

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природоохоронний факультет
Кафедра водних біоресурсів та
аквакультури

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КУЛЬТИВУВАННЯ
ЖИВИХ КОРМІВ, ЯК СТАРТОВОГО КОРМУ ДЛЯ ЛИЧИНОК РИБ»

Виконав студент групи МВБ – 22 з/ф
спеціальності 207 «Водні біоресурси та
аквакультура»
Градінар Петро Іванович

Керівник к.геогр.н., доц.
Соборова Ольга Михайлівна

Рецензент Солдатова Юлія Сергіївна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Природоохоронний

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Бургаз М.І

к.б.н., доц.

“ 23 ” жовтня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Градінара Петра Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Еколого-фізіологічні аспекти культивування живих кормів, як стартового корму для личинок риб

керівник роботи Соборова Ольга Михайлівна, к.геогр.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 16 » жовтня 2023 року № 215 «С»

2. Строк подання студентом роботи 08 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: джерела наукової інформації, щодо дослідження еколого-фізіологічних аспектів культивування живих кормів та стартового корму для личинок риб

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Детальний аналіз наявної в літературі інформації щодо еколого-фізіологічних аспектів культивування живих кормів та аналіз дослідження стартового корму для личинок риб, тощо. Визначення ступеню вивченості питання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють місце досліджень, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Немає		

7. Дата видачі завдання _____ 23.10.2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	23.10.23 – 02.11.23	90,0	Відмінно
2	Методи культивування живих кормів, що використовуються для стартових кормів личинок риб. Написання другого розділу магістерської роботи.	03.11.23 – 12.11.23	90,0	Відмінно
3	Рубіжна атестація	13.11.23- 17.11.23	90,0	Відмінно
4	Світовий досвід культивування живих кормів. Написання третього розділу магістерської роботи.	18.11.23 – 25.11.23	90,0	Відмінно
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	26.11.23 – 30.11.23	90,0	Відмінно
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	01.12.23 – 02.12.23	90,0	Відмінно
7	Перевірка роботи зав. кафедрою	03.12.2023		
8	Отримання рецензії	04.12.2023		
9	Перевірка роботи на плагіат	05.12.2023		
10	Підготовка презентації	06.12.2023		
11	Попередній захист роботи на кафедрі	07.12.2023		
12	Надання роботи до деканату	08.12.2023		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	Відмінно

Студент _____ Градінар П.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Соборова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КУЛЬТИВУВАННЯ ЖИВИХ КОРМІВ, ЯК СТАРТОВОГО КОРМУ ДЛЯ ЛИЧИНОК РИБ

Градінар П.І., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

Одеський державний екологічний університет

Рибництво - це одна з галузей народного господарства, що забезпечує населення високобілковими продуктами живлення. Вирощування цінних видів риб дає змогу розширити асортимент виробленої продукції, забезпечує нарощування обсягів виробництва, підвищує рентабельність рибницьких організацій. Під час штучного розведення риб однією з основних проблем є отримання життєстійкої молоді. Підрощування молоді в період переходу на екзогенне живлення є одним із найбільш проблемних етапів технологічного циклу промислового вирощування риб. Для отримання повноцінної молоді з метою прискореного вирощування товарної риби в умовах промислових підприємств для личинок необхідні живі корми.

Мета роботи полягала у аналізі еколого-фізіологічних аспектів культивування живих кормів та стартового корму для личинок риб.

Головною проблемою для рибництва є отримання живого корму. Масове культивування живого корму, як стартового корму для личинок риб доволі складний технологічний процес, що ґрунтується на детальному знанні біологічних особливостей об'єктів, які розводяться, їх ставлення до факторів середовища.

Проблема отримання живих кормів для вирощування в штучних умовах молоді риб посідає одне з центральних місць в індустріальному рибництві.

Робота виконана на 70 сторінках, містить 15 рисунків, 8 таблиць та 44 літературних джерела.

Ключові слова: живі корми, індустріальні умови, культивування, аквакультура, годівля, стартовий корм.

SUMMARY
ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF
CULTIVATION OF LIVE FEED AS STARTER FEEDSTUFF FOR FISH
LARVAE

Gradinar P.I., master of the department of water Bioresources and
Aquaculture

Odessa State Environmental University

Fish farming is one of the sectors of the national economy that provides the population with high-protein food. The cultivation of valuable fish species allows us to expand the range of products, increase production volumes, and increase the profitability of fish farming organizations. In artificial fish farming, one of the main challenges is to produce viable juveniles. Growing juveniles during the transition to exogenous nutrition is one of the most problematic stages of the technological cycle of commercial fish farming. In order to obtain full-fledged juveniles for the purpose of accelerated rearing of commercial fish.

The purpose of the study was to analyze the ecological and physiological aspects of the cultivation of live feed and starter feed for fish larvae.

The main problem for fish farming is the production of live feed. Mass cultivation of live food as starter food for fish larvae is a rather complicated technological process based on detailed knowledge of the biological characteristics of the objects being bred and their relationship to environmental factors. With a short digestive tract, the ability of larvae to grow rapidly is due to their adaptation to high-protein, easily digestible animal food, i.e. small zooplankton.

The problem of obtaining live feed for rearing juvenile fish in artificial conditions is one of the central issues in industrial fish farming.

The work is completed on 70 pages, contains 15 figures, 8 tables and 44 literary sources.

Key words: live feed, industrial conditions, cultivation, aquaculture, feeding, starter feed.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВИХ КОРМІВ.....	9
2 МЕТОДИ КУЛЬТИВУВАННЯ ЖИВИХ КОРМІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СТАРТОВИХ КОРМІВ ЛИЧИНОК РИБ.....	17
2.1 Культивування мікрководоростей.....	19
2.2 Культивування науплії артемії (<i>Artemia</i>).....	26
2.3 Коловертки (<i>Rotatoria</i>) - стартовий корм для личинок риб.....	31
2.4 Культивування олігохет <i>Tubifex tubifex</i>	46
3 СВІТОВИЙ ДОСВІД КУЛЬТИВУВАННЯ ЖИВИХ КОРМІВ.....	52
3.1 Важливість живого корму в світовій аквакультурі.....	52
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	66

ВСТУП

Одним із найважливіших завдань сучасного рибництва є одержання життєстійкої, підрощеної молоді риб для ставкових і озерних господарств, а також водосховищ. Перехід до індустриальних методів відтворення та підрощування риб теоретично дає змогу одержувати будь-яку необхідну кількість личинок, але на практиці лімітується нестачею повноцінних стартових кормів.

Використання комбікормів за відсутності живого корму призводить до високої смертності личинок у перші дні підрощування і низької їхньої життєстійкості.

В даний час основним стартовим живим кормом, що знайшов широке застосування в індустриальному рибництві, слугує дрібний рачок *Artemia salina*. З додаткових найбільш дрібних живих кормів відомі коловертки *Brachionus*. Однак при культивуванні коловерток обов'язковою умовою є паралельне культивування мікроводоростей.

Однак зростаючі потреби рибного господарства в рибопосадковому матеріалі постійно вимагають все більших кількостей живого корму, особливо заводського методу підрощування личинок, коли необхідно в стислі терміни забезпечити стартовим кормом личинок риб.

Тому, поряд із широким використанням наупліусів артемій, одержуваних інкубацією яєць, що видобуваються в природних резерватах артемій, як і раніше, актуальним залишається такий давно відомий спосіб отримання живих кормів, як культивування водних безхребетних, що дає змогу забезпечити автономне отримання корму безпосередньо на господарствах.

Крім того, відомо, що чим різноманітніший за складом компонентів корм, тим він повноцінний. Підрощування личинок на кількох видах корму дасть змогу ще більше підвищити їхню життєстійкість. Низька стійкість до

захворювань часто є результатом неякісного та одноманітного живлення личинок.

Розширення асортименту стартових живих кормів для личинок риби допомагає вирішити проблему підвищення життєстійкості молоді, тобто отримання повноцінного посадкового матеріалу риби. У зв'язку з цим введення в асортимент наявних кормів будь-якого нового додаткового корму дає позитивний ефект.

Мета роботи полягала у аналізі еколого-фізіологічних аспектів культивування живих кормів; характеристик основних стартових кормів для личинок риби.

В ході роботи було розкрито та проаналізовано наступні питання:

- еколого-фізіологічні особливості живих кормів для личинок риби;
- технології культивування стартового корму для годівлі личинок риби;
- рецептури стартового корму для личинок риби, що відповідають потребам риби у поживних речовинах на даному етапі розвитку.

1 ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВИХ КОРМІВ

В даний час, при широкому розвитку індустріального та декоративного рибництва проблема розведення живих стартових кормів набула великого значення.

Однією з ключових проблем при штучному розведенні риб та безхребетних є отримання життєстійкої молоді, успіх вирощування якої залежить від забезпечення господарства повноцінними кормами [1,2].

Живі корми забезпечують збільшення виживання ювенільних стадій гідробіонтів та підвищують рентабельність виробництва в цілому. Великою перевагою природних кормів є те, що їх можна отримувати за рахунок природних ресурсів, не вдаючись до послуг інших галузей сільського господарства, комбікормової промисловості і т. д. Особливо це важливо для декоративного рибництва. У міру вдосконалення біотехніки та зростання культури рибництва природні корми будуть набувати все великого значення. Особливо для молоді, яка вирощується для зариблення природних водойм [2].

Природні корми характеризуються високою харчовою цінністю, значним вмістом білка, жиру, незамінних амінокислот, вітамінів, ферментів, інших життєво важливих для молоді риб компонентів. Створення так само повноцінних штучних кормо сумішей виявляється практично неможливим.

На перший погляд, найбільш простий і зручний шлях масового отримання живого корму – це вилов водних безхребетних із природних водойм. Розроблено ефективні методи, що дозволяють здійснювати масовий вилов планктонних тварин. Однак таким методом не можна забезпечити гарантоване стабільне отримання живого корму у потрібні для рибництва терміни [3].

Відомо, що отримання личинок і молоді риб заводським методом ведеться як правило на початку вегетаційного періоду, коли чисельність і біомаса планктонних тварин в природних водоймах ще дуже низькі.

Важливою обставиною є й те, що разом із виловленим з водоймища кормом у ємності для вирощування молоді риби можна занести паразитів, переносників захворювань (циклопів) тощо. Тому рекомендації з вилову природних кормів з природних водойм зазвичай тимчасова, вимушена міра, обмежена рамками наступних умов:

- ✓ наявність порівняно великого водоймища біля рибоводного підприємства, де виробляється вирощування риби;
- ✓ інтенсивний розвиток у цьому водоймищі кормових організмів у період підрощування молоді риби, тобто. зазвичай ранньою весною;
- ✓ відсутність у водоймі паразитів та хижих безхребетних, які можуть завдати шкоди рибі;
- ✓ постійний контроль водойм у період вилову кормових організмів з боку гідробіологів та іхтіологів.

Таким чином, основний шлях масового, гарантованого отримання живого корму при підрощуванні молоді риби та вирощуванні безхребетних – це штучне розведення різних живих кормів із застосуванням методів інкубації та культивування. Різні види риби різняться характером живлення. Поряд із всеїдними рибами є з вузьким харчовим спектром, морфологічно і фізіологічно пристосовані до живлення одним або небагатьма видами корму. З віком характер живлення змінюється [4]. Але личинки більшості риби, незалежно від характеру їх живлення у дорослому стані, живляться тваринними кормами. Для вирощування личинок риби використовуються живі та штучні стартові корми. Однак сухий мікробний корм поступається тваринним кормам, молодь гірше росте і виживаність її більш низька. Складне питання харчування личинок не досліджено остаточно, проте живі корми необхідні личинкам риби на перших етапах розвитку. Травні органи личинок недорозвинені, підшлункова залоза не сформована, активність лужних протеаз (ферментів, що розщеплюють білок) кишечників дуже слабка. У зв'язку з тим, що у личинок риби недостатньо повно функціонує травна система, важливо, щоб частина травних ферментів вони отримали з кормовими організмами.

Ферментативна активність витяжок з наупліусів артемії та зоопланктону (босміни, циклопи) у 2–3 рази вища, ніж кишківників личинок. Отже, молодь риб використовує ферменти безхребетних, що подаються як живий корм (табл. 1.1). Дослідження біохімічного складу живих організмів, що служать живим кормом для личинок риб, показало наявність у них понад 50 % білків, а в білку – великої кількості (понад 50 % до білка) низькомолекулярних пептидів і вільних амінокислот, що дозволяє личинкам ферментативної обробки в порожнині травного тракту [2].

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика поживності живих кормів

Вид кормового організму	Волога	Суша речовина	Білок	Жири	Вуглеводи	Зола
Артемія	86,0	14,0	5,4	3,4	2,5	2,6
Гамарус	83,2	16,8	8,1	1,2	3,0	4,5
Дафнія	90,0	10,0	4,5	1,8	1,8	1,9
Моїна	90,6	9,4	6,6	1,5	0,2	1,0
Мотиль	87,1	12,9	8,1	0,4	3,8	0,6
Коретра	80,2	19,8	12,2	2,5	3,4	1,7
Енхітреус	82,3	17,7	12,4	2,6	1,7	1,0
Трубочник	82,7	17,3	10,5	1,9	3,7	1,2
Коловертка	90,8	9,2	6,0	1,4	0,8	1,0

Природна їжа - живі кормові організми містять протеїн з відносно низькою молекулярною масою. Саме ця особливість дає можливість ранньої молоді риб, що споживає зоопланктон, ефективно використовувати білок кормових організмів і зумовлює швидке зростання і формування травного

тракту. Дослідження з живлення рослиноїдних риб у природі показали, що їх молодь досить довго живиться найпростішими. Для нормального зростання та формування травної системи личинок осетрових у перші дні годування рекомендується використовувати живі корми. Важливе значення для оцінки природної кормової бази риб має якісна і кількісна характеристика розвитку рослин і тварин, дані з харчування риб і трофічних зв'язків у водоймі [4,5].

У світовій практиці аквакультури накопичено значний досвід вирощування різних кормових організмів – живий корм можна отримувати у потрібній кількості та у необхідні терміни. До живих кормів належать організми, що становлять природну кормову базу водойм або не є такими, але культивуються в штучних умовах для використання у годівлі риб. Живий корм є сукупністю рослинних і тварин гідробіонтів. До них відносяться: мікроводорості, найпростіші – інфузорії, або війкові (*Ciliata*), науплії артемії (*Artemia*), дафнії (*Daphnia*), моїни (*Moina*), веслоногі рачки (*Copepoda*), дрібні жаброногі *Branchiopods* (*Streptocephal*) коловертка (*Rotatoria*), (*Drosophila*), личинки комах (*Chironomus plumosus*), трубочник (*Tubifex tubifex*), нематоди (*Nematoda*) [1]. Організми, що обираються як об'єкти культивування, повинні володіти набором властивостей, що забезпечують можливість високого ступеня інтенсифікації виробництва, характеризуватись повноцінністю біохімічного складу, високою калорійністю та доступністю для конкретного виду риб на певній стадії його розвитку (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Хімічний склад живих кормів

	Волога	Суша речовина	Білок	Жири	Вуглеводи
Артемія	86,0	14,0	5,2	3,4	2,5
Дафнія	90,0	10,0	4,5	1,8	1,8
Трубочник	82,7	17,3	10,5	1,9	3,7

	Волога	Суха речовина	Білок	Жири	Вуглеводи
Коловертка	90,8	10,2	7,0	1,2	0,7
Олігохети	83,2	16,8	8,1	1,2	3,0

Види, які обираються для культивування повинні відповідати певним вимогам, основними з яких є:

- ✓ еврибіонтність;
- ✓ висока продукційна здатність;
- ✓ сталий розвиток популяції за умов високої щільності;
- ✓ висока харчова цінність;
- ✓ доступність.

