ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота
магістра

на тему БІОРІЗНОМАНІТТЯ МЕЗОФАУНИ АГРОЦЕНОЗІВ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

BIODIVERSITY OF MESOFAUNA IN AGROCOENOSES OF ZAPORIZHZHIA RIGION

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1014
спеціальності 101 Екологія
освітньо-професійної програми
«Екологія та охорона
навколишнього середовища» Кунденко Д. С.
Керівник професор, професор, д.б.н. Рильський О. Ф.
Рецензент доцент, доцент, к.с/г.н. Притула Н.М.

Запоріжжя – 2026

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології, д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський

«28» березня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кунденко Денису Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Біорізноманіття мезофауни агроценозів Запорізької області

Керівник роботи Рильський О.Ф., д.б.н., професор

затверджена наказом ЗНУ від «28» березня 2025 року № 455-с

2. Строк подання студентом роботи «18» січня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи аналіз мезофауни агроценозів Запорізької області

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: проаналізувати таксономічний склад та кількісні показники мезофауни ґрунту в агроценозі пшениці ярої та лісосмузі протягом вегетаційного періоду (березень-липень 2025 року); визначити та порівняти індекси біорізноманіття мезофауни в обох досліджуваних біотопах; дослідити та зіставити функціональну (трофічну) структуру мезофауни агроценозу пшениці ярої та лісосмуги; виявити домінантні таксономічні групи в кожному типі екосистеми та пояснити фактори, що зумовлюють їхнє домінування та відсутність інших груп в умовах антропогенного впливу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 2 таблиці та 7 рисунків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім’я, по батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М., к.с/г.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 30 березня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	березень-травень 2025 р.	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	травень-червень 2025 р.	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	серпень 2025 р.	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту	вересень 2025 р.	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	жовтень-грудень 2025 р.	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	січень 2026 р.	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	лютий 2026 р.	Виконано

Студент _____ Д. С. Кунденко

Керівник роботи _____ О.Ф. Рильський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Н. М. Притула

РЕФЕРАТ

В роботі 60 сторінок, 2 таблиці та 7 рисунків, було використано 76 літературних джерел, із них 12 іноземною мовою.

Об’єктом дослідження є мезофауна ґрунту агроценозів і природних біотопів (зокрема, лісосмуг).

Предметом дослідження таксономічний склад, кількісні показники, біорізноманіття (за індексами Шеннона, Пієлоу, Сімпсона) та функціональна структура (фітофаги, зоофаги, сапрофаги) мезофауни ґрунту агроценозу пшениці ярої та прилеглої лісосмуги.

Методи дослідження: загальноприйняті методики ентомологічних досліджень підстилкової мезофауни, відбору матеріалу у польових умовах та статичної обробки інформації.

Метою нашої роботи було оцінити функціональну структуру та біорізноманіття мезофауни ґрунту агроценозу пшениці ярої та прилеглої лісосмуги як індикаторів екологічного стану та стабільності агроландшафту Запорізької області.

Виявлено та проаналізовано відмінності у функціональній структурі мезофауни (співвідношення фітофагів, зоофагів та сапрофагів) між антропогенно зміненим агроценозом та природним рефугіумом, що розширює розуміння екологічних ролей цих груп у різних умовах. Дослідження дозволило ідентифікувати таксономічні групи, що домінують або повністю відсутні в умовах інтенсивного антропогенного впливу (наприклад, домінування Lycosidae в полі та відсутність Miridae, Tingidae, Forficulidae тощо), що може слугувати індикаторами екологічного стану ґрунту.

МЕЗОФАУНА, АГРОЦЕНОЗ, ЛІСОСМУГА, БІОРІЗНОМАНІТТЯ, ФУНКЦІОНАЛЬНА СТРУКТУРА, ПШЕНИЦЯ ЯРА, ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ

ABSTRACT

The thesis comprises 60 pages, 2 tables, 7 figures, with 76 literature sources, 12 of which are in foreign languages.

The object of the study is the soil mesofauna of agrocoenoses and natural biotopes (in particular, forest belts).

The subject of the study is the taxonomic composition, quantitative indicators, biodiversity (using Shannon, Pielou, and Simpson indices), and functional structure (phytophages, zoophages, saprophages) of the soil mesofauna in a spring wheat agrocoenosis and an adjacent forest belt.

Research methods included generally accepted entomological methods for studying litter mesofauna, material collection in field conditions, and statistical data processing.

The aim of our work was to assess the functional structure and biodiversity of soil mesofauna in a spring wheat agrocoenosis and an adjacent forest belt as indicators of the ecological state and stability of the agricultural landscape in Zaporizhzhia Oblast.

Differences in the functional structure of the mesofauna (ratio of phytophages, zoophages, and saprophages) between the anthropogenically altered agrocoenosis and the natural refuge were identified and analyzed, expanding the understanding of the ecological roles of these groups under different conditions. The study allowed for the identification of taxonomic groups that dominate or are completely absent under conditions of intensive anthropogenic impact (e.g., dominance of Lycosidae in the field and absence of Miridae, Tingidae, Forficulidae, etc.), which can serve as indicators of soil ecological status.

MESOFAUNA, AGROCOENOSIS, FOREST BELT, BIODIVERSITY, FUNCTIONAL STRUCTURE, SPRING WHEAT, ECOLOGICAL MONITORING, ANTHROPOGENIC IMPACT

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ…… 10
1.1. Роль мезофауни у функціонуванні ґрунтових екосистем та агроценозів 10
1.1.1. Роль мезофауни в процесах ґрунтоутворення та гуміфікації…… 11
1.1.2. Мезофауна як індикатор стану ґрунтових екосистем…… 12
1.1.3. Взаємодія мезофауни з іншими компонентами агроценозів…… 13
1.2. Історія вивчення грунтової мезофауни…… 14
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ…… 19
2.1. Фізико-географічна характеристика Запорізької області…… 19
2.1.1. Географічне положення та рельєф…… 19
2.1.2. Гідрографічна мережа…… 20
2.1.3. Кліматичні особливості…… 21
2.1.4. Вплив руйнування Каховської ГЕС на агроекосистеми півдня України та перспективи їх відновлення…… 23
2.2. Методи відбору та обробки ґрунтових проб…… 26
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА…… 30
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ… 42
4.1. Організація безпечної роботи та дотримання норм охорони праці…… 42
4.2. Пожежна безпека та дії у надзвичайних ситуаціях…… 44
4.3. Безпека при роботі з комп'ютерною технікою…… 45
ВИСНОВКИ…… 48
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ…… 50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ…… 52

ВСТУП

Актуальність роботи. Збереження біорізноманіття є одним із ключових завдань сучасності, особливо в умовах інтенсивної антропогенної трансформації природних екосистем. Агроценози, займаючи значні площі суходолу, відіграють важливу роль у функціонуванні біосфери, але водночас є середовищем, що зазнає постійного впливу господарської діяльності людини. Це призводить до суттєвих змін у структурі та функціонуванні біологічних угруповань, зокрема мезофауни [1].

Мезофауна – це важливий компонент грунтової фауни, що об'єднує безхребетних тварин розміром від 0,2 до 2 мм. До неї належать кліщі, ногохвістки, дрібні комахи та їх личинки, енхітреїди та інші групи організмів. Ці організми є активними учасниками процесів грунтоутворення, розкладу органічної речовини, кругообігу елементів живлення, а також впливають на структуру ґрунту та його аерацію. Вони є важливими індикаторами стану агроценозів, оскільки швидко реагують на зміни умов навколишнього середовища, спричинені агротехнічними заходами, внесенням добрив та пестицидів, зміною кліматичних умов [2].

Запорізька область характеризується значними площами сільськогосподарських угідь, де активно застосовуються сучасні агротехнології. Інтенсивне землеробство, що включає монокультури, глибоку оранку та широке використання хімічних засобів захисту рослин, може призводити до деградації ґрунтів, зниження їх родючості та, як наслідок, до збіднення біорізноманіття ґрунтових угруповань. Розуміння впливу цих факторів на мезофауну агроценозів Запорізької області є надзвичайно актуальним для розробки ефективних стратегій сталого сільського господарства та збереження екосистемних послуг. Незважаючи на значну роль мезофауни у функціонуванні агроценозів, її біорізноманіття в умовах Запорізької області залишається недостатньо вивченим [1]. Комплексні

дослідження, що охоплюють таксономічний склад, кількісні показники та просторовий розподіл представників мезофауни в різних типах агроценозів, дозволять оцінити їх екологічний стан та розробити рекомендації щодо оптимізації сільськогосподарського виробництва з урахуванням екологічних принципів.

Мета дослідження: оцінити функціональну структуру та біорізноманіття мезофауни ґрунту агроценозу пшениці ярої та прилеглої лісосмуги як індикаторів екологічного стану та стабільності агроландшафту Запорізької області.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати таксономічний склад та кількісні показники (середню чисельність) мезофауни ґрунту в агроценозі пшениці ярої та лісосмузі протягом вегетаційного періоду (березень-липень 2025 року).
2. Визначити та порівняти індекси біорізноманіття (індекс Шеннона, індекс вирівняності Пієлоу, індекс Сімпсона та індекс різноманітності Сімпсона) мезофауни в обох досліджуваних біотопах.
3. Дослідити та зіставити функціональну (трофічну) структуру мезофауни (співвідношення фітофагів, зоофагів та сапрофагів) агроценозу пшениці ярої та лісосмуги.
4. Виявити домінантні таксономічні групи в кожному типі екосистеми та пояснити фактори, що зумовлюють їхнє домінування та відсутність інших груп в умовах антропогенного впливу.

Об'єкт дослідження: мезофауна ґрунту агроценозів і природних біотопів (зокрема, лісосмуг).

Предмет дослідження: таксономічний склад, кількісні показники, біорізноманіття (за індексами Шеннона, Пієлоу, Сімпсона) та функціональна структура (фітофаги, зоофаги, сапрофаги) мезофауни ґрунту агроценозу пшениці ярої та прилеглої лісосмуги.

Наукова новизна: вперше на території Запорізької області проведено комплексний порівняльний аналіз таксономічного складу, кількісних

показників, біорізноманіття та функціональної структури мезофауни ґрунту в умовах агроценозу пшениці ярої та прилеглої лісосмуги. Надано деталізовану оцінку біорізноманіття мезофауни обох біотопів з використанням низки індексів (Шеннона, Пієлоу, Сімпсона та його похідних), що дозволило не лише кількісно оцінити різноманітність, а й проаналізувати її вирівняність та домінування.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль мезофауни у функціонуванні ґрунтових екосистем та агроценозів

Біорізноманіття є ключовим фактором для стабільності та функціонування природних екосистем, а його збереження є одним з найактуальніших завдань сучасного суспільства, особливо в умовах інтенсивного антропогенного впливу. В роботі Федюшко М.П. та Берьозка О.В. [2]. грунт описується, як надзвичайно складна просторово-часова система, яка формується внаслідок тривалої біотичної та абіотичної взаємодії. Мезофауна є невід'ємним компонентом ґрунтових екосистем, відіграючи значну роль у ґрунтоутворенні, розкладі органічної речовини та кругообігу поживних елементів. Ці організми, до яких належать кліщі, ногохвістки, дрібні комахи та їх личинки, а також енхітреїди, є важливими індикаторами стану агроценозів, оскільки швидко реагують на зміни умов навколишнього середовища.

В роботі Сюткіної Н.Г. та Лісового М.М. [3] зазначається, що “агроландшафти Лісостепу України постійно піддаються інтенсивному антропогенному впливу. Ступінь впливу призводить до змін не тільки в структурі аграрних фітоценозів, але і комплексів тварин, зокрема безхребетних, мешканців цих біоценозів. Це зумовлює необхідність проведення моніторингу зоокомплексу в зоні дії антропогенного впливу як на біоценотичному рівні, так і на рівні популяції. Серед тварин, які швидко й адекватно реагують на зміну навколишнього середовища, особливу групу становлять комахи-герпетобіонти.

Актуальність вивчення комах цієї життєвої форми обумовлена екологічними функціями, які вони виконують в біогеоценозах, чутливістю до зміни біоценотичних режимів, малою вивченістю їх екології в агроландшафтах [4].

Дослідження грунтової фауни, зокрема мезофауни, має велике значення для оцінки екологічного стану ґрунтів та прогнозування їх змін під впливом різних факторів. Забруднення ґрунтів, спричинене, зокрема, інтенсивним сільськогосподарським виробництвом, є однією з важливих екологічних проблем. Втрата біологічного різноманіття в агроценозах є гострою проблемою.

