

Міністерство освіти і науки України
Департамент освіти і науки Кіровоградської облдержадміністрації
Кіровоградська Мала академія наук учнівської молоді

Відділення хімії та біології

Секція: зоологія

ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТАЦІЇ ТРОПІЧНИХ ВИДІВ НАЗЕМНИХ МОЛЮСКІВ В УМОВАХ ШТУЧНОЇ ЕКОСИСТЕМИ

Роботу виконала:

Придвір Ярослава Сергіївна,
учениця 7 класу

комунального закладу

«Компаніївський ліцей»

Компаніївської селищної ради

Кіровоградської області

Науковий керівник:

Бондарчук Світлана Віталіївна,
кандидат біологічних наук, доцент
кафедри льотної експлуатації та
безпеки польотів

Льотної академії НАУ

Педагогічний керівник:

Придвір Наталія Олександрівна,
заступник директора з виховної
роботи комунального закладу

«Компаніївський ліцей»

Компаніївської селищної ради

Кіровоградської області

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРОПІЧНИХ ВИДІВ НАЗЕМНИХ МОЛЮСКІВ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Морфологічні особливості наземних молюсків.....	7
1.2. Екологія та поширення тропічних видів наземних молюсків	8
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
2.1. Методи малакологічних досліджень	12
2.2. Тераріум як штучна екосистема	13
2.3. Опис умов проведення дослідження	13
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
3.1. Визначення систематичного положення об`єктів дослідження.....	16
3.2. Визначення оптимальних умов для життєдіяльності тропічних видів наземних равликів в тераріумі.....	16
3.2.1. Вплив об`єму тераріума на ріст і розвиток равликів	16
3.2.2. Вплив складу раціону живлення на міцність і приріст черепашки равлика.	18
3.2.3. Вплив субстрату на стабільність мікроклімату у тераріумі та поведінку молюсків	22
3.3. Характеристика біоценотичних зв`язків представників родин Pleurodontidae та Achatinidae в умовах штучної екосистеми.....	25
3.4. Адаптивні реакції равликів на стресові дії.....	27
ВИСНОВКИ.....	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	31
ДОДАТКИ.....	33

ВСТУП

Актуальність дослідження. Наземні молюски поширені по всій планеті (за виключенням Антарктиди та деяких островів), що населяють різноманітні біотопи від напівпустель до дощових лісів. Об'єктом вивчення сучасної малакологічної школи є дослідження прісноводних та наземних молюсків фауни України. Проте останні роки особливого поширення набуло утримання у домашніх тераріумах тропічних видів наземних молюсків: від гігантських ахатин до екзотичних деревесників. Враховуючи, що відомості в україномовних науково-популярних виданнях про створення умов для цих видів, як правило фрагментарні і поширюються на рівні обміну досвідом власників тераріумів, є потреба в узагальненні результатів досліджень. Крім того, перспективним напрямком сучасної біології є вивчення умов адаптації видів до змін клімату, що особливо актуально для збереження біорізноманіття планети.

Кількість антропохорних видів у наземній малакофауні будь-якої країни або регіону невпинно зростає. Цьому сприяють характерні для сучасного світу інтенсивні економічні та транспортні зв'язки, а також усе помітніші глобальні кліматичні зміни. Тому, тропічні види наземних равликів, зокрема, можуть бути модельним видом, вивчаючи адаптацію до умов середовища якого, можна прогнозувати ризики для інших видів.

Равлики є об'єктом дослідження нейробиологів, які вивчають їх зір, щоб допомогти людям. Разом з тим в косметичній індустрії набувають популярності натуральні продукти, що містять равликовий слиз, який є гіпоалергенним та містить потужну комбінацію корисних для шкіри речовин: колагену, вітамінів групи А, В, Е, гіалуронової та гліколевої кислот, антимікробних речовин тощо. Це, в свою чергу, збільшує зацікавленість молюсками серед підлітків та молоді, які створюють україномовний відео контент, змінюючи ціннісні орієнтири блогерів, тому що мотивують проводити дослідження, давати рецензії, аналізувати, знаходити наукові підтвердження тощо.

Об'єктом дослідження є *Pleurodonte excellens*, *Pseudoachatina leaiana*, *Marginata icterica*, *Helicina rhodostoma*, *Achatina reticulata*, *Achatina fulica*, *Achatina immaculata*, *Limicolaria numidica*, штучна екосистема.

Предмет: адаптація тропічних видів наземних молюсків в умовах тераріума.

Мета дослідження полягає у визначенні способів адаптації молюсків родин Achatinidae та Pleurodontidae в умовах штучної екосистеми та узагальненні рекомендацій щодо створення локального мікроклімату в тераріумі, сприятливого для життєдіяльності тропічних видів наземних равликів.

З поставленої мети були визначені наступні **завдання** дослідження:

- визначити систематичне положення, морфологічні особливості та екологію молюсків родин Pleurodontidae та Achatinidae;
- визначити оптимальні умови для життєдіяльності тропічних видів наземних равликів в тераріумі (резервуар, субстрат, температура, вологість, аерація тощо);
- дослідити тераріум як модель штучної екосистеми;
- проаналізувати біоценотичні зв'язки представників родин Pleurodontidae та Achatinidae в умовах штучної екосистеми, з'ясувати фактори загрози для видів;
- виявити адаптивні реакції молюсків на стресові дії.

Наукова новизна одержаних результатів: полягає у тому, що нами вперше проводилися дослідження адаптації тропічних видів наземних молюсків (*Pleurodonte excellens*, *Pseudoachatina leaiana*, *Marginata icterica*, *Helicina rhodostoma*, *Achatina reticulata*, *Achatina fulica*, *Achatina immaculata*, *Limicolaria numidica*) в умовах тераріуму, а також визначення їх біоценотичних зв'язків у штучній екосистемі.

Практичне значення дослідження:

- популяризація представників тропічних видів наземних равликів: *Pleurodonte excellens*, *Pseudoachatina leaiana*, *Marginata icterica*,

Helicina rhodostoma, *Achatina reticulata*, *Achatina fulica*, *Achatina immaculata*, *Limicolaria numidica* серед жителів громади, як гіпоалергенних домашніх тварин;

- поширення досвіду серед користувачів соціальних мереж та у спільнотах равликівників щодо створення тераріумів, особливостей утримання тропічних видів наземних равликів та равликотерапії;
- створення пристрою - датчика DHT22 для контролю за температурою і вологістю;
- створення Desktop застосунку «SnailSpace» та україномовного контенту, який ґрунтується на результатах наукових досліджень.

У ході дослідження використовуються наступні **методи і прийоми**:

- порівняльно-описовий (спостереження проводилося з серпня 2020 року);
- експеримент – регуляція вологості в тераріумі шляхом зміни субстрату; визначення харчових уподобань різних видів тропічних равликів;
- моніторинг умов, за яких проявляються зміна форми, розмірів, забарвлення, товщини, поверхневої структури черепашки (альбіно, стандарт), форми устя й устевої арматури, вразливість до інвазій;
- статистичний, інформаційно-презентаційний, шляхом створення відео контенту та Desktop застосунку «SnailSpace».

Початок дослідження - серпень 2020 року.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРОПІЧНИХ ВИДІВ НАЗЕМНИХ МОЛЮСКІВ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Морфологічні особливості наземних молюсків

Наземні молюски – це екологічна група тварин, що об'єднує всіх молюсків, які мешкають на суходолі та включає близько 35 тисяч сучасних видів, що належать до класу Черевоногих.

Стосовно систематики Черевоногих молюсків думки науковців-малакологів дещо різняться. Зокрема, останні зміни до таксономії «Bouchet & Rocroi» 2005 року були опубліковані в журналі «Malakologia» у 2017 році [14].

Черевоногі – єдиний клас молюсків, які освоїли не тільки водойми, а й суходіл. Згідно з дослідженнями науковця Інституту зоології імені І.І.Шмальгаузена І.Балашова, наземні молюски України — одна з найбільш вразливих груп живих істот, майже половина з усіх зареєстрованих випадків сучасних вимирань видів (422) належать саме до наземних молюсків і не менше 1,5 % сучасних видів наземних молюсків наразі вимерли [2, 3]. Разом з тим, представники родини Achatinidae є, переважно, високоінвазивними видами [16]. Зокрема, їх поширення в Африці описав Д.Кобіна [12], К.А. Моні [15].

Равлики роду *Achatina*, *Archachatina*, *Limicolaria*, *Pleurodonte* є наземними молюсками, отже, замість зябер вони мають спеціальний орган дихання — легеню, яка являє собою кишню в мантиї, густо пронизану судинами, де відбувається газообмін [6].

Опис морфологічних особливостей наземних молюсків і будови черепашки проводився за визначником земельних молюсків заходу України [7]. Якщо при прямому положенні черепашки устя розташоване праворуч від уявної осі черепашки, її називають закрученою праворуч (дексіотропною), у протилежному випадку - закручена ліворуч (лейотропна) [6]. Напрямок закручування черепашки є постійною (і тому діагностичною) ознакою для

окремих видів і навіть систематичних груп. Відповідно до видових особливостей молюсків роду *Achatina*, *Archachatina*, *Limicolaria*, *Pleurodonte* складено порівняльну таблицю (Додаток А). У дорослих (статевозрілих) особин ріст черепашки вже повністю завершений, а краї устя часто потовщені, більш або менш відгорнуті назовні [9].

Мушля суцільна, зазвичай дуже масивна та щільна, яка виконує функцію захисту м'якого тіла від пересихання та механічних пошкоджень під час пересування, а також слугує захистом від зовнішніх ворогів.

