

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету тваринництва
та водних біоресурсів
_____ Руслан КОНОНЕНКО
« ____ » _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
гідробіології та іхтіології
_____ Наталія РУДИК-ЛЕУСЬКА
« ____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Технологічні аспекти вирощування личинок м'ясної мухи
для потреб аквакультури»**

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

Гарант освітньої програми

к.с.-г.н., доцент

Меланія ХИЖНЯК

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

к.с.-г.н., доцент

Меланія ХИЖНЯК

Виконав

Олексій СТРАШНИЙ

КИЇВ – 2026

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри
гідробіології та іхтіології
д.б.н., доц.
_____ **Наталія РУДИК-**
ЛЕУСЬКА
«__» _____ **2025 р.**

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

СТРАШНОМУ ОЛЕКСІЮ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура
Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Технологічні аспекти вирощування личинок м'ясної мухи для потреб аквакультури»
затверджена наказом ректора НУБіП України №2627 «С» від 31.10.2025 р.
Термін подання завершеної роботи на кафедру: 2026.05.10

Вихідні дані до бакалаврської роботи: еколого-біологічні особливості розведення личинок м'ясної мухи, особливості живлення та розмноження, біохімічний склад як об'єкта живлення риб, способи культивування.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати літературні джерела щодо сучасного стану та тенденцій розведення кормових організмів для потреб аквакультури, дати характеристики еколого-біологічну особливостям об'єктів розведення, навести вимоги до умов вирощування.
2. Проаналізувати способи культивування личинок м'ясної мухи з метою одержання товарної продукції.
3. Навести основні санітарно-профілактичні заходи при розведенні живих кормів на підприємствах аквакультури.

Перелік графічних документів (за потреби) таблиці, рисунки.

Дата видачі завдання « 15 » листопада _____ 2025 р.

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ **Меланія ХИЖНЯК**

Завдання прийняв до виконання

_____ **Олексій СТРАШНИЙ**

РЕФЕРАТ

Страшний О.О. «Технологічні аспекти вирощування личинок м'ясної мухи для потреб аквакультури». Дипломна робота містить: 53 сторінки, 4 рисунки, 3 таблиці, 44 джерела літератури.

Дослідження проводилися на базі приватного підприємства, що здійснює вирощування личинок м'ясної мухи.

Мета роботи – дослідження технологічних аспектів вирощування личинок м'ясної мухи для потреб аквакультури.

Об'єкт дослідження – личинки м'ясної мухи.

Предмет дослідження – технологічні параметри вирощування личинок м'ясної мухи.

Методи дослідження. У роботі використано аналітичні методи, експериментальні дослідження, спостереження, порівняння, біометричні вимірювання, а також методи статистичної обробки результатів.

У роботі наведено результати експериментальних досліджень на базі наявного та існуючого підприємства, діяльність якого спрямована на виготовлення продукції для годування риб, але в площині риболовного вектору, проведено їх аналіз та статистичну обробку, на підставі чого сформульовано практичні рекомендації щодо впровадження технології вирощування личинок у виробничих умовах.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання розроблених рекомендацій для організації виробництва личинок м'ясної мухи, як живого корму, що сприятиме підвищенню ефективності аквакультурних господарств та зниженню витрат на штучні корми.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АКВАКУЛЬТУРА, ЖИВІ КОРМИ, ЛИЧИНКИ М'ЯСНОЇ МУХИ, ОПАРИШ, БІЛКОВИЙ КОРМ, ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ, БІОБЕЗПЕКА.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| РОЗДІЛ 1. ЖИВІ КОРМИ В ГОДІВЛІ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ | 7 |
| 1.1. Сучасний стан та тенденції культивування живих кормів в аквакультурі..... | 7 |
| 1.2. Еколого-біологічні особливості об'єктів культивування..... | 12 |
| 1.3. Висновки за оглядом літератури..... | 27 |
| РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 29 |
| РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 33 |
| 3.1. Особливості розмноження личинок м'ясної мухи в умовах промислового вирощування | 33 |
| 3.2. Особливості живлення личинок м'ясної мухи | 36 |
| 3.3. Способи культивування личинок м'ясної мухи з метою одержання товарної продукції | 38 |
| 3.4 Санітарно-профілактичні заходи культивування личинок м'ясної мухи..... | 41 |
| ВИСНОВКИ..... | 45 |
| ПРОПОЗИЦІЇ..... | 46 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 48 |

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток аквакультури характеризується інтенсифікацією виробництва та зростанням потреби у високоякісних, економічно доступних і біологічно повноцінних кормах. Особливо гостро проблема забезпечення кормовою базою постає на ранніх стадіях розвитку риб, коли традиційні штучні корми не забезпечують достатнього рівня засвоєння поживних речовин. У зв'язку з цим значну роль відіграють живі корми, які мають високу біологічну цінність і стимулюють природну харчову поведінку риб [1-3].

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є використання личинок комах – м'ясної мухи (опариша) та чорної львинки як альтернативного джерела білка [1, 16]. Личинки комах характеризуються високим вмістом протеїну, швидким ростом, здатністю ефективно переробляти органічні відходи та відносною простотою культивування [5]. Використання таких кормів відповідає сучасним тенденціям розвитку та ресурсоефективності [5, 8, 10, 11]. Проте, наявна велика кількість перешкод та перепон розвитку ферм з вирощування, зокрема личинок м'ясної мухи через невизначеність правового регулювання, складність технологічних процесів, існування кадрової проблеми та проблеми ринку збуту [25].

Разом із тим технологія вирощування личинок м'ясної мухи потребує детального наукового обґрунтування, оскільки ефективність їх виробництва залежить від комплексу факторів: температурного режиму, вологості, типу кормового субстрату, щільності посадки та санітарно-гігієнічних умов [4]. Недостатнє врахування цих параметрів може призводити до зниження продуктивності та якості отриманої біомаси. Саме наявність великої кількості експериментів починаючи з 2022 року призвели до комплексного розуміння складності процесів, проте вивчивши результати всіх експериментів, вдалося дійти до повного розуміння факторів, що впливають на ріст личинок та швидкість росту.

Метою роботи є дослідження та обґрунтування технологічних аспектів вирощування личинок м'ясної мухи для потреб аквакультури.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан використання живих кормів в аквакультури;
- охарактеризувати біологічні особливості м'ясної мухи як об'єкта культивування;
- дослідити вплив основних технологічних факторів (температура, вологість, кормова база, щільність) на розвиток личинок;
- визначити оптимальні умови їх вирощування;
- розробити практичні рекомендації щодо впровадження технології у виробництво.

РОЗДІЛ 1. ЖИВІ КОРМИ В ГОДІВЛІ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ

(огляд літератури)

1.1. Сучасний стан та тенденції культивування живих кормів в аквакультурі

Аквакультура на сучасному етапі розвитку є одним із найбільш динамічних секторів виробництва харчової продукції у світі, забезпечуючи значну частку споживання риби та морепродуктів. Водночас ефективність функціонування галузі значною мірою залежить від якості кормової бази, яка становить вагомую частину собівартості продукції [15, 28].

У рибництві корми поділяють на природні, живі та штучні. Живі корми займають особливе місце, оскільки забезпечують оптимальний фізіологічний стан риб, особливо на ранніх стадіях розвитку, та сприяють підвищенню їх виживаності і темпів росту [2, 24]. До основних груп живих кормів належать зоопланктонні організми (коловертки, дафнії, веслоногі ракоподібні), інфузорії, а також личинки безхребетних, які широко використовуються у практиці аквакультури.

Сучасний стан культивування живих кормів характеризується переходом від використання природної кормової бази до інтенсивних технологій вирощування. Це пов'язано з тим, що збільшення обсягів виробництва рибної продукції можливе лише за умов застосування інтенсивних методів вирощування та використання додаткових кормових ресурсів [7, 14, 23]. У зв'язку з цим активно розвиваються технології штучного культивування зоопланктону, а також альтернативних живих кормів, зокрема личинок мух (опаришів) і чорного солдата [19, 20-22].

Однією з провідних тенденцій є зменшення залежності від традиційних джерел білка, таких як рибне борошно, та пошук альтернативних кормових компонентів. Зокрема, сучасні дослідження спрямовані на використання органічних відходів та нетрадиційних джерел білка, що дозволяє підвищити економічну ефективність виробництва та знизити антропогенний вплив на

довкілля [11, 27]. У цьому контексті особливої уваги набуває використання живих кормів, які можуть бути отримані шляхом біоконверсії органічної сировини.

Важливим напрямом розвитку є впровадження інноваційних технологій у годівлі об'єктів аквакультури, зокрема автоматизації процесів вирощування кормових організмів та оптимізації їх поживної цінності. Це дозволяє забезпечити стабільність якості кормів і підвищити ефективність їх використання [10, 11-13, 43].

Разом із тим галузь культивування живих кормів стикається з рядом проблем, серед яких: нестабільність поживної цінності, ризик занесення патогенних мікроорганізмів, залежність від умов середовища та висока трудомісткість виробництва. Крім того, у вітчизняній аквакультурі зберігається значна залежність від імпорتنих кормів, що також стимулює розвиток власного виробництва кормових ресурсів [5, 25, 42].

Сучасні тенденції розвитку аквакультури спрямовані на інтеграцію принципів сталого розвитку, що передбачає раціональне використання ресурсів, зменшення відходів та впровадження екологічно безпечних технологій [7, 44]. У цьому аспекті культивування живих кормів, зокрема личинок комах, розглядається як перспективний напрям, який поєднує високу ефективність виробництва з екологічною доцільністю [6, 9, 27].

Таким чином, сучасний стан культивування живих кормів в аквакультурі характеризується інтенсифікацією виробництва, пошуком альтернативних джерел білка та впровадженням інноваційних технологій. Подальший розвиток цієї галузі пов'язаний із підвищенням біобезпеки, стандартизацією якості кормів і розширенням їх виробництва в умовах контрольованих систем.

На сьогодні живі корми залишаються критично важливим елементом у вирощуванні більшості об'єктів аквакультури, особливо на ранніх стадіях розвитку (личинки, мальки). Найбільш поширеними є:

- зоопланктон: коловертки (*Brachionus*), дафнії (*Daphnia*), веслоногі ракоподібні;
- артемія (*Artemia salina*) – універсальний стартовий корм;
- інфузорії – для найдрібніших личинок
- личинки комах – як білковий корм для підрощених риб [2, 20].

Промислове виробництво живих кормів активно розвивається, особливо в інтенсивних системах (УЗВ, інкубаційні цехи), де потрібна стабільна і контрольована кормова база [23].

Основні проблеми сучасного етапу виробництва: нестабільність якості живих кормів, ризик занесення патогенів, залежність від умов середовища, висока трудомісткість культивування, сезонність отримання окремих видів корму [3, 8, 9, 12].

Сучасні тенденції розвитку полягають в інтенсифікація виробництва, а саме: перехід до контрольованих систем вирощування, використання біореакторів для культивування зоопланктону, автоматизація процесів

Важливою є біобезпека та контроль якості, тобто використання стерильних або контрольованих культур, збагачення кормів (enrichment) жирними кислотами, вітамінами, мікробіологічний контроль [13, 14, 19].