1.1.1 Роль мезофауни в процесах ґрунтоутворення та гуміфікації

В монографії Жукова О.В. зі співавторами детально описано грунтова мезофауна, яка є активним учасником процесів розкладу органічних решток та формування гумусу. Діяльність цих організмів сприяє покращенню структури ґрунту, його аерації та водно-повітряного режиму. Зокрема, дощові черв'яки (Lumbricidae) відіграють ключову роль у цих процесах, створюючи біогенні структури та перемішуючи грунтові шари. Дослідження комплексів дощових черв'яків в агробіоценозах Кременецького кряжу підкреслюють їхню важливість для здоров'я ґрунту. Їхня популяційна структура в біогеоценозах також є предметом досліджень [5].

Мезофауна, зокрема мікро артроподи, є чутливими індикаторами біорізноманіття в чорноземах типових під різними агроценозами. Зниження родючості орного горизонту ґрунтів в агроценозах є однією з найбільш гострих проблем, і грунтові безхребетні є важливим компонентом для вивчення впливу різних факторів та моніторингу цього явища.

Дослідження О.О. Гаврюшенка [5] дозволили встановити, що при тривалому сільськогосподарському освоєнні рекультивованих земель відбуваються зміни щільності складання по всьому метровому профілю. Вже з першого року створення техноземів розпочинаються процеси оптимізації цієї важливої едафічної характеристики, причому одночасно можуть

проходити і незалежні процеси – як ущільнення шарів едафотопів, внаслідок багаторазового техногенного перемішування, розпушування, так і розущільнення надмірно щільних прошарків, сформованих під впливом усадки [6-9].

1.1.2 Мезофауна як індикатор стану ґрунтових екосистем

Мезофауна швидко реагує на зміни в навколишньому середовищі, що робить її цінним біоіндикатором. Це дозволяє використовувати її для моніторингу стану ґрунтів та оцінки ефективності природоохоронних заходів. Зокрема, видовий склад та чисельність різних груп мезофауни можуть свідчити про рівень забруднення грунту, вплив агротехнічних прийомів та загальний стан екосистеми [2, 10-12].

Так, дослідження впливу пестицидів на репродуктивну функцію представників ґрунтової мезофауни (на прикладі *Eisenia fetida*) показують їх значну чутливість до хімічних препаратів. Це підтверджує важливість екологічного оцінювання пестицидів та агрохімікатів за їх впливом на мезофауну [1, 13-16].

Деградація природних екосистем внаслідок людської діяльності є серйозною проблемою, яка розглядається світовою спільнотою. В таких умовах, біодіагностика, зокрема чорноземів типових, за різних систем землеробства стає все більш актуальною.

1.1.3 Взаємодія мезофауни з іншими компонентами агроценозів

Мезофауна не тільки впливає на ґрунт, але й взаємодіє з іншими організмами в агроценозах, включаючи рослини та мікроорганізми. Ці взаємодії можуть бути як позитивними (наприклад, розповсюдження насіння, контроль шкідників), так і негативними (наприклад, пошкодження коренів) [13].

Особлива увага приділяється герпетобіонтним членистоногим (наземним безхребетним), які також використовуються для моніторингу рекультивації грунту на територіях, порушених, наприклад, нафтогазовими родовищами. Спільноти комах герпетобію відрізняються за видовим складом та екологічною структурою на рекультивованих та непорушених ділянках ґрунту. Дослідження герпетобіонтних жорсткокрилих в агрофітоценозах пшениці Лісостепової зони Лівобережної України також підтверджують їх важливе екологічне значення [14-16].

Порівняльний аналіз функціональних структур тваринного населення ґрунтів агроценозу та природного степового ділянки на основі екоморфічного аналізу дозволяє глибше зрозуміти вплив антропогенних факторів. Зміни в процесах ґрунтоутворення при глобальній зміні клімату також є предметом досліджень, оскільки вони безпосередньо впливають на грунтову фауну [17].

Вибір та обґрунтування індикаторів біологічного різноманіття ґрунту є важливим для удосконалення системи моніторингу земельних ресурсів. Це особливо актуально в контексті таких проблем, як забруднення едафотопів та сільськогосподарських культур залишками пестицидів [18].

Таким чином, мезофауна є критично важливим компонентом ґрунтових екосистем та агроценозів, виконуючи різноманітні екологічні функції та слугуючи цінним індикатором їхнього стану. Детальне вивчення її біорізноманіття, зокрема в умовах інтенсивного сільськогосподарського

використання, є основою для розробки ефективних стратегій збереження та сталого управління земельними ресурсами.

1.2 Історія вивчення грунтової мезофауни

Дослідження функціонального впливу тварин на інші компоненти біогеоценозу є основою для розуміння екосистемних процесів. Цей напрямок значною мірою розкрито у вченні про біогеоценоз В. М. Сукачова [19- 20], працях О. Л. Бельгарда про степове лісівництво [21] та дослідженнях А. П. Травлєєва щодо генезису лісових ґрунтів у степу [22].

Провідні вчені, такі як М. С. Гіляров [23] та С. В. Зонн [24], наголошували на значній ролі надґрунтової та ґрунтової фауни в кругообігу речовин, зокрема через трансформацію ґрунту та лісової підстилки [25-27]. У природних умовах інтенсивність розкладу опаду та підстилки значно варіює під впливом різних факторів, одним із ключових серед яких є діяльність безхребетних тварин. Герпетобій, тобто комплекс наземних безхребетних, характеризується складною функціональною структурою. Сапрофаги, які зазвичай домінують у підстилковому біогеогоризонті, роблять суттєвий внесок у процеси розкладу органічної речовини. Водночас чисельність як сапрофагів, так і фітофагів, прямо чи опосередковано регулюється хижими та паразитичними видами безхребетних, до яких належать туруни, стафіліни, павуки, паразитичні перетинчастокрилі тощо.

Отже, середовищетвірна активність безхребетних є одним із найважливіших екологічних чинників у формуванні лісових біогеоценозів [28-30]. Вона сприяє зростанню їх біорізноманіття [31-33] та підвищенню екологічної стійкості до антропогенного тиску. Оцінка ролі безхребетних у формуванні такого важливого компоненту лісу, як підстилка, має стати

обов'язковою складовою системи заходів з охорони навколишнього середовища та збереження існуючих лісових угруповань.

Безхребетні, що мешкають у ґрунті та підстилці, складають значну частину населення суходольних біогеоценозів і відіграють важливу загально-біологічну роль. Серед ряду Coleoptera родина турунів (Carabidae) є однією з найбільш представлених, налічуючи близько 40 тисяч видів [34]. Ця група комах привертає значну увагу багатьох дослідників у світі [35 - 40].

Серед радянських вчених значний внесок у вивчення цієї групи комах належить І. Х. Шаровій та її послідовникам [41]. У своїй монографії вона детально дослідила морфоекологічні особливості життєвих форм (екоморф) турунів для європейської частини колишнього Радянського Союзу. Видатний дослідник О. Л. Крижанівський також посідає одне з провідних місць серед науковців, які вивчали турунів у Радянському Союзі. Він досліджував карабідофауну по всій території колишньої країни, зосередивши увагу на Середній Азії, Кавказі та Далекому Сході. У своїй монографії дослідник підсумовує напрацювання багатьох радянських вчених, які вивчали турунів [42]. До 1995 року в літературі були відсутні дані про карабідофауну деяких регіонів СРСР, включаючи Україну.

Карабідофауна України досліджена нерівномірно. Початок фауністичних досліджень турунів в Україні припадає на середину та другу половину XX століття [44-47]. Зокрема, С. С. Кулянда вивчав карабідофауну біогеоценозів Західного Поділля [43-47]. Подібні роботи проводились на території національного заповідника Асканія-Нова, що висвітлені у працях Є. Г. Вакаренка та В. М. Хоменка [48]. На Закарпатті фауністичні дослідження були проведені В. І. Понамарчуком [49].

У лісостеповій зоні, до якої належить регіон дослідження, працювали В. С. Солодовников з колегами. Їхні роботи були присвячені фауністичним дослідженням лісових угруповань переважно у Харківській області [50]. Л. О. Колесніков, Кривинець О.Н. з іншими науковями вивчають фауну турунів у сільськогосподарських насадженнях [51-54]. Великий внесок у дослідження

карабідофауни лісостепової зони в межах середньої течії Дніпра зробив видатний український ентомолог О. П. Кришталь [55]. Його дані для окремих регіонів Лісостепу залишаються унікальними й до теперішнього часу.

Значний внесок у розвиток знань щодо дослідження карабідофауни степової зони центральної України належить дніпропетровській науковій школі. А. Г. Топчієв досліджував ґрунтову підстилкову мезофауну байрачних лісів Присамар'я Дніпровського [56]. Роботи О. Л. Бельгарда, А. П. Травлєєва та їхніх співавторів, виконані в складі Комплексної експедиції Дніпропетровського державного університету, значно сприяли дослідженню ролі ґрунтової та надґрунтової мезофауни заплавних лісів Дніпропетровщини. В. Г. Барсову належать значні напрацювання у дослідженні ентомофауни цього регіону, приділяючи особливу увагу рідкісним та охоронюваним видам. Структуру герпетобію, зоогеографічне поширення підстилкової мезофауни та вплив антропогенних чинників на ґрунтових та надґрунтових безхребетних вивчають О. Ф. Пилипенко, О. В. Жуков та О. М. Кунах [57].

Більшість груп тварин підстилкового біогеогоризонту практично весь час проводять на поверхні ґрунту. Частина груп герпетобію під час зимових морозів або літньої посухи заглиблюється в ґрунт (Gastropoda, Isopoda, Aranei, Opiliones, Juiformia, Collembola, Dermaptera, Homoptera, Hemiptera, Carabidae, Staphylinidae, Silphidae, Tenebrionidae, Dermestidae, Chrysomelidae, Formicidae), проте їхній вплив на структуру та властивості ґрунтів у цей період є слабким. Деякі компоненти герпетобію здатні до льотних міграцій у пошуках їжі або оптимальних ґрунтово-кліматичних умов (Orthoptera, Dermaptera, Homoptera, Hemiptera, Carabidae, Staphylinidae, Dermestidae).

Значні відомості про склад та екоморфічну структуру карабідофауни Дніпропетровської області зібрані В. В. Бригадиренком з колегами науковцями[58-60], який встановив індикаторні характеристики фауни турунів природних та порушених біогеоценозів, приділяючи значну увагу особливостям формування карабідофауни та поширенню окремих видів

турунів у лісових екосистемах. Чисельність окремих груп герпетобію визначається, в першу чергу, трофічними зв'язками між групами даного біогеогоризонту (наприклад, деякі види Carabidae, Dermestidae, Mutillidae, Proctotrupidae, Scelionidae).

У нещодавньому дослідженні, опублікованому в *Journal of Horticultural Research* [61], вивчався вплив інсектицидів на ключові компоненти грунтової мезофауни – дощових червів та нематод. Метою дослідження було порівняння токсичності двох широко використовуваних інсектицидів: неонікотиноїду (ацетаміприд, препарат Mospilan) та бутеноліду (флупірадіфурон, препарат Sivanto Prime) щодо двох видів фітопатогенних нематод (*Hirschmanniella baltica, Ditylenchus laurae*) та дощового черв’яка (*Eisenia fetida*).

Основні висновки дослідження свідчать про таке:

- Обидва інсектициди значно знижували виживання дощових черв’яків. При цьому було виявлено, що підвищення дози флупірадіфурону не призводило до додаткового токсичного ефекту, а іноді демонструвало "плато" впливу.

- Чутливість нематод *H. baltica* до ацетаміприду та флупірадіфурону виявилася зіставною. Вид *D. laurae* продемонстрував дещо вищу стійкість, проте загалом обидва препарати призводили до зниження ET_{50} (часу експозиції, необхідного для загибелі 50% особин) порівняно з контрольною групою.

- Ураження ґрунтових безхребетних може мати наслідком порушення процесів розкладу органічної речовини та втрату родючості ґрунту. Це підкреслює необхідність обережного застосування навіть тих інсектицидів, які на перший погляд вважаються безпечними.

