

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕПАРТАМЕНТУ ОСВІТИ І НАУКИ
ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
(КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ)

КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
(КИЇВСЬКА МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК)

Відділення екології та аграрних наук
Секція: зоологія, ботаніка

РЕАКЦІЇ ТАРГАНІВ *EUBLABERUS POSTICUS* (BLATTIDAE)
ТА ПАЛИЧНИКІВ *MEDAUROIDEA EXTRADENTATA* (PHASMATODEA)
НА ЗОРОВІ СТИМУЛИ, ЩО ІМІТУЮТЬ ПРИРОДНІ УКРИТТЯ

Роботу виконав:

Іванюк Владислав Русланович,

..... року народження

учень 10 класу школи I-III ступенів № 13
імені Івана Хитриченка Святошинського
району м. Києва, вихованець Київського
Палацу дітей та юнацтва.

Контактні телефони:.....

Електронна адреса:.....

Науковий керівник:

ПІБ, посада, вчене звання, контактні
телефони.....

Педагогічний керівник:

ПІБ, посада, вчене звання, контактні
телефони.....

Комунальний позашкільний навчальний заклад
«Київська Мала академія наук учнівської молоді»

Анотація



Іванюк Владислав Русланович,
учень 10 класу школи I-III ступенів № 13
імені Івана Хитриченка м. Києва,
вихованець Київського Палацу дітей та юнацтва.
Науковий керівник: ПШБ, посада, вчене звання....

РЕАКЦІЇ ТАРГАНІВ *EUBLABERUS POSTICUS* (BLATTIDAE)

ТА ПАЛИЧНИКІВ *MEDAUROIDEA EXTRADENTATA* (PHASMATODEA) НА ЗОРОВІ СТИМУЛИ, ЩО ІМІТУЮТЬ ПРИРОДНІ УКРИТТЯ

Оптичні стимули, оптимальні за розмірами, формою та кольором, викликають в різних видів комах різноманітні поведінкові реакції, відповідні до особливостей їх біології і способу життя. Ці реакції є наслідком величезної кількості адаптацій, що відбулися протягом еволюційного шляху кожного конкретного виду. Комахи є зручною моделлю для дослідження загальних принципів обробки оптичної інформації.

У даній роботі я досліджував реакцію комах на оптичні стимули, що імітують природні укриття: досліджені реакції тарганів *E. posticus* на чорні та білі перетинки в розгалуженому ході, де чорні перетинки імітували вхід у затемнене укриття (щілину у ґрунті або під камінням), а також реакції паличників *M. extradentata* на чорні горизонтальні та вертикальні смуги (імітували стебла і пагони рослин) намальовані на вертикальних поверхнях.

Отримані дані корисні для розуміння механізмів зорової поведінки комах, а також можуть бути використаними в техніці для створення систем спостереження, фіксації та аналізу зображень.

Ключові слова: зорова поведінка, оптичні стимули, *Eublaberus posticus*, *Medauroidea extradentata*.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1	
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Будова очей та зорового аналізатора комах.....	7
1.2. Особливості біології піддослідних видів	9
1.3. Зорова поведінка комах	14
РОЗДІЛ 2	
МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ	15
РОЗДІЛ 3	
РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.....	16
3.1. Експерименти з імаго та личинками тарганів <i>E. posticus</i>	16
3.2. Експерименти з личинками <i>M. extradentata</i>	19
ВИСНОВКИ	21
СПИСОК ВИКОРАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	22
ДОДАТКИ.....	24

ВСТУП

Парні фасеткові очі є основним органом зору в комах. За будовою фасеткові очі суттєво відрізняються від очей хребетних. Кожне фасеткове око являє собою сукупність структурних зорових одиниць - омаїдів, рогівкова (кутикулярна) лінза яких має вигляд опуклого шестигранника - фасетки (від фр. *facette* - грань). Фасеткові очі комах нерухомі, розташовані з боків голови і можуть займати майже всю її поверхню, Окрім складних очей, комахи також мають прості очки, розташовані на лобній частині голови. Ці органи відповідають за сприйняття світла/тіні [7, с. 287].

Дослідників здавна цікавило вивчення будови органів зору комах та їх зорової поведінки. Перші дослідження відомі ще з початку 19 століття. Йоган Мюллер (J. Müller) у 1826 році опублікував мозаїчну теорію щодо функціонування складного ока, а Ф. Плато (F Plateau) у другій половині цього ж століття провів ряд спостережень та досліджень щодо зорової поведінки комах [7, с. 297].

