ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота

бакалавра

На тему: ХАРАКТЕРИСТИКА БІОРІЗНОМАНІТТЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ НА ДІЛЯНКАХ АНТРОПОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ: НА ПРИКЛАДІ LANDSCHAFTSPARK DUISBURG-NORD

CHARACTERISTICS OF INVERTEBRATE BIODIVERSITY IN AREAS OF ANTHROPOGENIC ORIGIN: THE CASE OF LANDSCHAFTSPARK DUISBURG-NORD

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1011

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми

Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

Постоєнко І.О.

Керівник к.б.н., доц. Горбань В.В.

Рецензент к.с/г.н., доц. Притула Н.М.

Запоріжжя 2025

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма

Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____ О.Ф. Рильський

«____» _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Постоєнко Іллі Олексійовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи Характеристика біорізноманіття безхребетних на ділянках антропогенного походження: на прикладі Landschaftspark Duisburg-Nord

керівник роботи Горбань Валерій Віталійович, к.б.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ЗНУ від «29» січня 2025 р. № 160-С

2. Строк подання студентом роботи «____» _____ 2025 року

3. Вихідні дані до роботи методичні матеріали, дані попередніх досліджень, особисті спостереження та експериментальні дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

– Дослідити ділянку антропогенного походження;

– Охарактеризувати та оцінити біорізноманіття безхребетних на досліджуваній ділянці, порівняти її з природною ділянкою без значного антропогенного впливу;

– Зробити висновок стосовно здатності біогеоценозів до відновлення на антропогенних ділянках.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 2 таблиці, 8 рисунків.

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	09.2024 – 11.2024	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	10.2025 – 01.2025	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	01.2025 – 02.2025	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту.	01.03.2025 – 30.04.2025	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	01.05.2025 – 19.05.2025	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи.	05.2025 – 06.2025	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	19.06.2025	Виконано

Студент _____ І.О. Постоєнко

Керівник роботи _____ В.В. Горбань

Нормоконтроль пройдено
Нормоконтролер _____ Н.М. Притула

РЕФЕРАТ

Робота складається з 46 сторінок, 8 рисунків, 2 таблиці. Було використано 41 інформаційних джерел, із них 25 іноземною мовою.

Об’єктом дослідження є сукцесійні ділянки антропогенного походження на території Landschaftspark Duisburg-Nord.

Предметом дослідження є видовий склад та особливості ґрунтових безхребетних на ділянках з різним ступенем антропогенного впливу.

Були використані такі методи досліджень: загальнонаукові методи, теоретичні методи (аналіз, дедукція, аналогія), емпіричні методи (моніторинг, аналіз документів і джерел), описові методи (історичний метод, типологізація) та методи статистичної обробки матеріалів. Збір ентомологічного матеріалу за допомогою пасток Барбера.

Метою роботи є: з'ясувати біорізноманіття безхребетних та визначити здатність природи до відновлення на ділянках антропогенного походження: на прикладі Landschaftspark Duisburg-Nord.

Теоретично та практично визначено, що біорізноманіття безхребетних може слугувати показником якості відновлення територій. Здатність територій до відновлення залежить як від історичних факторів, так і від якості ревіталізації. За умов якісної ревіталізації, відновлення біорізноманіття можливе в значному об’ємі, проте з формуванням специфічних угруповань.

БІОРІЗНОМАНІТТЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ, БІОРІЗНОМАНІТТЯ, АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ, АНТРОПОГЕННІ ТЕРИТОРІЇ, ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДИ, ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ, РЕВІТАЛІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

This work contains 46 pages, 8 figures, 2 tables. There were 41 information sources used, 25 of them in a foreign language.

The object of the study is succession areas of anthropogenic origin on the territory of Landschaftspark Duisburg-Nord.

The subject of the study is the species composition and features of soil invertebrates in areas with varying degrees of anthropogenic impact.

The following research methods were used: general scientific methods, theoretical methods (analysis, deduction, analogy), empirical methods (monitoring, analysis of documents and sources) and descriptive methods (historical method, typology). Collection of entomological material using Barber traps

The purpose of the research is to find out the biodiversity of invertebrates and determine the ability of nature to recover in areas of anthropogenic origin: on the example of Landschaftspark Duisburg-Nord.

Theoretically and practically, it has been determined that invertebrate biodiversity can serve as an indicator of the quality of restoration of territories. The ability of territories to recover depends on both historical factors and the quality of revitalization. Under conditions of high-quality revitalization, biodiversity recovery is possible in a significant amount, but with the formation of specific communities.

INVERTEBRATE BIODIVERSITY, BIODIVERSITY, ANTHROPOGENIC IMPACT, ANTHROPOGENIC TERRITORIES, NATURE RESTORATION, TERRITORY RESTORATION, REVITALIZATION.

ЗМІСТ

ВСТУП..... 7
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... 9
1.1 Ревіталізація антропогенних територій..... 9
1.2 Біорізноманіття безхребетних у міському середовищі..... 11
1.3 Історична довідка..... 15
1.3.1 Ландшафтний парк (Landschaftspark Duisburg-Nord)..... 15
1.3.2 Гісфельдський ліс (Hiesfelder Wald)..... 18
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 22
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА..... 28
3.1 Дослідження ділянки Ландшафтний парк (Landschaftspark Duisburg-Nord)..... 28
3.2 Дослідження ділянки Гісфельдський ліс (Hiesfelder Wald)..... 30
3.3 Порівняння результатів дослідження..... 32
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. 35
4.1 Правила поводження у лісі..... 35
4.2 Правила поводження з комахами..... 36
4.3 Правила роботи за комп’ютером..... 37
ВИСНОВКИ..... 38
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... 40
ДОДАТКИ..... 45

ВСТУП

Актуальність даної кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю збереження біорізноманіття міських екосистем під час постійно зростаючого антропогенного тиску. Безхребетні відіграють ключову роль у функціонуванні екосистем, і їхнє видове різноманіття є важливим індикатором екологічного стану середовища. Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд, як приклад успішної ревіталізації промислової території, є унікальним об'єктом для вивчення процесів відновлення біорізноманіття. Результати даного дослідження сприятимуть глибшому розумінню процесів природного відновлення на антропогенно змінених територіях і матимуть практичне значення для екологічного розвитку міст, зокрема для розробки стратегій збереження біорізноманіття в антропогенному середовищі.

Метою роботи є з'ясувати біорізноманіття безхребетних та визначити здатність природи до відновлення на ділянках антропогенного походження: на прикладі Landschaftspark Duisburg-Nord.

Для досягнення поставленої мети було сформовано та виконано такі *завдання*:

1) Дослідити ділянку антропогенного походження;

2) Охарактеризувати та оцінити біорізноманіття безхребетних на досліджуваній ділянці, порівняти її з природною ділянкою без значного антропогенного впливу;

3) Зробити висновок стосовно здатності біогеоценозів до відновлення на антропогенних ділянках.

Об’єктом дослідження є сукцесійні ділянки антропогенного походження на території Ландшафтного парку Дуйсбург-Норд.

Предметом дослідження є видовий склад та особливості ґрунтових безхребетних на ділянках з різним ступенем антропогенного впливу.