Інфузорії (*Ciliophora*, *Heterotrichida*). Розмір клітин 50-500 мкм, у озерах - 130-320 мкм, густина популяції впливає на розмір (рис. 1.1). Ці галота термотолерантні протисти існують у діапазоні солоності від 30 до 240 ‰, при температурі до +40 °C [5].



Рис. 1.1 – Інфузорія (*Ciliophora*)

Вид може масово культивуватися, споживаючи мікроводорості та дріжджі, досягаючи чисельності 50-200 інфузорій/мл протягом 7 днів, час генерації 12 год. *F. salina*, зокрема, є хорошим стартовим кормом для личинок *Lutjanus campechanus* та ін.

Коловертки (*Rotifera, Brachionidae*). Коловертки використовуються як стартовий корм для личинок риб з 60-х років (рис. 1.2). Існує більш ніж 2000 видів коловраток, але тільки види роду *Brachionus* використовуються як живий корм. *B. plicatilis* поширений в солоних озерах та ставках по всьому світу, толерантний до широкого діапазону різних факторів [5].

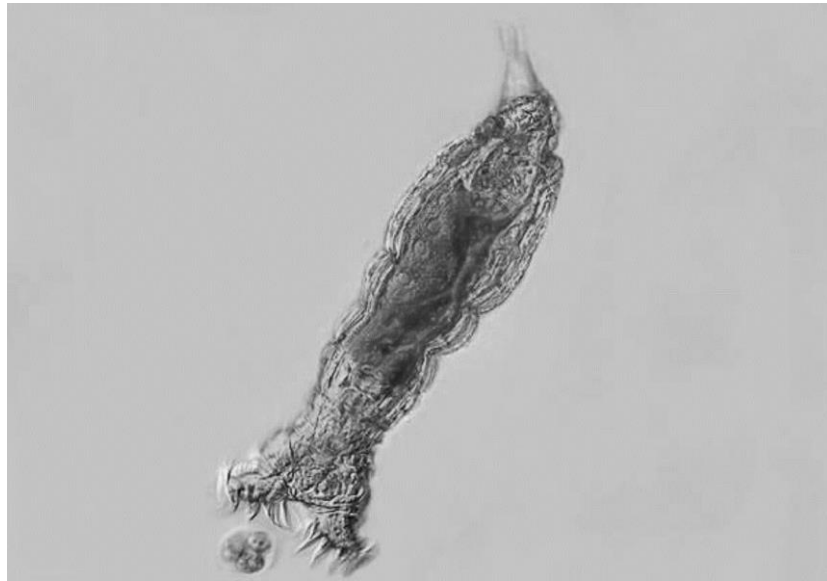


Рис. 1.2 – Коловертка (*Rotifera*)

За оптимальних умов середовища щільність коловраток може досягати більше 450 екз./мл. Довжина тіла – від 99 до 292 мкм. *B. plicatilis* найбільш поширений та численний вид коловерток у гіперсолених озерах [10, 20].

Ракоподібні *Anostraca (Branchiopoda)*. Наупліус *Artemia* є основним живим кормом для личинок риб. Коливання в заготівлі цист *Artemia* можуть призвести до зростання чи падіння продукції аквакультури (рис. 1.3). Різне зниження заготівлі цист із Великого Солоного озера (США), провідного виробника цист *Artemia*, призвело до негативного впливу на аквакультуру у всьому світі [2, 20].

У Україні знаходиться як мінімум 29 гіперсолених водойм, в яких мешкають два двостатеві види артемій: *A. urmiana* Gunther, 1899 та *A. salina* (Linnaeus, 1758) та партеногенетичні популяції *Artemia*.



Рис. 1.3 – Наупліус *Artemia*

У різних озерах партеногенетичні популяції *Artemia* мають різну плідність [5, 20].

Веслоногі рачки (*Cooperoda*). Існує два перспективні види гіллястоусих раків у гіперсолених озерах – *Moina salina* Daday та *Daphnia atkinsoni* Baird. Вони мають стадії (епіпіуми) (рис. 1.4) [5].



Рис. 1.4 – Веслоногі рачки (*Cooperoda*)

Види гало- та термотолерантні, можуть існувати при солоності до 120 ‰, не складні для культивування і вже використовуються в аквакультурі. Вивчення можливості використання *Cooperoda* в аквакультурі було розпочато

у 70-х роках у Японії та Україні. У гіперсолених озерах мешкають представники двох загонів веслоногих раків – *Calanoida* та *Harpacticoida*, які можуть ефективно використовуватись як живі корми [10, 25]. *Harpacticoida* – *Cletocamptus retrogressus* Shmankevich. Розмір дорослих особин <0,5-0,6 мм. Вид - галотолерантний і зустрічається в озерах при солоності до 360 ‰, має стадії, що легко культивується, може досягати високої чисельності, наупліуси можуть служити стартовим кормом для найдрібніших личинок риб.

Calanoida - *Arctodiaptomus salinus*. Це найпоширеніший і високотолерантний до впливу зовнішніх чинників вид (рис. 1.5). Може досягати високої густини, використовуючи широкий спектр харчових об'єктів. *A. salinus* може трансформувати β-каротин споживаних водоростей у 4-кето-4'-гідрокси-β-каротин, астаксантин та крустаксантин [5].



Рис. 1.5 – *Calanoida* (*Arctodiaptomus salinus*)

Астаксантин – найкращий антиоксидант та найбільш цінний каротиноїд. *A. salinus* може бути найкращим джерелом астаксантину для личинок риб та раків в аквакультурі, збільшення концентрації астаксантину в тілі личинок веде до підвищення їхнього імунітету. Ведуться роботи з оптимізації культивування цього виду [10, 30].

2 МЕТОДИ КУЛЬТИВУВАННЯ ЖИВИХ КОРМІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СТАРТОВИХ КОРМІВ ЛИЧИНОК РИБ

Культивування цілком здійснено завдяки розробленій в даний час апаратурі для підтримки стабільних умов середовища, але оскільки культивування не є самоціллю, а служить для отримання живих кормів, які згодуватимуться риbam, що вирощуються в умовах, перевага надається досить пластичним видам [1, 25].

Для характеристики продукційної здатності гідробіонтів застосовується питома продукція, що є відношенням продукції до їх біомаси за одиницю часу. Питома продукція риб, яка стосується однієї систематичної групи і навіть одному й тому виду, може змінюватися залежно від складу (статевого, вікового) і фізіологічного стану популяції, і навіть умов існування [35].

Повноцінність біохімічного складу живого корму визначається наявністю в ньому всіх необхідних для нормального обміну речовин споживача компонентів, білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей і біологічно активних сполук (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Мінеральний склад живих кормів

Амінокислота	Коловертка	Артемія	Моїна
Лізин	7,6	8,5	7,5
Гістидин	2,0	1,8	2,1
Аргінін	6,0	6,9	6,6
Треонін	4,5	2,4	6,2
Валін	5,2	4,4	4,2
Метіонін + цистин	2,3	1,8	2,0
Ізолейцин	4,7	3,6	3,2

Амінокислота	Коловертка	Артемія	Моїна
Фенілаланін + тирозин	8,9	9,4	7,8
Тирозин	1,4	1,4	1,6
Аспарагінова кислота	11,2	10,4	10,7
Глютамінова кислота	12,3	12,2	12,7
Пролін	7,6	6,5	5,5

Вміст білків у живому кормі має важливе значення, оскільки вони є основним постачальником азотовмісних сполук і не можуть бути замінені в раціоні жирами чи вуглеводами [1, 35].

Першорядне значення має амінокислотний склад білків, оскільки повноцінний живий корм повинен містити не тільки достатню кількість білка, але і всі незамінні амінокислоти в кількості та співвідношеннях, що забезпечують нормальне протікання процесів обміну.

У процесі еволюції у багатьох водних безхребетних виробилися пристрої, що роблять їх менш доступними для риби. Захист від виїдання досягається використанням укриттів, маскуванням, особливостями поведінкових реакцій, морфологічними пристосуваннями. Личинки хірономід і олігохети ховаються в ґрунті водойм, личинки дрібних комах, що минують, знаходять притулок і їжу в стеблах рослин і характеризуються слабкою доступністю для риби. Багато рибоводних заводів зіткнулися зі значними проблемами в утриманні великих культур і виробництві на передбачуваній основі масової кількості коловерток необхідної для вигодовування від сотень тисяч до мільйонів мальків, яких вони утримують [1, 40].

Фактор доступності є основним щодо перспективності конкретного об'єкта для культивування, оцінки стану природної кормової бази риби у водоймах і правильного вибору біотехніки годівлі риби живими кормами [5].

2.1 Культивування мікроводоростей

Сьогодні найдорожчим і, можливо, найменш вивченим живим кормом є одноклітинні водорості, тобто близько 15 видів діатомових і зелених водоростей, розміром від 5 до 25 мікрон. Мікроводорості є важливим джерелом їжі при вирощуванні всіх стадій личинковий морських риб [10].

В даний час культивують десятки видів водоростей, але об'єкти промислового розведення поки що нечисленні, це, головним чином, різні види та штами хлорели, сценедесмусу, спіруліни (*Chlorella vulgaris*, *Ch. purenoidosa*, *Ch. regularis*, *Scenedesmus acutus*).

Синьо-зелені водорості поширені повсюдно на Земній кулі та поселяються там, де не можуть рости інші рослини [5].

Здатність деяких синьо-зелених фіксувати азот (*Anabaena*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Calothrix*) дозволяє їм поселятися в місцях, де немає живильного середовища, наприклад, на вулканах після їх виверження. Синьо-зелені водорості можуть поселятися в гарячих джерелах завдяки особливому колоїдному складу їхньої протоплазми. Синьо-зелені водорості зустрічаються в прісних і солоних водах, звичайні в ґрунтових і надґрунтових угрупованнях.

Мікроводорості можуть мати унікальні антибактеріальні або імуностимулюючі властивості. *Tetraselmis* запобігає бактеріальній активності протягом 15 хвилин після додавання у водоймі і на період до 4 годин, додавання гетеротрофно вирощених *Tetraselmis* до раціону атлантичного лосося запобігає спалаху інфекцій [10].

Багато синьо-зелених водоростей, які ростуть у планктоні евтрофних (багатих поживними речовинами) водоймищах здатні викликати масове «цвітіння» води [1, 2].

Біомаса цих водоростей у водосховищах і ставках може досягати в місцях скупчення кількох кг/м³. У сухій речовині синьо-зелених водоростей міститься до 62% сирого протеїну. Білок синьо-зелених водоростей повноцінний за амінокислотним складом, в ньому містяться всі незамінні

амінокислоти, але високий вміст важкорозчинних білків робить свіжі і сухі синьо-зелені водорості малопродатними для харчування гідробіонтів. Так, наприклад, в білку *Microcystis aeruginosa* і *Aphanizomenon flosaquae* 60% складають фракції, що важко вилучаються. У синьо-зелених міститься багато вітамінів, у великих кількостях виявлено β -каротин, вітамін В12, тіамін В2, піридоксин, біотин (Н), нікотинова кислота (РР) та вітамін С [5, 40].

Хімічний склад зелених та синьо-зелених водоростей порівняно з соєю представлений у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Склад сухої речовини зелених та синьо-зелених водоростей в порівнянні з соєю

	Показники					
	Білок	Вода	Ліпіди	Вуглеводи	Клітковина	Зола
Зелені водорості	50-56	4-8	12-14	10-17	3-10	6-10
Синьо-зелені водорості	56-62	10	2-3	16-18	-	2
Соя	34-40	7-10	16-20	19-35	3-5	4-5

Кількість білка у водоростях може варіювати в залежності від умов культивування. Варіюючи склад живильного середовища, можна процеси біосинтезу в клітинах хлорели зрушити у бік накопичення або білків, або вуглеводів, а також активувати утворення тих чи інших вітамінів. Вміст вітамінів у водоростях більше, ніж у овочах та фруктах [10, 38].

Хлорелу можна культивувати як просто неба, так і в приміщеннях. Для масового культивування хлорели просто неба можуть бути використані установки самої різної форми і розмірів. Для їх виготовлення придатні різні матеріали: цегла, бетон, дерево, органічне скло та ін.

Таким чином, для виробництва мікроводоростей використовують культиватори відкритого та закритого типу (рис. 2.1).

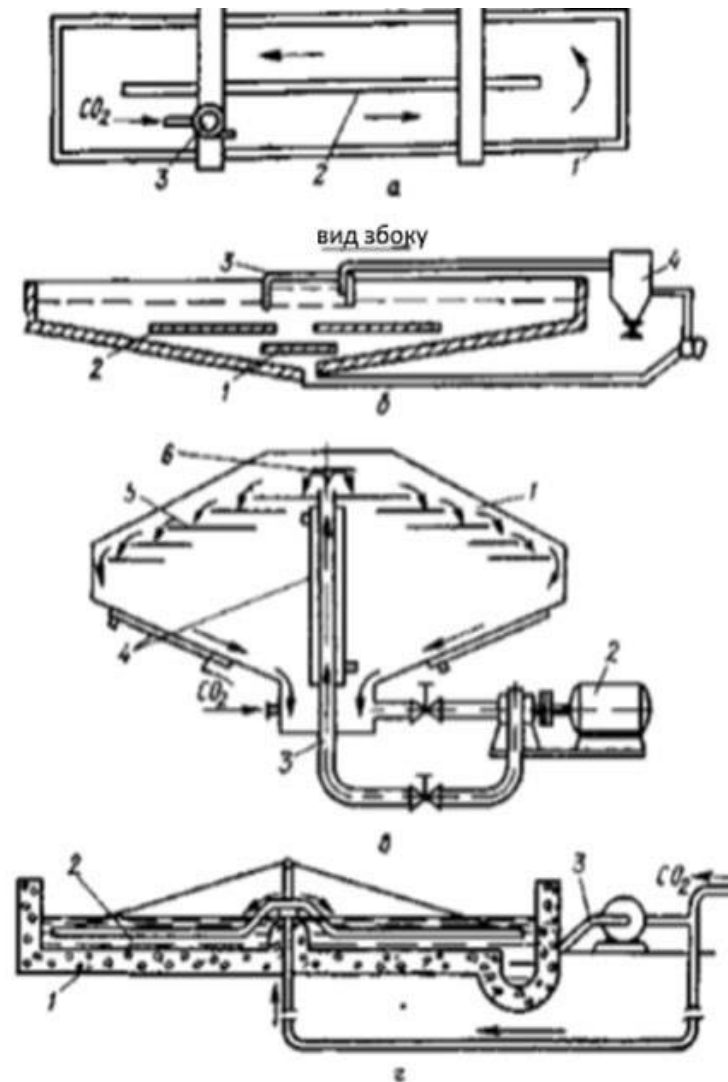


Рис. 2.1 – Пристрої для культивування мікробіодоростей:

- а – культиватор ЛДУ: 1 – корпус; 2 – неповна серединна перегородка; 3 – насос;
 б - культиватор ВНИИПРХ-64: 1 - дискова перегородка; 2 – кільцева перегородка;
 3 – газовий ковпак; 4 – насос; в – культиватор ВНДІ біотехніки: 1 – корпус;
 2 – насос; 3 – нагрівальна труба; 4 - теплообмінники; 5 – стічний конус; 6 – насадка;
 г – японський культиватор: 1 – круглий басейн; 2 - перфоровані трубки, що обертаються; 3 – насос

У відкритих культиваторах водоростева суспензія не ізольована від атмосфери, в закритих порожнину культиватора, що містить суспензію, має відмінні від навколишньої атмосфери фізико-хімічні параметри [5, 22].