Задля зменшення витрат вологи важливе значення має товщина стінок черепашок, що є ознакою морфологічної адаптації наземних равликів до умов середовища [1]. У наземних молюсків найбільша відносна маса черепашки спостерігається у форм, які піддаються високій інсоляції [13,16]. Зокрема, найбільшу товщину мушлі має *Achatina fulica* [12].

Молюски роду *Achatina*, *Archachatina*, *Limicolaria*, *Pleurodonte* — гермафродити із перехресним заплідненням. Разом з тим, Джозеф Кобіна зазначає, що за умови низької щільності популяції в ахатин можливе самозапліднення [12]. На відміну від деревних равликів, ахатини здатні утворювати кладку 4-5 разів /рік. Опис етапів онтогенезу досліджуваних видів наведений у додатку Б.

Результати моніторингу етапів онтогенезу в умовах тераріуму порівнювалися із відомостями, зазначеними на сторінках спеціалізованих інтернет видань [17,18, 19]. Зокрема, уразі порушення стабільності умов (перепаду температури чи вологості), інтервал між вилупом яєць може становити до 17 днів. Також, у всіх досліджуваних видів спостерігається значна різниця між розмірами молодих равликів та відставання в розвитку менших особин у кладці.

1.2. Екологія та поширення тропічних видів наземних молюсків

Переважає більшість представників родин *Pleurodontidae* та *Achatinidae* відомі як равлики вологого тропічного середовища. Коротка характеристика

поширення досліджуваних видів описана в таблиці 1.2.1. Відповідно до опису, який провели Д.Кобіна, А.Вінк, Б.Онвука у Західній Африці поширені як ахатини так і архахатини, разом з тим, останні - зустрічаються переважно в цьому підрегіоні [12,13,15]. Детальна інформація щодо опису природного середовища Pleurodontidae досить обмежена.

Таблиця 1.1.2

Природне середовище існування тропічних видів наземних равликів

Ахатини і Архахатини	Деревні равлики:	
	Плеуродонти	Псевдоахатини
Африка на південь від Сахари, Східна Африка – від Ефіопії до Мозамбіка, є шкідником сільсько-господарських рослин	Острови Карибського моря	Камерун
	Малоактивні, більшість часу проводять на гілках і стовбурі дерев у пошуках їжі – водоростей та лишайників. Живуть колоніями	

Наслідки стихійного розселення ахатин на Сейшельських та Цейлонських островах, в Індії, Малазії, Індокитаї та Південному Китаї описали С.К.Раут і Г.М.Баркер [11,16], де значної шкоди було завдано сільськогосподарським угіддям, а на Маріанських островах молюсків так багато, що вони стають причиною автокатастроф [16].

У Східній Африці, завдяки наявності природного ворога ахатин - хижого виду равликів *Euglandina rosea*, їх чисельність не висока. Однак, коли ці молюски були завезені до Сполучених Штатів Америки, то вони стали причиною загальнонаціонального лиха через стихійне знищення посівів сільськогосподарських рослин, тому у цьому регіоні заборонено законом утримувати і розводити зазначені види молюсків [17,20].

Разом з тим, багато літературних джерел ілюструють неперервний процес збільшення кількості антропохорних видів у наземній малакофауні будь-якої країни або регіону [4,6,9,10]. Цьому сприяють характерні для сучасного світу інтенсивні економічні та транспортні зв'язки, а також усе помітніші глобальні кліматичні зміни. Тому, тропічні види наземних равликів, зокрема, можуть

бути модельним видом, вивчаючи адаптацію до умов середовища якого, можна прогнозувати ризики для інших видів [8].

У природному середовищі молюски відіграють важливу роль у ланцюгах живлення і займають положення консументів I та II порядків, разом із іншими представниками мікрофлори беруть активну участь у розкладі клітковини та мінералізації рослинних залишків [6].

В екологічному аспекті, малакофауна кількісно і якісно різноманітніша у тих місцях, де відсутні значні коливання температури та вологості, оскільки ембріональний розвиток, ріст та життєвий цикл молюсків тісно залежать від абіотичних чинників [6]. Найбільш сприятливою для тропічних молюсків є температура в межах 25-30°C за умов високої вологості (85– 90 %). У своєму дослідженні Д.Кобіна акцентує увагу на тому, що *A. achatina* вважається не найпростішим видом для вирощування в штучних умовах через дуже стабільні умови, до яких він звик у дикій природі: практично постійний фотоперіод 12/12, який продовжується лише до 13/11, а різниця температур між ніччю та днем становить лише 2-4 °C. У своєму природному середовищі існування, навіть у найбільш вологих районах Західної Африки, в посушливі місяці равлик закопується і впадає у стан анабіозу [12, 17].

Вода у життєдіяльності молюсків має дуже важливе значення, не лише як обов'язковий компонент обміну речовин, але і у зв'язку з особливостями будови їхнього тіла. Черепашка захищає тіло молюска від висихання, оскільки всі м'які частини тварини втягнуті у середину неї, єдиним захистом є постійне змочування поверхні тіла слизом, який виділяється спеціальними залозами. Слиз використовується молюсками як захист від висихання, механічних і хімічних ушкоджень тіла, а також для пересування, оскільки молюски в активний період життя безперервно поповнюють запаси води, поглинаючи її через рот і шкіру. Іншим джерелом води є їжа [6]. Світло не має явного впливу, а лише через зміну температури. У першу чергу це відображається на їхній добовій активності [6, 15].

Одним із важливих біотичних чинників, який збалансовує популяцію наземних молюсків у природному середовищі є паразитична нематода. Аналіз літератури показав, що молюски є першим проміжним господарем, проте можуть містити різні стадії розвитку паразитичного організму [5]. Однак, відомості щодо паразитарних хвороб тропічних видів молюсків та їх лікування (за умови утримання в тераріумі) досить обмежені.

Таким чином, молюски родин Pleurodontidae та Achatinidae є наземними равликами вологого тропічного середовища, що прослідковується в особливостях їх морфологічної будови та життєвого циклу. В природному середовищі ріст і ембріональний розвиток цих тропічних равликів відбувається в умовах практично постійного фотоперіоду та незначного перепаду між денною та нічною температурами. Разом з тим, молюски родин Pleurodontidae та Achatinidae є недостатньо вивчені в українському науковому вимірі, хоча останні роки досить поширені, як мешканці тераріумів і домашні улюбленці.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи малакологічних досліджень

Живу матерію на різних рівнях організації досліджують різними методами. Основні з них – порівняльно-описовий, експериментальний, моніторинг і моделювання.

У ході дослідження використовувалися наступні методи:

1) **порівняльно-описовий** - узагальнено інформацію щодо видових відмінностей, середовища існування та біоценотичних зв'язків тропічних представників Червононогих молюсків (Gastropoda), які все частіше з'являються серед мешканців тераріумів українців.

Матеріалом для написання даної роботи є спостереження, які проводилися з серпня 2020 року за 8 видами наземних молюсків власного тераріуму та фіксувалися як візуально, так і за допомогою відео щоденника, ведення блогу на сторінці в соціальних мережах (Instagram). Результати спостережень порівнювалися з літературними даними.

2) **експериментальний** – аналіз даних, зібраних під час спостереження, дає можливість перевірити ряд гіпотез щодо адаптації тропічних видів молюсків; створення оптимальних умов для їх життєдіяльності в тераріумі та формування набутої поведінки в молюсків;

3) **моніторинг** - протягом двох років проводився моніторинг за наступними напрямками: показники температури і вологості, темпи онтогенезу, динаміка показників розвитку (приріст, старіння черепашки, линька, активність), живлення, сенсорні системи тощо.

4) **статистичний** - результати проведених досліджень узагальнено за допомогою Desktop застосунку «SnailSpace», створено відео огляди «Неймовірні здібності равликів, або як вони бачать і відчують цей світ», «Це

просто: тераріум для деревних равликів», «SnailSpace: обираємо ґрунт для тераріума», «SnailSpace: виготовляємо захисний віск для черепашки равлика».

2.2. Тераріум як штучна екосистема

Тераріум є невеликою штучною екосистемою, структура якої мало відрізняється від природної, проте її сталість і склад забезпечується людиною.

Штучні екосистеми представлені тими ж групами організмів, що й природні, і складаються з рослин-виробників, тварин-споживачів, тварин ґрунту — руйнівників.

Функцію біотопу в тераріумі виконує субстрат і його властивості, а необхідні чинники неживої природи (світло, вологість, температура) створюються і підтримуються людиною. Тим самим формується лише модель екосистеми, оскільки в природі вона замкнена і незалежна.

Штучний біоценоз, на відміну від природного, потребує глибоких досліджень не лише флори і фауни, але і функціонування окремих чинників системи [3, 17]. Оскільки штучна екосистема є закритою, мешканці тераріума не можуть забезпечити повного колообігу речовин і відбувається переривання ланцюга живлення між консументами і продуцентами. Тому задля досягнення природної рівноваги під час створення тераріума, важливо передбачити взаємозалежність видів і наявність організмів різних груп.

2.3. Опис умов проведення дослідження

Оскільки в природному середовищі тропічних видів молюсків різниця між денною і нічною температурою становить не більше 5°C, тому для створення їм стабільного мікроклімату в домашніх умовах українців необхідний тераріум. Резервуар тераріуму – це пластиковий контейнер із прозорими стінками. Для забезпечення необхідної вентиляції, кришка акваріуму або контейнер повинен мати отвори з обох боків (у нижній і у верхній частинах).