Були використані такі методи досліджень: загальнонаукові методи, теоретичні методи (аналіз, дедукція, аналогія), емпіричні методи (моніторинг, аналіз документів і джерел) та описові методи (історичний метод, типологізація). Збір ентомологічного матеріалу за допомогою пасток Барбера.

Наукова новизна: Вперше для Ландшафтного парку Дуйсбург-Норд здійснено кількісну та якісну оцінку видового складу безхребетних із застосуванням пасток Барбера та проведено порівняльний аналіз з біорізноманіттям Гісфельдського лісу.

Значення результатів наукового дослідження полягає в розширенні існуючих знань про формування угруповань безхребетних на антропогенно трансформованих та ревіталізованих територіях. Отримані дані можуть бути використані для оцінки ефективності природоохоронних заходів та розробки рекомендацій щодо оптимізації управління подібними об'єктами.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи здобувача освіти можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін: Екологія: Урбоекологія; Ландшафтна екологія; Промислова екологія; Зоологія безхребетних; Біоіндикація.

За матеріалами дослідження опубліковано 2 друкованих тези на наукових конференціях:

- Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Актуальні проблеми розвитку сучасної науки: виклики та перспективи» м. Запоріжжя, 29 квіт. 2025 р. С. 327–330.
- XI регіональна, I всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук» м. Запоріжжя, 26 квіт. 2025 р. С. 105–106.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Ревіталізація антропогенних територій

Урбанізація є однією з визначальних рис сучасного світу, котра призводить до значного перетворення природних ландшафтів на антропогенні території. Розвиток промисловості, розширення міської забудови, видобуток корисних копалин та інші види діяльності людини залишають по собі значні території деградованих земель, на яких часто спостерігається забруднення, зруйновані екосистеми та втрата біологічного різноманіття. Через це особливого значення набуває концепція ревіталізації антропогенних територій, що спрямована на їхнє відновлення та повернення до використання.

Ревіталізація – це комплексний процес відновлення занедбаних або деградованих міських територій, будівель чи промислових об'єктів, які втратили свою функціональність або привабливість. Метою ревіталізації є перетворення нефункціонуючих територій на нові, сучасні простори, що спрямоване на покращення якості життя мешканців, економічний розвиток та збереження культурної спадщини [1].

Термін «ревіталізація» походить від латинського «*vita*», що означає «життя», та префікса «*re*-», що вказує на повторну дію. Ревіталізація антропогенних територій представляє собою комплекс заходів, що спрямовані на відновлення екологічної, економічної та соціальної цінності деградованих ділянок, котрі зазнали значного впливу від діяльності людини. Вона не повертає території до попереднього стану, а трансформує їх у щось нове з урахуванням сучасних екологічних вимог, соціальних потреб та економічних можливостей [2, 3].

Ревіталізація включає широкий спектр заходів, в залежності від характеру та ступеня деградації території. Екологічні заходи передбачають

очищення забруднених ґрунтів та вод (біоремедіація, фіторемедіація), відновлення природної рослинності (лісовідновлення, створення луків), формування нових середовищ існування для підтримки біорізноманіття, а також оптимізація гідрологічного режиму. Соціальні аспекти ревіталізації включають створення нових місць громадського користування (парків, скверів), розвиток інфраструктури для відпочинку та рекреації, залучення місцевих громад до процесу прийняття рішень та поліпшення якості життя населення. До економічної складової може належати залучення інвестицій, створення нових робочих місць, розвиток туристичної галузі та використання відновлених територій для торгівельної діяльності [4, 5].

Окрім того, значення відновлення антропогенних територій для сталого розвитку міст є надзвичайно великим. Ревіталізація відіграє важливу роль в екологізації міських просторів, сприяючи створенню більш стійкого та здорового середовища. По-перше, вона дозволяє ефективно використовувати земельні ресурси та зменшує потребу в освоєнні нових територій за межами міської забудови, котрі часто є екологічно цінними. По-друге, відновлення пошкоджених ландшафтів сприяє поліпшенню екологічної ситуації в місті, знижує рівень забруднення, покращує якість повітря та води, збільшує площу зелених зон, що важливо для регулювання мікроклімату та збереження здоров'я мешканців [6, 7].

Ревіталізація часто включає очищення забруднених промислових територій та створення на їх місці нових парків, скверів та інших зелених насаджень. Це допомагає покращити якість повітря та створити місця для відпочинку та рекреації. В рамках ревіталізації можливо відновлення природних екосистем, що сприяє підвищенню біорізноманіття та покращенню якості середовища.

Ревіталізація промислових територій – це не лише можливість для економічного та соціального відродження міст, але й потужний інструмент для відновлення біорізноманіття міського середовища. Антропогенні

території, після відповідних відновлювальних заходів, можуть стати притулком для різноманітних видів рослин і тварин, сприяючи формуванню нових екосистем та збільшенню екологічної стійкості міста.

Успішна ревіталізація має значний соціально-економічний ефект, збільшує привабливість міста для проживання, роботи та інвестицій, а також сприяючи розвитку місцевої економіки. Приклади успішної ревіталізації промислових територій по всьому світу, такі як Landschaftspark Duisburg-Nord, свідчать про великий потенціал трансформації занедбаних промислових зон на процвітаючі громадські простори, що поєднують екологічну цінність, культурну спадщину та можливості для відпочинку та дозвілля [2].

Таким чином, ревіталізація антропогенних територій є ефективним інструментом досягнення сталого розвитку міст, що поєднує екологічні, соціальні та економічні аспекти. Дослідження процесів відновлення біорізноманіття на цих територіях, зокрема вивчення особливостей безхребетних як важливого компонента міських екосистем, є актуальним та має важливе наукове і практичне значення.

1.2 Біорізноманіття безхребетних у міському середовищі

Урбанізація, як домінуючий процес антропогенних перетворень ландшафтів, створює специфічні екологічні умови, які істотно впливають на склад, структуру та функціонування біоти. Серед різноманітних живих організмів, що мешкають в міських екосистемах, безхребетні виконують одну з головних ролей, формуючи основу трофічних мереж, забезпечуючи здійснення важливих екосистемних послуг та слугуючи чутливими індикаторами змін у довкіллі.

Безхребетні складають переважну більшість біологічного різноманіття тварин у міських екосистемах і виконують багато екологічних функцій, важливих для їх стабільного функціонування. Ґрунтоутворюючі безхребетні, такі як дощові черв'яки, кліщі та нематоди, приймають активну участь у процесах розкладання органічної речовини, газообміну у ґрунті та кругообігу поживних елементів, які є основою для росту рослинності. Запилювачі, такі як бджоли, джмелі, метелики та мухи, забезпечують успішне розмноження багатьох видів міських рослин, у тому числі декоративних рослин та деяких сільськогосподарських культур, тим самим підтримуючи біорізноманіття рослин та продовольчу безпеку.