Відкриті культиватори, як правило, прості за конструкцією, дешеві у виготовленні та зручні в експлуатації. Однак, вони мають ряд недоліків, пов'язаних з труднощами здійснення оптимізації та стабілізації деяких факторів росту мікробіодоростей і легкістю забруднення та заряджання культури [4, 12].

Конструкції культиваторів закритого типу забезпечують можливість спрямованого регулювання параметрів вирощування, що відкриває перспективу різкого підвищення врожаю з одиниці об'єму за більш економного витрачання хімікатів і вуглекислого газу, збільшення щільності суспензії, поліпшення її якості незалежно від зовнішніх умов [3, 23].

Конструкції культиваторів для мікробіодоростей різноманітні, але в загальній схемі містять такі основні функціональні системи і блоки:

1. Реактор.
2. Системи: освітлення, живлення, газообміну, термостабілізації, перемішування, відбору врожаю, контролю та управління.
3. Допоміжне обладнання.

Реактор є резервуар, в якому відбувається зростання і розмноження культури мікробіодоростей. Найбільшого поширення на виробництві набули реактори у вигляді плоскопаралельних кювет склотрубчастих систем, різноманітні круглі, прямокутні басейни та ін.

Система освітлення включає джерело світла та пристрої для його розподілу та відображення. Система живлення призначена для підтримки концентрації розчинених у воді поживних речовин у межах, що не викликають лімітування або інгібування зростання мікробіодоростей [4, 14].

Система складається з ємностей для живильного середовища і дозаторів, що забезпечують додавання в реактор певного обсягу живильного середовища при одночасному відборі такого ж обсягу культури [22].

Система газообміну включає джерело вуглекислого газу (газобалони, паливні гази, біологічні об'єкти), компресор, витратоміри, магістралі руху газоповітряної суміші.

Система термостабілізації призначена підтримки температури суспензії мікроводоростей в оптимальних межах. Система перемішування призначена для поліпшення живлення та дихання клітин суспензії мікроводоростей, для створення більш рівномірного опромінення клітин світлом, для зменшення осідання на поверхню реактора [23].

Виробництво мікроводоростей включає низку операцій:

- ✓ підготовка живильного середовища;
- ✓ приготування інокулянту;
- ✓ зарядка та запуск культиватора;
- ✓ культивування та видача готової продукції;
- ✓ регулярне чищення та знезараження технологічного обладнання.

В даний час розроблено велику кількість культиваторів для інтенсивного вирощування мікроводоростей. Це можуть бути відкриті круглі неглибокі басейни (рис. 2.2 а), перемішування суспензії здійснюється за допомогою флейти або гребним колесом (дешево, але вихід продукту менший). Також поширені закриті культиватори: спеціалізовані труби з прокачуванням і додаванням поживних елементів (рис. 2.2 б) (ця установка дорожче, а й вихід продукту у ній більше) [25].



а

б

Рис.2.2 – Культиватори для інтенсивного вирощування мікроводоростей:

а – басейни для культивування мікроводоростей;

б – трубчастий культиватор мікроводоростей.

У лабораторних умовах для культивування мікроводоростей застосовується культиватор закритого типу. Установка складається з двох плоскопарних кюветів об'ємом 8 л кожна, між ними поміщений світильник. Культура постійно перемішується повітрям, яке подають зі швидкістю 2,5 л/хв на 1 л культури [4, 11]. Один раз на добу культуру зливають і доливають свіже живильне середовище, а 2-3 рази на добу в культиватор вносять сечовину з розрахунку 0,25 г / л.

Щодобова продуктивність культури за такого режиму становить 8 г сухої або 24 г сирої біомаси з 1 л середовища.

Урожайність водоростей коливається в межах – від 2 до 20 г сухої речовини на 1 м³ на добу.

Існує три методи культивування мікроводоростей:

- ✓ накопичувальний (періодичний)
- ✓ безперервний
- ✓ Квазінеперервний

Накопичувальний є найпростішим, при якому водорості розвиваються спочатку в умовах надлишку, а потім нестачі поживних речовин. У середовищі накопичуються продукти метаболізму. По досягненні максимальної щільності суспензії використовують, після чого цикл можна повторювати [22].

Недоліки методу: 1) недостатньо ефективне використання устаткування; 2) періодичність надходження біомаси; 3) низька біологічна активність одержуваної суспензії.

Безперервний метод є досконалішим. Переваги методу: 1) культура підтримується в активному фізіологічному стані; 2) постійне надходження біомаси.

Застосовуються два основні способи безперервного культивування мікроводоростей: хемостатний та турбідостатний (щільностатний) [2].

Суть першого полягає в тому, що в апараті встановлюється постійна швидкість протоки живильного середовища. У умовах концентрація клітин у

середовищі встановлюється відповідно до заданої швидкістю потоки з допомогою саморегулюючих властивостей культури.

Мають місце коливання величини біомаси в культиваторах і в порціях врожаю, що зливаються, обумовлені фізіологічним станом культури мікроводоростей. Регулювання у своїй способі ведеться шляхом підбору швидкості потоку середовища [11].

Турбідостатній спосіб передбачає примусову автоматичну стабілізацію щільності суспензії, а швидкість потоки визначається факторами зростання. При культивуванні водоростей, для яких одним з визначальних факторів є стабільне забезпечення клітин світлом, турбідостатній спосіб кращий, оскільки він заснований на стабілізації оптичної щільності суспензії.

Турбідостатнє культивування є найдосконалішим і продуктивним методом для одноклітинних водоростей, проте вимагає наявності складної автоматично діючої апаратури, але саме при використанні цього способу досягаються найбільша продуктивність і стійкість процесу біосинтезу мікроводоростей при безперервному культивуванні [12].

Квазинеперервний характеризується імпульсним зливом суспензії та поповненням живильного середовища. Він займає проміжне положення між накопичувальним та безперервним.

Культура вирощується до певної щільності, відповідної лінійної стадії кривої зростання в конкретних світлових умовах, потім проводиться відбір частини суспензії, відділення (сепарування, фільтрація) біомаси врожаю від живильного середовища та повернення живильного середовища до культиватора. Обсяг повертається середовища доводиться до величини, що дорівнює обсягу зливої суспензії [22, 41].

До культиватора додаються поживні елементи, кількість яких може бути визначена за кількістю отриманої біомаси врожаю. Необхідно враховувати, що при поверненні живильного середовища в суспензії накопичуються метаболіти водоростей і періодично виникає необхідність повної заміни розчину на свіжий [2].

2.2 Культивування науплії артемії (*Artemia*)

Для вирощування більших личинок риб (осетрових і лососевих) використовують як наупліусів, а й артемію більш пізніх стадіях розвитку. Практика світового рибництва переконливо показала особливу цінність наупліусів артемії як стартовий корм для личинок риб [2].

Цінність артемії як кормового об'єкта визначається:

- ✓ завдяки широкому діапазону розмірів може бути використана як корм для різних видів риб на різних етапах (0,5-10 мм);
- ✓ дрібними розмірами наупліїв (0,5 мм) з м'яким та тонким (1 мкм) зовнішнім скелетом, що дозволяє використовувати наупліїв у перші години та дні життя багатьох видів риб та ракоподібних;
- ✓ високим темпом зростання, за два тижні вирощування рачки збільшуються в довжину в 20 разів, а їхня суха маса зростає в 500 разів;
- ✓ високим ступенем використання їжі на приріст – до 50%;
- ✓ високим вмістом білка в тілі рачка - до 60% (на сухі маси) при значному рівні незамінних амінокислот, вітамінів, гормонів, каротиноїдів;
- ✓ здатністю до інтенсивного зростання при дуже високих густинах (понад 10 000 тварин на 1 л солоної води);
- ✓ високою плідністю (понад 100 нащадків за кожні чотири дні);
- ✓ унікальними адаптаційними можливостями виду, що дозволяють рачкам існувати в широкому діапазоні солоності - від солонуватих вод до перенасичених;
- ✓ можливість знаходитися у вигляді інертного продукту – яєць, які можуть бути зібрані в промислових масштабах і здатні зберігатися роками, і через 1–2 доби інкубації у будь-яку пору року можуть бути отримані вільноплаваючі науплії;

- ✓ повільним плаванням, що робить наупліїв та дорослих рачків доступним кормом для споживачів;
- ✓ вмістом в тілі дорослих рачків репродуктивних гормонів, що стимулюють дозрівання організмів - споживачів артемії.

Артемії - роздільностатеві. Вони можуть розмножуватися статевим шляхом і партеногенетично без участі самців. Яйцевий мішок самок має округлу форму [1, 10]. За певних умов розвиток яєць повністю протікає в яйцевому мішку і самки викидають молодь на стадії наупліуса в довкілля. За несприятливих умов самки припиняють живонародження і відкладають яйця. Одна самка може давати до 170 яєць або наупліусів за одну кладку і близько 30 кладок протягом життя. Для практичного використання в рибористві становлять інтерес яйця артемії, що покоюються (діапаузуючі). Схема розмноження артемії представлена на рисунку 2.3.

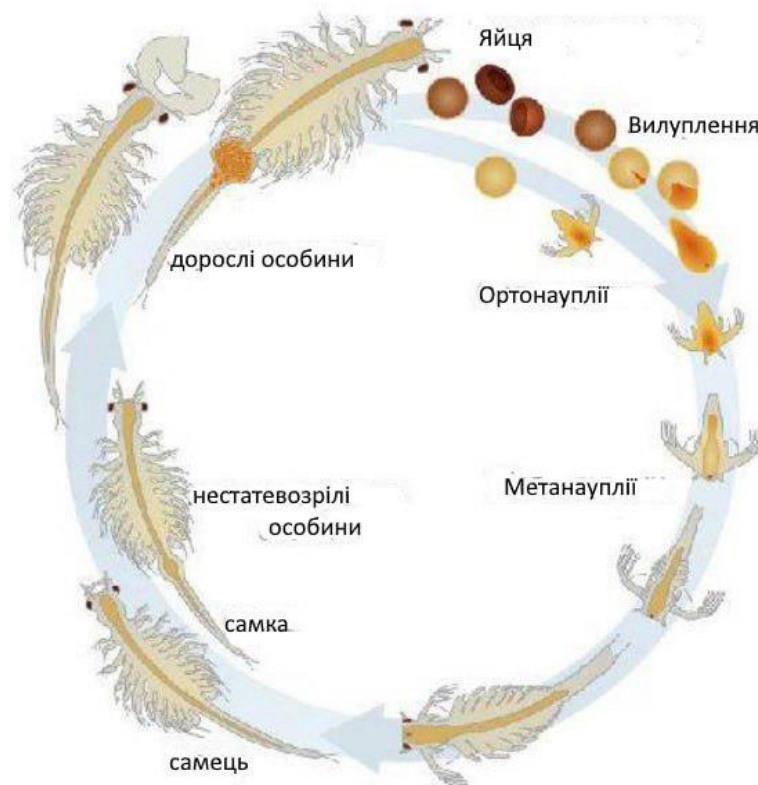


Рис. 2.3 – Цикл розвитку артемії (*Artemia*)

Існують партеногенетичні та двостатеві особини артемії відповідно з яйцеживородним і яйцекладним видами репродукції. З цист вилуплюються яйцеживородне потомство; яйця зберігаються всередині матки до завершення ембріонального розвитку. В екстремальних умовах ембріони розвиваються лише до стадії гастрული. Після чого у яець (розмір 200-300 мкм) утворюється товста оболонка і переходять у стан спокою або сплячки (діапаузи) з відповідним метаболізмом і самка (яйценосна) виводить їх зі свого тіл [3].

Про надзвичайну пластичність артемії свідчить її ставлення до факторів зовнішнього середовища.

Артемія мешкає в хлоридних, сульфатних і карбонатних водах, солоність їх досягає 300 проміле. Але деякий час вона може жити навіть у прісній воді (не більше 1 години), що дозволяє використовувати її як живий корм для прісноводних акваріумних риб [7].

Яйця прогідратовані (водні) та ембріони розвиваються лише тоді, коли солоність опускається нижче 85 ‰. При більш високій солоності яйця не можуть проклюнутися, оскільки вони не гідратуються. Для викльову наупліусів, зростання, формування молоді та існування самок найбільш сприятлива солоність 30-80 ‰. Відкладання яець відбувається інтенсивніше при солоності води понад 90 ‰ [2].

Дивовижна життєстійкість артемії проявляється і у відношенні до температурного режиму водойм, де вона мешкає. Протягом року температура води там коливається в межах від мінус 20 до плюс 30 °С, а в окремих районах цей діапазон ще ширший. У той же час артемія – літня теплолюбна форма: оптимальна температура для активної фази її життя 25-28 °С, але вона може існувати і за 35-37 °С [1]. При зниженні температури її життєві процеси сповільнюються, і при температурі менше 5 °С вона, як правило, гине, хоча відомі випадки, коли вмерзлі в кригу рачки після відтавання оживали. Дегідратовані яйця зберігають виживання навіть за таких температур, яких немає в природних умовах: до мінус 200 °С і плюс 130 °С.

Біотехніка масового отримання наупліусів артемії *Artemia salina* включає такі основні етапи: заготівлю та очищення яєць; зберігання; активацію; інкубацію яєць. Вони тісно пов'язані між собою і становлять єдиний процес [2].

Заготівля та очищення яєць. Збір артемії починається з моменту масової появи яєць, що діапаузують. Вилов яєць з води можна починати з другої половини літа, всі осінні та зимові місяці та ранньою весною до прогрівання води до 10–14 °С та викльовування перших наупліусів. Найкращий час для збирання яєць артемії – осінь [1, 10].

Збір яєць артемії на березі не становить великої складності. Найбільш чисті яйця зі свіжих викидів та з товщі води, де кількість добрих становить 80–95 % від загальної маси. Свіжі викиди слід шукати на пологих підвітряних берегах, особливо багато яєць накопичується в природних пастках (коси, невеликі затоки та бухти). Викиди мають вигляд смуги, що йде паралельно до берегової лінії. Свіжі викиди мають жовтувато-рожеве забарвлення, старі – сіре або коричневе [2].

Існує кілька способів визначення якості збору:

1. Яйця роздавлюють між двома предметними склом і розглядають у лупу 10–15 кратного збільшення. Наявність жирних плям свідчить, що яйця живі (не можна плутати з плямами, що залишилися при роздавлюванні яєчної шкаралупи, заповненої через тріщину в'язким світлим мулом).
2. Частину яєць опускають у прозору посудину (пробірку або склянку) із прісною водою. Шкаралупа виринає на верх, а доброякісні яйця опускаються на дно (іноді заповнена мулом шкаралупа також опускається на дно).
3. Невелика кількість яєць затискають між подушечками двох пальців, потім роблять кілька рухів, що перетирають, і яйця розглядають безпосередньо на пальці через лупу 10-15 кратного збільшення. Якщо матеріал скочується у веретенне або розсипається на лусочки, він

недоброякісний, якщо залишився у вигляді окремих яєць – доброякісний.