Наземні молюски – це герпетобіонти, які в природніх умовах мешкають у підстилці, на поверхні, або у верхніх пухких шарах ґрунту, що є для них укриттям, джерелом вологи та поживних речовин [6]. Тому для забезпечення оптимальної фізіологічної адаптації молюсків в тераріумі важливе значення має субстрат. У якості субстрату використовується торф, мат, кокосове волокно, сфагнум, який попередньо просушений та очищений від личинок, кори, шишок тощо.

Для черепашок більшості наземних молюсків характерною є значна мінливість розмірів і форми черепашки, а у багатьох видів – також її забарвлення, обумовлена взаємодією генетичних факторів і впливу зовнішнього середовища [1,6,7]. Зокрема, важливе значення для процесу формування мушлі має товщина субстрату та склад листяної підстилки. Тому для забезпечення равлика необхідною кількістю Кальцію використовується дубовий опад, суміш

«Ахатинка», сепія, подрібнена яєчна шкаралупа, очищена крейда тощо.

Для живих організмів важливим є не тільки хімічний склад середовища, але й його фізичний стан (температура, тиск, вологість, аерація, радіаційні

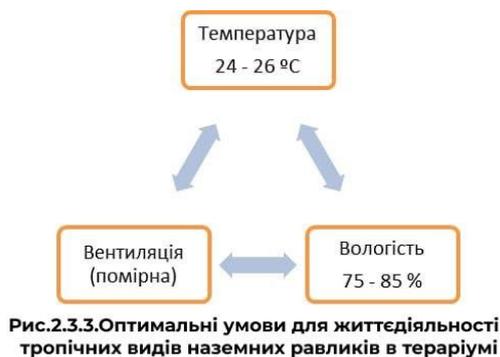


Рис.2.3.3.Оптимальні умови для життєдіяльності тропічних видів наземних равликів в тераріумі

умови, рухливість частинок тощо).

Оптимальна вологість у тераріумі досягалася шляхом орошування субстрату, стінок та кришки контейнера кип'яченою водою, кімнатної температури, встановлення аератора

Показники температури і вологості фіксувалися за допомогою датчика DHT22, який був підключений до плати розробника Arduino Nano, запрограмованої на щосекундне опитування вищезгаданого датчика, аналіз фізичних показників та показ їх рівнів світлодіодною індикацією (Додаток В). Пристрій був розроблений за допомогою членів родини, задля постійного моніторингу вище вказаних даних.

Від середовища організм одержує необхідні речовини, йому віддає продукти метаболізму. Одержання і віддача речовин та енергії повинні бути б відносно збалансовані, інакше порушується гомеостаз організму, й під загрозою стає саме його існування. Різні види, навіть існуючи поряд, використовують середовище по-різному: споживають різну їжу, відрізняються особливостями газового, водного, мінерального обміну та різним ставленням до температури, вологості, освітленості тощо [6].

Проте, відсутні літературні відомості щодо біоценотичних зв'язків тропічних видів наземних равликів в умовах тераріуму.

Серед молюсків немає чіткої трофічної спеціалізації видів, вони живляться вегетативними частинами вищих рослин та грибами, їх насінням, плодами, соками. Разом з тим, молюски відіграють помітну роль у ланцюгах живлення, поїдаючи рослинну й тваринну їжу. Порівняльна характеристика досліджуваних видів молюсків за належністю до трофічних груп (за К.Рибкою), наведена у таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1.

Трофічні групи наземних молюсків

Трофічна група	Об`єкт живлення	Вид
Ліхенофаги	Лишайники	<i>Pleurodonte excellens</i> , <i>Pseudoachatina leaiana</i>
Гербіфаги*	Трав`янисті рослини	<i>Marginata icterica</i> , <i>Helicina rhodostoma</i> , <i>A. reticulata</i> , <i>A. fulica</i> , <i>A. immaculata</i> , <i>Limicolaria numidica</i>

* у молюсків немає чіткої трофічної спеціалізації видів. У цілому фітофаги пошкоджують різні сільськогосподарські та лісові культури, а також культури, які мають певне значення для людини (їстівні гриби, лучні трави)

Отже, удосконалюючи методи малакологічних досліджень, протягом 2,5 років, мною проводилося спостереження і вивчення 8 видів наземних молюсків власного тераріуму, що є моделлю штучної екосистеми.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1.Визначення систематичного положення об'єктів дослідження

Серед мешканців тераріумів – домашніх улюбленців, найбільш поширені тропічні види равликів: від гігантських ахатин до екзотичних плеуродонтів.

У ході дослідження було описано 8 видів молюсків - представників родин Pleurodontidae та Achatinidae: *Pleurodonte excellens*, *Pseudoachatina leaiana*, *Marginata icterica*, *Helicina rhodostoma*, *Achatina reticulata*, *Achatina fulica*, *Achatina immaculata*, *Limicolaria numidica* та складено їх систематичне положення згідно з таксономією Черевонігих молюсків за Філіпом Буше і Жан-П'єром Рокруа [14, 17,18] (Додаток Г).

3.2.Визначення оптимальних умов для життєдіяльності тропічних видів наземних равликів в тераріумі

3.2.1. Вплив об'єму тераріума на ріст і розвиток равликів

Протягом 3 місяців (лютий-квітень 2022 року) у *Pseudoachatina leaiana* спостерігався значний приріст черепашки (середній показник серед 5 особин популяції становив 2,8 см.), тому виникла потреба у зміні об'єму тераріума. Разом з тим, одновікова популяція *Helicina rhodostoma* теж перебувала у періоді активного росту, проте, на відміну від ахатин, інформація щодо визначення об'єму тераріума для зазначених видів, досить обмежена і поширена на рівні припущення інтернет-користувачів.

Гіпотеза: мною було зроблено припущення, що на ріст і розвиток різних видів наземних равликів вагомо впливає об'єм тераріума.

Завдання: визначити оптимальний об'єм тераріума для ахатин і деревних равликів різного віку.

Обладнання: 4 тераріуми (об'ємом 5, 10, 27 л.), датчик DHT22, лабораторні ваги, штангенциркуль (точність 0,1 мм).

Об`єкти: № 1 (*Pseudoachatina leaiana*, віком 1 рік), № 2 (контрольна група *Pseudoachatina leaiana*, віком 1 рік), № 3 (*Helicina rhodostoma*, віком 6 місяців) № 4 (контрольна група *Helicina rhodostoma*, віком 6 місяців).

Термін проведення: 20.05 – 05.06.2022 р.

Опис умов: температура і вологість фіксувалися за допомогою датчика DHT22 ($t=25$ °C, відносна вологість – 90 %), час годування – 21.00. Раціон: овочевий мікс + кальційвмісний компонент (для архакатин) та ягель + кальційвмісний компонент. Показники результатів дослідження фіксувалися за допомогою відеощоденника та вносилися до таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1.

Фіксація результатів досліду

Дата	Спостереження за поведінкою	Об`єкт № 1	Об`єкт № 2	Об`єкт № 3	Об`єкт № 4
		знаходиться у тераріумі V = 5 л	знаходиться у тераріумі V = 10 л	знаходиться у тераріумі V = 5 л	знаходиться у тераріумі V = 27 л
		Висота, см	Висота, см	Висота, см	Висота, см
20.05	Без змін	6	$\Delta d=5,3$	4	$\Delta d=5$
22.05	*опис 1	6,1	$\Delta d=5,7$	4,1	$\Delta d=5$
24.05	*опис 2	6,1	$\Delta d=5,7$	4	$\Delta d=4,9$
26.05	Без змін	6	$\Delta d=6,1$	4	$\Delta d=4,9$
28.05	*опис 3	6	$\Delta d=6,3$	4	$\Delta d=4,9$
30.05	*опис 4	6	$\Delta d=6,4$	3,9	$\Delta d=4,9$

* Опис 1: спостерігається пасивність поведінки у об`єктів № 1, 3 та дезорієнтація у пошуку їжі в об`єктів № 4, проте помітні погризи на овочах та деревині, що підтверджують їх живлення.

* Опис 2: на черепашці об`єкта № 1 помітні ознаки самонадгризання, равлик протягом доби не змінює положення тіла, відсутні фекалії. Контрольна група об`єктів № 2 – активні, рухливі, помітний щільний, однорідний приріст, чітко виділена ребристість черепашки. У об`єкта № 3 спостерігається порушення приросту (надлом), є припущення, що в результаті падіння.

* Опис 3: об'єкт № 1 і один з об'єктів № 4 перебувають у стані анабіозу. Спостерігається незначна деформація у зоні приросту об'єкта № 3, черепашка матова.

*Опис 4: враховуючи негативні зміни об'єктів № 1, 3-4, мною було прийняте рішення про припинення дослідження.

Аналізуючи отримані результати, можу зробити висновок, що *Pseudoachatina leaiana*, як і *Pleurodonte excellens*, мають перебувати у колонії (не манше 4 особин), а об'єм тераріума не повинен значно перевищувати розміри черепашки, мати вертикальну орієнтацію та містити фрагменти розміщеної деревини, щоб максимально створити середовище існування, наближене до природного. Дана гіпотеза підтверджується спостереженнями за поведінкою равлика, який намагався прийняти вертикальне положення у кутку тераріума. Враховуючи результати дослідження за об'єктом № 2, розрахунковий об'єм тераріума на одну дорослу особину *Pseudoachatina leaiana* – 2-3 л. Оскільки, об'єм тераріума значно перевищував розміри об'єктів № 3 та № 4, слід зазначити, що його параметри теж повинні збільшуватися відносно росту архакатин. Висловлене припущення пояснюється дезорієнтацією у пошуку їжі об'єктом № 3, у яких зберігається рефлекс до «виїдання» у процесі живлення, а внаслідок значного об'єму тераріума, равлики «губляться».

