

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЯНЧУК Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 639.312
(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Роль і особливості використання равликів у
системах декоративних акваріумів
(тема роботи)

207 Водні біоресурси та аквакультура
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Світлана Іванівна МАТКОВСЬКА
(прізвище, ім'я, по батькові)
К. С.-Г. Н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Янчук А.О. – Роль і особливості використання равликів у системах декоративних акваріумів
Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 207 – Водні біоресурси та аквакультура – Поліський національний університет, Житомир, 2025 рік.

В роботі надано уточнення та оновлення даних щодо оптимальних умов утримання деяких видів равликів (зокрема, рН для Меланії, жорсткість для Котушки та Шипа диявола), що відрізняються від раніше відомої інформації та сприяють більш успішному утриманню. Систематизовано інформацію щодо сумісності різних видів равликів з основними групами акваріумних мешканців (риби, донні риби, черепахи, ракоподібні) із зазначенням конкретних причин несумісності (хижацтво/канібалізм).

Наукова новизна одержаних результатів: Уточнено та оновлено дані щодо оптимальних умов утримання деяких видів равликів (зокрема, рН для Меланії, жорсткість для Котушки та Шипа диявола), що відрізняються від раніше відомої інформації та сприяють більш успішному утриманню. Систематизовано інформацію щодо сумісності різних видів равликів з основними групами акваріумних мешканців (риби, донні риби, черепахи, ракоподібні) із зазначенням конкретних причин несумісності (хижацтво/канібалізм).

Практичне значення одержаних результатів: результати досліджень дозволяють акваріумістам обґрунтовано вибирати види равликів для своїх акваріумів, враховуючи їхній вплив на якість води, здатність до очищення від водоростей та сумісність з іншими мешканцями.

Основні положення що виносяться на захист: аналіз утримання та сумісності акваріумних равликів з іншими групами гідробіонтів, а також оцінка впливу життєдіяльності равликів на санітарний стан акваріумів.

Структура роботи: Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел. Робота викладена на 30 сторінках, містить 3 таблиці, 1 діаграму і 9 рисунків. Список літератури становить 40 найменувань.

Ключові слова: акваріумні равлики, Ампулярія, Неретина, Меланія, Котушка, Тіломеланія, Хелена, якість води, риби, черепахи, ракоподібні, водорості.

ABSTRACT

Yanchuk A.O. - the role and features of the use of snails in decorative aquarium systems

Qualification work for a bachelor's degree in the specialty 207 - water bioresources and aquaculture - Polissya National University, Zhytomyr, 2025.

The work provides clarification and updating of data on the optimal conditions for keeping some snails (in particular, PH for melania, stiffness for the coil and thorns of the devil), which are different from previously known information and contribute to more successful retention. Information on the compatibility of different snails with the main groups of aquarium inhabitants (fish, bottom fish, turtles, crustaceans) with the specific causes of incompatibility (predatory/cannibalism) is systematized.

Scientific novelty of the results obtained: data on the optimal conditions for the maintenance of some types of snails (in particular, PH for melania, stiffness for the coil and spike of the devil), which differ from previously known information and contribute to more successful retention. Information on the compatibility of different snails with the main groups of aquarium inhabitants (fish, bottom fish, turtles, crustaceans) with the specific causes of incompatibility (predatory/cannibalism) is systematized.

The practical importance of the results obtained: the results of the studies allow the aquarists to justify the types of snails for their aquariums, taking into account their impact on water quality, the ability to purify the algae and compatibility with other inhabitants. The main provisions of the protection: analysis of the maintenance and compatibility of aquarium snails with other groups of hydrobionts, as well as assessment of the impact of snail life on the sanitary condition of the aquariums.

Work structure: Qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions, practical recommendations, a list of sources used. The work is laid on 30 pages, contains 3 tables, 1 diagram and 9 drawings. The list of literature is 40 titles.

Keywords: aquarium snails, ampoules, non -melania, coil, body, helen, water quality, fish, turtles, crustaceans, algae.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ I АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	6
1.1. Роль равликів в природних екосистемах	6
1.2. Роль равликів у водних екосистемах	8
РОЗДІЛ II Характеристика об'єкту досліджень, програма досліджень.....	11
2.1. Загальна біологічна характеристика акваріумних равликів.....	11
2.2. Методики досліджень равликів у декоративних акваріумах.....	13
2.3. Програма досліджень.....	14
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
3.1. Популярні види акваріумних равликів.....	16
3.2. Порівняльний аналіз умов утримання равликів в акваріумах.....	21
ВИСНОВКИ.....	29
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	30
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	31
ДОДАТКИ.....	35

ВСТУП

Актуальність досліджень: Вивчення ролі та особливостей використання равликів у декоративних аквасистемах та акваріумах є надзвичайно важливим, адже ці молюски є не лише естетичним доповненням, але й виконують ключові функції для підтримання біологічної рівноваги. Розуміння їхніх харчових вподобань, темпів розмноження, потреб у хімічному складі води та взаємодії з іншими мешканцями дозволяє акваріумістам ефективно контролювати ріст небажаних водоростей, утилізувати органічні залишки, а також запобігати спалахам хвороб та підтримувати оптимальні умови для риб і рослин, що в кінцевому підсумку забезпечує стабільність, чистоту та довговічність штучної екосистеми, саме тому тема досліджень є своєчасною та актуальною.

Мета роботи - Оцінка ролі та вивчення особливостей використання різних видів акваріумних равликів у системах декоративних акваріумів з метою оптимізації умов їх утримання та підвищення ефективності їхніх функцій у підтримці біологічного балансу.

Об'єкт дослідження – Декоративні акваріуми та їхні гідробіоти, зокрема різні види акваріумних равликів.

Предмет дослідження – Вплив акваріумних равликів на органолептичні показники водного середовища, динаміку заростання стінок акваріума водоростями, сумісність з іншими мешканцями, а також оптимальні умови їх утримання.

Методи дослідження: Органолептичні методи; кількісні методи; методи спостереження та фіксації.

Наукова новизна одержаних результатів: Уточнено та оновлено дані щодо оптимальних умов утримання деяких видів равликів (зокрема, рН для Меланії, жорсткість для Котушки та Шипа диявола), що відрізняються від раніше відомої інформації та сприяють більш успішному утриманню. Систематизовано інформацію щодо сумісності різних видів равликів з основними групами акваріумних мешканців (риби, донні риби, черепахи, ракоподібні) із зазначенням конкретних причин несумісності (хижацтво/канібалізм).

Практичне значення одержаних результатів: результати досліджень дозволяють акваріумістам обґрунтовано вибирати види равликів для своїх акваріумів, враховуючи їхній вплив на якість води, здатність до очищення від водоростей та сумісність з іншими мешканцями.

Апробація результатів досліджень: за темою бакалаврського дослідження було опубліковано 2 тези на науково-практичних конференціях:

1. Янчук А.О. Равлики в аквакультурі: біологічні особливості, методи вирощування та значення // Scientific research: modern challenges and future prospects. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2025. Pp. . URL: <https://sci-conf.com.ua/ix-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientificresearch-modern-challenges-and-future-prospects-14-16-04-2025-myunhennimechchina-arhiv/>

2. Янчук А.О. Перспективи розвитку аквакультурного виробництва в Україні // European congress of scientific discovery. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain. 2025. Pp. . URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-europeancongress-of-scientific-discovery-28-30-04-2025-madrid-ispaniya-arhiv/>

Основні положення що виносяться на захист: аналіз утримання та сумісності акваріумних равликів з іншими групами гідробіонтів, а також оцінка впливу життєдіяльності равликів на санітарний стан акваріумів.

Структура роботи: Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел. Робота викладена на 30 сторінках, містить 3 таблиці, 1 діаграму і 9 рисунків. Список літератури становить 40 найменувань.