Очищення проводять кількома способами. Механічний за допомогою сит, але це не забезпечує видалення всіх небажаних домішок (залишаються ідентичні за розміром домішки яйцям) [4].

Найбільш економічним є використання свіжовимкнених наупліусів, а це означає, що інкубацію потрібно проводити щодня. Значне полегшення в роботах на аквагосподарствах приносить зберігання свіжовиклюнувшися наупліїв в холодильнику (0-4 °С) в ємностях, що аеруються при щільності посадки до 15 тис.екз. на 1 л протягом 1-2 діб. Після цієї операції майже у всіх рас виживання наупліїв залишається вищим за 90 % (навіть через добу після перенесення наупліїв з холодильника в культуральний танк при температурі 25 °С), вміст енергії та суха маса наупліїв зменшуються незначно (не більше ніж на 7–8%) [5].

Живі корми можна зберігати заморожуванням та сушінням. Живі кормові організми збирають, очищають, сортують і з метою зневоднення розподіляють на поверхні гіпсової плити (або на фільтрувальному папері, цементній плиті, полотні тощо), час зневоднення не більше 10-15 хв. Потім зневоднених личинок збирають, зважують та розподіляють на піддоні для подальшого заморожування [10].

Товщина шару при цьому дорівнює 63-127 мм (середня і найбільш оптимальна товщина - 95 мм). Личинок різко охолоджують при температурі мінус 60 °С з часом витримування 10-15 хв. Потім температуру вже заморожених личинок підвищують до мінус 35-40 °С і відразу ж переносять в сушильну камеру, тиск в якій падає до 0,02 мм рт.ст. нижче тиску насичених парів льоду при температурі від мінус 40 до мінус 50 °С.

У процесі сублимаційного сушіння (6-7 год) необхідно забезпечити підведення тепла, щоб уникнути подальшого зниження температури [3]. Після обробки вміст вологи становить менше 3% і вони набувають білого забарвлення. Продукт, виготовлений пропонованим способом, сухий, не

клейкий, білий (у вигляді кубика із зовнішнім білим шаром і буро-червоним усередині). При намочуванні він поглинає воду та відновлює свій первісний вигляд [3].

2.3 Коловертки (*Rotatoria*) - стартовий корм для личинок риб

Коловертки (*Rotatoria*) - багатоклітинні тварини, що раніше відносяться до групи первинно-порожнинних черв'яків. Основною характерною ознакою є наявність так званого коловертального апарату - війноного утворення на передньому кінці тіла, який використовується для харчування і руху [6].

Коловертками називають своєрідну групу з основному прісноводних (хоча зустрічаються солонуватоводні та морські) мікроскопічних тварин. Коловертки населяють не тільки різноманітні прісні, солонуваті та солоні басейни, як з дуже високою, так і з дуже низькою температурою води, але багато з них пристосувалися до існування в місцях, де вода буває в незначній кількості, або лише тимчасово: у прибережному піску водойм, у моху, у лісовій підстилці, у дуплах дерев, у ґрунті. Але основна маса коло-брат населяє прісні водойми [4].

Коловертки - найдрібніші з багатоклітинних. Їх розміри коливаються від 0,04 до 2 мм, тобто. сумірні з розмірами інфузорії-туфельки. Коловертки, разом з інфузоріями і напліями ракоподібних, входять до складу так званого «пилу». Свою назву коловертки отримали за наявність коловертального апарату, що складається з двох віночків вій на передній частині тіла. Рухом вій створюється вир, завдяки якому дрібні харчові організми потрапляють до рота коловертки. За допомогою цього апарату у багатьох форм коловерток здійснюється також і плавання [8].

Можливості використання коловерток як стартових живих кормів для личинок багатьох видів риб та деяких безхребетних визначається наступним:

- ✓ Відносно невеликі розміри;

- ✓ Наявність значної кількості (від 30% білка) низькомолекулярних пептидів і вільних амінокислот, що роблять їх легкозасвоюваними для личинок риби на ранніх стадіях розвитку;
- ✓ лабільний хімічний склад, зміна якого відбуваються протягом кількох годин залежно від якості корму, і можливість спрямованого формування його складу, відповідного потребам гідробіонтів, що живляться коловертками;
 - ✓ коловертки менш рухливі, ніж інфузорія-туфелька;
 - ✓ Висока швидкість розмноження;
 - ✓ не створюються проблеми за підтримки культури у вигляді деяких видів.

В даний час відомо більше 1500 видів коловерток. Клас коловерток включає три загони, проте всі коловертки, що культивуються, належать заgonу *Monogononta*, тобто. заgonу одно яєчникових коловерток. У представників цього заgonу самки більшість часу розмножуються партеногенетично, тобто. виробляють лише самок [15]. Однак при високій їх щільності або при змінах умов проживання вони виробляють самців, переходять до полового розмноження, після чого відкладають яйця, що покояться, а самі гинуть. Ця обставина ускладнює їхнє культивування. Представники іншого заgonу - п'явка подібні коловертки (*Bdelloidea*) розмножуються виключно партеногенетично і, мабуть, можуть бути перспективними об'єктами культивування.

Найчастіше культивують солоноводну коловертку (*Brachionus plicatilis*), оскільки її найлегше підтримувати у вигляді чистої культури. З прісноводних коловерток культивують *Brachionus rubens*, *Br. calyciflorus*, (*Philodina*) і (*Asplanchna*), проте їх підтримка у вигляді чистої культури складніше через засмічення культури інфузоріями [18].

Солонуватоводна коловертка – *Brachionus plicatilis*. *Brachionus plicatilis* – це типово планктонна коловертка, що зустрічається як у континентальних так і прибережних водоймах.

Br. plicatilis - це дрібний евригалінний і евритермний вид коловерток, здатний проживати тільки у воді з вмістом солі від 1-90%. Розмір 0,08-0,3 мм (рис. 2.4).

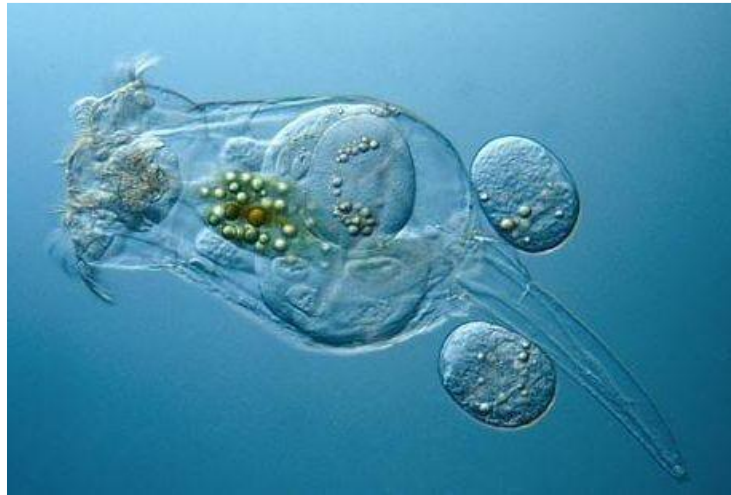


Рис. 2.4 – Коловертка *Brachionus plicatilis*

Вони поїдають фітопланктон, бактерії, дріжджі. Коловертки виду *Br. plicatilis* мають гетерогонію, тобто чергуванням статевого та партеногенетичного типів розмноження. Розмноження здійснюється самками двох типів: аміктичними та міктичними. Аміктичні та міктичні самки, присутні в культурі, можна розрізнити між собою лише за наявністю певного типу яєць. Міктичні яйця за обсягом у 2-3 рази дрібніші, ніж аміктичні, але їх утворюється більше [26].

Партеногенетичне розмноження починається з вилуплення аміктичних (партеногенетичних) самок з яєць, що покояться. Аміктичні диплоїдні (2N) самки не здатні до запліднення, відкладаючи диплоїдні яйця, з яких вилуплюються або аміктичні самки, або, залежно від умов, міктичні самки, здатні до одностатевого та двостатевого розмноження.

Міктичні (1 N) самки (тобто з одним набором хромосом) дають яйця, з яких виходять самці (1 N) або беруть участь у спаровуванні, відкладаючи повноцінні яйця [28].

Здатність міктичних самок відкладати яйця, що покоюються, забезпечує виживання виду в несприятливих умовах. Міктичні яйця на самців і аміктичні не мають тривалої стадії, і молодь, залежно від температури, може з'явитися через кілька годин або днів. Молодь з яєць, що покояться, може викльовуватися через кілька тижнів, місяців, років. Поява яєць, що покояться, в культурі обумовлено різкою зміною одного або декількох факторів навколишнього середовища (зниження або підвищення температури, зміна солоності, погіршення кормового режиму та ін.) [36].

Плодючість самки залежить від фізіологічного стану та тривалості життя. Тривалість життя самок - до 2 тижнів, самців - 2-3 доби. Статевозрілими стають через 1-1,5 діб.

Механізм переходу від партеногенетичного до статевого способу розмноження викликається зміною таких факторів навколишнього середовища, як температура, рН, солоність, тривалість фотоперіоду, щільність популяції, кількість та якість корму [18].

При культивуванні слід уникати умов, за яких з'являються міктичні самки, оскільки їх яйця, що покояться, мають латентний період. Основу здорової, швидко розвивається культури повинні становити аміктичні самки з яйцями.

Культивування коловерток *Br. plicatilis*. Кожна продукційна культура починається з маткової, від якості та кількості якої залежить тривалість періоду розгону продукційної культури [4].

Отримання вихідної маткової культури. Вирощування маткової культури починають за 10-15 діб до початку експлуатації виробничих басейнів, які засівають коловертками за 7-10 діб до початку інкубації ікри. Маточну культуру одержують двома способами:

- ✓ з яєць, що покояться;
- ✓ цілорічно підтримується вихідної культури.

Яйця, що покоюються, отримують наступним способом. У серпні-вересні у басейні з коловертками різко змінюють умови утримання:

припиняють підігрів культури та знижують температуру до 12–14 °С, зменшують у 3–4 рази раціон, освітлення залишають лише природне. Так викликають перехід від безстатевого розмноження до статевого та утворення яєць, що покояться. Культуральне середовище зливають через шланг, осад з дна басейну переносять на фільтрований папір, висушують на повітрі в тіні і використовують наступного сезону для отримання маткової культури [4].

Інкубація яєць. Для вибору умов інкубації необхідно знати:

- ✓ яким способом отримані яйця: у штучних умовах при культивуванні або зібрані у природних водоймах;
- ✓ яка солоність води та її сольовий склад: сульфатного або хлоридного типу вода.

При інкубації яєць з сульфатної водойми використовують розчин, що складається з суміші хлориду і сульфату натрію у співвідношенні 3:1, що як би імітує співвідношення солей у природній водоймі [6, 27].

Як інкубаційні судини застосовують високі ємності з конічним дном (апарати Вейса, тривалі воронки), з'єднані з системою подачі стисненого повітря (повітря подається знизу). Обов'язкові умови правильної інкубації яєць коловерток – це цілодобове продування ємності повітрям та постійна підтримка яєць у завислому стані.

Викльовування яєць відбувається при температурі 20–35 °С, оптимальна температура 28 °С. Важливим фактором при інкубації яєць є солоність та світло. При солоності 60-120 ‰ викльов не відбувається взагалі, при 5-10 ‰ - слабкий, оптимальна солоність 15-18 ‰. У темряві яйця не викльовуються. Освітленість на поверхні інкубаційної судини повинна становити не менше ніж 2–4 тис. люкс [8, 32].

За більш високої освітленості тривалість періоду інкубації не змінюється, але відсоток виходу молоді збільшується. Оптимальна тривалість періоду інкубації 2-4 доби.

Крім температури та освітленості інкубація залежить від терміну зберігання яєць. Чим триваліший термін зберігання, тим триваліший період інкубації. Норма завантаження яєць в інкубаційні ємності – 1 г/л [1, 3].

Після завершення масового викльовування припиняють подачу в інкубаційні апарати повітря. Порожні оболонки спливають до поверхні, яйця, що не виклюнулися, залишаються в природному шарі, а молодь в товщі води. Порожні оболонки видаляють з поверхні ложкою, молодих коловраток відловлюють сифоном і переносять до іншої судини. До осаду, що залишився, додають свіжий інкубаційний розчин і включають аерацію. За кілька годин викльовується ще порція коловраток. Цю операцію можна повторювати кілька разів [2].

Умови вмісту маткової культури. У випадках невеликої кількості маткової культури, отриманої з кількох десятків або сотень яєць, тварин зручно утримувати в пеніцилінових бульбашках та маленьких колбочках. У разі інкубації відразу декількох грамів яєць молоддю, що виклюнулася, можна засівати басейни ємністю 50-100 л.

Маточну культуру, призначену для отримання великих кількостей коловраток, містять у 8-10 басейнах об'ємом 0,1 м³ при висоті стовпа 30 см. Басейни розміщують у закритому приміщенні. Перед внесенням молоді до басейну морську воду нагрівають до температури 26–28 °С, вносять живий корм, бажано водорості, оскільки вони сприяють утворенню великої кількості яєць біля коловраток і розміщують його. Початкова кількість 5-10 екз/мл, оптимальна - 10-20 екз / мл [4].

Режим вирощування може бути екстенсивним та інтенсивно накопичувальним, але основні фактори середовища повинні, по можливості, підтримуватися на оптимальному рівні: освітлення – цілодобове (освітленість 1–2 тис.екз.); корм – суспензія мікроводоростей, дріжджі, які слід вносити 4–5 разів на добу, по мірі виїдання, температура культурального середовища 27–28 °С [4].

Після досягнення щільності 100-200 екз/мл, вважається, що маточна культура готова для засіву у виробничі ємності. Її повністю зливають, осад заливають свіжою морською водою та починають новий цикл культивування. За рахунок щоденного поновлення середовища при зливів значної культури обходяться без продування ємностей повітрям. При накопичувальному режимі вирощування ведуть до тих пір, поки щільність коловерток не досягне 200-300 екз/мл, після чого культуру повністю зливають і починають новий цикл вирощування [2, 20].

Показником високої якості маткової культури коловерток є майже повна відсутність самок з міктичними яйцями, яєць, що покояться, самців. Культура повинна складатися з аміктичних самок з 1-3 яйцями та молоді [1, 6].

Масове культивування. Залежно від потреб господарств для масового культивування коловерток використовують скляні судини, дерев'яні лотки, вистелені зсередини плівкою, склопластикові риболовні лотки і басейни, цементні басейни, і навіть висять на спеціальних стійках поліетиленові мішки. Місткість виростних пристроїв варіює від кількох десятків літрів до кількох кубічних метрів. Басейни з виробничою культурою розміщують у закритому приміщенні або на вулиці під навісом, що захищає коловерток від впливу прямих сонячних променів. Для ведення культури зручно використовувати пластикові басейни розміром 150x150x50 см або 200x200x50 см з донним зливом, циліндричні ємності з конічним дном (типу апаратів ВНППРХу), об'ємом від 0,5-2 м³ [31].

Для плавного, не викликає відриву яєць у самок коловерток, перемішування культурального середовища використовують крейсель, що являє собою ерліфт, поміщений в додаткову трубку з бічними відвідними трубками, що забезпечує м'яку вертикальну та кругову циркуляцію води з коловертками [22].

