтується на використанні сухих кормів, тоді як свіжоприготований вологий корм, повністю спожитий

протягом одного дня, є ресурсом для забезпечення додаткові харчові інтегратори та лікарські препарати. Постачання живих кормів закінчується, коли молодь досягає шістдесятиденного віку, після чого її годують виключно сухими комбікормами (рис. 3.4.1). Коли мальки досягають розміру від 2 до 5 г, їх можна продавати на відгодівельні підприємства [78].

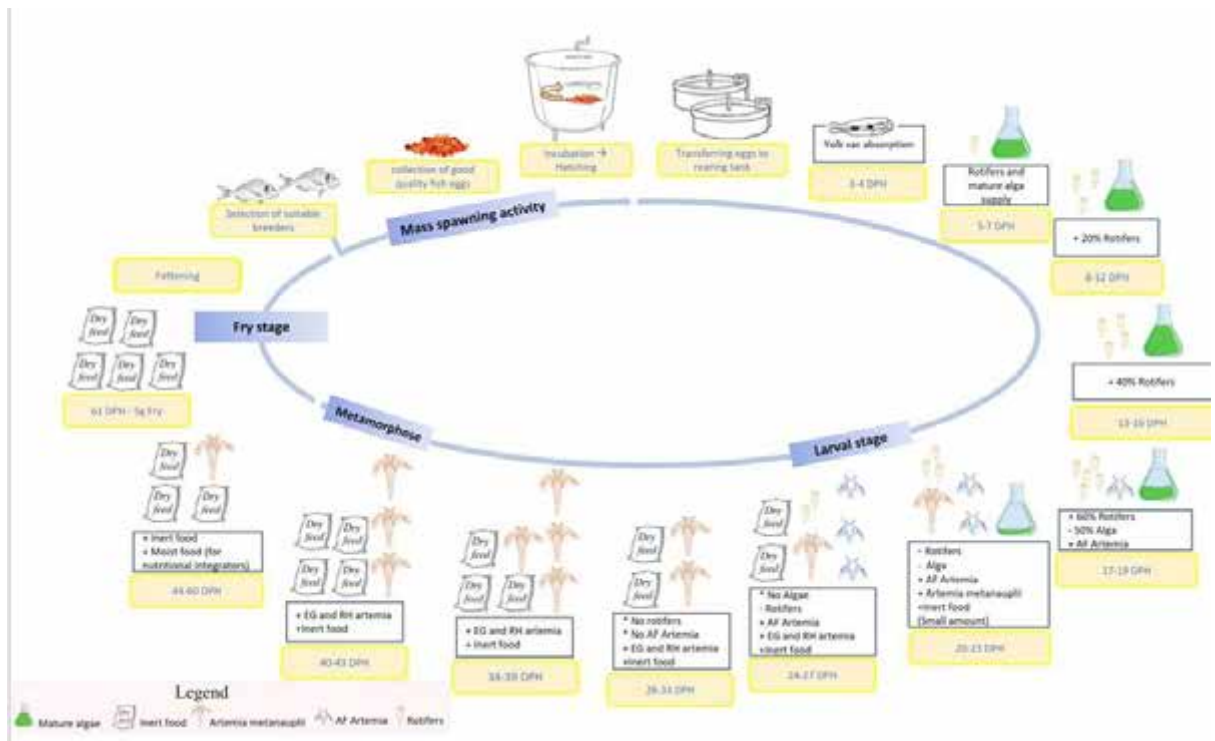


Рис. 3.4.1 Виробничий цикл морського спара.

Ці вимоги до харчування є специфічними для щільності вирощування від 150 до 200 личинок на літр і 10-20 мальків на літр при температурі 18 °С і солоності від 35 до 37 проміле. Таким чином, варіації в системі та умовах вирощування означають, що існують різні вимоги.

3.4.4 Опис системи садкового вирощування та її компонентів, збір даних та інвентаризація життєвого циклу.

Для визначення базової морської рибної ферми (*BOFF*) були оглянуті кампанії, розташовані вздовж узбережжя провінції Мурсія (Регіон Мурсія, південно-східна Іспанія). В цих кампаніях було взято також інформацію про інфраструктуру, необхідну для морського садкового рибництва (плавучі садки, канати, буї, причали тощо), а також з виробниками кормів для риб. Також були використані офіційні документи Служби рибальства та аквакультури Автономного уряду регіону Мурсія та дані, доступні в літературі [5,6,115-118]. Базове господарство, яке оцінюється в цьому дослідженні, має виробництво 1000 т-рік-1 морського спара. Найближча гавань знаходиться на відстані близько 5 км, а глибина в районі об'єктів становить 40 м. Ділянка піддається впливу переважаючих вітрів (з NE і SW); 80% хвиль мають значну висоту 0,4-1,2 м, але хвилі зі значною висотою близько 10 м були зафіксовані в цьому районі, але з низькою (<0,1%) ймовірністю [114].

Розміри ферм розраховані з урахуванням того, що молодь, яка потрапляє до садків, важить 12 г, а забирають її, коли вона досягає 450 г, в середньому через 18 місяців. Кожна клітка виробляє в середньому 90 тонн продукції, а рівень смертності становить 10%. Екструдований корм розподіляється за допомогою гармат з човна, який закармлює всі садки рибної ферми. Коефіцієнт конверсії корму ($FCR = \text{поданий корм} / \text{приріст біомаси}$) становив 2.

Аналізована система складається з наступних компонентів та підкомпонентів: обладнання, що включає садки (плавучі кільця та сітки) та причал; та операції протягом виробничого циклу, що включає вирощування (відповідальне за викиди N та P внаслідок метаболізму риби); корми; транспорт (від комбікормового заводу до порту, де працює ферма); та паливо, що споживається суднами, які працюють на фермі, та їхні викиди в атмосферу.

Обладнання. Різноманітні матеріали, що використовуються в об'єктах, згруповані в секції (плавучі кільця та сітки) та швартування.

Стіка. Для річного виробництва 1000 тонн необхідно двадцять садків. Діаметр садка становить 25 м. Кожен складається з двох концентричних плаваючих кілець з поліетилену високої щільності (325 мм в діаметрі, 28 кг-м-1), заповнених пінополістиролом (щільність 10 кг-м-3) і периметральних поручнів діаметром 90 мм (3,14 кг-м-1), які кріпляться до двох плаваючих кілець за допомогою 40 шматків поліетилену (по 20 кг на одиницю). Кожна клітка має 110-кілограмову конструкцію з поліетилену для підтримки верхньої сітки, яка використовується для запобігання вилову риби птахами. Сама ж сітка являє собою нейлоновий мішок висотою 16 метрів з вічками, розмір яких змінюється залежно від розміру риби. Для спрощення ми розглядаємо найдовшу, з вічком 27 мм і вагою 0,5 кг-м-2. Сітка кріпиться до поліетиленового кільця пропіленовою мотузкою і баластується на дні. Верхня нейлонова сітка має розмір вічка 50 мм.

Швартування. 20 кліток згруповані в два ряди, з'єднані між собою мотузками, приєднаними до трьох основних канатів, двох зовнішніх і одного посередині, відповідно до схеми на рисунку 3.4.2. Флотаційні буї можуть бути різного об'єму, і ми розглянули один із середнім значенням 1100 л, виготовлений з поліетилену і заповнений поліуретаном. Їх розподіл в установці також показано на рисунку 3.4.2.

Швартовна система працює з 28 чавунними якорями (1000 кг на одиницю), як показано на рисунку 3.4.2. Від кожного якоря відходить 20-метровий ланцюг (36 кг-м-1), прикріплений до 56-міліметрового каната, до якого прикріплений глибинний буй з ПВХ (3,62 кг на одиницю). Всі металеві компоненти використовуються для кріплення швартовних елементів, Такі як захисні троси, розподільчі пластини, вертлюги, кайдани тощо. Територія оренди, на якій знаходиться об'єкт, позначена

чотирма буями по периметру (подібними до описаних вище), пришвартованими до бетонних блоків (4000 кг на одиницю).

Різні елементи мають різний термін амортизації: поліетиленова конструкція клітки служить 10 років, сітка - 5 років, а для анкерного кріплення ми розглянули різні середні значення, виходячи з матеріалів: 10 років для буїв, 5 років для канатів і металевих швартовних частин (кайдани, наперстки тощо); і 25 років для якорів, ланцюгів і бетонних блоків.

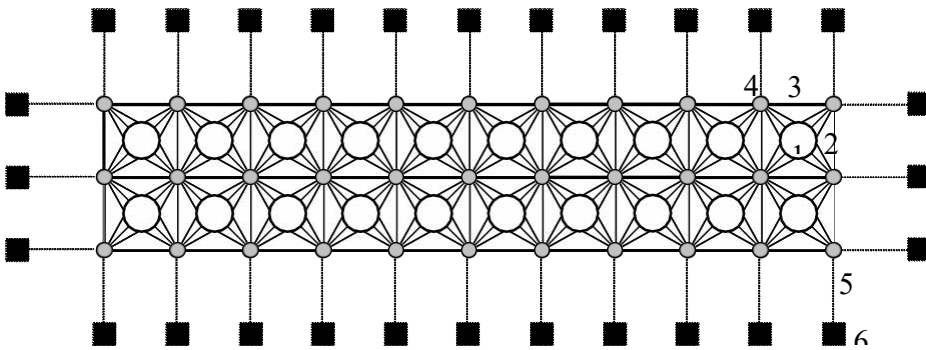


Рис. 3.4.2. Схема базової морської рибної ферми для виробництва 1000 тонн Золотистого спара.

1 - садок; 2 - з'єднувальний канат між садком і основним канатом; 3 - основний канат; 4 - надводні буї; 5 - канатно-ланцюговий якорь; 6 - якорь; 7 - маркерні буї рибної ферми.

У таблиці 3.4.2 наведені виражені в кг матеріали, необхідні для виробництва 1000 т-рік-1 спара на установках BOFF.

Таблиця 3.4.2

Матеріали, виражені в кг, для обладнання базової морської рибної ферми (БОФФ) для виробництва 1000 т-рік-1 Золотистого спара.

Матеріали	Плаваюче кільце	Сітка	Швартування	Всього
Поліетилен	111,097.11		3718.00	114,815.11

Полістирол	1604.44			1604.44
Нейлон		13,738.10		13,738.10
Поліпропілен		1330.00	14,328.30	15,658.29
Поліуретан			473.00	473.00
Полівінілхлорид			73.36	73.36
Чавун			28,000.00	28,000.00
Сталь, хромиста сталь			6682.70	6682.70
Сталь, низьколегована			22,912.00	22,912.00
Бетонний блок			16,000.00	16,000.00

Дані щодо видобутку сировини, переробки, виробництва та транспортування отримані з бази даних Ecoinvent 3.1 (станом на жовтень 2014 року)[119].