Альтернативними живими кормами є: личинки мух, чорна львинка, використання як більш дешевого і сталого джерела білка [1].

Комбіновані системи годівлі - це поєднання живих кормів із штучними та поступовий перехід (weaning) на комбікорми, оптимізація раціонів [23].

Екологізація виробництва полягає у використанні органічних відходів для вирощування кормів, зменшення навантаження на природні ресурси, інтегровані системи (аквапоніка) [4, 11, 15, 33, 34].

Перспективи живих кормів полягають у масштабуванні вирощування комах як корму, повній повна автоматизація виробництва, підвищення стандартизації якості, інтеграція в циркулярну економіку

Сучасний розвиток культивування живих кормів спрямований на підвищення ефективності, безпечності та сталості виробництва. Поєднання

традиційних кормів із новими біотехнологічними рішеннями відкриває широкі перспективи для інтенсивної аквакультури [37-40].

Інтенсивне виробництво риби в конструкціях різних типів та ставках, а також у малих водосховищах потребує її годівлі. Інтенсифікація годівлі супроводжується відповідним збільшенням кількості риби на одиниці площі або об'єму. За цих умов природні корми, тобто рослинна і тваринна їжа, їх рештки, які основою раціону певних видів риб у межах ареалу, практично відсутні або їх кількість незначна і не може істотно впливати на харчування риби та її ріст [17-18].

Нині лєвова частка собівартості продукції риби, яку вирощують за інтенсивними технологіями, припадає на корми, тому важко переоцінити актуальність проблеми, пов'язані з годівлею риби [29-32, 36].

Становлення ринкових відносин передбачає екологічну доцільність використання кормів і не виключає потреби збільшення загального обсягу виробництва риби. Ця концепція за умов інтенсивного виробництва переважно ґрунтується на оптимізованій годівлі риби і враховує видоспецифічні особливості культивованих об'єктів та умов виробництва [24, 25].

Розширення наукових знань про поживні властивості кормів і потребу тварин у поживних речовинах вимагає від спеціалістів вміння застосовувати їх на практиці. Як наслідок необхідними є можливість культивування кормів для задоволення потреб [16].

Надзвичайно ефективними є живі корми, а саме: дрібні водні безхребетні (бактерії, інфузорії, коловертки) з високим вмістом низькомолекулярних пептидів і вільних амінокислот і засвоєння цих організмів відбувається без істотної обробки у травному тракті [2]. Тому ці корми розпочали штучно відтворювати в сучасних рибних заводах. Ці корми можна згодовувати ридам у вигляді вологих гранул як кормовий компонент, включати до складу штучних кормосумішей або згодовувати безпосередньо. Сучасні заводи з відтворення і вирощування цінних промислових видів риб мають спеціалізовані дільниці, які культивують відповідні організми рослинного і тваринного походження, з

подальшим використанням для годівлі риб на ранніх стадіях постембріогенезу [12, 44].

Культивування водоростей – це планктонні водорості, які добре розвиваються на мінеральних середовищах з добавкою витяжки гною і комунально-побутових стічних вод, що забезпечує високий приріст біомаси.

До *протикокових* водоростей належить хлорела. Штами цих водоростей стійкі до несприятливих умов середовища, тривалість їх вирощування 7 – 9 міс.

Впродовж року з 10 га робочої поверхні установки отримують врожай 40 – 50 т сухої біомаси мікрводоростей. Крім отримання корисної кормової продукції відбувається інтенсивне очищення води.

У культиваторах закритого типу з додаванням до середовища стічних вод тваринницьких приміщень отримують культуру хлорели і спіруліни щільністю до 100 млн. клітин в 1 мл, а з додаванням курячого посліду продуктивність зростає на 15 – 18 %.

Культивування найпростіших – з найпростіших у штучних водоймах масово культивують високопродуктивних інфузорій. Для цього використовують різні ванни, чани, невеликі басейни в які наливають на 40 – 50 см профільтровану воду. Як бактеріальне середовище для живлення інфузорій застосовують відвари різних круп (вівса, рису, пшениці), розбавлене молоко (1,5 – 2 л сирого молока на 1 л води), кормові дріжджі (100г/м³ або 1 г на 10 л води); сінний відвар (1 л води на 20 г сіна). При сприятливих умовах культура дозріває на 4-ту добу.

Культивування коловерток – рослиноїдні тварини. Кормовою культурою для них є спіруліна, хлорена. Вирощують коловерток у бетонних басейнах, невеликих ставах з профільтрованою водою. У вмістиме додають кормову культуру водоростей 3 – 5 мл клітин на 1 мл і вносять маточну культуру коловерток. Культура дозріває на 5 – 6 добу.

Культивування гіллястовусих ракоподібних – це дафнії характеризуються високою плодючістю, швидким ростом і витривалістю до несприятливих умов середовища. Для цього використовують бетонні або невеликі стави, завглибшки до 1 м, заливають будь-якою прісною водою.

Для стимулювання розвитку планктону (що поїдаються рачками), вносять сухий кінський чи коров'ячий гній – 0,5- 1мл/м³. періодично невеликі дози суперфосфату та аміачної селітри.

Культивування черв'яків – це білий енхітрея і каліфорнійський червоний черв'як. Біла енхітрея досягає довжини 4,5 см, живе до 8 - 9 міс відкладає до 45 - 50 кладок у вигляді коконів з кількістю яєць біля 1000 шт. Що стосується каліфорнійського черв'яка, то культуру розпочинають використовувати в період максимального приросту, тобто через 40 – 50 діб з початку їх розведення. Цього черв'яка розводять як у закритих приміщеннях так і у відкритому ґрунті. Але з закритих приміщень можна отримати вдвічі більше корисної продукції черв'яків, ніж у відкритому ґрунті. Кормом для них є: гній різних типів, та органічні рештки, які мають містити 20 – 25 % целюлози (солом'яна січка). Для поліпшення ферментації масу необхідно перемішувати та зволожувати з додаванням вапна або крейди, а потім дати вистоятися 10 – 15 діб. Базовий субстрат укладають шаром завтовшки до 25 см, підкорм - до 10 см. Поверхню рівномірно заселяють черв'яками в кількості від 1500 до 2500 штук на метр квадратний, після чого накривають солом'яною або мішковиною. Через 3 – 5 діб субстрат зволожують на 50 – 60 %, потім до 70 %.

Культивування хірономід – личинки їх живуть у мулі стоячих водойм. У них найкоротший цикл порівняно з їх попередниками. Вони належать до комах – на стадії личинки і лялечки – вони живуть у воді, а на стадії дорослих комах – на суші. Для годівлі личинок використовують кормові дріжджі, використання їх припиняється на 16 – 17 добу, коли вони починають перетворюватись на лялечку.

Технологія використання кормів у годівлі риби має істотні особливості. Корм, який знаходиться у воді, розмивається і екстрагується, що погіршує його якість. Із сипких кормів вже через годину перебування їх у воді втрачається до 30 – 40 % і більше сирого жиру та протеїну, 20 – 25 % - мінеральні речовини.

Проте, надзвичайно недооціненим є годування риби личинками м'ясної мухи, що є нереально корисним калорійним та ефективним. Цей вид живих кормів не є популярним через складність вирощування та відносно високу ціну за один

кілограмів личинок. Саме личинки м'ясної мухи можуть стати ефективним заміником інших кормів через складність та час культивування інших живих кормів [12].

1.2. Еколого-біологічні особливості об'єктів культивування

Ефективність використання живих кормів в аквакультурі значною мірою визначається еколого-біологічними особливостями організмів, які використовуються як кормові об'єкти. До таких організмів належать різні групи гідробіонтів, зокрема зоопланктон (коловертки, гіллястовусі та веслоногі ракоподібні), а також личинки безхребетних тварин, які характеризуються високою поживною цінністю та доброю засвоюваністю [2, 3].

Однією з ключових характеристик кормових організмів є їх екологічна пластичність, тобто здатність адаптуватися до змін умов середовища. Види з високою екологічною пластичністю легше піддаються культивуванню в штучних умовах, оскільки можуть витримувати коливання температури, вмісту кисню та інших факторів [19]. Це є важливою передумовою для їх широкого використання в інтенсивних системах аквакультури.

Температурний режим є одним із визначальних факторів, що впливають на життєдіяльність кормових організмів. Кожен вид має свій оптимум температури, при якому забезпечується максимальна інтенсивність росту та розмноження. Відхилення від оптимальних значень призводить до зниження продуктивності або загибелі культур.

Не менш важливим є кисневий режим середовища. Більшість кормових організмів потребує достатнього рівня розчиненого кисню для нормального функціонування. Зниження концентрації кисню негативно впливає на обмін речовин, ріст і виживаність, що необхідно враховувати при їх культивуванні [2].

Гідрохімічні показники водного середовища, такі як кислотність (рН), жорсткість, вміст азотистих сполук (аміаку, нітритів, нітратів), також мають суттєвий вплив на розвиток кормових організмів. Порушення оптимальних

параметрів може спричинити пригнічення життєдіяльності або масову загибель культур.

Харчові особливості кормових організмів визначають їхню продуктивність та поживну цінність. Більшість зоопланктонних організмів живиться мікроводоростями, бактеріями та органічними частинками, що дозволяє ефективно використовувати природні ресурси або штучно створені кормові середовища. У свою чергу, личинки комах здатні переробляти органічні відходи, що робить їх перспективними з точки зору ресурсозбереження [12, 20, 41].

Важливим аспектом є швидкість росту та розвитку кормових організмів. Більшість із них характеризується коротким життєвим циклом, що дозволяє швидко отримувати значні обсяги біомаси. Це особливо важливо для забезпечення безперервного процесу годівлі об'єктів аквакультури [23].

Репродуктивні особливості також мають важливе значення. Висока плодючість, короткий період генерації та здатність до швидкого відновлення популяції є ключовими характеристиками, які забезпечують ефективне культивування кормових організмів у штучних умовах.

Крім того, слід враховувати поведінкові особливості кормових організмів, зокрема їх рухливість, реакцію на світло та щільність популяції. Рухливість живих кормів стимулює харчову активність риб, що є важливим фактором при вирощуванні молоді.

Стійкість до захворювань та несприятливих умов середовища є ще одним важливим критерієм відбору об'єктів культивування. Види з високою резистентністю забезпечують стабільність виробництва та зменшують ризики втрат [44].

Таким чином, еколого-біологічні особливості об'єктів культивування визначають їх придатність до використання в аквакультурі. Врахування цих особливостей дозволяє оптимізувати умови вирощування, підвищити ефективність виробництва живих кормів і забезпечити стабільне функціонування аквакультурних систем.

Еколого-біологічні особливості об'єктів культивування визначають їхню здатність до росту, виживання та відтворення в штучних умовах і є основою для розробки ефективних технологій вирощування. Тобто, екологічна пластичність – це здатність організмів пристосовуватись до змін умов середовища. Варто зазначити, що види з високою пластичністю легше культивуються, а вузькоспеціалізовані види потребують суворого контролю параметрів.