Над культиватором розташовують кормовий бункер, обсяг якого повинен бути в кілька разів менше обсягу виростної ємності. Бункер заправляють як неживим кормом (водорісний порошок, штучний корм), і

живим (дріжджі, суспензія водоростей). Режим годівлі вибирають залежно від щільності популяції коловерток та концентрації кормової суспензії. Подачу корму здійснюють за таймером. Розподіл корму за ємністю забезпечується роботою крейселя [34].

Незалежно від того, де йде вирощування коловерток, у приміщенні або просто неба, для отримання стабільних високих врожаїв і високої якості продукції вирощування ємності необхідно термостатувати.

Басейни, призначені для культивування коловерток, перед їх заселенням ретельно миють, заливають профільтрованою через ватномарлевий фільтр морською водою, включають освітлювач потужністю 3-5 тис. люкс і 4-5 термообігрівачів [22].

Можна використовувати акваріумні електронагрівачі води з терморегуляторами та контактним термометром.

Після підігріву води до 27 °C в басейн вносять корм – відсепаратовані від морської води мікроводорості або дріжджі, з розрахунку 0,5 г сухої біомаси корму на 1 млн.. Дріжджі попередньо ретельно розмішують при кімнатній температурі щонайменше 2 год [2, 22].

Корм рівномірно розмішують у басейні. Вихідна концентрація коловерток при засіві 20-50 екз/мл. Для безперервного забезпечення кормом засів басейнів проводять з інтервалом 1 добу. Оптимальна тривалість одного циклу культивування – 8–10 діб.

Методи культивування *Br. Plicatilis*. Солонуватоводну коловертку – *Br. plicatilis* культивують різними методами: накопичувальним, проточним, напівпроточним.

При накопичувальному методі здійснюється культивування від введення культури до повного зливу без внесення свіжого середовища, при цьому умови докільця за рахунок збільшення густини популяції та накопичення метаболітів постійно змінюються [22]. Процес накопичувального культивування поділяється на кілька фаз:

- ✓ адаптація культури до нових умов (лагфаза);

- ✓ Експонентна фаза, максимальна швидкість росту культури (логфаза);
- ✓ Стаціонарна фаза, уповільнення швидкості зростання. У середовищі накопичуються метаболіти, відчувається нестача їжі.

При проточному культивуванні здійснюють постійний злив частини культури та замінюють її свіжим середовищем [2, 31].

Швидкість зливу та доливу розраховують таким чином, щоб густина популяції залишалася постійною. При цьому популяція завжди залишається у фазі експоненціального зростання.

При напівпроточному методі частину культури зливають через певні проміжки часу (1–2 доби) та замінюють свіжим середовищем.

Прісноводні коловертки - *Br. rubens*, *Br. Calyciflorus*. Ці прісноводні коловертки на вигляд нагадують солонуватоводну коловертку *Br. plicatilis*. Один від одного ці два види відрізняються формою панцира. У *Br. rubens* виростів на панцирі немає, а *Br. calyciflorus* у передній та задній частинах панцира є вирости (рис. 2.5).



Рис. 2.5 – Прісноводні коловертки:

а - *Br. calyciflorus*; б- *Br. Rubens*

Однак у різну пору року та в різних водоймах можна зустріти *Br. calyciflorus* з довгими або короткими задніми шипами, або ж зовсім без шипів. Є дані, що виявляють зв'язок між довжиною нижніх шипів і кількістю їжі в

навколишній воді. При невеликій концентрації кормової суспензії – шипи довші, і навпаки. Очевидно, довгі шипи є ніби гальмами, які уповільнюють рух коловертки і полегшують відфільтровування нею харчових частинок [3].

Таким чином, ці дані дають можливість розглядати явище періодичної зміни форми тіла як пристосування до умов з метою кращого уловлювання їжі. У свою чергу, *Br. rubens* часто і надовго прикріплюється своєю ногою до панциря дафнії, і, не витрачаючи енергії на пересування, у спокійному стані, відфільтровує харчові частинки, постійно міняючи (за допомогою рачка) місце свого проживання. Часто вони настільки густо обліплюють панцир дафнії, що остання виглядає «кудлатою» [2, 3].

Розміри прісноводних коловерток, особливо *Br. rubens*, трохи менше, ніж солоноводної коловертки *Br. plicatilis*. Прісноводні коловертки мають розмір 0,1-0,3 мм, а дорослі самки *Br. calyciflorus* – 0,57 мм. Дозрівають самки протягом доби, тривалість життя дорослої особини до трьох тижнів. Самка дає від 3 до 12 яєць кожні 12 годин. Живляться в природі планктонними водоростями. Дуже поживні, використовуються для вирощування морських та прісноводних риб. За оптимальних умов культивування та партеногенетичного розмноження можна отримувати до 217 г/м³ коловерток на добу [4, 5].

Деякі автори пропонують постійного партеногенетичного розвитку *Br. caliciflorus* вирощувати їх разом із водоростями за умов повної темряви протягом 4 днів за нормальної температури 33 – 37 °С. На четверту добу культуру коловерток перезаряджають. Однак слід враховувати, що у повній темряві та за високої температури інтенсивно дихають як коловертки, так і водорості.

Це часто призводить (при високій величині чисельності коловерток) до зникнення розчиненого кисню і повної загибелі коловерток. Інша проблема, що виникає при їх культивуванні в таких умовах полягає в тому, що при продуванні ємності з коловертками, вони сідають на стінки культиватора,

стискаються і перестають харчуватися через сильний струм води, що перемішується [2].

Існує метод культивування коловіток р. *Brachionus* у темряві. Коловіток вирощують послідовно в 3 ємностях об'ємом - 0,5; 8; 1500 л. Як корм використовують або вирощену хлорелу і вироблену промисловим методом хлорельну пасту.

Для отримання максимального приросту оптимальна концентрація корму становить 25-50 млн клітин хлорели на 1 мл. Культивують у темряві. На світлі коловітки знаходяться лише 1 годину на добу, при перенесенні з однієї ємності до іншої [31].

У ємність 1 (0,5 л) вносять харчову завесь оптимальної концентрації, а також завесь коловіток з розрахунку 50 екз / мл.

Через добу коловіток відціджують через сито № 70 і переносять у ємність № 2, заповнену тією ж харчовою суспензією оптимальної концентрації. Ще через добу, обложених на сито коловіток переносять у ємність № 3, також з харчовою суспензією оптимальної концентрації, а на наступну добу вміст фільтрують через спеціальний садок з сита № 70 і збирають коловіток. Жива маса коловіток за 3–4 доби вирощування становить 4–5 кг / м³ [31]. Ця технологія забезпечує таку ж продукцію як і при безперервному проточному культивуванні, але витрата води та водоростей на отримання одиниці продукції в 10 разів менше. Процеси пересадки коловіток, заповнення ємностей водою і внесення корму можуть бути автоматизовані [32].

Коловітки живляться не стільки водоростями, скільки бактеріями, що знаходяться на поверхні клітин водоростей, особливо загиблих. Отже, хороших результатів підвищення чисельності коловіток можна досягти на фітопланктоні, попередньо витриманому кілька днів у темряві (до його осадження). Перед згодовуванням його коло-брами, осад водоростей необхідно збовтати [20].

Для постійного культивування прісноводних коловерток можна запропонувати наступний спосіб. У скляну ємність поміщають прісноводну культуру водоростей разом з мулом, що складається із загиблих клітин водоростей, і в неї вносять культуру коловерток. Під ємністю і над нею мають лампи [4].

При слабкому освітленні знизу, коловертки, завдяки позитивному фототаксису, опускаються вниз і харчуються бактеріями, що розмножуються в мулу на загиблих клітинах фітопланктону. Проникаючий крізь мул світло сприяє насиченню ємності киснем завдяки фотосинтезу фітопланктону, що знаходиться в обсязі судини. При масовому розмноженні коловерток концентрація кисню в ємності падає, і коловертки піднімаються до поверхні. Це вказує на те, що настав час розрядити культуру коловерток. Для концентрування коловерток у поверхні води відключають нижнє світло і включають верхнє [10].

Сконцентрованих біля поверхні коловерток зливають сифоном і згодуюють личинкам риб, а культиватор, при необхідності, доливають свіжим фітопланктоном [4]. Завдяки верхньому світлу відбувається розмноження фітопланктону, насичення води киснем у процесі фотосинтезу водоростей і, як наслідок цього, розподіл коловерток, що залишилися, по товщі води. Далі верхнє світло відключають і включають нижнє, і весь процес повторюється.

За розмноженням коловерток у культиваторі необхідно постійно стежити [2]. Слід пам'ятати, що низький вміст кисню в культиваторі, недостатнє або надмірна годівля, висока щільність коловерток приводять до переходу останніх на статеве розмноження, в результаті чого самки відкладають яйця, що спокою, а самі особини коловерток гинуть. Найбільша кількість зимових яєць, що покоїться, проводиться при максимальній щільності коловерток 120 - 150 екз./см³. Утворенню зимових яєць сприяє також зниження температури [10].

Яйця, після відфільтрування їх на паперовий фільтр, можна зберігати разом з фільтром на нижніх полицях холодильника. Для виходу молоді з яєць,

що покояться, необхідно їх культивувати у воді з високим вмістом кисню, поступово підвищуючи температуру до 30 – 35 °С.

Культивування прісноводних коловерток пов'язане з великими труднощами через засмічення культури інфузоріями та іншими організмами, яйця яких заносяться з пилом [1].

Годівля личинок риб прісноводними коловратками більш бажано порівняно з солоноводними, оскільки прісноводні коловратки не гинуть у прісній воді, забезпечуючи постійне та рівномірне годування личинок. Крім того, вони очищають акваріум з личинками від бактерій [4].

Коловертки роду *Philodina*. З коловерток, що належать до роду *Philodina*, найчастіше культивують *Ph. acuticornis* (рис. 2.6). За розмірами вона більша, ніж представники роду *Brachionus*.



Рис. 2.6 – *Philodina acuticornis*

Зазвичай їх містять у скляній посудині з відстояною водопровідною водою. Як корм використовують сінну паличку і молочнокислих бактерій [3]. Для їх розведення необхідно закип'ятити 10 г сіна в 1 л дистильованої води,

дати постояти 2-3 дні, потім процідити і додати (на 1 л настою) 2 літри аерованої дистильованої води [11].

Для підтримки культури до неї достатньо додавати по 1-2 краплі кип'яченого молока 2-3 рази на місяць. Голодні коловертки зазвичай опускаються на дно і тримаються серед частинок мулу або сидять на стінках ємності. Ситі коловертки плавають у товщі води [9].

При внесенні їх до личинок риб, філодини добре ростуть і розмножуються на фекаліях личинок, а також на солоноводних коловертках, що загинули в прісній воді. Їх можна культивувати разом із інфузорією-туфелькою на бананових кірках з додаванням у культуру молока [7].

Філодини зазвичай мешкають серед мулових частинок на дні акваріумів або прісноводних водойм. Їх легко виявити під мікроскопом чи бінокуляром, якщо розглядати донний мул. Вони зазвичай повільно переповзають або не дуже швидко плавають від однієї мулової частинки до іншої у пошуках їжі.

Живляться філодини водоростями та бактеріями. Додаток до культури дріжджів пригнічує їх зростання. Середня тривалість життя дорівнює 27 діб. Культивують їх при температурі 24–27 °С.

Суть методу полягає в тому, що в культиватор об'ємом 60 л безперервно за допомогою насоса-дозатора подається кормова суспензія, а з нього з такою ж швидкістю виводиться культура коловерток [6].

Непропорційність проточності пояснюється тим, що в культиватор, для збільшення площі, на яку прикріплюються коловертки, поміщають додаткові пластини, через це щільність коловерток в культиваторі вище, ніж у середовищі, що зливається. Кормом служить хлорела або суміш хлорели та дріжджів. Раз на добу вносять водорості, 2-3 рази на добу - дріжджі. Перемішування здійснюють за допомогою ерліфту [4].

Оптимальна швидкість потоку 6-10 об'ємів на добу. Продуктивність при такому вирощуванні дуже висока до 20 г/л (вологою біомасою).

Коловертки *Asplanchna*. *Asplanchna priodonta* – одна з найбільших (0,28–1,50 мм) прісноводних коловерток (рис. 2.7).



Рис. 2.7 – *Asplanchna priodonta*

Доросла *Asplanchna* є хижаком. Вона живиться інфузоріями і дрібнішими коловертками. Це типово планктонні тварини все життя проводять у товщі води, знаходячись у безперервному русі. Плавають вони ротовим отвором уперед, не обертаючись навколо своєї осі, як інші коловертки. Тіло прозоре, майже кругле [5, 8].

На передній частині розміщений коловертальний апарат, що має форму оборки. Ноги вони не мають. *Asplanchna* не мають ні кишківника, ні анального отвору і вся травна система складається зі шлунка. Неперетравлені залишки їжі викидаються через ротовий отвір [23].

Якщо *Asplanchna* годувати інфузоріями або дрібними прісноводними коловратками, наприклад, роду *Brachionus*, то вона добре розлучається в прісній воді при кімнатній температурі. При попаданні *Asplanchna* в культуру прісноводних коловраток роду *Brachionus* вона, розмножившись, повністю їх знищує. Можна вирощувати аспланхн і на солоноводних коловертках. Для цього культуру солоноводних коловраток повільно розпресовують до солоності в 3 ‰, куди потім і вносять *Asplanchna* [31].

Asplanchna зазвичай використовують при вирощуванні молоді риб як добавку до основного корму при переході з дрібніших кормів до більших.

Поживність *Asplanchna* порівняно низька, тому перед згодовуванням *Asplanchna* молоді риб їх самих бажано погодувати [2, 18].

Оптимальним способом вирощування повноцінних у харчовому відношенні *Asplanchna* є наступний. На 1 л культури водорості сценедесмусу або хлорели вноситься 10 мл насиченого розчину NaCl і трохи пекарських дріжджів. Далі, туди ж вноситься розподілені до 3 ‰ і відціджені через газ № 76 солоноводні коловертки і культура аспланхн. Отриману культуру витримують при бічному освітленні люмінесцентної лампи. Молодь *Asplanchna* росте на дріжджах, великі особини харчуються солоноводною коловерткою, що містить у кишечниках водорості та дріжджі.

Корисно підсаджувати аспланхн при культивуванні аулофорусу (змійки) на моркві. У цьому випадку *Asplanchna* очищає воду від надлишку інфузорій, покращуючи кисневі умови довкілля змійки [4].

2.4 Культивування олігохет *Tubifex tubifex*

Енхітреїди - одне з сімейств малоцетинкових черв'яків (*Oligocheta*), що включають близько 400 різних видів. Група слабо вивчена в систематичному та екологічному відношеннях. Серед представників сімейства найбільш відомий білий енхітрей – *Enchytraeus albidus* Henle, званий також горщиковим черв'яком [3].

E. albidus зустрічається не тільки в ґрунтах найрізноманітніших типів, а й у прісних і солонуватих водоймах, на літоралі морів, у детриті серед каменів, у викинутій на берег рослинності [6, 16].

E. albidus має струнке циліндричне тіло білого або злегка кремового кольору, поділене на сегменти (соміти), число яких варіює від 52 до 74 або від 46 до 65. У порівнянні з іншими видами сімейства, енхітрей має більші розміри. У природних умовах їх довжина досягає 25-35 мм, у той час як при штучному вмісті 35-45 мм.

На відміну від інших ґрунтових олігохет, енхітрей веде малорухливий спосіб життя. Він живе у місцях, де накопичується значна кількість органічної речовини [1].