3.4.5. Вирощування Золотистого спара в УЗВ. Ферми з розведення Золотистого спара в УЗВ будуються майже за таким же принципом і повинні мати всі потреби риби для нормального розвитку. Готова продукція Золотистого спара вирощена на фермах з рециркуляційною системою ні чим не відрізняється за якістю в порівнянні з спаром, який був вирощений в садках, а перевірені методи вирощування гарантують швидке зростання. М'ясо штучно вирощеної риби за своїми смаковими характеристиками не відрізняється від тієї, яка виросла на вільному вигул.(Рис.3.4.3)



Рис. 3.4.3 Порівняння Золотистого спара

Інтенсивний спосіб вирощування в установках замкнутого водопостачання (УЗВ), має бути розташований поблизу морського узбережжя або водойми з прісною водою. При вирощуванні риби в установках замкнутого водопостачання використовується морська вода або прісна вода з синтетичними солями з вмістом основних мікроелементів нагадують за хімічним складом морську воду з регульованим рівнем проміле від 14 до 37.

Термін розведення в УЗВ: 1,5 – 3 роки в залежності від розміру риби та інтенсивності її вирощування що заключається в кормах, температурі та інших технологіях вирощування. В установках замкнутого водопостачання, цикл

вирощування гранично скорочений до необхідного мінімуму. Популярний товарний розмір Золотистого спара від 350 - 450 гр [124,125].

3.5 Порівняльна характеристика вирощування в садках та в системах УЗВ

Виробництво риби з аквакультури в Греції є одним з найбільших серед країн ЄС та Середземномор'я завдяки збільшенню виробництва Золотистого спара та морського окуня. У Північній Греції та в Україні вирощування цих видів все ще обмежене, головним чином через відсутність придатних територій для створення інтенсивних морських рибницьких господарств, принаймні, з урахуванням переважаючої в країні технології виробництва - плавучих рибницьких садків.

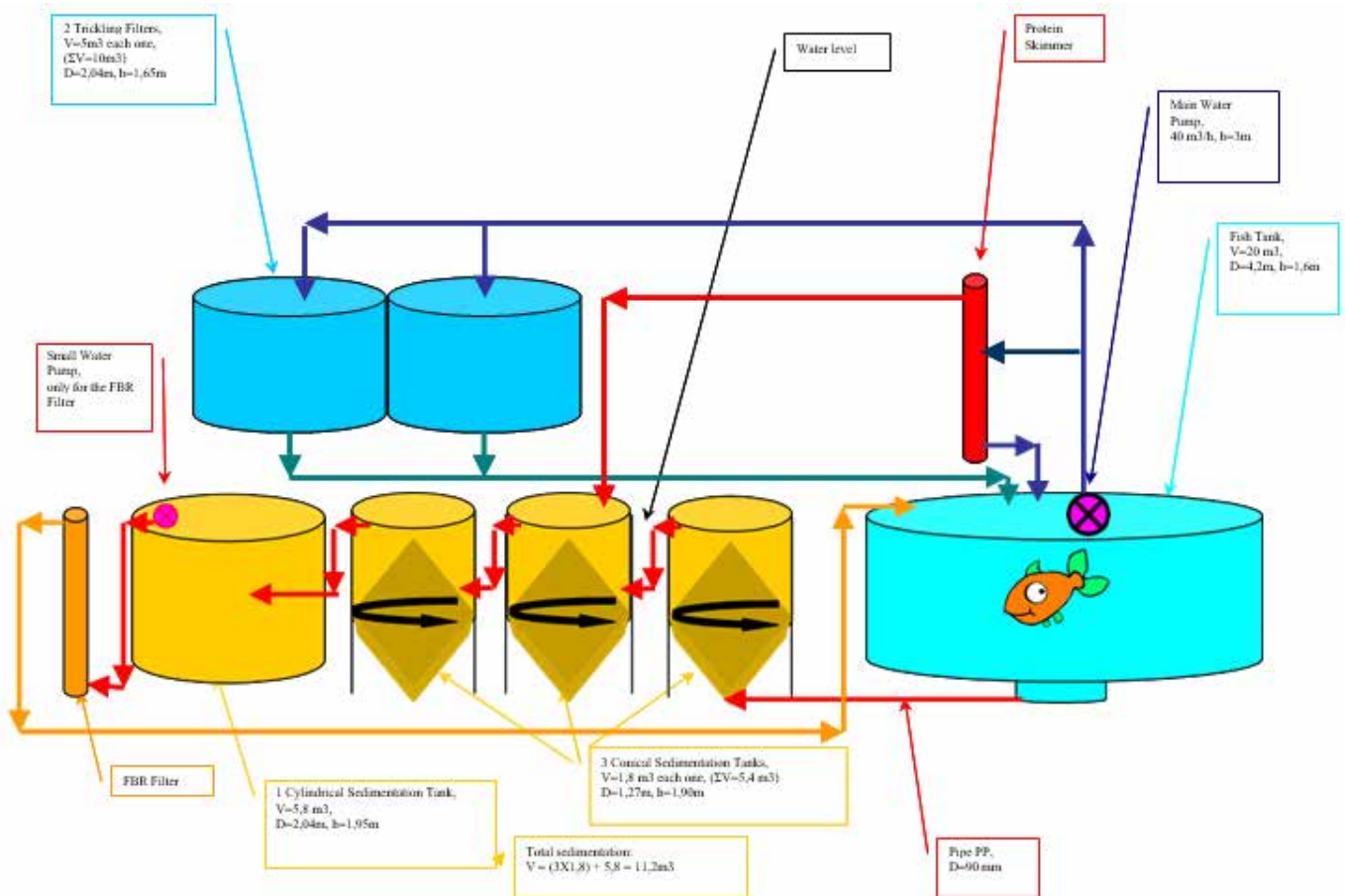
Тому потрібно порівняти інтенсивне вирощування золотистого спара (*Sparus aurata*) з іншими альтернативними методами вирощування, такими як використання «закритих виробничих систем» з рециркуляцією води для вирощування, «відкритих виробничих систем» у відкритих резервуарах без рециркуляції води та «плавучих рибних садків», встановлених у лагуні в Північній Греції.

Результати порівняльного росту не показали жодної статистичної різниці між цими двома методами, принаймні до досягнення рибою товарного розміру. Однак, в зимовий період вирощування золотистого спара спостерігалася масова загибель риби через екстремальні умови навколишнього середовища, головним чином у відкритих системах вирощування.

Це свідчить про те, що в Північній Греції та в Україні можуть бути розроблені нові екологічно чисті методи морського рибництва, такі як «закриті виробничі

системи», які краще гармонізовані з природним середовищем, що сприятиме якісному та кількісному виробництву цих видів риб у менш «придатних» районах, одночасно покращуючи «якість» морського рибництва.

Порівняльне вирощування риби розпочалося з золотистого спара (*Sparus aurata*) середньою вагою 100 г в умовах солоності 35‰. Завантаження рибою рециркуляційних рибницьких резервуарів здійснювалося поступово, з метою поступового заселення біологічних фільтрів відповідною мікробною фауною (Рис. 3.5.1).



а. Система біофільтрів В1

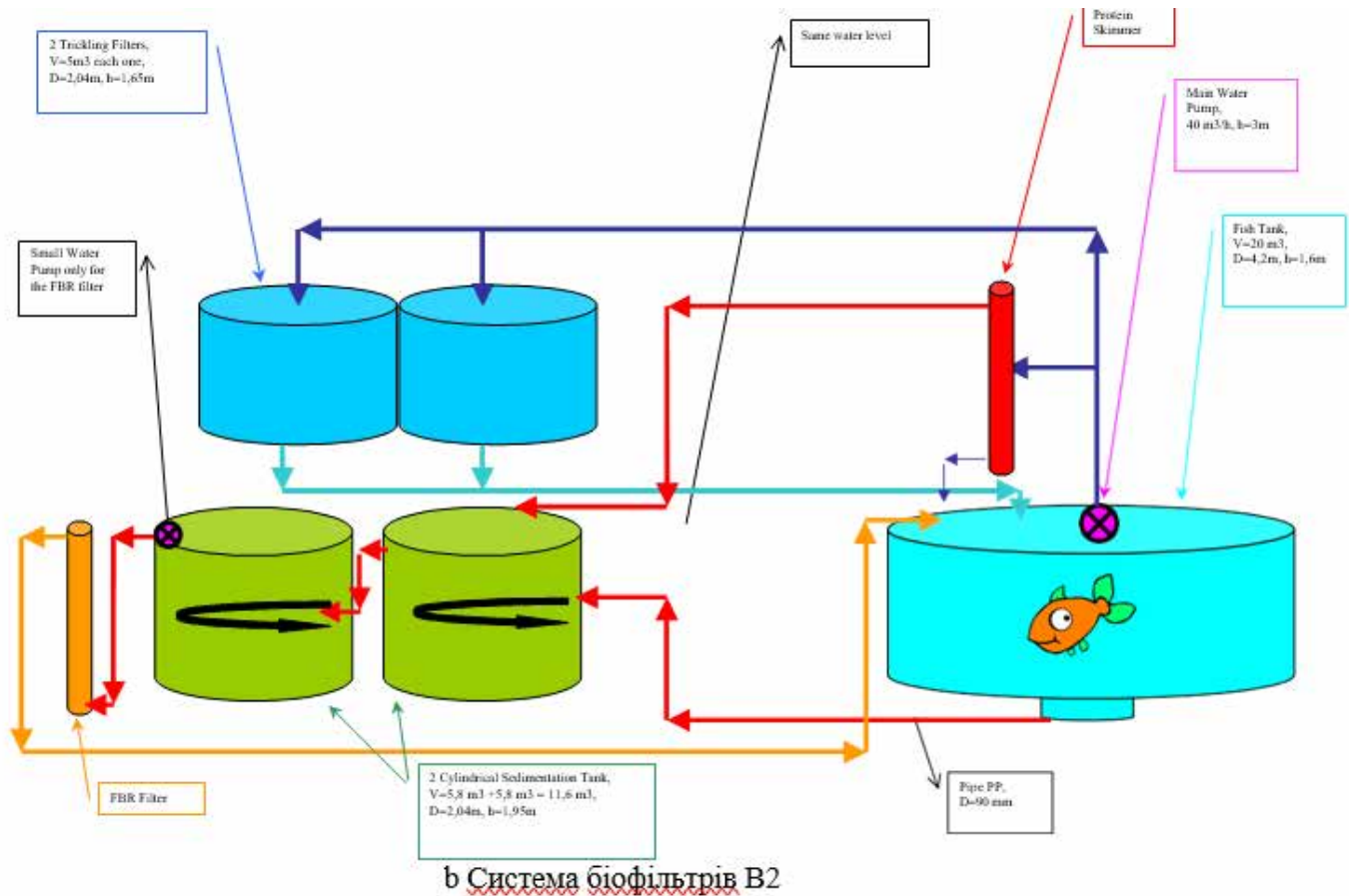


Рис. 3.5.1 Ескізні креслення обох блоків біофільтраційних систем (В1 та В2) були побудовані, експлуатувалися та контролювалися.

Раціон риб у чотирьох експериментальних культурах складався з промислового корму для Золотистого спара типу «пелетс». Його розмір становив 4,5 мм, а склад - 45% загального білка, 22% жирів та 15,8% інших речовин. У процесі вирощування добова доза корму відповідала рекомендованій компанією-виробником гранул в залежності від температурного діапазону та розміру риби і варіювалася в межах 0,5-2,1% від загальної маси риби.