Значущість дослідження полягає у підтвердженні ключової ролі грунтової фауни для підтримання здоров'я агроекосистем. Дощові черв'яки виконують важливу функцію аерації ґрунту та сприяють кругообігу поживних речовин, тоді як нематоди є інтегральною частиною трофічних

ланцюгів та беруть участь у регуляції патогенів. Отже, надмірне або необдумане використання інсектицидів може негативно вплинути на ці корисні організми, що потенційно знижує довгострокову продуктивність ґрунту.

Фауна безхребетних Запорізької області вивчалася фрагментарно і потребує детальних досліджень. Більшість даних про місцезнаходження комах в області є поодинокими, досить давніми та не мають сучасного наукового підтвердження [62]. Останнім часом у Запорізькій області не проводилися дослідження мезофауни природних лісів та агроценозів, які могли б свідчити про фауністичне різноманіття комах. Зміна клімату є багатогранним явищем, що включає підвищений рівень CO_2, вищі температури, сильні посухи та шторми. Всі ці компоненти можуть впливати на стан мезофауни.

Таким чином, мезофауна агроценозів Запорізької області досліджена недостатньо. Комплексного аналізу мезофауни у різних типах агроценозів не проводилося.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Фізико-географічна характеристика Запорізької області

2.1.1 Географічне положення та рельєф

Запорізька область розташована у вигідному економіко-географічному положенні на південному сході України, займаючи, головним чином, лівобережну частину басейну нижньої течії Дніпра. Територія області знаходиться на півдні Східноєвропейської рівнини, в степовій зоні, що зумовлює характерний рівнинний ландшафт (рис.2.1.).

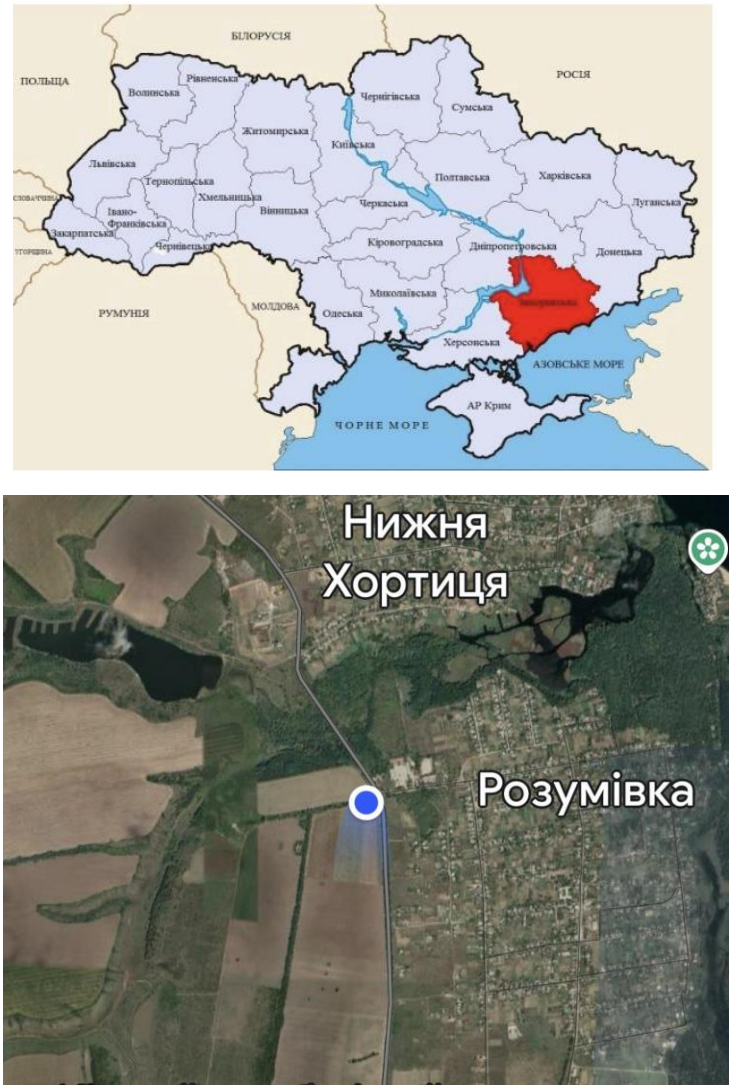


Рисунок 2.1 – Географічне розташування Запорізької області [63] та ділянки відбору проб, що належить до Долинської сільської громади Запорізького району Запорізької області

Область межує:

- на півночі та північному заході – з Дніпропетровською областю;
- на заході – з Херсонською областю;
- на сході – з тимчасово окупованою Донецькою областю.

З півдня її узбережжя омиває Азовське море, що має значний вплив на кліматичні та економічні особливості регіону, які погіршилися за часи військового вторгнення росії..

Для Запорізької області характерні переважно чорноземні ґрунти. Рельєф регіону складається з двох виразних геоморфологічних частин:

1. Окраїни Приазовської та Придніпровської височин: Геоструктурно відповідають південно-східній частині Українського кристалічного масиву.
2. Окраїни приморських (Приазовської та Причорноморської) рівнин: Розташовані в межах Причорноморської западини.

Ці дві геоморфологічні одиниці об'єднані третьою – Запорізькою внутрішньою рівниною.

Умовно територія області поділяється на три природно-сільськогосподарські зони:

- зона степу (50,8 %);
- степову посушливу (34,8 %);
- сухостепову (14,4 %).

2.1.2 Гідрографічна мережа

Гідрографічна мережа Запорізької області розділена на два основні водозбірні басейни: басейн річки Дніпро та басейн Азовського моря.

Басейн річки Дніпро займає північно-західну частину області та включає Каховське і Дніпровське водосховища. Річка Дніпро є головною водною артерією регіону та третьою за величиною річкою в Європі. Вона

відіграє ключову роль у водопостачанні промислових об'єктів області, зокрема енергетичних гігантів, таких як ВП «ЗАЕС» ДП «НАЕК» «Енергоатом» та ВП «Запорізька ТЕС» ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго». Також Дніпро забезпечує питні потреби населення, зрошення земель та інші господарські потреби. Крім того, річка є джерелом гідроенергії (Дніпровська ГЕС), важливою транспортною артерією та цінним рекреаційним ресурсом. В 2023 році 6 червня відбувся підрив греблі Каховського водосховища, що істотно змінило режим річки Дніпро.

Басейн Азовського моря розташований у південно-західній частині Приазовської височини та східній частині Причорноморської низовини. Берегова лінія Азовського моря в межах області перевищує 300 км. Північна частина басейну Азовського моря мала до війни високу рибогосподарську та туристично-курортну цінність.

2.1.3 Кліматичні особливості

Клімат Запорізької області характеризується як степовий атлантико-континентальний. Характер атмосферної циркуляції визначається частою зміною циклонів та антициклонів. Циклони надходять протягом року із заходу, північного та південного заходу, а також з півдня, приносячи морські повітряні маси з Атлантики та Арктики. Вторгнення континентальних повітряних мас з Азії (антициклони) зумовлює різкі похолодання взимку та посуху влітку.

Сезонні особливості:

- Зима розпочинається наприкінці листопада – на початку грудня. Вона помірно-холодна, малосніжна, з переважанням нестійкої погоди, частими відлигами, після яких спостерігаються різкі похолодання.

- Весна зазвичай настає в першій декаді березня. Для неї характерне інтенсивне наростання тепла, що сприяє швидкому розвитку весняних процесів і, як правило, короткій тривалості сезону.
- Літо переважно спекотне та сухе. В окремі періоди переміщення холодніших повітряних мас супроводжується активною грозовою діяльністю, що може призводити до небезпечних метеорологічних явищ, таких як сильні зливи, шквали та град.
- Осінь зазвичай настає в третій декаді вересня. Для неї характерне повернення тепла на загальному фоні зниження температури та початок заморозків.

Приморська кліматична зона виділяється на півдні області, охоплюючи вузьку смугу від узбережжя Азовського моря до межі розповсюдження морського бризу (середня ширина близько 50 км). Завдяки бризовій циркуляції в цій зоні спостерігається більше безхмарних днів, що збільшує кількість сумарної сонячної радіації. У холодний період року Азовське море сприяє послабленню морозів, а влітку – зниженню температури, підвищенню вологості повітря та посиленню вітру.

Температурний режим [64]. Середньорічна температура повітря в північній половині області коливається від +8,2 °С до +9,4 °С, у південній – від +9,6 °С до +10,2 °С. Середня температура найтеплішого місяця (липня) становить +22,0 °С (максимальні температури до +39-40 °С), а найхолоднішого (січня) – -4,1 °С (мінімальні температури до -31-33 °С). У лютому можливі морози до -27-30 °С.

Безморозний період у більшій частині області в середньому складає 193 дні, у північно-східних районах – 164 дні. Перші заморозки зазвичай припадають на першу половину жовтня (у північно-східних районах – на другу половину вересня), а закінчуються, як правило, у квітні (в окремі роки – у першій половині травня).

Середньорічна швидкість вітру становить 3 м/с. Переважають вітри північного та північно-східного напрямів. Максимальна швидкість вітру, зафіксована у 1969 році, сягала 40 м/с.

Річна кількість опадів у північній половині області складає 480-510 мм, у південній – 430-475 мм. Випадання опадів характеризується нерівномірністю та значними коливаннями, що призводить до не рівномірного зволоження в різні роки. Протягом року опади також випадають нерівномірно, з більшою кількістю у теплий період року за рахунок сильних злив. Середньорічна відносна вологість повітря становить 71-77 %.

2.1.4 Вплив руйнування Каховської ГЕС на агроекосистеми півдня України та перспективи їх відновлення

Руйнування Каховської гідроелектростанції призвело до масштабної екологічної катастрофи на півдні України, спричинивши осушення значних територій агроекосистем та кардинальну зміну їхнього водного режиму. У зв'язку з цим, питання ефективного відновлення сільськогосподарського виробництва та екологічної реабілітації порушених земель набуває особливої актуальності. Наукові дослідження відіграють ключову роль у розробці стратегій такого відновлення, надаючи емпіричні дані та моделі для прийняття обґрунтованих рішень.

Одним із значних наукових внесків у цьому контексті є дослідження професора В. Пічури та співавторів [65], присвячене просторово-часовій динаміці росту озимої пшениці залежно від попередника у степових умовах України. Результати цього дослідження безпосередньо стосуються перспектив агровиробництва на посткатастрофічних територіях.

Використання супутникових знімків Sentinel-2 та відповідних індексів (NDVI, NDWI, NDSI) дозволило авторам продемонструвати:

- Вплив різних попередників (горох, ячмінь, соняшник) на фотосинтетичну активність та продуктивність пшениці.
- Формування внутрішньо польової мінливості врожайності під впливом просторових чинників, таких як рельєф та запаси гумусу.
- Можливості дистанційного зондування для створення моделей прогнозування врожаю з високою точністю (близько 99.9%).

У контексті наслідків руйнування Каховської ГЕС, ці висновки є критично важливими, оскільки відновлення агровиробництва на осушених територіях потребує адаптивного підбору сівозмін та систематичного моніторингу стану посівів із застосуванням сучасних технологій. Науковий підхід є невід'ємним інструментом у стратегії відновлення та забезпечення продовольчої безпеки регіону.

Подальше фундаментальне дослідження В. Пічури та співавторів [68], опубліковане в журналі *Ecological Engineering & Environmental Technology*, зосереджується на кліматичних та гідрологічних умовах формування рослинного покриву на осушеному дні Каховського водосховища. На основі супутникового моніторингу Sentinel-2 та Sentinel-3 (за період 2023–2024 рр.) та польових досліджень, автори простежили динаміку відновлення рослинності в умовах різких змін мікроклімату, гідрології та ґрунтової вологи. Ключові висновки цього дослідження:

- Протягом одного року (з вересня 2023 р. по вересень 2024 р.) площа рослинного покриву на осушеному дні зросла вдвічі, збільшившись з 52,4 тис. га до 110 тис. га.
- На піку сезону рослинністю було вкрито до 135 тис. га, з яких 48 тис. га займали вербові та тополеві угруповання, а 87 тис. га – лучно-болотні та чагарникові формації.
- Весняна повінь 2024 року забезпечила тимчасове зволоження, однак аномально спекотне літо та дефіцит стоку Дніпра призвели до стрімкої

деградації рослинності. До вересня 2024 року 75% покриву зазнали різного ступеня деградації, включаючи повну втрату фотосинтетичної активності на значних площах.