До важливих характеристик умов відносяться температурні вимоги. Кожен вид має: мінімум, оптимум та максимум температури. Температура є надзвичайно важливою та впливає на швидкість обміну речовин, ріст і розвиток, споживання корму. Кисневий режим також є вкрай важливим: рівень розчиненого кисню є критичним фактором. В свою чергу дефіцит кисню призводить до стрес, пригнічення росту або загибелі. Різні види мають різну стійкість до гіпоксії.

Крім того, гідрохімічні показники води впливають на розвиток та швидкість процесів. Важливими параметрами є: рН середовища, жорсткість води, вміст аміаку, нітритів, нітратів, солоність (для морських/прісноводних видів).

Особливості росту та розвитку залежать від: інтенсивності росту залежить від умов середовища, критичні періоди (личинкові стадії) найбільш чутливі, важлива синхронізація годівлі та розвитку. Адаптація до штучних умов полягає у здатності переносити: високу щільність посадки, штучні корми, обмежений простір

Ефективність культивування об'єктів аквакультури безпосередньо залежить від урахування їх еколого-біологічних особливостей. Оптимізація умов середовища, годівлі та утримання дозволяє максимально реалізувати біологічний потенціал видів і підвищити продуктивність господарств.

Порівняно обмежені можливості самовідтворення біоресурсів Світового океану змушують шукати нові підходи, які забезпечували б надходження рибної продукції на світовий ринок. Головний з них – розвиток аквакультури.

Сутність аквакультури (від лат. Aqua – вода і cultura – догляд) полягає у розведенні та вирощуванні в контрольованих людиною умовах риб, молюсків, ракоподібних, голкошкірих, водоростей, що представляє для неї економічний, а іноді й естетичний (штучні перли, акваріумні риби) інтерес. Іншими словами, мова йде про доцільне штучне відтворення риби та інших гідробіонтів за допомогою їх перенесення, акліматизації, створення підводних «ферм» і «плантацій». Одним із важливих завдань сучасної аквакультури є одержання планової кількості високої якості рибопосадкового матеріалу об'єктів культивування. Успіх вирощування повноцінної молоді пов'язаний з рядом умов і, в першу чергу, з повноцінною годівлею, тобто пошуком якісного та вигідного корму. Саме такими є живі корми, які являють собою сукупність рослинних та тваринних гідробіонтів.

Личинки риб надзвичайно чутливі до якості корму. У перші тижні життя молоді риб максимально задовольняють їх харчові вимоги живі корми – найпростіші, коловертки, ракоподібні. Вони характеризуються високою харчовою якістю, високим вмістом білка, жиру, незамінних амінокислот, вітамінів, ферментів та інших компонентів. Створення таких повноцінних штучних кормів практично неможливо [2]. Також живий корм корисний і для дорослої риби у вигляді домішок до штучного корму. Для використання в якості корму для дорослої риби культивують молюсків та червів. Масовий відлов живого корму в природних водоймах не дозволяє забезпечити стабільне отримання живих кормів. Основний шлях масового гарантованого отримання кормових організмів – це штучне розведення з використанням методів інкубації та культивування. Для цього необхідно знати їх біологічні та фізіологічні особливості, що дасть можливість створити оптимальні умови для їх розведення та отримання максимальної продукції.

Об'єктами культивування, в основному, є ті організми, що складають природну кормову базу риб у природних водоймах. З великої кількості гідробіонтів вибирають види, які володіють високою плодючістю, швидким

темпом росту, високою харчовою цінністю, є невибагливими до факторів середовища та здатні існувати при високій щільності [3].

При використанні залишків виробництва, тваринницьких і птахівницьких ферм, а також побутових та промислових стічних вод можна знизити собівартість водоростевої продукції на 60–80%. В останні роки відокремлено ряд перспективних штамів, що дають високі біомаси, які добре ростуть на мінеральних середовищах з добавкою витяжки з гною. Ці штами мають досить велику стійкість проти несприятливих умов середовища, вони можуть бути використані в інших кліматичних умовах.

На базі викидних газів газових котелень, які використовуються як джерело тепла, так і вуглекислоти, вирощують водорості *Chlorella vulgaris* –157 і *Scenedesmus obliquus* УА–2–6.

З найпростіших у штучних умовах масово культивують поширених і високопродуктивних інфузорій, переважно *Paramecium caudatum*. Інфузорії живляться бактеріями, водоростями, грибами та розчинними органічними речовинами (РОР). Добовий раціон складає 500 % маси їх тіла. Розмноження інфузорій відбувається шляхом поділу клітини або статевим шляхом (кон'югація) [2]. Розводити інфузорій необхідно для вигодовування молоді риб (мальків і личинок) у перші дні після того, як вона вилупиться з ікри.

Інфузорій поїдають і мальки живонароджених риб. Більше того, культури інфузорій можна використовувати для культивування коловерток та дрібних ракоподібних.

Культивування коловерток. Завдяки своїм невеликим розмірам (від 0,04 до 2 мм), коловертки відносяться до категорії стартових живих кормів для молоді риб. Життєвий цикл триває 5–24 доби.

В сталих сприятливих умовах розмножуються партеногенетично. За несприятливих умов переходять на статеве розмноження, з'являються гаплоїдні самці (не мають травної системи, живуть 1–2 дні), які запліднюють самок, в результаті чого утворюються «зимові» яйця з товстою захисною оболонкою. Із «зимових» яєць за сприятливих умов виходять партеногенетичні

самки. Основний об'єкт культивування – брахіонус (*Brachionus calyciflorus*) масове розведення якого рекомендується проводити шляхом роздільного вирощування, тобто культивувати окремо коловерток та корм для них (планктонні водорості).

Культиватор, в якому проводиться вирощування водоростей, слід встановлювати безпосередньо у водоймі для створення більш сприятливих та стабільних температурних умов. При неперервному культивуванні водоростей культиватор заливають водою з водойми, додаючи відповідну кількість указанного середовища, і вносять маточну культуру водоростей. Вода та середовище додаються щоденно в міру вилову частини культури для годівлі брахіонусів. Культуру водоростей слід декілька разів на добу перемішувати. Культура вважається за нормальну, якщо її прозорість за диском Секкі становить близько 5 см. Поліетиленові садки та інші місткості для культивування брахіонусів також встановлюють у водоймі і заливають водою крізь сачок зіскладеного вчетверо капронового сита.

Це необхідно робити, щоб уникнути забруднення культури циклопами, наупліуси яких вільно проходять крізь сито № 70–74. Далі в місткості додають водорості з культиватора з таким розрахунком, щоб концентрація їх у середовищі складала 3–5 млн. клітин у 1 мл. Після цього у садки вносять маточну культуру коловерток. При самостійному отриманні культури *Brachionus calyciflorus* із проб води, відібраної зі ставу, під бінокуляром піпеткою відбирають здебільшого самок з партеногенетичними яйцями, їх розсаджують у декілька склянок по 100 мл і підгодовують протококовими водоростями. Через 6 діб культуру переносять у більші місткості та проводять подальше її вирощування. Отримання маточної культури займає 20 діб. Підгодівлю культури брахіонуса водоростями проводять щоденно.

Додавання водоростей у садки слід проводити перед тим, як до культиватора вноситься нова порція мінеральних солей.

Культивування ракоподібних. Представники родини Daphniidae, які займають одне з перших місць за масштабами використання їх в якості

живих кормів для риб. У практиці культивування широко використовують декілька видів. До них відносять дафній (*Daphnia*) – представника гіллястовусих ракоподібних, 4–6 мм завдовжки, масою до 10 мг. Розмножується статевим способом, який чергується з партеногенетичним. Плодючість – 20–100 яєць. Тривалість життя до 3 місяців. За цей час линяє 20–25 разів.

З метою отримання вихідної культури дафній для культивування їх відловлюють навесні у природних водоймах. Промисел гіллястовусих ракоподібних в озерах і ставках орієнтований на використання популяцій найбільш поширеного роду *Daphnia sp.* (в основному, види *Daphnia magna*, *D. cucullata*, *D. longispina*, *D. pulex*). Різні види планктонних ракоподібних часто мешкають спільно, максимальні їх біомаси досягають у водоймах, в яких ослаблений або практично відсутній прес риб-планктофагів [2].

Саме в таких водоймах можливий промисел цих ракоподібних. Для лову ракоподібних використовують сачок. Він повинен бути легким, нержавіючим, придатним для ловлі рачків у різних умовах. Найбільш зручний сачок діаметром 25–30 см (довжина конуса 60–70 см), виготовлений із нержавіючого дроту товщиною 3–5 мм і забезпечений гвинтовою нарізкою для з'єднання з ручками. Рукоятка може бути складена з 4–6 колін, що згвинчуються (50 см кожне), виготовлених з дюралевих трубок діаметром 25–30 мм. З'єднуючи коліна, можна використовувати сачок для лову рачків на різній глибині та відстані від берега. Сачком ловлять рачків, перебуваючи на березі або у човні. Тканина мішка повинна легко пропускати воду і в той же час затримувати рачків. Для цієї мети підходить млиновий газ або капронова тканина. Кращим матеріалом для конуса сачка є капронова тканина для планктонних конусних мереж різної конструкції (номери газу 19–64), що буксують за човном зі швидкістю 0,5 км/год (8 м/хв). Буксирування здійснюється за допомогою моторних плавзасобів або встановленої на березі лебідки. При другому способі використовуються потокоутворювачі, що направляють воду разом із ракоподібними в зону забору, де встановлені спеціальні пастки або фільтри

Розподіл ракоподібних у товщі води найчастіше нерівномірний, тому для їх концентрування в природних умовах (на додаток до описаних способів лову) використовуються світлопастки або додаткові джерела світла. До місця розведення дафній переносять у різних місткостях за щільності до 100 г/л. Вихідну культуру дафній отримують із ефіпальних яєць. Збирають їх пізно восени у природних водоймах. Через 4–7 діб з них вилуплюються рачки, які стають вихідним матеріалом для розведення. У господарствах, де дафній розводили раніше, їх невелику кількість утримують у приміщенні або просто неба (у районах з теплою зимою). У районах з холодною зимою маточну культуру рачків утримують у водоймах глибиною не менше 1,5 м, в яких постійно зберігається ділянка, що не замерзає. Для підвищення життєдіяльності фітопланктону у став періодично вносять невеликі дози суперфосфату та аміачної селітри. Для культивування зручні басейни і стави площею 50–70 м² глибиною не більше 1 м. Їх заливають водою з будь якої прісної природної водойми. Водопровідну воду використовують у крайньому випадку, попередньо відстояну протягом 1–2 діб. При культивуванні *Daphnia magna* та *D. pulex* у південних районах басейни та стави на 1/3 загальної поверхні закривають настилами з дощок або трави.

Вирощування дафній проводять у добре підготовлених невеликих ставах, ямах, рівчаках, відгороджених мілководних ділянках ставів, басейнах, чанах, ваннах, поліетиленових чи капронових сажалках, бочках тощо.