Ключові слова: акваріумні равлики, Ампулярія, Неретина, Меланія, Котушка, Тіломеланія, Хелена, якість води, риби, черепахи, ракоподібні, водорості.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Роль равликів в природних екосистемах

Від найвищих гірських вершин до найглибших океанських западин, від тропічних лісів до посушливих пустель — равлики демонструють дивовижну адаптивність. Наземні види ховаються у вологих куточках лісів, шукають притулок під камінням у садах, чи навіть пристосовуються до екстремальних умов пустель, впадаючи в сплячку під час посухи.

Прісноводні равлики оселяються у затишних заводях річок, у каламутних водах боліт чи кришталеву чистих струмках, а морські види дивують різноманіттям форм і кольорів, населяючи коралові рифи, піщані дна та навіть темні глибини океану. Їхнє повсюдне поширення — свідчення геніальної інженерії природи [1, 6].

Однією з найважливіших, хоч і непомітних, функцій равликів є їхня роль деструкторів та детритофагів. Уявіть собі лісову підстилку, вкриту опалим листям, гілками та мертвими рослинами. Без належного "прибирання" ця органічна маса накопичувалася б, виснажуючи ґрунт і перешкоджаючи новому росту. Саме тут на сцену виходять равлики. Вони, наче мініатюрні "компостні машини", переробляють ці відходи, подрібнюючи їх і повертаючи поживні речовини назад у ґрунт. Цей процес кругообігу речовин є основою для подальшого розвитку флори і фауни.

Водночас, багато равликів є фітофагами, тобто споживачами рослинної їжі. Вони об'їдають водорості на поверхні води, гриби на гниючій деревині, чи навіть молоді пагони рослин. Хоча в садах це може викликати роздратування, у природному середовищі така діяльність має регулюючий характер. Вони можуть запобігати надмірному розростанню певних видів рослин, тим самим підтримуючи біорізноманіття і створюючи можливості для розвитку інших, менш конкурентоспроможних видів [2, 18].

Однак, равлики — це не лише споживачі. Вони самі є важливою ланкою у харчових ланцюгах, слугуючи джерелом їжі для безлічі інших істот. Птахи, що весело щебечуть у лісі, хижі жуки, які полюють на землі, жаби, що чекають на

здобич у болотах, та навіть деякі риби у водоймах — усі вони часто покладаються на равликів як на ключовий компонент свого раціону. Без цієї доступної та поживної здобичі багато видів хижаків зіткнулися б зі значними труднощами у виживанні.

Окрім прямої участі у харчових мережах, равлики виступають як регулятори чисельності інших організмів. У водних екосистемах, наприклад, прісноводні равлики активно пасуться на водоростях, запобігаючи їхньому надмірному розростанню, яке може призвести до "цвітіння" води та виснаження кисню. Таким чином, вони допомагають підтримувати здоров'я та прозорість водойм, забезпечуючи комфортне середовище для інших водних мешканців [5].

Ці молюски також є надзвичайно цінними біологічними індикаторами стану навколишнього середовища. Завдяки своїй чутливості до змін у хімічному складі ґрунту та води, рівня вологості та наявності забруднень, популяції равликів можуть дати нам чітке уявлення про здоров'я екосистеми. Раптове зникнення певних видів або, навпаки, їхнє неконтрольоване розмноження, можуть бути сигналами про екологічні проблеми, що потребують уваги.

Навіть їхні неспішні переміщення мають екологічне значення. Равлики, рухаючись по поверхні, можуть ненароком переносити спори грибів та дрібне насіння рослин, сприяючи їхньому поширенню на нові території. Це своєрідна біологічна "доставка", яка допомагає підтримувати генетичне різноманіття та розширення ареалів різних видів, що в кінцевому підсумку зміцнює стійкість екосистем [8, 26].

Вплив равликів на навколишнє середовище, зазвичай, є глибоко позитивним. Їхня діяльність сприяє поліпшенню якості ґрунту завдяки розкладанню органічної речовини та створенню гумусу. Рухаючись, вони також незначно розпушують ґрунт, покращуючи його аерацію. Це важливий чинник для росту рослин та життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів.

Проте, не варто забувати і про потенційно негативний вплив, який, як правило, пов'язаний з певними обставинами. Наприклад, деякі види слимаків, які є різновидом равликів, можуть завдавати відчутної шкоди

сільськогосподарським культурам у великих кількостях. Або ж, інвазивні види, що потрапляють в нові екосистеми, можуть витіснити місцевих мешканців, порушуючи встановлений баланс [30, 38] .

Крім того, деякі прісноводні равлики, на жаль, можуть бути проміжними господарями для паразитів, які викликають хвороби у людей та тварин. Це підкреслює складність взаємозв'язків у природі та необхідність вивчення не лише позитивних, а й потенційно шкідливих аспектів ролі будь-якого виду.

1.2. Роль равликів у водних екосистемах

Справжніми, хоч і непомітними, архітекторами підводних світів світового океану, прісноводних та солоних водойм континентів є равлики. Ці молюски, що тихо повзають по підводних поверхнях, виконують низку життєво важливих функцій, що підтримують динамічний баланс і здоров'я водних екосистем [14, 19].

Однією з найважливіших ролей водних равликів є їхня функція природних чистильників. Вони є справжніми "пилососами" для водойм, невинно очищаючи поверхні від водоростей та біообростань. Уявіть, що було б з озером, якби ніхто не контролював ріст водоростей. Вони б швидко покрили все, затіняючи підводні рослини та поглинаючи кисень. Равлики ж, наче мініатюрні "пасовищні тварини", постійно зіскоблюють ці зелені нальоти, підтримуючи прозорість води та забезпечуючи доступ світла для фотосинтезу.

Крім того, багато видів равликів є невтомними детритофагами, тобто споживачами органічних решток. Опале листя, відмерлі рослини, залишки їжі, що осідають на дні — усе це стає джерелом живлення для равликів [21, 33] .

Равлики переробляють органічну масу, розкладаючи її на простіші компоненти. Цей процес є критично важливим для кругообігу поживних речовин, адже він повертає елементи назад у воду та ґрунт, роблячи їх доступними для інших організмів. Без цієї "утилізації" водойми швидко б перетворилися на органічні болота.

Равлики також займають значне місце у харчових ланцюгах водних екосистем. Хоч вони і виступають у ролі споживачів, самі вони є важливим джерелом живлення для безлічі інших істот.

Риби, що шукають здобич на дні, водоплавні птахи, які занурюються у воду, щоб знайти їжу, та навіть деякі водні комахи — усі вони покладаються на равликів як на поживну та доступну частину свого раціону. Їхня присутність забезпечує стабільну кормову базу, підтримуючи життя та чисельність хижаків.

Деякі види прісноводних равликів, що мешкають у ґрунті, виконують ще одну цікаву функцію – аерацію донного субстрату. Постійно переміщуючись у верхніх шарах ґрунту, вони розпушують його, запобігаючи застою та закисанню. Це створює сприятливіші умови для коренів водних рослин та життєдіяльності корисних мікроорганізмів, що мешкають у донних відкладеннях [23, 36].

Не менш важливою є роль равликів як біологічних індикаторів. Ці молюски надзвичайно чутливі до змін у хімічному складі води, її температури, рівня кисню та наявності забруднень.

Раптове зникнення певних видів равликів або, навпаки, їхнє неконтрольоване розмноження, може слугувати "червоним прапорцем", вказуючи на погіршення якості водного середовища. Вони є живими "датчиками", що допомагають нам оцінити стан екосистеми.