Безхребетні також є цінним джерелом їжі для багатьох міських тварин, таких як птахи, кажани, земноводні та дрібні ссавці, створюючи складні харчові зв'язки та підтримуючи їх популяції. Хижі безхребетні, наприклад, павуки, богомоли та деякі види жуків, відіграють роль біологічного контролю, регулюючи популяцію шкідників для рослин та комах, що переносять хвороби. Крім того, певні групи безхребетних приймають участь у процесах розкладання мертвої органічної речовини (наприклад, жуки-гробарики, личинки мух), сприяючи санітарному стану міського середовища [8].

Формування біорізноманіття безхребетних в антропогенних умовах є доволі складним процесом, на який впливає взаємодія різних абіотичних і біотичних факторів, характерних для міських ландшафтів. Розділення та втрата природних середовищ існування є одними з основних факторів, що чинять негативний вплив на біорізноманіття. Будівництво, транспортна інфраструктура та інші форми міської забудови призводять до роз'єднання природних територій, зменшення їхньої площі та ізоляції популяцій безхребетних, що може спричинити скорочення генетичного різноманіття і збільшити ризик локального зникнення видів.

При цьому міські простори можуть створювати нові та унікальні середовища існування, які можуть бути заселені певними групами безхребетних. До них відносяться зелені зони (парки, сквери, газони), штучні водойми, стіни будівель, дахи, а також штучні субстрати, що виникають в результаті промислової діяльності. Неоднорідність міського ландшафту з різноманітними типами середовищ може сприяти збереженню відносно високого рівня біорізноманіття на місцевому рівні [9].

Ефект міського теплового острова також може суттєво впливати на біорізноманіття безхребетних, змінюючи їхню фенологію, розповсюдження та взаємодію. Високі температури в містах можуть спричиняти ранній розвиток і розмноження певних видів, а також сприяти інвазії теплолюбних видів [10].

Різні антропогенні фактори значною мірою впливають на біорізноманіття безхребетних в антропогенному середовищі. Забруднення повітря, води та ґрунту важкими металами, пестицидами та іншими токсичними речовинами може мати прямий вплив на виживання та репродуктивну здатність безхребетних, а також опосередковано змінювати склад рослинних угруповань, які є джерелом їхнього харчування та місцем проживання. Штучне світлове забруднення може порушувати нічну активність комах, їхню здатність до навігації та поведінку під час розмноження. Шумове забруднення також має значний негативний вплив на комунікацію та поведінку деяких видів безхребетних, що може призвести до зменшення їх біорізноманіття [11].

Інвазійні види безхребетних, які були занесені до міських екосистем внаслідок діяльності людини, можуть становити велику загрозу для місцевого біорізноманіття, внаслідок конкуренції за ресурси, витіснення або знищення аборигенних видів. Інтенсивне управління зеленими насадженнями, таке як часте скошування трави, використання пестицидів та

гербіцидів, може сприяти зменшенню видового різноманіття рослин і, як наслідок, зниження біорізноманіття пов'язаних з ними безхребетних.

Дослідження біорізноманіття безхребетних на антропогенних територіях, що потребують відновлення, є важливим для оцінки їхнього теперішнього екологічного стану та розробки ефективних стратегій відновлення. Склад видів і їх кількість можуть служити чутливими показниками успішності відновлювальних заходів. Збільшення різноманітності та кількості певних функціональних груп безхребетних (наприклад, запилювачів, ґрунтоутворювачів) може свідчити про поліпшення екологічного стану відновлюваної території.

Порівняльний аналіз біорізноманіття безхребетних на ревіталізованих територіях з природними або менш ушкодженими може надати важливу інформацію про ефективність різних методів відновлення та допомогти визначити ключові чинники, що сприяють створенню стабільних та біологічно розвинених міських екосистем. За наслідками цих досліджень можна оптимізувати процеси відновлення промислових та інших територій, що зазнали впливу людської діяльності, з метою максимального використання їх екологічного потенціалу та внеску в збереження біорізноманіття в міському середовищі [12].

Тож, біорізноманіття безхребетних є незмінною складовою міських екосистем, яка відіграє важливу екологічну роль і зазнає значного впливу з боку різних антропогенних чинників. Поглиблене дослідження складу, структури та динаміки груп безхребетних на антропогенних територіях, особливо на ділянках, що підлягають ревіталізації, є ключовим для розуміння стабільності міських екосистем та розробки ефективних стратегій їх збереження та сталого розвитку.

1.3 Історична довідка

1.3.1 Ландшафтний парк (Landschaftspark Duisburg-Nord)

Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд (нім. *Landschaftspark Duisburg-Nord*) – парк у німецькому місті Дуйсбург, відкритий у 1994 році на території закритого металургійного заводу Майдеріху. Площа парку становить 2,28 км² (180 гектарів). Був створений у рамках Міжнародної будівельної виставки Emscher Park [13, 14].

Історія

У 1901 році розпочалося будівництво металургійного заводу в Майдеріху (рис. 1.1), який безпосередньо прилягав до вугільних родовищ. Вже 16 травня 1903 року було задуто першу доменну піч, і розпочалося виробництво гематиту, ливарного та сталевого чавуну. До 1912 року всі п'ять доменних печей заводу були в експлуатації, утворюючи серце важливого промислового комплексу.

Експортні бойкоти та нестача робочої сили, під час Першої світової війни призвели до кризи у виробництві чавуну. Під час Другої світової війни з 1942 року на заводі використовували працю військовополонених. У 1944 році після трьох важких повітряних нальотів виробництво зупинилося.

Майдеріхський завод уникнув демонтажу, після закінчення війни у 1945 році, і отримав дозвіл на повторний запуск двох доменних печей. З 1954 року будувалися нові доменні печі та проводилася масштабна модернізація виробничих потужностей. Після чого, завод був закритий 4 квітня 1985 року.

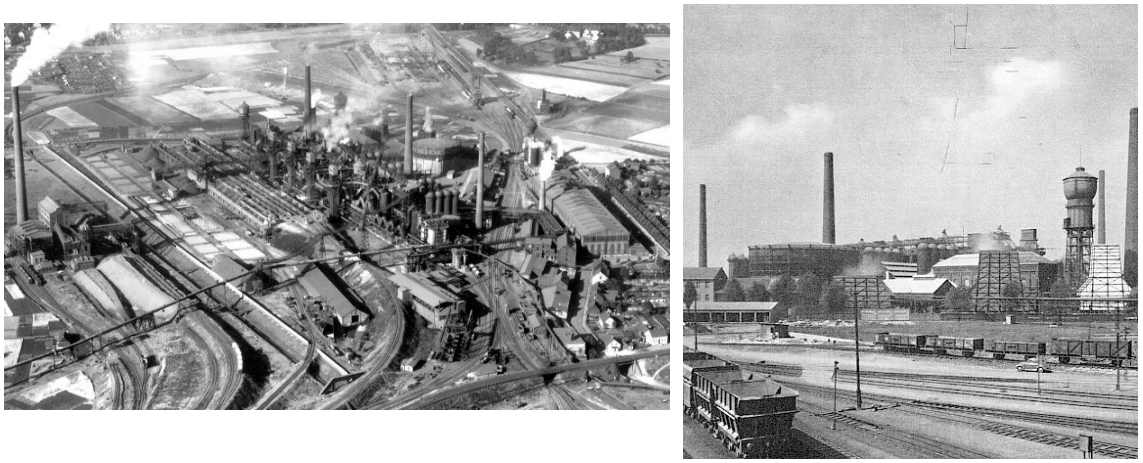


Рисунок 1.1 – Металургійний завод в Майдеріху (нім. Meidericher Hüttenwerks); архівні фото

У 1988 році земля Північний Рейн-Вестфалія в рамках Міжнародної будівельної виставки Emscher Park (IBA) придбала територію та оголосила металургійний завод проектом IBA.