Норма годування змінювалася щомісяця, відповідно до загальної біомаси риби у вирощувальних резервуарах та температури води. Кількість корму коригували щодня лише залежно від температури води.

Під час вирощування в рециркуляційних системах щоденно вимірювали фізико-хімічні параметри води, такі як температура, кисень, рН та провідність, за допомогою приладів компанії WTW (киснемір: Oxi330, рН-метр: рН 330 та кондуктометр: LF330). Вимірювання N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃ і P-PO₄ проводили спектрофотометром WTW, тип PhotoLab S12, з використанням методів і реактивів тієї ж компанії [7,109,110].

Протягом усього експериментального періоду вода в акваріумах в обох рециркуляційних системах залишалася незмінною, без будь-якої заміни. Два рази на тиждень перевіряли загальний об'єм води в кожній системі і додавали нову свіжу воду для компенсації випаровування, так що первинний об'єм і солоність води в кожному акваріумі залишалися постійними. Протягом усього експериментального процесу теплицю і воду для вирощування риб у акваріумах не нагрівали і не охолоджували. Це було зроблено для порівняльного дослідження росту риби з іншими «відкритими» системами вирощування без накриття та рециркуляції.

Для моніторингу росту вирощених риб між трьома експериментальними культурами, кожні 30 днів з кожного акваріума або садка відбиралася вибірка риб у кількості понад 100 екземплярів. Риб утримували живими, анестезували розведеним розчином MS-222 для проведення вимірювань. Кожну рибину зважували окремо, вимірювали і записували її загальну довжину. За даними середньої ваги риб розраховували загальну біомасу в акваріумі (або садку), знаючи загальну кількість риб на початку експерименту і віднімаючи загиблих риб [4]. Після проведення необхідних вимірювань рибу приводили до тями після наркозу, дезінфікували та повертали до вирощувальних акваріумів (або садків).

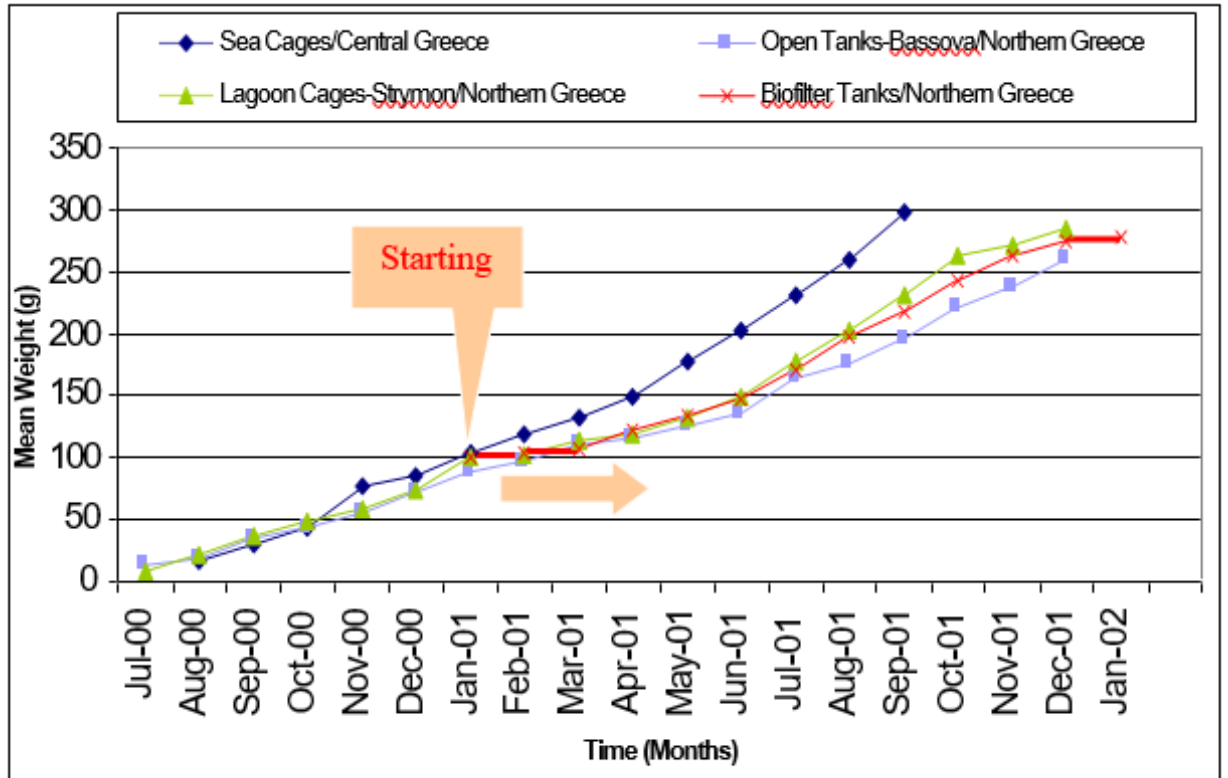
Мальки золотистого спара, вирощені в усіх експериментальних системах, походили з одного і того ж риборозплідника і належали до однієї і тієї ж партії риби. Вони також були випущені з риборозплідника в один і той же день. Всі використані риби були попередньо вирощені до середньої ваги 100 г/рибу в установках

N.AG.RE.F.-F.R.I., а після цього етапу вони були переведені в інші порівнювані експериментальні установки. Таким чином, всі порівнювані риби мали однакове походження та однакове попереднє вирощування.

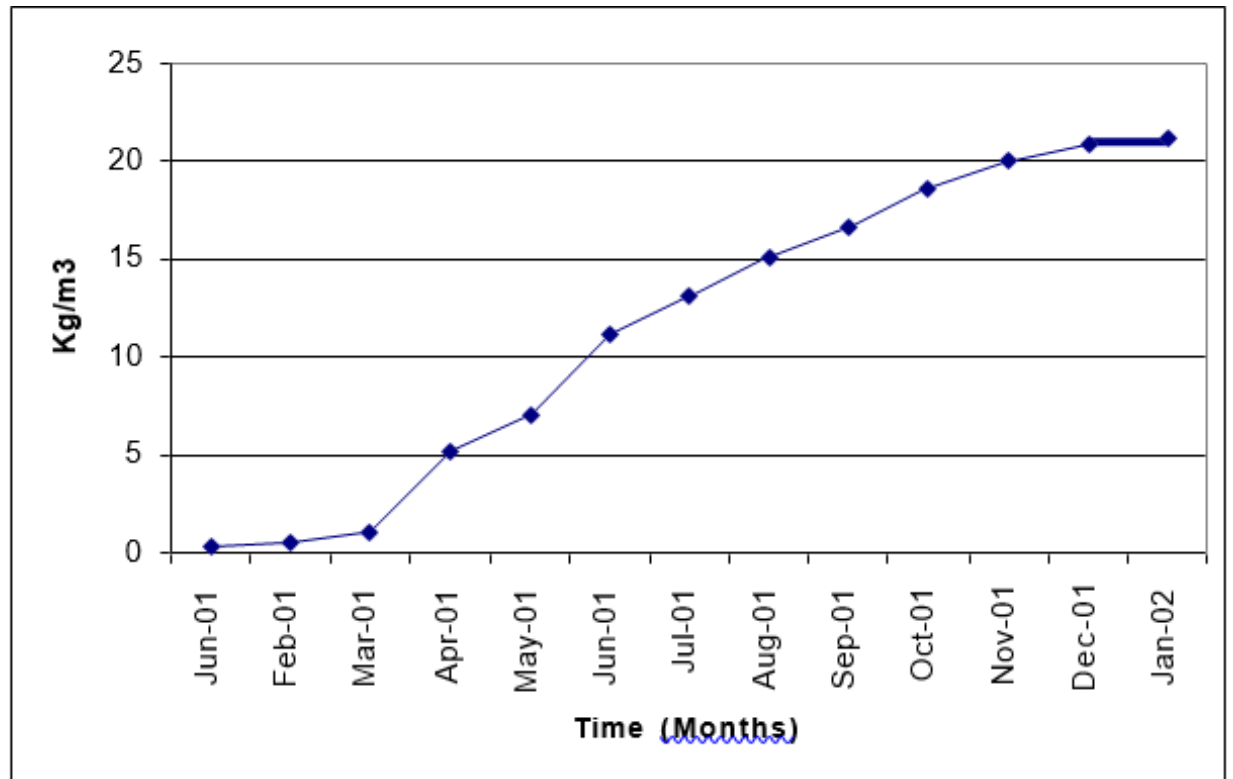
Період порівняльного експериментального вирощування між трьома експериментами становив одинадцять місяців і включав етапи вирощування від 100 г/рибу до її ринкового розміру (250-300 г/рибу).

Період експериментального вирощування між цими чотирма експериментами спочатку планувався на цілий рік. На жаль, незвично погана зима і сильний мороз в середині грудня зірвали порівняння, оскільки вся вирощена риба в обох «відкритих» аквакультурних господарствах замерзла.

Протягом початкового періоду експериментального вирощування в обох рециркуляційних системах, спостерігалось поступове збільшення щільності риб. Це відбувалося за рахунок додавання риб із середньою масою 100 г (рис.3.5.2(б)). Цей період можна охарактеризувати як «первинний» або «розпізнавальний» для роботи системи. Основною причиною повільнішої швидкості завантаження риби у двох інших експериментальних системах був розмір цього експерименту, який мав комерційні масштаби.