Порівнюючи результати моніторингу і рекомендації, розміщені на сторінках спеціалізованих інтернет видань [15, 20, 21], слід зазначити, що резервуар для дорослих ахатин (окрім деревних равликів) повинен мати достатній об'єм – не менше 15 л на одного моллюска, а для молодих - змінюватися під час росту, із розрахунку – довжина черепашки x 2. Ємкість має бути широкою, але не високою, оскільки є висока ймовірність, що під час падіння равлик може травмуватися.

3.2.2. Вплив складу раціону живлення на міцність і приріст черепашки равлика.

Потреба в їжі у молюсків не залишається постійною. Вона змінюється із віком, у різні сезони і навіть - час доби. Однією із умов забезпечення життєдіяльності равликів у тераріумі є визначення кількісного і якісного складу їжі, наближеного до природних умов.

Гіпотеза: мною зроблене припущення, що низький вміст Кальцію в харчовому раціоні равлика, який перебуває в умовах тераріуму, може вплинути на міцність і структуру мушлі та випадання окремих органів молюска, що часто є причиною їх загибелі.

Завдання: визначити кальційвмісні компоненти раціону, які найбільше сприяють росту і зміцненню мушлі молюска.

Обладнання: 4 тераріуми (об'єм відповідає розмірам равликів), датчик DHT22, лабораторні ваги, штангенциркуль (точність 0,1 мм).

Об'єкти: № 1 (*Helicina rhodostoma*, віком 1 тиждень) № 2 (*Helicina rhodostoma*, віком 1 тиждень), № 3 (*Pleurodonte excellens*, віком 5 місяців); № 4 (*Pleurodonte excellens*, віком 5 місяців).

Раціон 1: суміш «Ахатинка» + овочевий мікс; раціон 2: суміш «Ахатинка» + дубовий опад + овочевий мікс; раціон 3: крейда + яєчна шкаралупа + дубовий опад + суміш лишайників; раціон 4: крейда + дубовий опад + сепія + лишайник. Основний раціон складений із врахуванням, що *Pleurodonte excellens* є ліхенофагом, а *Helicina rhodostoma* – гербіфагом. Перелік кальційвмісних компонентів сформований за результатами огляду блогів равликівників.

Термін проведення: 24.09 – 21.10.2022 р.

Опис умов: температура і вологість фіксувалися за допомогою датчика DHT22 ($t=24\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість – 85 %), час годування – 21.00.

Показники результатів дослідження фіксувалися за допомогою відеощоденника та вносилися до таблиці 3.2.2. Колір і блиск визначалися шляхом візуального спостереження, міцність було перевірено за допомогою легкого надавлювання у місці приросту.

Таблиця 3.2.2.

Фіксація результатів досліджу

Дата	Порівняння кольору і міцності мушлі	Об'єкт № 1 /раціон 1		Об'єкт № 2 /раціон 2		Об'єкт № 3 /раціон 3		Об'єкт № 4 /раціон 4	
		Вага, г	Довжина, см	Вага, г	Довжина, см	Вага, г	Довжина, см	Вага, г	Довжина, см
24.09	*опис 1	1,50	1,2	1,6	1,2	1,32	2	1,42	2
27.09	Без змін	1,99	1,3	1,98	1,5	1,4	2,1	1,5	2
30.09	Без змін	2,4	1,6	2,5	1,5	1,6	2,3	1,6	2,1
03.10	Без змін	2,5	1,6	2,7	1,7	1,7	2,3	1,6	2,1
06.10	* опис 2	2,7	1,8	2,7	1,7	2	2,5	1,7	2,3
09.10	Без змін	2,7	1,9	2,08	1,8	2,23	2,5	1,8	2,3
12.10	Без змін	2,8	1,9	2,09	1,8	2,36	2,6	1,8	2,4
15.10	* опис 3	2,9	2,0	3,01	2	2,5	2,6	2	2,4
18.10	Без змін	3,1	2,0	3,03	2,1	2,6	2,8	2,1	2,6
21.10	*опис 4	3,1	2,2	3,05	2,3	2,6	3,2	2,3	2,6
		$\Delta m =$ 1,6	$\Delta d =$ 1	$\Delta m =$ 1,5	$\Delta d =$ 1,1	$\Delta m =$ 1,28	$\Delta d =$ 1,1	$\Delta m =$ 0,9	$\Delta d =$ 0,6

*Опис 1: черепашки всіх об'єктів мають міцний, рівноцінний приріст, загальний фон рогового шару - однорідний, форма, колір і спіральні дуги – відповідають видовим ознакам. Разом з тим, мушля об'єкту № 2 має поодинокі «погризи», утворені іншими особинами виду, що може слугувати ознакою дефіциту Кальцію в популяції.

*Опис 2: мушля об'єкта № 3 має ледь помітний, але чітко виражений блиск, рівноцінно розподілений по всій поверхні, який її вирізняє порівняно із особинами одного виду. Різниця не фіксується фотокамерою, але помітна візуально.

*Опис 3: приріст черепашки об'єкта № 3 вирізняється чіткими і міцними краями, а колір мушлі об'єкта № 2 має більш насичений однорідний колір.

*Опис 4: слід зазначити, що порівняно з об'єктом № 4, приріст об'єкта № 3 вирізняється щільним однорідним приростом, мушля об'єкта № 2, яка мала погризи, набула більш однорідного, насиченого кольору.

Наведені нижче рис. 3.2.1. та 3.2.2. ілюструють результати дослідження, а саме збільшення (порівняно з об'єктом № 4) приросту мушлі *Pleurodonte excellens*, до раціону якого додавався наступний Ca-вмісний компонент: крейда + яєчна шкаралупа+ дубовий опад+суміш лишайників.

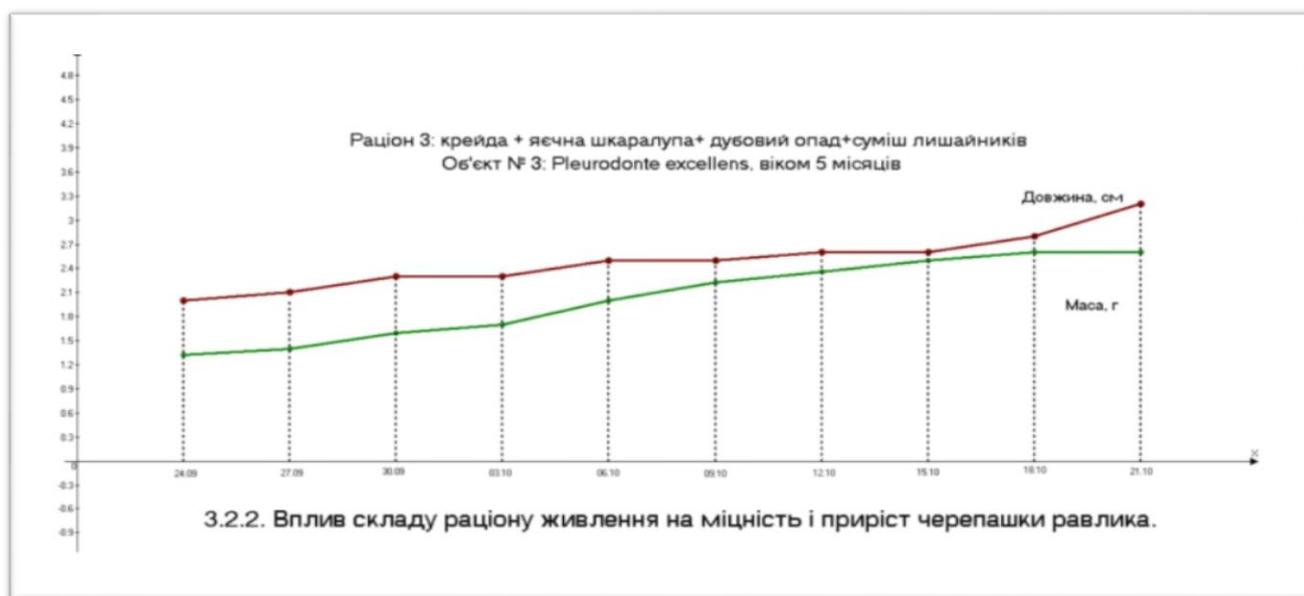


Рис.3.2.1. Вплив складу раціону живлення на міцність і приріст черепашки равлика (раціон 3)