Особливо яскраво їхня роль проявляється у морських екосистемах. Раковини мертвих морських равликів, разом з іншими скелетними залишками, є важливим компонентом у формуванні донних відкладень та субстрату. Вони утворюють нові поверхні та мікросередовища, на яких можуть оселятися інші морські організми, такі як поліпи, молюски та черви, сприяючи багатому біорізноманіттю морського дна [11, 24, 34].

Проте, варто зазначити й один потенційно негативний аспект їхньої ролі. Деякі прісноводні равлики можуть виступати проміжними господарями для паразитів, які викликають хвороби у людей, риб та інших тварин. Це, наприклад, стосується деяких видів, що переносять паразитів, які викликають шистосомоз у тропічних регіонах. Цей факт підкреслює складність взаємозв'язків у природі та важливість ретельного вивчення кожного компонента екосистеми.

Не менш важливою є їх роль в штучних екосистемах створених людиною, адже саме равлики виступають санітарами декоративних та промислових систем різного призначення.

Висновки до розділу 1: Таким чином, у цілому, роль равликів у природних екосистемах є фундаментальною. Вони не просто існують у своєму світі, а активно взаємодіють з ним, формуючи та підтримуючи його життєздатність.

Узагальнюючи ми дійшли висновку що, водні равлики — це не просто невеликі істоти, що повзають по дну. Вони є незамінними "інженерами" та "санітарами", які підтримують чистоту води, забезпечують кругообіг поживних речовин та підтримують складні харчові мережі. Їхня присутність є ознакою здорової та функціонуючої водної екосистеми.

Збереження різноманіття водних равликів та їхніх природних середовищ існування є критично важливим. Адже кожна, навіть найменша, ланка у складній системі природи має своє неповторне значення, і втрата однієї з них може мати непередбачувані наслідки для всього ланцюга життя.

РОЗДІЛ 2

Характеристика об'єкту досліджень, програма досліджень

2.1. Загальна біологічна характеристика акваріумних равликів

Акваріумні равлики, представники класу *Gastropoda* типу *Mollusca*, є невід'ємним компонентом штучних водних екосистем. Їхня інкорпорація у прісноводні, а інколи і солонуватоводні, акваріуми значною мірою впливає на біологічну стабільність та метаболічні процеси. Біологічне різноманіття цих молюсків є значним, проте існують спільні екофізіологічні та етологічні характеристики, що визначають їхню функціональну роль [25].

Більшість акваріумних равликів функціонують як детритофаги та перифітонофаги (грейзери). Їхній раціон базується на споживанні седиментованих органічних решток, таких як детрит, неспожиті залишки корму, некротизовані частини макрофітів та екскременти іхтіофауни. Особливе значення має їхня здатність до ефективного зіскоблювання мікроводоростевих біообростань (перифітону) зі скляних поверхонь, декоративних елементів та епіфітних поверхонь водних рослин. Цей процес є критичним для підтримання прозорості водного стовпа та оптимізації світлового режиму, необхідного для фотосинтезу вищих водних рослин. Деякі види, однак, можуть проявляти фітофагічну активність щодо живих макрофітів, особливо за умов дефіциту інших джерел живлення або при наявності м'яких, ніжних видів рослин [4].

Механізми газообміну у акваріумних равликів варіюють, відображаючи їхню еволюційну адаптацію до різних водних середовищ. Види із зябровим диханням (наприклад, представники *Neritidae*) здійснюють обмін газів через спеціалізовані структури, що знаходяться у мантийній порожнині, поглинаючи розчинений кисень безпосередньо з водного середовища. Натомість, легеневі равлики (наприклад, *Planorbidae*, *Ampullariidae*) розвинули примітивну легеневу порожнину, яка вимагає періодичного контакту з атмосферним повітрям для здійснення газообміну. Поведінкові патерни, такі як частота підйому до поверхні води у легеневих видів, можуть слугувати біоіндикатором рівня розчиненого кисню в акваріумі, сигналізуючи про потенційну гіпоксію [25].

Репродуктивні цикли акваріумних равликів характеризуються високим поліморфізмом. Багато прісноводних видів є гермафродитами, володіючи функціонально активними гонадами обох статей. Серед них виділяються самозаплідні форми (наприклад, деякі представники Planorbidae, Physidae), що забезпечує їхнє експоненційне розмноження навіть за відсутності партнера. Цей феномен часто призводить до неконтрольованого зростання популяції в акваріумних умовах. Інші гермафродитні, а також роздільностатеві види (наприклад, Ampullariidae, Neritidae), вимагають участі двох особин для успішного запліднення. Яйця відкладаються у формі желатинозних кладок, які можуть бути прикріплені до субстрату під водою або вище її поверхні. Тип розвитку (прямий чи з личинковою стадією) також варіює, впливаючи на динаміку популяції [28].

Вапнякова мушля, або конха, є екзоскелетом, що забезпечує механічний захист та слугує опорою для м'яких тканин. Її форма, розміри, текстура та колір є таксономічними ознаками. Ценогенез мушлі вимагає адекватного рівня іонів кальцію у водному середовищі. Недостатня концентрація кальцію або надмірна кислотність води можуть призвести до декальцинації мушлі, її руйнування та підвищення вразливості молюска.

Поведінка акваріумних равликів, хоча й здається примітивною, демонструє адаптивні патерни. Більшість видів характеризуються брадикінезією (повільним переміщенням) по поверхнях субстрату в пошуках поживних ресурсів. Деякі види, як *Melanoides tuberculata*, проявляють нічну активність, зариваючись у ґрунт протягом дня. Спостереження за частотою підйомів до поверхні у легеневих равликів є індикатором дихального стресу. Реакції уникнення хижаків, такі як повне втягування тіла в мушлю або швидке заривання, є типовими для багатьох видів. Зміна нормальної поведінки, як-от апатія або масове скупчення на поверхні, може сигналізувати про деградацію якості води або інші стресові фактори [4].

Екосистемний вплив на штучні екосистеми інкорпорація гастроподів у акваріумну екосистему має як позитивні, так і потенційно негативні наслідки. Позитивні ефекти включають ефективний біологічний контроль водоростевих

обростань, прискорення деградації органічного детриту, а також біотурбацію донного субстрату (у випадку меланій), що покращує його аерацію та запобігає анаеробним процесам. Деякі види можуть слугувати біоіндикаторами екологічного стану акваріума. Негативні наслідки найчастіше пов'язані з неконтрольованим розмноженням, що призводить до надмірного біологічного навантаження на систему фільтрації, естетичного дискомфорту, потенційної конкуренції за ресурси з іншими мешканцями, а також фітофагії щодо цінних акваріумних рослин.

2.2. Методики досліджень равликів у декоративних акваріумах

Для проведення наших досліджень було обрано екологічні та етологічні методи вивчення равликів, які дозволяють комплексно охарактеризувати їхню взаємодію з середовищем існування, а також проаналізувати особливості поведінки в умовах акваріумної системи [35].

Екологічні дослідження були спрямовані на вивчення впливу фізико-хімічних параметрів води та умов утримання на фізіологічний стан і розвиток равликів. Зокрема, проводився регулярний моніторинг таких показників, як кислотність (pH), загальна та карбонатна жорсткість (GH і KH), температура, концентрації аміаку, нітритів, нітратів, фосфатів і розчиненого кисню. Виявлялись кореляції між цими параметрами та змінами у стані або поведінці тварин. Для збору даних використовувались тест-системи й цифрові сенсори.

Оцінка екологічного впливу равликів на загальну динаміку акваріумної системи здійснювалася через аналіз змін у біообростаннях стінок акваріумів зеленими водоростями, швидкості розкладання органіки в ґрунті, а також шляхом відстеження змін у популяційній чисельності в умовах надлишку або нестачі корму. Окремо моделювались умови стресу (зміна температури, pH, рівня кисню), щоб оцінити адаптивні реакції організмів [35].