Ця робота є важливим внеском у розуміння того, як кліматичні екстремуми та гідрологічні коливання впливають на екосистемні процеси у новостворених ландшафтах після масштабних катастроф. Вона також надає практичні орієнтири для моніторингу та прогнозування стабільності новоутворених біоценозів.

Окрім того, комплексне дослідження, опубліковане у *Journal of Landscape Ecology* [66], пропонує три основні сценарії функціонування території Каховського водосховища:

1. Повне відновлення греблі та водосховища.
2. Створення природних рослинних екосистем на осушеному дні (відновлення Великого Лугу).
3. Формування природно-штучної системи з частковим заповненням водою та створенням квазіприродного середовища.

Ці сценарії базуються на всебічному аналізі супутникових знімків, кліматичних даних, гідрологічного моніторингу та результатів польових спостережень. У статті Climatic and hydrological trends in the Kakhovka Reservoir territory after dam destruction [67] встановлено суттєве зростання температури повітря, дефіцит опадів, посилення випаровування, зниження рівня грунтових вод та загострення ризиків посух і опустелювання. Також зафіксовано значне погіршення якості води в Дніпро-Бузькій естуарній системі та Чорному морі.

У рамках дослідження відновлення екосистем та біомаси на осушеному дні водосховища встановлено формування понад 4,7 млн тонн надземної біомаси, зокрема завдяки активному зростанню вербових угруповань. Водночас ці новоутворені екосистеми демонструють високу вразливість до майбутніх кліматичних стресів.

Зазначені результати є надзвичайно важливими для розробки науково обґрунтованих рішень з відновлення регіону після екоциду та забезпечення сталого розвитку Півдня України, включаючи розуміння змін у грунтових екосистемах, що є безпосереднім середовищем існування мезофауни.

2.2 Методи відбору та обробки ґрунтових проб

Відбір безхребетних, що населяють підстилковий горизонт- мезофауну, здійснювався відповідно до загальноприйнятих методик [70-72]. Кількісний облік підстилкових безхребетних проводили протягом березня-липня 2025 року на дослідній ділянці ярої пшениці (сорт Спадщина) та лісосмуги біля поля (рис. 2.2-2.3), що належить до Долинської сільської громади Запорізького району Запорізької області.

На кожній дослідній ділянці було встановлено по 10 пасток пасток Барбера: поліпропіленові одноразові стаканчики об’ємом 200 мл. У якості фіксуючого розчину використовували 20% розчин NaCl. Відбір проб з пасток здійснювали з інтервалом 5-6 діб, залежно від погодних умов.

Пшениця яра (сор-т Спадщина), забезпечує в умовах степової зони Запорізької області вро-жайність 32,6–35,7 ц/га., що є перспективним для сільського господарства.

У зв’язку з тим, що посіви ранніх ярих зер-но-вих культур можуть заростати бур’янами та уражатися грибними хворобами й пошкод-жу-ва-тися шкідниками, у системі захисту пшениці ярої використовують пестициди компанії “Байєр”. Система захисту вегетуючих рослин передбачає дворазове хімічне обприскування: перше – наприкінці кущіння (гербіцидом і фунгіцидом), а друге – на початку колосіння (баковою сумішшю фунгіциду з інсектицидом) [73].



Рисунок 2.2 – Дослідне поле ярої пшениці (сорт Спадщина) в Запорізькій області



Рисунок 2.3 – Пастка Барбера на дослідній ділянці в лісосмузі біля поля ярої пшениці

Крім то-го, на посівах пше-ниці ярої, крім внесення аміачної селітри, застосовують разом із хімічним прополюванням препарат Аміно Тотал (повністю водорозчинний, містить комплекс 18 L-амінокислот, дія яких спрямована на швидке ліквідування дефіциту поживних елементів).

Зби-ран-ня вро-жаю зер-на пше-ниці ярої про-во-ди-ли у фазі по-вної стиглості культур 17 липня 2025 за допомогою зернов-го селекційного комбайна Sapmo-130.

Метод пасток Барбера є ефективним для широкомасштабних досліджень, оскільки забезпечує одночасний збір безхребетних на значних площах. Порівняно з методом ґрунтових розкопок, пастки Барбера дозволяють отримати більш повні дані щодо видового складу та чисельності особин наземних безхребетних.

Враховуючи добову міграційну активність та переміщення по поверхні ґрунту як шкідливих (наприклад, капустянка звичайна, звичайний буряковий довгоносик), так і корисних (зокрема, хижі жужелиці) видів комах, розробка простих та технологічних методів моніторингу наземних безхребетних набуває значного значення. Такий моніторинг є важливою складовою сучасної фітосанітарної діагностики у захисті рослин, прогнозуванні та аналізі динаміки популяцій шкідників та ентомофагів, а також для вивчення загального біорізноманіття.

Дослідження функціональної структури підстилкового горизонту також включало метод ручного розбирання підстилки та верхнього шару ґрунту на пробних ділянках розміром 1 м² [72]. Зібраних таким чином безхребетних фіксували у 70 градусному спирті з додаванням гліцерину.

Отримані дані піддавалися статистичному аналізу з використанням методів факторного аналізу за допомогою програмного пакету Statistica 6.0. Для математичної та статистичної обробки даних також застосовувався пакет програм Microsoft Excel 2016.

Для оцінки біорізноманіття використано індекс Шеннона-Вінера (H') та індекс вирівняності Пієлоу (J'), які дозволяють кількісно оцінити багатство

видів і рівномірність їхнього розподілу.

Для аналізу біорізноманіття використано:

1. Індекс Шеннона-Вінера (H):

$$H = - \Sigma (pi * \ln(pi)) = - \Sigma (pi * \ln(pi)) \quad (2.1)$$

де, pi - частка особин -го виду в загальній кількості особин (або відносна чисельність -го виду).

2. Індекс вирівняності Пієлу (J') розраховуємо за формулою

$$J' = H/logS \quad (2.2)$$

де, H – індекс Шеннона; S – число видів.

Для оцінки біорізноманітності мезофауни ґрунту в агроценозі пшениці ярої та лісосмузі біля агроценозу нами було розраховано індекс Сімпсона (c) та його похідний показник – індекс різноманітності Сімпсона(1-c), який часто використовується для оцінки біорізноманітності. Індекс Сімпсона враховує як кількість видів, так і домінування окремих таксонів, надаючи інформацію про ймовірність того, що два випадково вибрані організми належать до одного виду.

Індекс Сімпсона (c) або індекс домінування розраховували за формулою 2.3:

$$c = \sum (n_i / N)^2 \quad (2.3)$$

де ni – оцінка значущості кожного виду (чисельність, біомаса та ін.);

N – сума оцінок значущості.

Індекс різноманітності Сімпсона (1-c). Цей показник інтерпретується як ймовірність того, що два випадково вибрані організми належать до різних видів. Вищі значення 1-c вказують на більшу різноманітність.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Наші дослідження мезофауни проводились з березня по липень 2025 року, з моменту посіву та збору врожаю в Долинській сільській громаді Запорізького району Запорізької області. Таблиця 3.1. містить дані про середню кількість 22 представників мезофауни (комах, павуків, багатоніжок тощо) на 1 пастку, отримані з 10 пасток на двох типах ділянок:

1. Агроценоз пшениці ярої (сорт Спадщина): сільськогосподарська екосистема, з інтенсивним антропогенним впливом;

2. Лісосмуга біля поля пшениці ярої: природна екосистема, яка є рефугіумом для мезофауни.

В лісосмузі нами було зафіксовано значно більше видів (18 проти 10), що типово для природних екосистем із різноманітними мікроумовами (ґрунт, вологість, рослинність) рис. 3.1.

Таблиця 3.1 – Таксономічний склад мезофауни грунту (екз./100 пастко днів) агроценозу пшениці ярої (сорт Спадщина) та лісосмуги біля неї в березні- липні 2025 року в Запорізькій області

№ п/п	Таксономічна група	Агроценоз пшениці ярої	Лісосмуга біля агроценозу пшениці ярої
1	Carabidae	1,71± 0,77	21,22±0,01
2	Scutellaridae	0,24±0,05	0,24± 0,77
3	Pentatomidae	0,24±0,01	0
4	Cydnidae	0,24±0,05	0,73±0,05
5	Miridae	0	0,24±1,3

Продовження таблиці 3.1

6	Tingidae	0	0,24± 0,77
7	Lygaeidae	0,73±0,77	1,71±0,05
8	Cicadellidae	0,49±0,05	12,2±0,05
9	Forficulidae	0	1,95
10	Tetrigidae	1.46±0,05	0,24± 0,77
11	Acrididae	2.68±1,3	0
12	Julidae	0	0,49±0,05
13	Lithobiidae	0	0,49±1,3
14	Opiliones	0	3,9±1,3
15	Salticidae	0	0,49±0,01
16	Aranei dif.	1,71±0,05	5,61±0,01
17	Clubionidae	0.49±0,01	0,49±0,05
18	Lycosidae	14,15±0,5	5,61±0,05
19	Thomysidae	0	1,71±0,01
20	Armadillidae	0.49±0,01	0
21	Porcellionidae	0	12,9±0,05
22	Cochlicopidae	0.24±0,01	0

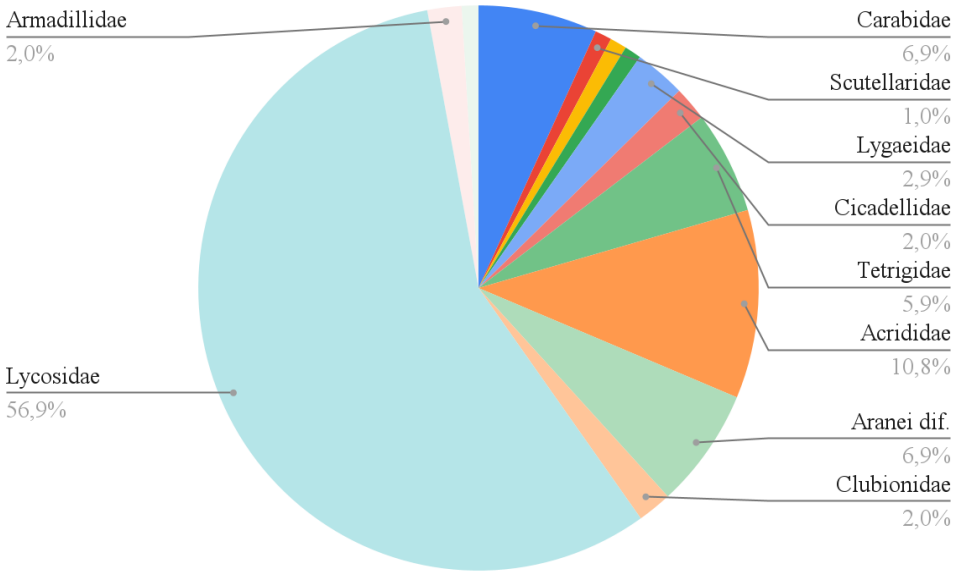


Рисунок 3.1 – Розподіл таксонів мезофауни грунту агроценозу пшениці ярої (сорт Спадщина) у 2025 році

На полі пшениці ярої домінують представники родини Lycosidae (павуки-вовки), які є хижаками і можуть бути більш стійкими до умов агроценозу (рис. 3.2). У лісосмузі домінують представники родини Porcellionidae (вологолюбні ракоподібні, мокриці), що вказує на вищу вологість і наявність органічної речовини в ґрунті (рис. 3.3-3.4).



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд павука-вовка *Pardosa amentata* – представника мезофауни агроценозу пшениці ярої Запорізької області

Жужелеці (Carabidae) чисельні в обох середовищах, але значно більше в лісосмузі (21,22 проти 1,71), що підтверджує їх перевагу в природних умовах.

На полі ярої пшениці відсутні такі групи, як Miridae, Tingidae, Forficulidae, Julidae, Lithobiidae, Opiliones, Salticidae, Thomysidae, Porcellionidae, що може бути пов’язано з антропогенним впливом (обробка ґрунту, пестициди).

Дослідження біорізноманіття мезофауни ґрунту є важливим для розуміння екологічних процесів у різних типах екосистем, зокрема в агроценозах і прилеглих природних біотопах. У межах цієї роботи було проаналізовано таксономічний склад мезофауни ґрунту в агроценозі пшениці ярової (сорт "Спадщина") та лісосмузі біля поля в Запорізькій області за період із березня по липень 2025 року. Дані представлені у вигляді середньої кількості особин на 100 пастко-днів для 22 таксономічних груп.

