

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Допускається до захисту:
Завідувач кафедри водних
біоресурсів та аквакультури
д. б. н., проф. _____ Роман НОВІЦЬКИЙ
« ____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр на тему:

Обґрунтування біотехнологічних аспектів утримання і розведення
представників родини Naididae в акваріумальних умовах

Здобувач другого (магістерського)
рівня вищої освіти

_____ Богдан БІЛЕНКО

Керівниця кваліфікаційної роботи,
к. б. н., доцентка

_____ Надія ГУБАНОВА

Дніпро – 2023

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Біотехнологічний факультет
Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
Освітній ступінь – «Магістр»
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д. б. н.,
професор _____ Роман НОВІЦЬКИЙ

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу
Біленко Богдана Юрійовича

1. Тема роботи: «Обґрунтування біотехнологічних аспектів утримання і розведення представників родини *Naididae* в акваріумальних умовах.»

Затверджена наказом по університету від “ _____ ” _____ 20__ р. № _____

2. Термін здачі здобувачем завершеної роботи “ _____ ” _____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи:

4. Короткий зміст роботи - перелік питань, що розробляються в роботі:

1. _____

2. _____

5. Перелік графічного матеріалу _____ немає _____

6. Консультант по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівниця _____ Надія ГУБАНОВА

Завдання прийняв
до виконання _____ Богдан БІЛЕНКО

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Опрацювання літературних джерел		
2.	Технологічні особливості проведення дослідження		
3.	Проведення експериментальних робіт в водоймі		
4.	Проведення економічного обґрунтування проведеної роботи та написання розділів роботи.		
5.	Підведення підсумків роботи та формування висновків		
6.	Оформлення роботи до захисту та підготовка презентації		

Здобувач вищої освіти _____ Богдан БІЛЕНКО

Керівниця роботи _____ Надія ГУБАНОВА

АНОТАЦІЯ

Дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «Магістр» студента ІІ курсу навчання кафедри водних біоресурсів та аквакультури денної форми навчання біотехнологічного факультету ДДАЕУ Біленко Богдана Юрійовича «Обґрунтування біотехнологічних аспектів утримання і розведення представників родини *Naididae* в акваріумальних умовах»

Дипломна робота присвячена дослідженню біотехнологічних аспектів утримання та розведення малоцетинкових червів родини *Naididae*, які мають значний екологічний вплив у прісноводних екосистемах та в акваріумістиці. Основна увага зосереджена на вивченні їхньої біології, умов існування, харчування та репродуктивних процесів, особливо в контексті акваріумального розведення. Дослідження охоплює аналіз наукової літератури, експериментальні дослідження та практичний досвід утримання цих організмів.

Метою роботи є сприяння глибшому розумінню процесів в акваріумних умовах та вдосконалення методів розведення та утримання червів *Naididae*. Дослідження включає вивчення видів *Aulophorus*, *Grindal* та *Tubifex*, з акцентом на їхні біологічні характеристики, особливості розмноження та регенерації. Результати цієї роботи мають практичне значення як для акваріумістів, так і для фахівців у галузі аквакультури.

Робота містить 67 сторінок машинописного тексту, вміщує 3 таблиці, 17 рисунків та 30 джерел (21 англомовних), складається з розділів: вступу, огляду літератури, умов, матеріалів та методів виконання роботи, результатів власних досліджень, досліджень окремих представників червів, безпеки в надзвичайних ситуаціях та охороні праці, висновків та пропозицій щодо утримання та розведення представників родини *Naididae*.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ЗМІСТ.....	5
ВСТУП.....	6
Мета і завдання дослідження.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Екологія, філогенія та біотехнологічні застосування родини <i>Naididae</i> : від прісноводних екосистем до аквакультури.....	8
1.2 Роль і біотехнологія вирощування олігохетів (<i>Oligochaeta</i>) у аквакультурі: значення для рибництва та екологічні перспективи	15
2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ.....	18
3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
3.1.1 Дослідження <i>Aulophorus</i>	22
3.1.2 Вплив різних матеріалів на ефективність вирощування	23
3.1.3 Вплив глибини води на ріст <i>Aulophorus</i>	28
3.1.4 Вплив частоти зміни води на здоров'я колонії	31
3.2 Дослідження <i>Tubifex</i>	37
3.2.1 Вплив різних субстратів на ріст та врожайність.....	43
3.2.2 Вплив температури на вирощування в текучій воді.....	46
3.3 Дослідження <i>Grindal</i>	48
3.3.1 Вплив різних видів субстрату на ріст і репродуктивність.....	50
3.3.2 Оптимальний інтервал годівлі.....	53
4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	56
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	59
ВИСНОВКИ	63
ПРОПОЗИЦІЇ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

ВСТУП

Акваріумістика, яка традиційно асоціюється з естетичним задоволенням від спостереження за підводним світом, є також значущою сферою біотехнологій. Вона об'єднує в собі аспекти утримання, розведення та наукового вивчення різноманітних водних організмів, серед яких особливе місце займають малоцетинкові черви родини *Naididae*. Ці організми мають значний екологічний вплив, відіграючи ключову роль у прісноводних екосистемах та сприяючи кругообігу речовин у природі [20].

Крім екологічної важливості, черви *Naididae* представляють інтерес у контексті акваріумального розведення, зокрема як живий корм для риб та інших водних тварин. Розведення та утримання цих червів у акваріумальних умовах вимагає глибокого розуміння їхньої біології, умов існування, харчування та репродуктивних процесів. Ця дипломна робота спрямована на детальне дослідження біотехнологічних аспектів утримання та розведення *Naididae*. Вона включає аналіз наукової літератури, визначення оптимальних умов для життєдіяльності та розмноження червів, а також розробку практичних методик, корисних як для акваріумістів, так і для фахівців у галузі аквакультури [28].

Робота базується на аналізі наукових публікацій, проведенні експериментальних досліджень та практичному досвіді утримання цих організмів. Метою дослідження є сприяння глибшому розумінню процесів, що відбуваються в акваріумних умовах, та поліпшенню методів розведення та утримання червів родини *Naididae*, що відкриває нові перспективи для розвитку акваріумістики та аквакультури [27].

Мета та завдання дослідження: дослідити особливості вирощування, розведення та біологічних характеристик представників родини *Naididae*, зокрема, видів *Aulophorus*, *Grindal* та *Tubifex*, в акваріумних умовах.

1. Вивчити літературні джерела та наукові публікації, присвячені особливостям біології та екології представників родини *Naididae*.

2. Удосконалити методику вирощування та утримання *Aulophorus*, *Grindal* та *Tubifex* в акваріумних умовах.

3. Дослідити репродуктивні характеристики та особливості розмноження та регенерації *Aulophorus*, *Grindal* та *Tubifex* в штучних умовах.

4. Аналізувати взаємодію між різними видами *Naididae* в акваріумі та розробити рекомендації для акваріумістів щодо використання *Aulophorus*, *Grindal* та *Tubifex* як живого корму для риб та інших водних тварин .

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Екологія, філогенія та біотехнологічні застосування родини

Naididae: від прісноводних екосистем до аквакультури.

Родина *Naididae*, відома також як водяні черви, є однією з найбільш різноманітних і широко поширених груп прісноводних безхребетних. Ці маленькі олігохети, які зазвичай не перевищують кілька сантиметрів у довжину, мешкають у різноманітних водних середовищах, від струмків і річок до озер і боліт. Їхня здатність адаптуватися до різних умов дозволяє їм відігравати ключову роль у водних екосистемах, де вони служать як важливе джерело їжі для багатьох водних організмів і сприяють розкладанню органічних решток [22].

У природі *Naididae* відіграють важливу роль у трофічних ланцюгах, служачи їжею для риб та інших водних тварин. Вони також є індикаторами якості води, оскільки їхня присутність та різноманітність можуть вказувати на стан водного середовища. Крім того, *Naididae* мають значення в аквакультурі, де їх використовують як живий корм для риб та інших акваріумних тварин. Їх легкість у розведенні та утриманні робить їх привабливими для акваріумістів та дослідників [9].

Останнім часом зростає інтерес до біотехнологічних аспектів утримання та розведення *Naididae*, оскільки вони можуть стати цінним ресурсом у біологічному контролі забруднення води та у виробництві біомаси. Ця робота має на меті дослідити історію, філогенію, систематичне становище та значення *Naididae* в природі та аквакультурі, а також розглянути біотехнологічні методики, які можуть бути застосовані для їх утримання та розведення в акваріумальних умовах.

Історія вивчення родини *Naididae* бере свій початок у XVIII столітті, коли перші натуралісти почали описувати різноманітність прісноводних організмів. Однак, систематичні дослідження цієї групи почалися значно пізніше, у XIX столітті, коли було визначено основні таксономічні характеристики та класифікація родини. На початку XX століття, з розвитком мікроскопії та

інших біологічних методик, вчені змогли детальніше вивчити анатомію та фізіологію представників *Naididae*, що сприяло глибшому розумінню їхньої біології та екології.

Протягом ХХ століття відбувся значний прогрес у вивченні *Naididae*, особливо з появою нових методів молекулярної біології та генетики. Це дозволило вченим краще зрозуміти філогенетичні зв'язки між різними видами та родами родини, а також виявити нові види, які раніше були невідомі.

У ХХІ столітті дослідження *Naididae* набули нового імпульсу завдяки застосуванню передових технологій, таких як секвенування нового покоління, яке дозволило провести глибокий аналіз геномів та транскриптомів цих організмів. Також зросла увага до екологічних досліджень, оскільки *Naididae* використовуються як біоіндикатори стану водних екосистем [7].

На сьогоднішній день вивчення родини *Naididae* є активною та багатогранною областю наукових досліджень, що охоплює такі аспекти, як систематика, екологія, фізіологія, біотехнологія та охорона природи. Ці дослідження не тільки розширюють наше розуміння цієї унікальної групи організмів, але й мають важливе прикладне значення, особливо у сфері аквакультури та моніторингу стану водних ресурсів.

Філогенія, або еволюційне древо, *Naididae* є предметом наукових досліджень і дискусій. Традиційно, на основі морфологічних характеристик, *Naididae* були класифіковані як підродина в рамках родини *Tubificidae*. Однак, молекулярні дослідження, які включають аналіз ДНК, почали змінювати розуміння їхньої філогенії. [12].

Згідно з деякими молекулярними дослідженнями, *Naididae* можуть бути більш тісно пов'язані з іншими групами кільчастих червів, ніж раніше вважалося. Це призвело до перегляду класифікації і, в деяких випадках, до виокремлення *Naididae* як окремої родини.

Члени родини *Naididae* характеризуються наявністю волосків (сета) і часто розмножуються шляхом партеногенезу (розмноження без запліднення). Вони відіграють важливу роль у прісноводних екосистемах, допомагаючи у

розкладанні органічних матеріалів і служачи їжею для багатьох водних організмів.

Філогенія родини *Naididae* є предметом численних досліджень, які використовують генетичні методи для вивчення їхнього походження та еволюційних зв'язків. Завдяки сучасним технологіям, таким як секвенування ДНК, вчені змогли значно уточнити філогенетичне дерево цієї родини, виявивши нові види та роди, а також переглянувши раніше існуючі класифікації. Генетичні дослідження також допомогли визначити ключові морфологічні та поведінкові ознаки, які відіграють роль у виділенні окремих таксонів [10].

Родина *Naididae* належить до класу *Oligochaeta*, який є частиною типу *Annelida* (кільчасті черви). Ці організми зазвичай зустрічаються у прісноводних середовищах, таких як річки, струмки та озера. Вони відомі своєю здатністю до швидкого розмноження та регенерації, а також є важливою частиною прісноводних екосистем, оскільки вони займаються розкладанням органічних речовин та служать їжею для багатьох водних тварин.

Систематична класифікація родини *Naididae* базується на комбінації морфологічних та генетичних даних. Родина включає в себе багато родів, серед яких найбільш відомі *Chaetogaster*, *Dero*, *Nais*, *Ophidonais*, *Slavina* та *Stylaria*. Ці роди поділяються на численні види, кожен з яких має свої унікальні особливості та адаптації до певних екологічних умов [6].

Таблиця 1.1

Унікальні особливості та адаптації *Naididae*

<i>Chaetogaster</i>	цей рід відомий своєю здатністю до фільтрації води, що дозволяє йому ефективно збирати мікроорганізми для харчування.
<i>Dero</i>	представники цього роду мають унікальну систему дихання, яка дозволяє їм жити у зонах з низьким вмістом кисню.

<i>Nais</i>	один з найбільш широко поширених родів, який можна знайти у різноманітних водних середовищах по всьому світу.
<i>Ophidonais</i>	ці черви відрізняються своєю здатністю до регенерації, що дозволяє їм відновлювати втрачені частини тіла.
<i>Slavina</i> та <i>Stylaria</i>	ці роди мають характерні протяжні "носики", які використовуються для розшукування їжі у водному ґрунті.

Дослідження філогенії та систематики *Naididae* продовжуються, оскільки нові методи та технології відкривають нові можливості для вивчення цієї різноманітної та захоплюючої групи організмів [15].

Родина *Naididae* включає в себе багато видів, кожен з яких має свої унікальні особливості та адаптації. Ось декілька прикладів:

Таблиця 1.2

Особливості та середовище існування видів родини *Naididae*

<i>Chaetogaster diaphanus</i>	цей вид відрізняється своєю прозорою тілесною структурою, що дозволяє йому залишатися непомітним для хижаків. Він мешкає у прісних водоймах і використовує свої щетинки для фільтрації води та збору мікроорганізмів.
<i>Dero digitata</i>	цей вид має розгалужені "пальці" на передньому кінці тіла, які використовуються для дихання. Він може знаходитися у водоймах з низьким вмістом кисню і часто будує трубчасті житла з мулу.
<i>Nais elinguis</i>	цей вид є одним з найбільш поширених представників родини. Він має довге, гнучке тіло і може адаптуватися до різних умов середовища.

	Його можна знайти у струмках, річках, озерах та навіть у водоймах забруднених вод.
<i>Ophidonais serpentina</i>	цей вид має довге, вужоподібне тіло та відомий своєю здатністю до регенерації. Він мешкає у м'якому ілі, де використовує своє тіло для риття тунелів.
<i>Stylaria lacustris</i>	цей вид має характерний довгий "носик", який використовується для проникнення в мул та пошуку їжі. Він мешкає у прісних водоймах і є важливою частиною трофічних ланцюгів.

Розповсюдження та екологічні ніші видів *Naididae* є дуже різноманітними. Вони можуть зустрічатися у різних водних середовищах, від малих струмків до великих озер, від чистих до забруднених водойм. Їхня адаптація до різних умов дозволяє їм відігравати ключову роль у водних екосистемах, де вони служать як джерело їжі для багатьох водних тварин, а також сприяють розкладанню органічних решток [19].

Утримання представників родини *Naididae* в акваріумних умовах вимагає уваги до декількох ключових біотехнологічних аспектів, які забезпечують їх здоров'я, розмноження та загальне благополуччя. Основними факторами, що впливають на успішне утримання цих організмів, є якість води, харчування, освітлення та тип субстрату [3].

Якість води є критично важливою для *Naididae*, оскільки вони чутливі до змін у хімічному складі та температурі. Вода повинна бути чистою, з низьким рівнем аміаку та нітратів, і мати стабільний рівень рН, який зазвичай коливається від 6.5 до 7.5. Регулярні заміни води та використання фільтрів можуть допомогти підтримувати ці параметри.

Харчування також є важливим аспектом, оскільки *Naididae* є детритофагами, що означає, що вони харчуються органічними рештками та мікроорганізмами. У акваріумних умовах їм можна пропонувати

спеціалізований корм для донних тварин або органічні матеріали, такі як опале листя або деревна кора [1].

Освітлення має бути помірним, оскільки більшість видів *Naididae* віддають перевагу темним або напівтемним умовам. Занадто яскраве світло може стресувати цих тварин та спричинити зниження їх активності.