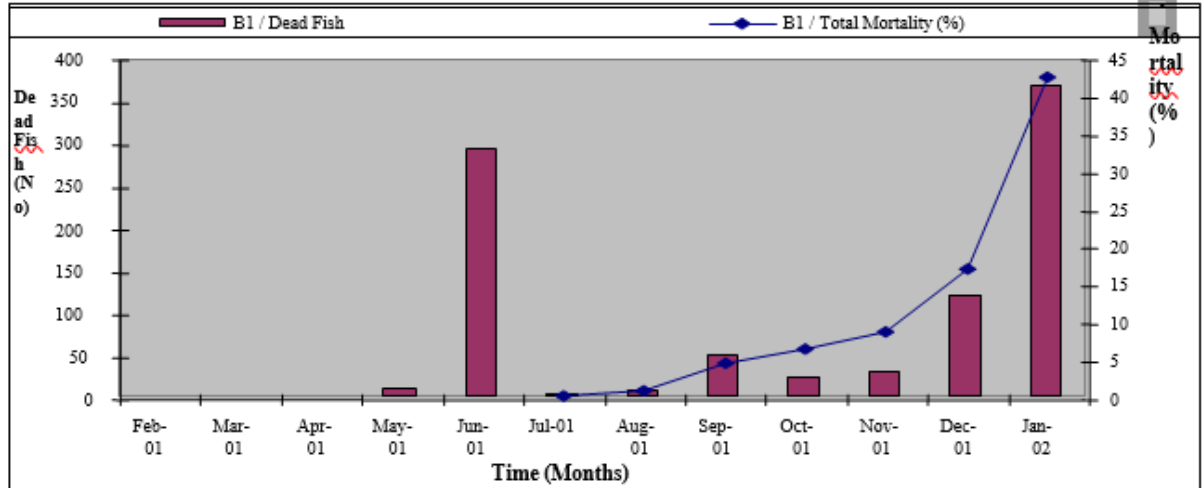
a. Порівняльна швидкість росту між трьома експериментальними культурами



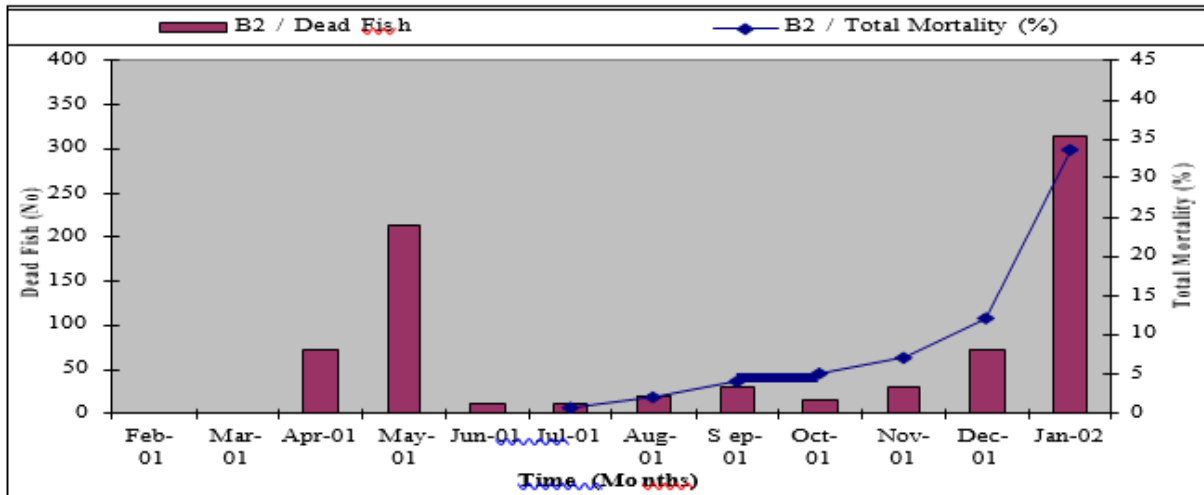
b. Зміна щільності риб у рециркуляційних вирощувальних резервуарах

Рис. 3.5.2. Порівняльні криві росту трьох експериментальних системах золотистого спара та середня щільність риб

Ця стратегія повільного додавання риби не виявилася помилковою, оскільки протягом перших місяців експерименту виникли дві важливі технічні проблеми. Перша була пов'язана з виходом з ладу головного рибного насоса в першій системі (B1). Друга проблема виникла в системі B2 і була пов'язана з повільним засміченням системи, яка розподіляла воду до крапельних фільтрів. Обидві ці несправності спричинили швидкі коливання фізико-хімічних характеристик води в обох акваріумах і призвели до загибелі риби (рис. 3.5.3). Протягом цього періоду вся загибла риба в обох системах була замінена. Завантаження риби припинилося, коли середня щільність риби в кожній системі досягла 12 кг/м³ (рис. 3.5.2.(б)) [111,112]. Після цього періоду щільність риби в обох експериментальних рециркуляційних системах (B1 і B2) збільшувалася лише за рахунок зростання вирощеної риби, а зменшувалася лише за рахунок загиблої риби (рис. 3.5.2 і 3.5.3). Нарешті, наприкінці експерименту середня щільність риби досягла 20,9 кг/м³ (рис. 3.5.2(б)) в обох досліджуваних рециркуляційних системах.



B1.



B2.

Рис. 3.5.3. Кількість загиблих риб та загальна смертність протягом експериментального періоду, що вирощувались в експериментальних системах перерахунку B1 та B2.

Температура вирощувальної води в рибницьких акваріумах під експериментальною теплицею протягом літніх місяців перевищувала 30°C лише протягом певного періоду днів. У цей час подача корму рибам припинялася, і загибелі риб через підвищену температуру не відбувалося. Через сувору зиму в Греції та тривалі морози, температура води у вирощувальних басейнах в обох рибницьких господарствах знизилася до 5°C протягом одного-двох днів. Через

низьку температуру води сталася загибель деяких риб. Після більш ніж п'ятнадцятиденних морозів температура води в обох системах знову впала до 5°C, більш ніж на два дні. Під час цього другого періоду тривалих несприятливих погодних умов 40% риби в рециркуляційній системі В1 і 35% в системі В2 загинули через дуже низькі температури. З цієї причини весь експериментальний прес був зупинений.

Показники рН після літнього періоду та завершення штучного збільшення рибного завантаження залишалися в цілому на нижчих рівнях, які можуть бути терпимими для риб, приблизно на рівні 5,5 до 5. Вміст розчиненого кисню коливався в обох досліджуваних системах від 5,5 до 6 мг/л. На цьому рівні вміст розчиненого кисню стабілізувався навіть у спекотні періоди. Провідність вирощувальних вод в обох досліджуваних рециркуляційних системах слідує за коливаннями температури і щільності риби [111,112]. Провідність змінювалася від 40 до 60 мСм/см протягом більшої частини періоду експериментального вирощування. Нарешті, більшість фізико-хімічних параметрів, які контролювалися протягом усього експериментального періоду, не змінювалися між двома різними системами рециркуляційних рибницьких акваріумів [111,112]. Навіть якщо більшість параметрів варіювали в межах, притаманних для вирощування даного виду, не спостерігалось жодних серйозних проблем ні зі швидкістю росту риб, ні з їхньою смертністю. Лише дуже низькі температури спричинили проблеми. Звичайно, обидві ці рециркуляційні системи слід вважати успішними, оскільки вони були єдиними системами, які змогли зберегти частину риби в Північній Греції, в той час як в усіх інших системах на тій же території риба була заморожена [113].

На Рисунку 3.5.2(а) представлено порівняльний темп росту (ваги) золотистого спара, вирощеного в трьох різних експериментальних установках,. Результати за попередній період часу є однаковими, оскільки вирощена риба походила з однієї і

тієї ж партії з одного і того ж риборозплідника і вирощувалась з самого початку за однаковими протоколами вирощування.

Синя лінія росту на рис. 3.5.2(a) отримана на основі літературних даних і представляє середню швидкість росту, яка була отримана в результаті інтенсивного вирощування золотистого спара в «морських садках» в Центральній Греції. Через досить відмінні умови навколишнього середовища в цій місцевості та абсолютно різні системи аквакультури, ці дані відображаються тут лише як загальний орієнтир для зростання виду, і вони не є безпосередньо сумісними з даними з чотирьох експериментальних установок.

З кривих росту всіх культур золотистого спара видно, що вони дуже схожі. Риба, вирощена в морських садках лагуни (лагуна Тузла), дещо більша за «рециркуляційну», що, в свою чергу, перевищує швидкість росту риби, вирощеної у відкритих резервуарах, в лагуні Вассовас. При порівнянні середніх значень маси риб у щомісячних вибірках за допомогою коваріаційного аналізу ($p < 0,05$) не було виявлено статистичної різниці. Протягом усього експериментального періоду рибу не сортували. З цієї причини 95% довірна ймовірність інтервалів середньої ваги та її статистичних дисперсій є достатньо великою, навіть якщо криві росту представлені як різниці в рості. У будь-якому випадку, оскільки зміни швидкості росту невеликі, ми можемо зі статистичною впевненістю зробити висновок, що швидкість росту (вага) вирощених риб за трьома різними випробуваними методами була однаковою.

Тому запуск таких рециркуляційних систем є цілком можливим і для України та її клімату, адже вирощування золотистого спара в Україні дасть великі перспективи для розвитку морської аквакультури, а також зниження ціни на неї.

3.6 Захворювання Золотистого спара

За останні двадцять років індустрія аквакультури золотистого спара зазнала стрімкого розвитку з вражаючими досягненнями в методах вирощування, управлінні хворобами, харчуванні та знаннях про промислові інкубаційні заводи. З досягненням максимальних результатів у вирощуванні виникає чимало проблем, пов'язаних із загальною якістю мальків. Якість риби залежить від морфо-анатомічних та органолептичних показників, які повинні бути близькими до показників дикої риби, що є основним для якості для споживача [20]. Різні дослідження повідомляють про виникнення морфологічних аномалій, індукованих на ембріональній та постембріональній стадіях, що перешкоджають ефективності виробничого циклу [11,14,20,22]. Ці аномалії, що зачіпають до 80% виробництва мальків, спричиняють величезний економічний спад у галузі. Вони в першу чергу впливають на виживання, ріст, біологічні показники та якість риби, загальне сприйняття риби споживачами, а отже, на економічну ефективність морської рибної аквакультури [90,91]. Помітно вища поширеність анатомічних аномалій спостерігається у морського спара, вирощеного в умовах інтенсивної аквакультури, порівняно з тваринами, виловленими в дикій природі [20].

Незважаючи на вдосконалення технологій вирощування, умови утримання в інкубаторах все ще далекі від ідеальних. Це може пояснити той факт, що найчастіші аномалії реєструються на початку інтенсивного вирощування морського спара, задовго до того, як остеологічні деформації стають видимими ззовні [20,92,93]. Скелетні аномалії стають візуально помітними лише тоді, коли риба досягає розміру понад 0,5 г. Риби з такими деформаціями повинні бути негайно виявлені та видалені, оскільки вони будуть конкурувати зі здоровою рибою за їжу та простір [78]. Крім того, спалахи інфекційних захворювань є ще однією серйозною загрозою для галузі аквакультури [94].

Переважними захворюваннями, які зустрічалися у *Sparus aurata*, культивованих у морській воді в Елаті, були забруднення бактеріями пошкодження шкіри, зяброва гниль і септицемія. Вони розвиваються в основному у риб, які зазнали стресу та травми після обробки. Залучені бактерії були грамнегативними та міксобактеріями, які контролювали застосуванням нітрофуразону. Ектопаразитарні інфекції, як правило, були спорадичними та незначними, однак у трьох випадках інфузорія *Trichodina* sp. і моногенний *Furnestia echeneis* спричинив захворюваність і смертність епізоотичної пропорції. З ектопаразитами успішно боролися за допомогою формаліну. Хвороба, пов'язана з дієтою, вісцеральна гранульома, з'явилася у риби, яку годували певними штучними дієтами, що містили рибне борошно, але не у риби, яку годували свіжими мідіями чи м'ясом риби. Патологічні симптоми включали виражену гранульому після гіпертрофії нирок і селезінки та вогнищеві ураження інших органів. Риби, вирощені в інкубаційних заводах, страждали від епізодів екстремальних інфекцій *epitheliocystis*, моногенної *F. echeneis*, зябрової гнилі через міксобактерій та деформації скелета в поєднанні з пухлинами плавального міхура.