Етологічні дослідження були зосереджені на спостереженні за поведінкою равликів у різних умовах. Вивчалась добова активність, зокрема періоди найбільшої рухливості, типи переміщень, використання простору акваріума. Застосовувались як безпосередні візуальні спостереження, так і відеофіксація, включно з режимом сповільненої зйомки.

Дослідження взаємодій між равликами та іншими мешканцями (зокрема рибами або іншими видами молюсків) дозволили виявити певні риси толерантності, уникання або нейтральної співіснування. Завершальною частиною досліджень стало вивчення реакцій на зовнішні подразники — світлові, хімічні, механічні, що дає уявлення про сенсорні та адаптаційні можливості цих організмів.

2.3. Програма досліджень

Період проведення досліджень був визначений з вересня 2023 року по березень 2024 року. Всі експерименти, спостереження та аналіз отриманих результатів були проведені в лабораторії аквакультури та аквадизайну кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури Поліського національного університету. Написання пояснювальної записки до випускної бакалаврської роботи було здійснено в камеральних умовах з використанням персонального комп'ютера, стандартної панелі Windows та Excel.

Було визначено наступні завдання дослідження:

1.Провести всебічний літературний огляд наукових, періодичних та інших джерел інформації щодоравликів в природних екосистемах наземного та водного типів. Проаналізувати ступінь вивченості питань впливу равликів на водне середовище та їх взаємодію з іншими гідробіонтами. На основі отриманих даних сформовано теоретичну базу для подальших експериментальних досліджень.

2.Надати повну біологічну та морфологічну характеристику поширеним видам черевоногих молюсків, що утримуються в акваріумах. Особливу увагу приділити їх екології (вимогам до умов утримання, живлення, розмноження) та етології (поведінці, активності, реакціям на зовнішні подразники).

3. Провести серію експериментів для визначення впливу черевоногих молюсків на стан водного середовища (кольоровість, каламутність, запах) та живі організми, що утримуються одночасно з об'єктами дослідження. Дослідити ступінь сумісності різних видів равликів з іншими гідробіонтами (рибами, рослинами, креветками) шляхом комбінування умов існування в

акваріумах. Визначити оптимальні умови утримання равликів для підтримки стабільності акваріумної екосистеми.

4. Систематизувати та проаналізувати отримані експериментальні дані. Репрезентувати результати досліджень у графічних (діаграми, графіки) та табличних матеріалах. Сформулювати практичні рекомендації щодо доцільності та ефективності використання черевоногих моллюсків у декоративних акваріумах, враховуючи їх позитивний та потенційно негативний вплив.

Оформити пояснювальну записку та підготувати матеріали для захисту кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеню бакалавр.

Висновки до розділу 2: надано вичерпну інформацію про акваріумних равликів, описано їхню біологію, морфологію, екологію та етологію. Окреслено їхню ключову роль у підтриманні стабільності акваріумних екосистем та надано методичні підходи до їх вивчення. Розроблено завдання дослідження, що будуть проведені в рамках цієї роботи, що дозволить детально проаналізувати вплив черевоногих моллюсків на якість води та їхню сумісність з іншими гідробіонтами.

.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Популярні види акваріумних равликів

Ампулярія (*Ampullariidae*), – ці великі, привабливі прісноводні молюски, початково поширені в тропічних і субтропічних регіонах Південної Америки (рис.3.1), стали популярними акваріумними мешканцями після інтродукції до Європи на початку 20 століття. Вони вирізняються своєю круглою, спіральною закрученою мушлею, що варіюється за кольором від жовтого до коричневого, іноді з смугами. Дорослі особини можуть досягати 5-7 см у висоту і 3-4 см у ширину.



Рис.3.1. Статевозріла особина Ампулярія (*Ampullariidae*)

Особливістю ампулярій є наявність оперкулюма – твердої вапняної кришки, яка щільно закриває вхід до мушлі, дозволяючи равлику переживати періоди посухи або захищатися від хижаків. Вони мають як зябра, так і легеню, що дозволяє їм дихати як розчиненим киснем, так і атмосферним повітрям, піднімаючись до поверхні води за потреби.

Ампулярії є переважно детритофагами та вегетаріанцями, активно споживаючи відмерлі рослини, залишки корму та водоростеві обростання, тим самим сприяючи очищенню акваріума. Проте, за умов нестачі корму, деякі види можуть пошкоджувати ніжні акваріумні рослини. Розмножуються ампулярії яйцями, які відкладаються у вигляді кладок над поверхнею води.

Маріза (*Marisa cornuarietis*) – цей равлик, що походить з Центральної та Південної Америки, є близьким родичем ампулярій, але має характерну сплюснуту, дископодібну мушлю, що може досягати 4-5 см у діаметрі (рис.3.2).



Рис.3.2. Статевозріла особина Маріза (*Marisa cornuarietis*)

Марізи відомі своїм високим метаболізмом і надзвичайною руховою активністю, швидко пересуваючись по всіх поверхнях акваріума. Вони є потужними споживачами водоростей та детриту, ефективно очищаючи акваріум від органічних відходів. Однак, їхній апетит може поширюватися і на живі акваріумні рослини, особливо ніжні види, що робить їх не завжди бажаними в рослинних акваріумах. Марізи, подібно до ампулярій, мають оперкулум.

Неритина (*Neritina* spp., *Neritina seminiconica* та *Neritina natalensis zebra*) – поширені в тропічних і субтропічних регіонах Східної Азії, включаючи Індонезію, Китай, Індію та Японію. Відомо понад 30 різновидів неритин, які вражають своїм яскравим забарвленням і унікальними візерунками на мушлі. Деякі види, такі як "Рогата неритина" (*Clithon* sp., часто плутають з *Neritina*), мають характерні шипи на мушлі, що слугують захистом від хижаків (рис.3.3).



Рис.3.3. Статевозрілі особини Неритина (*Neritina* spp.)

Неритини є одними з найефективніших поїдачів водоростей в акваріумі, особливо діатомових та зелених обростань, і при цьому абсолютно безпечні для живих рослин. Вони відносно невибагливі до умов утримання, проте потребують стабільних параметрів води, особливо достатнього рівня кальцію для підтримки мушлі. Розмноження неритин у прісноводних акваріумах

ускладнене, оскільки їхні личинки потребують солонуватої води для розвитку, що робить їх ідеальними для акваріумістів, які не бажають неконтрольованого розмноження равликів.



Рис.3.4. Статевозріла особина Меланія (*Melanoides tuberculata*)

Меланія (*Melanoides tuberculata*) – цей вид, поширений у прісноводних водоймах Азії та Африки, є типовим ґрунтовим молюском (рис.3.4). Меланії є детритофагами з зябровим диханням, що живляться органічними рештками, які розкладаються в ґрунті. Вони відомі своєю нічною активністю, протягом якої зариваються в субстрат, перемішуючи його та сприяючи аерації. Це запобігає утворенню анаеробних зон і виділенню шкідливих газів. Меланії розмножуються партеногенетично (без участі самця), що призводить до швидкого і значного зростання їхніх популяцій. Вони народжують живих, мікроскопічних равликів, яких можна побачити лише за допомогою мікроскопа. Хоча їхня кількість може здаватися надмірною, вони є дуже корисними санітарами ґрунту.

Котушка (*Planorbidae*) – ці равлики з характерною плоскою, спіральною закрученою мушлею, що нагадує котушку, є космополітичними видами, поширеними в Євразії, Африці, Північній та Південній Америці (рис.3.5).