Тут також відкладаються кокони та відбувається розвиток молоді, яка також не здійснює значних переміщень. Зазвичай просування енхітрею у ґрунті відбувається шляхом виїдання ходів. Разом з тим при необхідності, головним чином у тих випадках, коли черв'яки уникають впливу будь-яких неприємних факторів, вони можуть рухатися досить активно [22].

У воді енхітреї збираються в клубки – синапорії. Розрізняють пасивну форму синапорій (наприклад, при знесення тварин водою) і активну (при підсиханні ґрунту, дії освітлення, зниженні температури). При цьому щільність клубків тим значніша, чим різкіший вплив фактора [10].

У природних умовах найбільш висока чисельність енхітрею відзначається восени і почасти навесні при помірній температурі та достатньої вологості ґрунту. В умовах культивування він успішно розмножується при температурі від 8 до 25 °С. Зниження температури до 0 °С не викликає загибелі черв'яків та їх яєць, які при поступовому зниженні переносять навіть негативну температуру [8].

Гріндальський черв'як (*Enchytraeus buchhoizi*) - це дрібний, довжиною 0,5-12 мм і діаметром 0,4 мм черв'ячок. Він має величезну репродуктивну здатність – за оптимальних умов утримання він подвоює свою біомасу за три доби.

Для розведення гріндалю найкраще використовувати дерев'яну скриньку розміром 20×15×8 см. Використання жерстяних, скляних, пластмасових ємностей небажане через те, що вони погано пропускають повітря [9].

Ящик з культурою слід повністю прикривати кришкою або склом, щоб у нього не проникали комахи. Між кришкою і субстратом у ящику повинен залишатися простір в 1-2 см. Як субстрат використовують вологі пінопластові

плитки, загальним об'ємом близько 2 см³, або кубики пухкого вивареного торфу [7].

Можна застосовувати перегній із листяного лісу, наполовину змішаний із торфом. Також можна використовувати ошпарений торф'яний довговолокнутий мох - сфагнум. Субстрат зволожують та поміщають у ящик. Потім у субстрат закладають столову ложку поживної суміші (дрібно перемелені і ошпарені окропом спиртові дріжджі з вівсяними пластівцями), перемішують її з субстратом і після цього вносять культуру черв'яків. Годувати черв'яків бажано кожен день, у крайньому випадку не рідше одного разу на два дні [22].

Оптимальна температура для розведення гріндалю 18–24 °С. При температурі 14 °С розмноження черв'яків припиняється, при температурі 30 °С і вище гріндалю, рятуючись від спеки, залишає ящик. При температурі 26 °С посилюється розмноження черв'яків, але одночасно виникає небезпека швидкого розмноження кліщів, що часто потрапляють у культуру з торфом або мохом. Поява кліщів призводить до зникнення гріндалю. Розділити кліщів і черв'яків можна, помістивши в склянку з водою. Гріндаль у воді опускається на дно, а кліщі спливають. Субстрат і ящик слід простерилізувати, опустивши в киплячу воду, просушити і після цього можна відновити в ньому культуру гріндалю [32].

Цінним універсальним кормом для риб із засвоюваністю 71-85% є звичайний трубочник (*Tubifex tubifex*). Він відноситься до типу кільчастих черв'яків, класу пояскових черв'яків, загону *Naplotaxida*, сімейства *Naididae*, роду *Tubifex*. Їм годують як мальків, і дорослих риб. Поживна цінність трубочника наведена в табл. 2.2.

Трубочник – мешканець мілководних ділянок повільно поточних струмків та річок, канав та водойм зі стоячою водою. Найбільші скупчення його бувають у місцях скидання вод з худоби дворів, пивоварних заводів та інших харчових підприємств [2].

Трубочники - типові донні тварини, можуть жити не тільки в мулистому, але і в піщаному ґрунті.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад основних кормових об'єктів, %

Кормові об'єкти	Вуглеводи	Жири	Білки	Мінеральні речовини	Вода
Трубочник	3	2	8	1	86
Мотиль	4	2	8	1	85
Дафнії	4	0,5	4	1,5	90

Представники сімейства *Tubificidae* мають довге і тонке ниткоподібне тіло, зазвичай червоного кольору, що складається з великої кількості сегментів. Довжина черв'яків становить від 20 до 70 мм. Трубочники харчуються в основному органічними залишками ґрунтів водойм, пропускаючи через себе за добу таку кількість ґрунту, яка перевищує їх власну масу в багато разів. При цьому ґрунт мінералізується та звільняється від залишків органічного походження. Таким чином, відбувається біологічне самоочищення забруднених водойм [1, 33].

Трубочник - евритермна культура. За температури 1–4 °С тварини дають потомство, але розвиток йде дуже повільно. Трубочник мешкає до 4–6 років. Статева зрілість настає у віці 2-3 місяців. Трубочники – гермафродити. Розмножується трубочник лише статевим шляхом, переважно у літні місяці. У коконах міститься по кілька яєць (1-8), з яких вже за місяць з'являються маленькі трубочники [40].

Серед відомих способів культивування тубіфіцидів надійного способу досі не розроблено. Проте його успішно культивують у проточній воді на органічних відходах (коров'ячому гною). У таких установках на 1 кг трубочника потрібно 18 кг гною та 38 л води.

Культивування аулофоруса (*Aulophorus furcatus*). Новим кормовим об'єктом, який міг би зацікавити рибницькі господарства і вже визнаним у акваріумістів, є хробак *Aulophorus furcatus*.

Aulophorus furcatus відноситься до сімейства *Noididae* - водяні змійки. Мешкають вони на мулистих ґрунтах у прісних водоймах, живляться мулом, рослинами, що гниють, та іншою доступною органікою. Довжина дорослих особин 10-20 мм, товщина близько 0,2 мм. Як більшість олігохет аулофорус – гермафродит. На відміну від трубочника, статевим шляхом розмножується рідко. Зазвичай дорослі особини діляться навпіл чи більше осіб [22].

Характерною особливістю аулофорусу є наявність зябер. Зяброві придатки розташовані на розширенні навколо анального отвору на кінці тіла. Аулофорус може утворювати колонії на живильному субстраті. Передня частина тіла черв'яка занурена в субстрат, а задня зі зябрами знаходиться у воді. Дихальних коливань, як трубочник, він не робить. Кинуті в посудину з водою черв'яки розпливаються на всі боки, а надалі концентруються невеликими клубочками у поверхні води, вздовж стінок або на дні судини. Вихідну культуру черв'яків можна знайти в сильно забруднених природних водоймищах (проби ретельно відбирають під мікроскопом) [2].

Культивування аулофорусу допомагає вирішити проблему вирощування мальків, особливо у зимовий час. На такому кормі мальки ростуть дуже швидко і за своїми розмірами різняться дуже небагато. У колоніях аулофоруса постійно присутня велика кількість дрібних водних тварин - різних інфузорій, коловраток та інших організмів, які також є чудовим стартовим кормом.

Розміри кюветів залежать від того, яка кількість культури необхідна. Краще мати кілька невеликих кюветів, щоб зберегти культуру [2].

У лабораторних умовах як корм використовують моркву, трав'яне борошно, кропиву, конюшину, бананові кірки, м'якоть гарбуза і т. д. Краще використовувати комбіновані суміші: трав'яне борошно – 500 см³, конюшина лучна – 300 см³, морква – 100 – 100 см³, дафнію – 5 см³, мінеральні добрива – 2 г, глюкоза – 5 таблеток.

Всі сухі складові ретельно замішують на окропі до консистенції дуже густого тіста. Потім суміш знову висушують або зберігають у такому вигляді в холодильнику. Воду беруть тільки з акваріума або водопровідну, відстояну щонайменше дві доби. Хробаки негативно реагують світ [2].

Десятилітрову ємність заливають водою і встановлюють аератор (інакше за великої кількості органіки вода зіпсується і черв'яки загинуть). На поверхню води розміщують рамку з пінопласту, на яку натягнута сітка з капрону № 40-64 в один або кілька шарів [5]. На сітку один раз на 2-3 дні кладуть корм. Першу партію корму вносять одночасно з культурою хробаків. Для початку досить буквально 2-3 десятки особин, які дуже швидко розростаються у колонію. На 10 л води оптимальною є біомаса хробаків у 100–150 р. За великої густини культура гине. У процесі вирощування необхідний постійний відбір хробаків, що стимулює їхнє розмноження. Догляд за культурою нескладний [2, 22]. Оптимальна температура 25-28 °С. Основна вимога – систематичне підживлення та зміна води. Корм слід давати потроху, додаючи його в міру поїдання. Воду треба міняти через один-два дні (від 1/2 до 4/5 об'єму). Дуже швидко вода набуває темного зеленувато-коричневого відтінку, але на культивуванні хробаків це не відбивається. Культиватор слід щільно закривати склом.

Як правило, черв'яки концентруються на нижній стороні плаваючої годівниці або на дні. При нестачі кисню вони піднімаються вгору і рожевими клубками збираються біля стінок і на поверхні годівниці. У цей час найзручніше брати черв'яків для годування риб [32].

Досить зменшити аерацію для отримання необхідної кількості черв'яків. Перед згодовуванням їх риbam черв'яків поміщають у невелику пробірку, наповнену на 2/3 водою, де вони збираються в клубочок. Якщо годують риб, які беруть корм у товщі води, клубочок розбивають. Для цього пробірку ретельно струшують, поки хробаки не розподіляться рівномірно у воді, а потім виливають вміст в акваріум [33].

3 СВІТОВИЙ ДОСВІД КУЛЬТИВУВАННЯ ЖИВИХ КОРМІВ

За останні два десятиліття у світовому досвіді інтенсивне вирощування личинок кількох видів риби перетворилося на багатомільйонну індустрію [30].

Незважаючи на значний прогрес у визначенні харчових потреб личинок різних видів риб, масове вирощування їх на ранніх личинкових стадій все ще вимагає використання живих кормів. Відібрані або методом проб і помилок, або через їх зручність у масовому виробництві та використанні, інкубаційні заводи покладаються сьогодні на три групи живих кормів: різні види мікроскопічних водоростей, коловертку *Brachionus* та креветка *Artemia*.

Різні види мікрководоростей використовуються для вигодовування личинок риб, а також у личинковому рибництві в зелених водоймах [22]. Оскільки їх масове виробництво залишається складним і дорогим завданням, а їх харчова цінність не завжди передбачувана, у поєднанні з живими водоростями використовують різні види заміників та/або продуктів, що їх замінюють. Відібрані штами коловертки *Brachionus* масово культивуються в креветочних та рибних інкубаторах. Потреба в мікрководоростях при вирощуванні коловерток може бути значно зменшена, оскільки продукти на основі дріжджів можна використовувати як більш економічно ефективні раціони [23]. Ліпідний і вітамінний склад *Brachionus* можна регулювати за допомогою обраних продуктів збагачення, щоб краще відповідати харчовим потребам личинок риб.

3.1 Важливість живого корму в світовій аквакультурі

Постачання живого корму оптимізує ріст і збільшення ваги в перші дні життя культивованих видів, з кількома технологічними стратегіями,

спрямованими на зниження витрат і збільшення виробництва, без втрати основних поживних характеристик.

Личинкова стадія культивованих водних організмів демонструє певну потребу в догляді щодо їжі та живлення, оскільки на цій стадії відбувається висока смертність через неправильне використання та вибір їжі, яка буде запропонована [26].

Під час цієї фази, у перші дні життя, багато личинок різних видів не можуть споживати інертну їжу, і особини ще не мають повного травного тракту, що ускладнює перетравлення та поглинання поживних речовин, присутніх у їжі. Як альтернатива, використання живого корму дозволяє вирощувати в личинках з підвищеною ефективністю корму [28].

Живий корм становить значну частину раціону культивованих видів риб завдяки своєму чудовому поживному потенціалу, оскільки він має високу цінність біохімічного складу, рухливість, а також різні розміри та формати, важливі характеристики, які пропонуватимуться як їжа для великої кількості тварин. види культивованих гідробіонтів [30].

Іншими важливими факторами, необхідними для безпечного виробництва, є легкість вирощування, стійкість до забруднення та швидке зростання. В таблиці 3.1 представлена поживність живих кормів для личинок риб.

Таблиця 3.1 – Поживність живих кормів для личинок риб

Показники	Хірономіди	Дафнія	Трубочник
Кількість енергії, ккал/кг	4589	5034	3589
МДж	19,2	21,1	22,6
Жири, %	57,0	61,4	51,1
Протеїн, %	57,0	61,4	51,1

Показники	Хірономіди	Дафнія	Трубочник
Амінокислоти, г/кг			
Аспарагінова кислота	58,3	52,5	50,0
Треонін	26,5	27,9	25,1
Глютамінова кислота	77,0	77,7	72,9
Пролін	22,0	25,5	17,2
Гліцин	24,5	27,4	27,0
Аланін	41,8	36,1	33,1
Цистин	5,2	5,1	6,8
Валін	26,4	29,3	27,8
Метіонін	17,0	5,3	9,6
Лізін	39,6	40,3	27,9
Сума амінокислот	338,3	327,1	297,4

Кілька організмів використовуються як живий корм, виділивши мікроводорості, коловертки, копеподи, кладоцери та соляні креветки як найбільш продуктивні [33].

Мікроводорості є найбільш використовуваним живим кормом, будучи основою модифікованого харчового ланцюга в аквакультурі, оскільки вони служать їжею як для культивованих видів, так і для живого корму. Вони мають високий вміст білка і полі ненасичених жирних кислот, а також необхідні пігменти, вітаміни і мінерали (рис. 3.1).

Штами, що використовуються в світовій аквакультурі, мають розміри від 0,2 до 500 мкм і культивуються в прісних або солоних водах, збагачених поживними речовинами, відповідно до культивованих видів мікроводоростей.

Найбільш використовуваними є представники родів *Arthrospira* (*Cyanobacteria*), *Chaetoceros*, *Thalassiosira* (*Bacillariophyta*), *Chlorella*, *Dunaliella*, *Tetraselmis* (*Chlorophyta*).

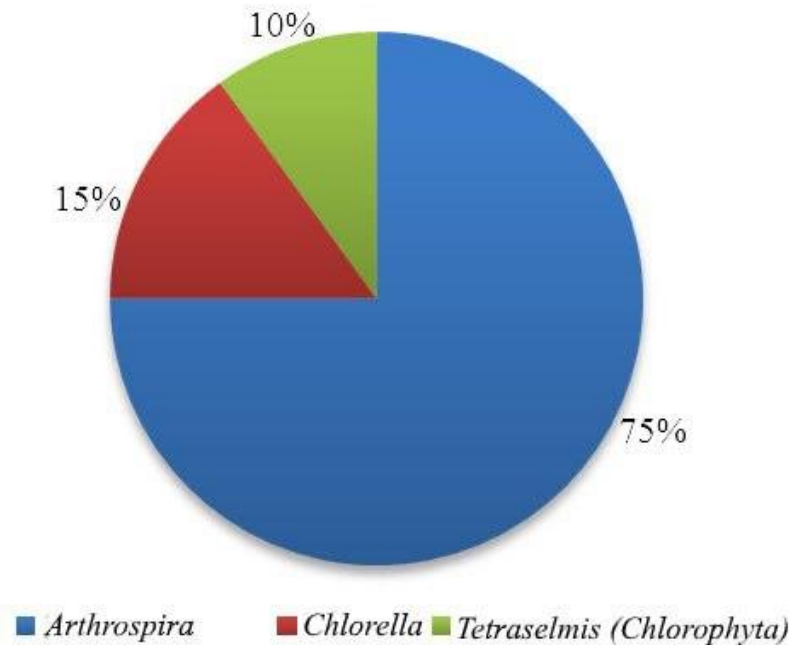


Рис. 3.1 – Відсоток параметрів, які регулюють ріст мікробіодоростей

Популярна практика додавання культур одного або декількох видів водоростей у резервуари для вирощування личинок, відома як "метод зеленої води", також заслуговує на подальше вивчення. Результати виробництва личинок морських риб за таких умов часто є кращими, і це пояснюється кількома факторами [34]. Тріска і палтус безпосередньо поглинають водорості як першу їжу на початку годівлі. Для личинок інших риб випадкове поїдання водоростей може забезпечити їх мікроелементами, які не передаються через зоопланктон, або екзогенними ферментами, що полегшують травлення на ранніх стадіях розвитку личинок [40].