Під час спеціального 17-го семінару Європейської асоціації рибних патологів (EAFP), експерти з середземноморської аквакультури золотистого спара встановили базовий рівень санітарних проблем. Вони повідомили, що вірусний нервовий некроз (ВНН), відомий також як вірусна енцефалопатія та ретинопатія (ВЕР), є найбільш актуальною проблемою в середземноморській аквакультурі, що досягла успіху в плані патогенності через бактеріальні та паразитарні інфекційні захворювання [95]. Патогенез VNN або VER пов'язували з вакуолізацією та некрозом нервових клітин, що супроводжується неврологічними ушкодженнями, підвищеним рівнем смертності та зниженням росту [96]. Вважалося, що морський спар має стійкість до ВНН, поки не з'явилися повідомлення про випадки високої смертності, пов'язані з появою нового штаму ВНН [97,98]. Це викликало

необхідність охарактеризувати види нодавірусів, що спричиняють втрату резистентності у золотистого спара, та можливість проведення профілактичних заходів шляхом селективної селекції, спрямованої на підвищення стійкості до ВНН [99].

За даними EAFP, друге та третє місця посідають бактеріальні та паразитарні інфекційні хвороби [95]. Незважаючи на наявність вакцин та антибіотиків, належне управління бактеріальними патогенами, такими як *Photobacterium damsela subsp. piscicida* та *V. anguillarum* залишається головним пріоритетом. Серед паразитарних захворювань, однак, першочергове перше місце посідають зяброві сисуні, які є серйозною санітарною проблемою в усьому північноафриканському регіоні виробництва, а також у Східному та Західному Середземномор'ї, що призводить до високої смертності [95,100].

Для подолання цієї проблеми в середземноморській марикультурі були прийняті програми інтенсивного селекційного розведення золотистого спара, які покращують показники росту [101], морфологію [102], генетичну стійкість до патогенів [103] та запобігають впливу хвороб [104]. Дійсно, цей надзвичайно цінний інструмент показав високий генетичний приріст у 12,5% стійкості до хвороб за покоління [105], а саме стійкість морського спара до пастерельозу з геномною спадковістю, оціненою в 0,32 [106], і збільшення швидкості росту від 5 до 29% за покоління [107,108], що дозволило створити генетично покращене молоді. Проте, застосування цього підходу обумовлене достатньою генетичною мінливістю в межах виду [102].

Інструмент геномної селекції використовує геномні маркери для оцінки генетичних зв'язків між особинами та оцінки їхнього селекційного потенціалу, тим самим підвищуючи ефективність селекції та генетичного поліпшення за покоління [81]

ВИСНОВОК

В останні роки рибництво в Європі є зростаючою галуззю. Воно отримало визнання як галузь, що безпосередньо виробляє білок, і тому привертає все більше уваги з боку урядів та приватного сектору. Дані та знання до останніх років зазвичай надходили з екстенсивних та напівінтенсивних комерційних рибницьких господарств, а також з деяких науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи. Дані, які надходять безпосередньо з інтенсивних комерційних рибницьких господарств для важливих товарних видів, таких як золотистий спар, рідкісні і, в основному, не дуже достовірні з причин просування рибницьких господарств або існуючої комерційної конкуренції.

У цій роботі, намагаючись отримати початкову оцінку переваг рециркуляційних систем порівняно з «відкритими», спочатку було описано багатогранну сферу аквакультури золотистого спара, проаналізувавши його таксономі., біологію та пов'язану з ростом бібліографію, а також наведені порівняльні характеристики між рециркуляційними та садковими системами тобто «закритими» та «відкритими» відповідно. Систематично описуючи його життєвий цикл, характеристики росту та генетичну динаміку, було забезпечено глибоке розуміння екологічних та фізіологічних потреб цього виду. Крім того, ретельно описавши методи розведення, повний виробничий цикл та практику вирощування, були розкрили складні процеси та міркування, що беруть участь у вирощуванні золотистого спара. Ця робота також підкреслила виклики, з якими стикаються аквакультурники, що займаються вирощуванням золотистого спара. Дійсно, незважаючи на те, що накопичення знань про функціональні та біологічні характеристики золотистого спара значно покращило аквакультурні аспекти, а саме його репродуктивний успіх та виживання, умови його вирощування все ще далекі від ідеальних, що призводить до частих проблем, які тягнуть за собою значні

економічні втрати. Таким чином, необхідне поглиблене вивчення молекулярних шляхів, що стоять за цими функціональними та біологічними характеристиками (ріст, скелетогенез, стійкість до хвороб) та умовами утримання в інкубаторах.

Основними стримуючими факторами розвитку наземної марікультури не тільки для України або Греції, але й для більшості європейських країн є відсутність зручних ділянок через конфлікт у використанні берегової лінії та поступове впровадження норм щодо зменшення впливу рибних ферм на навколишнє середовище.

Порівняльне дослідження темпів зростання вирощених золотистих спарів між заводом з «рециркуляційними» системами та іншими «відкритими» установками протягом майже цілого року показало, що вони були ідентичними в межах статистичної похибки. Більше того, не було виявлено жодних відмінностей у смакових якостях риби, вирощеної в різних системах, хоча зрозуміло, що це вимірювання є суб'єктивним.

Одне з міркувань, яке необхідно враховувати в будь-якій системі аквакультури, полягає в тому, що морська риба чутлива до ряду умов якості води. Нерідкі випадки масової загибелі риби, коли умови змінюються за межами припливів і відпливів. Загалом, добре спроектована рециркуляційна система аквакультури має низку переваг порівняно з «відкритими» системами інтенсивного вирощування в акваріумах або ставках. Ці системи призначені для збереження як земельних, так і водних ресурсів, при цьому вони можуть бути розташовані в районах, несприятливих для «відкритого» ставкового вирощування. Оператори цих систем мають більший ступінь контролю над середовищем вирощування риби і можуть вирощувати рибу цілий рік в оптимальних умовах. Урожай можна збирати в будь-який час, а запаси можна визначити набагато точніше, ніж у ставках. Ця остання характеристика є особливо корисною при спробі отримати фінансування або страхування врожаю.

Загалом можна зробити висновок, що системи рециркуляції в приміщенні мають навіть ряд переваг над традиційними «відкритими» системами вирощування риби в резервуарах або ставках, в тому числі підвищену енергоефективність. Використання енергоефективних будівельних матеріалів мінімізує витрати на опалення. Оскільки системи рециркуляції мають нижчі вимоги до напору води, ніж «відкриті» системи, можна досягти рівної або більшої швидкості потоку з меншою енергією перекачування. Належне проектування, включаючи точний розрахунок вимог до напору, мінімізацію кількості фітингів і клапанів, що використовуються в сантехнічних системах, і ретельний підбір насосів, зменшить витрати на електроенергію.

Оскільки проблеми характерні для певних видів риби, деякі хвороби риби, деякі питання управління якістю води та економічні фактори ще деякий час будуть сприяти використанню відкритих ставків у деяких ситуаціях. Тим не менш, системи рециркуляції пропонують реальні рішення багатьох проблем, що виникають у комерційному марикультурному виробництві.

Аквакультура - це просто вид сільського господарства. Як і інше сучасне тваринництво, аквакультура рухається в напрямку інтенсивних, контрольованих систем, які, наскільки це можливе використання технологій рециркуляції в закритому ґрунті. Незважаючи на вищі початкові капітальні витрати, ця методика вирощування має перевагу в тому, що вона значно зменшує потребу в землі та воді, забезпечує високий ступінь екологічного контролю та потенціал для розміщення виробництва поблизу ринків збуту, водночас даючи такі ж врожаї, як і традиційні технології вирощування.

На завершення, хочу наголосити, що складний баланс між науковим розумінням, накопиченням знань та практичним застосуванням визначатиме майбутнє аквакультури золотистого спара. Завдяки цілеспрямованим дослідженням, новій політиці та прихильності можливо розвивати екологічну

промисловість, яка приносить користь як екосистемі, так і глобальному попиту на безпечні та здорові продукти харчування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕ

1. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*; FAO: Rome, Italy, 2022. [CrossRef]
2. Papoutsoglou, S.E. (2000) Monitoring and regulation of marine aquaculture in Greece: licensing, regulatory control and monitoring guidelines and procedures, *J. Appl. Ichtyol.*, 16, 167-171.
3. Blackbrn, N.D., Ragias, V. (2002) Development of recirculating mariculture production systems designed to minimize environmental impact. In: Abstract of the Final Report of FAIRCT 98-4160, (Coordinator Krom M.D.), 156 pp.
4. Poxton, M.G., Murray, K.R., Linfoot, B.T. (1982) The growth of turbot (*Scophthalmus maximus* (L.)) in recirculating systems. *Aquacultural Engineering*, Vol. 1, pp 23-34.
5. Basurco, B.; Lovatelli, A.; García García, B. Current status of Sparidae aquaculture. In *Sparidae. Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and Other Species*; Pavlidis, M.A., Mylonas, C.C., Eds.; Blackwell Publishing Ltd.: Oxford, UK, 2011; pp. 1–50.
6. Baez Paleo, J.D. *Ingeniería de la Acuicultura Marina: Instalaciones de Peces en el Mar*; Publicaciones Científicas y Tecnológicas de la Fundación OESA: Madrid, Spain, 2009.
7. Boyd, C.E., Tucker, C.S. (1992) Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. *Auburn University*, AL. 183 pp.
8. NFISS. FishStatJ-Software for Fishery and Aquaculture Statistical Time Series. 2022. Available online: <https://www.fao.org/fishery/en/topic/166235?lang=en> (accessed on 5 August 2023).
9. Dellacqua, Z.; Di Biagio, C.; Costa, C.; Pousão-Ferreira, P.; Ribeiro, L.;

Barata, M.; Gavaia, P.J.; Mattei, F.; Fabris, A.; Izquierdo, M.;

et al. Distinguishing the Effects of Water Volumes versus Stocking Densities on the Skeletal Quality during the Pre-Ongrowing Phase of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Animals* **2023**, *13*, 557. [CrossRef]

10. Espírito-Santo, C.; Guardiola, F.A.; Ozório, R.O.A.; Magnoni, L.J. Short-Term Swimming up-Regulates pro-Inflammatory Mediators and Cytokines in Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* **2023**, *284*, 111487. [CrossRef] [PubMed]

11. Mhalhel, K.; Germanà, A.; Abbate, F.; Guerrera, M.C.; Levanti, M.; Laurà, R.; Montalbano, G. The Effect of Orally Supplemented Melatonin on Larval Performance and Skeletal Deformities in Farmed Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Int. J. Mol. Sci.* **2020**, *21*, 9597. [CrossRef]

12. Mhalhel, K.; Montalbano, G.; Giurdanella, G.; Abbate, F.; Laurà, R.; Guerrera, M.C.; Germanà, A.; Levanti, M. Histological and Immunohistochemical Study of Gilthead Seabream Tongue from the Early Stage of Development: TRPV4 Potential Roles. *Ann. Anat.* **2022**, *244*, 151985. [CrossRef]

13. Sola, L.; Moretti, A.; Crosetti, D.; Karaiskou, N.; Magoulas, A.; Rossi, A.R.; Rye, M.; Triantafyllidis, A.; Tsigenopoulos, C.S. Gilthead Seabream—*Sparus aurata*. Genetic Impact of Aquaculture Activities on Native Populations. 2007, pp. 47–54. Available online: <https://www.vliz.be/imisdocs/publications/318461.pdf> (accessed on 2 July 2023).