Першу частину ландшафтного парку було відкрито для громадськості у 1994 році, а у 1997 році було засновано компанію Landschaftspark Duisburg-Nord GmbH. У 2001 році було відкрито центр для відвідувачів та ресторан у головному розподільчому пункті, а також молодіжний та навчальний готель у старій адміністративній будівлі. Між 2002 та 2003 роками будівлю повітродувної станції та ливарний цех було перебудовано на багатофункціональні майданчики. У наступні роки відбулася модернізація освітлення та відкриття для відвідування нових зон, таких як бункери для зберігання, доменні печі тощо [15].

Біологія

По всій території заводу були утворені зелені насадження (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд (нім. *Landschaftspark Duisburg-Nord*); теперішній час

Цей парк став несподіваним притулком для різноманітної флори, включаючи види, що потрапили сюди з залізною рудою, демонструючи своєрідний зворотний бік глобалізації. Крім рослин, 180 гектарів парку є важливим середовищем існування для багатьох тварин, символізуючи відродження природи на постіндустріальних територіях. Тут можна зустріти різні види кажанів, ропух, близько 100 видів жуків та понад 45 видів птахів.

Особливо цінною з точки зору біорізноманіття є «дика зона» парку, яка після зупинки заводу розвивалася без втручання людини і стала одним з найважливіших біотопів.

У густих заростях бузини чорної, глоду одноматочкового, верби та ожини сьогодні живуть і гніздяться численні види птахів, такі як садова та чорноголова славки, вербова та велика синиці, тинівка лісова, вівчарик-ковалик, вівчарик жовтобровий, берестянка жовтоброва та плиска жовта [16].

Щоб і надалі забезпечити тваринам спокійний життєвий та захисний простір, у «дикій зоні» природа має пріоритет над рекреаційним використанням. Тому густо зарослу територію відвідувачам не дозволяється відвідувати.

1.3.2 Гісфельдський ліс (Hiesfelder Wald)

Природний заповідник Гісфельдський ліс (нім. Hiesfelder Wald) розташований на території міста Обергаузен (нім. Oberhausen) у Північному Рейні-Вестфалії, Німеччина [17].

Гісфельдський ліс, Кірхгеллерська пустка, а також ліси Гюнскер і Гартропер утворюють велику лісову територію між річкою Ліппе та басейном річки Емшер. У природно-географічному плані ця лісова територія розташована на головній терасі Рейну, на так званих «Нижньорейнських піщаних плитах». Гісфельдський ліс на території міста Обергаузен утворює південну частину цієї території.

Історія

З Середньовіччя Гісфельдський ліс входив до великої Вальсумської марки, де спільно оброблявся за строгими правилами. Маркграфи, включаючи знатних землевласників та поселення, мали різні права в лісі: брали деревину, використовували для випасу свиней та худоби, заготівлі дерну тощо.

У XVII столітті ця форма лісокористування занепала, змінившись низькостовбурним лісоводством без чіткого планування. Надмірна вирубка, випас та заготівля призвели до деградації лісу до відкритої пустки з чагарниками. До кінця XVIII століття первісне лісове покриття значно скоротилося.

У першій третині XIX століття, після поділу общинних земель, значну частину виснаженого Гісфельдського лісу було знову заліснено. Завдяки цьому він знову досяг свого сьогоднішнього розміру.

У XX столітті Друга світова війна завдала значної шкоди Гісфельдському лісу, оскільки його використовували як велике сховище боєприпасів. Про це й досі нагадують численні земляні вали та западини колишніх складів. Багато дерев також постраждали від вибухових уламків. Крім того, після війни ліс зазнав додаткових втрат через вирубки, здійснені союзниками в рамках репарацій.

У 1957 році його було оголошено природним заповідником, найбільшим лісовим природним заповідником в індустріальному центрі Руру.

Європейський Союз (ЄС) створює під загальною назвою «Natura 2000» загальноєвропейську мережу особливо цінних природоохоронних територій. Метою є охорона як біотопів та їхніх типових біоценозів, так і окремих видів. Абревіатура FFH-Gebiet походить від Flora-(рослинний світ)-Fauna-(тваринний світ)-Habitat-(середовище існування)-Директиви ЄС [18, 19].

Гісфельдський ліс разом із частинами Кірхгеллерської пустки (долина Шварцбаху) був визначений як територія FFH, оскільки як лісові угруповання, так і русла струмків є надзвичайно близькими до природного стану. Це стосується не лише видового складу, але й поважного віку багатьох дерев із відповідною часткою мертвої деревини. Тому найважливішою метою охорони є збереження природних структур та біоценозів у струмках та лісах і, де необхідно, їхнє покращення та догляд [20].

Весь Гісфельдський ліс та Кірхгеллерська пустка, що прилягає з півночі, мають чудову мережу стежок. Цими стежками можна дістатися майже до всіх частин лісу. Тут також дозволено катання на велосипедах.

Проте загальні положення про охорону природи та постанова про охорону природного заповідника містять також деякі заборони, дотримання яких ми наполегливо просимо всіх відвідувачів лісу. У Гісфельдському лісі мешкає низка дуже чутливих до порушення спокою видів тварин, а також чутливі до витоптування рослини.

Біологія

Гісфельдський ліс охоплює велику, суцільну та значною мірою природну лісову територію на пологому північно-східному схилі долини Ротбаху зі старим листяним лісом, залишками заплавних та чорновільхових лісів, а також природними піщаними струмками.

Переважають, частково старі, кислі букові та дубово-букові ліси. У трав'яному покриві домінують ожика волосиста, щучка дерниста та орляк звичайний, місцями – мітлиця розлога. Застійні або перемінно-вологі варіанти характеризуються мітлицею пагононосною та куничником лучним. Великі ділянки старовікового лісу зі 100-200-річними буками та черешчатими дубами ще існують у долині Бухенбах, у природному резерваті «Гісфельдський ліс», невеликі острівці вздовж малих бічних приток Ротбаху.

Трав'яний покрив здебільшого бідний на види та розріджений, проте місцями багатий на весняні геофіти. У чагарниковому ярусі локально рясно трапляється падуб гостролистий, а також природне поновлення бука. Ближче до долин струмків на дещо багатших мінеральних вологих ґрунтах ростуть зірочникові дубово-грабові ліси, які тут характеризуються конвалією звичайною. У східній частині також вища частка соснових лісів, у трав'яному покриві яких домінує орляк звичайний. Значну частину соснових насаджень тим часом проріджено та підсаджено буком. Далі трапляються насадження дуба червоного, тополі, ялини та клена-явора.