Одним із найвідоміших дослідників зору комах у 20 ст. був Георгій Олександрович Мазохін-Поршняков. Їм вперше в світовій науці розроблені питання теорії і практики використання світлових пасток для комах на основі гіпотези про причини льоту комах на світло, вперше вивчені механізми впізнавання комахами забарвлення і форми, здатність комах до візуального узагальнення. Дослідник довів, що очі комах бачать в навколишньому світі предметів і орієнтирів не гірше, ніж очі багатьох хребетних, що зумовлює складну зорову поведінку комах [11].

Для сучасних досліджень комахи є зручною моделлю для фізіологічного дослідження загальних принципів обробки оптичної інформації. Вже сьогодні можна сказати, що такі явища, як розпізнавання дрібних об'єктів, ліній і країв, розпізнавання спрямованого руху, виявлення руху великих одиночних об'єктів засновані на загальних механізмах зору комах [2, с.76].

Оптичні стимули, оптимальні за розмірами, формою та кольором викликають в різних видів комах різноманітні поведінкові реакції, відповідні до особливостей їх біології і способу життя. Ці реакції є наслідком величезної кількості адаптацій,

що відбулися протягом еволюційного шляху кожного конкретного виду. Так, наприклад, оптимальний розмір жертви, що викликає у богомола хапальну реакцію передніх ніг відповідає розмірам улюбленої здобичі – великої мухи. Розмір темного силуету, до якого повертаються кровосалльні мошки (Simuliidae) залежить від розміру їх звичайних прокормителів. У мух пестрокрилок (Tephritidae) оптимальні зорові стимули відповідають розмірами плодів кормових рослин [6, с. 178].

Актуальність. Комахи є зручною моделлю для дослідження загальних принципів обробки оптичної інформації. Результати дослідження зорової поведінки комах можуть бути використаними у техніці для створення систем спостереження, фіксації та аналізу зображень. Данні можуть бути використані для боротьби з комахами-шкідниками сільськогосподарських культур, а саме для створення пасток з урахуванням поведінки конкретного виду.

Мета: дослідити реакцію комах на оптичні стимули, що імітують природні укриття.

Об'єкт: таргани *E. posticus* (Blattidae) та паличники *M. extradentata* (Phasmatodea)

Предмет: реакції тарганів та паличників на зорові стимули, що імітують природні укриття.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити реакцію імаго тарганів *Eublaberus posticus* (Blattidae) на чорні та білі перетинки в розгалуженому ході;
- дослідити реакцію личинок тарганів *Eublaberus posticus* (Blattidae) на чорні та білі перетинки в розгалуженому ході;
- дослідити реакцію імаго паличників *Medauroidea extradentata* (Phasmatodea) на чорні горизонтальні та вертикальні смуги.

Методи дослідження: теоретичний аналіз для узагальнення результатів досліджень вітчизняних та зарубіжних дослідників (при аналізі літературних джерел); польові та лабораторні (метод атомно-абсорбційної спектрометрії);

матстатистики (для оброблення первинних експериментальних даних і оцінювання достовірності одержаних результатів).

Наукова новизна: сформульовано та обґрунтовано низку положень, які мають теоретичне та практичне значення. Було підтверджено дані попередніх дослідників щодо оптомоторних реакцій комах (на раніше не досліджуваних видах), а також розширено уявлення щодо поведінки двох видів комах.

Практичне значення: класичний трек для етологічних досліджень.

Отримані дані можуть бути корисними для розуміння механізмів зорової поведінки комах, а також можуть бути використаними в техніці для створення систем спостереження, фіксації та аналізу зображень.

Публікації: 75-та Всеукраїнська науково-практична студентська конференція «Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства» (НУБіП України, м. Київ).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Будова очей та зорового аналізатора комах

Здатність до кольорового зору (сприймання та перетворення світлового випромінювання в відчуття різних колірних відтінків), крім людини, мають багато представників тваринного світу, в тому числі і більшість комах [10].

Зоровий аналізатор - сукупність структур, що сприймають світлове випромінювання і формують зорові відчуття. Зоровий аналізатор відіграє важливу роль в управлінні основними функціями тварин, і зокрема комах: харчуванні, розмноженні тощо. Зоровий аналізатор в комах складається з трьох основних компонентів – очей, відділу мозку, що аналізує інформацію, та формує реакцію на неї, та нервових провідних шляхів, які з'єднують око з мозком [17].

Очі комах являють собою оптичну частину зорового аналізатора, і представлені простими і складними очами. Основними органами зорового сприйняття дорослих комах і личинок комах з неповним перетворенням, є складні (фасеткові) очі - нерухомі парні випуклості кутикули, розташовані по боках голови (рис.1.1) [1, с. 18].