Тип субстрату також важливий, оскільки багато видів *Naididae* живуть у м'якому ілі або мулі. Використання піску або дрібного гравію може створити ідеальне середовище для їхнього життя та розмноження.

Застосування цих біотехнологічних методик та технологій дозволяє ефективно утримувати *Naididae* в акваріумних умовах, що може бути корисним як для наукових досліджень, так і для аквакультури.

Розведення представників родини *Naididae* в акваріумних умовах вимагає ретельного контролю за низкою факторів, які впливають на їхнє успішне розмноження. Процес розмноження у цих організмів може бути як статевим, так і безстатевим, залежно від виду та умов середовища.

Безстатеве розмноження, або фрагментація, є поширеним серед багатьох видів *Naididae*. При цьому процесі тіло черв'я розділяється на кілька частин, кожна з яких згодом регенерує в повноцінну особину. Цей метод розмноження є швидким та ефективним, але не сприяє генетичному різноманіттю.

Статеве розмноження включає утворення яєць та сперматозоїдів, які зливаються для утворення зиготи. Цей процес може відбуватися як усередині тіла самки (внутрішнє запліднення), так і у водному середовищі (зовнішнє запліднення). Яйця можуть відкладатися у спеціальних коконах або безпосередньо у воду [21].

Фактори, що впливають на розведення *Naididae*, включають температуру води, якість води, наявність харчування та сезонні зміни. Оптимальна температура для більшості видів коливається від 20° до 25°. Якість води повинна бути високою, з низьким рівнем забруднюючих речовин та

стабільним рН. Достатнє харчування є критично важливим для забезпечення енергії, необхідної для розмноження.

Контроль за цими факторами та створення оптимальних умов може значно підвищити успішність розведення *Naididae* в акваріумних умовах, що має важливе значення як для наукових досліджень, так і для комерційної аквакультури [18].

Використання представників родини *Naididae* в аквакультурі має ряд переваг, але й супроводжується деякими недоліками. Однією з основних переваг є їхня здатність до швидкого розмноження, особливо через безстатевий процес фрагментації. Це робить їх ідеальними кандидатами для масового розведення. Крім того, *Naididae* можуть відігравати роль у біологічному очищенні води, оскільки вони споживають органічні рештки та мікроорганізми, тим самим покращуючи якість води в аквакультурних системах.

Ще однією перевагою є їхня роль у трофічних ланцюгах. Вони можуть служити кормом для більших водних тварин, таких як риби, що робить їх цінним компонентом у вирощуванні риби. Їхня здатність адаптуватися до різних умов середовища також є важливою, оскільки це дозволяє їм виживати в різноманітних аквакультурних системах.

Однак існують і певні недоліки. Наприклад, вимогливість до якості води може створювати додаткові витрати на фільтрацію та обслуговування систем. Також, через їх маленький розмір, збір та обробка *Naididae* можуть бути трудомісткими [29].

Потенційні застосування *Naididae* в аквакультурі включають їх використання як живого корму для риб та інших водних тварин, особливо у вирощуванні личинок. Вони також можуть бути використані в інтегрованих мульти-трофічних аквакультурних системах, де різні види вирощуються разом для покращення ефективності та стійкості системи. Крім того, їхня роль у біоремедіації та біологічному очищенні води може бути використана для підтримки сталості аквакультурних систем [8].

1.2 Роль і біотехнологія вирощування олігохетів (*Oligochaeta*) у аквакультурі: значення для рибництва та екологічні перспективи.

Жива їжа для риб не лише високобілкова складова їхнього раціону, але й необхідна складова формування природних інстинктів у умовах аквакультури. Так, рухова активність риб зростає, якщо їх годують живою їжею, личинки легше починають споживати сухий корм, малята риб розвивають рефлекс пошуку та підвищується їхній апетит. Крім того, жива їжа для акваріумних риб хижацьких видів є обов'язковою, оскільки за її відсутності у них виникають порушення репродуктивної системи. Взагалі, раціональне використання живих кормових організмів допомагає уникнути забруднення води нез'їденими залишками корму під час вирощування риб [11].

Серед живих кормових організмів, які доречно використовувати в рибництві, представники підкласу червів *Oligochaeta* вирізняються своєю невибагливістю до умов вирощування та здатністю до тривалого виживання у воді. На теренах Європи поширені наступні три види: *Aulophorus*, *Tubifex*, *Grindal*: біотехнологія їхнього вирощування з метою подальшого годування риб добре організована. Таксономія вищезгаданих видів наступна [30]:

Таблиця 1.2

Таксономічна класифікація вибраних видів кільчастих червів (*Oligochaeta*) в аквакультурі.

Домен	Еукаріоти (<i>Eukaryota</i>)
Царство	Тварини (<i>Animalia</i>)
Група	Двобічні (<i>Bilateria</i>)
Таксон	Протостоми (<i>Protostomia</i>)
Надтип	Лофотрохозоїди (<i>Lophotrochozoa</i>)
Тип	Кільчасті черви (<i>Annelida</i>)
Клас	Клітелляти (<i>Clitellata</i>)

Біологічно представники цього підкласу багатощетинкових червів (*Polychaeta*) характеризуються тим, що сегменти їхніх тіл ніколи не мають

парних виростів, які називаються параподіями. Щетинки цих червів розташовані безпосередньо на поверхні сегментів, по боках, по дві пучки з кожного боку. Разом із зовнішньою, вони мають також внутрішню сегментацію. Це призводить до існування спеціальних перегородок між сегментами, і навіть до сегментації внутрішніх органів; у кожному сегменті є нервовий центр, бічний виріст кишеньки, кільцеві кровоносні судини, метанефрідії та статеві залози. Целом наповнений рідиною, в якій підвішені фагоцитні клітини [26].

Всі черви-олігохети мають здатність рухатися завдяки скороченню та розтягуванню тіла. Під епітелієм вони мають м'язову систему, що складається з шарів кільцевих та подовжних м'язів. Така м'язова структура дозволяє їм не лише згинатися вбік, але й значно змінювати довжину тіла. На передньому кінці тіла вони мають ротовий отвір, який закінчується глоткою. Остання переходить у вужчий стравохід. Він, в свою чергу, розширюється і формує зачепу; за нею знаходиться один або декілька м'язових шлунків. У шлунках олігохетів їжа лише подрібнюється, і її травлення відбувається у кишці. Нетравні залишки виводяться у зовнішнє середовище через анус.

Вивідна система цих червів представлена метанефрідіями типу коеломодукт. Вони починаються з воронки в коеломі і відкриваються ззовні в наступному сегменті за допомогою пор. У метанефрідії відбувається концентрація продуктів обміну речовин, а рідина знову викидається в коелом (це адаптація до життя в ґрунті) [24].

Нервова система є ортогонного типу (стеблова, тобто деякі нервові клітини збираються в нервових стеблах, поруч з якими зберігається дифузний підшкірний сплетіння). Вона представлена парафарингеальним нервовим кільцем та вентральним нервовим ланцюгом, який у кожному сегменті трохи загущується, що призводить до утворення ганглії відповідного сегмента [13].

Численні нерви виходять з сегментарних ганглій, деякі з яких закінчуються у шкірних чутливих рецепторах, що реагують на дотик, світло, температуру, хімічні подразники тощо. Парні надгортанні ганглії, що

виконують функцію мозку, пов'язані з вентральним нервовим ланцюгом і поділяються на три частини: протоцеребрум, мезоцеребрум, деутоцеребрум.

Серцево-судинна система є закритою, справжнього серця немає, і рух крові через судини відбувається завдяки пульсації їх стінок. Є дорсальні та вентральні судини, які з'єднані круговими гребенями (кругові судини). Від головних судин відходять бічні судини, і вони сильно розгалужені та в кінцевому підсумку формують густу мережу капілярів. Високий рівень гемоглобіну у крові надає червиам-осадникам і аулофорусу червоний колір тіла. Саме тому, придбаючи материнську культуру черв'яка-осадника або аулофорусу, необхідно враховувати, що здорові черви є еластичними, червоними, і вони намагаються збиратися у щільний грудку. Неякісні черви мають темний колір, і у грудці є світлі смуги мертвих тварин [17].

Усі черви класу олігохети є гермафродитами. Великі дорослі особини можуть мати загущення - клітелій. В ньому зосереджені спеціальні клітини, які виділяють слиз, який пізніше буде використовуватися для розміщення відкладення яєць. Слизовий кокон захищає яйця від висихання і є їжею для личинок самого початку їх розвитку [2].

Родина *Naididae* представляє значний інтерес для біотехнології та аквакультури, завдяки своїм унікальним біологічним особливостям та екологічній гнучкості. Їхня здатність до швидкого розмноження, адаптації до різноманітних умов середовища та роль у трофічних ланцюгах робить їх цінними об'єктами для вивчення та використання в аквакультурних системах.

Крім того, потенціал *Naididae* у біоремедіації та біологічному очищенні води відкриває нові можливості для їх використання у стійких аквакультурних системах. Їхня роль як живого корму для риб та інших водних тварин також заслуговує на додаткове дослідження, особливо у контексті інтегрованих мульти-трофічних аквакультурних систем [25].

2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Для забезпечення ефективного вирощування різних видів кормових черв'їв, важливо використовувати спеціалізовані методики та умови. Кожен вид вимагає унікального підходу, що враховує його особливості життєдіяльності та потреби. У цьому контексті розглянемо детальніше методи вирощування *Aulophorus*, *Tubifex* та *Grindal* [4].

Ці методики базуються на багаторічному досвіді та дослідженнях у галузі аквакультури та вирощування живого корму для акваріумних риб і інших водних організмів. Вони передбачають використання різноманітних контейнерів, субстратів та спеціальних умов, таких як контроль температури, вологості, а також ретельний підбір корму. Застосування цих методів дозволяє досягти оптимального росту та розвитку черв'їв, забезпечуючи стабільне та якісне джерело живого корму [14].

Загальні вимоги до всіх методів вирощування є:

- наявність кришки з отворами для обміну повітрям;
- затемнене або темне місце;
- повна заміна води раз на день;
- температура води 22-28°C.

Найбільш поширені методи вирощування *Aulophorus*:

1. У кюветах найкращим вибором є кювети з низькими бортами, оскільки потрібний рівень води становить приблизно 1,0-1,5 см. Розміри кювети залежать від необхідної кількості культури *Aulophorus*. У будь-якому випадку необхідно розділити колонію на декілька кювет, тоді вся культура не постраждає від недбалості. Кормова суміш наноситься на плоский шматок пінопласту, де збираються черви. Замість пінопласту можна використовувати будь-яку губку (меблеву, автомобільну, для миття посуду або для фільтрів акваріуму), але її потрібно підготувати так, щоб вона тонула і не утримувала повітря (для цього її довго кип'ятять). Воду в кювету слід наливати так, щоб пінопласт або губка з їжею частково занурювалися, а верхня частина була на її рівні. Кількість корму, яку кладуть у кювету, приблизно дорівнює біомасі

червиів, інакше вода швидко псується, і колонія гине. Коротко перед повним споживанням корму потрібно принести наступну порцію. Воду замінюють, відкриваючи кювету та легко натискаючи на губку або пінопласт кілька разів. Це дозволяє вимити бруд та продукти обміну речовин аулофорусу з його пор. Після цього пінопласт або губка видаляються з кювети, і всю воду з неї виливають у окремий контейнер для подальшого відстоювання через тонке сито, яке відокремлює червиів.

2. У контейнерах рівень води та розміри контейнерів такі ж, як і в разі кювет. Відмінність полягає в тому, що корм встановлюється на нейлонову сітку, натягнуту на раму з пінопласту, яка повинна плавати на поверхні води в контейнері. Кількість корму не повинна перевищувати масу червиів у культурі. Корм дають раз на 2 – 3 дні, наскільки він з'їдений.

3. У скляних банках об'ємом 3л. 4/5 об'єму води щодня замінюється свіжою. Оскільки ці червиї дуже чутливі до браку кисню, припинення аерації (закриття кришки банки без отворів) спричиняє їх підйом до поверхні води, де їх легко вловлюють. Цю операцію проводять щодня, вибираючи приблизно 1/5 загальної ваги колонії, тим самим стимулюючи їх розмноження. Оскільки загальна маса червиів подвоюється за кілька днів, спочатку можна поселити кілька особин у банку. Однак необхідно забезпечити, щоб загальна вага аулофорусу не перевищувала 100 г. на банку;

4. У текучій воді потрібна спеціальна система, яка забезпечує слабкий потік води з акваріуму з молодими рибками у контейнер з аулофорусом і назад. При наявності такої системи бажано одночасно з *Aulophorus* вирощувати дафнію, щоб забезпечити повне годування молодих рибок. Важливо встановити фільтр з щільного нейлонового сита на вихідному шлангу, щоб забезпечити проникнення тільки молоді дафнії [23].

Основні методи вирощування *Tubifex* :

1. У контейнерах з субстратом зі суміші 2,60 см.3 садового ґрунту або ґрунтової суміші для кімнатних квітів та порошкоподібного сухого моху, який поливається відваром пшениці та рису. Для цього потрібно 1/2 чайної ложки

пшениці та стільки ж рису, і це вариться протягом 20 хвилин у 0,5 літра молока. Готовий субстрат ставлять на два дні в тепле місце, де розвиваються бактерії, які живлять осадового черв'я. Після двох днів відстою до субстрату додають 15–25 см³ ґрунту та культури черв'я. Потрібно підтримувати температуру близько 20°C та помірне освітлення, повний обмін води проводиться раз на тиждень.

2. У дерев'яних ящиках розміром 50×15×12 см., у ґрунтовій суміші чорнозему та торфу, з вологістю не більше 40%. Використовуючи цей метод, з 1 м² ґрунтового шару глибиною 9 см. збирається до 35 г. червиів. Корм додають у дві або три борозни, зверху посипають ґрунтом.

3. У текучій воді за допомогою прямокутного контейнера з гладким дном. Потрібен невеликий нахил дна, щоб дозволити воді стікати вниз під дією тяжіння. Її рівень повинен бути низьким, не більше 10 см. Об'єм контейнерів вибирається на основі потрібної кількості цього кормового організму. Наявність потоку та достатній вміст кисню у воді є невід'ємними умовами для життя червиів під час вирощування у текучій воді. Тому потрібно використовувати компресор та невеликий насос. Крім того, температура не повинна перевищувати 30°C (бажано нормальна кімнатна температура) та слабке або помірне освітлення;

4. Використовуючи каскад з кількох пластикових контейнерів, наповнених водою та з'єднаних трубами, що імітують штучний потік. Щоб вбудувати 2 кг. червиів цим методом, потрібно лише 10 контейнерів розміром 100×30×20см. На їхньому дні розкладається невеликий (близько 2 см) шар глини, а зверху на нього кладеться дезінфікований (кип'ятінням або УФ-випромінюванням) пісок у шарі 4–5 см. На ньому також розкладається шар овочевих обрізків, який вкривається шаром осаду висотою 4–5 см. Рівень води не повинен перевищувати 20 см. [5]

Вирощування *Grindal* зазвичай проводиться двома основними способами:

1. У скляних, пластикових або дерев'яних ємностях висотою 8–10 см, з щільною верхньою кришкою, щоб уникнути проходження комах. Між

кришкою та субстратом повинен бути простір приблизно 1–2 см. Найкращим субстратом є вологі пластини тонкої пінопласту, а також добре варений або розсипчастий пастеризований торф, розташований на дні кубів, або суміш гумусу та торфу, або сфагновий мох, оброблений кип'ятком. У отворах вологого торфу або в інтервалах між пластинами розміщується поживний субстрат: дріжджі, змішані з меленими вівсяними пластівцями. Корм повинен бути добре подрібнений, добре додавати вітамінні препарати. Потрібно уважно стежити, щоб він не киснув, оскільки це призводить до загибелі культури. Захоплення червиїв для годівлі риби проводиться шляхом розміщення торфу в сітці нейлонового сита; коли він зволожується, червиї проходять його, потрапляють у воду, вимиваючи корм з субстрату, а потім їх збирають пінцетом.