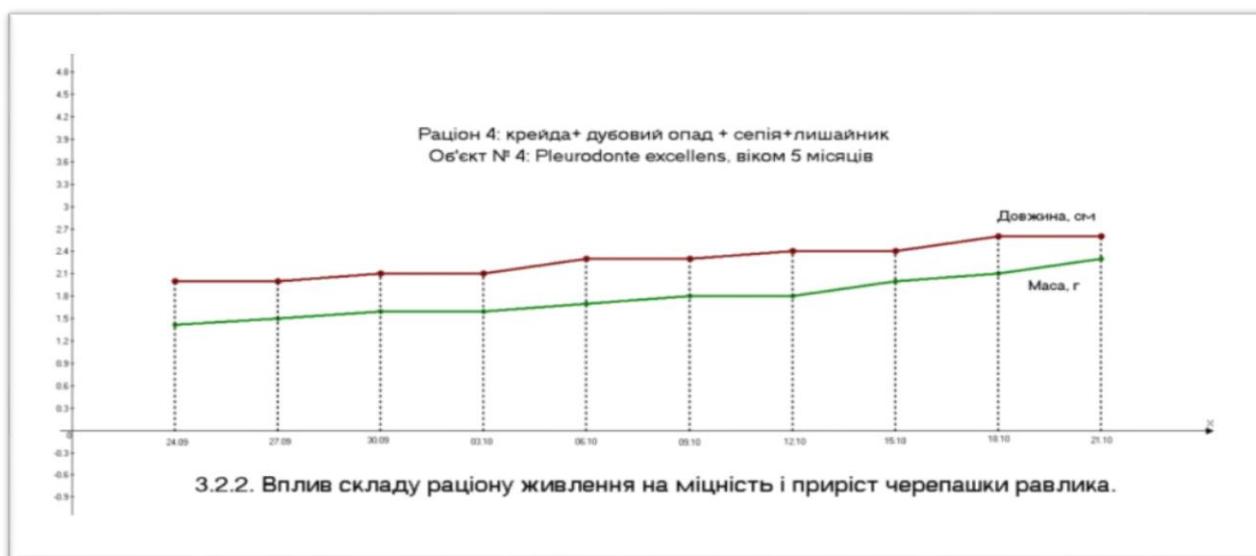


Рис.3.2.2. Вплив складу раціону живлення на міцність і приріст черепашки равлика (раціон 4)

Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що наявність дубового опаду, як кальційвмісного компонента, не суттєво впливає на ріст і розвиток мушлі *Helicina rhodostoma*, проте, у незначній мірі, надає черепашці більш насиченого кольору. Отже, дубовий опад недостатньо використовувати для арахатин, як єдине джерело Кальцію у раціоні. Слід зазначити, що раціон № 3, який використовувався для деревних равликів, сприяв як росту, так і розвитку черепашки, про що свідчить щільний, однорідний приріст. Результати експерименту підтверджують гіпотезу: кальційвмісні компоненти суттєво впливають на процес формування черепашки, особливо в процесі інтенсивного росту гігантських молюсків.

Використовуючи результати досліджень, мною було розроблено склад раціону для арахатин та деревних равликів (рис.3.2.3 та 3.2.4), що підтверджують якісні показники: здатність до розмноження, розмір кладки, виживання молодих особин тощо.

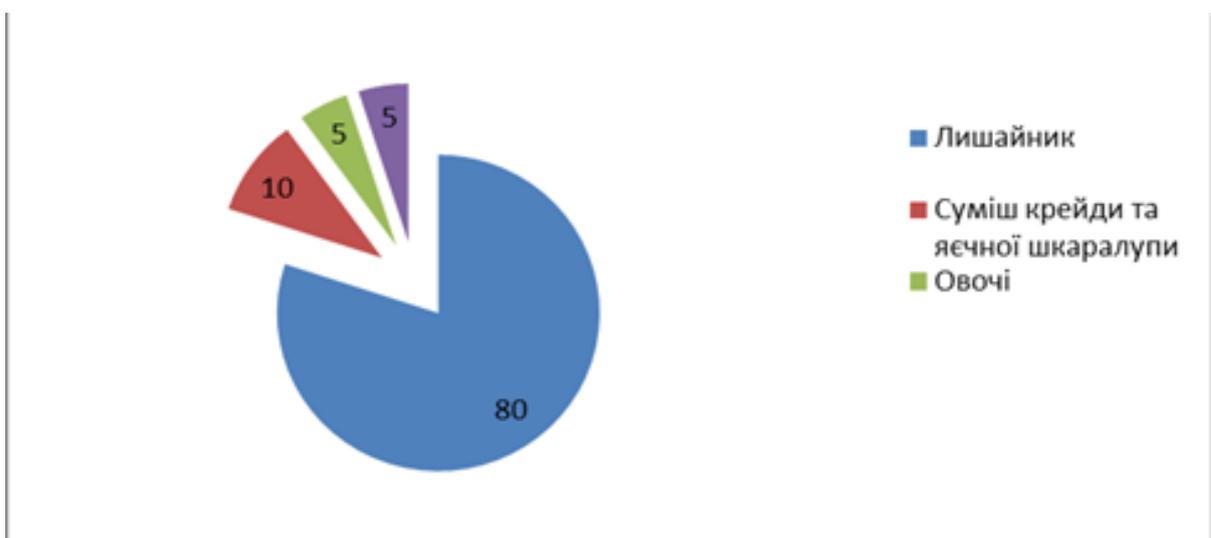


Рис. 3.2.3. Склад раціону для деревних равликів

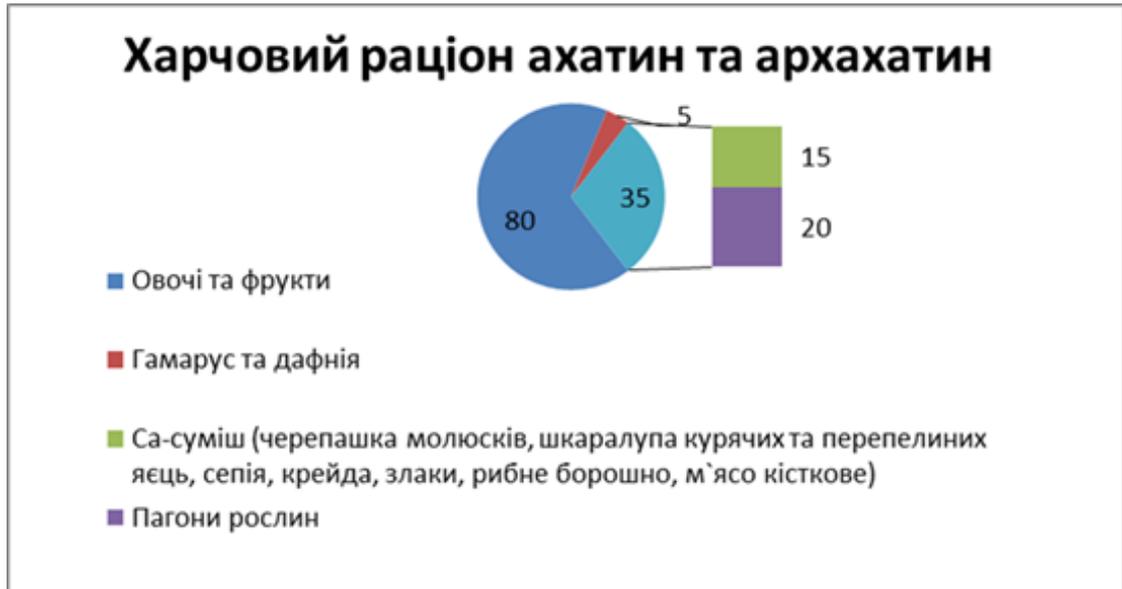


Рис.3.2.4. Склад харчового раціону ахатин та архахатин

3.2.3. Вплив субстрату на стабільність мікроклімату у тераріумі та поведінку молюсків

Аналіз даних, зібраних під час спостереження, яке проводилося протягом двох років, дає можливість експериментально вивчити об'єкти на більш глибокому рівні і перевірити наступні гіпотези: чи впливає вид субстрату на стабільність мікроклімату в тераріумі та основні процеси життєдіяльності: розмноження, живлення та добову активність? Чи гіпотетично можливе поширення в країнах з помірним кліматом досліджуваних тропічних видів наземних равликів, як антропохорних, оскільки в країнах із тропічним і субтропічним кліматом види цих молюсків вважаються інвазивними? Припущення обґрунтоване стихійним поширенням в Україні іспанського слимака.

Завдання: досягнення сталості мікроклімату (зменшення перепадів температури і вологості), шляхом використання різних видів субстрату, термокилимків (у зимовий час), встановленням аератора, штучного джерела освітлення тощо.

Обладнання: 4 тераріуми, об'ємом 5 літрів, датчик DHT22.

Об'єкти (тераріуми, що містили різні види субстрату): № 1 (власноруч виготовлений мат), № 2 (торф), № 3 (кокосовий субстрат), №4 (суміш «живого» і просушеного моху та декілька фрагментів ягелю), *Pleurodonte excellens*, *Pseudoachatina leaiana*, *Marginata icterica*, *Helicina rhodostoma*, *Achatina reticulata*, *Achatina fulica*, *Achatina immaculata*, *Limicolaria numidica*.

Опис умов: у 4 тераріумах, які містили різні види субстрату, показники були доведені до наступних параметрів: $t=24$ °С, відносна вологість – 85 % (температура в приміщенні – 21°С, вологість – 40 %) та розміщений датчик, який світлодіодною індикацією вказував на відповідність заданих температури і вологості (синій – відповідає, червоний – не відповідає). Протягом двох днів фіксувався час, за якого показники не змінювалися, проводився опис поведінки равликів (у різний час доби), поміщених у вказані тераріуми.

Спостереження: показники температури змінилися через 1 год.11 хв. у об'єкті № 3, 1 год.36 хв. – в об'єкті № 1, майже 3 год. - в об'єкті № 4. Параметри температури в об'єкті № 2 залишалися сталими протягом 2 діб. Найтриваліше утримували показники вологості об'єкти № 1,3. Слід зазначити, що *Achatina reticulata*, яка знаходилася у тераріумі з кокосовим субстратом, періодично намагалася «зариватися», зокрема, після зміни температури і підключення штучного джерела освітлення. Схожа поведінка *Pleurodonte excellens* спостерігалася у тераріумі, де роль субстрату виконував мат (равлики були виявлені під поверхнею мату). *Pseudoachatina leaiana*, (об'єкт № 4), зберігала притаманну їй активність, на відміну від *Achatina reticulata* і *Pleurodonte excellens*.