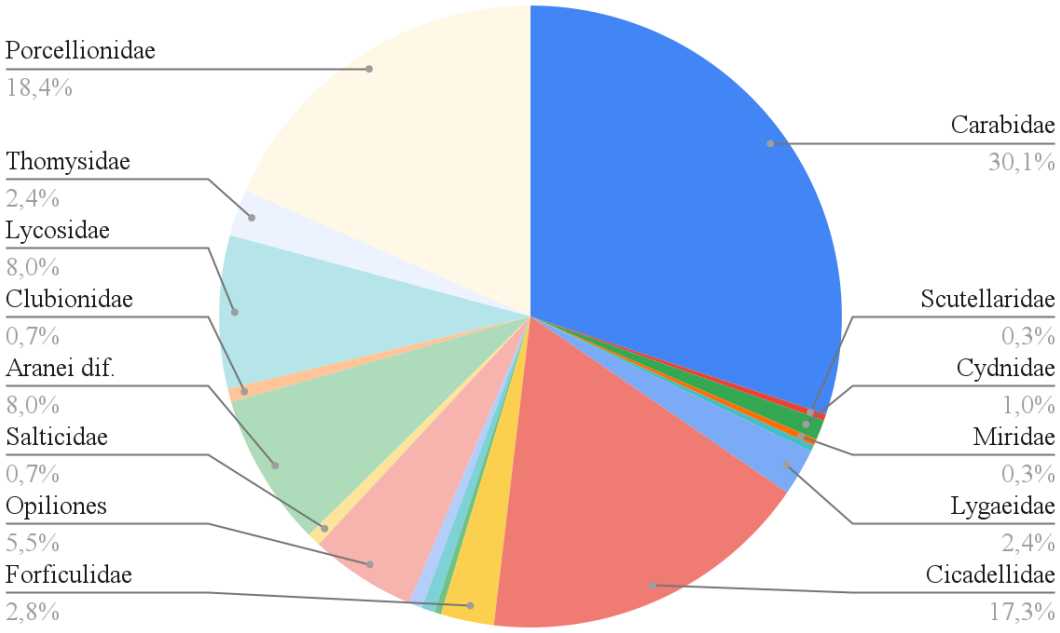


Рисунок 3.3 – Розподіл таксонів мезофауни грунту лісосмуги біля агроценозу пшениці ярої (сорт Спадщина) у Запорізькій області в 2025 р.



Рисунок 3.4 – Зовнішній вид мокриці *Porcellio scaber* - представника мезофауни агроценозу пшениці ярої Запорізької області

Розрахунки проводили на основі середніх значень чисельності, отриманих із таблиці 3.1. для двох ділянок:

1. Агроценоз пшениці ярої (індекс Шеннона (H'): 1,6244; індекс вирівняності Пієлоу (J'): 0,705).

2. Лісосмуга біля агроценозу (індекс Шеннона (H'): 1,8896; індекс вирівняності Пієлоу (J'): 0,654).

Отримані результати свідчать про суттєві відмінності в біорізноманітті мезофауни між агроценозом пшениці ярої та лісосмугою. Лісосмуга демонструє вищу видову різноманітність (18 видів проти 10 у пшениці), що відображено у вищому індексі Шеннона (H' = 1,8896 проти 1,6244). Це пояснюється більш сприятливими умовами в лісосмузі, зокрема вищою вологістю, наявністю органічної речовини та різноманітною рослинністю, що створює різноманітні мікроумови для мезофауни.

Однак індекс вирівняності Пієлоу вищий для агроценозу (J' = 0,705) порівняно з лісосмугою (J' = 0,654), що вказує на більш рівномірний розподіл чисельності між видами в пшениці. У агроценозі домінування Lycosidae (56,9%) є значним, але менш вираженим, ніж у лісосмузі, де три групи (Carabidae, Porcellionidae, Cicadellidae) разом становлять 67,56% чисельності. Це знижує вирівняність у лісосмузі, незважаючи на більшу кількість видів.

Екологічно агроценоз пшениці ярої є менш сприятливим середовищем

через антропогенний вплив (використання пестицидів, монокультурне вирощування, механічна обробка ґрунту). Відсутність 12 таксономічних груп (Miridae, Tingidae, Forficulidae тощо) у пшениці підтверджує обмеженість умов для певних видів. Натомість лісосмуга підтримує ширший спектр видів, включаючи вологолюбні Porcellionidae та хижих павуків (Lycosidae, Aranei dif.), що вказує на її роль як рефугіуму для біорізноманітності.

Виходячи з отриманих даних, можна зробити такі попередні висновки щодо біорізноманіття:

1. Лісосмуга біля агроценозу пшениці ярової характеризується вищою видовою різноманітністю (18 видів, H' = 1,8896) порівняно з агроценозом (10 видів, H' = 1,6244), що підтверджує її значення як екологічного резервуару.

2. Агроценоз демонструє більш рівномірний розподіл чисельності між видами (J' = 0.705 проти 0.654 у лісосмузі), але нижчу загальну біорізноманітність через обмежену кількість видів.

3. Домінування Lycosidae в агроценозі та Carabidae, Porcellionidae, Cicadellidae у лісосмузі відображає різні екологічні ніші, які підтримуються цими середовищами.

4. Результати підтверджують важливість збереження лісосмуг для підтримки біорізноманітності мезофауни та необхідність зменшення антропогенного впливу в агроценозах для підвищення їхньої екологічної цінності.

Для більш ретельної оцінки біорізноманіття мезофауни ґрунту в агроценозі пшениці ярої та лісосмузі біля агроценозу нами було розраховано індекс Сімпсона (c) та його похідний показник – індекс різноманітності Сімпсона(1-c) (таблиця 3.2). Індекс Сімпсона враховує як кількість видів, так і домінування окремих таксонів, надаючи інформацію про ймовірність того, що два випадково вибрані організми належать до одного виду.

Індекс різноманітності Сімпсона (1-c) інтерпретується як ймовірність того, що два випадково вибрані організми належать до різних видів. Вищі значення 1-c вказують на більшу різноманітність.

Таблиця 3.2 – Значення індексів біорізноманіття мезофауни агроценозів пшениці ярої та лісосмуги біля агроценозу Запорізької області

Показник	Агроценоз пшениці ярої	Лісосмуга біля агроценозу
Кількість видів (S)	10	18
Загальна чисельність (N)	24,87	68,56
Індекс Сімпсона (c)	0,3263	0,1698
Індекс різноманітності (1-c)	0,6737	0,8302

Попередньо розраховані індекси Шеннона: H' = 1,6244 (пшеница ярая), H' = 1,8896 (лісосмуга). Індекс Сімпсона підтверджує вищу різноманітність у лісосмузі (1-c = 0,8302 проти 0,6737), що узгоджується з вищим H' (1,8896 проти 1,6244).

Однак вирівняність Пієлоу (J' = 0.705 для пшениці, 0,654 для лісосмуги) показує, що розподіл чисельності в пшениці більш рівномірний, тоді як індекс Сімпсона акцентує на меншому домінуванні в лісосмузі.

Агроценоз пшениці ярої. Нижча різноманітність (1-c = 0,6737) відображає обмежені екологічні умови через антропогенний вплив (пестициди, монокультура). Домінування Lycosidae (павуки-вовки) може свідчити про їх адаптацію до відкритих просторів.

Лісосмуга. Вища різноманітність (1-D = 0,8302) і більша кількість видів (18) вказують на сприятливіші умови, такі як вологість і наявність органічної речовини, що підтримують вологолюбні (Porcellionidae) та хижі (Carabidae, Lycosidae) види.

Лісосмуга демонструє вищу біорізноманітність мезофауни (1-c = 0,8302, 18 видів) порівняно з агроценозом пшениці ярової (1-D = 0,6737, 10

видів), що підтверджує її роль як рефугіуму для біорізноманітності.

Нижчий індекс Сімпсона (c = 0,1698) у лісосмузі порівняно з пшеницею (D = 0,3263) вказує на меншу ймовірність домінування одного виду, що пояснюється більш рівномірним розподілом чисельності між видами.

Результати узгоджуються з попередніми розрахунками індексу Шеннона, підкреслюючи вищу різноманітність лісосмуги, але меншу вирівняність через значну чисельність кількох таксонів (Carabidae, Porcellionidae, Cicadellidae).

Проаналізуємо функціональну структуру мезофауни агроценозу пшениці ярої (рис.3.5).

Аналіз функціональної структури мезофауни в агроценозі пшениці ярої дозволяє оцінити екологічні взаємодії та роль різних груп безхребетних у підтримці стабільності системи. Розглянуті таксони були класифіковані на три основні функціональні групи: фітофаги, зоофаги та сапрофаги.

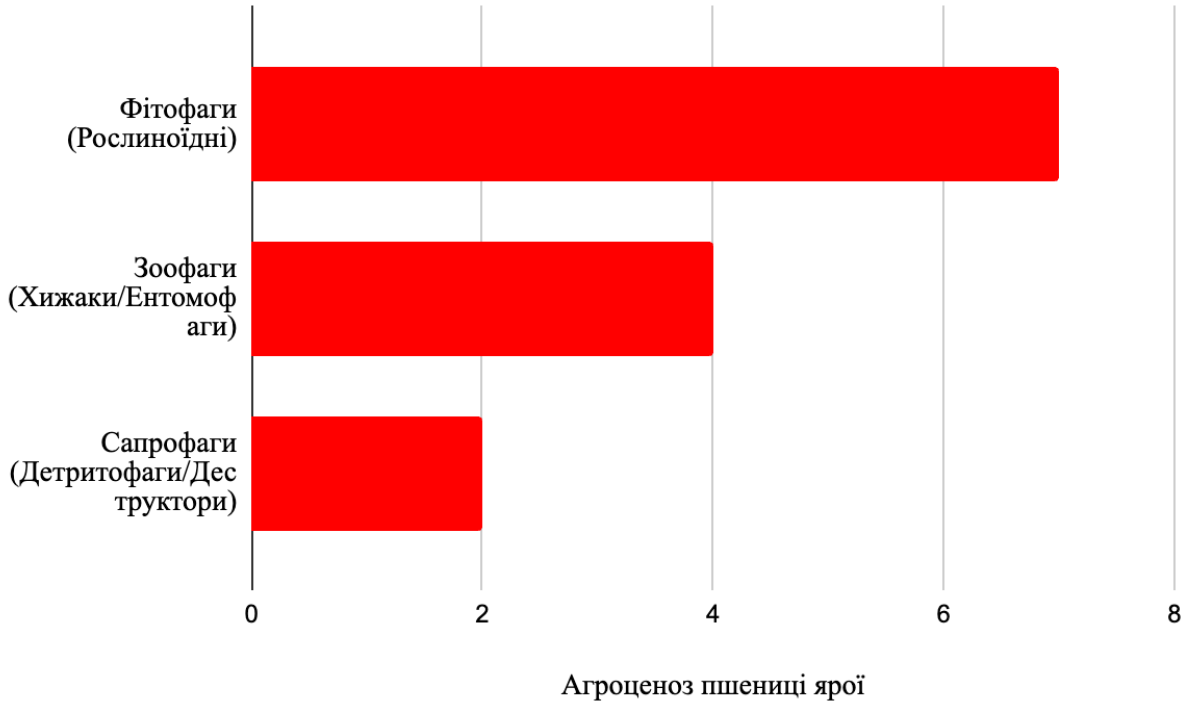


Рисунок 3.5 – Функціональна структура мезофауни агроценозу пшениці ярої

1. Фітофаги (Рослиноїдні)

Ця група представляє первинних споживачів в агроценозі, безпосередньо взаємодіючих з культурними рослинами. Вони можуть виступати як шкідники, споживаючи біомасу пшениці, або як компоненти, що впливають на структуру рослинного угруповання. У досліджуваному агроценозі виявлено 7 видів фітофагів, які включають: Scutellaridae (Щитники-черепашки), Pentatomidae (Клопи-щитники) – більшість видів, Cydnidae (Земляні щитники), Lygaeidae (Наземники), Cicadellidae (Цикадки), Tetrigidae (Тетригіди/Коники-стрибунці), Acrididae (Справжні саранові). Їхня наявність свідчить про інтенсивну трофічну діяльність на рослинному рівні, що потребує уваги з точки зору фітосанітарного контролю.