14. Verhaegen, Y.; Adriaens, D.; Wolf, T.D.; Dhert, P.; Sorgeloos, P. Deformities in Larval Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*): A Qualitative and Quantitative Analysis Using Geometric Morphometrics. *Aquaculture* **2007**, *268*, 156–168. [CrossRef]

15. Sadek, S.; Osman, M.F.; Mansour, M.A. Growth, Survival and Feed Conversion Rates of Sea Bream (*Sparus aurata*) Cultured in Earthen Brackish Water

Ponds Fed Different Feed Types. *Aquac. Int.* **2004**, *12*, 409–421. [CrossRef]

16. Kır, M. Thermal Tolerance and Standard Metabolic Rate of Juvenile Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Acclimated to Four Temperatures. *J. Therm. Biol.* **2020**, *93*, 102739. [CrossRef]

17. Manchado, M.; Planas, J.V.; Cousin, X.; Rebordinos, L.; Claros, M.G. 8-Current Status in Other Finfish Species: Description of Current Genomic Resources for the Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) and Soles (*Solea senegalensis* and *Solea solea*). In *Genomics in Aquaculture*; MacKenzie, S., Jentoft, S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2016; pp. 195–221; ISBN 978-0-12-801418-9.

18. Rowlerson, A.; Mascarello, F.; Radaelli, G.; Veggetti, A. Differentiation and Growth of Muscle in the Fish *Sparus aurata* (L.): II. Hyperplastic and Hypertrophic Growth of Lateral Muscle from Hatching to Adult. *J. Muscle Res. Cell Motil.* **1995**, *16*, 223–236. [CrossRef]

19. European Food Safety Authority (EFSA). Animal Welfare Aspects of Husbandry Systems for Farmed European Seabass and Gilthead Seabream-Scientific Opinion of the Panel. *EFSA J.* **2008**, *6*, 844. [CrossRef]

20. Ortiz-Delgado, J.B.; Fernández, I.; Sarasquete, C.; Gisbert, E. Normal and Histopathological Organization of the Opercular Bone and Vertebrae in Gilthead Sea Bream *Sparus aurata*. *Aquat. Biol.* **2014**, *21*, 67–84. [CrossRef]

21. Sfakianakis, D.G.; Katharios, P.; Tsirigotakis, N.; Doxa, C.K.; Kentouri, M. Lateral Line Deformities in Wild and Farmed Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) and Sea Bream (*Sparus aurata*, L.). *J. Appl. Ichthyol.* **2013**, *29*, 1015–1021. [CrossRef]

22. Beraldo, P.; Canavese, B. Recovery of Opercular Anomalies in Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata* L.: Morphological and Morphometric Analysis. *J. Fish Dis.* **2011**, *34*, 21–30. [CrossRef] [PubMed]

23. Negrín-Báez, D.; Navarro, A.; Lee-Montero, I.; Soula, M.; Afonso, J.M.; Zamorano, M.J. Inheritance of Skeletal Deformities in Gilthead Seabream (*Sparus*

aurata)-Lack of Operculum, Lordosis, Vertebral Fusion and LSK Complex. *J. Anim. Sci.* **2015**, *93*, 53–61. [CrossRef] [PubMed]

24. Pavlidis, M.A.; Mylonas, C.C. *Sparidae: Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and Other Species*, 1st ed.; Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, USA, 2011; ISBN 1-4051-9772-2.

25. FAO. Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System: Gilthead Seabream-*Sparus aurata*. Available online: <https://www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/gilthead-seabream/gilthead-seabream-home/en/> (accessed on 5 August 2023).

[//www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/gilthead-seabream/gilthead-seabream-home/en/](https://www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/gilthead-seabream/gilthead-seabream-home/en/) (accessed on 5 August 2023).

26. Pita, C.; Gamito, S.; Erzini, K. Feeding Habits of the Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (Southern Portugal) as Compared to the Black Seabream (*Spondyliosoma cantharus*) and the Annular Seabream (*Diplodus annularis*). *J. Appl. Ichthyol.* **2002**, *18*, 81–86. [CrossRef]

27. Wassef, E.; Eisawy, A. Food and Feeding Habits of Wild and Reared Gilthead Bream *Sparus aurata* L. *Cybiurn* **1985**, *9*, 233–242.

28. The European Commission. AquaTrace Species Leaflet: Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). 2014. Available online: <https://arquivo.pt/wayback/20141123083703/https://aquatrace.eu/> (accessed on 12 August 2023).

29. Kamacı, H.O.; Saka, Ş.; Fırat, K. The Cleavage and Embryonic Phase of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) Eggs. *Su Ürünleri Derg.* **2005**, *22*, 205–209.

30. Desoutter, M.; Quero, J.C.; Hureau, J.C.; Karrer, C.; Post, A.; Saldanha, L. *Check-List of the Fishes of the Eastern Tropical Atlantic (CLOFETA)*; UNESCO: Paris, France, 1990; ISBN 92-3-002620-4.

31. Patruno, M.; Radaelli, G.; Mascarello, F.; Candia Carnevali, M.D. Muscle Growth in Response to Changing Demands of Functions in the Teleost

Sparus aurata (L.) during Development from Hatching to Juvenile. *Anat. Embryol.* **1998**, *198*, 487–504. [CrossRef][PubMed]

32. Yúfera, M.; Halm, S.; Beltran, S.; Fusté, B.; Planas, J.V.; Martínez-Rodríguez, G. Transcriptomic Characterization of the Larval Stage in Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) by 454 Pyrosequencing. *Mar. Biotechnol.* **2012**, *14*, 423–435. [CrossRef]

33. Colloca, F.; Cerasi, S. *Sparus aurata*. *Cultured Aquatic Species Information Programme*; FAO: Rome, Italy, 2022.

34. Mehanna, S.F. A Preliminary Assessment and Management of Gilthead Bream *Sparus aurata* in the Port Said Fishery, the Southeastern Mediterranean, Egypt. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **2007**, *7*, 123–130.

35. Chaoui, L.; Kara, M.H.; Faure, E.; Quignard, J.P. Growth and Reproduction of the Gilthead Seabream *Sparus aurata* in Mellah Lagoon (North-Eastern Algeria). *Sci. Mar.* **2006**, *70*, 545–552. [CrossRef]

36. Jerez, S.; Rodríguez, C.; Cejas, J.R.; Martín, M.V.; Bolaños, A.; Lorenzo, A. Influence of Age of Female Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.) Broodstock on Spawning Quality throughout the Reproductive Season. *Aquaculture* **2012**, *350–353*, 54–62. [CrossRef]

37. Fernández-Palacios, H.; Izquierdo, M.S.; Robaina, L.; Valencia, A.; Salhi, M.; Vergara, J. Effect of n 3 HUFA Level in Broodstock Diets on Egg Quality of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture* **1995**, *132*, 325–337. [CrossRef]

38. Zohar, Y.; Abraham, M.; Gordin, H. The Gonadal Cycle of the Captivity-Reared Hermaphroditic Teleost *Sparus aurata* (L.) during the First Two Years of Life. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* **1978**, *18*, 877–882. [CrossRef]

39. Pauletto, M.; Manousaki, T.; Ferrareso, S.; Babbucci, M.; Tsakogiannis, A.; Louro, B.; Vitulo, N.; Quoc, V.H.; Carraro, R.; Bertotto, D.; et al. Genomic Analysis of *Sparus aurata* Reveals the Evolutionary Dynamics of Sex-

Biased Genes in a Sequential Hermaphrodite Fish. *Commun. Biol.* **2018**, *1*, 119. [CrossRef]

40. Tsakogiannis, A.; Manousaki, T.; Lagnel, J.; Papanikolaou, N.; Papandroulakis, N.; Mylonas, C.C.; Tsigenopoulos, C.S. The Gene Toolkit Implicated in Functional Sex in Sparidae Hermaphrodites: Inferences from Comparative Transcriptomics. *Front. Genet.* **2019**, *9*, 749. [CrossRef]

41. Laiz-Carrión, R.; Sangiao-Alvarellos, S.; Guzmán, J.M.; Martín del Río, M.P.; Soengas, J.L.; Mancera, J.M. Growth Performance of Gilthead Sea Bream *Sparus aurata* in Different Osmotic Conditions: Implications for Osmoregulation and Energy Metabolism. *Aquaculture* **2005**, *250*, 849–861. [CrossRef]

42. Torno, C.; Staats, S.; Fickler, A.; de Pascual-Teresa, S.; Soledad Izquierdo, M.; Rimbach, G.; Schulz, C. Combined Effects of Nutritional, Biochemical and Environmental Stimuli on Growth Performance and Fatty Acid Composition of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0216611. [CrossRef]

43. Ayala, M.D.; Balsalobre, N.; Chaves-Pozo, E.; Sáez, M.I.; Galafat, A.; Alarcón, F.J.; Martínez, T.F.; Arizcun, M. Long-Term Effects of a Short Juvenile Feeding Period with Diets Enriched with the Microalgae *Nannochloropsis Gaditana* on the Subsequent Body and Muscle Growth of Gilthead Seabream, *Sparus aurata* L. *Animals* **2023**, *13*, 482. [CrossRef] [PubMed]

44. Salmerón, C.; Navarro, I.; Johnston, I.A.; Gutiérrez, J.; Capilla, E. Characterisation and Expression Analysis of Cathepsins and Ubiquitin-Proteasome Genes in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Skeletal Muscle. *BMC Res. Notes* **2015**, *8*, 149. [CrossRef]

45. García de la Serrana, D.; Codina, M.; Capilla, E.; Jiménez-Amilburu, V.; Navarro, I.; Du, S.-J.; Johnston, I.A.; Gutiérrez, J. Characterisation and Expression of Myogenesis Regulatory Factors during in Vitro Myoblast Development and in Vivo Fasting in the Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Comp. Biochem. Physiol. Part A*

Mol. Integr. Physiol. **2014**, *167*, 90–99. [CrossRef]

46. Kraljević, M.; Dulčić, J. Age and Growth of Gilt-Head Sea Bream (*Sparus aurata* L.) in the Mirna Estuary, Northern Adriatic. *Fish. Res.* **1997**, *31*, 249–255. [CrossRef]

47. Aydin, M. Maximum Length and Age Report of *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea. *J. Appl. Ichthyol.* **2018**, *34*, 964–966. [CrossRef]

48. Caterina, F.; Piccione, G.; Marafioti, S.; Arfuso, F.; Fortino, G.; Fazio, F. Metabolic Response to Monthly Variations of *Sparus aurata* Reared in Mediterranean On-Shore Tanks. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **2014**, *14*, 567–574. [CrossRef]

49. Ginés, R.; Afonso, J.M.; Argüello, A.; Zamorano, M.J.; López, J.L. The Effects of Long-Day Photoperiod on Growth, Body Composition and Skin Colour in Immature Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.). *Aquac. Res.* **2004**, *35*, 1207–1212. [CrossRef]

50. Vardar, H.; Yildirim, Ş. Effects of Long-Term Extended Photoperiod on Somatic Growth and Husbandry Parameters on Cultured Gilthead Seabream (*Sparus aurata*, L.) in the Net Cages. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **2012**, *12*, 225–231. [CrossRef]

51. Zarantoniello, M.; Bortoletti, M.; Olivotto, I.; Ratti, S.; Poltronieri, C.; Negrato, E.; Caberlotto, S.; Radaelli, G.; Bertotto, D. Salinity, Temperature and Ammonia Acute Stress Response in Seabream (*Sparus aurata*) Juveniles: A Multidisciplinary Study. *Animals* **2021**, *11*, 97. [CrossRef] [PubMed]

52. Mabrouk, H.; Nour, A. al-Aziz Effect of Reducing Water Salinity on Survival, Growth Performance, Chemical Composition and Nutrients Gain of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Larvae. *J. King Abdulaziz Univ. Mar. Sci.* **2011**, *22*, 15–29.