Рис.3.5. Статевозріла особина равлика Котушка (*Planorbidae*)

Вони часто випадково потрапляють в акваріуми з новими рослинами або рибами. Котушки вирізняються високою пристосувальною здатністю та володіють подвійним типом дихання: можуть використовувати як атмосферний кисень, так і розчинений у воді. Вони є типовими детритофагами, що активно споживають відмерлі рослини, залишки корму та водоростеві обростання. За наявності достатньої кормової бази катушки розмножуються надзвичайно швидко, що може призвести до їхньої надмірної кількості в акваріумі. Важливо відзначити, що деякі види катушок можуть бути проміжними господарями для паразитів, що важливо враховувати при утриманні.



Рис.3.6. Тіломеланія (*Tylomelania* spp.) в умовах акваріума

Тіломеланія (*Tylomelania* spp., відомі як "кролики-равлики" або "rabbit snail") – природний ареал розповсюдження цих ефектних равликів обмежується островом Сулавесі, Індонезія, де вони мешкають у прісноводних озерах (рис.3.6). Тіломеланії мають видовжену, конусоподібну мушлю, що може досягати значних розмірів (до 10-12 см) і представлена різноманітними кольорами та текстурами. Вони є переважно детритофагами, що живляться органічними рештками, хоча за нестачі кормів можуть споживати і ніжні живі рослини. Тіломеланії дуже чутливі до якості води, потребуючи стабільних параметрів, високого рівня насичення киснем, а також відповідних значень жорсткості та кислотності. Вони розмножуються повільно, народжуючи живих, повністю сформованих равликів. Їхня унікальна зовнішність та роль чистильників роблять їх цінними мешканцями акваріумів.

Хелена (*Anentome helena*), або "равлик-вбивця" – цей хижий равлик родом з Південно-Східної Азії, відомий своєю здатністю полювати на інших равликів (рис.3.7.). Хелени мають характерну конусоподібну, часто смугасту мушлю і відносно невеликі розміри (до 2-3 см). Їхній раціон складається виключно з

тваринної їжі, переважно інших видів равликів, що робить їх ефективним біологічним контролем над їхньою популяцією в акваріумі.



Рис. 3.7. Хелена (*Anentome helena*) статевозріла особина

Хелени чутливі до параметрів водного середовища, таких як температура, кислотність та твердість. Вони є роздільностатевими молюсками, і розмноження в умовах штучного утримання є складнішим, ніж у багатьох інших видів равликів, оскільки самки відкладають невелику кількість яєць, які розвиваються 20-30 днів.

Фіза (*Physa* spp.) – ці невеликі легеневі молюски поширені у прісних водоймах по всьому світу, зокрема і в Українських водоймах (рис. 3.8).



Рис. 3.8 Статевозріла особина равлика Фіза (*Physa* spp.)

Вони мають характерну лівозакручену мушлю і вирізняються подвійним диханням: через легеню та поверхню шкіри (мантию). Фізи є переважно рослиноїдними, споживаючи відмерлі водні рослини та водоростеві обростання. Вони є природними гермафродитами, здатними до самозапліднення, що зумовлює їхнє швидке і масове розмноження в акваріумах за сприятливих умов. Особливістю фіз є здатність виробляти слизові нитки, по яких вони можуть пересуватися по поверхні води або "спускатися" вглиб акваріума.



Рис.3.9. Равлик Шип Диявола (*Faunus ater*) статтевозріла особина

Шип Диявола (*Faunus ater*), часто називають Диявольський чорний шип (*Faunus lava snail*) – цей черевоногий молюск походить з водойм Південно-Східної Азії, зокрема Індонезії, Шрі-Ланки та Малайзії. Він вирізняється подовженою, часто темно-коричневою або чорною мушлею з характерними виступами, що надають їй "шипований" вигляд. Шипи Диявола є зябровими молюсками, відносно малорухливими, і харчуються переважно водоростями та органічними рештками. Розмножуються вони повільно; це роздільностатеві молюски, самки яких відкладають запліднені яйця, з яких равлики розвиваються протягом 20-30 діб. Їхня екзотична зовнішність та миролюбний характер роблять їх популярними в акваріумістиці.

Всі дев'ять описаних видів равликів є широко використовуваними в акваріумістиці вони активно впливають на біологічні процеси та екологічний баланс середовища свого існування, виступаючи важливими елементами акваріумної екосистеми.

3.2. Порівняльний аналіз умов утримання равликів в акваріумах

При проведенні досліджень було з'ясовано що більшість равликів при утриманні у акваріумах (Ампулярія, Котушка, Фіза, Шип диявола) потребують мінімум 5 літрів об'єму води на одну дорослу статевозрілу особину. Це свідчить про те, що вони можуть утримуватися в порівняно невеликих акваріумах. Неретина є найменш вимогливою до об'єму, починаючи від 2 літрів, що робить її ідеальною для нано-акваріумів. Натомість, Маріза, Меланія, Тіломеланія та Хелена вимагають від 10 до 20 літрів і більше, що вказує на їхні більші розміри або більш активний спосіб життя, який потребує простору. Особливо варто відзначити Тіломеланію, яка потребує понад 15 літрів на одного равлика, що вимагає значно більших акваріумів для груп.

Таблиця 3.1.

Оптимальні умови водного середовища для акваріумних равликів

Вид акваріумних равликів	V, л	T, °C	pH	GH
Ампулярія	≥ 5	22-28	6.0-7.5	5-15
Котушка	≥ 5	20-27	6.5-7.5	8-17
Маріза	≥ 10	20-28	6.5-8.0	15-25
Меланія	≥ 10	18-30	7.0-8.5	10-20
Неретина	≥ 2	22-28	7.0-8.5	10-25
Тіломеланія	≥ 15	27-30	7.5-8.5	5-10
Фіза	≥ 5	24-30	6.0-8.0	10-20
Хелена	≥ 15	18-30	7.0-8.0	8-25
Шип диявола	≥ 5	25-29	7.0-8.0	10-25

Більшість акваріумних равликів демонструють гнучкість у температурних вимогах, проте схиляються до теплішого діапазону. Такі види, як Меланія та Хелена, досить стійкі до прохолодніших умов, витримуючи температуру від 18°C. Проте оптимальний комфорт для більшості равликів, включаючи Ампулярію, Котушку, Марізу, Неретину, Фізу та Шипа диявола, забезпечується в діапазоні 20-28°C. Винятком є Тіломеланія, яка, походячи з тропічних озер Сулавесі, потребує стабільно високих температур 27-30°C (таблиця 3.1.).

Кислотність води є критично важливою для здоров'я равликів, оскільки безпосередньо впливає на формування та міцність їхніх черепашок. Переважна більшість видів процвітає в нейтральному або слаболужному середовищі (pH 7.0-8.0), що є ідеальним для підтримки міцної черепашки та запобігання її руйнуванню. Деякі види, такі як Котушка (pH 6.5-7.5), Маріза (pH 6.5-8.0) та Фіза (pH 6.0-8.0), демонструють дещо ширшу толерантність до рівня pH, витримуючи і слабокислі умови. Натомість Тіломеланія, Неретина, Хелена та Шип диявола чітко віддають перевагу лужному середовищу (7.0-8.5). Варто зазначити, що Меланія, згідно з актуальними даними, також краще почувається в більш лужній воді (pH 7.0-8.5), що відрізняється від раніше відомої інформації (таблиця 3.1).

Жорсткість води — ще один ключовий показник, який безпосередньо впливає на доступність кальцію, життєво важливого для побудови та підтримання здорової черепашки равликів. Практично всі види, за винятком

Тіломеланії, вимагають від помірної до високої жорсткості води. Особливо вимогливими є Маріза (15-25 GH) та Неретина (10-25 GH), що свідчить про їхню підвищену потребу в мінералах. Котушка та Шип диявола, відповідно до оновлених даних, також потребують більш жорсткої води, ніж передбачалося раніше. Цікаво, що Тіломеланія, хоча й віддає перевагу лужному рН, потребує м'якої або помірно жорсткої води (5-10 GH), що є унікальною особливістю серед розглянутих видів.