Кутикулярна лінза складного ока складається з великої кількості малих лінзочок - фасеток, що мають форму опуклого шестигранника. Особливості будови (кількість фасеток, загальна форма) фасеткового ока відрізняється не лише в різних видів комах, але й може суттєво варіювати й у межі одного виду (самці/самки тощо) [7, с. 153].

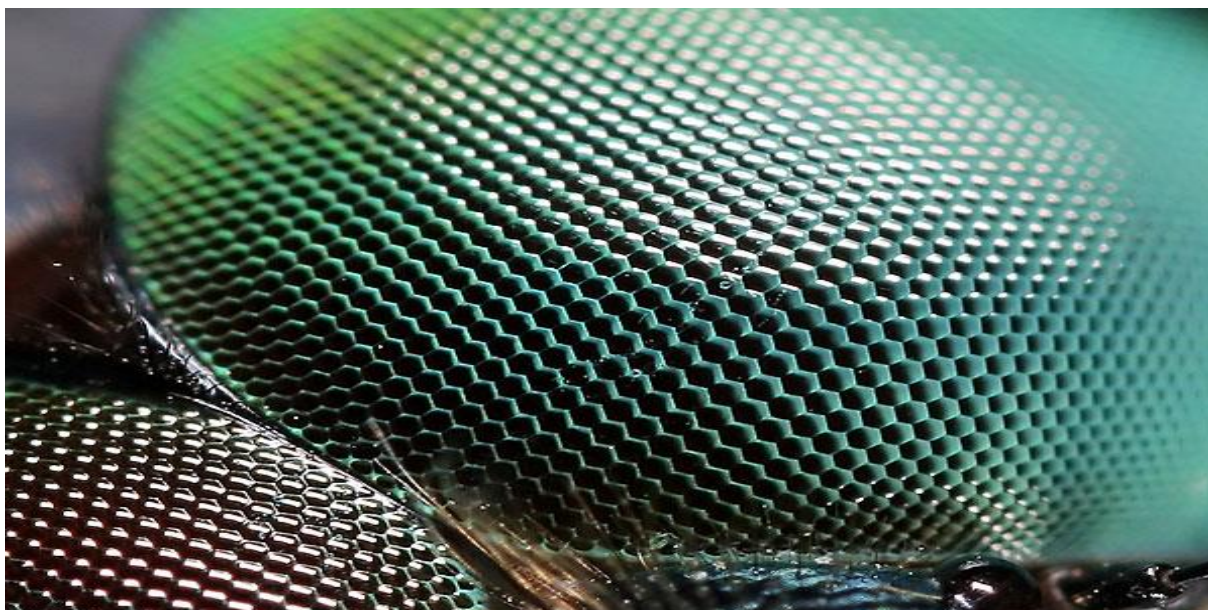


Рис. 1.1 Складні (фасеткові) очі комахи [20].

Очі хребетних - складні оптичні системи, що складаються з кришталіків, рогівки, райдужки й склоподібного тіла. Відомо, що світло потрапляє в око крізь кришталік і падає на сітківку, яка містить палички і колбочки. Палички забезпечують чорно-білий зір, колбочки - кольоровий. Проте складні очі у комах влаштовані за іншим принципом. Вони складаються з величезної кількості омаїдіїв - окремих вічок, які мають циліндричну форму. Світло падає на лінзу рогівки

і потрапляє до кристалічного конусу, який проводить його до торця рабдому - зорової палички. Оскільки окремі омаїдії є розділені проміж собою шарами пігментних клітин, кожен з них може бачити лишень одну світлову точку. Повне мозаїчне зображення складається в мозку комахи. Омаїдії надають нечітку картину предметів, оскільки поля огляду в них не перекриваються. Чим більше омаїдіїв знаходиться в оці комахи, тим чіткішим буде сприйняття зображення. Так, наприклад, око бджоли складається з 5 000 омаїдіїв, а в бабки їх може бути до 25000 [13]. Як показано на австралійських мурах роду *Murmezia*, різні касти мурах можуть мати різні зорові якості, які відповідають умовам їхнього життя. Так, крилаті самиці та самці мають значно кращу роздільну здатність зору, аніж виключно наземні робочі особини, що досягається збільшенням кількості

фасеток та зменшенням їх розміру. Натомість робочі особини, що ведуть нічний спосіб життя, мають більший розмір кожної окремої фасетки, що збільшує кількість світла, яке потрапляє на сітківку [12].