53. Lupatsch, I.; Kissil, G.; Sklan, D. Defining Energy and Protein Requirements Of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) To Optimize Feeds And

Feeding Regimes. *Isr. J. Aquac. Bamidgeh* **2003**, *55*, 243–257. [CrossRef]

54. Mongile, F.; Bonaldo, A.; Fontanillas, R.; Mariani, L.; Badiani, A.; Bonvini, E.; Parma, L. Effects of Dietary Lipid Level on Growth and Feed Utilisation of Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.) Reared at Mediterranean Summer Temperature. *Ital. J. Anim. Sci.* **2014**, *13*, 2999. [CrossRef]

55. Fountoulaki, E.E.; Alexis, M.N.; Nengas, I. Protein and Energy Requirements of Gilthead Bream (*Sparus aurata*, L.) Fingerlings: Preliminary Results. In *Mediterranean Fish Nutrition*; Basurco, B., Izquierdo, M., Montero, D., Nengas, I., Alexis, M., Eds.; Cahiers Options Méditerranéennes; CIHEAM: Zaragoza, Spain, 2005; Volume 63, pp. 19–26.

56. Pelusio, N.F.; Scicchitano, D.; Parma, L.; Dondi, F.; Brini, E.; D'Amico, F.; Candela, M.; Yúfera, M.; Gilannejad, N.; Moyano, F.J. Interaction between Dietary Lipid Level and Seasonal Temperature Changes in Gilthead Sea Bream *Sparus aurata*: Effects on Growth, Fat Deposition, Plasma Biochemistry, Digestive Enzyme Activity, and Gut Bacterial Community. *Front. Mar. Sci.* **2021**, *8*, 664701. [CrossRef]

57. Enes, P.; Panserat, S.; Kaushik, S.; Oliva-Teles, A. Dietary Carbohydrate Utilization by European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) and Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) Juveniles. *Rev. Fish. Sci.* **2011**, *19*, 201–215. [CrossRef]

58. Caballero, M.J.; López-Calero, G.; Socorro, J.; Roo, F.J.; Izquierdo, M.S.; Fernández, A.J. Combined Effect of Lipid Level and Fish Meal Quality on Liver Histology of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* **1999**, *179*, 277–290. [CrossRef]

59. Basto-Silva, C.; Enes, P.; Oliva-Teles, A.; Capilla, E.; Guerreiro, I. Dietary Protein/Carbohydrate Ratio and Feeding Frequency Affect Feed Utilization, Intermediary Metabolism, and Economic Efficiency of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Juveniles. *Aquaculture* **2022**, *554*, 738182. [CrossRef]

60. Atalah, E.; Hernández-Cruz, C.M.; Ganga, R.; Ganuza, E.; Benítez-

Santana, T.; Roo, J.; Fernández-Palacios, H.; Izquierdo, M.S. Enhancement of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Larval Growth by Dietary Vitamin E in Relation to Two Different Levels of Essential Fatty Acids. *Aquac. Res.* **2012**, *43*, 1816–1827. [CrossRef]

61. Domínguez, D.; Montero, D.; Robaina, L.; Hamre, K.; Terova, G.; Karalazos, V.; Izquierdo, M. Effects of Graded Levels of Minerals in a Multi-Nutrient Package on Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Fed a Plant-Based Diet. *Aquac. Nutr.* **2020**, *26*, 1007–1018. [CrossRef]

62. Dominguez, D.; Sehnine, Z.; Castro, P.; Zamorano, M.J.; Robaina, L.; Fontanillas, R.; Antony Jesu Prabhu, P.; Izquierdo, M. Dietary Manganese Levels for Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Fingerlings Fed Diets High in Plant Ingredients. *Aquaculture* **2020**, *529*, 735614. [CrossRef]

63. Izquierdo, M.S.; Ghrab, W.; Roo, J.; Hamre, K.; Hernández-Cruz, C.M.; Bernardini, G.; Terova, G.; Saleh, R. Organic, Inorganic and Nanoparticles of Se, Zn and Mn in Early Weaning Diets for Gilthead Seabream (*Sparus aurata*; Linnaeus, 1758). *Aquac. Res.* **2017**, *48*, 2852–2867. [CrossRef]

64. Domínguez, D.; Robaina, L.; Zamorano, M.J.; Karalazos, V.; Izquierdo, M. Effects of Zinc and Manganese Sources on Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Fingerlings. *Aquaculture* **2019**, *505*, 386–392. [CrossRef]

65. Domínguez, D.; Rimoldi, S.; Robaina, L.E.; Torrecillas, S.; Terova, G.; Zamorano, M.J.; Karalazos, V.; Hamre, K.; Izquierdo, M. Inorganic, Organic, and Encapsulated Minerals in Vegetable Meal Based Diets for *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). *PeerJ* **2017**, *5*, e3710. [CrossRef]

66. Hossain, M.A.; Yoshimatsu, T. Dietary Calcium Requirement in Fishes. *Aquac. Nutr.* **2014**, *20*, 12135. [CrossRef]

67. Korkut, Y.K.A.Y.; Gurkan, S. Length-Weight Relationship and Condition Factor as an Indicator of Growth and Feeding Intensity of Sea Bream (*Sparus aurata* L., 1758) given Feed with Different Protein Contents. *Indian J. Anim.*

Res. **2018**, *53*, 510–514. [CrossRef]

68. Akyol, O.; Gamsiz, K. Age and Growth of Adult Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.) in the Aegean Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*

2011, *91*, 1255–1259. [CrossRef]

69. Ceyhan, T.; Akyol, O.; Erdem, M. Length-Weight Relationships of Fishes from Gökova Bay, Turkey (Aegean Sea). *Turk. J. Zool.*

2009, *33*, 69–72. [CrossRef]

70. Sangun, L.; Akamca, E.; Akar, M.A. Weight-Length Relationships for 39 Fish Species from the North-Eastern Mediterranean Coast of Turkey. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **2007**, *7*, 37–40.

71. Cicek, E.; Avsar, D.; Yeldan, H.; Ozutok, M. Length-Weight Relationships for 31 Teleost Fishes Caught by Bottom Trawl Net in the Babadillimani Bight (Northeastern Mediterranean). *J. Appl. Ichthyol.* **2006**, *22*, 290–292. [CrossRef]

72. Eid, A.M.S.; Ali, B.A.; Eldahrawy, A.A.; Salama, F.; Abd El-Naby, A.S. Growth Performance and Survival of Gilthead Seabream

Sparus aurata Larvae Fed Rotifer and Artemia. *Egypt. J. Nutr. Feed.* **2018**, *21*, 899–907. [CrossRef]

73. Alarcón, J.A.; Magoulas, A.; Georgakopoulos, T.; Zouros, E.; Alvarez, M.C. Genetic Comparison of Wild and Cultivated European Populations of the Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* **2004**, *230*, 65–80. [CrossRef]

74. Rossi, A.R.; Perrone, E.; Sola, L. Genetic Structure of Gilthead Seabream, *Sparus aurata*, in the Central Mediterranean Sea. *Cent. Eur. J. Biol.* **2006**, *1*, 636–647. [CrossRef]

75. Loukovitis, D.; Sarropoulou, E.; Vogiatzi, E.; Tsigenopoulos, C.S.; Kotoulas, G.; Magoulas, A.; Chatziplis, D. Genetic Variation in Farmed Populations of the Gilthead Sea Bream *Sparus aurata* in Greece Using Microsatellite DNA Markers. *Aquac. Res.* **2012**, *43*, 239–246. [CrossRef]

76. Maroso, F.; Gkagkavouzis, K.; De Innocentiis, S.; Hillen, J.; do Prado, F.; Karaiskou, N.; Taggart, J.B.; Carr, A.; Nielsen, E.; Triantafyllidis, A.; et al. Genome-Wide Analysis Clarifies the Population Genetic Structure of Wild Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *PLoS ONE* **2021**, *16*, e0236230. [CrossRef] [PubMed]
77. Gkagkavouzis, K.; Karaiskou, N.; Katopodi, T.; Leonardos, I.; Abatzopoulos, T.J.; Triantafyllidis, A. The Genetic Population Structure and Temporal Genetic Stability of Gilthead Sea Bream *Sparus aurata* Populations in the Aegean and Ionian Seas, Using Microsatellite DNA Markers. *J. Fish Biol.* **2019**, *94*, 606–613. [CrossRef]
78. Moretti, A.; Pedini Fernandez-Criado, M.; Cittolin, G.; Guidastri, R. *Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream*; FAO: Rome, Italy, 1999; Volume 1.
79. Laird, L.M. Mariculture Overview. In *Encyclopedia of Ocean Sciences*; Steele, J.H., Ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2001; pp. 1572–1577; ISBN 978-0-12-227430-5.
80. Thorland, I.; Papaioannou, N.; Kottaras, L.; Refstie, T.; Papisolomontos, S.; Rye, M. Family Based Selection for Production Traits in Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) and European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) in Greece. *Aquaculture* **2007**, *272*, S314. [CrossRef]
81. Zenger, K.R.; Khatkar, M.S.; Jones, D.B.; Khalilisamani, N.; Jerry, D.R.; Raadsma, H.W. Genomic Selection in Aquaculture: Application, Limitations and Opportunities with Special Reference to Marine Shrimp and Pearl Oysters. *Front. Genet.* **2018**, *9*, 693. [CrossRef]
82. Mylonas, C.C.; Zohar, Y.; Pankhurst, N.; Kagaw, H. Reproduction and Broodstock Management. In *Sparidae, Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and Other Species*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2011; pp. 95–131.