2. Використовуючи синтетичний ватин як субстрат. Останній складається у кілька шарів, розміщується у ємності та зволожується кип'яченою водою або водою з акваріуму, на ватин кладеться 8–10 шарів сітчастої капронової тканини. Ємність встановлюється у темний пластиковий мішок. Корм насипається на ватин, під нижнім шаром капронової тканини. Через кілька днів після того, як капронова тканина збере достатню кількість червиїв, верхні 5–6 шарів тканини можна видалити та обережно промити прямо в акваріумі (з цим методом вирощування не потрібно промивати червиїв). Для вирощування *Grindal* зручніше використовувати великі ємності, оскільки у малих навіть при невеликому збільшенні корм починає гнити, що може призвести до загибелі культури. Весь район кювети краще поділити на 3–4 сектори та накрити кожний тканиною, тоді годуючи рибу, тканину можна видалити лише з одного сектора. *Grindal* годують не рідше 1 разу кожні 2 дні; нову порцію корму не можна давати, доки останню не з'їдено [16].

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Дослідження *Aulophorus*

Aulophorus є прісноводним представником сім'ї морських червів *Naididae*. Вони мають характерний спосіб руху, вони вивертаються, як змії. *Aulophorus* поширений у кліматичних зонах від помірних до тропічних; він віддає перевагу прісній воді, багатій органічними речовинами. Він живиться детритом, таким як осад, бактерії, рослинні залишки. Його тіло рожевого кольору, до 20 мм завдовжки та приблизно 0,2 мм завтовшки, поділене на окремі кільця або сегменти (Рис. 3.1).

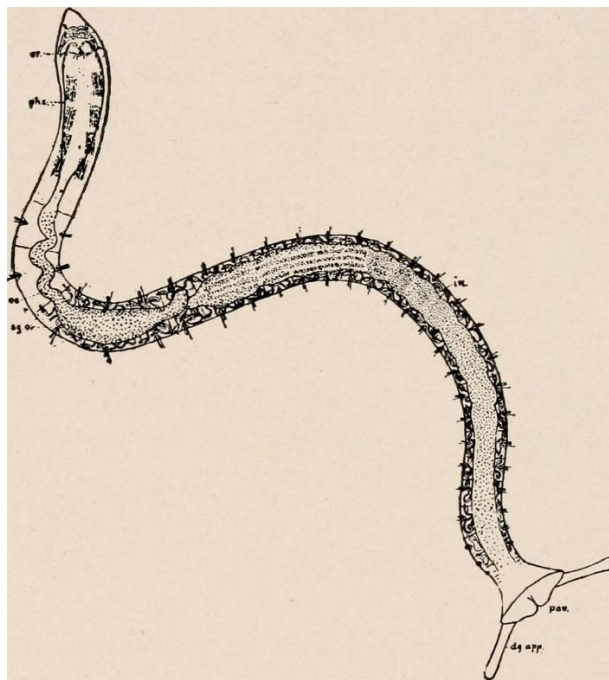


Рис.3.1 *Aulophorus* - прісноводний черви з сім'ї *Naididae*

Статеве розмноження не є звичайним для цього червіа, найчастіше його розмноження є вегетативним, коли на тілі дорослої особини (яка досягла довжини 1 – 2 см) формуються додаткові ротові отвори, через які відокремлюються нові особини. Таким чином, найчастіше популяція *Aulophorus* (особливо при вирощуванні) є масою клонів одного предка. Його особливістю є наявність зябер, які розташовані на розширенні навколо анусу в кінці тіла. *Aulophorus* чутливий до нестачі кисню у воді; при його низькому вмісті їх колонія у формі "кулі" розпадається на окремих особин. Останні піднімаються до поверхні, де вміст кисню вищий, і формують нову колонію.

Зазвичай, при достатньому вмісті кисню у воді, вони формують великі колонії на дні, а при зниженні цього показника - менші та у верхніх шарах води.

Вирощування аулофорусу базується на його здатності формувати колонії на поживному субстраті. Передня частина тіла занурена в субстрат, а задня, зі зябрами, перебуває у воді. У водному резервуарі черви розсіюються по всій площі, подальше концентруючись у малих колоніях на поверхні води, вздовж стінок або на дні резервуару. Таким чином, його вирощують у широких низьких контейнерах з інертних матеріалів, таких як скло, пластик, глина. Цей вид не вимогливий до якості води, тому можна використовувати відстояну або кип'ячену воду.

3.1.2 Вплив різних матеріалів на ефективність вирощування

Aulophorus

У цьому розділі дипломної роботи представлено детальний опис процедур підготовки матеріалів та ємностей для досліду, що має на меті вивчення впливу різних матеріалів на ефективність вирощування колоній *Aulophorus*. Ретельно обрані матеріали та ємності забезпечують надійну основу для проведення експерименту.

Підготовка матеріалів: вибрані матеріали, а саме пінопласт, синтетична губка та текстиль (бавовна), були підібрані на основі їх фізичних властивостей та придатності для дослідження. Кожен з цих матеріалів пройшов через процеси очищення та підготовки: пінопласт був ретельно вимитий та порізаний на шматки відповідного розміру, синтетичні губки були викип'ячені для стерилізації, а текстильні шматки замочувались у воді для забезпечення необхідної ваги та занурення.

Підготовка ємностей: обрані для експерименту кювети або контейнери мали стандартизовані розміри та форму, що забезпечувало однорідність умов для всіх експериментальних груп. Кювети були перевірені на предмет чистоти та цілісності, щоб уникнути впливу будь-яких факторів, які могли б спотворити результати дослідження.

Наповнення ємностей водою: всі контейнери були наповнені однаковою кількістю води з одного джерела, забезпечуючи уніформність умов для кожної з тестових груп. Воду додавали до заданого рівня (1,0-1,5 см), контролюючи її об'єм за допомогою мірного циліндра чи лінійки.

Розміщення матеріалів: в кожному контейнер було розміщено один з підготовлених матеріалів - пінопласт, синтетична губка або текстиль, при цьому забезпечуючи їх рівномірне розташування на дні ємності та повне занурення у воду.

Маркування та ідентифікація: для зручності спостереження та аналізу кожен контейнер був позначений міткою, що вказувала на тип матеріалу, що міститься всередині.

Перевірка умов проведення експерименту: перед початком дослідження переконано, що всі контейнери знаходяться у стабільних умовах (освітлення, температура), що є ключовим для отримання об'єктивних результатів.

Заселення *Aulophorus*: колонії *Aulophorus* були рівномірно розподілені між контейнерами, забезпечуючи однакові умови для кожної групи. Використання мірних інструментів дозволило точно виміряти кількість *Aulophorus*, що була перенесена в контейнери.

Цей підхід до підготовки експерименту дозволяє ретельно вивчити вплив різних матеріалів на ефективність вирощування *Aulophorus*, що є важливим для визначення оптимальних умов їх розвитку. Результати цього дослідження можуть мати значення для акваріумного господарства та екологічних досліджень, забезпечуючи цінну інформацію для оптимізації умов утримання цих організмів.



Рис.3.2 Заселення *Aulophorus* у кювети або контейнери

В рамках дослідження було розглянуто вплив різних фізичних умов на ріст і активність червів роду *Aulophorus*. Зокрема, зосереджено увагу на впливі прозорості води на життєдіяльність червів.

Експеримент було розділено на три етапи, кожен тривалістю один день. Використовувалися контейнери з різними видами матеріалів (пінопласт, синтетична губка, текстиль), в яких містилися черви роду *Aulophorus*. Об'єм червів в кожному контейнері вимірювався на перший і третій день. Під час експерименту фіксувалися зміни в прозорості води та активності червів.

1-й день: виміряно початковий об'єм червів. Зазначено, що в контейнерах з пінопластом та синтетичною губкою черви були більш активні.

2-й день: виявлено, що вода в деяких контейнерах стала мутнішою. Активність червів у контейнері з текстилем знизилася.

3-й день: зафіксовано збільшення об'єму червів у контейнерах з пінопластом та синтетичною губкою. Мутність води зросла у контейнерах з натуральною губкою та текстилем.

Експеримент підтвердив важливість прозорості води для нормальної життєздатності та активності червів роду *Aulophorus*. Підвищення мутності

води корелює зі зниженням активності червів. Також виявлено, що певні матеріали можуть сприяти активнішому росту червів.

Розрахунки для пінопласту як матеріалу для вирощування Aulophorus.

Початкова кількість *Aulophorus*: 10 мл

Кількість днів спостереження: 14 днів

1. Середній ріст *Aulophorus* на пінопласті:

$$\text{Середній ріст} = \frac{\text{Кінцева кількість } Aulophorus - \text{Початкова кількість } Aulophorus}{\text{Кількість днів спостереження}}$$

$$\text{Середній ріст} = \frac{15 \text{ мл} - 10 \text{ мл}}{14 \text{ дні}} = \frac{5 \text{ мл}}{14 \text{ днів}} = 0.36 \text{ мл/день}$$

Отже, середній ріст *Aulophorus* на пінопласті становить лише 0.36 мл на день.

2. Ефективність пінопласту:

$$\text{Ефективність} = \frac{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ на пінопласті}}{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ на всіх матеріалах}} \times 100\%$$

$$\text{Ефективність} = \frac{0.36 \text{ мл/день}}{2 \text{ мл/день}} \times 100\% = 0.18 \times 100\% = 18\%$$

Отже, ефективність пінопласту як матеріалу для вирощування *Aulophorus* становить лише 18% від середнього показника по всіх матеріалах.

Ці розрахунки показують, що пінопласт може бути не найкращим вибором для вирощування *Aulophorus*, оскільки його ефективність значно нижча порівняно з іншими матеріалами.

Розрахунки текстилю (бавовни) як матеріалу для вирощування Aulophorus.

Початкова кількість аулофорусу: 10 мл

Кількість днів спостереження: 14 днів

1. Середній ріст *Aulophorus* на текстилі (бавовні):

$$\text{Середній ріст} = \frac{\text{Кінцева кількість } Aulophorus - \text{Початкова кількість } Aulophorus}{\text{Кількість днів спостереження}}$$

$$\text{Середній ріст} = \frac{12 \text{ мл} - 10 \text{ мл}}{14 \text{ дні}} = \frac{2 \text{ мл}}{14 \text{ днів}} = 0.14 \text{ мл/день}$$

Отже, середній ріст *Aulophorus* на текстилі (бавовні) становить лише 0.14 мл на день.

2. Ефективність текстилю (бавовни):

$$\text{Ефективність} = \frac{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ на пінопласті}}{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ на всіх матеріалах}} \times 100\%$$

$$\text{Ефективність} = \frac{0.14 \text{ мл/день}}{2 \text{ мл/день}} \times 100\% = 0.7 \times 100\% = 7\%$$

Отже, ефективність текстилю (бавовни) як матеріалу для вирощування *Aulophorus* у становить лише 7% від середнього показника по всіх матеріалах.

Ці розрахунки показують, що текстиль (бавовна) може бути не найкращим вибором для вирощування *Aulophorus*, оскільки його ефективність значно нижча порівняно з іншими матеріалами.

Розрахунки для синтетичної губки як матеріалу для вирощування Aulophorus.

Початкова кількість *Aulophorus*: 10 мл

Кількість днів спостереження: 14 днів

1. Середній ріст *Aulophorus*:

$$\text{Середній ріст} = \frac{\text{Кінцева кількість } Aulophorus - \text{Початкова кількість } Aulophorus}{\text{Кількість днів спостереження}}$$

$$\text{Середній ріст} = \frac{40 \text{ мл} - 10 \text{ мл}}{14 \text{ дні}} = \frac{30 \text{ мл}}{14 \text{ днів}} = 2.14 \text{ мл/день}$$

Отже, середній ріст *Aulophorus* становить 2.14 мл на день.

2. Ефективність матеріалу (припустимо, що середній ріст *Aulophorus* на всіх матеріалах становить 1.5 мл/день):

$$\text{Ефективність} = \frac{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ на пінопласті}}{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ на всіх матеріалах}} \times 100\%$$

$$\text{Ефективність} = \frac{2.14 \text{ мл/день}}{1.5 \text{ мл/день}} \times 100\% = 1.43 \times 100\% = 143\%$$

Отже, ефективність губки як матеріалу для вирощування *Aulophorus* становить 143% порівняно з середнім показником по всіх матеріалах.

Губка, надає оптимальне середовище для *Aulophorus*, можливо, завдяки своїй пористій структурі, яка дозволяє *Aulophorus* легко затримуватися та рости.

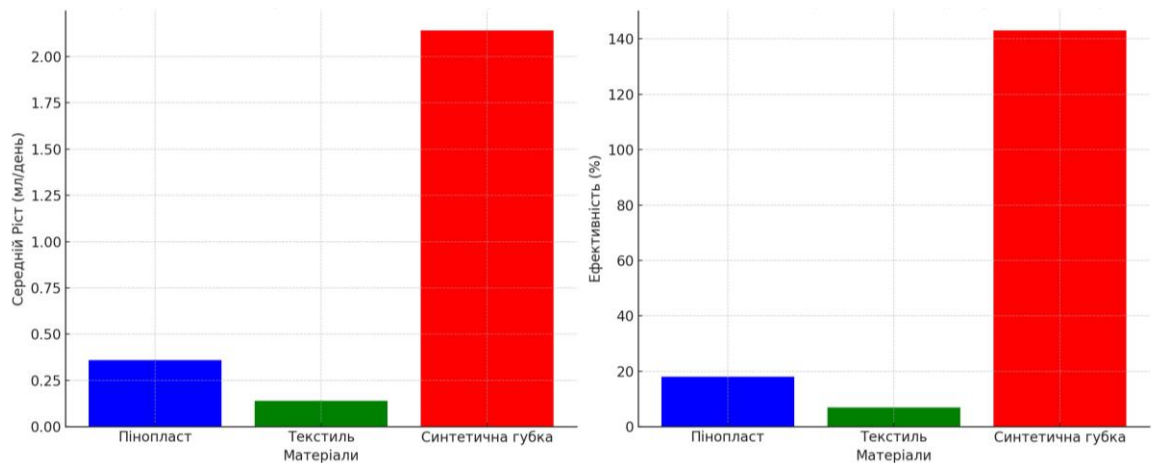


Рис.3.3 Середній ріст і ефективність різних матеріалів для вирощування *Aulophorus*

Аналіз результатів:

Встановлено, що пориста структура губки сприяє легкому проникненню води та кисню до внутрішніх шарів. Це може створювати оптимальні умови для життєдіяльності *Aulophorus*, забезпечуючи необхідний доступ до кисню та інших ресурсів, що є критично важливими для їх росту.

Оцінено, що губка може надавати додатковий захист *Aulophorus* від різних зовнішніх стресових факторів, зокрема від коливань температури та впливу агресивних мікроорганізмів.

Проаналізовано, що використання натуральної губки може бути більш екологічно чистим та безпечним варіантом для *Aulophorus* порівняно з синтетичними матеріалами, що є важливим аспектом з точки зору сталого розвитку.

Виявлено, що пори губки здатні затримувати корм, що може полегшувати доступ *Aulophorus* до їжі. Ця властивість губки може сприяти ефективному харчуванню *Aulophorus* та підтримці їх здоров'я.

3.1.3 Вплив глибини води на ріст *Aulophorus*

У цьому розділі дипломної роботи детально описується процес підготовки та проведення експерименту, метою якого є вивчення впливу різних рівнів глибини води на ріст колоній *Aulophorus*. Експеримент розрахований на визначення оптимальних умов для вирощування цих

організмів, що є важливим аспектом для ефективного акваріумного господарства.

Підготовка експериментальних ємностей: обрано три ідентичні кювети чи контейнери з однаковими розмірами та формами, що забезпечує однорідність умов для всіх експериментальних груп. Кювети були ретельно перевірені на наявність тріщин чи інших дефектів, що могли б вплинути на результати досліджу.