Отже, результати моніторингу підтверджують, що найдоцільніше використовувати торф, у поєднанні із ягелем і мохом, який не лише добре утримує вологу, а й зменшує ризик появи паразитів у тераріумі, є зручним для заривання равликів. Оскільки більшість видів відчувають стрес через відсутність підстилки у яку вони можуть зариватися (у разі зміни фізичних показників).

На основі результатів дослідження та огляду блогів у соціальних мережах, було складено рейтингову таблицю Д.1. та порівняння різних видів субстратів (додаток Д.). За основу взято наступні критерії: вологоємність, екологічність, структура і фракція.

В ході експерименту було спростовано гіпотезу щодо можливості виживання досліджуваних видів ахатин у природних умовах країн із помірним кліматом. Оскільки, для переважної більшості ахатин характерний анабіоз вже за температури + 12-14 °С, разом з тим, глибина заривання тропічних видів равликів в природних умовах становить від 6 до 30 см (за Д.Кобіною), а середня глибина промерзання ґрунту в Україні дорівнює 70 см. Разом з тим, дана гіпотеза щодо деревних видів молюсків потребує подальшого вивчення, оскільки відповідно до результатів експерименту, вони виявилися більш адаптивними до зміни мікроклімату.

3.3. Характеристика біоценотичних зв'язків представників родин Pleurodontidae та Achatinidae в умовах штучної екосистеми

Аналізуючи результати моніторингу, виявлено, що для представників родини Achatinidae характерний канібалізм, що, зазвичай, пов'язаний із недостатньою кількістю поживних речовин.

Слід зазначити, що у ротових залозах багатьох молюсків виробляються кислоти високої концентрації, які беруть участь у розчиненні карбонатових утворень зовнішнього скелету їхніх харчових об'єктів [6]. Оскільки в природі *Pleurodonte excellens* зустрічаються невеликими колоніями, в тераріумі їх має перебувати не менше 4-5 особин. Враховуючи результати досліджень є можливість припустити, що розвиток ізолюваних особин майже повністю припиняється.

Експериментально визначено, що під час спільного перебування ахатин і архахатин у тераріумі спостерігається взаємне пригнічення обох видів, яке проявляється у пошкодженні черепашки та тіла («надгризанні») (рис.Е.5. та Е.6.

Додаток Е), а у *Marginata icterica*, *Achatina reticulata* у відповідь на появу інших видів спостерігалась стресова реакція – самонадгризання.

Слід зазначити, що *Marginata icterica*, *Helicina rhodostoma*, *Achatina reticulata*, *Achatina fulica*, *Achatina immaculata* та *Limicolaria numidica*, на відміну від *Pleurodonte excellens*, можуть бути ізольовані без ознак летальності, проте зі зміною морфологічних показників.

З'ясовано, що найбільш толерантними до інших видів є деревні равлики, які здатні співіснувати з іншими видами. Зокрема, під час спільного перебування *Pleurodonte excellens* і *Pseudoachatina leaiana* спостерігався нейтралізм.

Враховуючи, що одним із завдань дослідження є створення у тераріумі умов, які максимально наближені до природних, і не потребують значного впливу людини, мала на меті з'ясувати чи можливе утворення фабричних зв'язків, на прикладі мокриць *Armadilidium gestroi* (рис.Е.1.). Оскільки, мокриці є одними із найактивніших утилізаторів (редуцентів), прискорюють процес розкладання органічних речовин і можуть харчуватися грибними спорами, серед користувачів соціальних мереж – равликарів, поширюється припущення, що між равликами і мокрицями можлива міжвидова взаємодія.

З'ясовано, що мокриці *Armadilidium gestroi* проявляють фабричні зв'язки лише щодо *Pleurodonte excellens* і *Pseudoachatina leaiana* (рис.Е.2.), оскільки види роду *Archachatina* сприймають їх як поживу (рис.Е.3.). Виділений деревними молюсками слиз позитивно впливає на утворення грудочок, які слугують поживним середовищем для мокриць. Ознакою підтвердження вказаного припущення є те, що під час спільного перебування в тераріумі з *Pleurodonte excellens*, спостерігалось активне розмноження *Armadilidium gestroi* (Додаток Е.4.).

3.4. Адаптивні реакції равликів на стресові дії.

У природних місцях існування організми зазнають впливу багатьох несприятливих факторів (УФ опромінення, іонізуючої радіації, температури, рН, токсичних сполук тощо). У процесі еволюції у молюсків сформувався комплекс адаптаційних механізмів, які дають можливість їм пристосуватися до певних умов існування і вижити під дією несприятливих факторів [2,3].

Одним із способів переживання стресових умов наземними равликами є стан спокою – анабіозу, під час якого мушля надійно закривається захисною плівкою, яка формується за допомогою внутрішньої секреції слизу, що виділяється залозами.

З'ясовано, що основними причинами анабіозу у тропічних видів наземних равликів, які перебувають в умовах тераріума є низька вологість, переохолодження (температура нижче 14 °С), потрапляння прямого сонячного проміння чи різкий перегрів, отримані травми, погіршення раціону чи звикання до зміни ґрунту.

У результаті дослідження визначено, що анабіоз може тривати до 3 тижнів: *Achatina reticulata* перебувала в стані спокою у результаті порушення умов утримання (перебування на місцевому торгівельному майданчику в акваріумі). Проте, якщо несприятливі для життєдіяльності равлика умови продовжуються, то він запечатується ще глибше, збільшуючи товщину захисної плівки. Щоб вивести равлика із стану сплячки, його потрібно окропити водою кімнатної температури.

Разом з тим, деяким видам равликів, які утримуються в тераріумі, рекомендується стан спокою з інтервалом 1 раз/рік. Це позитивно впливає на загальний стан організму молюска та його здатність до розмноження.

На основі результатів огляду блогів равликівників з'ясовано, що у разі появи в тераріумі нематод можливе значне підвищення летальності серед молодих особин та порушення інкубації яєць. Проте, варто зазначити, що під час виявлення їх у власному тераріумі, молюски візуально мали здоровий вигляд, активно рухалися, реагували на корм, воду, мали здорову мушлю.

Отже, після санації ємкості тераріуму, використання воску для мушлі та проведення лікувальної ванни для равликів, не спостерігалось подальше пригнічення процесів їх життєдіяльності. Враховуючи, що не проводилися повні паразитологічні дослідження слизу з поверхні м'язової частини тіла чи фекалій, можна лише припустити, що вказані заходи були дієвими.

Таким чином, суттєвий вплив на регуляцію температури і вологості та формування мікроклімату в тераріумі має субстрат. Визначено, що тропічні види деревних равликів більш адаптивні до змін фізичних показників, на відміну від ахатин. З'ясовано, що на ріст і розвиток черепашки равлика вагомо впливає наявність Са-вмісних сполук, які відповідають видовим особливостям харчового раціону молюска. Під час дослідження біоценотичних зв'язків визначено, що найбільш толерантними видами є *Pleurodonte excellens* і *Pseudoachatina leaiana*, які здатні до формування фабричних зв'язків з мокрицями.

ВИСНОВКИ

Напрямок, що був обраний для дослідження, недостатньо вивчений у науковому вимірі. У процесі роботи було опрацьовано значну кількість наукових видань, які стосуються досліджуваної теми, проаналізовано літературні джерела і з'ясовано сучасний стан наукового опрацювання теми, сформовано теоретичну базу, розкрито специфіку методики наукового дослідження.

Поставлені мета і завдання виконані. Зокрема, визначено систематичне положення молюсків виду *Pleurodonte excellens*, *Pseudoachatina leaiana*, *Marginata icterica*, *Helicina rhodostoma*, *Achatina reticulata*, *Achatina fulica*, *Achatina immaculata*, *Limicolaria numidica* та описано морфологічні особливості тропічних видів наземних равликів. З'ясовано, що молюски родини *Achatinidae* чутливі до перепадів температури і вологості, оскільки їх природне середовище має незначне коливання цих показників протягом доби та постійний фотоперіод.

На основі аналізу результатів моніторингу, який проводився протягом двох років, мною з'ясовано оптимальні умови для створення локального мікроклімату в тераріумі, для контролю температури і вологості в якому було створено пристрій - датчик DHT22. Разом з тим, спростовано гіпотезу щодо поширення зазначених видів у природних умовах країн із помірним кліматом, як антропохорних.

Згідно з результатами проведених експериментів, було доведено, що у формуванні мікроклімату в тераріумі, важливе значення має субстрат і найдоцільніше використовувати мох у поєднанні із ягелем і торфом, який не лише добре утримує вологу, а й зменшує ризик появи паразитів у тераріумі, є зручним для заривання равликів та інкубації яєць.

В результаті дослідження встановлено, що задля досягнення природної рівноваги під час створення тераріума, який є моделлю штучної екосистеми, важливо передбачити взаємозалежність видів і наявність організмів різних груп

- споживачів, виробників і руйнівників. З'ясовано, що мокриці *Armadilidium gestroi*, які є руйнівниками, проявляють фабричні зв'язки лише щодо *Pleurodonte excellens* і *Pseudoachatina leaiana*, оскільки види роду *Achatina* і *Archachatina* сприймають їх як поживу. Під час спільного перебування ахатин і архахатин у тераріумі спостерігається взаємне пригнічення обох видів, яке проявляється у пошкодженні черепашки та тіла («надгризанні»), а у *Marginata icterica*, *Achatina reticulata* у відповідь на появу інших видів спостерігається стресова реакція – самонадгризання. Також, серед більшості видів тропічних равликів поширений канібалізм (внутрішньовидове хижацтво).