Інтерес до дощового черв'яка, як до об'єкту культивування виник у зв'язку з можливістю використання його в якості джерела повноцінного білка для тваринництва, птахівництва та рибництва. Особливо він став зростати у зв'язку зі зменшенням уловів риби в морях та різким подорожчанням м'ясо-кісткового та рибного борошна. Суха речовина в тілі дощового черв'яка складає 13–20%, яка містить 61–72% білка. У черв'яків, що мешкають у природних умовах, є здатність меліорувати та структурувати ґрунт, виробляти біогумус, який є ефективним добривом. різних типів, які готують для споживання. Органічні рештки повинні містити 20-25 % целюлози (солом'яна

січка тощо). Для цього їх необхідно піддати бродінню чи ферментації у компостних буртах завширшки 1,5–2 м, висотою не більше 1,5 м. Для самозігрівання чи ферментації масу необхідно ретельно перемішувати до отримання однорідної суміші зволожувати до 70–80% від повного змочування і дати вистояти 10–15 діб. Перед зволоженням на поверхню наносять подрібнене вапно, крейду з розрахунку 5–10 кг/т. Для підгодовування черв'яків використовують корм, де міститься кролячий гній – 10 %, кінський – 15 %, коров'ячий – 35 %, овечий – 10 %, свинячий – 30 %. Кількість протеїну в будь-якому кормі не повинна перевищувати 40 %. Не можна використовувати тваринний гній (за винятком кролячого), який не пройшов ферментацію протягом 6 місяців, чи пролежав більш як два роки після завершення ферментації. Базовий субстрат укладають товщиною до 25 см, підгодівлю – до 10 см.

Поверхню рівномірно заселяють черв'яками від 1,5 до 2,5 тис. особин маточного розплоду на 1 після заходу сонця (черв'яки погано переносять сонячну радіацію і гинуть). З однієї тонни використаної черв'яками, їжі одержують 500–600 кг біогумусу та 100 кг біомаси черв'яків.

Культивування нематод. На даний час із нематод в культуру введений *Pangellus redivivus* Goodej. Це – вільноживуча форма, широко розповсюджена в природі. Крім того, в невеликих кількостях вирощують оцтових нематод (*Turbatrig aceti*), нематод з роду *Rhabditus* і волосатиків *Gordius aquaticus*. Останні в природі зустрічаються разом з мотилем у вигляді білих, довжиною до 30 мм, згорнутих в клубок, черв'яків. Тіло нематод містить близько 76% води та 24% сухої речовини, яка складається з 40% білка та 19,5% жиру. По відношенню до інших безхребетних вміст жиру в тілі нематод є дуже високим. Нематоди характеризуються як цінні кормові об'єкти для вирощування молоді риб. *P. redivivus* надзвичайно легко піддаються розведенню. Висока репродуктивна здатність, короткий життєвий цикл і стійкість до зміни умов середовища визначають постійні та завжди значні результати культивування

цього виду. У практиці рибництва користуються двома способами вирощування нематод.

Перший походить на метод культивування білого енхітрея і здійснюється в дерев'яних ящиках, заповнених садовою землею. В ґрунт вносять поживне середовище і вихідну культуру. Для полегшення збору нематод поживне середовище наносять на поверхню ґрунту і покривають склом, на яке виповзають нематоди. Другий спосіб, найбільш зручний, полягає у вирощуванні нематод безпосередньо в поживному середовищі, без субстрату. Середовище для культивування *P. redivivus* готується з вівсяної або ячмінної крупи, завареної у вигляді каші, або з розварених овочів. В обох випадках рекомендується додавати трохи молока, однак і без нього культура виходить цілком сильною. Харчовий субстрат готується досить густим. У цьому випадку його поверхня швидко заселяється нематодами, що пригнічують розвиток супутньої мікрофлори. Рідка середа вже наприкінці першої доби покривається бактеріальною плівкою, зростання культури черв'яків затягується. В деяких випадках положення виправляється легким підсушуванням середовища. Нематоди заселяють, в основному, верхній 5-міліметровий шар субстрату, але в період активного росту популяції він скорочується до 2–3 мм. Установлено, що для успішного вирощування нематод цілком достатнім є шар середовища в 10–15 мм. При меншому шарі відбувається швидке висихання субстрату і потрібно частіше пересівати культури. Ємностями для розведення *P. redivivus* слугують різні кювети, виготовлені з будь-якого матеріалу (дерев'яні, скляні, емальовані, пластмасові тощо). При масовому розведенні *P. redivivus* використовуються емальовані кювети розміром 30x40 см при висоті стінок 4 см. Зверху кювети покривають склом, до внутрішньої сторони якої прикріплена волога губка. Скло захищає культуру від висихання, а мокра губка створює певну вологість. Кювети розміщують на дерев'яних стелажах. Середа для культивування розподіляється в чистих і сухих ємностях рівним шаром товщиною 10–15 мм. На кожен кювет зазначеного вище розміру потрібно 1,5–2 л приготованого середовища. На поверхню субстрату рівномірно наносять

порцію старого середовища, що містить нематод, або невелику кількість чистої культури черв'яків. Кювету покривають склом і переносять у приміщення для вирощування. Швидкість дозрівання і загальний стан культури значною мірою залежить від початкової кількості нематод.

Швидкість росту і термін існування культури залежить від температури. При 18–20 °С наростання чисельності нематод йде швидко і на 10–11 добу щільність досягає максимальної величини. В цьому випадку зростання нематод супроводжується бурхливим розвитком мікроорганізмів, у результаті чого вже на 15-й день спостерігається сильне розрідження субстрату, який набуває сірого кольору та кислого запаху. Культивування оцтової нематоди. Оцтові нематоди (*Turbatrix aceti*) зазвичай заводяться в не пастеризованому оцті. Розмір дорослого черв'яка 1–2 мм. Вони різностатеві, живородні. Всередині самки добре видні скручені в спіраль молоді особини. У самки яйця розвиваються близько 8 днів. З організму самки маленькі черв'ячки виходять вже повністю сформованими. Вони мають здатність швидко розмножуватися в умовах оцтового бродіння.

Виноградний слимак – *Helix potatia* – один з найбільш великих равликів нашої країни. Належить до типу Молюска (Mollusca), класу черевоні (Gastropoda). Виноградний слимак відомий людині кілька тисячоліть. Його батьківщиною прийнято вважати країни південної і південно-східної Європи, звідки він широко розповсюдився, в основному, за участю людини. У багатьох країнах виноградний равлик вважається делікатесом. Харчові наземні молюски, відомі під загальною назвою «виноградні равлики», є традиційним делікатесним продуктом у ряді країн Західної Європи, Америки і Південно-Східної Азії. Крім того, равлик служить сировиною для виробництва різних медичних препаратів, що сприяють активізації життєвих процесів і омолодження організму. Виноградний слимак – рослиноїдний поліфаг. Равлики названі виноградними, очевидно тому, що найчастіше зустрічаються на виноградних плантаціях. Але як корм використовують листя і стебла багатьох рослин, вони можуть мешкати навіть в тих регіонах, де виноград зовсім

не вирощують. Виноградний слимак надає перевагу широколистим лісам, в яких у верхньому ярусі домінують липа або вільха, а також парки, зарослі чагарниками, яри, сади. Равлики є гермафродитами, їх статеві органи утворюють генеративні клітини як сперміїв, так і яєць. Під час копуляції відбувається перехресне запліднення.

Розмноження виноградних равликів починається, в середньому, через два тижні після виходу молюсків із зимівлі. У природі період розмноження равликів триває з травня по вересень, а за теплої погоди і по жовтень. Однак у контрольованих умовах (наприклад, у приміщенні) ці терміни можуть розтягуватися. Всі етапи репродукційного процесу (спарювання, яйцекладка, вихід молоді) протікають з розривом приблизно на місяць, перебуваючи в сильній залежності від погодних умов. Через два тижні після спарювання равлики відкладають яйця в спеціальну ямку в землі (на глибину – 3–4 см), яку викопують за допомогою ноги. Стінки її утрамбовуються. На пристрій гнізда равлик затрачає приблизно двадцять годин. Виноградний слимак відкладає близько 40 яєць діаметром до 7 мм (в середньому, 5–6 мм) і масою 100–130 мг. Залежно від температури і вологості інкубаційний період триває 14–30 днів (оптимальна температура – 20–22 °С, а вологість – 80–85%). Статева зрілість виноградного равлика настає у віці чотирьох років. Ростові процеси до цього моменту, в основному, завершуються, але іноді тривають до 5–6-річного віку. Максимальна тривалість життя в природних умовах не перевищує дев'яти років (у середньому 7–8 років).

Методи культивування. У даний час розроблено декілька методів і технологій розведення виноградних равликів:

- на відкритих ділянках (це «равликові сади» і вольєрне утримання);
- змішане (спарювання, кладка, інкубація яєць, підрощування молоді проводять у закритому приміщенні, а подальше дорощування - на відкритих ділянках);

- у закритому приміщенні. Для вирощування равликів використовують спеціальні біоферми, але можна їх вирощувати і в простіших умовах, використовуючи для цього сараї, підвали, теплиці, парники.

Опариш. Риби, яка загинула у процесі вирощування, за 7–8 діб можна одержати до 12 кг/ біомаси личинок м'ясної мухи. Яйця м'ясної мухи навіть рано навесні можна легко отримати від плідників, які не загинули в період зимівлі. Для цього м'ясо снулої, непридатної для вживання риби (що має запах), поміщають у кювети і на нього при підвищеній температурі злітаються плідники мух для відкладання яєць. На кінець дня, коли відкладання яєць мухами припиняється, кювети забирають і поміщають у спеціально обладнані під вирощування опаришів приміщення, де відкладені яйця поміщають на поживне середовище для культивування їх біомаси. Для вирощування опаришів можна використовувати емальовані, пластмасові або інші ємності з неактивних матеріалів з вертикально розміщеними стінками висотою 25–30 см. Для запобігання розповзання личинок ємності накривають рамками, що обтягнуті густим капроновим ситом. У такі ємності завантажують 50–100 кг непридатної для використання риби. Для полегшення процесу відділення опаришів від поживного середовища, рибу перед використанням доцільно подрібнити. Рибу товщиною не більше 10 см, розміщують на дні ємності, а по поверхні розсипають зважені порції яєць мух із розрахунку 50 мг/кг поживного субстрату. Заправлені таким способом ємності накривають рамками і поміщають у бокс-інкубаторій, у якому постійно контролюється температура та вологість навколишнього середовища. Залежно від висоти ємностей у боксі, їх можна розміщувати в декілька ярусів, що дозволяє ефективно використовувати його об'єм та тепло, що витрачається на обігрівання. Опариші і личинки чорного солдата, це: альтернативні джерела білка для потреб аквакультури (рис.1.1).