2. Зоофаги (Хижаки/Ентомофаги)

Хижі безхребетні відіграють критично важливу роль у природній регуляції чисельності фітофагів, тим самим сприяючи підтримці екологічного балансу та зниженню пресу шкідників на врожай. У складі зоофагів ідентифіковано 4 види: Carabidae (Жужелиці) – переважно хижаки, Aranei dif. (Павуки різноманітні/Невстановлені павуки) – всі павуки, Clubionidae (Мішкопряди), Lycosidae (Павуки-вовки). Присутність цих хижаків підкреслює потенціал біологічного контролю в агроценозі пшениці ярої.

3. Сапрофаги (Детритофаги/Деструктори)

Ця функціональна група відповідає за процеси розкладу органічної речовини, відіграючи ключову роль у формуванні ґрунту та колообігу поживних елементів. Їхня діяльність є фундаментальною для підтримки родючості ґрунту та здоров'я екосистеми. Серед сапрофагів виявлено 2 види: Julidae (Ківсяки), Armadillidae (Мокриці-броненосці). Ці організми забезпечують утилізацію рослинних залишків та інших органічних матеріалів, повертаючи цінні елементи назад у ґрунт.

Функціональна структура мезофауни агроценозу пшениці ярої, представлена співвідношенням 7 видів фітофагів, 4 видів зоофагів та 2 видів

сапрофагів, відображає типовий для агросистем розподіл трофічних ролей. Домінування фітофагів є очікуваним у монокультурі, проте наявність значної групи зоофагів вказує на наявність природних механізмів контролю. Роль сапрофагів, хоча і представлена меншою кількістю видів, є не менш важливою для підтримання ґрунтових процесів та загальної продуктивності агроценозу. Співвідношення цих груп є ключовим індикатором екологічного стану та стабільності агросистеми.

Проаналізуємо функціональну структуру мезофауни лісосмуги поблизу агроценозу пшениці ярої (рис.3.6).

Аналіз функціональної структури мезофауни у лісосмузі, що прилягає до агроценозу пшениці ярої, дозволяє виявити особливості екологічних взаємодій та роль різних груп безхребетних у цьому перехідному біотопі.

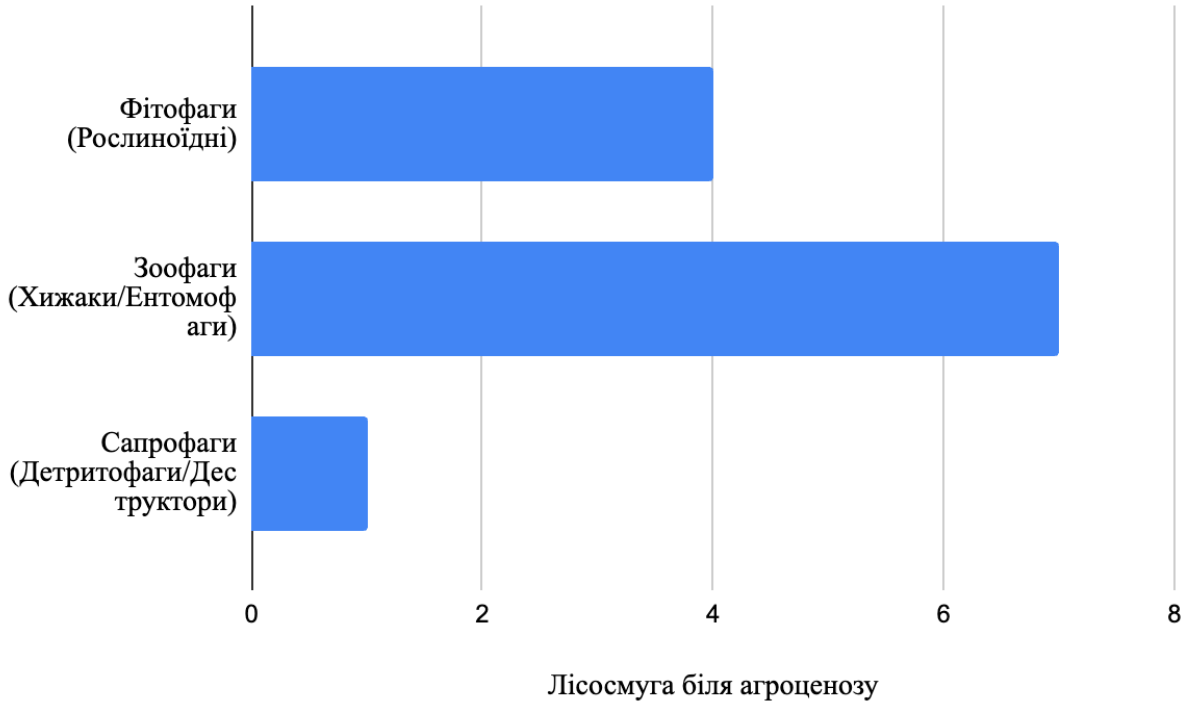


Рисунок 3.6 – Функціональна структура мезофауни лісосмуги біля агроценозу пшениці ярої

1. Фітофаги (Рослиноїдні)

У лісосмузі фітофаги відіграють роль первинних споживачів, живлячись рослинністю лісосмуги. Їхній видовий склад та чисельність

можуть впливати на стан деревно-чагарникової рослинності. У цьому біотопі виявлено 4 види фітофагів: Cydnidae (Земляні щитники), Tingidae (Мереживниці), Lygaeidae (Наземники), Cicadellidae (Цикадки). Відсутність деяких видів, характерних для агроценозів (наприклад, Scutellaridae, Pentatomidae, Acrididae), підкреслює відмінності у флористичному складі та мікрокліматі лісосмуги.

2. Зоофаги (Хижаки/Ентомофаги)

Хижі безхребетні є ключовими регуляторами динаміки популяцій інших тварин, включаючи фітофагів, і є важливими для підтримання екологічного балансу. Лісосмуги, як екотонні зони, часто характеризуються високим біорізноманіттям хижаків. У цьому дослідженні ідентифіковано 7 видів зоофагів: Carabidae (Жужелиці) – переважно хижаки, Opiliones (Косарики) – всеїдні, але часто полюють на дрібних безхребетних, Salticidae (Павуки-скакунчики), Aranei dif. (Павуки різноманітні/Невстановлені павуки) – всі павуки, Clubionidae (Мішкопряди), Lycosidae (Павуки-вовки), Thomysidae (Павуки-бокоходи). Значна кількість видів хижаків у лісосмузі вказує на її важливу роль як рефугіуму та джерела природних ворогів для прилеглих сільськогосподарських угідь.

3. Сапрофаги (Детритофаги/Деструктори)

Сапрофаги є невід'ємною частиною екосистеми, забезпечуючи розклад мертвої органічної речовини та повернення поживних речовин у ґрунт. Їхня діяльність є критично важливою для ґрунтоутворення та підтримання його родючості. У лісосмузі виявлено лише 1 вид сапрофагів – Forficulidae (Вуховертки) – всеїдні, часто живляться розкладаючою органікою. Незначна кількість виявлених видів сапрофагів може бути пов'язана зі специфікою дослідження або ж вказувати на певні особливості процесів розкладу у даній лісосмузі.

Функціональна структура мезофауни лісосмуги біля агроценозу пшениці ярої демонструє чіткі відмінності порівняно з самим полем. Лісосмуга характеризується меншою видовою різноманітністю фітофагів

(4 види), ймовірно, через інший видовий склад рослинності. Водночас, вона є багатим середовищем для зоофагів (7 видів), що підкреслює її значення як джерела біологічного контролю та екологічного коридору. Невелика кількість виявлених видів сапрофагів (1 вид) може свідчити про домінування інших груп розкладачів або специфічні умови розкладу органіки в цьому біотопі. Загалом, лісосмуги є важливим компонентом агроландшафтів, сприяючи підтримці біорізноманіття та наданню екосистемних послуг, зокрема, природному контролю шкідників.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були суворо дотримані всі вимоги охорони праці та пожежної безпеки, що забезпечило безпечні умови для проведення польових і лабораторних досліджень.

4.1 Організація безпечної роботи та дотримання норм охорони праці

Перед початком досліджень я пройшов комплексний інструктаж з науковим керівником, включаючи загальну інструкцію № 296 та інструкцію з пожежної безпеки № 62. Охорона праці розуміється як система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини у процесі трудової діяльності. Ця система доповнюється комплексом протипожежних заходів, що охоплює запобігання пожежам та пожежний захист.

Збір первинного матеріалу вимагав тривалого перебування на відкритому повітрі. Для забезпечення безпеки та комфорту особливу увагу приділяли вибору робочого одягу: він мав бути легким, достатньо щільним, добре підігнаним, щоб запобігти переохолодженню чи перегріванню організму, а також захистити від кровосисних паразитів та жалячих комах. У випадку укусу або ужалення місце ураження негайно промивали водою. Взуття обиралося легким, зручним, на низькому підборі для вільного пересування та запобігання травматизму. У літній період обов'язковим був головний убір для запобігання перегріву. Для надання першої медичної допомоги завжди була наявна медична аптечка.

Дослідження проводились у лабораторії 209, кафедри загальної та

прикладної екології та зоології Запорізького національного університету, доступ до якої був обмежений для сторонніх осіб. Для роботи використовувались стандартні приладдя та інструменти: пінцети, пробірки, ентомологічний сачок. Для знерухомлення комах застосовували діетиловий ефір. Особлива увага приділялася безпеці роботи з ефіром: ємність з речовиною мала бути герметично закоркована, оскільки ефір є дуже леткою та легкозаймистою речовиною. Також враховувалася його потенційна токсичність при тривалому контакті (головний біль, нудота, загальна слабкість, сонливість або безсоння).

Визначення видової належності шкідників здійснювали з виекористанням бінокуляра, дотримуючись усіх правил роботи з оптичними приладами [74-75]. Використання пінцетів, предметних та покривних скелець проводилося з дотриманням правил техніки безпеки. Техніка безпеки, поряд з виробничою санітарією, є невід'ємною частиною охорони праці та включає сукупність технічних засобів і методів, що мінімізують ризики на робочому місці.

Оптимальні мікрокліматичні умови у лабораторному приміщенні відповідали "Загальним санітарно-гігієнічним вимогам до повітря робочої зони" та "Санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень". Це забезпечувало комфортний тепловий стан організму та високий рівень працездатності. Температура повітря у лабораторії підтримувалася в межах 20-25°С, швидкість руху повітря – 0,2-0,3 м/с, а відносна вологість – 40-75%.

Освітлення в лабораторії було комбінованим (загальним і місцевим), з рівнем освітленості 300-1500 лк, що відповідало встановленим нормам [75-77]. При роботі з електроприладами всі дії підпорядковувалися вимогам правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Санітарні норми щодо вібрації та шуму також були дотримані.

Перед початком роботи з приладами обов'язково перевіряли їхню справність, цілісність дротів та наявність заземлення. Робота з обладнанням проводилася виключно у присутності лаборанта та з чітким дотриманням

інструкцій та паспортів виробника. Після закінчення досліджень або тимчасової перерви у роботі прилади відключалися від електромережі. Допускалося використання лише діючих приладів, що пройшли обов'язковий профілактичний огляд та перевірку.

4.2 Пожежна безпека та дії у надзвичайних ситуаціях

Пожежна безпека та дії під час оголошення повітряної тривоги були забезпечені комплексом запобіжних та захисних заходів. У приміщенні на видному місці були розміщені: табличка з прізвищем відповідального за пожежну безпеку, план евакуації людей та матеріальних цінностей, а також вказівники місцезнаходження первинних засобів пожежогасіння. Приміщення було забезпечене вогнегасниками та іншим пожежним інвентарем, до яких був забезпечений вільний доступ.

У разі виникнення пожежі першочергові дії були спрямовані на забезпечення безпеки та евакуацію людей. Протокол дій включав негайний виклик пожежної охорони за телефоном 101 із зазначенням точної адреси, місця пожежі та наявності людей, а також організацію зустрічі пожежних машин. Необхідно було сповістити про пожежу ланку пожежогасіння університету та інших осіб у приміщенні, відключити прилади від енергопостачання, вжити заходів щодо евакуації та, за можливості, приступити до пожежогасіння. У разі неможливості гасіння, необхідно було покинути приміщення, щільно зачинивши двері, та утримуватися від відкриття вікон [75]. При необхідності гасіння пожежі використовували вогнегасник, пісок або ковдру, залежно від обставин. У разі виникнення будь-якої аварійної ситуації негайно повідомляли відповідний підрозділ [77].