У дорослих особин комах між складними очима розташовані, так звані, прості очка. У багатьох дорослих комах по три простих вічка, які утворюють трикутник. Просте очко має одну невеличку лінзу, яка спрямовує сфокусоване світло на шар світлочутливих клітин. Звідти імпульс надходить до мозку, де відбувається аналіз інформації. Прості вічка здатні розрізняти тільки світло й тінь. Подібні за будовою вічка є основними органами зору й в личинок багатьох комах. У гусені метеликів з боків голови розташовано по шість вічок, які здатні реєструвати напрямок і довжину світлових хвиль [7, с. 212].

1.2. Особливості біології піддослідних видів

Eublaberus posticus (рис.1.2)

Клас - Insecta (Комахи)

Ряд – Blattodea (таргани)

Родина - Blaberidae

В світі налічується близько 3500 - 4000 видів тарганів. Таргани відносяться до комах з неповним перетворенням. При неповному перетворенні (геміметаболії), комаха проходить фази розвитку яйця, личинки та імаго. З яйця виходить личинка, зовні схожа на дорослу особину. Вона має фасеткові очі, такий самий як і в дорослих ротовий апарат, а на старших стадіях зачатки крил [9].

Довжина тіла в імаго різних видів тарганів від 4 до 95 мм (в *E. posticus* 30-40 мм). Голова частково прихована під передньоспинкою. Вусики довгі, багаточленикові, щетинкоподібні. Ротовий апарат гризучого типу. Крила перетинчасті, надкрила щільніші, але також мають жилкування. У деяких видів крила і надкрила відсутні. Ноги бігальні. У самців на черевці часто є пахучі залози.



Рис. 1.2 *Eublaberus posticus*. Позначення: А - личинка; В – імаго [21-22].

Фасеткові очі розташовані з боків голови, утворені численними окремими вічками - омматидіями, добре сприймають рухомі об'єкти, забезпечують широке поле зору. Гострота зору і здатність до сприйняття форми предметів у тарганів розвинені слабо. У короткокрилих особин очі значно менших розмірів. У деяких печерних видів очі зовсім відсутні (рід *Speleoblatta* з Індії).

Інші - прості очі, розташовані у верхній частині чола у внутрішнього краю очей. Вважається, що вони посилають в мозок сигнали, що коректують добовий ритм, в результаті чого з мозку до складних очей надходить сигнал, що підсилює їх чутливість до світла. Також відомо, що очі тарганів здатні сприймати інфрачервоні промені і розрізняти поляризоване світло, за яким вони можуть орієнтуватися [15].

Більшість видів тарганів проживає у тропіках та субтропіках, і є переважно нічними, з прихованим способом життя комахами. Вночі вони особливо діяльні, а вдень зазвичай забираються під камені, опале листя та ін. Така ж поведінка є характерною для *E. posticus*, які у природі мешкають у засушливих регіонах (у тому числі пустелях) Центральної та Південної Америки. Таргани цього виду можуть майже рік прожити, вживаючи лише саму воду [8]. *E. posticus* легко утримуються і розмножуються в культурі, і відповідно, є дуже зручним об'єктом для різноманітних біологічних досліджень.

Таргани мають дуже широкий раціон харчування. Вони можуть харчуватися рослинами, падлом і послідом тварин. Опинившись у помешканні людини, можуть обгризати шпалери і корінці книг, які містять поживний для них клей. Деякі види їдять деревину, для перетравлювання якої необхідна наявність у травному тракті спеціальних симбіотичних бактерій. Деякі є переносниками збудників низки захворювань та яєць гельмінтів. А деякі є популярними декоративними тварини (кубинські таргани роду *Blaberus* або мадагаскарські *Gromphadornia*).

Щодо розмноження, для того щоб привабити самця, самка таргана виділяє особливу речовину, що називається феромоном. Перед спаровуванням відбувається ритуал залицяння, під час якого партнери використовують вусики. У новонароджених личинок немає крил, але вони вже схожі на імаго. Протягом подальших декількох місяців вони декілька разів линяють, щоразу, після кожної линьки, збільшуючись у розмірах.

Таргани різних видів вже неодноразово пригортали увагу дослідників.

У 1999 році спостереження за способом пересування тарганів надихнув професора Роберта Фулла з Каліфорнійського університету Берклі на створення шестиногого робота, який рухався швидше і легше, ніж інші моделі. Відеоролики, які показують поведінку тарганів на спеціальних мінітренажерах і смугах з перешкодами, свідчать про їхнє надзвичайне відчуття рівноваги; навіть упавши на спину, вони можуть перевернутися за допомогою крилець [19].

Ноги тарганів є джерелом ідей для дослідників, які розробляють протези нижніх кінцівок. А пружинні властивості ніг тарганів, слугують основою розробок механізмів затискання в інноваційних протезах рук .