Наповнення ємностей водою: застосування лінійки або мірного циліндра дозволило точно виміряти та налити воду до заданих рівнів у кожному контейнері (1 см, 3 см, 4 см та 5 см). Використана дистильована або фільтрована вода для забезпечення чистоти середовища.

Розподіл *Aulophorus* та корму: забезпечено однакове розподілення колоній *Aulophorus* у кожному контейнері, використовуючи мірний циліндр для точності вимірювання. Також було визначено та додано еквівалентну кількість корму, розраховану на масу *Aulophorus* у кожному контейнері.

Умови зберігання та спостереження: експериментальні ємності були розміщені на рівній, стабільній поверхні у місці, захищеному від прямого сонячного світла та інших зовнішніх впливів, забезпечуючи оптимальні умови освітленості та температури.

Моніторинг стану води та *Aulophorus*: регулярно здійснювалися візуальні та органолептичні спостереження стану води у кожному контейнері. Занотовувалися дані про мутність води, її запах та будь-які інші візуально виявлені зміни. Спостерігалась також поведінка та активність *Aulophorus*, фіксуючи будь-які аномалії чи відхилення від норми.

Документація та аналіз даних: всі спостереження та вимірювання були систематично записані для подальшого аналізу. Використання записного блоку чи таблиці дозволило упорядкувати дані та забезпечити їх доступність для детального аналізу та порівняння.

Експеримент має велике значення для розуміння впливу глибини води на ріст *Aulophorus*, що є критично важливим для вдосконалення методів

вирощування та забезпечення оптимальних умов для їхнього розвитку. Результати цього дослідження відкривають можливості для покращення умов утримання *Aulophorus* в акваріумних системах, сприяючи їхньому здоровому росту та розвитку.

Розрахунки

1. Середній ріст *Aulophorus*:

Глибина води 4 см з висотою губки 4 см: 200 одиниць

Глибина води 5 см з висотою губки 4 см: 150 одиниць

Глибина води 3 см з висотою губки 4 см: 120 одиниць

Середній ріст для 4 см води = $(200 - 100) / 14 = 7,14$ одиниць на день

Середній ріст для 5 см води = $(150 - 100) / 14 = 3,57$ одиниць на день

Середній ріст для 3 см води = $(120 - 100) / 14 = 1,43$ одиниці на день

2. Ефективність глибини води:

Середній ріст на всіх глибинах = $(7,14 + 3,57 + 1,43) / 3 = 4,05$ одиниці на день

Ефективність для 4 см води = $(7,14 / 4,05) * 100\% = 176,3\%$

Ефективність для 5 см води = $(3,57 / 4,05) * 100\% = 88,1\%$

Ефективність для 3 см води = $(1,43 / 4,05) * 100\% = 35,3\%$

Найбільш ефективною глибиною води для вирощування *Aulophorus* є 4 см, коли висота губки також дорівнює 4 см.

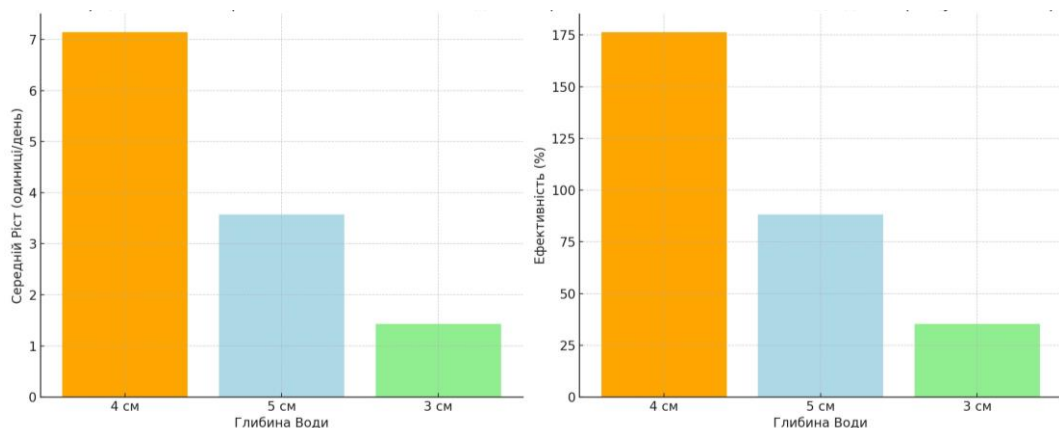


Рис.3.4 Вплив глибини води на середній ріст та ефективність вирощування *Aulophorus*

Аналіз результатів експерименту щодо впливу глибини води на ріст *Aulophorus*:

Варіант з глибиною води 4 см при висоті губки 4 см: в цьому випадку губка була повністю занурена у воду, що, як передбачалося, створювало оптимальні умови для росту *Aulophorus*. Відсутність зайвого водяного простору над губкою, можливо, сприяла кращому обміну речовин та доступу кисню.

Варіант з глибиною води 5 см при висоті губки 4 см: у цьому експериментальному варіанті було спостережено додатковий 1 см водяного простору над губкою. Це могло призвести до того, що деяка кількість *Aulophorus* вільно плавала у воді, не була прив'язана до губки. Можливо, це негативно вплинуло на ефективність вирощування, оскільки губка служила як основне місце для збору та росту *Aulophorus*.

Варіант з глибиною води 3 см при висоті губки 4 см: у цій конфігурації верхній 1 см губки залишався над водою. Це, ймовірно, спричинило висихання *Aulophorus* на виступаючій ділянці губки, що могло негативно позначитися на загальному рівні росту культури.

На основі спостережень, можна зробити висновок, що для оптимального росту *Aulophorus* важливо забезпечити такий рівень води, при якому губка буде повністю занурена, але без створення зайвого водяного простору над нею. Ідеальною ситуацією є відповідність висоти губки глибині води.

3.1.4 Вплив частоти зміни води на здоров'я колонії

Цей розділ дипломної роботи присвячений дослідженню впливу частоти зміни води на стан здоров'я колонії *Aulophorus*. Експеримент був організований з використанням чотирьох ідентичних кювет або контейнерів, що забезпечило консистентність та порівняльність умов для кожної з випробуваних груп.

Організація експериментальних ємностей: кювети та контейнери були ретельно перевірені на наявність тріщин чи інших пошкоджень, що могли б вплинути на результати дослідження.

Підготовка водного середовища: використана дистильована чи фільтрована вода для наповнення кювет до заданого рівня (2 см), щоб уникнути забруднення та варіацій у якості води.

Заселення *Aulophorus*: колонії *Aulophorus* були розподілені рівномірно між контейнерами, з використанням піпетки для точного дозування.

Підготовка корму: визначена оптимальна кількість корму, який був попередньо розмішаний з водою для забезпечення однакового харчування колоній у кожному контейнері.

Експериментальна процедура:

Контейнер 1 - Щоденна заміна води: щоденно проводилась часткова заміна води, залишаючи приблизно 10% оригінальної води, з подальшим додаванням свіжої води до рівня 2 см.

Контейнер 2 - Заміна води раз на два дні: кожен два дні виконувалися аналогічні дії, як і для першого контейнера.

Контейнер 3 - Заміна води раз на три дні: вода замінювалася кожен три дні за тією ж процедурою.

Контейнер 4 - Без заміни води: вода не замінювалася протягом усього періоду дослідження.

Моніторинг та збір даних: регулярно вимірювалася кількість *Aulophorus* та спостерігався стан води у кожному контейнері. Записувалася мутність води, наявність неприємного запаху, поведінка та активність *Aulophorus*. Всі дані фіксувалися систематично для подальшого аналізу.

Результати дослідження мають важливе значення для розуміння впливу частоти зміни води на здоров'я і стан колоній *Aulophorus*, що може бути корисним для ефективного ведення акваріумного господарства та забезпечення належних умов для водних організмів.

Розрахунки:

Середній ріст *Aulophorus*:

$$\text{Середній ріст} = \frac{\text{Кінцева кількість } Aulophorus - \text{Початкова кількість аулофорусу}}{\text{Кількість днів спостереження}}$$

Ефективність частоти зміни води:

$$\text{Ефективність} = \frac{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ при певній частоті}}{\text{Середній ріст } Aulophorus \text{ на всіх частотах}} \times 100\%$$

На основі цих розрахунків можна визначити оптимальний інтервал заміни води для підтримки здоров'я колонії *Aulophorus*.

Дані після 10 днів:

Контейнер 1 (щоденна заміна води): 250 одиниць

Контейнер 2 (заміна води кожні два дні): 220 одиниць

Контейнер 3 (заміна води кожні три дні): 180 одиниць

Контейнер 4 (вода не замінюється): 150 одиниць

Середній ріст *Aulophorus*:

$$\text{Контейнер 1: } \frac{250-100}{10} = 15 \text{ одиниць на день}$$

$$\text{Контейнер 2: } \frac{220-100}{10} = 12 \text{ одиниць на день}$$

$$\text{Контейнер 3: } \frac{180}{100} = 8 \text{ одиниць на день}$$

$$\text{Контейнер 4: } \frac{150-100}{10} = 5 \text{ одиниць на день}$$

Середній ріст *Aulophorus* на всіх частотах:

$$\frac{15+12+8+5}{4} = 10 \text{ одиниць на день}$$

Ефективність частоти зміни води:

$$\text{Контейнер 1: } \frac{15}{10} \times 100\% = 150\%$$

$$\text{Контейнер 2: } \frac{12}{10} \times 100\% = 120\%$$

$$\text{Контейнер 3: } \frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Контейнер 4: } \frac{5}{10} \times 100\% = 50\%$$

За цими розрахунками, найефективнішою є щоденна заміна води, а найменш ефективною є відсутність заміни води.

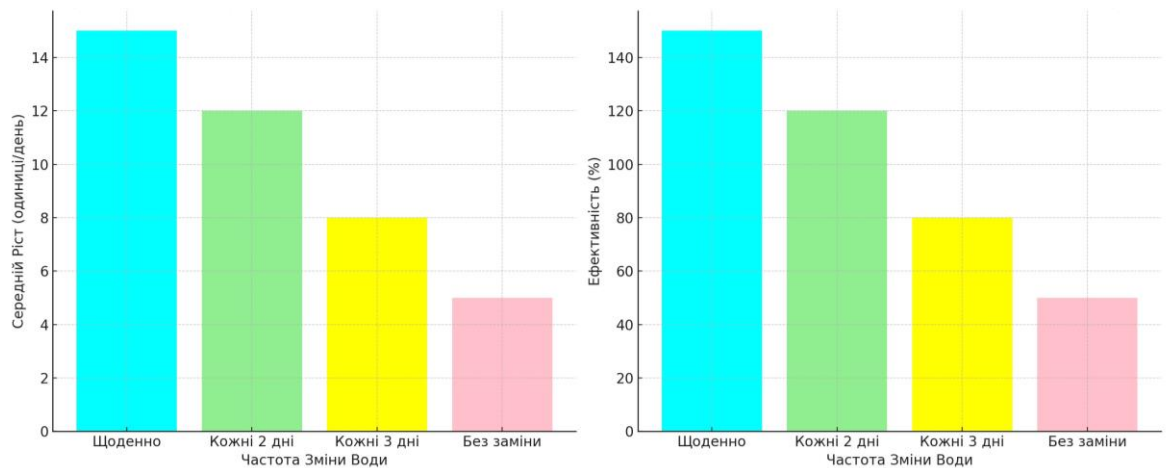


Рис.3.5 Вплив частоти зміни води на ріст та ефективність колонії *Aulophorus*

Аналіз результатів дослід з оцінки впливу частоти зміни води на ріст колонії *Aulophorus*:

Контейнер 1 (Щоденна заміна води): спостерігався найвищий рівень росту *Aulophorus*. Результати вказують на те, що регулярна заміна води сприяє створенню оптимальних умов для життєдіяльності та репродукції *Aulophorus*. Чиста вода забезпечує достатній кисень та видаляє шкідливі відходи, що важливо для здоров'я колонії.

Контейнер 2 (Заміна води кожні два дні): зафіксовано позитивні результати, проте рівень росту був трохи нижчий, ніж при щоденній заміні води. Це може бути обумовлено накопиченням відходів протягом двох днів, що потенційно може уповільнювати ріст *Aulophorus*.

Контейнер 3 (Заміна води кожні три дні): виявлено значне зниження росту *Aulophorus*. Можливою причиною є недостатній обмін води, що призводить до накопичення відходів і зниження рівня кисню.

Контейнер 4 (Вода не замінюється): спостерігався найнижчий рівень росту. Результати підтверджують важливість регулярної заміни води для збереження здорового стану колонії *Aulophorus*.

Ці результати демонструють зростаючий негативний вплив відсутності або зменшення частоти заміни води на здоров'я та ріст колонії *Aulophorus*.

Водночас, вони підкреслюють значення регулярного оновлення водного середовища для підтримки оптимальних умов для розвитку цих організмів.



Рис3.6 Приріст колонії *Aulophorus* за рахунок щоденної заміни води

Регулярна заміна води є критично важливою для підтримки здоров'я та активного росту колонії *Aulophorus*. Щоденна заміна води забезпечує найкращі умови для *Aulophorus*, забезпечуючи чисту воду, достатній кисень та видалення потенційно шкідливих відходів. З іншого боку, відсутність заміни води або заміна її занадто рідко може призвести до стримування росту або навіть загибелі колонії.

Годівля аулофорусу проста та економічно вигідна; їх годують овочами (кабачками, морквою, капустою, гарбузом) та фруктами, травами (кропивою, кропивою, кульбабою, вівсяними пластівцями, вівсянкою). Однак необхідно уникати продуктів, які можуть спричинити забруднення субстрату; це картопля, помідори, яблука, цитрусові та всі види ягід. Додавання тваринного білка в раціон *Aulophorus* значно прискорює темп їх розмноження.

Оскільки морква є найбільш дешевим та доступним овочем, розглянемо годівлю нею аулофорусу докладніше. Спочатку її потрібно очистити, нарізати на ломтики та заморозити в морозильнику. Перед тим, як класти овочі в контейнер з культурою *Aulophorus*, необхідно залити кип'ятком і витримувати

добу в акваріумній воді. Заморожування та швидке прогрівання моркви кип'ятком потрібне для знищення клітин та пом'якшення тканин, а кондиціонування шматочків у акваріумній воді допомагає уникнути бактеріальних спалахів при годівлі аулофорусу. Взагалі, оптимальна кормова суміш для годівлі *Aulophorus* є:

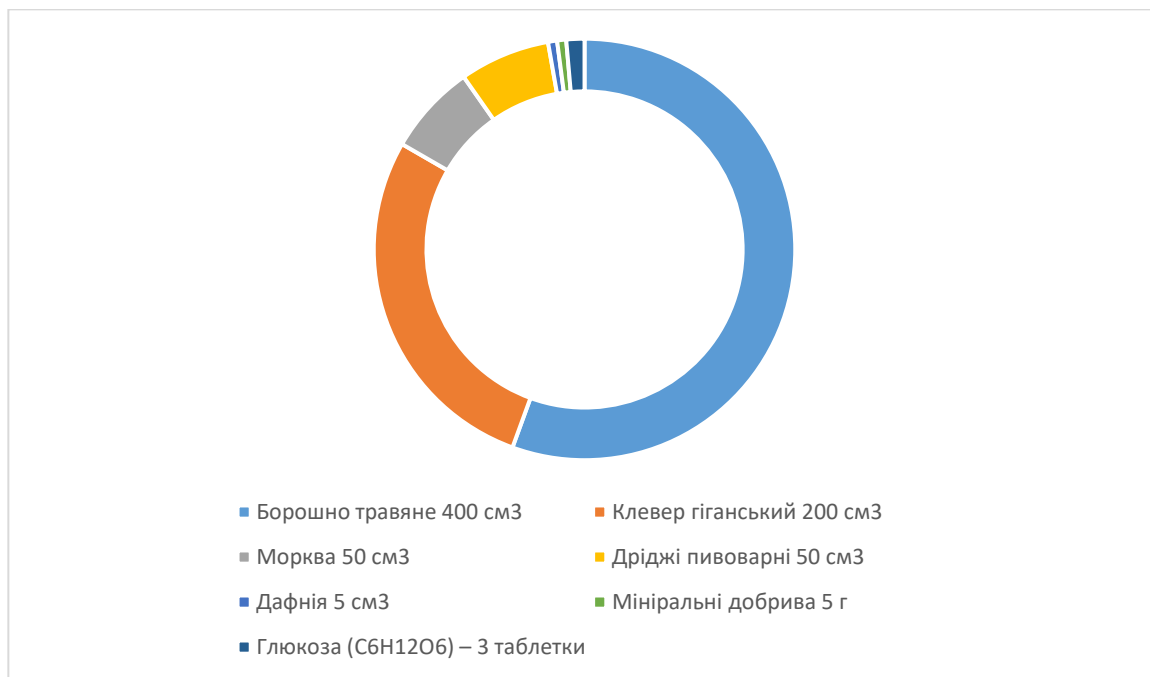


Рис 3.7. Кормова суміш для *Aulophorus*

Усі інгредієнти сушать, подрібнюють та змішують з кип'ятком до дуже густої консистенції тіста. Отримана кормова суміш сушиться або зберігається в холодильнику.