Крім того, водорості можуть стимулювати синтез ферментів і початок живлення у молодих личинок. Специфічні полісахариди, присутні в клітинній стінці водоростей, можуть симулювати неспецифічну імунну систему на ранніх стадіях личинок.

В таблиці 3.2 представлені основні види мікрводоростей, які зараз культивуються, як живий корм в світовій аквакультурі.

Таблиця 3.2 – Види основних мікрводоростей, які в даний час вирощуються для личинок риб в світовій аквакультурі, та їхнє основне використання

Клас	Рід	Вид
Ціанофіцеєві (синьо-зелені водорості)	<i>Arthrospira (Spirulina)</i>	плантесіс
	<i>Skeletonema</i>	-
Бацилярії (діатомові)	<i>Phaeodactylum</i>	підмаренник <i>трирогий</i>
	<i>Chaetoceros</i>	кальцитранс, грациліс, пунілум
Хлорофіцеєві (зелені водорості)	<i>Dunaliella</i>	<i>tertiolecta, salina</i>
	<i>Nannochloris</i>	<i>atomus</i>
	<i>Haematococcus</i>	<i>pluvialis</i>
Празиофіцеєві (лускаті зелені водорості)	<i>Tetraselmis (Platymonas)</i>	<i>suecica, striata, chuii</i>
	<i>Pyramimonas</i>	-
Криптофіцеєві	<i>Rhodomonas</i>	<i>salina, baltica,</i>
Евстигматофіцеєві	<i>Nannochloropsis</i>	<i>oculata</i>
Примнезіофіцеєві (<i>Haptophyceae</i>)	<i>Isochrysis Pavlova</i> (<i>Monochrysis</i>)	-
Динофіцеєві (динофлагелляти)	<i>Cryptocodinium</i>	-

Опосередковано, що водорості можуть слугувати їжею для решти коловерток в акваріумі. Крім того, мікрводорості можуть діяти як

кондиціонер води, видаляючи з неї азотисті речовини або шляхом зміни властивостей світла, що надходить, створюючи більш затінені умови [37].

В таблиці 3.3 представлено зоопланктон, який найчастіше використовуються, як живий корм в світовій аквакультурі.

Таблиця 3.3 – Зоопланктон, як живий корм в світовій аквакультурі

Організм	Рід	Вид
Коловертка	<i>Brachionus</i>	<i>rotundiformis</i> , <i>plicatilis</i>
	<i>Daphnia</i>	<i>carinata</i> , <i>magna</i>
Кладоцера	<i>Ceriodaphnia</i>	<i>carinata</i>
	<i>Moina</i>	<i>macrocopa</i> , <i>micrura</i>
	<i>Tigriopus</i>	<i>californicus</i> , <i>brevicornis</i> , <i>japonicus</i>
	<i>Tisbe</i>	<i>biminiensis</i> , <i>holothuriae</i>
	<i>Acartia</i>	<i>tonsa</i> , <i>clausi</i> , <i>hudsonica</i> , <i>omorii</i>
Копепод	<i>Paracalanus</i>	<i>parvus</i>
	<i>Cyclops</i>	<i>bicuspidatus</i> , <i>strenuus</i>
	<i>Thermocyclops</i>	<i>parahastatus</i> , <i>parvus</i> , <i>thailandensis</i>
Артемія	<i>Artemia</i>	<i>franciscana</i> , <i>salina</i>
	<i>Enchytraeus</i>	<i>albidus</i>
Мікрочерви і найпростіші	<i>Paramecium</i>	<i>caudatum</i>
	<i>Anguillula</i>	<i>silusiae</i>
	<i>Limnodrilus</i>	<i>hoffmeisteri</i>

Коловертки мають розміри від 50 до 2000 мкм, діючи як живильна капсула, що переносить поживні речовини, необхідні личинкам культивованих гідробіонтів. Його розмноження відбувається шляхом партеногенезу, що полегшує і прискорює вирощування [28]. Два види, які найчастіше використовуються як живий корм, це *Brachionus rotundiformis* і *B. plicatilis*.

Веслоногих молосків у морському середовищі більше, їх розміри становлять від 0,3 до 3,2 мм. Вони мають статеве розмноження і мають статевий диморфізм. Його вирощування чергується від відібраних особин до диких, зібраних у природних умовах. У годівлі риб і креветок копеподи діють як біокапсули, передаючи енергію від мікроводоростей і збагачених кормів. Копеподи мають високу репродуктивну здатність, що призводить до високої щільності популяції [22]. Найбільш використовувані групи *Cyclopoidea*, *Calanoida* та *Harpacticoida* пропонуються, як їжа на різних стадіях життя (наупліус, копеподи та дорослі).

Артемії мають чудову харчову цінність, на яку можна вплинути їх раціоном і можна збагатити мікроводоростями та харчовими добавками, що характеризує соляні креветки як біокапсули, оскільки вони передають ці сполуки личинкам культивованих водних організмів [23]. Його культивувати легко, оскільки вони продаються як зневоднені цисти, їх легко виводити та підтримувати, і їх можна пропонувати як живий корм на різних стадіях життя, від цист до наупліус, метанаупліуса, стадії перед дорослою та дорослою стадією. Найбільш комерціалізованим і використовуваним видом як живий корм є *Artemia franciscana*.

Основною перешкодою для використання живих кормів є висока вартість порівняно з інертними кормами, оскільки догляд вимагає невеликої трофічної стратегії, іноді вимагаючи культивування кількох основних організмів трофічного ланцюга для підтримки організмів, які будуть використовуватися як живий корм, як приклад використання зоопланктону, якому в раціоні потрібні мікроводорості [24]. Однією з альтернатив є

культивування організмів з низьким трофічним рівнем, оскільки це зменшує різноманітність видів, що використовуються як їжа, на додаток до полегшення поступового відлучення від годування інертною їжею, не викликаючи небажаних результатів у зоотехнічних показниках культивованих організмів. Іншим шляхом є робота з видами високої комерційної цінності, які можуть покрити витрати на виробництво та утримання живого корму [25].

Живі корма для розведення личинок – це переважно дрібний зоопланктон типу *Rotifera* (комплекс видів *Brachionus plicatilis*) і членистоногих (дрібні ракоподібні, наприклад, артемія, копеподи та кладоцери). Цей зоопланктон є основним компонентом личинок морської риби та інших великих ракоподібних [40].

Виходячи з рисунку 3.2, які використовуються в інкубаційних господарствах в світовій аквакультурі - це використання зоопланктону, *Artemia sp.* (20 респондентів; 50%), за яким слідує використання фітопланктону, тобто мікроводоростей з роду *Chaetoceros sp.* (35%), *Skeletonema sp.* (7%), *Chlorella sp.* (5%) та *Thalassiosira sp.* (3%).

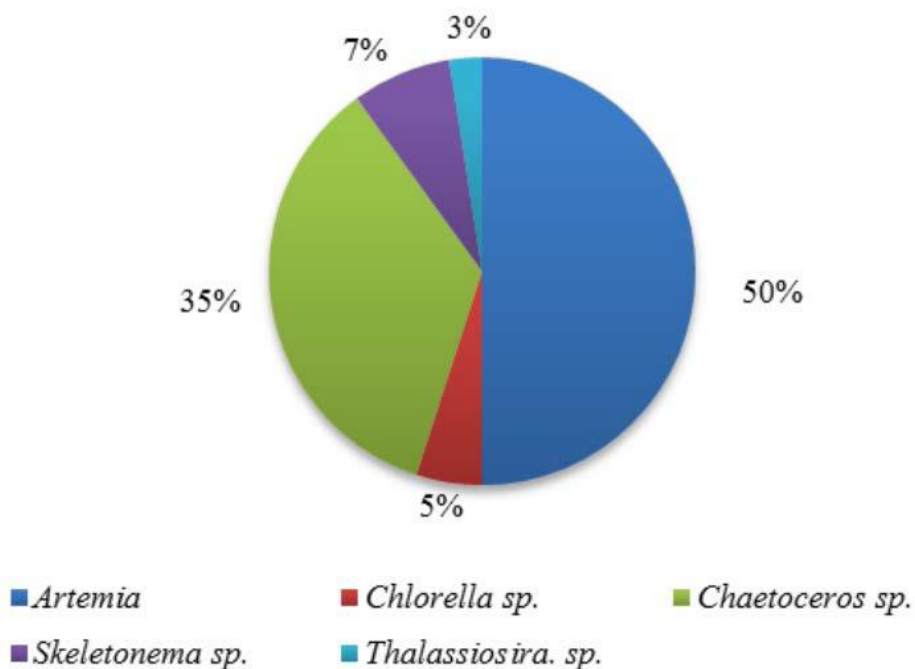


Рис. 3.2 – Відсоток найпоширеніших живих кормів, які використовуються в інкубаційних господарствах в світовій аквакультурі

Однак безперервне постачання живих харчових ресурсів є головним вузьким місцем у морських інкубаторіях, що призводить до обмежених можливостей виробництва якісного рибного насіння для розвитку аквакультури. Надмірна залежність від живих харчових матеріалів дикого походження перешкоджає сезонним коливанням кількості та можливого перенесенню патогенних речовин у риборозплідники. Тому безперервне масове виробництво якісних живих кормів у контрольованих умовах є неодмінною потребою в галузі світової аквакультури [26].

Виробництво зоопланктону в середовищі відбувається за класичною морською трофічною пірамідою, яка починається з виробництва свіжих мікроводоростей (основне джерело енергії), які потім використовуються як харчування для зоопланктону (рис. 3.3). Починаючи з середини 19 століття, коли японські вчені почали їх використовувати, було досягнуто кількох досягнень для покращення виробництва живих кормів високої щільності. Однак ця система все ще страждає від безлічі проблем, зокрема нестабільності умов вирощування, що призводить до зниження щільності зоопланктону, що впливає на діяльність розведення личинок у інкубаторіях [27].

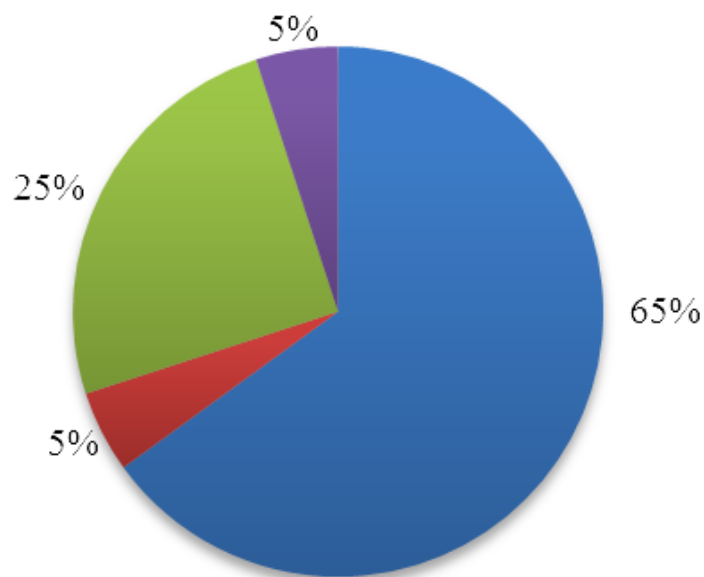


Рис. 3.3 – Відсоток параметрів, які регулюють ріст зоопланктону

Для культивування зоопланктону використовувалися два види їжі: (1) живі мікроводорості та (2) інертні продукти, наприклад, конденсовані продукти мікроводоростей. Вирощування достатньої кількості живих мікроводоростей є важким тягарем для більшості інкубаторів, тому що це трудомістко, крихко, займає багато часу, вимагає багато місця та має ускладнення у зберіганні [33].

Кілька інертних харчових продуктів, наприклад, сублімовані мікроводорості, сушені мікроводорості (зберігаються при кімнатній температурі) і конденсовані мікроводорості, такі як продукт *Chlorella*, були розроблені для покращення транспортування та збільшення терміну зберігання [34].

Однак використання цих продуктів у більшості систем аквакультури все ще є проблемою, оскільки вони іноді нестабільні, вимагають постійної аерації, щоб уникнути осідання частинок і засмічення системи культури, а також висока вартість, яка перешкоджає їх прийняттю на ринках, що розвиваються. Необхідно створити більш економічно ефективні та стабільні системи виробництва живої їжі, щоб сприяти розвитку аквакультури, особливо для країн, що розвиваються. Це може включати використання мікробів, наприклад бактерій [35].

Органічні відходи, такі як відходи переробки риби, тваринний і рослинний гній, протягом кількох десятиліть використовувалися в напівінтенсивній аквакультурі для посилення біологічної активності ставків.

Органічні відходи впливають на секвестрацію вуглецю в системі аквакультури, що призводить до збільшення популяції планктону. Рибні відходи відомі своїм багатством поживних речовин, особливо жирних кислот і амінокислот. Доведено, що гній тварин, наприклад курячий послід, містить гормони, які можуть впливати на відтворення зоопланктону. Ці органічні відходи також є відповідним субстратом для розмноження бактерій, які відіграють важливу трофічну роль у водних екосистемах [36].

У перші роки в Японії було встановлено, що лише *Nannochloropsis oculata* є придатним раціоном для культур живих кормів, особливо коловерток. Проте виробництво *N. oculata* іноді було недостатнім для коловерток, особливо взимку та влітку в сезон дощів [33].

Крім проблем, пов'язаних із культурою мікроводоростей, дефіцит основних поживних речовин для цільових личинок риб, таких як жирні кислоти, вітаміни та амінокислоти, є головним недоліком для використання деяких мікроводоростей. Придатність бактерій як джерела поживних речовин для культивування зоопланктону може змінюватися залежно від таксонів і розміру [34].

Макрозоопланктони відіграють важливу роль у розведенні морських риб. Враховуючи їх широкий діапазон розмірів: *T. japonicus* 250–1000 мкм і *D. celebensis* 450–1200 мкм, їх можна використовувати на різних стадіях розвитку личинок риб [22].

Коловертки *Bdelloidea*, такі як *Leane inermis* і *Philodina acuticornis*, є бактеріофагами і можуть успішно культивуватися лише з бактеріями. З іншого боку, коловертки демонструють більшу специфічність у типі бактерій, які можна використовувати як дієту. Набагато менші коловертки, такі як *P. similis* і *Keratella cochlearis*, можуть без розбору використовувати бактерії як джерело їжі.