Рятувальники користуються послугами тарганів-кіборгів – живих тарганів, до спини яких хірургічно прикріплений міні-комп'ютер. Через сигнали, які надходять у комп'ютер, таргана скеровують у важкодоступні для людини місця, руїни будинків чи підземні комунікації, де він збирає дані.

Існує також значна кількість досліджень тарганів у галузі медицини. Як виявилось, таргани виробляють власні антибіотики. Ймовірно ці дослідження

дозволять винайти ліки для боротьби з загрозливими для людей бактеріями, такими як кишкова паличка, золотистий стафілокок та ін. [19].

Medauroidea extradentata (рис.1.3)

Клас - Insecta (Комахи)

Ряд - Phasmatodea (Примарові)

Родина: Phasmatidae

Вчені-ентомологи досліджують паличників вже багато десятиліть, добуваючи все нові факти про них і відкриваючи нові види. Ряд Phasmatodea налічує більше 3 тисяч видів. Природна поширеність цих комах охоплює Індію, Південну Америку, Австралію і навіть Європу. Паличники зустрічаються як у тропіках і в субтропіках, так і в звичайних листяних лісах і серед чагарникових заростей. Деякі види паличників мають велетенські для світу комах розміри. Найбільший вид паличників (довжиною понад 52 см) ентомологи виявили в джунглях Малайзії [16].

Свою назву паличники отримали завдяки своєму зовнішньому вигляду, який дуже нагадує звичайну гілочку дерева або куща. Абсолютно всі паличники здатні до мімікрії – маскування, яке дозволяє їм сховатися від хижаків. Ці комахи у разі небезпеки застигають прийнявши якусь не типову для них позу, імітуючи таким чином гілку рослини. В такому каталептичному стані паличник може залишатися протягом декількох годин.



Рис.1.3 Личинка паличника *Medauroidea extradentata* [23].

Для паличників є характерною нічна активність. Протягом дня вони переховуються серед листочків дерев, пагонів і гілок, а з настанням сутінків активізуються для пошуку їжі, партнерів для розмноження тощо. У якості корму, паличники вживають виключно частини рослин, переважно листя [15].

Паличники відносяться до яйцекладних видів. Існує два способи розмноження паличників - статеве розмноження і партеногенез (спосіб відтворення потомства без участі самця), серед них переважає другий. Самців паличників народжується досить мало, адже в результаті розвитку незапліднених яєць, з'являються виключно самиці.

В деяких випадках партеногенез виявляється лише при певних умовах. Так, в індійського паличника *Carausius morosus* самці і самки у природному середовищі спарюються для відтворення, як і інші паличники. При цьому в лабораторних умовах самки, позбавлені самців, можуть відкладати яйця без запліднення. Здатність до відтворення під час відсутності самців є предметом ряду наукових досліджень [16].

Деякі види паличників, як і таргани легко утримуються, і розмножуються в культурі, і також є дуже зручним об'єктом для досліджень поведінки комах.

1.3. Зорова поведінка комах

Зір і статеві поведінка. Для більшості комах статеві поведінка зв'язана, насамперед, з пошуком статевого партнера - одним із самих відповідальних завдань у житті будь-якої комахи, здатної до такого вибору. Сигнали можуть бути адресовані противникам або спрямовані на залучення осіб протилежної статі. Системи комунікації, що дозволяють тварині вибирати оптимальних партнерів можуть включати багато різних типів сигналів:

- звукові (пісні);
- зорові (шлюбне розфарбовування);
- поведінкові (спеціальні пози, танці);
- хімічні (різні запахи, феромони тощо).

Як видно з перелічених типів, два типи безпосередньо пов'язані з зором.

Деяким комахам для залучення протилежної статі вистачає їх забарвлення, інші на додаток до фарбування використовують зорові демонстрації (метелики), треті не виділяються яскравим забарвленням, тому активно використовують різні способи рухових демонстрацій (жуки-олени) [24].

Зір і мисливська поведінка. В більшості випадків поведінкові програми тварин являють собою доцільні послідовності дій. Після виконання даного етапу програми створюється нова обстановка. Вона з великою або меншою ймовірністю стандарту і дозволяє запустити і виконати черговий інстинктивний акт. Як приклад можна привести описану Ж. Фабром і Н. Тінбергеном мисливську поведінку бджолиного вовка. Виявивши на квітці комаху відповідного розміру, бджолиний вовк зависає в повітрі сантиметрах десяти від комахи, нижче за вітром, щоб потрапити в струмінь запаху. Цей етап - виявлення жертви, стабілізація становища в просторі-повністю контролюється оптично. Якщо від жертви доноситься запах бджоли, філант стрімко кидається до неї, схоплює і зажалює її, видавлює і злизує мед і приступає до доставки здобичі. Ці етапи контролюються різними органами чуття [6, с. 224].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для дослідження реакцій комах на зорові стимули, що імітують їхні природні укриття, у якості об'єктів було обрано тарганів *Eublaberus posticus* (Blattidae) та паличників *Medauroidea extradentata* (Phasmatodea).