83. Cerdà, J.; Fabra, M.; Raldúa, D. Physiological and Molecular Basis of Fish Oocyte Hydration. In *The Fish Oocyte*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2007; pp. 349–396.
84. Carnevali, O.; Mosconi, G.; Cardinali, M.; Meiri, I.; Polzonetti-Magni, A. Molecular Components Related to Egg Viability in the Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata*. *Mol. Reprod. Dev.* **2001**, *58*, 330–335. [CrossRef]
85. Uçal, İ. O. Sea Bream (*Sparus aurata* L., 1758) Fry Production in Turkey. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **2002**, *2*, 77–81.
86. Elbal, M.T.; García Hernández, M.P.; Lozano, M.T.; Agulleiro, B. Development of the Digestive Tract of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.). Light and Electron Microscopic Studies. *Aquaculture* **2004**, *234*, 215–238. [CrossRef]
87. René, F. Rearing of Gilt-Head *Sparus aurata*. In *Early Life History of Fish*; Blaxter, J.H.S., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 1974; p. 747.
88. Papandroulakis, N.; Divanach, P.; Kentouri, M. Enhanced Biological Performance of Intensive Sea Bream (*Sparus aurata*) Larviculture in the Presence of Phytoplankton with Long Photophase. *Aquaculture* **2002**, *204*, 45–63. [CrossRef]
89. Webster, C.D.; Lim, C.E. *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture*, 1st ed.; CABI: Wallingford, UK, 2002; ISBN 978-0-85199-519-9.
90. Lorenzo-Felipe, Á.; Shin, H.S.; León-Bernabeu, S.; Pérez-García, C.; Zamorano, M.J.; Pérez-Sánchez, J.; Afonso-López, J.M. The Effect of the Deformity Genetic Background of the Breeders on the Spawning Quality of Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.). *Front. Mar. Sci.* **2021**, *8*, 656901. [CrossRef]
91. Galeotti, M.; Beraldo, P.; de Dominis, S.; D'Angelo, L.; Ballestrazzi, R.; Musetti, R.; Pizzolito, S.; Pinosa, M. A Preliminary Histological and Ultrastructural Study of Opercular Anomalies in Gilthead Sea Bream Larvae (*Sparus aurata*). *Fish Physiol. Biochem.* **2000**, *22*, 151–157. [CrossRef]
92. Koumoundouros, G.; Oran, G.; Divanach, P.; Stefanakis, S.; Kentouri,

M. The Opercular Complex Deformity in Intensive Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) Larviculture. Moment of Apparition and Description. *Aquaculture* **1997**, *156*, 165–177. [CrossRef]

93. Boglione, C.; Gavaia, P.; Koumoundouros, G.; Gisbert, E.; Moren, M.; Fontagné, S.; Witten, P.E. Skeletal Anomalies in Reared European Fish Larvae and Juveniles. Part 1: Normal and Anomalous Skeletogenic Processes. *Rev. Aquac.* **2013**, *5*, S99–S120. [CrossRef]

94. Borrego, J.J.; Labella, A.M.; Ortiz-Delgado, J.B.; Sarasquete, C. Updated of the Pathologies Affecting Cultured Gilthead Seabream, *Sparus aurata*. *Ann. Aquac. Res.* **2017**, *4*, 1033. [CrossRef]

95. Vendramin, N.; Zrncic, S.; Padrós, F.; Oraic, D.; Le Breton, A.; Zarza, C.; Olesen, N.J. Fish Health in Mediterranean Aquaculture, Past Mistakes and Future Challenges. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* **2016**, *36*, 38–45.

96. Toffan, A.; Pascoli, F.; Pretto, T.; Panzarin, V.; Abbadi, M.; Buratin, A.; Quartesan, R.; Gijón, D.; Padrós, F. Viral Nervous Necrosis in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Caused by Reassortant Betanodavirus RGNNV/SJNNV: An Emerging Threat for Mediterranean Aquaculture. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 46755. [CrossRef]

97. Castri, J.; Thiéry, R.; Jeffroy, J.; de Kinkelin, P.; Raymond, J.C. Sea Bream *Sparus aurata*, an Asymptomatic Contagious Fish Host for Nodavirus. *Dis. Aquat. Organ.* **2001**, *47*, 33–38. [CrossRef] [PubMed]

98. Savoca, S.; Abbadi, M.; Toffan, A.; Salogni, C.; Iaria, C.; Capparucci, F.; Quartesan, R.; Alborali, G.L.; Guarnera, S.; Cangemi, G.; et al. Betanodavirus Infection Associated with Larval Enteropathy as a Cause of Mortality in Cultured Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758). *Aquaculture* **2021**, *541*, 736844. [CrossRef]

99. Faggion, S.; Carnier, P.; Franch, R.; Babbucci, M.; Pascoli, F.; Dalla

Rovere, G.; Caggiano, M.; Chavanne, H.; Toffan, A.; Bargelloni,

L. Viral Nervous Necrosis Resistance in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) at the Larval Stage: Heritability and Accuracy of Genomic Prediction with Different Training and Testing Settings. *Genet. Sel. Evol.* **2023**, *55*, 22. [CrossRef] [PubMed]

100. Muniesa, A.; Basurco, B.; Aguilera, C.; Furones, D.; Reverté, C.; Sanjuan-Vilaplana, A.; Jansen, M.D.; Brun, E.; Tavoranpanich, S. Mapping the Knowledge of the Main Diseases Affecting Sea Bass and Sea Bream in Mediterranean. *Transbound. Emerg. Dis.* **2020**, *67*, 1089–1100. [CrossRef]

101. Fernandes, T.; Herlin, M.; Belluga, M.D.L.; Ballón, G.; Martinez, P.; Toro, M.A.; Fernández, J. Estimation of Genetic Parameters for Growth Traits in a Hatchery Population of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.). *Aquac. Int.* **2017**, *25*, 499–514. [CrossRef]

102. Saura, M.; Caballero, A.; Santiago, E.; Fernández, A.; Morales-González, E.; Fernández, J.; Cabaleiro, S.; Millán, A.; Martínez, P.; Palaiokostas, C.; et al. Estimates of Recent and Historical Effective Population Size in Turbot, Seabream, Seabass and Carp Selective Breeding Programmes. *Genet. Sel. Evol.* **2021**, *53*, 85. [CrossRef]

103. Palaiokostas, C.; Ferraresso, S.; Franch, R.; Houston, R.D.; Bargelloni, L. Genomic Prediction of Resistance to Pasteurellosis in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Using 2b-RAD Sequencing. *G3 Genes Genomes Genet.* **2016**, *6*, 3693–3700. [CrossRef]

104. Chavanne, H.; Janssen, K.; Hofherr, J.; Contini, F.; Haffray, P.; Komen, H.; Nielsen, E.E.; Bargelloni, L. A Comprehensive Survey on Selective Breeding Programs and Seed Market in the European Aquaculture Fish Industry. *Aquac. Int.* **2016**, *24*, 1287–1307. [CrossRef]

105. Griot, R.; Allal, F.; Phocas, F.; Brard-Fudulea, S.; Morvezen, R.; Haffray, P.; François, Y.; Morin, T.; Bestin, A.; Bruant, J.-S.; et al. Optimization of

Genomic Selection to Improve Disease Resistance in Two Marine Fishes, the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) and the Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Front. Genet.* **2021**, *12*, 665920. [CrossRef]

106. Aslam, M.L.; Carraro, R.; Bestin, A.; Cariou, S.; Sonesson, A.K.; Bruant, J.-S.; Haffray, P.; Bargelloni, L.; Meuwissen, T.H.E. Genetics of Resistance to Photobacteriosis in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Using 2b-RAD Sequencing. *BMC Genet.* **2018**, *19*, 43. [CrossRef]

107. Knibb, W.; Gorshkova, G.; Gorshkov, S. Selection for Growth in the Gilthead Seabream, *Sparus aurata* L. *Isr. J. Aquac.* **1997**, *49*, 57–66.

108. Cameron Brown, R.; Woolliams, J.A.; McAndrew, B.J. Factors Influencing Effective Population Size in Commercial Populations of Gilthead Seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture* **2005**, *247*, 219–225. [CrossRef]

109. Rijn J. Van, Rivera, G. (1990) Aerobic and anaerobic biofiltration in an aquaculture unit- nitrite accumulation as a result of nitrification and denitrification, *Aquacult. Eng.*, *9* (4), 217- 234

110. Van Rijn, J., Fonarev, N., Berkowitz, B. (1995) Anaerobic treatment of intensive fish culture effluents: Digestion of fish feed and release of volatile fatty acids, *Aquaculture*, *133* (1), 9-20

111. Kokkinakis, A.K., Neori, A., Van Rijn, J., Eleftheriadis, E., Poulton, S.W., Krom, M.D. (2002) Water quality fluctuations in a closed recirculating aquaculture system for the intensive rearing of the sea bream *Sparus auratus*. *Proceedings of the 1st International Congress of Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management. Athens 8– 10/6/2002.*

112. Kokkinakis, A.K., Van Rijn, J., Neori, A., Poulton, S.W., Eleftheriadis, E., Krom, M.D. (2001) Preliminary results from the operation of a pilot recirculating

mariculture production system with the usage of biofilters. *Proceedings of the 10th Congress of Hellenic Ichthyologists. Chania, Crete, 18–20/10/2001.*

113. Poulton, S.W., Krom, M.D., Van Rijn, J., Neori, A., Kokkinakis, A.K., Haeckey, T.H., Blackburn, N.D., Ragias, V. (2002) Development of recirculating mariculture production systems designed to minimize environmental impact. In: Abstract of the Final Report of FAIRCT 98-4160, (Coordinator Krom M.D.), 156 pp.

114. Aguado-Giménez, F.; García García, B.; Ballester, R.; Vicente, M. Identificación de zonas potencialmente aptas para los cultivos marinos en jaulas flotantes: Una aproximación a la ordenación de la acuicultura en la Región de Murcia. In Proceedings of the VIII Congreso Nacional de Acuicultura: Acuicultura y Desarrollo Sostenible, Santander, Spain, 22–25 May 2001.

115. García García, J.; Rouco Yañez, A.; García García, B. Directrices generales de diseño de explotaciones de engorde de especies acuícolas en jaulas en mar. *Arch. Zootec.* **2002**, *51*, 469–472.

116. García García, J.; Rouco Yañez, A.; García García, B. Economía de escala en las explotaciones de engorde de dorada (*Sparus aurata*) en jaulas flotantes en el Mediterráneo. *An. Vet.* **2005**, *21*, 69–76.

117. Gasca-Leyva, E.; León, C.; Hernández, J.M.; Vergara, J.M. Bioeconomic analysis of production location of sea bream (*Sparus aurata*) cultivation. *Aquaculture* **2005**, *213*, 219–232. [CrossRef]

118. Merinero, S.; Martínez, S.; Tomás, A.; Jover, M. Análisis económico de alternativas de producción de Dorada en jaulas marinas en el litoral Mediterráneo español. *Rev. Aquat.* **2005**, *23*, 1–19.

119. Электронный ресурс; База данных Ecoinvent 3.1; <https://ecoinvent.org/>

120. Электронный ресурс; FEAP 2013; <http://projects.ce.berkeley.edu/feap/>

121. *Food and Agriculture Organization, FAO. 2013*
122. *Državni zavod za statistiku. 2013*
123. Електронний ресурс; *Риба дорадо чим корисн;* <https://mad-cars.com.ua/archives/957>
124. Електронний ресурс <https://zet.in.ua/statistika-2/rynok-zhivoj-ryby-vukraine-rybovodstvo/> 36.
125. Електронний ресурс <https://fishindustry.com.ua/perspektivyvyrashhivaniya-morskix-vodoroslej-v-ukraine/>