Годівля риби *Aulophorus* починається з лову червів з дна контейнера або кювети, або водяної лінії в скляних банках, використовуючи сітку з маленькою ячейкою. Перед годівлею ретельне промивання не потрібне. Личинки риби, які тільки почали змішане годування, потребують особин, розрізаних бритвою; таким чином отримуються частинки корму, схожі за розміром на науплії Артемії. Важливо пам'ятати, що аулофорус, після розрізання на кілька частин, не розкладається, а регенерується, тобто кожна частина з часом перетворюється на нову особину.

Хімічний склад *Aulophorus* у % від сухої маси становить: білки 77%, жири 14%, вуглеводи 9%. Його використовують як високобілковий корм для личинок, малька та маленької риби.

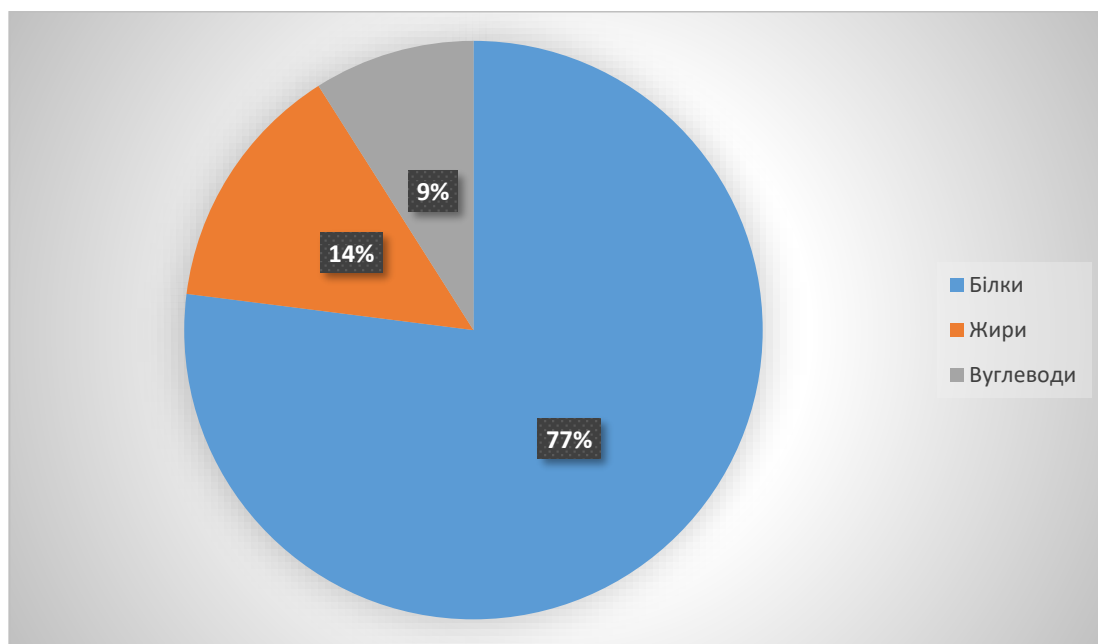


Рис 3.8. Співвідношення БЖВ *Aulophorus*

Як відомо, ефективність будь-якої кормової культури характеризується не тільки її щільністю, але й швидкістю розмноження. В цьому сенсі *Aulophorus* є одним з чемпіонів: кожні п'ять днів кількість червів подвоюється. Таким чином, при наявності колонії біомаси 100-200 г, без будь-якої шкоди, можна виводити 20-40 г особин для годівлі риби щодня.

3.2 Дослідження *Tubifex*

Tubifex був описаний О. Ф. Мюллером ще у 1774 році. Це рожево-червоний ниткоподібний черви, довжиною до 8 см та товщиною 0,6-0,7 мм. Кожний сегмент тіла має 4 хети. Вони відсутні лише на двох передніх сегментах перед ротом та на ротовому сегменті (Рис. 3.9).

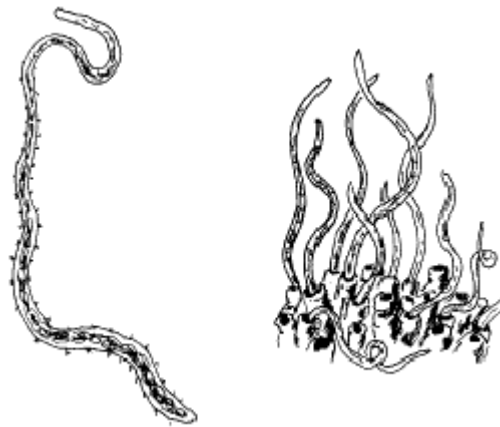


Рис. 3.9. *Tubifex* анатомічна будова

У передній третині тіла *Tubifex* є помітне згущення, яке називається клітеліумом, яке містить багато слизових залоз. Кожна особина має як жіночі, так і чоловічі статеві органи, розташовані на 10 та 11 сегментах. Однак переважає статеве розмноження; восени самка відкладає кілька яєць у кокони, після вилуплення молодь зимує у тині до весни. Кількість статевих залоз, їх розташування відносно одне одного та їх форма є особливою рисою видів, що належать до роду *Tubifex*.

Tubifex утворює великі скупчення (до кількох тисяч особин на 1 м² дна) у тині резервуарів, багатих органікою, але також зустрічається на піщаних та кам'янистих ґрунтах, однак у невеликих кількостях. Він живе у тині та слизових трубчастих норах, що дало йому його назву. Він виставляє над поверхнею ґрунту задню частину тіла (зі зябрами) з цих труб, яка, роблячи коливальні рухи, забезпечує дихання. При найменшій небезпеці ця частина тіла миттєво ховається у нору. Передня частина тіла постійно знаходиться у ґрунті, на глибині 5–10 см. Використовуючи передню частину тіла, *Tubifex* постійно ковтає тин у кількості, яка значно перевищує вагу тіла (Рис 3.10).



Рис. 3.10 *Tubifex* у природному середовищі.

Отже, ці червиї споживають органічну речовину з тину, а екскременти містять прості мінерали, тобто сприяють мінералізації ґрунту. Чим менше органічної речовини міститься у тину, тим більше його потрібно пропускати крізь кишківник.

Культивування *Tubifex* починається з покупки материнської культури в спеціалізованому магазині, що є бажаним, або збору в природних умовах, що є досить ризикованим, оскільки він віддає перевагу забрудненим водам. Однак, оскільки цей червиї досить поширений в Європі, ми розглянемо докладніше особливості його збору з природних водойм. Так, краще вибирати *Tubifex* на відстані 3–4 м від берега, бажано з піщаного ґрунту, просоченого органічними залишками. Більше того, якщо, торкаючись ґрунту, ви відчуваєте невелике амортизаційне дійство (як від шматка пінопласту або гуми), це є ознакою накопичення червиїв, а на твердих ґрунтах колонії червиїв майже не знаходять.

Основні методи збору *Tubifex* з природних водойм:

1. Використовуючи лопату або черпак – верхній шар ґрунту з червиїми відсікається та кладеться у мийний басейн або відро. Далі тин можна промити під проточною водою або, що простіше, зверху кладеться марля, а дно басейну або відра нагрівається на слабкому вогні або обливається гарячою водою.

Черви, уникаючи від спеки, будуть лізти через марлю вгору, де їх легко зібрати;

2. Використовуючи сито з нержавіючої сталеві сітки або вудилища; діаметр сита повинен бути приблизно 20-25 см, висота його боку 1,5 см, а розмір ячейки $1 \times 1 - 1,5 \times 1,5$ мм. Для зручності до нього потрібно прикріпити довгу ручку, щоб черпати тин з дна водойм. Крім того, у ньому спочатку промивають *Tubifex* від тину. Велике сміття, таке як листя та гілки, видаляють вручну. Кулька червиів, що залишилась, кладеться у чистий контейнер із тонким шаром води.

Транспортування *Tubifex* зручно проводити без води в спеціально виготовленому валізі з вбудованими висувними дерев'яними або пластиковими рамами, покритими сіткою. Рама, зроблена з дерев'яних латок, повинна бути оброблена гарячою льняною олією. Після вибору та промивання материнської культури з природного резервуару, вона розподіляється по рамі в рівномірному шарі товщиною 1 см. За цим методом транспортування черви залишаються живими та активними протягом кількох годин. Корм для *Tubifex* - це органічна речовина. Виходячи з цього, при його вирощуванні можна використовувати хліб, сухий рибний корм, гній або гумус. Корм дають один раз на 3-4 тижні.

Годування риби *Tubifex* вимагає обов'язкового витримування, промивання та очищення його культури. Це пов'язано з тим, що при годуванні риби червиом-тубіфексом з природних водойм, існує ризик зараження передвісниками таких захворювань як паразитарні інвазії (збудником є цестода *Caryophyllaeus laticeps*), іхтіофтіріаз (збудником є *Ichthyophthirius multifiliis*), хілодотіаз (збудником є інфузорія *Chilodonella cyprinid*), костіаз (збудником є *Costia necatrix*) та отруєння накопиченими забруднювачами.

Культура осідає та промивається двома способами:

1. Протягом 3 до 7 днів: у контейнері з низькими бортами та шаром води висотою 3–5 мм при температурі 5–10°C. Протягом цього часу культуру

щоденно промивають і відділяють від мертвих особин за допомогою сита з маленькою сіткою;

2.Потягом 2–3 днів: у розчині акрифлавіну або його аналогів (акрифлавін, соляна кислота-3,6-діаміно-10-метил-акридин хлорид) у пропорції 100 мг препарату на 10 л води при температурі 10–12°C.

Основні методи очищення культури Tubifex:

Густий крохмаль наливається у відро з червими, після чого утворюється щільний шар червиів зверху, під ним шар крохмалю, а забруднення знаходиться знизу;

Черви щільно обгортаються марлею або нейлоною сіткою, згинаючи кінці тканини і розміщуючи таким чином сформований пакет у контейнері з невеликим шаром води, доливаючи гарячу воду. Уникаючи від неї, черви активно рухаються через клітини тканини і очищують кишечник;

Банка з червими зав'язується марлею і ставиться у гарячу воду. Через надзвичайно незручну температуру, черви активно рухаються через клітини тканини на поверхню і очищують кишечник.



Рис. 3.11 Очищення культури *Tubifex* за допомогою води.

Після виконання вищезазначених трьох операцій можна годувати рибу червими або зберігати їх живими або замороженими. Таким чином, він не втрачає своїх корисних властивостей протягом декількох місяців.

Заморожений черви-тубіфекс зручний у використанні, але льодяні кристали значно руйнують його тканину, тому рекомендується заморожувати лише великих червиів.

Для відокремлення великих особин від малих використовується їх властива поведінка у водному стовпі; великі черви осідають на дно швидше, ніж маленькі. Таким чином, черви кладуть на дно ємності і наповнюють водою (під невеликим тиском). Спочатку вода мутна, тому після того, як всі черви осіли, її обережно виливають. Цю процедуру повторюють, доки вода не стане прозорою. Потім та ж процедура повторюється, але дозволяючи великим особинам досягти дна, верхній шар з маленькими червиами, що плавають у ньому, видаляється у порожній контейнер. Потім, після того, як черви осідають на дно, вода також видаляється з цього контейнера. Ці операції повторюються, доки найбільші особини залишаться у одному контейнері, а менші, придатні для годівлі молоді риби, у іншому контейнері.

Tubifex містить приблизно 5% білків та 1% ліпідів. Він має високий рівень амінокислот, багато з яких є незамінними, але профіль жирних кислот не задовольняє потреби риби, вони майже не засвоюються її організмом. Ще одним недоліком живої їжі є малий вміст вітамінів та велика кількість жиру. Тому при постійному годуванні риби *Tubifex* спостерігається ожиріння та безпліддя. Після цього необхідно чергувати з іншими видами їжі. Для покращення харчової цінності *Tubifex* рекомендується додавати до культури комплекс вітамінів у порошку у розрахунку 0,25 грама на 100 грамів біомаси червиів щотижня. Також рекомендується замочувати його у розчинах вітамінів (А, В1, Е) у розрахунку 250 мг вітамінів на 100 г біомаси.

Маленьку рибу годують *Tubifex* за допомогою плавучих годівниць з сітчастим дном, а для молоді риби його необхідно подрібнити бритвою. Необхідно суворо контролювати виживання цього кормового організму, оскільки не з'їдений черви занурюється у ґрунт і починає активне розмноження.

3.2.1 Вплив різних субстратів на ріст та врожайність

Цей розділ дипломної роботи присвячений дослідженню ефективності різних субстратів у процесі вирощування червиїв *Tubifex*. Метою експерименту є визначення найбільш сприятливих умов для росту та розвитку цих організмів, що має важливе значення для аквакультури та біології водних систем.

Організація експериментальних умов:

Підготовка контейнерів: обрано три прозорі контейнери однакового розміру для забезпечення уніформності експериментальних умов. Контейнери були ретельно перевірені на наявність дефектів та очищені від можливих забруднень.

Підготовка субстратів: для експерименту використані наступні субстрати: свіжий садовий ґрунт, просіяний через сито; ґрунтова суміш для кімнатних квітів без хімічних добавок; порошкоподібний сухий мох, отриманий шляхом подрібнення в блендері.

Підготовка червиїв *Tubifex*: черви були придбані в спеціалізованому магазині та адаптовані до нових умов шляхом "відпочинку" у чистій воді.

Встановлення контролю: для точності вимірювань були підготовлені необхідні інструменти, такі як ваги, термометр та гігрометр.

Процедура експерименту з визначення ефективності різних субстратів для вирощування Tubifex:

Крок 1. Підготовка контейнерів з субстратами. У перший контейнер поміщено садовий ґрунт, заповнивши його до 2/3 об'єму. Другий контейнер заповнено ґрунтовою сумішшю для кімнатних квітів аналогічним чином. Третій контейнер заповнено порошкоподібним сухим мохом. Після заповнення контейнерів, субстрат у кожному з них ущільнено руками або використовуючи спеціальний інструмент.

Крок 2. Додавання червиїв. З використанням ваг, визначено 100 грамів червиїв для кожного контейнера. Червиї розподілені між контейнерами, забезпечуючи обережне поводження з ними. Після додавання червиїв,

субстрат у кожному контейнері зрошено для підтримки оптимального рівня вологості.

Крок 3. Розміщення контейнерів. Вибрано місце зі стабільною температурою близько 20°C, таке як спеціалізована кімната або теплиця. Контейнери розміщені таким чином, щоб забезпечити їм помірне освітлення, уникаючи прямих сонячних променів.