Сильно звивиста річка Ротбах утворює північно-східну межу території. Природний низинний піщаний струмок має тут виражену

гідрологічну динаміку, обвали берегів, вири та стариці. Примітною є наявність міноги струмкової. Південні берегові ділянки на північному заході сильно витоптані. Берегова рослинність тут знищена. З південного заходу впадають декілька природних (наприклад, Бухенбах) та випрямлених струмків, а також канав. По берегах струмків трапляються залишки вільхових заплавних та чорновільхових лісів, а також вільхові насадження.

У середній течії Бухенбаху, в заболоченій, частково джерельній западині, зберігся цілісний, старий чорновільховий трясовинний ліс з великими запасами торфових мохів та осок. На східній околиці знаходиться невеликий реліктовий березово-чорновільховий трясовинний ліс з торфовими мохами, щучкою болотяною та куничником лучним [21].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для дослідження біорізноманіття на ділянках антропогенного походження було обрано два об’єкти: власне ділянка антропогенного походження – Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд (рис. 2.1), та контрольна територія – Гісфельдський ліс (рис. 2.2).

Ландшафтний парк був обраний у якості досліджуваної ділянки через свою історію відновлення та поєднання індустріальної культури з природою. Це ревіталізована територія колишнього металургійного заводу, яка і досі зазнає антропогенного впливу, бо знаходиться у густонаселеному районі міста і є громадським місцем для активного відпочинку [22].



Рисунок 2.1 – Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд (супутникова зйомка, масштаб: 1:5 000)

У парку часто проводяться фестивалі, ярмарки, спортивні заходи та зйомки фільмів. Окрім того, уся територія цілодобово відкрита для відвідування, можна підніматися на металеві конструкції доменної печі, заходити у ливарні цехи та інші структурні частини колишнього заводу.

Багато людей щодня вигулюють у парку своїх собак, ходять на прогулки з дітьми та займаються спортом. На відстані менше двохсот метрів проходить автомагістраль та залізнична колія.

Проте, на території активно відбувається озеленіння, висаджуються дерева та газони. Є і дика ділянка зеленої зони, на якій не відбувається втручання людини. У парку розташована біологічна станція, яка займається вивченням флори та фауни, а також розробкою та впровадженням концепцій збереження та розвитку відкритих просторів внутрішньої частини міста [23, 24].

Саме природна складова Ландшафтного парку стала основною для вибору його як ділянки дослідження. Вивчити, як минуле території та теперішній її стан впливають на біорізноманіття.

Гісфельдський ліс був обраний у якості контрольної ділянки через свою віддаленість від населених пунктів та великих джерел забруднення, таких як автомагістралі, виробництва тощо. Відстань до найближчої забудови становить близько 1,5 кілометрів.



Рисунок 2.2 – Гісфельдський ліс (супутникова зйомка, масштаб: 1:50 000)

Антропогенне навантаження на ліс створюють лише поодинокі місцеві жителі, що прогулюються з собаками або їздять на велосипедах. Проте це дозволено робити лише на спеціально створених тропах, тому на природну складову лісу вплив людської діяльності майже не створюється. Нагляд за лісом проводиться лише у вигляді контролю дотримання правил поводження та природоохоронного законодавства, без втручання в природне протікання процесів у біогеоценозах [20].

Для експериментальної частини дослідження були використані такі матеріали та обладнання:

- пластикові стаканчики 200 мл.;
- садова лопатка;
- пінцет;
- ємності для зібраного матеріалу;
- оцет 9%;
- вода;
- паперові рушники;
- лінійка;
- засоби фотофіксації.

Для збору ентомологічного матеріалу було використано найпоширеніший метод відлову ґрунтових безхребетних – пастка Барбера, за загальноприйнятою методикою. Було встановлено пластикові стаканчики, закопані у грунт так, щоб верхній край був на рівні землі. На 1/3 частини заповнені водно-оцтовим розчином для приваблення та фіксації комах [25, 26, 27].

Встановлення пасток проводилося у період весняного потепління, коли безхребетні починають свою активність. У день встановлення (06.03) спостерігалися такі погодні умови: сонячно; температура +16°; тиск 760 мм; вологість 33%; швидкість вітру 4 м/с; ймовірність опадів 0%.

Було обрано п’ять точок для розміщення пасток спочатку у парку, так як вибір місць обмежувався структурою парку (будівлі, доріжки, людні місця) (див. рис. 2.3). Основними критеріями вибору місця були: достатня глибина ґрунту для вкопування пастки, відносна непомітність для сторонніх людей, розвинені природні біоценози.

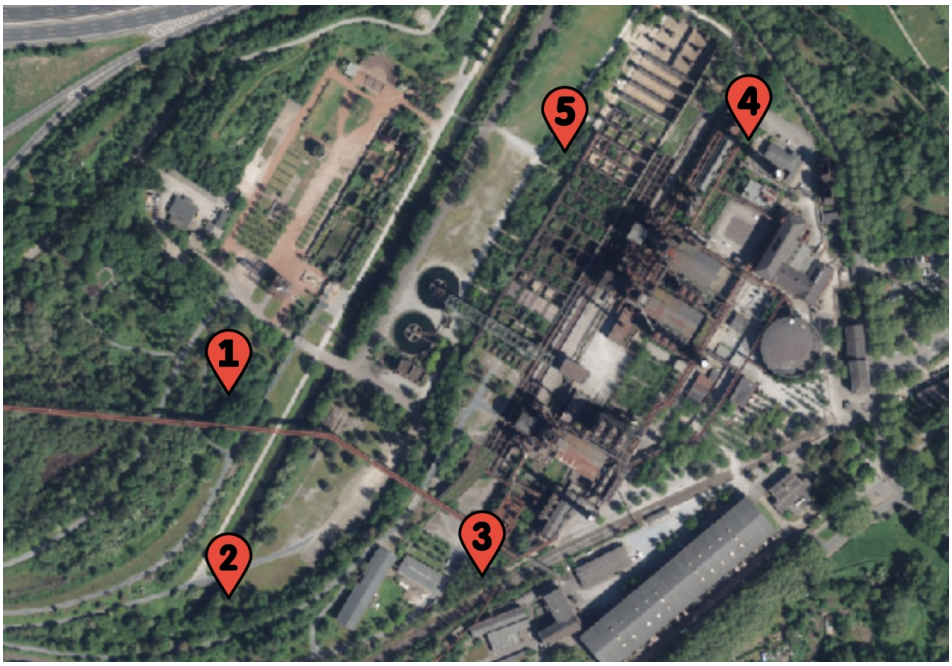


Рисунок 2.3 – Розташування точок дослідження на території Ландшафтного парку Дуйсбург-Норд

Для контролю були обрані точки у лісі, після встановлення пасток у парку (див. рис. 2.4). Щоб наблизити умови експерименту, контрольні точки встановлювались на відстані одна від одної, приближеної до відстані між пастками у парку. Окрім того, у лісі вони були встановлені так, щоб охопити приблизно таку саму площу, як і у парку.



Рисунок 2.4 – Розташування точок дослідження на території Гісфельдського лісу

Збір матеріалу з пасток проводився на третій, п’ятий та десятий день з дня встановлення.