У результаті проведених органолептичних досліджень води в акваріумах, де утримуються равлики, нами було зроблено наступні висновки: спостереження показали, що Меланії є безумовними лідерами у підтримці якості води. Протягом усього 90-денного періоду досліджень вода в акваріумах з цими моллюсками залишалася кришталево чистою, без змін кольору, запаху чи каламутності (всі показники стабільно на рівні 1 бал) (табл.3.2). Це підтверджує їхню репутацію ефективних "санітарів" акваріума, які активно переробляють органічні залишки в ґрунті, не перевантажуючи систему.

Неретини також продемонстрували відмінні результати: каламутність і запах води в їхніх акваріумах залишалися ідеальними, лише колір води дещо змінився до 90-го дня. Це робить їх обох ідеальним вибором для акваріумістів, які прагнуть максимально чистої води.

Фіза та Хелена показали схожі тенденції впливу на воду. Каламутність води в їхніх акваріумах залишалася стабільною, що свідчить про мінімальний внесок цих моллюсків у зважені частинки. Однак, помічалося незначне погіршення кольору та запаху води з часом. Це вказує на те, що хоча вони не викликають фізичного помутніння, їхня життєдіяльність все ж таки може призводити до появи ледь помітних органічних домішок (табл.3.2).

Моллюски, що вимагають уваги: Ампулярія, Котушка, Маріза, Тіломеланія та Шип Диявола. Найбільш помітний негативний вплив на якість води був зафіксований у акваріумах з Ампуляріями, Котушками, Марізами, Тіломеланіями та Шипом Диявола. Ампулярії спричинили значне збільшення каламутності води, особливо до кінця терміну спостережень, а також помірно вплинули на її колір та запах.

Котушки та Марізи продемонстрували найістотніший вплив на запах води, який став досить вираженим вже через 60 днів. Марізи також помірно вплинули на колір та каламутність. Тіломеланії виявили помірне погіршення за всіма трьома показниками: каламутності, кольору та запаху. Шип Диявола відзначився значним зростанням каламутності та запаху води, при цьому колір також помітно змінився.

Таблиця 3.2.

Органолептичні показники водного середовища акваріумів
при утриманні равликів

Вид молюсків	Показник	Доба		
		30	60	90
Ампулярія	Каламутність води (бали)	1	2	4
	Колір, води (бали)	1	1	2
	Запах води (бали)	1	2	2
Котушка	Каламутність води (бали)	1	1	2
	Колір, води (бали)	1	1	2
	Запах води (бали)	2	3	3
Маріза	Каламутність води (бали)	1	2	2
	Колір, води (бали)	1	2	2
	Запах води (бали)	1	3	3
Меланія	Каламутність води (бали)	1	1	1
	Колір, води (бали)	1	1	1
	Запах води (бали)	1	1	1
Неретина	Каламутність води (бали)	1	1	1
	Колір, води (бали)	1	1	2
	Запах води (бали)	1	1	1
Тіломеланія	Каламутність води (бали)	1	2	2
	Колір, води (бали)	1	2	3
	Запах води (бали)	1	2	2
Фіза	Каламутність води (бали)	1	1	1
	Колір, води (бали)	1	2	2
	Запах води (бали)	1	2	2
Хелена	Каламутність води (бали)	1	1	1
	Колір, води (бали)	1	1	2
	Запах води (бали)	1	2	2
Шип Диявола	Каламутність води (бали)	1	3	3
	Колір, води (бали)	1	2	2
	Запах води (бали)	1	3	3

Ці види равликів, ймовірно, виробляють більше органічних відходів або активніше переміщують детрит, що може призводити до швидшого погіршення органолептичних властивостей води. Для їхнього утримання потрібна більш ефективна фільтрація та/або частіші підміни води для підтримки оптимальних умов (табл. 3.2).

Проведені дослідження показали чітку залежність між видом молюска та його впливом на органолептичні показники води. Дрібніші види, або ті, що активно обробляють ґрунт (Меланії, Неретини), виявилися найбільш корисними для підтримання чистоти води. Водночас, більші види, які виробляють більше біологічних відходів, або ті, що схильні піднімати детрит, вимагають більш інтенсивного догляду за акваріумом. Ці висновки підкреслюють важливість вибору видів молюсків з урахуванням їхнього впливу на екосистему акваріума та необхідності адекватного обслуговування.

У результаті проведених досліджень було виявлено, що під час існування равлика Котушка в акваріумі заростання стінок водоростями, відбувалося наступним чином: на початку спостережень, стінки акваріума були значно вкриті водоростями, досягаючи показника у 22 мг/м^2 , експеримент розпочинали у зарослому водоростями середовищі. Протягом першого етапу досліджень спостерігалось інтенсивне зниження біомаси водоростей. Рівень заростання стінок швидко спадав, зменшуючись з 22 мг/м^2 до $16\text{-}18 \text{ мг/м}^2$. Цей період чітко ілюструє високу початкову ефективність равлика Котушка у споживанні водоростей, що призвело до помітного очищення поверхонь (рис.3.10).

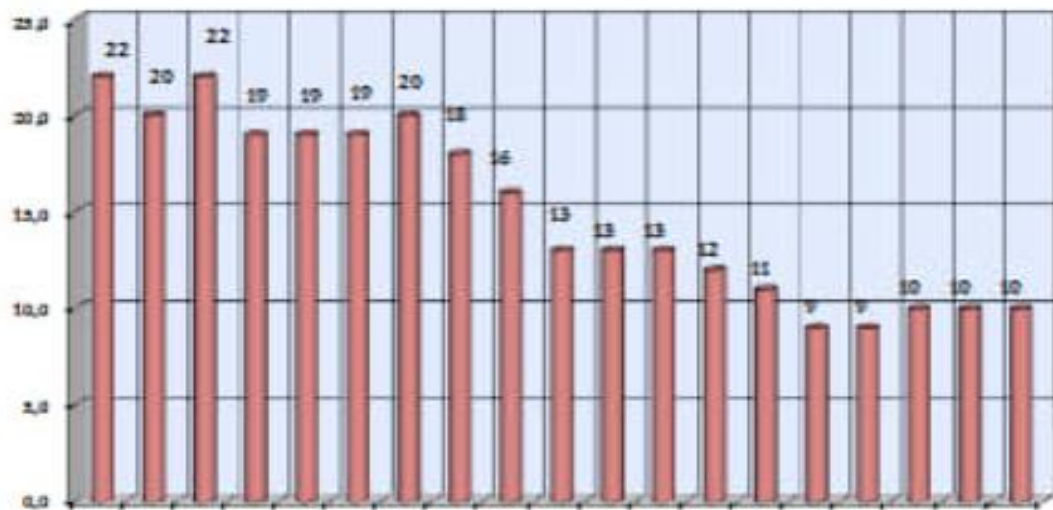


Рис.3.10 Динаміка заростання стінок акваріуму водоростями при утриманні равлика Котушка

Надалі, процес зниження концентрації водоростей продовжувався, хоча й дещо повільнішими темпами. Показники заростання коливалися в діапазоні від 20 мг/м^2 до 11 мг/м^2 , демонструючи подальше поступове очищення стінок. Це

свідчить про безперервну роботу равлика по контролю над популяцією водоростей, можливо, адаптуючись до зменшення щільності доступної біомаси (рис.3.10). До завершення 90-денного періоду спостережень, равлик Котушка успішно досяг і підтримував стабільно низький рівень заростання стінок акваріума. Кінцеві показники коливалися в межах 10 мг/м², що є значним покращенням від початкового стану у 22 мг/м². Таким чином, отримані дані кількісно підтверджують, що равлик Котушка є ефективним біологічним агентом для контролю за ростом водоростей, забезпечуючи значне зниження їхньої біомаси на стінках акваріума та підтримуючи цей низький рівень протягом тривалого часу.