Отримані дані можуть бути корисними як для розвитку малого бізнесу (равликові ферми, салони краси, психолого-терапевтичні кабінети), так і з метою прогнозування ризиків для інших видів молюсків, пов'язаних зі зміною клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Астахова Л.Є., Муж Г.В., «Молюски: результати, проблеми і перспективи досліджень». Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2012. — № 2 (51). — 338 с. - [Електронний ресурс]. –URL: <https://t1p.de/sz81u>
2. Балашов І.А., «Молюски: результати, проблеми і перспективи досліджень». Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2012. — № 2 (51). — 338 с. - [Електронний ресурс]. –URL: <https://t1p.de/sz81u>
3. Балашов И. Охрана наземных моллюсков Украины. — Киев : Институт зоологии НАН Украины, 2016. — 272 с. — ISBN 978-966-02-7841-7.
4. Гарбар О. В., Кадлубовська Н. С. Потенційні можливості поширення інвазійного виду слизнів *Agion lusitanicus* у Європі УДК 594.382;591.522. - [Електронний ресурс]. – URL: http://eprints.zu.edu.ua/23445/1/2015_9_2_397.pdf
5. Єсіпова Н.Б., Маренков О.М., Курченко В.О., Нестеренко О.С. Спосіб лікування виноградного равлика (*Helix aspersa* (Müller)) від нематодозу. // – Патент на корисну модель № 132006, Україна, від 11.02.2019 р.
6. Рибка К.М. Малакоугруповання природних та антропогенно трансформованих наземних екосистем північно-західної частини малого Полісся та їх біогеоценотичні зв'язки: дис. ...канд.біолог.наук: 03.00.16/Инст.екол.Карпат. Львів, 2017. 227 с. УДК [594:574.4] (477.41/.42
7. Сверлова Н.В., Гураль Р.І. Визначник земельних молюсків заходу України. – Львів, 2005. – 217 с. - [Електронний ресурс]. – URL: <https://is.gd/5186zj>
8. Царик Й., Царик І. Пошук біомаркерів стану екосистеми. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2008. Випуск 46. С. 78-82. - [Електронний ресурс]. – URL:<https://is.gd/dykEgq>
9. Чернишова Т. Екологічні особливості поширення молюсків підроду *Limacus* на території України. Вісник Львівського університету. Серія біологічна.

2016. Випуск 72. С. 120-124. - [Електронний ресурс]. – URL: <https://is.gd/ejGeqH>
10. Яворський І.П., Рибка К. М. Еколого-фауністична характеристика наземних молюсків м. Червонограда і його околиць. /І.П.Яворський, К.М.Рибка// Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2011. Вип. 55. С. 119
 11. Barker G. The biology of terrestrial gastropods. // CAB Int., Wallingford –2001. – P. 468.– [Електронний ресурс]. – URL: <http://surl.li/elmeg>
 12. Dr. Joseph R. Cobbinah, 1993. Snail Farming in West Africa: A Practical Guide. ISBN 9789290811022, 56 pages – URL: <http://surl.li/eliub>
 13. Doris Katai K. Mwinga. The Biodiversity Convention and in situ Conservation in Zambia. Vol. V: 6, Blackwell Publishers Ltd. 1997. 32 pages – URL: <https://cutt.ly/423RZJa>
 14. Philippe Bouchet, Jean-Pierre Rocroi, Bernhard Hausdorf, Andrzej Kaim , Yasunori Kano , Alexander Nützel , Pavel Parhaev , Michael Schrödl , and Ellen E. Strong "Revised Classification, Nomenclator and Typification of Gastropod and Monoplacophoran Familys". Malacologia, 2017, 61(1–2): 1–526 - [Електронний ресурс]. – URL: <https://is.gd/kcCWVM>
 15. Monney K.A. Notable notes on giant African snails. Snail Farming Research. Vol. V: 1, 1994 – 22. Associazione Nazionale Elicicoltori (The Italian Snail Farmers Association). - [Електронний ресурс]. – URL: <http://surl.li/elmhu>
 16. S. K. Raut, G. M. Barker. Achatina fulica Bowdich and other Achatinidae as pests in tropical agriculture. Natural Science , Vol.5 No.10 , 15 October 2013 p. У: Barker GM, Ed., Molluscs as Crop Pests, CABI Publishing, Hamilton, 55-114. – URL:<http://surl.li/eljnl>
 - 17.PetSnails.co.uk: веб-сайт. URL: <https://www.petsnails.co.uk/library.html>
 18. MolluscaBase: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/n23YH2A>
 19. Snails House: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/123Uxzt>
 - 20.Служба інспекції здоров'я тварин і рослин Міністерства сільського господарства США; офіц.веб.сайт. URL: <http://surl.li/elkxk>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1.Видові відмінності молюсків

	Ахатини	Архахатини	Деревні равлики: плеуродонти та псевдоахатини
Апекс (кінчик черепашки)	Із гострим кінчиком	Заокруглений, більш гладенький	У переважної більшості видів – гладенький, майже не виділяється
Кінчик ноги	Широкий, овальний	Нога закінчується V-подібно (кінчик схожий на крокодиловий). На кінчику ноги розміщені специфічні борозни	М'який, плаский, часто забарвлений (колір притаманний виду)
Підошва	Покриви м'які і гладенькі, розділені на великі сектори	Покриви тверді і шершаві. Сектори багаточисельні і виступають	М'яка, гладенька, дуже еластична
Черепашка	Форма – конічна, закручена за годинниковою стрілкою, досягає 40 см; Колір мушлі варіюється залежно від раціону, зазвичай смугаста, жовтих і червоно-коричневих відтінків	Форма – конічна, закручена проти годинникової стрілки, досягає 20 см; забарвлення – варіюється, залежить від пігментації равлика і навколишнього середовища.	Пласка, з діаметром до 8-10 см. майже відсутній об'єм, тому її форму порівнюють із тарілкою. Колір: переважає коричневий і білий, поєднання яких утворює спіраль. Псевдоахатини – мають витягнутої форми, ребристу, світлу черепашку, довжиною 6-7 см.

Додаток Б

Етапи індивідуального розвитку молюсків

Таблиця Б.1.

Онтогенез равликів

Ознака порівняння	Achatinidae		Pleurodontidae
	Ахатини	Арххатини	Деревні равлики
Статева зрілість	Досягають в 6 місяців	Досягають в 12-17 місяців	Досягають в 5-12 місяців (залежно від виду)
Кладка	Досягає 200-300 шт.	10-20 шт	5-15 шт., мають м'яку оболонку
Розмір яєць	4-8 мм	15-20 мм	5-7 мм
Інкубаційний період	1-2 тижні (залежно від температурного режиму і вологості)	До 1 міс	2-3 тижні

Етапи розвитку *Helicina rhodostoma*

Рис.Б.1. Кладка та 1-денні равлики

Фото зроблене
Я.Придвір 24.03.2022 р.



Рис.Б.2. Молоді особини (альбіно і стандарт, вік - 3 місяці)

Фото зроблене Я.Придвір
21.08.2022 р.



Рис.Б.3. Дорослі особини (вік – 1 рік)

Фото зроблене Я.Придвір
20.11.2022 р.

Датчик температури і вологості DHT22

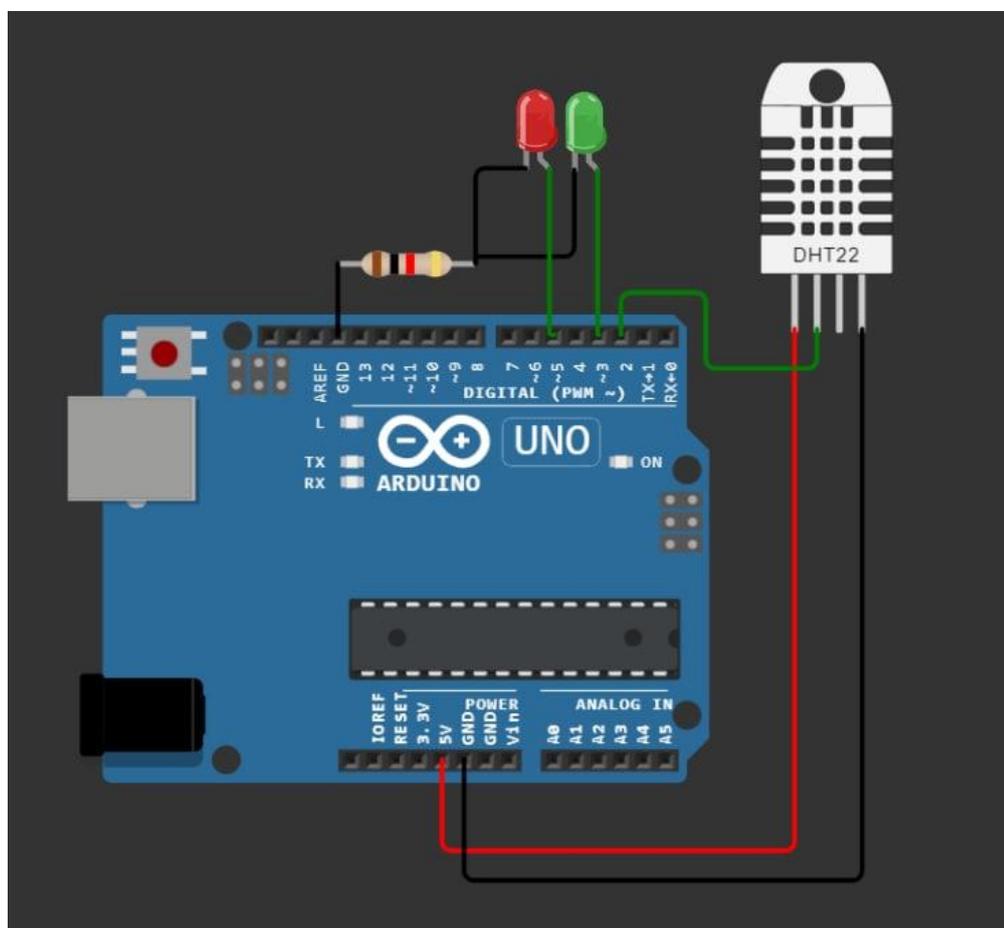


Рис.В.1. Електрична схема створена в додатку Figma [розробка автора]