Погодні умови:

День 3 (09.03):

Помірна хмарність; температура +17°; тиск 750 мм; вологість 38%; швидкість вітру 2 м/с; ймовірність опадів 0%.

День 5 (11.03):

Хмарно; температура +7°; тиск 746 мм; вологість 72%; швидкість вітру 4 м/с; ймовірність опадів 70%.

День 10 (16.03):

Сонячно; температура +10°; тиск 761 мм; вологість 42%; швидкість вітру 5 м/с; ймовірність опадів 0%.

За допомогою пінцету та допоміжних паличок збирали комах з пасток у ємності з паперовими рушниками для транспортування. Після чого, в лабораторних умовах, проводився підрахунок та фотофіксація зібраного матеріалу.

Для оцінки видового різноманіття та порівняння досліджуваної ділянки з контрольною було використано індекс Шеннона та індекс Жаккара [28, 29, 30].

Індекс Шеннона служить для оцінки біорізноманіття, вказує кількість та рівномірність видів. Розраховується за формулою:

$$H = -\sum \left(\frac{n}{N}\right) \ln\left(\frac{n}{N}\right)$$

де n – чисельність певного виду, N – загальна чисельність угруповання.

Індекс Жаккара розраховується для оцінки схожості двох угруповань за формулою:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

де a і b – кількість видів порівнювальних угруповань, c – кількість спільних видів.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження ділянки Ландшафтний парк (Landschaftspark Duisburg-Nord)

Під час дослідження у Ландшафтному парку було обрано п’ять точок для розміщення пасток так, щоб максимально охопити територію. У кожній з точок було встановлено по одній пасці Барбера. Загалом, під час дослідження вдалося зібрати 69 представників ґрунтових безхребетних з 17 різних видових класифікацій. Видовий склад та чисельність зібраного матеріалу у кожній з п’яти дослідних точок представлені у таблиці Додатку А.1.

На території парку зустрічається багато представників родини *Carabidae* (Latreille, 1802). Було виявлено 22 представника цієї родини, серед яких 13 – на стадії личинок. Найчисельнішим серед дорослих особин є вид Туруни великоокі (*Notiophilus biguttatus,* Farbicius, 1779), було виявлено 7 представників. І поодинокі представники видів Понтійський лейстус (*Leistus spinibarbis,* Farbicius, 1775) та Жук-стебловик (*Demetrias atricapillus,* Linnaeus, 1758). Жук-стебловик, в свою чергу, зустрічається у Німеччині доволі рідко, відомо лише декілька знахідок у Берліні, на сході Баварії та Бранденбургу [31].

Окрім цього зустрічається декілька видів павуків, представлених поодинокими особинами видів Карликовий павук (*Erigone atra,* Blackwall, 1833) та Червоний домовий павук (*Nesticodes rufipes,* Lukas, 1846), а також два представники виду Павука-вовка (*Trochosa ruricola,* De Geer, 1778). Багатоніжки також були виявлені поодинокими екземплярами видів Пахімерій залізистий (*Pachymerium ferrugineum,* Koch, 1835), Кам'яна багатоніжка (*Lithobius forficatus,* Linnaeus, 1758) та Ківсяки *(Julida* Leach, 1814) і Звичайна мокриця *(Porcellio scaber,* Latreille, 1804). Стафіліниди

представлені також однією особиною виду *Philonthus varians* (Paykull, 1789). Окрім них, було також виявлено двох Дощових хробаків *(Lumbricina,* Burmeister, 1837).

Найчисельнішим виявився клас Ногохвістки (*Collembola,* Lubbock, 1871), який налічує більше 30 особин. Серед видів, які вдалося визначити, можна виділити Оркесела мохната (*Orchesella villosa,* Linnaeus, 1767), Ентомобрія снігова (*Entomobrya nivalis,* Linnaeus, 1758) та родину *Sturmiidae* (Bretfeld, 1994). Деякі представники цього класу є біоіндикатором якості середовища, що є дуже гарним знаком для досліджуваної ділянки [32, 33].

На діаграмі (рис. 3.1) представлено кількість зібраного матеріалу у кожній з досліджуваних точок.

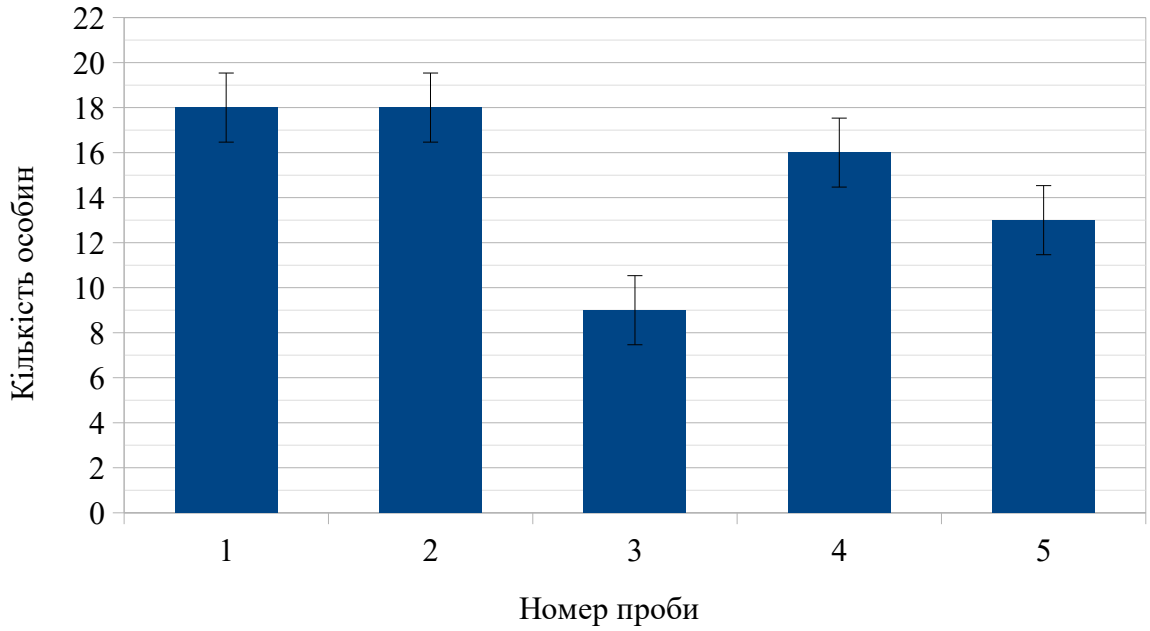


Рисунок 3.1 – Кількість зібраних представників безхребетних в залежності від точки збору (Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд)

Це допомагає нам зрозуміти, що у різних частинах парку створилися різні умови, які впливають на просторовий розподіл ґрунтових безхребетних.

3.2 Дослідження ділянки Гісфельдський ліс (Hiesfelder Wald)

Для порівняння характеристик біорізноманіття безхребетних, у якості контрольної ділянки була обрана територія Гісфельдського лісу, в різних частинах якого також встановили п’ять пасток Барбера. Загалом, під час дослідження вдалося зібрати 70 представників ґрунтових безхребетних з 15 різних видових класифікацій. Видовий склад та чисельність зібраного матеріалу у кожній з п’яти дослідних точок представлені у таблиці Додатку А.2.