4.3 Безпека при роботі з комп'ютерною технікою

Обробка результатів досліджень здійснювалася з використанням комп'ютерної техніки. При роботі з комп’ютерами враховувалися потенційні шкідливі фактори, такі як навантаження на зір, опорно-руховий апарат, а також емоційний та психологічний вплив. Особлива увага приділялася впливу на зір через яскравість, колір, контрастність зображення та випромінювання від монітора, а також електромагнітним коливанням.

До роботи з комп'ютером допускалися особи, які пройшли навчання та інструктаж з охорони праці. Підключення комп'ютерів до електричної мережі здійснювалося виключно через спеціально встановлені розетки із заземленням. Площа робочого місця з дисплеєм становила не менше 6,0 м², а відстань між робочими місцями – не менше 1,5 м у ряду та 1,25 м між рядами. Приміщення були оформлені у пастельних тонах з матовою фактурою стін, підтримувався оптимальний температурний режим (+22-+24°С) та швидкість руху повітря (не менше 0,2 м/с).

Перед початком роботи на комп'ютері здійснювався огляд та впорядкування робочого місця, перевірка підключення до електромережі, наявність захисного заземлення та підключення екранного провідника до корпусу процесора. Для зменшення шкідливого впливу рекомендується встановлювати фільтр на екран, підтримувати відстань від очей до екрана в межах 60-80 см, уникати відблисків та забезпечувати правильне розміщення документів [74-75]. Рекомендований час безперервної роботи з комп'ютером не перевищував 40-45 хвилин, з подальшою 15-20-хвилинною перервою. Загальна тривалість безперервної роботи не повинна була перевищувати 2 години.

Загальні вимоги безпеки під час роботи:

Перед початком виконання роботи обов'язково дотримувалися таких вимог:

1. Одягання спеціального одягу та отримання дозволу на виконання роботи.

2. Перевірка захисного заземлення та наявності засобів пожежогасіння та першої допомоги.

3. Ознайомлення із завданням, правилами безпеки, обладнанням, матеріалами та інструментами.

Під час проведення досліджень суворо дотримуватися таких вимог безпеки:

4. Забороняється вмикати чи вимикати електричну мережу або прилади без дозволу керівника/лаборанта.

5. Робоче місце не мало бути захаращеним не використовуваним обладнанням.

6. Переміщення по лабораторії обмежувалося випадками нагальної потреби.

7. Забороняється працювати в лабораторії самостійно; обов’язкова присутність іншої особи забезпечувала можливість своєчасного надання медичної допомоги у разі нещасного випадку.

8. Забороняється перебувати в лабораторії у верхньому одязі.

9. У разі виникнення непередбаченої ситуації негайно припиняли роботу та повідомляли керівника/викладача.

10. При виникненні напруги на корпусах обладнання негайно вимикали мережу чи прилад та повідомляли керівника робіт.

11. Забороняється користуватися несправними приладами [74-77].

Після закінчення роботи було виконано такі вимоги:

1. Приведення робочого місця до порядку.

2. Вимкнення всіх споживачів електроенергії.

3. Зачинення вікон та перекриття водопостачання.

Таким чином, уся робота над виконанням завдань кваліфікаційної роботи була спланована та реалізована відповідно до вимог охорони праці та правил техніки безпеки. Це дозволило уникнути непередбачених ситуацій та

нещасних випадків як у польових умовах під час збору первинного матеріалу, так і в лабораторних умовах під час його обробки, проведення експериментальних досліджень та оформлення роботи. Дотримання всіх правил техніки безпеки забезпечило безпечне та ефективне виконання кваліфікаційної роботи.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень мезофауни ґрунту в агроценозі пшениці ярої та прилеглій лісосмузі у Запорізькій області протягом березня-липня 2025 року, можна зробити такі висновки:

1. Лісосмуга характеризується значно вищою видовою різноманітністю (18 видів) та загальною чисельністю (68,56 екз./100 пастко-днів) мезофауни порівняно з агроценозом пшениці ярої (10 видів, 24,87 екз./100 пастко-днів). Це підтверджує роль лісосмуги як рефугіуму для біорізноманіття.

2. Індекси Шеннона (H': 1,8896 у лісосмузі проти 1,6244 в агроценозі) та різноманітності Сімпсона (1-c: 0,8302 у лісосмузі проти 0,6737 в агроценозі) демонструють вищу загальну різноманітність у лісосмузі. Водночас, індекс вирівняності Пієлоу вищий для агроценозу (J': 0,705 проти 0,654 у лісосмузі), що вказує на більш рівномірний розподіл чисельності між меншою кількістю видів у полі.

3. В агроценозі пшениці ярої домінуючою групою є хижі павуки родини Lycosidae (56,9%), що свідчить про їхню адаптацію до умов антропогенно зміненого середовища. У лісосмузі ж спостерігається більш виражене співдомінування кількох груп, зокрема вологолюбних Porcellionidae, хижих Carabidae та Cicadellidae, що разом складають 67,56% чисельності, відображаючи різноманітніші екологічні ніші.

4. Функціональна структура та екологічна роль:

- Фітофаги: в агроценозі виявлено 7 видів фітофагів, тоді як у лісосмузі – 4. Це вказує на інтенсивну трофічну діяльність на рослинному рівні в полі та потенційний тиск на врожай.

- Зоофаги: лісосмуга характеризується вищою видовою різноманітністю хижаків (7 видів проти 4 в агроценозі), підкреслюючи її значення як джерела природних ворогів шкідників.

- Сапрофаги: у лісосмузі зафіксовано лише 1 вид сапрофагів (Forficulidae), тоді як в агроценозі – 2 (Julidae, Armadillidae), що може вказувати на відмінності у процесах розкладу органічної речовини між біотопами.

5. Антропогенний вплив в агроценозі (механічна обробка ґрунту, монокультура, використання пестицидів) призводить до обмеження видового складу мезофауни, про що свідчить відсутність 12 таксономічних груп, зафіксованих у лісосмузі. Лісосмуги, навпаки, є важливими екологічними резервуарами, що підтримують ширший спектр видів завдяки сприятливішим мікроумовам (вища вологість, наявність органічної речовини, різноманітна рослинність).

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Активне збереження та розширення площі лісосмуг навколо сільськогосподарських угідь є критично важливим для підтримання регіонального біорізноманіття мезофауни, оскільки вони слугують рефугіумами та джерелами для відновлення популяцій корисних безхребетних в агроценозах.

2. З огляду на високе видове багатство хижаків (зоофагів) у лісосмугах та їхню присутність в агроценозі, необхідно розробляти та впроваджувати агротехнічні заходи, що сприяють їхньому переселенню та активності в полях (наприклад, створення рослинних смуг-інсектаріїв, зменшення пестицидного навантаження).

3. Рекомендується запровадження екологічно орієнтованих агротехнологій (зменшення інтенсивності обробітку ґрунту, використання сівозмін, мінімізація застосування синтетичних пестицидів) для поліпшення умов існування та підвищення біорізноманіття мезофауни безпосередньо в агроценозах.

4. Проведення регулярного моніторингу видового складу та чисельності мезофауни може слугувати важливим інструментом для оцінки ефективності природоохоронних заходів та прогнозування динаміки шкідників і корисних видів.

Перспективи подальших досліджень:

1. Довгостроковий моніторинг. Проведення багаторічних досліджень динаміки мезофауни для оцінки її реакції на зміни клімату, агротехнологій та ландшафтної структури.

2. Застосування молекулярних методів (наприклад, метабаркодингу) для більш точного визначення видового складу, особливо для таксонів, які важко ідентифікувати морфологічно, а також для вивчення трофічних зв'язків.

3. Детальне дослідження взаємодії між різними функціональними

групами мезофауни, включаючи хижак-жертва та конкурентні відносини, для кращого розуміння механізмів саморегуляції в агроценозах.

4. Порівняльне дослідження мезофауни в лісосмугах різного видового складу, віку та структури для визначення найбільш ефективних для підтримки біорізноманіття.

5. Більш глибоке вивчення екотонічних ефектів на межі агроценозу та лісосмуги, включаючи процеси міграції безхребетних між цими біотопами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лисицький А., Черничко К., Буяновський О. Мікро- та мезофауна ґрунту як індикатори його стану в умовах кліматичних змін. *Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату : зб. Матеріалів Міжнар. Наук.-практ. Конф., присвяч. До 130-річчя заснування Одес. Держ. С.-г. Дослідної ст.* Одеса, Україна, 28 берез. 2025. Одеса : Одес. ДСДС ІКОСГ НААН, 2025. С. 153–157.

2. Скиба В., Туряк К. Динаміка врожайності основних сільськогосподарських культур та перерозподілу посівних площ під їх вирощування в умовах адаптивності до зміни клімату. *Збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції.*, Київ, Україна. Київ : НМЦ ВФПО, 2023. С. 4–8.

3. Федюшко, М. П., Берьозка, О. В. Шляхи збереження степового біорізноманіття. *In The 7th International scientific and practical conference "Science, society, education: topical issues and development prospects"(June 7-9, 2020) SPC "Sci-conf. com. ua".* Kharkiv : Ukraine. 2020. 1023 p. (p. 81).

4. Н.Г. Сюткіна, М.М. Лісовий. Вплив технологій вирощування на динаміку чисельності корисних видів комах-герпетобіонтів у Центральному Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. Київ : Національний лісотехнічний університет. 2013. Вип. 23.7. С. 44-49

5. Жуков О.В., Задорожна Г.О., Маслікова К. П., Андрусевич К.В., Лядська І.В. Екологія техноземів: монографія. Дніпро. 2017. 442 с.

6. Гаврюшенко О.О. Обґрунтування динаміки щільності складання моделей техноземів при сільськогосподарському освоєнні в умовах Нікопольського марганцеворудного басейну. Вісник аграрної науки Причорномор'я: Науковий журнал. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2013. No 3 (73).

7. Кулинич В.В. Оцінка придатності розкривних порід Керченського залізорудного басейну для сільськогосподарського освоєння // *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2001. No1. С. 7–11.

8. Писаренко, В.М., Писаренко, П.В., Писаренко, В.В. Напрями адаптування землеробства до змін клімату. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти.* Дніпро : ДУ НМЦ «Агроосвіта». 2019. С. 9-22.

9. Добряк, Д.С. Науково-методичні погляди до інтенсифікації використання земельних ресурсів сільськогосподарських підприємств. Вісник ХНАУ. (1), 2016.64-69.

10. Лядська І.В. Визначення середовище перетворюючої ролі агроекосистем на біологічному етапі рекультивації земель // *Екологічні питання співіснування: людина-рослина: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., 22 травня 2009 р.* Дніпропетровськ, 2009. С. 260.

11. Шемавнев В.І. Рекультивація порушених земель: історія та перспективи // *Раціональне використання рекультивованих та еродованих земель: Матер. міжнародн. наук.-практ. конф., присвяченої 30-річчю від початку робіт на науково-дослідному стаціонарі ДДАУ та ОГЗК. 29-31 травня 2001 р.* Дніпропетровськ–Орджонікідзе. Дніпропетровськ. 2002. С. 3– 13.

12. Лісовий М. М., Овчинка В. В., Чайка В. М. Оцінка стану та екологічний аналіз біорізноманіття комах життєвої форми (геобіонти в агроландшафтах Лісостепу України). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2009. Вип. 51(3). С. 61-75.

13 Андрусевич, К. В. Порівняльний аналіз екоморфічних структур тваринного населення ґрунтів агроценозу та природної степової ділянки. *Вісті Харк. ентомол. т-ва.* 2015. Т. XXIII, вип. 1. С. 40–45.

14. Altieri, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems Agriculture. *Ecosystems and Environment*. 1999. Vol. 74, iss. 1–3. P. 19–31.

15. Burel, F. Habitat quality and connectivity in agricultural landscapes: the role of land use system at various scales in time. *Ecol. indicators.* 2005. Vol. 5, iss. 4. P. 305–313.

16. Tillage system does not affect soil macrofauna in southeastern Buenos Aires province, Argentina / P. L. Manetti [et al.] // Spanish J. Agricult. Reserch. 2010. Vol. 8, No 2. P. 377–384.