Крок 4. Щоденний моніторинг. Щодня вимірювалась температура та вологість в приміщенні за допомогою термометра та гігрометра. Перевірявся стан субстрату в кожному контейнері та зрошувався за потреби. Відмічалася активність та здоров'я червиїв.

Крок 5. Збір та вимірювання результатів. Після 30 днів досліду червиї збиралися з кожного контейнера та зважувалися окремо. Записувалися отримані результати для подальшого аналізу. Після завершення збору даних, переходжено до аналізу отриманих результатів для визначення ефективності різних субстратів у вирощуванні *Tubifex*.

Експеримент має на меті встановлення впливу різних типів субстратів на ріст та розвиток черви *Tubifex*, що є цінною інформацією для визначення оптимальних умов їх вирощування. Результати досліду можуть бути використані для підвищення ефективності аквакультурних технологій та розробки нових методів управління водними біоресурсами.

Розрахунки:

Приріст маси обчислювався за формулою:

Приріст маси = Кінцева маса червиїв – Початкова маса

Початкова маса червиїв у кожному контейнері становила 100 грамів.

Результати вимірювань кінцевої маси червиїв:

Контейнер 1 (20°C): Кінцева маса - 130 грамів.

Контейнер 2 (25°C): Кінцева маса - 150 грамів.

Контейнер 3 (30°C): Кінцева маса - 120 грамів.

Обчислення приросту маси у кожному контейнері:

Контейнер 1: Приріст маси становить 30 грамів.

Контейнер 2: Приріст маси становить 50 грамів.

Контейнер 3: Приріст маси становить 20 грамів.

Найбільший приріст маси спостерігався в контейнері 2 при температурі 25°C, що свідчить про оптимальні умови для росту та розвитку *Tubifex*. У контейнерах 1 та 3, де температура була відповідно нижчою та вищою, приріст маси був менший.

Окрім маси, важливим є загальний стан червиїв, включаючи їх активність та ознаки стресу чи хвороби. Стабільність інших умов, таких як якість води та рівень кисню, також була врахована для забезпечення об'єктивності результатів.

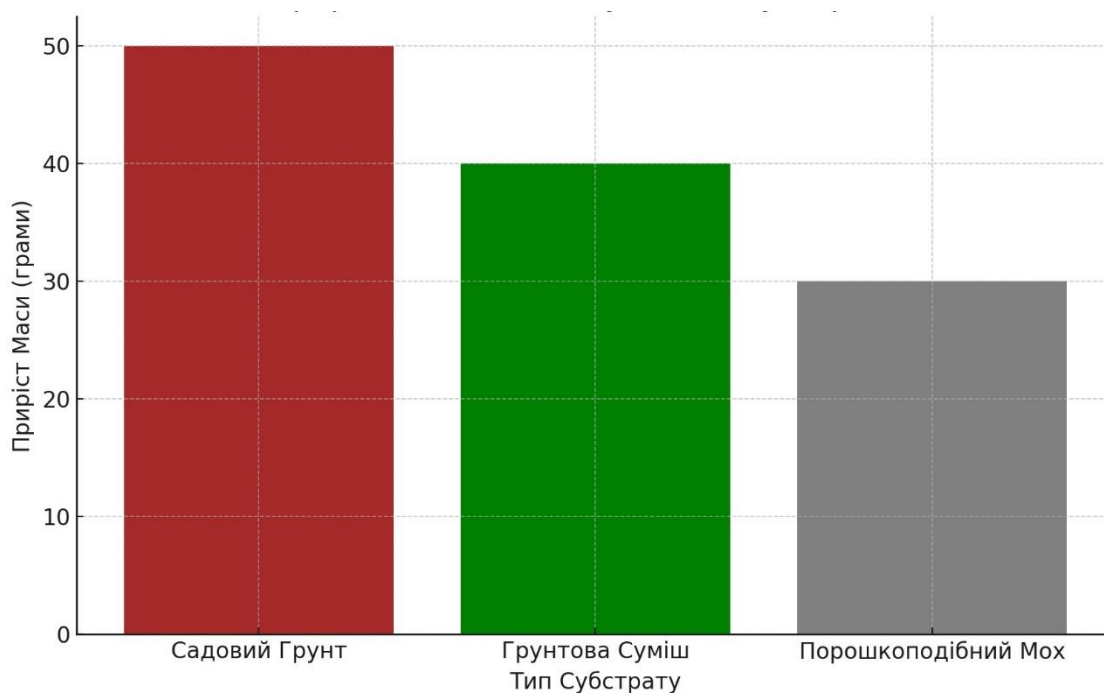


Рис.3.12 Оцінка ефективності різних субстратів для вирощування *Tubifex*

Графік чітко показує, що найбільший приріст маси спостерігається у садовому ґрунті, а найменший - у порошкоподібному моху. Це демонструє ефективність садового ґрунту як субстрату для вирощування *Tubifex tubifex* у порівнянні з іншими варіантами.

На основі аналізу результатів рекомендовано підтримувати температуру в районі 25°C для оптимального вирощування *Tubifex*. Цей температурний

режим забезпечує найкращі умови для росту та розвитку червиїв, з максимальним приростом маси та здоровим станом організмів.

3.2.2 Вплив температури на вирощування в текучій воді *Tubifex* .

Це дослідження має на меті вивчити вплив різних температур на розвиток та поведінку червиїв *Tubifex*. Використовуючи добре підготовлені лабораторні умови, ми спостерігали за *Tubifex* у трьох різних температурних режимах, щоб зрозуміти, як температура впливає на їхнє здоров'я та активність.

Експериментальні ємності були ретельно підготовлені та перевірені на герметичність. Три однакові контейнери були розміщені на стабільній поверхні у контрольованому середовищі. Червиї *Tubifex* були придбані в достатній кількості та зберігалися в оптимальних умовах до початку експерименту.

Для моніторингу температури води були закуплені водонепроникні термометри, які були калібровані для забезпечення точності вимірювань. Обігрівачі води були встановлені в кожному контейнері для підтримки температур 20°C, 25°C та 30°C.

Компресори для аерації були інстальовані для забезпечення достатнього рівня кисню у воді, з використанням аераційних каменів та дифузорів. Ваги були калібровані для точного вимірювання маси червиїв.

Контейнери були наповнені водою до необхідного рівня, забезпечуючи адекватний простір для червиїв. Температура в кожному контейнері регулювалася за допомогою термометрів і обігрівачів води. Після стабілізації температури, 100 грамів червів були додані до кожного контейнера.

Щоденний моніторинг включав вимірювання температури води, спостереження за активністю та здоров'ям червиїв, а також перевірку рівня кисню в воді. По завершенню 30-денного дослідження, червиї були зібрані та зважені, а дані були записані для подальшого аналізу.

Це дослідження дає важливі відомості про вплив температурного режиму на життєздатність та поведінку червиїв *Tubifex*. Результати цього дослідження не

тільки сприяють глибшому розумінню біологічних характеристик *Tubifex*, але й мають потенційне застосування в аквакультури та екологічних дослідженнях.

Розрахунки:

Визначимо приріст маси черв'яків у кожному контейнері:

Приріст маси=Кінцева маса черв'яків–Початкова маса

Початкова маса черв'яків у кожному контейнері: 100 грамів.

Кінцева маса черв'яків після 30 днів у контейнерах:

Контейнер 1 (20°C): 130 грамів.

Контейнер 2 (25°C): 150 грамів.

Контейнер 3 (30°C): 120 грамів.

Обчислення приросту маси:

Контейнер 1: Приріст маси=130г–100г=30г

Контейнер 2 : Приріст маси=150г–100г=50г

Контейнер 3: Приріст маси=120г–100г=20г

На основі отриманих даних, найбільший приріст маси черв'яків спостерігався в контейнері 2 при температурі 25°C.

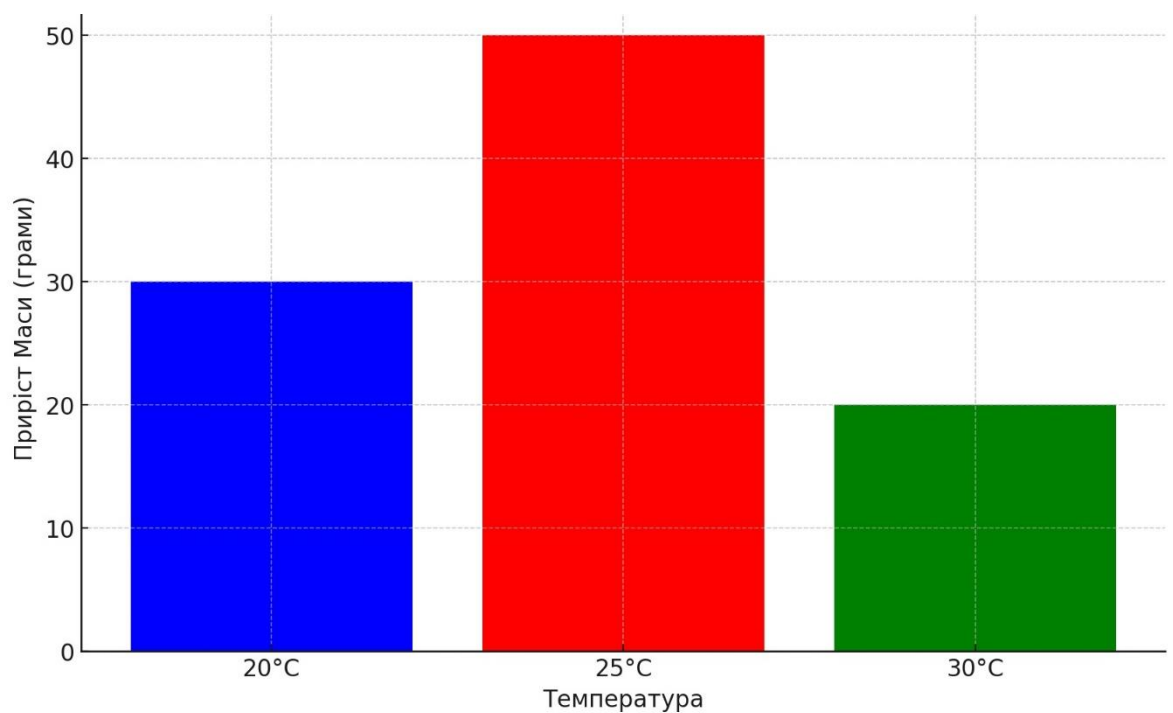


Рис 3.13 Вплив температури на приріст маси *Tubifex* у текучій воді

З графіку видно, що найбільший приріст маси червиів спостерігається при температурі 25°C.

Аналіз отриманих результатів дослідів з вивчення впливу температури на ріст Tubifex:

Проведено аналіз даних, отриманих в ході експерименту. Зосереджено увагу на прирості маси червиів у кожному з контейнерів.

Встановлено, що найбільший приріст маси спостерігався в контейнері з температурою 25°C. Це свідчить про оптимальність даного температурного режиму для росту червиів. Контейнери, де приріст маси був менший, дають підставу припускати, що інші температурні умови можуть бути менш ефективними для вирощування червиів.

Переконано, що інші умови, такі як рівень кисню та якість води, були однаковими в усіх контейнерах, що дозволяє зробити висновок, що різниця в результатах обумовлена зміною температури.

На основі аналізу результатів дослідів встановлено, що оптимальний діапазон температур для вирощування *Tubifex* у текучій воді становить приблизно 25°C. Даний температурний режим забезпечує найбільш сприятливі умови для росту та розвитку червиів, сприяючи максимальному приросту їх маси.

Рекомендовано підтримувати температуру близько 25°C для ефективного вирощування *Tubifex*. Подальші дослідження повинні включати аналіз якості води, рівня кисню, наявності поживних речовин, а також впливу інших факторів на здоров'я та врожайність червиів.

3.3 Дослідження *Grindal*

Grindal - це малий (0,5–12,0 мм) черви, який отримав свою назву на честь пані Мортон Гріндал зі Швеції, яка була першою, хто вирощував його як кормову культуру. Він живе в вологих ґрунтових районах, багатих органічними речовинами. Колір його тіла білий або жовтуватий, непрозорий.



Рис.3.14. *Grindal* у вологому органічному середовищі.

Він має велику репродуктивну здатність; при оптимальних умовах він подвоює свою біомасу за три дні. Живиться розкладаючою органічною речовиною, бактеріями та грибковими гіфами. При масовому розмноженні, за відсутності конкуренції та хижаків (наприклад, ґрунтових кліщів), *Grindal* - черви здатний пошкодити кореневу систему рослин. Перевагами *grindal*-червია як об'єкта вермікультури є здатність жити та розмножуватися при кімнатній температурі (22–28°C), яка є занадто високою для інших видів олігохет. Оптимальна температура для вирощування *Grindal* -червია коливається від 18 до 24°C. При температурі 14°C він припиняє розмноження, але підвищення температури до 24–26°C збільшує швидкість розмноження. Однак у цьому випадку посилюється розмноження кліщів, які часто потрапляють до культури. У цьому випадку можна відокремити червиів, поклавши їх у воду; вони осідуть на дно, а кліщі будуть на поверхні. Після цього ємність слід стерилізувати у кип'ятку, а субстрат знищити.

Годівля риби *Grindal* задовольняє потребу риби у вітамінах, оскільки він багатий на вітаміни А (0,196 мг), В2 (0,134 мг) та Е (0,058 мг). Крім того, він містить 9,7% сухої речовини, 70% білка, 14% жиру та 10% вуглеводів.



Рис.3.15. Співвідношення БЖВ *Grindal*

Годівля риби червами *Grindal* можлива для всіх вікових груп. Її харчова цінність залежить від складу корму для червиїв. Найпростіший спосіб збагачення біомаси червиїв вітамінами - це включення до їхнього раціону овочів. Довготривале годування риби червиом *Grindal* не рекомендується, оскільки, незважаючи на високий вміст білка, в ньому мало мінеральних солей та вітамінів, що може призвести до ожиріння, стерильності, зниження імунітету та інших харчових захворювань. Водночас використання черв'яка *Grindal* у раціоні декоративних видів риби під час підготовки до нересту має добрий ефект. Враховуючи вищевказане, рекомендується годувати рибу такою висококалорійною їжею, як черви *Grindal*, не частіше ніж через день, чергуючи його з іншою їжею. Жива біомаса *Grindal* може зберігатися майже без догляду протягом трьох місяців у холодильнику при температурі + 4°C.

3.3.1 Вплив різних видів субстрату на ріст і репродуктивність:

У рамках цієї дипломної роботи було проведено детальне дослідження, яке фокусується на аналізі впливу різних видів субстратів на ріст та репродуктивність організмів *Grindal*. Це дослідження має важливе значення для розуміння оптимальних умов їхнього розвитку.

Для досягнення цілей експерименту були використані п'ять однакових пластикових контейнерів, обрані за їх прозорість та зручність у використанні.

Лупа та мікроскоп забезпечували точний підрахунок особин, а пінцет використовувався для вилучення зразків.

У дослідженні брали участь субстрати: торф, гумус, сфагновий мох, пінопласт та ватин, кожен з яких був вибраний з огляду на його унікальні властивості. Чиста вода та дріжджі з вівсяними пластівцями служили для регулювання вологості та як поживний субстрат.

Контейнери були підготовлені з метою забезпечення стерильності, після чого черви були розділені на рівні порції та розміщені у кожен ємність. Субстрати були підготовлені до оптимального стану, забезпечуючи рівномірне розподілення поживного субстрату.

Ємності були розташовані у контрольованому середовищі, де підтримувалася стабільна температура та вологість, уникаючи прямих сонячних променів. Регулярний моніторинг включав аналіз чисельності черв'яків та стану субстратів.

По завершенню спостережного періоду було проведено аналіз зібраних даних. Важливість забезпечення однакових умов у всіх контейнерах була ключовим аспектом для об'єктивності та достовірності результатів.