Я створив дворозгалужений закритий трек (рис. 3.1), який мав два варіанти проходу: один закінчувався білою, а інший – чорною перетинками. До треку запускалися по черзі три особини імаго та стільки ж особин личинок *E. posticus*. Кожний екземпляр мав обрати один з двох варіантів проходу. Чорна перетинка імітувала природне укриття – шпарину або отвір у ґрунті. З кожним експериментом перетинки міняли місцями. Кількість реєстрацій для імаго сумарно склала 360, так само і для личинок.

Піддослідні таргани до експерименту утримувалися в темному приміщенні. Всі експерименти проводилися при однаковій горизонтальній просторовій орієнтації треку, однакових температурних умовах (22°C) і інтенсивності освітлення. Додаткове освітлювання треку відбувалося за допомогою світильної лампи *Camelion* (KD-017ACO2) потужності 11 Вт, світло спрямовували «в спину» кохам.

Паличникам *Medauroidea extradentata* (Phasmatodea), що вільно пересувався по горизонтальній поверхні, пропонували екран, розділений на дві зони. На одній зоні були накреслені вертикальні чорні смуги на іншій горизонтальні (рис. 3.2). Смуги імітували гілки рослин, що є типовим субстратом для даних комах, і під які ці комахи мімікують. Я провів 50 реєстрацій. Всі експерименти проводилися при однаковій горизонтальній просторовій орієнтації треку, однакових температурних умовах (22°C) і інтенсивності освітлення.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Експерименти з імаго та личинками тарганів *E. posticus*

Я дослідив поведінкові реакції тарганів *E. posticus* та паличників *M. extradentata* на оптичні стимули, що імітують природні укриття.

Експерименти проводив на імаго і личинках останнього віку тарганів та личинках останнього віку паличників.

В експериментах були задіяні по три особини імаго і личинок тарганів. Було проведено по дві серії експериментів для кожної зі стадій. Особину поміщали на початку треку (рис. 3.1), де вона могла чітко бачити два запропонованих шляхів виходу. Результати експериментів демонструє Додаток А.



Рис. 3.1 Загальний вигляд експерименту
з імаго та личинками тарганів *E. posticus*

Поведінка імаго. У ході першого експерименту дорослим комахам пропонували зробити вибір між двома ходами, що були закриті білими перетинками.

Вибір особини № 1 розподілився на 72,5% і 27,5% до лівої і правої сторони відповідно.

Особина № 2 повністю повторила результат № 1.

Для особини № 3 зафіксований розподіл 52,5% і 47,5% до лівої і правої сторони відповідно.

У підсумку - комахи у 66% випадків обирали лівий білий хід треку.

У другому експерименті кожній особині було запропоновано вибирати між перетинками білого (лівий хід) і чорного (правий хід) кольору.

Особина № 1 однакову кількість разів обирала білий (лівий) і чорний (правий) ходи.

Особина № 2 у 55% випадках обирала чорний (правий) хід.

Особина № 3 обирала чорний (правий хід) у 60% випадків.

У третьому експерименті білі та чорні перетинки міняли місцями.

Особина № 1 обрала у 82,5% випадків хід з чорною перетинкою (лівий).

Особина № 2 у 45% обрала хід з чорною перетинкою (лівий).

Особина № 3 у 70% випадків обрала чорну перетинку (лівий хід).

Поведінка личинок. Умови кожного з трьох експериментів були такими ж, як і в експериментах з імаго.

У першому експерименті личинка № 1 у 25% випадків обрала білі перетинки лівого ходу і відповідно, у 75% – білі перетинки правого.

Личинка № 2 у 62,5% відсотків вибрала білі перетинки лівого ходу, та, відповідно, 37,5% – білі перетинки правого.

Личинка № 3 вибрала білі перетинки лівого ходу в 27,5% випадків, і, відповідно 73,5% – правого. У підсумку личинки - у 68% випадків обирали правий білий хід треку.

У другому експерименті личинка № 1 обрала в 35% - чорний правий хід. Личинка № 2 продемонструвала дуже схожий результат. Вибір личинки № 3 розподілився порівну між ходами.

У третьому експерименті личинка № 1 обрала чорну перетинку (лівий хід) у 52,5% випадків. Личинка № 2 обрала чорну перетинку (лівий хід) у 67,5%. Личинка № 3 чорну перетинку (лівий хід) обрала 57,5% проходів.