На діаграмі (рис. 3.2) представлено кількість зібраного матеріалу у кожній з контрольних точок.

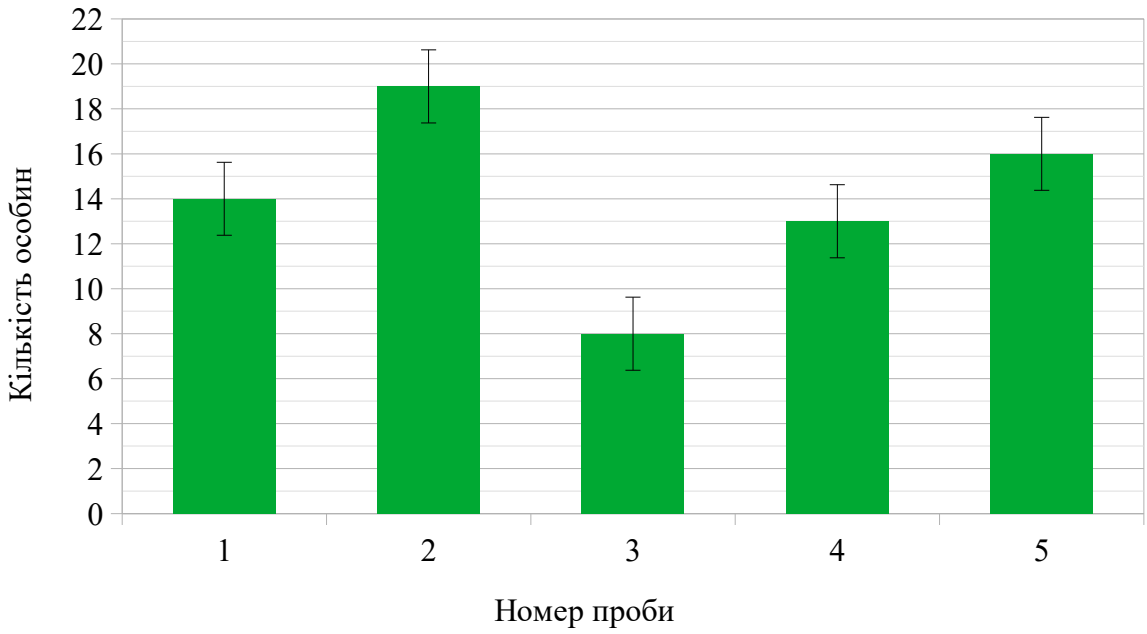


Рисунок 3.2 – Кількість зібраних представників безхребетних в залежності від точки збору (Гісфельдський ліс)

На території лісу, так само як і у парку, зустрічається багато представників родини *Carabidae*. Було виявлено 22 представника цієї родини, серед яких 9 – на стадії личинок. Найчисельнішим серед дорослих

особин виявився вид Чорний криворіг (*Loricera pilicornis,* Farbicius, 1775), було виявлено 9 представників. Жужелиця лісова *(Carabus nemoralis,* Müller, 1764) представлена у кількості 2 особин. Також були виявлені поодинокі представники видів Бігунчик двокрапковий *(Bembidion bipunctatum,* Linnaeus, 1758) та Туруни великоокі *(Notiophilus biguttatus).*

Зустрічається багато Ківсяків *(Julida)* та і Звичайних мокриць *(Porcellio scaber*) – 9 та 6 представників відповідно. Серед павукоподібних було виявлено Амауробіус віконний *(Amaurobius fenestralis,* Ström, 1768) – 3 особини, та Червоний домовий павук *(Nesticodes rufipes)* і Косарики *(Opiliones,* Sundevall, 1833) – по одній особині. Стафіліниди представлені також однією особиною виду *Rugilus orbiculatus* (Paykull, 1789). Найчисельнішим, так само як і у парку, виявився клас Ногохвістки (*Collembola*), який налічує 23 особини.

Окрім них в пастку потрапив Дощовий черв'як *(Lumbricina*) і, що не характерно для пасток Барбера, Червононога бороздниця (*Halictus rubicundus*, Christ, 1791) – вид потових бджіл.

Загалом, у лісі досить багате біорізноманіття з доволі вираженою різною просторовою насиченістю, що видно з діаграми рисунку 3.2. Це доводить, що Гісфельдський ліс дійсно може слугувати еталонною ділянкою для дослідження різноманітних біогеоценозів.

3.3 Порівняння результатів дослідження

За результатами дослідження можна помітити, що загальна кількість зібраних безхребетних є майже однаковою на обох територіях (69 особин у парку та 70 особин у лісі), що свідчить про порівняно близьку загальну щільність ґрунтових безхребетних на досліджуваних ділянках. Однак, спостерігаються також і відмінності у кількості видів. У Ландшафтному парку було ідентифіковано 17 різних видів, тоді як у Гісфельдському лісі – 15.

Однією з основних подібностей є висока чисельність представників родини Carabidae (жужелиці) на обох територіях (по 22 особини). Це свідчить про важливість цієї групи безхребетних як у природних, так і на ревіталізованих територіях. Але найчисельніші дорослі види жужелиць відрізнялися: у парку домінував Туруни великоокі (*Notiophilus biguttatus*), тоді як у лісі – Чорний криворіг (*Loricera pilicornis*).

Значні відмінності спостерігаються у видовому складі інших груп безхребетних. У Ландшафтному парку було виявлено рідкісний вид Жук-стебловик (*Demetrias atricapillus*), що може свідчити про формування специфічних біотопів на території парку, які є сприятливими для цього виду. Натомість, у Гісфельдському лісі були виявлені такі види, як Жужелиця лісова (*Carabus nemoralis*) та Бігунчик двокрапковий (*Bembidion bipunctatum*), які є характерними для лісових екосистем.

Клас Ногохвістки (*Collembola*) виявився найчисельнішою групою на обох досліджуваних ділянках, проте їхня кількість була вищою у Ландшафтному парку порівняно з Гісфельдським лісом.

На обох територіях були виявлені павуки, багатоніжки та мокриці, проте їхній видовий склад та чисельність відрізнялися. У лісі було виявлено Амауробіуса віконного (*Amaurobius fenestralis*) та Косариків (*Opiliones*), які

не були виявлені у парку. Унікальні для Ландшафтного парку виявилися види: Павук-вовк (*Trochosa ruricola*), Понтійський лейстус (*Leistus spinibarbis*), Пахімерій залізистий (*Pachymerium ferrugineum*) та Мурашиний клоп (*Himacerus mirmicoides*).

Просторовий розподіл безхребетних вказує на неоднорідність у межах кожної досліджуваної території, проте він виявився також схожим на обох ділянках.

Для порівняльної характеристики та оцінки біорізноманіття безхребетних, за результатами досліджень було вирахувано індекс Шеннона для кожної з ділянок.