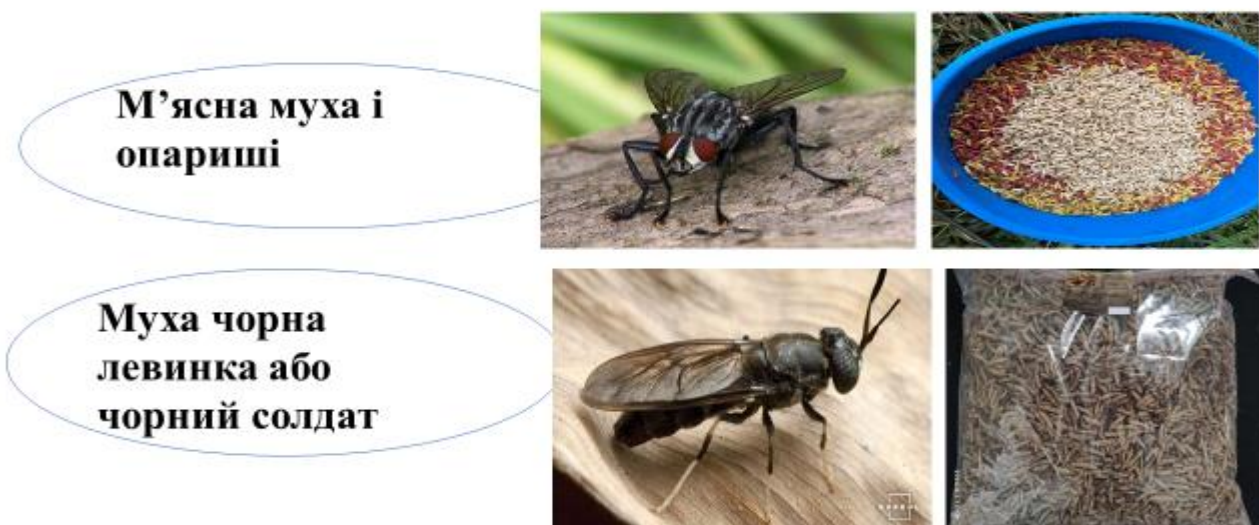


Рис.1.1. Альтернативні джерела білка для потреб аквакультури

Опаришів, які досягли нормативної маси та розміру, разом із залишками поживного субстрату поміщають у виготовлену із капронового сита № 13 підсаку і промивають у воді для видалення рідких та ще не перероблених частинок сировини. Після промивання залишок висипають на рамку, обтягнуту капроновим ситом з розміром вічок 3–4 мм, встановлену над ємністю, в якій накопичуються опариші. Висипані на рамку личинки опаришів намагаються захватись, швидко просуваються в товщу шару і, проходячи крізь сітку, потрапляють у ємність, а непотрібні залишки затримуються на рамці. Після 10–15-годинного витримання опаришів без поживного середовища (для повного звільнення кишечника) і промивання у розчині хлорного вапна (5–10 %, для знезараження та знищення запаху) їх у цілому або подрібненому стані застосовують як корм для риби або піддають висушуванню під дією підігрітого повітря до температури. Висушений і за необхідності подрібнений опариш заготовлюється і зберігається до часу його застосування. Заготовлений таким способом опариш з успіхом може бути використаним для підгодівлі (у т.ч. і акваріумних) риби. Крім проведення робіт щодо посилення розвитку природної кормової бази у ставах та розведення

живих кормів для застосування їх у рибництві, доцільно використовувати живі корми із водойм, де їх розвиток має масовий характер.

1.3. Висновки за оглядом літератури

На основі проведеного аналізу наукової літератури встановлено, що живі корми є невід'ємною складовою ефективного функціонування аквакультури, особливо на ранніх етапах розвитку гідробіонтів, коли забезпечується формування їх життєздатності, інтенсивний ріст і високий рівень виживаності.

Встановлено, що традиційні живі корми, зокрема зоопланктонні організми (коловертки, дафнії, артемія), широко використовуються у практиці рибництва, проте їх виробництво часто супроводжується низкою обмежень, серед яких нестабільність якості, залежність від умов середовища та висока трудомісткість культивування. Це зумовлює необхідність пошуку альтернативних джерел кормового білка.

Одним із перспективних напрямів є використання личинок комах, зокрема личинок м'ясної мухи (опариша), які характеризуються високою поживною цінністю, швидкими темпами росту та здатністю ефективно переробляти органічні відходи. Зазначені властивості роблять їх перспективним об'єктом для використання в аквакультурі як живого корму або джерела білкової сировини.

Аналіз літературних джерел показав, що ефективність вирощування личинок м'ясної мухи значною мірою залежить від комплексу технологічних факторів, серед яких визначальними є температура, вологість, тип і якість кормового субстрату, щільність популяції та санітарно-гігієнічні умови утримання. Оптимізація цих параметрів дозволяє підвищити продуктивність культивування та забезпечити стабільну якість отриманої біомаси.

Встановлено, що сучасні тенденції розвитку аквакультури спрямовані на впровадження інтенсивних, ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій, серед яких важливе місце займає біоконверсія органічних відходів із

використанням комах. Це відповідає принципам сталого розвитку та циркулярної економіки.

Разом із тим використання личинок м'ясної мухи як кормового ресурсу потребує вирішення низки питань, пов'язаних із біобезпекою, стандартизацією якості продукції, а також розробкою ефективних технологічних схем їх вирощування в умовах виробництва.

Таким чином, проведений огляд літератури підтверджує доцільність і перспективність використання личинок м'ясної мухи в аквакультурі та обґрунтовує необхідність подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення технологічних аспектів їх культивування.

Живі корми відіграють ключову роль у годівлі об'єктів аквакультури, особливо на ранніх стадіях розвитку (личинки та мальки), забезпечуючи високу виживаність і нормальний ріст.

Основною перевагою живих кормів є їх висока біологічна цінність, збалансований амінокислотний склад, наявність ферментів і природна рухливість, що стимулює харчову активність гідробіонтів.

Використання таких кормів, як зоопланктон (дафнії, коловертки, артемія) та личинки комах (у тому числі опариш), сприяє покращенню фізіологічного стану риби і підвищенню темпів їх росту.

Промислове вирощування живих кормів (зокрема личинок мух, артемії, коловерток) дозволяє частково вирішити проблему стабільного забезпечення кормовою базою, однак потребує оптимізації технологій і контролю якості.

Поєднання живих кормів із штучними (комбікормами) є найбільш ефективною стратегією годівлі, що дозволяє досягти високих виробничих показників при зниженні витрат.

Перспективним напрямом є використання альтернативних джерел живого білка (зокрема комах), що відповідає сучасним тенденціям сталого розвитку аквакультури.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися на базі приватного підприємства, що здійснює вирощування личинок м'ясної мухи у період з 2023 по 2026 рік.

Матеріалами досліджень виступає ферма з вирощування опариша на основі емпіричного сприйняття процесів, організованого з використання базових наукових методів (рис.2.1).



Рис. 2.1. Цехи ферми з вирощування личинок м'ясної мухи – опаришів

Об'єктом дослідження були личинки м'ясної мухи (Diptera: Calliphoridae), вирощені в контрольованих умовах. Дослідження проводилися в умовах реальної ферми з вирощування опариша. Експериментальні роботи виконувалися у приміщенні, оснащеному вентиляційною системою, засобами контролю температури та вологості, а також необхідним лабораторним обладнанням.

У процесі виконання роботи використовували наступні матеріали дослідження: маточне стадо дорослих мух, органічний кормовий субстрат (м'ясо, риба, субпродукти), допоміжні матеріали (висівки, тирса для регулювання вологості), пластикові контейнери для культивування личинок, ентомологічні клітки для утримання імаго, термометри, гігрометри, лабораторні ваги для визначення маси личинок, інвентар для відбору проб та обліку показників.

У ході роботи використовувалися такі матеріали: яйця та личинки м'ясної мухи, кормові субстрати (м'ясні відходи, рибні відходи, комбіновані субстрати), пластикові або металеві контейнери для культивування, термометри, гігрометри, лабораторні ваги, сушильна шафа.

Для отримання кладки яєць дорослих мух утримували у клітках при оптимальних умовах температури та вологості. Як субстрат для відкладання яєць використовували свіжі органічні відходи тваринного походження. Після відкладання яйця переносили у підготовлені контейнери з кормовим середовищем. Вирощування личинок проводили за різних експериментальних умов: варіації температури (наприклад, 20 °C, 25 °C, 30 °C), різні типи субстратів, різна щільність посадки (г/см² або кількість яєць на субстрат).

Додатково у роботі використовувалися наступні методи. Біологічні методи, а саме: спостереження за розвитком личинок, визначення тривалості стадій розвитку, облік виживаності. Також, додатково технологічні методи: оцінка ефективності переробки субстрату, визначення виходу біомаси личинок.

Регулярно проводилися експерименти за трикратної повторності. Було сформовано декілька варіантів досліду залежно від: типу корму, температури,

щільності посадки. Під час експериментів стикалися з проблемами щільності посадки через розмір посадкового матеріалу. Кожен варіант включав однакову кількість повторень для забезпечення достовірності результатів.

Ефективність вирощування личинок оцінювали за такими показниками: швидкість росту личинок, коефіцієнт конверсії корму, вихід сирої та сухої біомаси, поживна цінність отриманого продукту, економічна доцільність технології.

Дослідження проводили в умовах контрольованих параметрів середовища: температура: 22–30 °С, відносна вологість повітря: 60–75%, природний або штучний фотоперіод: 12–16 годин освітлення.

Культивування личинок здійснювали у контейнерах із шаром кормового субстрату визначеної товщини. Контролювали рівень вологості, а також запобігали перегріванню субстрату внаслідок біотермічних процесів.

Для отримання яєць використовували дорослих мух, яких утримували в спеціальних клітках. Як субстрат для відкладання яєць застосовували білкову органічну сировину.

Після відкладання яйця відбирали та переносили у підготовлені контейнери для подальшого вирощування. Личинки утримували на кормовому субстраті до досягнення необхідної стадії розвитку.

З метою визначення впливу технологічних факторів на розвиток личинок було сформовано кілька варіантів досліду: контрольний варіант – стандартні умови вирощування, дослідні варіанти – зміна одного з факторів: температури, вологості, типу кормового субстрату, щільності посадки.

Кожен варіант досліду проводили у кількох повторностях для підвищення достовірності результатів.

У процесі досліджень визначали такі показники: швидкість росту личинок, масу (шляхом зважування вибірок), виживаність (%), тривалість розвитку до стадії лялечки, загальну біомасу.

Облік проводили через визначені проміжки часу (щоденно або через 24–48 годин). У процесі досліджень суворо дотримувалися санітарно-гігієнічних

вимог: регулярне очищення та дезінфекція обладнання, контроль стану кормового субстрату, своєчасне видалення відходів, використання засобів індивідуального захисту.

Застосована методика досліджень дозволяє комплексно оцінити вплив основних технологічних факторів на ефективність вирощування личинок м'ясної мухи та визначити оптимальні параметри їх культивування для використання в аквакультурі.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Особливості розмноження личинок м'ясної мухи в умовах промислового вирощування

У промисловому вирощуванні м'ясної мухи (опариша) важливо розуміти: личинки не розмножуються, а розмноження відбувається на стадії дорослої мухи. Тому вся технологія побудована на керуванні циклом: яйце – личинка – лялечка – муха – яйце (рис.3.1).