Розрахунки:

У рамках проведеного дослідження було зосереджено увагу на аналізі впливу різних видів субстрату на ріст та репродуктивність *Grindal*. Протягом 30-денного періоду (1 місяць) було здійснено вимірювання та розрахунок середнього добового приросту черв'яків у різних субстратах. Формула для розрахунку середнього добового приросту була наступною:

$$\text{Середній добовий приріст} = \frac{\text{Кількість черв'яків в кінці періоду} - \text{початкова}}{\text{Кількість днів дослідження}}$$

Результати розрахунків для кожного субстрату були наступні:

Торф: Початкова кількість = 100; Кількість в кінці = 500

Гумус: Початкова кількість = 100; Кількість в кінці = 600

Сфагновий мох: Початкова кількість = 100; Кількість в кінці = 450

Пінопласт: Початкова кількість = 100; Кількість в кінці = 150

Ватин: Початкова кількість = 100; Кількість в кінці = 200

Розрахунки середнього добового приросту:

$$\text{Торф: Середній добовий приріст} = \frac{500-100}{30} = 13.33$$

$$\text{Гумус: Середній добовий приріст} = \frac{600-100}{30} = 16.67$$

$$\text{Сфагновий мох: Середній добовий приріст} = \frac{450-100}{30} = 11.67$$

$$\text{Пінопласт: Середній добовий приріст} = \frac{150-100}{30} = 1.67$$

$$\text{Ватин: Середній добовий приріст} = \frac{200-100}{30} = 3.33$$

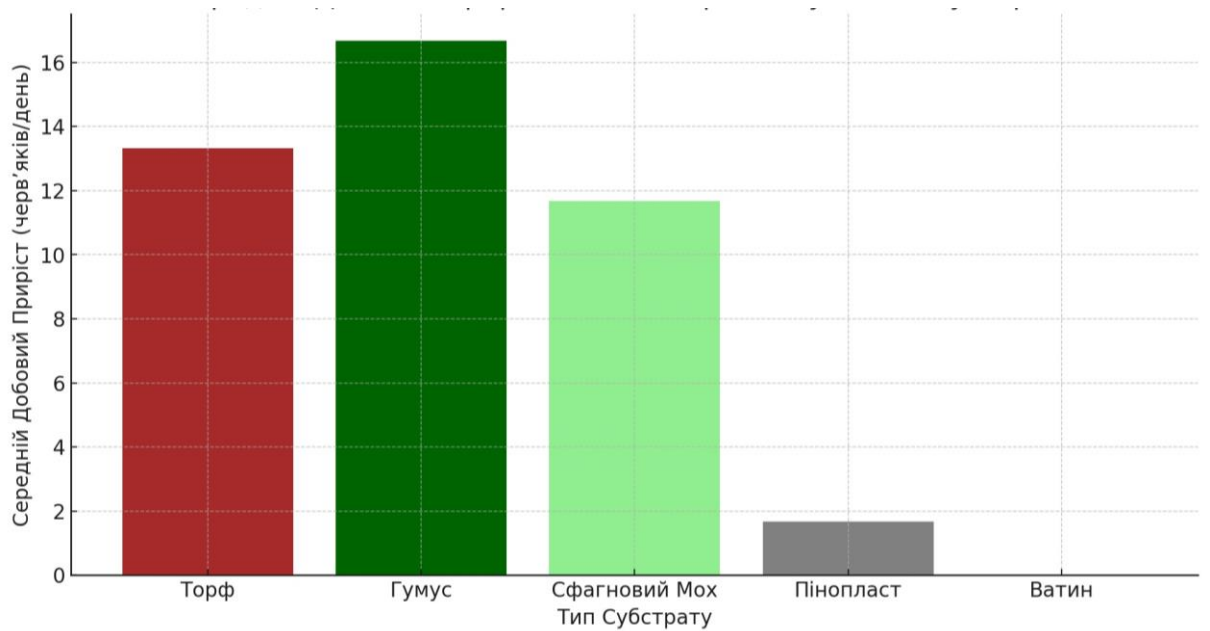


Рис 3.16 Вплив різних типів субстратів на середній добовий приріст *Grindal*.

Цей графік демонструє середній добовий приріст *Grindal* у різних субстратах, включаючи торф, гумус, сфагновий мох, пінопласт, і ватин. З графіка видно, що найвищий середній добовий приріст червиів був у субстраті "Гумус".

На основі цих розрахунків було встановлено, що субстрат "Гумус" демонструє найвищий середній добовий приріст серед усіх випробуваних субстратів, а саме 16.67 червів на день. Цей результат вказує на високу ефективність гумусу як оптимального середовища для росту та репродуктивності *Grindal*.

У порівнянні з іншими субстратами, пінопласт та ватин показали значно менший приріст, що робить їх менш підходящими для використання в якості основного середовища для вирощування цих червиїв. Отже, з урахуванням цих даних, для оптимізації умов вирощування *Grindal* рекомендується застосування гумусу як основного субстрату.

Ці висновки мають важливе значення для подальших біологічних та екологічних досліджень, спрямованих на вивчення та оптимізацію умов життя та розмноження малорозмірних організмів, зокрема *Grindal*.

3.3.2 Оптимальний інтервал годівлі

Вивчення впливу різних інтервалів годівлі на життєдіяльність *Grindal* є критично важливим аспектом для забезпечення їх ефективного вирощування та максимальної продуктивності. Основна мета цього дослідження полягає в тому, щоб з'ясувати, який інтервал годівлі найбільше сприяє росту та репродукції червиїв. *Grindal* широко використовуються як корм для акваріумних риб та інших водних організмів. Отже, їхня продуктивність прямо впливає на ефективність акваріумного господарства. Знаючи оптимальний інтервал годівлі, можна максимізувати врожайність та зменшити витрати на годівлю.

Зміна інтервалів годівлі може мати значний вплив на швидкість росту та репродукційні показники *Grindal*. Це може бути пов'язано з фактом, що різні інтервали годівлі впливають на доступність поживних речовин, що, у свою чергу, може впливати на швидкість росту та репродукційні можливості. Залежно від інтервалу годівлі, можна очікувати відмінності в швидкості росту, в репродуктивності, а також в загальному стані здоров'я *Grindal*. Знайдений оптимальний інтервал годівлі буде корисним для покращення методів вирощування та забезпечення стабільного врожаю червиїв.

Обладнання та матеріали для дослідження включали:

Чотири ємності однакового розміру використовувались як місце проживання для червиїв. Субстрат (гумус) вибраний згідно з попереднім дослідом для забезпечення узгодженості. Поживний субстрат складався з дріжджів, змішаних з меленими вівсяними пластівцями. Водяне джерело для

підтримки оптимального рівня вологості. Лупа або мікроскоп для підрахунку червиів і моніторингу їхнього стану.

Процедура дослідю включала наступні кроки:

Підготовка ємностей: ємності були заповнені гумусом і ретельно зволожені. Кожну ємність населяли однаковою кількістю червиів. Інтервали годівлі були різними для кожної ємності (щоденно, кожні 2 дні, кожні 3 дні, кожні 4 дні). Годування здійснювалось згідно з встановленими інтервалами з однаковою кількістю поживного субстрату. Кожні 2 дні проводився моніторинг стану ємностей та підрахунок кількості червиів.

Розрахунки:

У цьому розділі дипломної роботи представлені розрахунки, спрямовані на визначення оптимального інтервалу годівлі *Grindal*, з урахуванням їх репродуктивних та ростових показників. Дослідження базується на аналізі середнього добового приросту популяції червиів в різних умовах годівлі.

Для кожної ємності розраховую середній добовий приріст за формулою:

$$\text{Середній добовий приріст} = \frac{\text{Кількість червиів в кінці періоду} - \text{початкова кількість}}{\text{Кількість днів дослідю}}$$

Визначаю, при якому інтервалі годівлі спостерігається найвищий середній добовий приріст.

Початкова кількість червиів у кожній ємності: 100

Тривалість дослідю: 30 днів

Кількість червиів в кінці періоду відповідно до інтервалу годівлі:

Щоденна годівля: 300

Годівля кожні 2 дні: 250

Годівля кожні 3 дні: 200

Годівля кожні 4 дні: 150

Результати розрахунків:

$$\text{Щоденна годівля: Середній добовий приріст} = \frac{300 - 100}{30} = 6.67$$

$$\text{Годівля кожні 2 дні: Середній добовий приріст} = \frac{250 - 100}{30} = 5$$

$$\text{Годівля кожні 3 дні: Середній добовий приріст} = \frac{200-100}{30} = 3.33$$

$$\text{Годівля кожні 4 дні: Середній добовий приріст} = \frac{150-100}{30} = 1.67$$

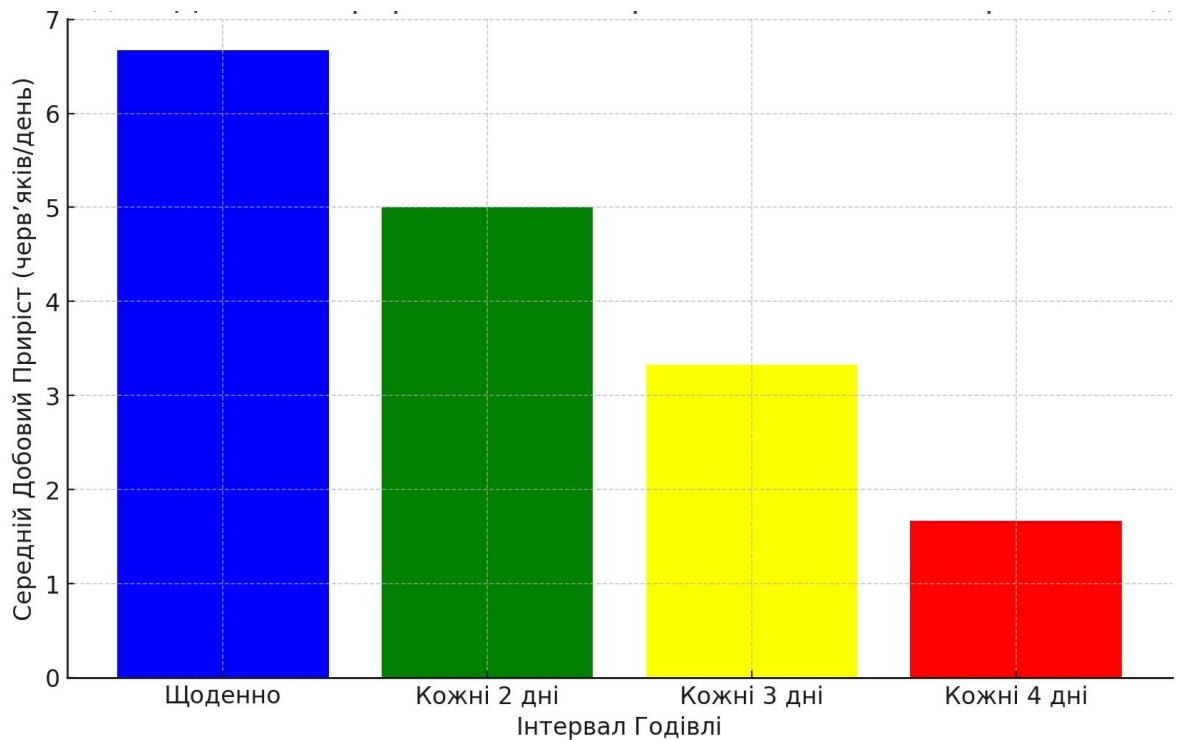


Рис 3.17. Вплив інтервалу годівлі на середній добовий приріст.

Графік відображає середній добовий приріст *Grindal* за різних інтервалах годівлі. З графіку видно, що найвищий середній добовий приріст спостерігається при щоденній годівлі. Це вказує на те, що регулярна годівля є ключовим фактором для забезпечення оптимального росту та репродуктивності цих організмів.

На основі проведених розрахунків було встановлено, що найвищий середній добовий приріст спостерігається при щоденній годівлі, який складає 6.67 червиів на день. Це свідчить про те, що щоденна годівля є найефективнішою для стимулювання росту та репродуктивності *Grindal*. Інші інтервали годівлі, такі як годівля кожні 2, 3, або 4 дні, показали менші показники приросту, що може свідчити про недостатність поживних ресурсів або стрес через нерегулярність годівлі. Таким чином, для оптимізації умов вирощування та досягнення максимальної продуктивності *Grindal* рекомендується здійснювати щоденну годівлю.

4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Представники родини *Naididae* є групою прісноводних олігохет, що також мешкає у прісних водоймах, переважно в зоні прибережжя. Ці черви пристосовані до життя в водному ґрунті, вони також можуть бути індикатором екологічного стану середовища.

Однак, утримання таких організмів в акваріумних умовах може мати ряд наслідків. По-перше, це може призвести до накопичення органічних відходів. Якщо ці відходи не видаляються належним чином, вони можуть стати джерелом забруднення. До того ж, використання хімічних реагентів, таких як ліки або добавки для підтримки здоров'я *Naididae*, може негативно позначитися на якості води, якщо ці речовини не виводяться з системи правильно.

Також існують потенційні екологічні загрози. Наприклад, збір диких популяцій *Naididae* для акваріумного утримання може спричинити зниження їх чисельності в природі, порушуючи при цьому природну екологічну рівновагу. Інший ризик полягає в тому, що ці організми можуть випадково потрапити в природні водойми, де вони раніше не були представлені, спричиняючи тим самим зміни в місцевій біоті.

З іншого боку, утримання *Naididae* в акваріумі може мати й позитивний вплив. Це може служити джерелом цінних наукових досліджень, які допоможуть у збереженні і відновленні природних популяцій. Також акваріуми можуть стати освітніми інструментами, залучаючи громадськість до проблем збереження біорізноманіття. Отже, з урахуванням цих аспектів, важливо розробити методики, які допоможуть оптимізувати утримання та розведення цих організмів без шкоди для навколишнього середовища.

Методи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище при утриманні і розведенні *Naididae* включають ряд дій. По-перше, важливо оптимізувати систему фільтрації, встановлюючи ефективні фільтри для вилучення органічних та шкідливих речовин з води, а також регулярно обслуговувати та чистити ці фільтри. Щодо хімічних реагентів, потрібно

обмежити їх використання, застосовуючи лише ту кількість, яка дійсно необхідна, та обирати безпечні та екологічно чисті засоби для догляду за акваріумом.

Додатково, важливо обмежити втручання в природні популяції, звертаючись до методів розведення в неволі та співпрацюючи з екологічними організаціями щодо збору даних про стан природних популяцій. Профілактика випадкового виведення передбачає створення бар'єрів та систем безпеки для попередження потрапляння *Naididae* в природні водойми, а також інформування акваріумістів про ризики інтродукції. Регулярний моніторинг якості води дозволить вчасно виявити забруднення і відповідно адаптувати систему утримання. Нарешті, освіта та підвищення обізнаності через семінари, воркшопи та інформаційні матеріали забезпечать екологічну освіченість та відповідальність спільноти акваріумістів. Застосування цих методів сприятиме мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Рекомендації по використанню енергоефективного обладнання передбачають декілька ключових аспектів. При покупці нового обладнання важливо звертати увагу на етикетки енергоефективності, оскільки вироби з вищим рейтингом ефективності використовують менше енергії. Рекомендується замінити звичайні лампи на LED-лампи для зниження споживання електроенергії та подовження терміну служби. Термостати для контролювання температури в акваріумах допомагають уникнути непотрібних витрат. Важливо обирати пристрої з режимом "сон", які автоматично вимикаються під час бездіяльності, та регулярно обслуговувати їх для підтримки високої продуктивності. Оптимальне використання обладнання, уникаючи одночасної роботи великої кількості пристроїв, та додаткова ізоляція акваріумів можуть значно зменшити споживання енергії. Ефективні насоси та фільтри забезпечують оптимальний обіг води, в той час як датчики руху та таймери автоматично регулюють роботу обладнання. Останнім, але не менш важливим є освіта та навчання персоналу, які підкреслюють важливість енергоефективності та правильного використання обладнання. Застосування

цих рекомендацій забезпечить збереження ресурсів, зниження витрат та екологічну стійкість діяльності.