В результаті проведених досліджень сумісності равликів в акваріумах з іншими мешканцями нами було з'ясовано наступне: всі розглянуті види акваріумних равликів – Ампулярія, Котушка, Маріза, Меланія, Неретина, Тіломеланія, Фіза, Хелена та Шип Диявола – є повністю сумісними із загальними видами акваріумних риб.

Таблиця 3.3.

Сумісність равликів з іншими мешканцями в акваріумах

Вид акваріумних равликів	Риби	Донні риби (сомики)	Черепашки	Ракопідібні
Ампулярія	+	+	-	+
Котушка	+	+	-	+
Маріза	+	+	-	-
Меланія	+	+	-	-
Неретина	+	-	+	+
Тіломеланія	+	-	+	-
Фіза	+	+	-	+
Хелена	+	-	+	-
Шип диявола	+	-	+	-

Це свідчить про те, що ці молюски, як правило, не стають здобиччю для більшості риб (можливо, завдяки розміру, міцній черепашці або просто нецікавості як джерела їжі), і самі по собі не становлять загрози для риб-сусідок. Це робить їх чудовим доповненням до більшості стандартних акваріумів. Щодо донних риб, зокрема сомиків, картина сумісності дещо відрізняється. Більшість равликів, таких як Ампулярія, Котушка, Маріза, Меланія та Фіза, успішно співіснують з донними рибами, що вказує на мирну та безпечну взаємодію без хижацтва чи агресії. Проте, було виявлено, що Неретина, Тіломеланія, Шип Диявола є несумісними з донними рибами, і причиною цієї несумісності зазначено "канібалізм". У цьому контексті, термін "канібалізм" слід інтерпретувати як хижацьку поведінку з боку сомиків, які можуть полювати на цих равликів, пошкоджувати їх або навіть з'їдати. Це свідчить про те, що при виборі цих равликів для акваріума з донними рибами слід бути обережними та враховувати специфіку поведінки конкретних видів сомиків.

Найбільш виражена несумісність спостерігається між равликами та черепахами. Переважна більшість досліджених видів равликів – Ампулярія, Котушка, Маріза, Меланія та Фіза – виявилися несумісними з черепахами, і причиною цього є канібалізм (хижацтво черепах по відношенню до равликів). Це є очікуваним результатом, оскільки багато акваріумних черепах є активними хижаками і розцінюють равликів як джерело їжі, легко розгризаючи їхні черепашки. Сумісність равликів з ракоподібними демонструє змінну картину. Ампулярія, Котушка, Неретина, Фіза та були визнані сумісними з ракоподібними, що дозволяє їхнє спільне утримання з креветками або невеликими видами раків без значних конфліктів, водночас деякі види ракоподібних (особливо великі або агресивні раки) можуть полювати на цих равликів. Натомість, Хелена та Шип Диявола виявилися несумісними з ракоподібними, причиною чого також зазначено "канібалізм". Це може вказувати на те, що ці равлики можуть потенційно становити загрозу для дрібних ракоподібних (наприклад, для новонароджених креветок або ікри).

Висновки до розділу 3: акваріумні равлики демонструють різний ступінь пристосованості до умов водного середовища. Деякі види, як-от Ампулярія, Котушка, Фіза та Меланія, є досить невибагливими, що дозволяє їм виживати в широкому діапазоні параметрів, хоча оптимальні умови завжди сприятимуть їхньому кращому самопочуттю та довголіттю, Тіломеланія та Неретина, мають більш специфічні вимоги до температури, рН та жорсткості, що робить їх утримання дещо складнішим для початківців або в акваріумах з нестабільними параметрами.

Незмінно важливим для більшості равликів є забезпечення достатньої жорсткості води, аби запобігти проблемам з черепашкою. Ретельне вивчення та підтримка відповідних параметрів води для кожного конкретного виду є запорукою успішного утримання цих цікавих мешканців акваріума.

Більшість досліджених равликів добре уживаються з рибами. Однак, при виборі сусідів для акваріума з донними рибами, черепахами та ракоподібними, необхідно ретельно вивчати специфіку кожного виду, оскільки ризик хижацтва або агресії (який в таблиці позначений як "канібалізм") може значно варіюватися, і лише деякі види равликів мають природний захист від хижаків.

ВИСНОВКИ

1. Акваріумні равлики відіграють багатогранну роль у штучних водних екосистемах, виступаючи як важливі санітари, біоіндикатори та компоненти біологічного циклу. Їхня екологія та етологія, разом із впливом на якість води та сумісність з іншими гідробіонтами, були детально проаналізовані в ході проведених теоретичних та експериментальних досліджень. Отримані результати та розроблені рекомендації підкреслюють необхідність збалансованого підходу до їхнього утримання для забезпечення стабільності та естетичної привабливості декоративних акваріумів.

2. Дослідження показали, що більшість акваріумних равликів потребують щонайменше 5 літрів води на дорослу особину. Винятком є Неретина, якій достатньо 2 літрів, що робить її ідеальною для невеликих акваріумів. Натомість, для Тіломеланії та Хелени потрібно від 15 літрів і більше, що свідчить про їхні значніші вимоги до простору.

3. Більшість видів равликів демонструють оптимальний розвиток у теплому водному середовищі, в межах 20-28°C. Лише Тіломеланія вимагає вищих, стабільних температур у діапазоні 27-30°C. Деякі види, як Меланія та Хелена, показали здатність адаптуватися до прохолодніших умов, витримуючи температуру від 18°C.

4. Молюски Меланії виявилися найбільш ефективними у підтримці якості води, зберігаючи її кришталево чистою (всі показники на рівні 1 бал) протягом усього 90-денного періоду спостережень. На противагу, Ампулярії, Котушки, Марізи, Тіломеланії та Шип Диявола значно погіршували органолептичні властивості води, з показниками каламутності та запаху, що зростали до 3-4 балів.

5. Равлик Котушка продемонстрував високу ефективність у контролі над ростом водоростей. За 90 днів досліджень, він знизив біомасу водоростей на стінках акваріума з початкових 22 мг/м² до стабільно низьких 10 мг/м².