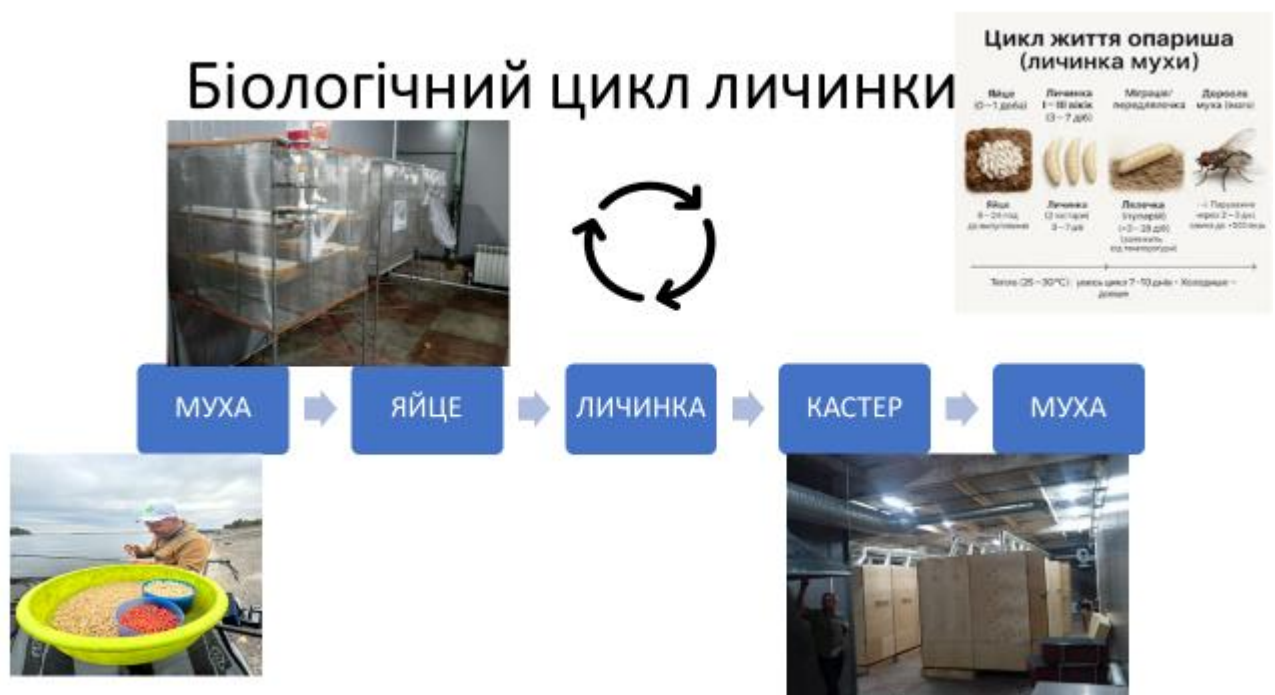


Рис. 3.1. Біологічний цикл м'ясної мухи

Формування маточного стада є первинною дією з якої починається виробничий процес. Для цього використовують дорослих мух одного виду та утримують їх у закритих інсектаріях (клітках) для уникнення змішування.

Важливими факторами є стала та стабільна температура (25–30°C), освітлення в режимі 19 годин день та 5 ніч з формуванням поступового освітлення, тобто чітка та максимально наближена до денного світла імітація. Також важливим є наявність та вільний доступ до води і вуглеводного корму (цукор, сироп) або сухої крові.

Після появи мух, що з'явилися з відповідного підготовлених лялечок необхідним є час стабілізації становища організму та початку розмноження. Через декілька днів починається процес відкладання яєць. Самки інтенсивно відкладають яйця на свіже або злегка зіпсоване м'ясо з обов'язковою наявністю рідини. Ефективним також є методика забору яєць на поролоні, вимоченому у крові. Вологе середовище з залишками м'яса, крові, їх суміші показали неймовірні результати концентрації яєць в одному місці.

Також, можливою є технологія вирощування на рибі або субпродуктах. При цьому дотримання ключових факторів середовища є обов'язковим, а саме: правильна вологість субстрату, доступність поверхні для кладки, адже одна самка може відкласти сотні яєць.

Після появи яєць виникає достатньо багато особливостей утримання та поділу, оскільки саме на цьому етапі фактори середовища можуть спричинити найбільші втрати поголів'я. Інкубація яєць триває в середньому до 24 годин та залежить від температури та вологості. Надзвичайно важливо уникати пересихання та не допускати перегріву. Тому яйця з делікатністю переміщуються в поживне середовище для створення оптимальних умов вилуплення та стартового росту. Тому на етапі інкубації важливим є належна волога та гарна вентиляція. Поділ личинок для подальшого росту відбувається після їх вилуплення та супроводжується умовним поділом на ємності з поживного середовища. Критично важливо розуміти, що після вилуплення личинки одразу починають житися і доволі інтенсивно. Тому, наявність достатньої кількості корму саме в перші години та дні життя впливають на подальшу виживаність. Тому, ключові фактори це достатня кількість корму та системний контроль температури, а також аерація. Під час руху личинки неймовірно гріються, що призводить до підвищення температури середовища та створення негативних умов. Враховуючи практичні як вдалі так і не вдалі досліди можна зробити висновки, що личинки покидають поживне середовище тільки у двох випадках: не достатня наявність їжі на кількість личинок та висока

температура, яка може привезти до загибелі, що стимулює личинок до зміни місця перебування.

Розміри яєць та личинок в першу добу не дають можливість їх навіть орієнтовному поділу. Тому шляхом постійних експериментів був винайдений станом на сьогодні єдиний науково обґрунтований шлях поділу – поступового годування та поділу кожні п'ять годин. Ріст личинок до їх відбору до реалізації в середньому займає від семи до десяти днів. При цьому наявність поживного середовища має відповідати кількості та потребам личинок.

Але один виробничий цикл не забезпечує стабільного функціонування ферми. Тому необхідно забезпечити ротація поколінь. Тому частину личинок залишають для окуклення з метою отримання нових мух та їх перетиримують у харчовому секторі. Зазначені куколки в умовах стабільної температури поступово дозрівають та змінюють мух, які втомлені репродукційними процесами. У випадку правильного годування, вологості та режиму освітлення маточне поголів'я може прожити орієнтовно до 25 днів. Наявність балансу між щоденною продуктивністю виходу личинок та тривалістю життя є вкрай важливим для безперебійної роботи.

Окуклювання і вихід мух відбувається поступально. Личинки перед окуклюванням мігрують у сухі місця, відділяються від м'яса та готуються до перетворення. Далі формують лялечку (пупарій) та в залежності від умов до чотирнадцяти днів проходить до появи дорослих мух.

Контроль якості популяції забезпечується особливою підготовкою маточного поголів'я та подальшу чистоту популяції. Проте, неодноразово доводилося стикатися з шкідниками, що зупиняють процес виробництва на етапі формування маточного покоління мух. Маленькі мушки виїдають внутрішні лялечки, що призводить до збою процесу виробництва. Аналогічний негативний вплив та шкоду завдають мурашки. Тому системна дезінсекція та обробка приміщень є обов'язковим фактором системної підготовки до безперервного циклу виробництва.

Саме тому санітарні аспекти є важливими та ми прийшли до певних чітких правил. Серед важливих - чітке розділення зон: утримання мух – інсектарний комплекс, зона інкубації яєць, зона вирощування личинок, зона годування та відділення готової продукції.

Регулярна дезінфекція всіх приміщень та вентиляційна система дозволяє мінімізувати шкідливий вплив продуктів розпаду. Контроль запахів і відходів здійснюється шляхом регулярної вентиляції та розміщення виробництва подалі від житлових будинків.

3.2. Особливості живлення личинок м'ясної мухи

Живлення личинок м'ясної мухи є одним із ключових факторів, що визначає ефективність їх вирощування, швидкість росту, виживаність та біохімічний склад отриманої біомаси. У процесі досліджень було встановлено, що личинки активно споживають органічні субстрати тваринного походження, надаючи перевагу середовищам із високим вмістом білка та вологи.

У ході експерименту використовувалися різні типи кормових субстратів: м'ясні та рибні відходи. Було встановлено, що інтенсивність живлення залежить від фізико-хімічних характеристик субстрату, зокрема його вологості, структури та ступеня розкладання (табл.3.1).

Таблиця 3.1

Споживання корму личинками залежно від типу субстрату

| Варіант | Тип субстрату | Споживання корму, г/добу | Коефіцієнт конверсії корму (FCR) |
|----------|----------------|--------------------------|----------------------------------|
| Контроль | м'ясні відходи | 45 ± 2 | 2,1 ± 0,1 |
| Дослід 1 | рибні відходи | 50 ± 3 | 1,9 ± 0,1 |
| Дослід 2 | комбінований | 48 ± 2 | 2,0 ± 0,1 |

На початкових стадіях розвитку (I–II віки) личинки споживають невеликі кількості корму, однак вже на III віці інтенсивність живлення різко зростає. Саме в цей період спостерігається максимальний приріст маси, що пов'язано з активізацією обмінних процесів.

Як видно з даних таблиці 3.1, найвищий рівень споживання корму спостерігався у варіанті з рибними відходами — 50 г/добу, що на 11,1% більше порівняно з контролем. Це свідчить про вищу привабливість даного субстрату для личинок.

Коефіцієнт конверсії корму (FCR) був найнижчим у цьому ж варіанті (1,9), що вказує на більш ефективне використання поживних речовин. У контрольному варіанті цей показник становив 2,1, що свідчить про дещо нижчу ефективність засвоєння корму.

Важливим фактором, що впливає на інтенсивність живлення, є вологість субстрату. За умов недостатньої вологості (<60%) спостерігалось зниження активності личинок і, відповідно, зменшення споживання корму. Натомість при вологості 65–75% створювалися оптимальні умови для живлення та росту.

Також встановлено, що надмірна щільність посадки призводить до конкуренції за корм і зниження ефективності його використання. При оптимальній щільності (близько 100 г яєць на 1 кг субстрату) забезпечується рівномірний доступ личинок до поживного середовища.

У процесі живлення личинки активно розпушують субстрат, що сприяє його аерації та прискорює процеси біоконверсії органічної маси. Це має важливе значення не лише для отримання білкової біомаси, але й для утилізації органічних відходів [40].

Отже, результати досліджень свідчать, що ефективність живлення личинок м'ясної мухи значною мірою залежить від типу кормового субстрату, його вологості та умов вирощування. Найкращі показники споживання корму та його конверсії були отримані при використанні рибних відходів, що робить їх перспективним субстратом для вирощування личинок з метою використання в аквакультурі.

3.3. Способи культивування личинок м'ясної мухи з метою одержання товарної продукції

Культивування личинок м'ясної мухи (опариша) для отримання товарної продукції – це перспективний бізнес, оскільки личинки є цінним джерелом білка (понад 40-60% у сухому вигляді) для рибальства, птахівництва, тваринництва та переробки відходів. Основні види мух – синя (*Calliphora*) та зелена (*Lucilia*) м'ясна муха, а також Чорна львинка (BSFL).

Нижче наведено основні способи та етапи культивування:

1. Способи культивування (методи)

Класичний метод на субстраті (пасічний): Використовується м'ясо або риба (свіжі або зіпсовані), які розміщують у відкритих ємностях для залучення мух, що відкладають яйця.