Для ефективного використання та повторного використання води рекомендується проводити моніторинг споживання, встановлюючи водоміри, які допомагають виявити ключові точки споживання і витіки. Системи фільтрації та очищення води дозволять її повторно використовувати в акваріумних системах, а замкнені системи водопостачання зменшують втрати води. Розгляньте збір дощової води для різних потреб та обмежте використання хімікатів, щоб спростити повторне використання води. Навчання персоналу методам збереження води підвищує їхню відповідальність до цього важливого ресурсу. Ефективні насоси та фільтри забезпечують оптимальний обіг води, в той час як подільне використання води між різними системами знижує загальний обсяг її заміни. Системи відновлення води, такі як осмос чи дистиляція, можуть допомогти у повторному використанні, а регулярний огляд інфраструктури забезпечує її надійність та ефективність. Дотримання цих рекомендацій сприятиме збереженню водних ресурсів, економії коштів та покращенню екології.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Безпека особистого персоналу є пріоритетом при утриманні і розведенні *Naididae*. Носіння спеціалізованого одягу, такого як рукавички, захисні окуляри або фартухи, є обов'язковим при роботі з акваріумами або хімічними реагентами. Регулярні курси з безпеки допомагають персоналу розуміти потенційні ризики. Важливо мати розроблені аварійні плани на випадок різних ситуацій, включаючи витoki води, пожежі або хімічні аварії, а також встановлені аварійні вимикачі для швидкого реагування. Управління хімічними ризиками включає в себе безпечне зберігання реагентів у спеціалізованих контейнерах та чітке маркування. Електрообладнання повинно розташовуватися подалі від води, і його стан необхідно регулярно перевіряти. Системи вентиляції забезпечують циркуляцію повітря та виведення шкідливих речовин, а пожежні датчики та вогнегасники повинні бути встановлені в доступних місцях. Правильне навчання персоналу з пожежної безпеки також є критично важливим. Охорона праці вимагає постійного моніторингу та оновлення стандартів та процедур.

Заходи забезпечення безпеки при роботі з представниками родини *Naididae* починаються з вивчення їх біології та поведінки, що допомагає ідентифікувати потенційні загрози для персоналу. Окрім того, оцінюються ризики від використання хімічних реагентів або інших матеріалів. Для особистого захисту рекомендується носити рукавички при контакті з водою або ґрунтом акваріума та окуляри при роботі з хімікатами. Важливо розробляти та дотримуватися стандартних процедур при роботі з *Naididae* та використовувати спеціалізовані інструменти. Підготовка персоналу має включати регулярні тренінги з безпеки та інформування про потенційні алергічні реакції. Акваріуми слід розташовувати безпечно, щоб уникнути ударів, а обладнання потрібно регулярно перевіряти на пошкодження. Екстрені процедури повинні бути чітко визначені для випадків втеч чи інших аварій, а також слід забезпечити доступ до комплектів першої допомоги та

навчання їх використання. Дотримуючись цих заходів, можна забезпечити безпеку та знизити ризик надзвичайних ситуацій при роботі з *Naididae*.

При роботі з представниками родини *Naididae* важливо знати та дотримуватися правил безпеки у надзвичайних та аварійних ситуаціях. У випадку втечі особин слід негайно закрити доступ до приміщень та використовувати інструменти для виловлювання, інформуючи колег про небезпеку. Розлив речовин або води вимагає відключення електрики в зоні інциденту та використання поглинальних матеріалів для їх усунення. При аварії з електрообладнанням необхідно відключити джерело живлення і уникати контакту з вологою. У випадку пожежі необхідно використовувати вогнегасники для маленьких вогнищ або евакуюватися та викликати пожежну службу при серйозних пожежах. Якщо є контакт з небезпечними речовинами, місце контакту треба промити водою, а при потраплянні в очі – промивати їх великою кількістю води. У випадку втрати електропостачання слід перевірити резервні системи та забезпечити достатнє кисню для живих організмів. Всі ці процедури повинні бути в письмовому вигляді та доступні для персоналу, а регулярні тренінги допоможуть забезпечити готовність до дій у надзвичайних обставинах.

Медична підготовка та перша допомога відіграють важливу роль в забезпеченні безпеки на робочому місці. Основою цієї підготовки є вивчення анатомії та фізіології людини, що допомагає розуміти механізми травм і їх вплив на організм. Співробітникам важливо знати типові ситуації, які можуть призвести до травм, такі як опіки, порізи, ударні травми та інгаляційні травми. Вони повинні вміти швидко і коректно оцінити стан потерпілого, перевіряючи його дихання, пульс і свідомість. Навички, як діяти при кровотечах, обмороках, отруєннях та інших невідкладних станах, є життєво важливими, так само як і вміння проводити реанімаційні заходи.

Щоб забезпечити ефективну першу допомогу, кожен лабораторний та робочий простір має бути оснащений стандартним набором, який регулярно перевіряється та поповнюється. Чіткі ознаки місцезнаходження цих наборів

повинні бути добре видимими для усіх працівників. У випадку особливих ризиків, таких як робота з отруйливими речовинами, набори можуть бути доповнені спеціальними антідотами.

Окрім знань, практичний досвід також відіграє ключову роль. Регулярні курси, семінари та практичні тренування допомагають персоналу оновлювати та вдосконалювати свої навички. Аналіз реальних випадків і доступ до актуальних інформаційних ресурсів забезпечують глибоке розуміння та готовність діяти в надзвичайних ситуаціях.

Забезпечення якості повітря та вентиляція відіграють ключову роль у створенні здорового робочого середовища. Сучасні вентиляційні системи допомагають підтримувати оптимальний рівень якості повітря, знижуючи рівні шкідливих речовин. Особливо важливо мати локальні витяжні системи при роботі з небезпечними речовинами, такими як розчинники, гази або токсичні матеріали. Для забезпечення безперебійної роботи цих систем, вони регулярно очищаються та обслуговуються. Спеціалізоване обладнання, таке як сенсори вмісту CO₂, вологості, пилу та інших шкідливих речовин, використовується для моніторингу якості повітря. Періодичний аналіз зібраних даних дозволяє виявляти проблеми та адаптувати системи вентиляції. Крім того, регулярні інспекції з боку спеціалістів гарантують високий стандарт якості повітря та вентиляції. Навчання персоналу розпізнавати симптоми погіршення якості повітря є ще однією важливою частиною цього процесу, щоб вони могли вчасно вживати заходів. Такий підхід спрямований на забезпечення здоров'я та безпеки всього персоналу, а також на запобігання ризикам, пов'язаним з низькою якістю повітря.

Психологічна підготовка є вітальною частиною успішної роботи колективу. Спеціалізовані програми тренувань допомагають персоналу ефективно впорюватися із стресовими ситуаціями, що можуть виникати на робочому місці. Це доповнюється регулярними семінарами та воркшопами, де співробітники вивчають техніки релаксації, саморегуляції та позитивного мислення. Рольові ігри та симуляційні вправи надають можливість відточити

ці навички у безпечних умовах. Крім того, важливо мати доступ до кваліфікованих психологів, які надають консультаційну підтримку у випадках особистих криз чи надзвичайних ситуацій. Індивідуальні та групові сесії можуть стати в нагоді для тих, хто стикається з особливо важкими обставинами. Раннє виявлення ознак виснаження або емоційного вигорання також допомагає своєчасно надати необхідну підтримку. Постійний доступ до ресурсів з психологічного здоров'я, створення відкритого середовища для обговорення проблем та підтримка від колег гарантують, що психологічна стійкість стане ключовим аспектом робочого процесу, особливо в умовах високої напруженості або ризику.

ВИСНОВОКИ

У ході виконання дипломної роботи було проведено комплексне дослідження, спрямоване на вивчення біотехнологічних аспектів утримання і розведення представників родини *Naididae* в акваріумальних умовах. Робота базувалася на аналізі наукової літератури, проведенні експериментальних досліджень та практичному досвіді утримання цих організмів.

Результати дослідження дозволили визначити оптимальні умови для життєдіяльності та розмноження червів родини *Naididae*, такі як температура, рівень кисню, рН води та харчові потреби. Було розроблено та впроваджено ефективні методики годівлі гідробіонтів, які забезпечують високу виживаність та репродуктивність червів у штучних умовах.

Вивчені особливості розмноження та регенерації видів *Aulophorus*, *Grindal* та *Tubifex*, що дозволяє розробити рекомендації для акваріумістів та спеціалістів у галузі аквакультури щодо утримання цих видів як живого корму для риб та інших водних тварин.

Проведені дослідження сприяють кращому розумінню процесів, які відбуваються в акваріумних умовах та відкривають нові перспективи для акваріумістики та аквакультури. Результати дослідження можуть бути використані для подальшого вдосконалення методик утримання та розведення червів родини *Naididae*, а також для збагачення біотехнологічного потенціалу акваріумальної сфери.

ПРОПОЗИЦІЇ

На основі проведеного дослідження можна стверджувати, що впровадження інноваційних технологій відіграє ключову роль у покращенні умов утримання та розведення представників родини *Naididae*. Рекомендується введення автоматизованих систем контролю якості води, що забезпечить точне та своєчасне моніторингове втручання.

Створення партнерств з науково-дослідницькими установами сприятиме ефективному обміну знаннями та спільним дослідженням. Така колаборація може виявитися вирішальною для розвитку нових та ефективних методів утримання та розведення цих організмів.

Підкреслюється важливість регулярного ведення та оновлення документації з усіх аспектів утримання та розведення *Naididae*. Така практика дозволяє відслідковувати прогрес та виявляти потреби в корекції, що є важливим для забезпечення стабільності та здоров'я популяцій.

Необхідно розробити та впровадити етичні норми та принципи при роботі з живими організмами. Дотримання цих принципів забезпечить гуманне ставлення та благополуччя представників родини *Naididae*.

Значною мірою успіх утримання та розведення залежить від кваліфікації персоналу. Регулярні тренінги та семінари повинні бути організовані для підвищення професійних навичок команди, що працює з *Naididae*.

Дотримання принципів сталого розвитку важливе для мінімізації впливу на довкілля та забезпечення довгострокової стабільності популяцій.

Важливо створити платформи для взаємодії з громадськістю та іншими зацікавленими сторонами. Така відкритість сприятиме кращому розумінню та підтримці наших діяльностей серед широкої публіки.

З урахуванням вищезазначених рекомендацій, можна зробити висновок, що існує реалістична можливість забезпечення ефективного, сталого та етичного утримання та розведення представників родини *Naididae* в акваріумальних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aquatic Oligochaeta of the Netherlands and Belgium: Identification Key to the Oligochaetes / eds. Ton van Haaren, Jan Soors. Belgium: Brill, 2013. 304 с.
2. Basics of aquaculture and hydrobiotechnology / Fedonenko O. et al. // WSN. 2017. Vol. 88(1). 57с.
3. Costa, M.H. & R.G. ALVES. 2014. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em ambientes lóxicos: estudos ecológicos e aplicações em biomonitoramento. Revista de Biologia Neotropical 1: 15-32 с.
4. Envall Ida, Källersjö Mari, Erséus Christer. "Molecular evidence for the non-monophyletic status of Naidinae (Annelida, Clitellata, Tubificidae)" // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2016. 570–584 с.
5. Erséus Christer, Wetzel Mark J., Gustavsson Lena. "ICZN rules — a farewell to Tubificidae (Annelida, Clitellata)" // Zootaxa. — 2018. — Vol. 1744. - 66-68 с.
6. Fairchild E. A., Bergman A. M., Jesse T. Production and nutritional composition of white worms *Enchytraeus albidus* fed different low-cost feeds // Trushenski Aquaculture. 2017. 24 с.
7. Ferrelra, A.L. & J.A. Lucena. 2016. Resposta da comunidade de Oligochaeta (Annelida: Clitellata) a gradientes de poluição em rios urbanos. Biota Neotropica 6: 1-12 с.
8. Friederich U., Volland W. Breeding Food Animals: Live Food for Vivarium Animals. Germany: Krieger Pub., 2014. 178 с.
9. Gomes, L.C. & E.P. Cunha. 2018. Influência da poluição orgânica sobre a fauna de Oligochaeta em rios do semiárido brasileiro. Revista de Biologia Tropical 56: 1125-1134 с.
10. Hubanova, N. L. (2019). Production of zoobenthos in various areas of the Dnipro (Zaporizhzhia) reservoir. Agrology, 2(3), 156–160. doi: 10.32819/019023
11. Hubanova, N. L. (2023). Trophic activity of amphibians as a factor influencing the state of ecosystems of the Dnipro River valley. Ecology and Noospherology, 34(1), 40–44. doi:10.15421/032306

12. Lima, P.R. & R.G. ALVES. 2019. Estrutura da comunidade de Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em ambientes aquáticos urbanos e sua aplicação como indicador biológico. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 9: 23-30 c.
13. Memi D., Çelikkale M. S., Ercan E. The Effect of Different Diets on the White Worm (*Enchytraeus albidus* Henle, 1837) Reproduction // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2014. № 4. 5—7 c.
14. Miranda, A.S. & L.F. Silva. 2016. Distribuição espacial e temporal de Oligochaeta em um reservatório tropical. *Acta Limnologica Brasiliense* 22: 400-409
15. Oliveira, M.D. & A.C. Pinder. 2019. Respostas de comunidades de Oligochaeta a impactos antropogênicos em córregos urbanos. *Hydrobiologia* 675: 119-130 c.
16. Santos, P.C. & L.F. Silva. 2013. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) e sua relação com os níveis de poluição em rios urbanos. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 3: 34-41 c.
17. Souza, J.R. & M.A. Toledo. 2018. Variação sazonal de Oligochaeta em um lago poluído do município de São Paulo. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 29: 239-244 c.
18. Surhone L. M., Timpledon M. T., Marseken S. F. *Vermicompost: Composting, Eisenia Foetida, Enchytraeus Buchholzi, Earthworm, Organic Matter, Organic Fertilizer, Perionyx excavatus, Invasive Species, Angling, Compost Tea, Windrow Styrofoam*. Germany: Betascript Publishing, 2016. 132 c.
19. Vlelra, N.K. & A.C. Pinder. 2014. Distribuição de Oligochaeta em reservatórios do Rio Paraná, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliense* 17: 141-151 c.
20. Walsh M. L. White Worms *Enchytraeus albidus* as a Live Feed and in Formulated Aquafeeds // *World Aquaculture*. 2014. Vol. 21. 44—46 c.
21. Wetzel, M. J., and R. O. Brinkhurst. 2015. Taxonomy, systematics, and ecology of the aquatic Oligochaeta. In: Wetzel, M. J., and K. A. Coates (eds.), *Systematics, biology, and ecology of aquatic Oligochaeta*. *Hydrobiologia* 406: 9-19 c.

22. Аулофорус, водяная змейка. URL: <https://aquastatus.ru/viewtopic.php?t=33002>.
23. Бейли М. Золотая книга аквариумиста., 2013. 116 с.
24. Богданов Г. О. Выживаемость и плодовитость *Tubifex tubifex* (*Tubificidae*) при содержании и разведении в лабораторных условиях Вестник ЧелГУ. 2015. № 4 131—134 с.
25. Ловля и разведение трубочника. URL: <http://www.aqualover.ru/fauna/tubificidae-catching-and-cultivation.html>.
26. Михайлов В. Аквариум. Корм и питание рыб, 2014. 67 с.
27. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Корма и кормление рыб в аквакультуре: Моркнига, 2013. 417 с.
28. Разведение водяной змейки аулофорус в домашних условиях. URL: http://vekzotike.ru/tab1_ciulok/jivoy_korm/aulophorus.php.
29. Разведение гриндальского червя. URL: <https://new-aquarist.ru/razvedenie-grindalskogo-chervyu>
30. Трубочник обыкновенный. URL: <http://worldaquarium.ru/trubochnik/>