Однак для більших коловерток поєднання бактерій і мікроводоростей призводить до значно більшого зростання популяції на відміну від бактеріальних монодієт. Для значно більших живих харчових продуктів окремі клітини бактерій можуть бути недостатніми для раціону, і для посилення росту цих видів можна використовувати флокуляцію [37].

Розмноження коловерток внутрішньо регулюється такими чинниками, як штам коловертки та молекулярна дія, або зовнішніми стресорами навколишнього середовища, такими як температура, гормони, солоність, тип їжі, концентрація їжі та бактерії. Коловертки мають широкі потреби у живленні, які повинні бути виконані для отримання стабільних культур [35].

Бактерії, що утворюються у відходах, традиційно виробляються в ставках аквакультури шляхом застосування тваринного гною та інших відходів, які збільшують популяцію зоопланктону [33].

Деякі європейські морські риборозплідники застосовують режим годівлі, при переході від одного раціону до іншого до того, як личинки риби здатні приймати більшу здобич, а саме на початку кілька днів годують живими кормами з високим вмістом ЕПК (10 мг/г сухої речовини), потім 12-годинно, згодом 24-годинно емульсією, збагаченою мінеральними речовинами [22].

У природі личинки риб ракоподібних живляться широким спектром зоопланктону і фітопланктону, забезпечуючи личинкам повноцінне і збалансоване живлення. Гетерогенний розподіл розмірів живий кормів робить його придатним для всіх цільових видів. Деякі інкубатори, розташовані поблизу моря, річок або великих водойм, можуть використовувати це природне джерело їжі. Зібраний живий корм можна згодовувати вирощуваним видам, як єдине джерело їжі або як добавку. Однак, низька надійність та можливість зберігання обмежують значно його використання в якості свіжого раціону. Можливим вирішенням цієї проблеми глибоке заморожування корму.

Окрім ризику занесення паразитів до інкубаційної системи, використання природного корму також обмежується його доступністю [42].

Якість, як і кількість, змінюється між ділянками та сезонами, але основний склад планктону залишається відносно однаковим, а саме: коловертки, копеподи та більші коловертки для морської води (*Artemis*) та коловертки (*Daphnia*) для прісної води. Кількість безпосередньо пов'язана з щільністю планктону на ділянці. Для середземноморського та атлантичного узбережжя Франції щільність копепод (85% зоопланктону) коливається від 500 м³ (взимку) до 10000 м³ (навесні та на початку літа), з середнім значенням 1000 м³ для літоральної зони. Для озер і лиманів цей показник може бути вищим через високий вміст органічних речовин у воді [36].

ВИСНОВКИ

Зі зростанням попиту на продукцію аквакультури, відповідні корми та режими годівлі для зменшення смертності личинок мають вирішальне значення. Незважаючи на результати, отримані при першій годівлі личинок риби комбінованими кормами, живий корм, в якому переважають артемії та коловертки, все ще вважається найбільш придатним кормом для більшості видів. Це особливо очевидно для морських видів, принаймні до моменту метаморфозу. Однак вирощування живих кормів залишається дорогим і часто не забезпечує стабільної та безпечної поживної якості раціону.

Розробка мікрораціонів для личинок риби не обмежується лише пошуком правильного поєднання поживних речовин, але й має включати міркування щодо онтогенетичного розвитку травної системи, прямої чи опосередкованої активації травних ферментів та засвоюваності різних компонентів раціону.

Личинок деяких прісноводних видів риби можна годувати комбінованими кормами вже при ранній стадії, живий корм, як правило, замінюють комбінованими кормами лише через кілька тижнів життя морської риби в інкубаторі. Однак раннє введення комбінованих раціонів як єдиного джерела корму не є ефективним, навіть для прісноводних видів.

Живими кормовими ресурсами для личинок риби є переважно дрібний зоопланктон ряду *Rotifera* (видовий комплекс *Brachionus plicatilis*) та членистоногі (дрібні ракоподібні, наприклад, *Artemia*, копеподи та коловертки). Ці зоопланктони є основним компонентом раціону личинок морських пелагічних риби.

Однак безперервне постачання живих кормових ресурсів є основною проблемою морських рибозплідників, що призводить до обмеженої здатності виробляти якісний стартовий корм для розвитку аквакультури. Надмірна залежність від живих кормових ресурсів ускладнюється сезонними коливаннями кількості та можливим перенесенням патогенних речовин до

риборозплідників. Тому безперервне масове виробництво якісних живих кормів у контрольованих умовах є нагальною потребою в галузі аквакультури.

Вирощування достатньої кількості живих мікроводоростей є дуже важко для більшості інкубаторів, оскільки це трудомісткий процес, що вимагає багато місця і має складнощі при зберіганні.

Для прискорення розвитку аквакультури, особливо в країнах, що розвиваються, необхідно створити більш економічно ефективні та стабільні системи виробництва живих кормів.

Багато личинок риб потребують живого корму для успішного вирощування на початку свого життя. Необхідність використання живого корму регулюється багатьма аспектами протягом онтогенезу личинок риб, але в основному це пов'язано з потребою в поведінковому стані і розвиненому кишечнику для їх перетравлення. Враховуючи, що збагачення живого корму часто необхідне для задоволення харчових потреб личинок риб.

Живі корми є основним компонентом раціону личинок риб, що вирощуються, і вони мають особливе значення при вирощуванні личинок риб. Низька травна здатність личинок може бути не єдиною причиною того, що вони потребують живих кормів. Більшість комбінованих кормів мають тенденцію накопичуватися на поверхні води або за кілька хвилин опускатися на дно, а отже, зазвичай менш доступні для личинок, ніж живі корми.

Наявність відповідного живого корму є першочерговою умовою для успішного вирощування личинок риб. Основні живі корми, що використовуються: коловертки, копеподи, *Artemia nauplii*. Мікроводорості є основною вимогою для вирощування живих кормів, як стартового корму для личинок риб. У критичний період щільність живого корму та його поживні якості визначають відсоток виживання личинок.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультури: навч. посіб. К.: «Центр учбової літератури», 2016. – 410 с.
2. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
3. Lavens, P. The history, present status and prospects of the availability of Artemia cysts for aquaculture / P. Lavens, P. Sorgeloos // J. Aquacult. – 2015. – Vol. 181, no 3. – P. 397–403.
4. Тучапська А. Я. Оцінка розвитку зоопланктону вирощувальних ставів при інтродукції гіллястовусих ракоподібних / А. Я. Тучапська // Рибогосподарська наука України — 2012. — №3-4. — С.103 — 106.
5. Q. Jia, E. Anufriieva, S. Liu, X. Liu, F. Kong, M. Zheng, N. Shadrin / Results of an international introduction of Artemia sinica in the high-altitude Tibetan Lake Dangxiong Co: On a base of surveys in 2011 and 2013 // Acta Geol. Sin. – 2019. – Vol. 88 (supp. 1). – P. 74–76.
6. Samchyshyna, L. V. Ecological characteristic of Calanoids (Copepoda, Calanoida) of the inland waters of Ukraine / L. V. Samchyshyna // Vestn. zool. – 2017. – Vol. 42, no 2. – P. 32–37.
7. Muranova, T. A. Plant Protein Hydrolysates as Fish Fry Feed in Aquaculture. Hydrolysis of Rapeseed Proteins by an Enzyme Complex from King Crab Hepatopancreas / T. A. Muranova, D. V. Zinchenko, S. V. Kononova, N. A. Belova, A. I. Miroshnikov // Applied Biochemistry and Microbiology, MaikNauka / Interperiodica Publishing. Том 53. 2017. № 6. с. 680–687.
8. Shadrin, N. Distribution and historical biogeography of Artemia Leach, (Crustacea: Anostraca) in Ukraine / N. Shadrin, E. Anufriieva, E. Galagovets // Int. J. Artemia Biology. – 2019. – Vol. 2, no 2. – P. 30–42.

9. Z. H. He, Y. Wang, H. Cui, L. Z. Guo, H. Qian / Studies on the mass culture of *Moina mongolica* in seawater // J. Fish. China. – 1998. – Vol. 22. – P. 17–23.
10. I. Olivotto, F. Capriotti, I. Buttino, A. M. Avella, V. Vitiello, F. Maradonna, O. Carnevali / The use of harpacticoid copepods as live prey for *Amphiprion clarkii* larviculture: effects on larval survival and growth / Aquaculture. – 2008. – Vol. 274, no 2. – P. 347–352.
11. Banerjee, S., Hew, W. E., Khatoon, H., Shariff, M., B Yusoff, F. M. (2019). Growth and proximate composition of tropical marine *Chaetoceros calcitrans* and *Nannochloropsis oculata* cultured outdoors and under laboratory conditions. African Journal of Biotechnology, 10(8), 1375-1383.
12. Grima, E.M., Belarbi, E.H., Fernández, F.A., Medina, A.R. and Chisti, Y., 2018. Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics. Biotechnology advances, 20(7-8), pp.491-515.
13. Knuckey, R.M., Brown, M.R., Barrett, S.M, and Hallegraeff, G.M., 2019. Isolation of new nanoplanktonic diatom strains and their evaluation as diets for juvenile Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). Aquaculture, 211(1-4), pp.253-274.
14. Bett, D.K., Tole, M. & Mlewa, C.M. (2021) Impact of a ring net fishery in the inshore marine waters of Kilifi on the reproductive biology of six pelagic fish species. *WIO Journal of Marine Science*, 20 (1), 1–10.
15. Гідроекологія : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / М. О. Клименко, Ю. В. Пилипенко, Ю. Р. Гроховська, О. В. Лянзберг, О. О. Бедункова. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 379 с.
16. Dhont, J., Dierckens, K., Stottrup, J., Van Stappen, G., Wille, M. & Sorgeloos, P. (2013) Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In: G. Allan & G. Burnell (Eds.) *Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition, advances in aquaculture hatchery technology*. Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 157–202.
17. Elsaidy, N., Abouelenien, F. & Kirrella, G. A. K. (2015) Impact of using raw or fermented manure as fish feed on microbial quality of water and fish. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 41(1), 93–100.

18. Науковий журнал «Біотехнологія». URL: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/handle/123456789/225>
19. Evjemo, J.O., Vadstein, O. & Olsen, Y. (2018) Feeding and assimilation kinetics of *Artemia franciscana* fed *Isochrysis galbana* (clone T. Iso). *Marine Biology*, 136, 1099–1109.
20. Шерман І.М., Євтушенко М.Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 484 с
21. Hagiwara, A., Kim, H. J., Matsumoto, H., Ohta, Y., Morita, T., Hatanaka, A. et al. (2016) Production and use of two marine zooplanktons, *Tigriopus japonicus* and *Diaphanosoma celebensis*, as live food for red sea bream *Pagrus major* larvae. *Fisheries Science*, 82 (5), 799–809.
22. Довідкова інформація про розвиток та підтримку аквакультури (рибництва) в Україні. - К., 2017. 75 с.
23. Ogello, E.O. & Hagiwara, A. (2019) Effects of chicken manure extract on the population growth, mixing induction and body size of the freshwater rotifer *Brachionus angularis* Gosse 1851. *Asian Fisheries Science*, 28 (4), 174–185.
24. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture—Opportunities and Challenges*; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2020; ISBN 9789251082751.
25. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture—Towards Blue Transformation*; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2022.
26. Melianawati, R.; Pratiwi, R.; Puniawati, N.; Astuti, P. The role of zooplankton as live feeds on the thyroid hormone profile related to metamorphosis of marine fish larvae coral trout *Plectropomus leopardus* (Lacepède, 1802). *Aquac. Fish.* 2022,7, 179–184.
27. Spurný P, Fiala J, Mares J (2020) Intensive rearing of the nase *Chondrostoma nasus* (L.) larvae using dry starter feeds and natural diet under controlled conditions. *Czech J Anim Sci* 49:444–449

28. Szlamin´ska M, Przybył A (2019) Feeding of carp (*Cyprinus carpio L.*) larvae with an artificial dry food, living zooplankton and mixed food. *Aquaculture* 54:77–82
29. Szlamin´ska M, Kamler E, Przybył A, Barska B, Jakubas M, Kuczyn´ski M, Raciborski K, Brzuska E, Dgebuadze JJ (2021) Rearing of carp (*Cyprinus carpio L.*) larvae on experimental and commercial diets. *Pol Arch Hydrobiol* 40:329–338
30. Takeuchi T (2019) A review of feed development for early life stages of marine finfish in Japan. *Aquaculture* 200:203–222
31. Dauda, A.B., Ajadi, A., Tola-Fabunmi, A.S. & Akinwole, A.O. (2019) Waste production in aquaculture: sources, components and managements in different culture systems. *Aquaculture and Fisheries*, 4, 81–88.
32. De Araujo, A.B., Snell, T.W. & Hagiwara, A. (2019) Effect of unionized ammonia, viscosity and protozoan contamination on the enzyme activity of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture Research*, 31, 359–365.
33. Dhert, P., Rombaut, G., Suantika, G. & Sorgeloos, P. (2020) Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture*, 200(1–2), 129–146.
34. Dhont, J., Dierckens, K., Støttrup, J., Van Stappen, G., Wille, M. & Sorgeloos, P. (2013) Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In: G. Allan & G. Burnell (Eds.) *Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition, advances in aquaculture hatchery technology*. Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 157–202.
35. Douillet, P. A. (2019). Bacterial additives that consistently enhance rotifer growth under synxenic culture conditions 1. Evaluation of commercial products and pure isolates. *Aquaculture*, 182, 249–260.
36. Hirayama, K. (2018) A consideration of why mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* with baker´s yeast is unstable. *Hydrobiologia*, 147, 269–270. <https://doi.org/10.1007/BF00025753>

37. Hu, X., Cao, Y., Wen, G., Zhang, X., Xu, Y., Xu, W. et al. (2019) Effect of combined use of *Bacillus* and molasses on microbial communities in shrimp cultural enclosure systems. *Aquaculture Research*, 48, 2691–2705.
38. Hwang, S.J. & Heath, R.T. (2020) Zooplankton bacterivory at coastal and offshore sites of Lake Erie. *Journal of Plankton Research*, 21, 699–719.
39. Isari, S., Antó, M. & Saiz, E. (2018) Copepod foraging on the basis of food nutritional quality: can copepods really choose? *PLoS One*, 8, e84742.
40. Ito, T. (2021) On the culture of mixohaline rotifer *Brachionus plicatilis* O. F. Muller in sea water. Report of the Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie, 3, 708–740.
41. Jagadeesan, L., Jyothibabu, R., Arunpandi, N., Anjusha, A., Parthasarathi, S. & Pandiyarajan, R.S. (2019) Feeding preference and daily ration of 12 dominant copepods on mono and mixed diets of phytoplankton, rotifers, and detritus in a tropical coastal water. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(10), 503.
42. Kagali, R.N., Ogello, E.O., Sakakura, Y. & Hagiwara, A. (2018) Fish-processing wastes as an alternative diet for culturing the minute rotifer *Proales similis* de Beauchamp. *Aquaculture Research*, 49, 2477–2485.
43. Kang'ombe, J., Brown, J.A. & Halfyard, L.C. (2020) Effect of using different types of organic animal manure on plankton abundance, and on growth and survival of *Tilapia rendalli* (Boulenger) in ponds. *Aquaculture Research*, 37, 1360–1371
44. Kikuchi, G., Yamade, T., Kim, H-J., Sakakura, Y. & Hagiwara, A. (2019) Effects of chicken manure extract on the survival, development and reproduction in the marine copepod *Tigriopus japonicus*. *Aquaculture Science*, 67(4), 347–355