Вирощування в закритому приміщенні (інсектарій): Більш гігієнічний та контрольований спосіб. Мухи містяться в сітчастих клітках, а личинки ростуть у ящиках з поживним субстратом (висівки, фарш, кисломолочний сир).

Метод на харчових відходах: Використання органічних відходів (залишки м'яса, овочів, зернові висівки), що дозволяє одночасно утилізувати відходи та отримувати білок.

Вирощування личинок м'ясної мухи є перспективним напрямом біотехнології, що поєднує утилізацію органічних відходів із виробництвом високобілкової кормової продукції для потреб аквакультури. Основною метою культивування є отримання максимальної кількості біомаси з високим вмістом протеїну за мінімальних витрат ресурсів.

Технологічний процес вирощування личинок включає такі основні етапи як: утримання маточного поголів'я мух, отримання кладки яєць, інкубація яєць, вирощування личинок, збір та переробка біомаси, утилізація залишків субстрату.

Кожен із зазначених етапів має свої технологічні особливості, що впливають на кінцеву продуктивність. М'ясні мухи характеризуються високою плодючістю та коротким циклом розвитку, що робить їх зручними для

промислового вирощування. Самка здатна відкласти від 150 до 300 яєць за одну кладку.

Життєвий цикл включає такі стадії: яйце (8–24 години), личинка (4–7 діб), лялечка (5–10 діб), імаго (2–4 тижні).

Найбільший інтерес для виробництва становить личинкова стадія, оскільки саме в цей період відбувається інтенсивне накопичення білка та жиру.

У практиці застосовують декілька основних способів вирощування личинок м'ясної мухи. Екстенсивний метод передбачає вирощування личинок у природних або напівконтрольованих умовах із мінімальним втручанням людини.

Основні характеристики такого методу: використання відкритих майданчиків, застосування сирих органічних відходів, залежність від кліматичних умов, низький рівень контролю процесу.

Серед переваг: мінімальні витрати, простота реалізації.

Серед недоліків: нестабільність результатів, ризик контамінації, нерівномірна якість продукції.

Інтенсивний метод передбачає вирощування личинок у контрольованих умовах із використанням спеціального обладнання.

Основні параметри: температура: 25–30 °С, вологість: 60–75%, контроль щільності посадки, використання підготовлених субстратів.

До переваг відноситься: висока продуктивність, стабільна якість продукції, можливість мінімальної автоматизації.

До недоліків відпоститься: більші капіталовкладення, потреба у кваліфікованому персоналі.

Поєднує елементи двох попередніх підходів. Частина процесів контролюється, але використовується спрощене обладнання. Процес культивування складається з кількох взаємопов'язаних етапів.

Дорослих мух утримують у клітках. Для стимуляції яйцекладки використовують субстрати з характерним запахом (м'ясо, риба). Яйця інкубують при температурі 25–28 °С. Через 12–24 години відбувається вихід личинок. Личинки переносять у контейнери із субстратом. Основні параметри: товщина

шару субстрату: 5–10 см, регулярний контроль температури, підтримання вологості. Тип субстрату є ключовим фактором біохімічного складу і продуктивності опариша (табл.3.2).

Таблиця 3.2

Вплив субстрату на біохімічний склад і продуктивність опариша

| Субстрат | Вихід біомаси, г/кг | Протеїн, % | Жир, % |
|----------------|---------------------|------------|--------|
| М'ясні відходи | 220 | 42,5 | 28,0 |
| Рибні відходи | 240 | 44,5 | 27,8 |
| Комбінований | 235 | 43,2 | 28,5 |

Рибні відходи показали найкращі результати, але їх стабільна наявність та кількість виключає організацію виробничого процесу. Щільність впливає на: доступ до корму, температуру субстрату, виживаність (табл.3.3).

Збір і переробка продукції. Збір проводять на стадії передлялечки. Методи: механічне відокремлення, самозбір (міграція личинок).

Санітарні вимоги та важливі аспекти: регулярна дезінфекція, контроль запахів, утилізація відходів [36].

Економічна ефективність. Вирощування личинок дозволяє: знизити витрати на корм, утилізувати відходи, отримати прибуток.

Використання продукції в аквакультурі. Личинки застосовуються як: живий корм, сушений корм, білкова добавка. Вони містять: 40–45% білка, 25–30% жиру.

Таблиця 3.3

Вплив щільності на виживаність і вихід біомаси опариша

| Щільність | Вживаність, % | Біомаса, г |
|------------|---------------|------------|
| Низька | 90 | 200 |
| Оптимальна | 85 | 240 |
| Висока | 70 | 180 |

Отже, найефективнішим є інтенсивний метод культивування. Рибні відходи забезпечують найвищу продуктивність. Оптимальні умови вирощування: температура 25–30 °С, вологість 65–75%. Личинки є перспективним джерелом білка для аквакультури.

3.4. Санітарно-профілактичні заходи культивування личинок м'ясної мухи

М'ясна муха надзвичайно вимоглива до умов існування істота. Якщо на меті є максимальні показники приросту кількості личинок та нове відтворення поголів'я, то необхідним є суворе дотримання санітарно-профілактичних заходів утримування личинок.

Санітарно-профілактичні заходи при культивуванні личинок м'ясної мухи (опариша) дуже важливі, адже цей процес пов'язаний із розкладанням органічних матеріалів і може нести ризики інфекцій, запахів та поширення шкідників [36].

Вибір та підготовка місця є важливим з багатьох факторів: виробництво повинно бути ізольованим від житлових приміщень, наявність вентиляції (але з сітками від інших комах), тверде покриття підлоги, яке легко мити і дезінфікувати, захист від гризунів і диких тварин.

Гігієна персоналу полягає в роботі тільки в спецодязі (рукавички, халат, чоботи), регулярне миття рук і дезінфекція, заборона вживання їжі в зоні культивації, наявність місця для миття та знезараження [26].

Контроль сировини потрібно проводити регулярно. Використовувати тільки свіжу або контрольовано зіпсовану органіку (м'ясо, риба), уникати сировини з ознаками інфекцій або хімічного забруднення, зберігати сировину в закритих контейнерах до використання [35].

Контроль популяції мух. Використання контрольованих маточних культур, ізоляція різних стадій розвитку (яйця, личинки, дорослі мухи), недопущення потрапляння сторонніх видів мух

Дезінфекція та прибирання. Регулярна обробка приміщення деззасобами, очищення контейнерів після кожного циклу, використання безпечних дезінфектантів (наприклад, на основі хлору або перекису).

Контроль запахів і відходів. Своєчасне видалення відпрацьованого субстрату, компостування або утилізація згідно санітарних норм, використання біофільтрів або адсорбентів запаху

Боротьба зі шкідниками. Регулярна дератизація (гризуни), використання пасток для комах, герметизація щілин і отворів.

Контроль умов середовища. Температура: зазвичай 20–30°C, вологість: помірна, без перезволоження, уникати перегріву, який може викликати масову загибель личинок.

Біобезпека. Не допускати контакту продукції з патогенами, чітке розмежування «брудної» та «чистої» зон, ведення журналу обробок і циклів вирощування. Санітарно-профілактичні заходи є невід'ємною складовою технології культивування личинок м'ясної мухи, оскільки даний процес пов'язаний із використанням органічних відходів тваринного походження, що створює потенційні ризики розвитку патогенної мікрофлори, поширення неприємних запахів та контамінації продукції. Дотримання належного санітарного режиму забезпечує стабільність виробничого процесу, високу якість кінцевого продукту та безпеку для персоналу [41].

Однією з основних вимог є правильна організація виробничого приміщення. Ділянки утримання імаго, інкубації яєць та вирощування личинок повинні бути ізольовані одна від одної. Приміщення має бути обладнане ефективною системою вентиляції, що забезпечує видалення надлишкової вологи та газів, які утворюються в процесі розкладання органічного субстрату. Оптимальним є використання припливно-витяжної вентиляції з фільтрацією повітря.

Важливим аспектом є підготовка та знезараження кормового субстрату. Органічні відходи перед використанням піддають попередній обробці, яка може включати подрібнення, термічну обробку або ферментацію. Це дозволяє знизити

рівень патогенної мікрофлори та стабілізувати склад субстрату. Забороняється використання сировини з ознаками гниття, плісняви або зараження паразитами.

Регулярна дезінфекція обладнання та інвентарю є обов'язковою умовою. Контейнери для вирощування, інструменти та робочі поверхні обробляють дезінфікуючими засобами після кожного циклу культивування. Для цього застосовують розчини на основі хлору, перекису водню або інших дозволених дезінфектантів. Періодично проводиться генеральне прибирання приміщень [26].

Особливу увагу приділяють контролю мікроклімату. Підвищена вологість і температура можуть сприяти розвитку небажаної мікрофлори. Тому необхідно підтримувати оптимальні параметри: температуру 25–30 °С та відносну вологість 60–75%. Регулярний моніторинг цих показників дозволяє запобігти виникненню несприятливих умов.

Контроль за популяцією сторонніх організмів є ще одним важливим заходом. У виробничих приміщеннях необхідно проводити заходи з дератизації та дезінсекції для запобігання появі гризунів, мурах та інших комах-конкурентів або переносників інфекцій. Вікна та вентиляційні отвори повинні бути обладнані захисними сітками.

Персонал, який працює з культурами личинок, повинен дотримуватися правил особистої гігієни. Обов'язковим є використання спеціального одягу, рукавичок та, за необхідності, засобів індивідуального захисту органів дихання. Перед початком роботи та після її завершення проводиться обробка рук антисептиками (рис.3.4).

Окремим напрямом санітарних заходів є управління відходами. Залишки субстрату після вирощування личинок підлягають утилізації або подальшій переробці (наприклад, компостуванню). Важливо запобігати їх накопиченню, оскільки це може спричинити розвиток патогенних мікроорганізмів та погіршення санітарного стану виробництва [5].

Значну роль відіграє контроль якості отриманої продукції. Личинки, призначені для використання в аквакультури, повинні відповідати ветеринарно-



Рис. 3.4. Інноваційне виробництво цінного білка (фото автора)

санітарним нормам. За необхідності проводять лабораторні дослідження на наявність патогенів, токсинів та важких металів.