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. При виборі равликів для акваріума необхідно враховувати їхні індивідуальні потреби в об'ємі води. Деякі види можуть почуватися комфортно у порівняно невеликих акваріумах, починаючи від 2 літрів на особину, тоді як інші потребують значно більше, іноді до 15 літрів і вище. Також рекомендується звернути увагу на оптимальні параметри води, такі як температура, рН та жорсткість. Більшість равликів краще почуватися в теплом, нейтральному або слаболужному середовищі з помірною чи високою жорсткістю, що сприяє міцності їхніх черепашок.
2. Різні види равликів по-різному впливають на чистоту води. Необхідно зважати на те, що деякі молюски, такі як меланії, є ефективними "санітарами" і допомагають підтримувати воду кришталево чистою. Інші види, навпаки, можуть призводити до швидшого погіршення органолептичних показників води (каламутності, запаху). У таких випадках рекомендується забезпечити ефективну систему фільтрації та регулярні підміни води для підтримки оптимальних умов.
3. При заселенні акваріума необхідно враховувати сумісність равликів з іншими його мешканцями. Хоча більшість акваріумних равликів добре уживаються зі звичайними видами риб, існують винятки. Деякі види равликів можуть бути несумісними з донними рибами або ракоподібними, які можуть на них полювати. Категорично рекомендується уникати утримання равликів з черепахами, оскільки вони є хижаками і можуть пошкодити або з'їсти молюсків.
4. Рекомендується розглядати равликів як важливий елемент біологічного контролю в акваріумі, особливо для боротьби з водоростями. Деякі види, як-от равлик катушка, ефективно знижують кількість водоростей на поверхнях, що сприяє підтриманню чистоти акваріума та зменшує необхідність у частих ручних чистках.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Василенко, П. В. (2014). Роль равликів у деструкції органічної речовини в малих річках Вінницької області. Гідробіологічний журнал, Т. 50, № 1, С. 77–84.
2. Гончаренко, К. В. (2003). Особливості метаболізму енергії у прісноводних равликів за умов гіпоксії. Журнал загальної біології, Т. 64, № 2, С. 134–142.
3. Грищенко, І. Ф. (2004). Репродуктивна поведінка та стратегії розмноження прісноводних бітіній. Український ентомологічний журнал, Т. 28, № 4, С. 112–118.
4. Губанова, Н. О. (1998). Фауна наземних молюсків лісостепової зони України та її екологічні особливості. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія, № 4, С. 60–67.
5. Демченко, С. В. (2019). Вплив забруднення води на таксономічну структуру угруповань прісноводних равликів. Екологічний вісник, № 3, С. 101–108.
6. Жукова, Т. С. (2023). Вплив глобальних кліматичних змін на поширення інвазивних видів наземних равликів в Україні. Проблеми регіональної екології, Т. 2, С. 45–52.
7. Зарубін, О. Д. (2023). Метаболізм кальцію та формування мушлі у прісноводних бівальвійних та гастроподних молюсків. Проблеми гідробіології, Вип. 45, С. 11–20.
8. Захарова, М. В. (2013). Хеморецепція та пошук їжі у прісноводних легеневих равликів. Фізіологічний журнал, Т. 59, № 5, С. 44–51.
9. Захарчук, А. П. (2002). Вплив антропогенного навантаження на ценози прісноводних черевоногих молюсків. Екологія та ноосферологія, Т. 13, № 3, С. 98–105.
10. Іваненко, Л. М. (2022). Фауна та поширення морських черевоногих молюсків Чорного моря: сучасний стан. Морський екологічний журнал, Т. 21, № 1, С. 1–15.
11. Клименко, Н. П. (2006). Роль гемоціаніну у транспортуванні кисню у молюсків. Біохімічний журнал, Т. 78, № 4, С. 89–97.

12. Ковальов, В. М. (2009). Дослідження орієнтаційної поведінки наземних слимаків. Збірник праць Інституту зоології НАН України, Вип. 35, С. 67–74.
13. Ковальчук, В. М. (2005). Порівняльна морфологія рамули в деяких видах прісноводних черевоногих молюсків. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія, Т. 16, С. 120–127.
14. Косенко, О. В. (2015). Особливості осморегуляції у морських черевоногих молюсків. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія, № 1(72), С. 33–39.
15. Кузьменко, М. А. (2016). Адаптації наземних равликів до посушливих умов півдня України. Вісті біологічного факультету Донецького національного університету, Вип. 2, С. 55–62.
16. Левченко, Р. К. (2015). Гістологічна будова статеві системи *Helix pomatia* L. Матеріали конференції молодих вчених "Актуальні проблеми біології", Київ, С. 33–35.
17. Мельник, О. І. (2001). Особливості будови травної системи наземних молюсків родини Helicidae. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Біологія, № 10, С. 78–85.
18. Морозов, Д. С. (2012). Дослідження імунологічних реакцій у *Lymnaea stagnalis* у відповідь на паразитарну інфекцію. Імунологія та алергологія, № 3, С. 45–52.
19. Олійник, Л. П. (1999). Особливості харчової поведінки виноградного равлика (*Helix pomatia*) в лабораторних умовах. Вісник Одеського національного університету. Серія: Біологія, Т. 4, № 1, С. 88–93.
20. Пащенко, Ю. С. (2020). Фізіологічні механізми захисту від десикації у наземних равликів пустельних регіонів. Український ботанічний журнал, Т. 77, № 2, С. 120–128.
21. Петренко, О. В. (2018). Мікроскопічна анатомія нервової системи *Lymnaea stagnalis*. Український зоологічний журнал, Т. 34, № 2, С. 89–96.
22. Петров, Б. А. (2000). Регуляція водного балансу у наземних молюсків при зміні вологості навколишнього середовища. Доповіді Національної академії наук України, № 8, С. 165–170.

23. Романенко, І. Л. (2017). Вплив важких металів на фізіологічні показники виноградного равлика. Екологія та ресурси, Т. 4, № 1, С. 60–67.
24. Рябоконь, О. Б. (2021). Екологічні ніші та конкурентні взаємовідносини між видами наземних равликів у урбанізованих ландшафтах. Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія, Т. 34, С. 201–208.
25. Савенко, Г. Р. (2010). Температурні адаптації та їх вплив на швидкість росту деяких видів прісноводних равликів. Вісник Дніпропетровського національного університету. Серія: Біологія, екологія, Т. 18, Вип. 2, С. 70–76.
26. Савченко, А. Д. (2017). Поведінка уникнення хижаків у наземних равликів: роль хімічних сигналів. Вестник зоологии, Т. 51, № 6, С. 521–530.
27. Смірнова, К. В. (2007). Поширення та екологія інвазійних видів прісноводних равликів у водоймах Західної України. Проблеми екології та охорони природи Прикарпаття, Вип. 12, С. 110–117.
28. Шевченко, С. П. (2010). Анатомічні адаптації дихальної системи у прісноводних легеневих равликів. Збірник наукових праць Інституту зоології НАН України, Вип. 28, С. 45–52.
29. Трофименко, І. Г. (2011). Сезонна динаміка чисельності та біомаси наземних молюсків у дубових лісах Полісся. Лісівництво і агролісомеліорація, Вип. 119, С. 145–152.
30. Barker, G. M. (2001). The biology of terrestrial molluscs. CABI Publishing.
31. Brown, K. M. (2001). Mollusca: Gastropoda. In J. H. Thorp & A. P. Covich (Eds.), Ecology and classification of North American freshwater invertebrates (2nd ed., pp. 297–329). Academic Press.
32. Cook, A. (2001). Behavioural ecology: on doing the right thing, in the right place at the right time. In G. M. Barker (Ed.), The biology of terrestrial molluscs (pp. 447–487). CABI Publishing.
33. Dillon, R. T. (2000). The ecology of freshwater molluscs. Cambridge University Press.
34. Dussart, G. B. J. (2009). Life in the air: The respiratory system of the pulmonate gastropods. Journal of Molluscan Studies, 75(2), 121–133. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyp007>

35. Heller, J., & Dolev, A. (1994). Population dynamics and habitat selection in the desert snail *Sphincterochila zonata*. *Journal of Zoology*, 232(3), 447–463. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1994.tb01556.x>
36. Joynson, R., & Thomas, J. D. (2001). The role of snails in aquatic ecosystems. *Hydrobiologia*, 445(1), 73–85.
37. Kerney, M. P., Cameron, R. A. D., & Jungbluth, J.-H. (1983). *Snails of the British Isles*. Field Studies Council.
38. Noble, L. R., & Jones, C. S. (1996). A molecular and ecological study of freshwater gastropods (*Lymnaea* spp.) as intermediate hosts of parasites. *Parasitology*, 113(2), 223–235.
39. Raut, S. K., & Barker, G. M. (2002). *Achatina fulica* Bowdich and other Achatinidae as pests in tropical agriculture. In G. M. Barker (Ed.), *Molluscs as crop pests* (pp. 55–114). CABI Publishing.
40. Wilke, T., Haase, M., Hershler, R., Liu, H.-P., Misof, B., & Ponder, W. F. (2001). Ecological and morphological differentiation in freshwater snails: insights from molecular phylogenetics. *Evolution*, 55(11), 2027–2041. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2001.tb01320.x>

ДОДАТКИ