17. Adapting Crops to Climate Change. In book: Climate Change and Agriculture Book Editor(s): Noureddine Benkeblia. 2022. p. 53-77. DOI:10.1002/9781119789789.ch3

18. Golub S. Phytocenotic Stability and Photosynthetic Performance Agrocenosis Triticosecale Under Different Fertilizing Systems. *Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences*. 2018. Vol. 7(356). P. 72–80. https://doi.org/10.29038/2617-4723-2017-356-7-72-80

19. Сукачев В. Н. Визначення поняття «лісовий біоценоз» його компоненти та основні властивості. *Ізбрані праці.* Львів: Наука, 1972. Т. 1. С. 329-356.

20. Рожков В. О. Ґрунти та ґрунтовий покрив. *Ґрунтознавство*. Харків: ХДУ. 2016. № 2. С. 134-143.

21. Бельгард О. Л. Степове *лісознавство*. Харків: ХДУ, 1971. 336 с.

22. Травлєєв А. П., Травлєєв Л. П. Ліс і ґрунт в умовах степу. Дніпропетровськ: ДДУ, 1988. 85 с.

23. Гіляров М. С. Зоологічний метод діагностики ґрунтів. Харків: ХДУ, 1975. 278 с.

24. Зонн С. В. Вплив лісу на ґрунти. Харків: ХДУ, 1954. 144 с.

25. Рожков В. О. Ґрунти та ґрунтовий покрив – свідки та індикатори глобальних змін клімату. *Ґрунтознавство*. Харків: ХДУ, 2018. № 2. С. 134-143.

26. Топчієв О. Г. Тваринне населення мертвого покриву в штучних лісах степової зони України. Штучні ліси степової зони України. Харків: ХДУ, 1960. С. 341-367.

27. Топчієв О. Г. Фауна ґрунтових безхребетних тварин та їх розподіл у штучних лісах степової зони. Штучні ліси степової зони України. Харків: ХДУ, 1970. С. 401-416.

28. Цвєткова Н. М., Бригадиренко В. В. Роль герпетобіонтної мезофауни в трансформації органічної речовини підстилки заплавних та аренних лісів степової зони. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗДУ, 2003. Вип. 8, № 2. С. 135-151.

29. Булахов В. Л. Роль хребетних тварин у міжбіогеоценотичних зв'язках у лісових біогеоценозах степової зони України. Охорона та раціональне використання захисних лісів степової зони. Дніпропетровськ: ДДУ, 1987. С. 87-92.

30. Булахов В. Л. Функціональна роль вищих гетеротрофів у становленні та еволюції лісових екосистем. *Екологія та ноосферологія*. Дніпропетровськ: ДНУ, 1999. Т. 6, № 1-2. С. 145-150.

31. Булахов В. Л. Трофічна роль ссавців-фітофагів у лісових біогеоценозах степового Придніпров'я. *Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія*. Дніпро: ДНУ, 2003. Вип. 11, т. 1. С. 138-142.

32. Ємельянов І. Г. Різноманітність та її роль у функціональній стійкості та еволюції екосистем. Київ, 1999. 168 с.

33. Ємельянов І. Г., Загороднюк І. В., Хоменко С. В. Таксономічна структура і складність біотичних угруповань. Екологія та ноосферологія. Дніпропетровськ: ДНУ, 2018. Т. 8, № 4. С. 6-17.

34. Крижанівський, І. В. Вплив залучення корисної ентомофауни через будиночки для комах (вулики фабра) на збереження біорізноманіття в парку-пам'ятці «Межигір'я» з оглядом домінуючих видів соснових біотопів київського полісся. Збірник містить матеріали доповідей учасників V

Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Екологія – виклики сучасності» Київ, 2025. С. 51.

35. Gridina T. I. Influence of Formica polyctena Foerst. (Hymenoptera, Formicidae) on the distribution of predatory arthropods in forest ecosystems. Ecology and Importance of Ants in Forest Ecosystems. Proc. Int. Symposium of IUSSI, 11–16 Sept., 2016. Memorabilia Zoologica. 1990. Vol. 44. P. 21-36.

36. Hering D. Riparian ground beetles (Coeloptera, Carabidae) preying on aquatic invertebrates: a feeding strategy in alpine floodplains. Oecologia. Abstract Volume 111 Issue 2. 2017. P. 261-270.

37. Panin S. Coleoptera. Fam. Carabidae (genus Cychrus F. si genus Carabus L.). Faune republicii populare Romane. Bucuresti: Ed. Academiei R. P. R., 2005. 148 p.

38. Snodgrass G.,L. Stadelbacher .Effect of different grass and legume combinations on spider (Aranei) and ground beetle (Coleoptera: Carabidae) populations in roadside habitats in the Mississippi Delta. Environmental entomology. Aug 2015. Vol. 18 (4). P. 575-581.

39. Turin H. Provisional checkklist of the European ground–beetles (Coleoptera: Cicindelidae and Carabidae). Monogr. Nederl. Ent. Ver. Amsterdam, 2011. N 9. 251 p.

40. Шарова І. Х. Зональні закономірності розподілу життєвих форм жужелиць у лісових ландшафтах європейської частини СРСР. *Проблеми ґрунтової зоології. Мат. VII Всес. наради.* Київ: Радянське Закарпаття, 1981. С. 254-255.

41. Крижановський О. Л. Жуки підряду Adephaga: родин. Rhysodidae, Trachypachidae; родин. Carabidae (вступна частина, огляд фауни СРСР). Львів: Наука, 1983. 341 с.

42. Kryzhanovskij O. L., Belousov I. A., Kabak I. I. A checklist of the ground – beetles of Russia and adjacent lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae). Sofia: Pensoft Publishers. 2008. 271 p.

43. Петрусенко О. А. Еколого-зоогеографічний аналіз жужелиць лісостепової та степової зон України: автореф. дис. канд. біол. наук. Київ, 1981. 25 с.

44. Петрусенко О. А. До історії формування карабідофауни рівнинної України. *Природна обстановка і фауни минулого*. Київ: Наук. думка, 1975. Вип. 8. С. 79-87.

45. Петрусенко О. А. Еколого-фауністичний огляд жужелиць роду *Chlaenius* Bon. (Coleoptera, Carabidae) України. Київ: *Вісник зоології*, 1971. № 6. С. 28-34.

46. Кулянда С. С. Поширення жужелиць (Coleoptera, Carabidae) у лісах Західного Поділля. Київ: *Вісник зоології*, 1978. № 1. С. 55-57.

47. Кулянда С. С. Ярусний розподіл жужелиць у лісових екосистемах Західного Поділля. Київ: *Вісник зоології*, 1980. № 2. С. 32-35.

48. Вакаренко О. Г., Хоменко В. М. Карабідофауна (Coleoptera, Carabidae) агроценозів буферної зони заповідника Асканія-Нова та шляхи її формування. Київ: *Вісник зоології*, 1994. № 3. С. 19-24.

49. Пономарчук В. І. Розподіл жужелиць (Carabidae) Закарпатської області. Наук. зап. Ужгород. держ. ун-ту, 1956. Т. 21. С. 167-176.

50. Солодовникова В. С., Маркова Т. Ю., Бартенєв О. Ф., Білоконь О. С. Структура угруповань жужелиць (Coleoptera, Carabidae) біогеоценозів південного лісостепу в Харківській області. XII Міжнародний симпозіум з ентомофауни Середньої Європи. Київ: Наукова думка, 1991. С. 407-410.

51. Кривинець О. М., Писаренко В. М., Колесников Л. О. Жужелиці (Coleoptera, Carabidae) пшеничних ценозів водоохоронних зон. *Известия Харьковского энтомологического общества*. Харків: ХНУ, 1998. Т. 6, № 1. С. 86-88.

52. Кривинець О. М., Колесников Л. О. Історія карабідологічних досліджень на Полтавщині. Зб. наук. пр.: П’яті Каришинські читання. Полтава, 1998. С. 58-59.

53. Колесников Л. О., Брунер Ю. М. Хижі жужелиці (Coleoptera, Carabidae) полів зерно-просапної сівозміни при безвідвальному обробітку ґрунту в лівобережному лісостепу України. Екологія та таксономія комах України. Київ: Наукова думка, 1988. С. 38-44.

54. Колесников Л. О., Сумароков О. М. Зональні особливості фауни жужелиць (Coleoptera, Carabidae) пшеничних ценозів лісостепової та степової зон України. *Ентомологічний огляд*. Дніпропетровськ: ДНУ, 1993. Т. 72, № 2. С. 326-332.

55. Кришталь О. П. Ентомофауна ґрунту та підстилки в долині середньої течії р. Дніпро. Київ: КДУ, 1956. 423 с.

56. О. Г. Топчієв. Основи суспільної географії: підруч. для студ. геогр. спец. вищ. навч. закл. Одеський національний ун-т ім. І.І.Мечникова. Одеса.: Астропринт, 2009. С. 544.

57. Пилипенко О.В., О. М. Кунах, О. В. Жуков. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Павуки (Aranei): монографія. Дніпро: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2010. С. 340.

58. Бригадиренко В. В., Корольов О. В. Особливості спектру живлення Pterostichus melanarius (Coleoptera: Carabidae) у лабораторних умовах. Вісник Білоцерківського державного аграрного ун-ту. 2006. Т. 9. С. 78-85.

59. Бригадиренко В. В., Соколов С. В. Особливості спектру живлення Harpalus rufipes (Coleoptera, Carabidae) у лабораторних умовах. Біорізноманіття та роль тварин у екосистемах. *Матер. IV Міжнар. конф.* Днепр: ДНУ, 2017. С. 241-242.

60. Бригадиренко В. В., Комаров О. С. Різноманіття угруповань підстилкових безхребетних долинних лісів ріки Псел (Полтавська область). Вісник Білоцерківського державного аграрного ун-ту. 2007. Т. 10. С. 88-94

61. Stefanovska, T., Skwiercz, A. T., Zhukov, O., & Husieva, A. (2025). Effects of acetamiprid and flupyradifurone-based insecticides on soil fauna: research on nematodes and earthworms. Journal of Horticultural Research, 33(1),

121–126. https://doi.org/10.2478/johr-2025-0012

62. Пучков А. В. Огляд карабідофауни (Coleoptera, Carabidae) України перспективи ii вивчення. Київ : *Вісник зоології.* 1998. Окр. вип. No 9. С. 151-154.

63. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області у 2020 році. Запорізька обласна державна адміністрація. Департамент захисту довкілля. 2021. 285 с.

66. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області у 2024 році. Запорізька обласна державна адміністрація. Департамент захисту довкілля. 2025. 285 с.

67. Pichura, V., Domaratskiy, Y., Dudiak, N., Yaremko, Y. Spatio-temporal research on the effect of pre-crops on winter wheat growth and productivity to the BBCH scale in soil-climatic conditions of the steppe zone of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *31*(1), 2025, 115–132.

68. Pichura, Vitalii, Potravka, L., Boiko, P. Climatic and hydrological conditions for the formation of vegetation cover in the drained Kakhovka reservoir's territory. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, *26*(4), 2025. 357–373. https://doi.org/10.12912/27197050/202227

69. Pichura, Vitalii, Potravka, L., Stoiko, N., & Dudych, H. Scenarios for the Functioning of the Kakhovka Reservoir Territory. *Journal of Landscape Ecology*. 2025. https://doi.org/10.2478/jlecol-2025-0023

70. Г.Д. Печериця, Ю.В. Максименко, Л.Є. Астахова. Сучасні методи дослідження комах. *Житомирський державний університет імені Івана Франка.* Житомир : Україна. 2020. 12 с..

71. Мірутенко В.В. Основи наукових досліджень. Ужгород. 2013. С. 10–19.

72. С.В. Станкевич, С.В. Горновська. Методи виявлення, збору та зберігання комах. *Білоцерківський національний аграрний університет.* Навчальний посібник. Житомир. 2022. С. 8–13.

73. С. Заєць, В. Нестерчук, В. Бєлов. Кращі з кращих: випробовування ярих зернових у Степу. Пропозиція. 2017. № 3. С. 78. https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/krashchi-sorty-yaroyi-pshenytsi-dlya-stepovoyi-zony

74. Савчук О.М. Конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці» в 2 частинах. Запоріжжя : Просвіта, 2001. 86 с.

75. Кобевник В.Ф. Охорона праці. Київ : Вища школа, 2012. 286 с.

76. Охорона праці: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / За ред. Геврика В.О. Львів. 2010. 213 с.

77. Пістун І.П., Кіт Ю.В. Березовецький А.П. Практикум по охороні праці. Навчальний посібник. Суми: Видавництво Університетська книга. 2007. 27 с.