Використання датчика температури і вологості в тераріумі



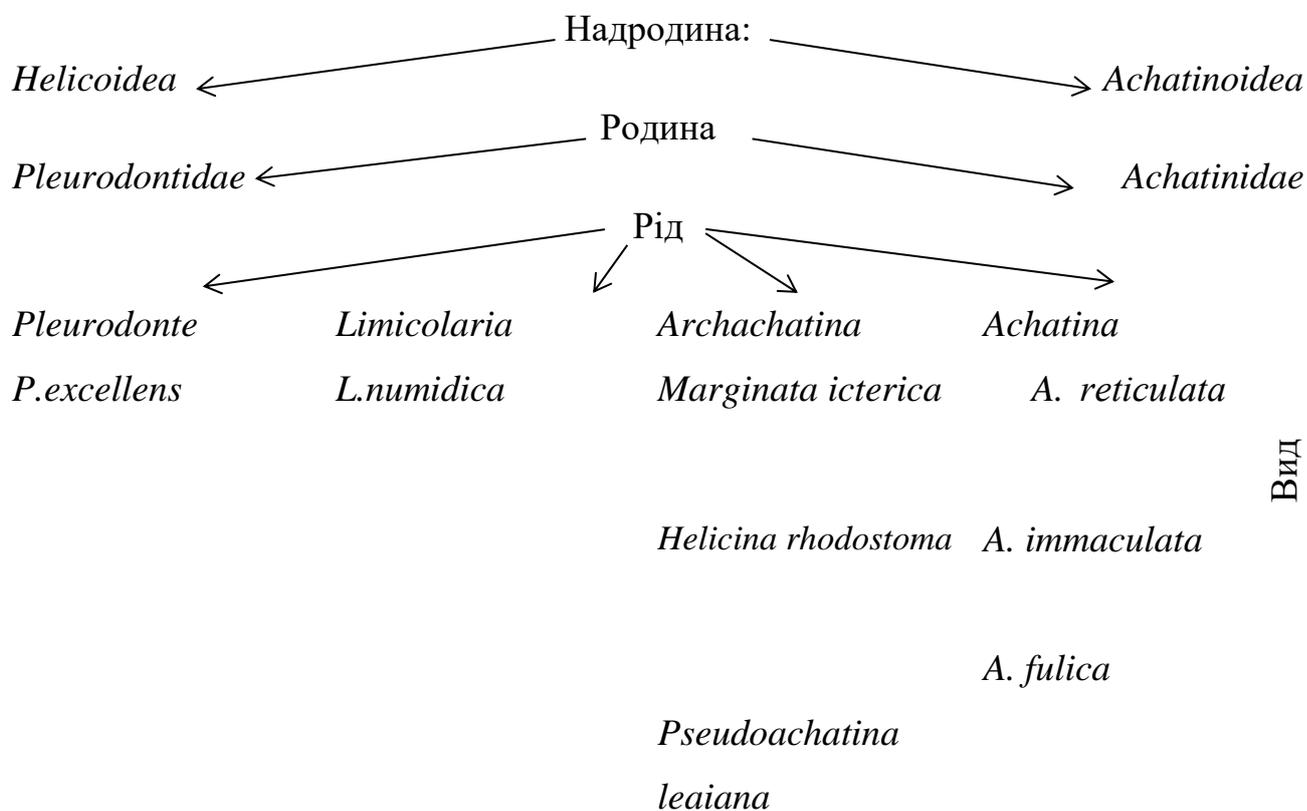
Рис.В.2. Використання датчика у тераріумі з *Helicina rhodostoma* (одновікова популяція, вік – 14 днів). Фото зроблене Я.Придвір, жовтень 2022 р.



Рис.В.3. Використання датчика у тераріумі з *Helicina rhodostoma* (одновікова популяція, вік – 1 рік). Фото зроблене Я.Придвір, жовтень 2022 р.

Систематичне положення досліджуваних об'єктів

Царство:	Тварини	<i>Animalia</i>
Підцарство:	Справжні багатоклітинні	<i>Eumetazoa</i>
Розділ:	Двобічно-симетричні	<i>Bilateralia</i>
Підрозділ:	Первиннороті	<i>Protostomia</i>
Тип:	Молюски	<i>Mollusca</i>
Клас:	Червононогі	<i>Gastropoda</i>
Підклас:		<i>Heterobranchia</i>
Ряд:		<i>Stylommatophora</i>



Додаток Д

Порівняльна характеристика різних видів субстрату у тераріумі

Таблиця Д.1.

Переваги й недоліки різних видів субстрату

Назва субстрату	Переваги	Недоліки
Кокосовий субстрат 	безпечний та нейтральний для равликів; підходить для повторного використання; добре утримує вологу;	сприяє розвитку мошок та паразитів – нематод; більшість видів відчувають стрес, через відсутність підстилки, у яку вони можуть зариватися; шкодить, якщо потрапляє в організм равлика у великій кількості з їжею;
Лісовий, або ґрунт для вирощування квітів	забезпечує амортизацію при падінні та затінення від прямих сонячних променів; підходить для інкубації яєць;	насичений мікробами, бактеріями і навіть личинками комах чи добривами, які небезпечні для равликів
Торф 	добре утримує вологу; зручне середовище для кладки яєць	дрібна фракція, тому ускладнює прибирання; сприяє розвитку нематод;
Мох сфагнум 	повітропроникний і гігроскопічний; зменшує ризик появи паразитів та мошок; є схованкою і додатковою їжею; підходить для інкубації яєць	потребує попередньої обробки та очищення; при довготривалому зберіганні утворюється гниль і пліснява
Чіпси (шматки кокосових горіхів)	естетичний вигляд;	легко втрачають вологу; ускладнюють процес заривання равликів; є небезпечним для молодих особин
Мат 	зручний та багаторазовий у використанні; гігроскопічний	не підходить для інкубації яєць; ускладнює процес заривання равликів;

Фото зроблені Я.Придвір

**Біоценотичні зв'язки
тропічних видів наземних равликів в умовах тераріуму**



Рис.Е.1.
Armadilidium gestroi

Рис.Е.2.Формування фабричних зв'язків *Pseudoachatina leaiana* з мокрицями (жовтень 2022 року, фото зроблене Я.Придвір)

Рис.Е.3.Розміщення мокриць у тераріумі з *Marginata icterica*

Рис.Е.4.Розміщення мокриць у тераріумі з *A. reticulata*

Форми біотичних відносин в умовах тераріуму



Рис.Е.5. Внутрішньовидова конкуренція між ахатинами

(квітень 2022 року, фото зроблене Я.Придвір)



Рис.Е.6. Пошкодження черепашки та тіла ахатин («надгризання»)

Презентація результатів дослідження

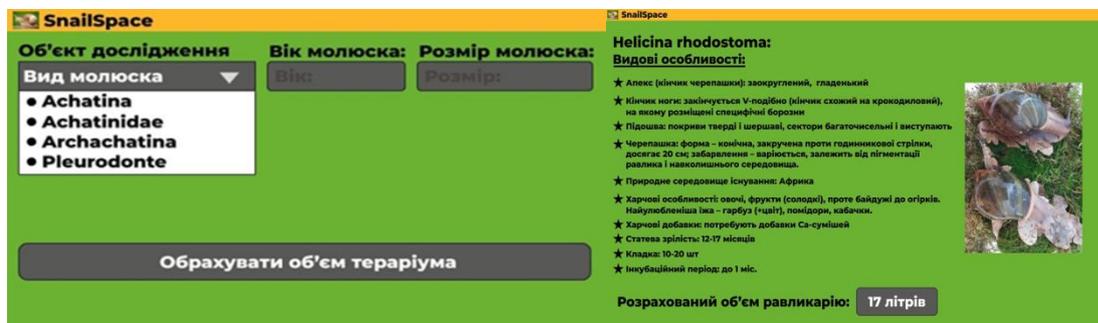


Рис.Є.1. Desktop застосунок «SnailSpace»

**Популяризація відповідального ставлення до утримання гігантських
равликів та поширення досвіду щодо створення мікроклімату в тераріумі**



Рис.Є.6. Покликання на тематичну сторінку автора в соціальних мережах

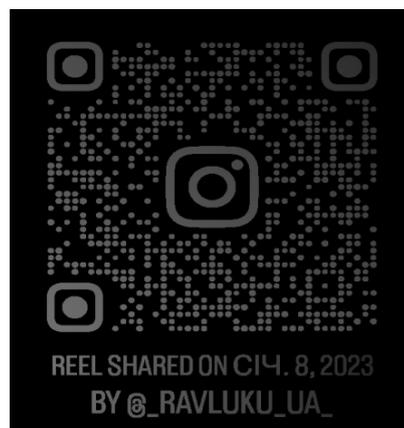


Рис.Є.7. Покликання на відео автора «Неймовірні здібності равликів, або як вони бачать і відчувають цей світ»