Таким чином, у першому – контрольному експерименті імаго та личинки показали дзеркально протилежні результати – імаго у 66% випадків обрали лівий білий хід, тоді як личинки, у 68% обрали правий білий хід. Відповідно, підсумований результат для імаго та личинок щодо статистики вибору ходу, складає приблизно 50% для кожного варіанту (право/ліво). Це може свідчити, про те, що в даному експерименті вибір робився комахою випадковим чином.

За підсумованими результатами другого і третього експериментів імаго обирали хід з чорною перетиною у 69% випадках, личинки – лише у 50% випадків. Підсумований результат для імаго і личинок складає 57% вибору на користь чорної перетинки.

Отримані дані опосередковано підтверджують ствердження, що даному виду тарганів, в світлу пору доби притаманно використовувати в разі небезпеки для захисту такі природні укриття як щілини в ґрунті і під камінням. Тобто чорний (темний) контур, який таргани бачать в момент небезпеки, сприймається ними як вхід у можливе укриття і стимулює в них інстинктивний рух у його бік.

З іншого боку, отримані дані (особливо щодо реакції личинок) не можна вважати достатньо переконливими, завдяки досить невеликій перевазі відсотків вибору чорного контура. Недостатньо виразну реакцію на чорний контур можна пояснити тим, що таргани, використані в експериментах, були народжені і утримувалися в штучних умовах – освітлених приміщеннях, в постійному контакті з людьми, тощо. У таких умовах природні інстинкти комах могли значно ослабнути.

3.2. Експерименти з личинками *M. extradentata*

Мною був проведений експеримент, де паличник вільно пересувався по плоскій, горизонтальній поверхні. Паличник міг вільно обирати напрямок руху – у бік чорних вертикальних або горизонтальних смужок намальованих на площинах вертикально поставлених перед ним (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Загальний вигляд експерименту з личинками *M. extradentata*

За результатами експерименту паличник у 54% випадків обирає площину з вертикальними смугами, 24% з горизонтальними смугами, у 22% випадків проігнорувала запропоновані зорові стимули і пройшов до однієї з вільних сторін платформи.

Отримані дані можна пояснити тим, що природним середовищем для паличників є листяні ліси і чагарникові зарості, де вони, ховаючись від небезпеки мімікують під частини рослин. Тому, вертикальні та горизонтальні смуги, що імітують пагони рослин, викликають у паличників інстинктивне бажання заховатися у природному середовищі.

Отримані дані не претендують на абсолютну об'єктивність, однак опосередковано свідчать про важливість зорових стимулів для захисної поведінки комах. В майбутньому я хотів би поглибити свої дослідження зорової поведінки комах за рахунок залучення до експериментів більшої кількості особин, збільшити кількість повторів експерименту, та використати коректні методи статистичної обробки даних (які на даному етапі були за межами моїх знань з математики).

ВИСНОВКИ

1. Дослідив реакції тарганів *Eublaberus posticus* (Blattidae) та паличників *Medauroidea extradentata* (Phasmatodea) на зорові стимули, що імітують природні укриття.

2. Таргани у розгалуженому треку в більшості випадків обирали хід з чорною перетинкою. Тобто чорний (темний) контур, який таргани бачать в момент небезпеки, сприймається ними як вхід до укриття (щілини в ґрунті та під камінням) та стимулює інстинктивний рух у його бік.

3. Паличник у 54% випадків спрямовував рух у напрямку площини з вертикальними смугами, 24% з горизонтальними смугами, у 22% випадків проігнорував запропоновані зорові стимули і йшов до однієї з вільних сторін платформи. Отримані дані показують, що вертикальні та горизонтальні смуги, які імітують пагони рослин, викликають у паличників інстинктивне бажання заховатися у природному середовищі.

4. Отримані дані можуть бути корисними для розуміння механізмів зорової поведінки комах, а також можуть бути використаними в техніці для створення систем спостереження, фіксації та аналізу зображень.

СПИСОК ВИКОРАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мазохін-Поршняков Г. А. Зрение насекомых. - М.: Наука, 1965. 138 с.
2. Матушкіна Н. О. Ентомологія. Курс лекцій. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, Київ, 2020. – 111 с.
3. Пасічник Л. П. Плиска М. М. Систематика комах. Характеристика основних рядів і родин комах. К.: Видавництво національного університету біоресурсів і природокористування України, 2015. 167 с.
4. Росс Г., Росс Ч., Росс, Д. Энтомология / Пер. под ред. Г.А. Мазохина-Поршнякова - М.: «Мир», 1985.- 576с.
5. Тыщенко В. П. Физиология насекомых. «Биология».- М.: Высш. шк., 1986. 303 с.
6. Францевич Л. И. Зрительный анализ пространства у насекомых, Л. И. К, «Наукова думка», 1980. 285 с.
7. Шванвич Б. Н. Курс общей энтомологии: Введение в изучение строения и функций тела насекомых (Учебник для гос. университетов) М. - Л.: «Советск. наука», 1949. 900 с.