Таким чином, система санітарно-профілактичних заходів при культивуванні личинок м'ясої мухи повинна бути комплексною і включати організаційні, технологічні та гігієнічні заходи. Її дотримання забезпечує безпечність виробництва, стабільність отримання біомаси та високу якість продукції, що є особливо важливим при використанні личинок як корму в аквакультурі.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень та аналізу наукових джерел щодо технологічних аспектів вирощування личинок м'ясної мухи для потреб аквакультури встановлено наступне:

1. Вирощування личинок м'ясної мухи є перспективним напрямом біотехнології, що дозволяє ефективно поєднувати утилізацію органічних відходів із виробництвом високобілкового корму для рибництва.
2. Встановлено, що ефективність культивування значною мірою залежить від технологічних параметрів, зокрема температурного режиму, вологості середовища, типу кормового субстрату та щільності посадки личинок.
3. Оптимальними умовами вирощування є температура в межах 25–30 °C та відносна вологість 60 – 75%, що забезпечує найкращі показники росту, виживаності та виходу біомаси.
4. Найефективнішим є інтенсивний метод культивування. Рибні відходи забезпечують найвищу продуктивність. оптимальна щільність посадки забезпечує раціональне використання корму та запобігає надмірній конкуренції між личинками, що позитивно впливає на їх розвиток та виживаність.
5. Личинки м'ясної мухи характеризуються високою поживною цінністю, зокрема значним вмістом сирого протеїну (40–45%) та жиру (25–30%), що робить їх ефективним компонентом кормів для об'єктів аквакультури.
6. Дотримання санітарно-профілактичних заходів є обов'язковою умовою безпечного виробництва, оскільки дозволяє знизити ризики контамінації продукції та забезпечити її відповідність ветеринарно-санітарним вимогам.

Отримані результати свідчать про високу економічну доцільність впровадження технології вирощування личинок м'ясної мухи в господарствах аквакультури.

ПРОПОЗИЦІЇ

На основі проведених досліджень та отриманих результатів щодо технології вирощування личинок м'ясної мухи для потреб аквакультури доцільно рекомендувати наступне.

Впровадження інтенсивної технології вирощування.
Для отримання стабільно високих результатів рекомендується використовувати інтенсивний метод культивування з контролем температури, вологості та щільності посадки, що забезпечує максимальний вихід біомаси та якість продукції.

Дотримання оптимальних параметрів мікроклімату.
У виробничих умовах необхідно підтримувати температуру на рівні 25 – 30 °С та відносну вологість 60 – 75%, що сприяє прискоренню розвитку личинок і підвищенню їх виживаності.

Раціональний підбір кормового субстрату.
Рекомендується використовувати рибні або комбіновані органічні відходи як найбільш ефективні субстрати, що забезпечують високий рівень споживання корму та кращі показники конверсії.

Оптимізація щільності посадки. Доцільно дотримуватися оптимальної щільності (близько 100 г яєць на 1 кг субстрату), що забезпечує рівномірний доступ личинок до корму та запобігає конкуренції.

Контроль якості субстрату. Перед використанням органічні відходи необхідно перевіряти на відсутність плісняви, токсичних речовин та сторонніх домішок. За можливості рекомендується проводити попередню обробку (подрібнення або ферментацію).

Дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Рекомендується регулярно проводити дезінфекцію обладнання, контролювати санітарний стан приміщень та забезпечувати належні умови праці персоналу для запобігання контамінації продукції.

Раціональний збір та переробка личинок. Збір личинок слід здійснювати на стадії передлялечки, коли досягається максимальна поживна цінність. Для тривалого зберігання рекомендується застосовувати сушіння з подальшим подрібненням.

Використання у годівлі об'єктів аквакультури. Личинки м'ясної мухи доцільно використовувати як: живий корм для молоді риб, компонент комбікормів у висушеному вигляді, часткову заміну рибного борошна.

Економічна доцільність впровадження. Рекомендується впроваджувати технологію у рибницьких господарствах для зниження витрат на корми та підвищення рентабельності виробництва.

Перспективи масштабування. Для промислового виробництва доцільно впроваджувати механізацію процесів (подача субстрату, збір личинок, сушіння), що дозволить підвищити ефективність і знизити трудові витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Альтернативні білкові ресурси. - Київ : Наукова думка, 2020. 275 с.
2. Андрющенко А. І., Алимов С. І. Ставове рибництво : підручник. — Київ : Видавничий центр НАУ, 2008. 636 с.
3. Бачинська Я. Перспективи промислового розведення комах як джерела білка та біологічно активних речовин // Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій : матеріали всеукр. наук. конф., присвяч. 100-й річниці від дня народж. Н. С. Ялинської, Львів, 7–10 верес. 2023 р. Львів : СПОЛОМ, 2023. С. 9–12.
4. Біобезпека аквакультури (по доповіді ФАО 2020 р). <https://fishindustry.com.ua/biobezpeka-akvakulturi-po-dopovidi-fao-2020-r>
5. Біоконверсія органічних відходів – Європейський досвід та Українські практики. <https://technologies-engineering.com.ua/uk/journals/t-23-3-2022/biokonversiya-organichnikh-vidkhodiv-yevropeysky-dosvid-ta-ukrayinski-praktiki>
6. Біоекономіка як напрямок розвитку аграрного сектору. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u210/zb._tez_dop._.pdf#page=143
7. Біотехнологія аквакультури риб. <https://surl.lu/igfpvq>
8. Ветеринарна медицина та благополуччя тварин. Закон України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20#Text>
9. Гігієна кормів і кормових добавок. <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/31676.pdf>
10. Грициняк І. І., Третяк О.М. Пріоритетні напрями наукового забезпечення рибного господарства України. <https://fsu.ua/index.php/uk/component/content/article/31-roki/2007/2007-01/91-2007-01-05-20-gritsinyak>
11. Дерень О. В. Альтернативні кормові ресурси в аквакультурі. Київ : НУБіП України, 2021. 198 с.

12. Дерень О. В., Федоренко М. В. Обґрунтування перспектив використання комах як джерела білка у кормах для риби // Рибогосподарська наука України. 2023. № 2. С. 45–56.
13. Екологічна біотехнологія: навч. посіб. : у 2 кн. / О. В. Швед, Р. О. Петріна, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018. Кн. I. 424 с.
14. Жарчинська В. С. Технологія кормових добавок для аквакультури // Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2024. № 1. С. 89-95.
15. Інновації в аквакультурі України: майбутнє водних біоресурсів. https://zk.darg.gov.ua/index.php?lang_id=1&content_id=1319&lp=40
16. Вдовенко Н.М., Заленська Є.А. Підходи до підвищення ефективності діяльності підприємств із застосуванням замкнутого циклу вирощування личинок чорної львинки як альтернативи рибному борошну. Матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції, 20- 21 листопада 2025 р. Київ : НУХТ, 2025. С. 65-67.
17. Гринжевський М.В., Андрющенко А.І. Основи фермерського рибного господарства. К.: Світ, 2000, 340 с.
18. Гринжевський М.В., Третяк О.М. та ін. Нетрадиційні об'єкти рибництва в аквакультурі України. К.: Світ, 2001. 163 с. 3.
19. Культивування живих кормів. http://lib.dnu.dp.ua/rep/bio/knygy/nazva/Kultyvuvannya_zhyvyh_kormiv.pdf
20. Коновал О. М., Бондаренко В. І. Використання комах у годівлі риби // Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. — 2023. — Т. 25, № 98. — С. 112–118.
21. Кононцев С. В. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів / С. В. Кононцев, Л. А. Саблій, Ю. Р. Гроховська. – Рівне : НУВГП, 2011. – 151 с.
22. Кононцев С. Біотехнологія культивування кормових організмів у системі відновлення якості води рибницьких комплексів індустріального типу / С.

- Кононцев, Л. Саблій, Ю. Гроховська // Біотехнологія: досвід, традиції та інновації : збірник наукових праць. – Київ : НУХТ. – 2016. – С. 84–91.
- 23.Інтенсивні технології в аквакультури : навч. посіб. / Р.В. Кононенко, П.Г. Шевченко, В. М. Кондратюк, І. С. Кононенко. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 410 с.
- 24.Мухіна О. Ю., Антоненко О. В. Зоологія безхребетних : навч.-метод. посіб. Харків : ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2016. 148 с.Ібатуллін І. І.,
- 25.Новохатко О. В., Коваленко В. О., Ільчук І. І., Гриневич Н. Є. Ефективність використання личинок чорної львинки *Hermetia illucens* як кормової добавки в годівлі кларієвого сома *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології : збірник тез XV Міжнар. іхтіологічної наук.-практ. конф., Київ, 17–19 верес. 2025 р. Київ, 2025. С. 126–131.
- 26.Охорона праці в галузі: навч. посіб. для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2023. 586 с.
- 27.Технології переробки та утилізації відходів.
<https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0053715.pdf>
- 28.European Aquaculture Production Report 2015–2024 / Federation of European Aquaculture Producers. Brussels, 2025. 78 p. URL: <https://feap.info/wp-content/uploads/2025/01/2025-01-22-production-report-2024-v1.pdf>
- 29.European Commission: Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, EUMOFA. Fishmeal and fish oil – Production and trade flows in the EU. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2023. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2771/47090>
- 30.FAO Fisheries & Aquaculture. *Clarias gariepinus*. URL: https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/clarias_gariepinus?lang=en
- 31.FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Rome : FAO, 2022. P. 76–81.

- 32.FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in Action. Rome : FAO, 2024.URL: <https://doi.org/10.4060/cd0683en> (дата звернення: 01.05.2026).
- 33.Fawole, F. J. Substituting fishmeal with *Hermetia illucens* in the diets of African catfish (*Clarias gariepinus*): Effects on growth, nutrient utilization, haemato-physiological response, and oxidative stress biomarker // Aquaculture. 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2019.734849>
- 34.Guo, H., Jiang, C., Zhang, Z. et al. Material flow analysis and life cycle assessment of food waste bioconversion by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) // Science of the Total Environment. 2021. Vol. 750. Art. 141656. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141656> (дата звернення 25.04.2026).
- 35.Сталінська І. В. Поводження з побутовими відходами [Електрон. ресурс] : конспект лекцій для студентів 1 та 2 курсу всіх форм навчання зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища / І. В. Сталінська, О. В. Хандогіна Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/54197/>
36. Про відходи та про скасування деяких директив : Директива Європейського Парламенту і Ради від 19 лист. 2008 року № 2008/98/ЄС [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text
37. Горбаль Н. І. Безвідходне виробництво в Україні: досвід ЄС / Н. І. Горбаль, Я. О. Крохмальна // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку. – 2021. – № 2 (6). – С. 149–156.
38. About zero waste [Electronic resource] / Zero-waste Europe : site. – Electronic text data – Regime of access: <https://zerowasteurope.eu/about/aboutzero-waste/>
39. Reducing food loss and waste. Nestle [Electronic resource]: site. – Electronic text data – Regime of access: <https://www.nestle.com/sustainability/>

40. Top 10 zero-waste companies pushing for a sustainable future [Electronic resource]: site. – Electronic data – Regime of access: 147 <https://www.zerowaste.com/blog/top-10-zero-waste-companies>
41. Зеркалов Д. В. Екологічна безпека та охорона довкілля / Д. В. Зеркалов. – Київ : Основа, 2012. – 514 с.
42. Технології утилізації відходів в аграрному секторі. — Київ : Аграрна наука, 2022. – 280 с.
43. МХП відкриває новий напрямок – завод з виробництва комах <https://tatfood.com.ua/2025/12/15/oficzijno-mhp-vidkryvaye-novyj-napryamok-zavod-z-vyrobnytva-komah/>
44. Соборова О., Куделіна О. Інноваційні технології виробництва кормів для риби у сучасних умовах аквакультури // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів». м. Київ, 30-31 жовтня 2025 р. : Київ : ПРО ФОРМАТ, 2025. с.239-241.