Інтернет-ресурси

8. *Eublabeus posticus* // Вікіпедія. URL:
https://en.wikipedia.org/wiki/Eublabeus_posticus (дата звернення: 11.10.2020)
9. Життєвий_цикл_комахи // Вікіпедія. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Життєвий_цикл_комахи (дата звернення: 11.10.2020)
10. Кольоровідчуття // Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Кольоровідчуття> (дата звернення: 12.10.2020).
11. Мазохин-Поршняков, Георгий Александрович // Вікіпедія. URL:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Мазохин-Поршняков,_Георгий_Александрович (дата звернення: 08.10.2020).
12. Фасеткове око // Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Фасеткове_око (дата звернення: 13.10.2020).
13. Які очі в комах // Газета Верховної Ради України. URL:

<http://www.golos.com.ua/article/158399> (дата звернення: 13.10.2020).

14. Роль статевої поведінки у еволюційних процесах // Еволюційні аспекти поведінки комах. URL: <https://studfile.net/preview/1905593/page:17/>

(дата звернення: 11.11.2020).

15. Зір комах // Зоолог. URL: <http://www.zoolog.com.ua/povedinka14.html>

(дата звернення: 15.11.2020).

16. Аннамські палочники: зовнішній вигляд, спосіб життя і утримання в неволі // ZOO. URL: <https://uk.zoo-club.org/1551-annamsky-stick-insects-appearance-lifestyle-and-cont.html> (дата звернення: 15.11.2020).

17. Зоровий аналізатор // Кафедра нормальної та патологічної фізіології. URL: <https://physiology.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2017/07/Розділ-8.3.-Зоровий-аналізатор.pdf> (дата звернення: 10.10.2020).

18. *Eublaberus posticus* (Оранжевоголовый таракан) // Тараканы. URL: <http://dubrovski1917.narod.ru/index/0-8> (дата звернення: 07.10.2020).

19. Як таргани можуть рятувати життя // Українська служба ББС. URL: <http://snip.net.ua/20151110/yak-targany-mozhut-ryatuvaty-zhyttya/>

(дата звернення: 11.12.2020).

20. Фото з Інтернету. «Презентація на тему: «Очі тварин» // Slide-share. URL: <https://slide-share.ru/ochi-tvarin-232490> (дата звернення: 19.12.2020).

21. Фото з Інтернету. Insects. *Eublaberus posticus*. URL: <https://www.kozanek.com/en/insects/996/815/> (дата звернення: 19.12.2020).

22. Фото з Інтернету. *Eublaberus posticus*. Vdbr.ru. URL: [http://vdbr.ru/shestitochechnyj-tarakan-\(eublaberus-distanti\)-soderzhanie-i-razvedenie.html](http://vdbr.ru/shestitochechnyj-tarakan-(eublaberus-distanti)-soderzhanie-i-razvedenie.html) (дата звернення: 20.12.2020).

23. Фото з Інтернету. «*Medauroidea extradentata*»: изображения. Shutterstock. URL: <https://www.shutterstock.com/ru/search/medauroidea+extradentata>

(дата звернення: 20.12.2020).

24. Інформація про жука-оленя // UNCG «Українська природоохоронна група». URL: <http://uncg.org.ua/projects/lucanus-info>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 3.1

**Реакції імаго і личинок тарганів *E. posticus*
та личинки паличника *M. extradentata*
на зорові стимули, що імітують природні укриття**

Стадія	Особини	Експ. 1		Експ. 2		Експ. 3	
		л.б.	п.б.	л.б.	п.ч.	л.ч.	п.б.
<i>E. posticus</i>							
імаго	1	29	11	20	20	33	7
	2	29	11	18	22	22	18
	3	21	19	16	24	28	12
підсумки		79	41	54	66	83	37
личинки	1	10	30	26	14	21	19
	2	17	23	25	15	27	13
	3	11	29	20	20	23	17
підсумки		38	82	71	49	71	49
<i>M. extradentata</i>							
Стадія	Особини	Верг. смуги		Гор. смуги		За поле	
личинка	1	27		12		11	

Скорочення: л.б. - лівий бік; п.б. - правий бік; л.б. - лівий білий (хід);
п.ч. - правий чорний (хід); л.ч. - лівий-чорний (хід); п.ч. - правий-чорний (хід).