Індекс Шеннона для біорізноманіття Ландшафтного парку (*Нп*) і для Гісфельдського лісу (*Нл*) дорівнюють:

$$Нп = 1.95$$
$$Нл = 2.135$$

На основі отриманих значень можна зробити висновок, що біорізноманіття безхребетних лісу і парку знаходяться в гарному стані. Адже індекси обох територій знаходяться в оптимальних межах 1.5–3.5, які зазвичай приймає індекс Шеннона [34, 35].

Індекс Жаккара, тобто індекс схожості між досліджуваними ділянками дорівнює:

$$J = 0.333$$

Це означає, що біорізноманіття Ландшафтного парку та Гісфельдського лісу подібні на 0.333, тобто доволі сильно відрізняються.

Отримані результати свідчать про досить вдалу ревіталізацію ділянки антропогенного походження. Видове різноманіття на ній є досить великим,

хоч і трохи відстає від природних показників. Мала подібність між досліджуваною та контрольною ділянкою за індексом Жаккара вказує на різну дію антропогенних, біотичних та абіотичних факторів, що впливає на формування біорізноманіття.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Правила поводження у лісі

Для забезпечення охорони праці та безпеки особистого життя і природних угруповань, під час польових досліджень необхідно дотримуватися правил поводження у лісі [20, 36, 37].

Перед походом до лісу необхідно:

- Повідомити друзів або близьких куди ви збираєтеся;
- Вивчити особливості та правила поводження на території, куди збираєтеся;
- Дізнатися прогноз погодних умов;
- Одягти яскравий зручний одяг та взуття;
- Взяти питну воду та їжу, засоби зв’язку, засоби першої медичної допомоги;

Під час походу до лісу:

- Запам’ятовувати орієнтири під час руху;
- Рухатися лише створеними людьми стежками;
- Не збирати та не вживати незнайомі, рідкісні, небезпечні рослини;
- Не смітити, не розводити вогнище;
- Не турбувати диких тварин;

Дотримання цих правил мінімізує ризики та забезпечує безпечне проведення польових досліджень, без негативного впливу на природу.

4.2 Правила поводження з комахами

Під час роботи з комахами необхідно дотримуватися обережності та певних правил для забезпечення власної безпеки та збереження дослідного матеріалу [38, 39].

Загальні правила поводження з комахами:

– Поводитися обережно та спокійно, уникати різких рухів.

– Не торкатися невідомих комах без захисних засобів, особливо яскраво забарвлених або тих, що виглядають агресивно.

– Для збору та транспортування комах використовувати сачки, пінцети, контейнери з кришками тощо, щоб мінімізувати ризики контакту зі шкірою.

– Вдягати захисний одяг з довгими рукавами, штани тощо, для захисту від укусів і подряпин.

– Не наближатися до гнізд агресивних комах (оси, бджоли, мурахи тощо).

– Після перебування на природі ретельно оглядати одяг і тіло на наявність кліщів.

Якщо уникнути укусу не вдалося, необхідно негайно вжити заходів першої допомоги:

– Якомога швидше припинити контакт з комахою, видалити жало (якщо воно є), промити місце укусу чистою водою.

– При появі симптомів алергічної реакції (ускладнення дихання, набряк, запаморочення, висипання), негайно звернутися за медичною допомогою.

4.3 Правила роботи за комп’ютером

Тривала або неправильна робота за комп’ютером може призвести до проблем зі здоров'ям та зниження продуктивності. Дотримання простих правил допоможе уникнути негативних наслідків [40, 41].

– Робоче місце повинно бути правильно організоване, ергономічне крісло та стіл, монітор на рівні очей, на відстані витягнутої руки, клавіатура та миша на рівні ліктів, зап'ястя прямі, добре освітлення.

– Необхідно контролювати час роботи, кожні 20-30 хвилин робити коротку перерву для очей, кожну годину робити розминку для розслаблення спини та рук, слідкувати за поставою.

Окрім того, необхідно дотримуватися правил захисту обладнання та даних:

– Не допускати потрапляння рідин та інших забруднень на комп'ютер.

– Забезпечити необхідну вентиляцію комп’ютера, щоб запобігти перегріванню.

– Використовувати надійні паролі для захисту особистих даних.

– Бути уважним при наданні особистих даних в інтернеті, не розкривати особисту інформацію на неперевірених сайтах, не відкривати підозрілих посилань.

– Регулярно оновлювати антивірусне програмне забезпечення та проводити перевірку комп'ютера.

– Регулярно зберігати та створювати резервну копію важливих даних і файлів.

ВИСНОВКИ

1. Проведено дослідження біорізноманіття ґрунтових безхребетних на ревіталізованій ділянці антропогенного походження – Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд. Виявлено схожу загальну щільність фауни та відмінності у видовому складі та різноманітті, у порівнянні з контрольною природною екосистемою Гісфельдського лісу.

2. Біорізноманіття безхребетних Ландшафтного парку характеризується як доволі різноманітне, із загальною чисельністю безхребетних 69 особин, що дуже подібно до Гісфельдського лісу, чисельність у якому становить 70 особин. Видове різноманіття за кількістю виявилося більшим у парку, було виявлено 17 різних видових класифікацій, порівняно з 15 у лісі. Також, родина Carabidae домінує в обох біотопах (по 22 особини), однак домінантні види відрізняються: Notiophilus biguttatus (7 особин) у парку та Loricera pilicornis (9 особин) у лісі. Індекс Шеннона у Гісфельдському лісі дорівнює 2.135, що значно вище ніж у Ландшафтному парку – 1.95, що вказує на більше видове різноманіття природних територій. Значні відмінності у видовому складі між двома досліджуваними ділянками підкреслює низький індекс Жаккара, який становить 0.333.

3. Результати дослідження підтверджують здатність біогеоценозів до відновлення на антропогенних ділянках. Ландшафтний парк Дуйсбург-Норд, як приклад успішної ревіталізації, демонструє формування власного різноманіття ґрунтових безхребетних. Різниця у видовому складі та показниках різноманіття, порівняно із контрольною ділянкою, свідчить про те, що процес відновлення промислових територій є складним і залежить від багатьох факторів, включаючи історію антропогенного впливу, методи ревіталізації, навколишні ландшафти та специфічні умови території, до яких адаптуються безхребетні. Проте, наявність значної кількості безхребетних

та видового різноманіття на ревіталізованій території підтверджує здатність природи до відновлення навіть на значно змінених людською діяльністю територіях. А також свідчить про можливість значного відновлення, навіть без повного виключення антропогенного впливу.

Подальші дослідження біорізноманіття на подібних об'єктах є важливими для оптимізації стратегій екологічної ревіталізації, збереження біорізноманіття та раціонального природокористування в умовах зростаючого антропогенного тиску.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ревіталізація міст – досвід європейського союзу для україни : навч. посіб. / О. А. Сич та ін. Львів : ЛНУ ім. Ів. Франка, 2023. 312 с.

2. Revitalization of industrial facilities: history, basic principles and methods / N. Biloshytska et al. *Spatial development*. 2023. No. 4. P. 76–94. URL: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.4.76-94

3. Revitalization. *Cambridge Dictionary, Translations & Thesaurus*. URL: https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/revitalization

4. Левченко О. В., Біркентале В. В. Ревіталізація: історія, досвід і перспективи просторового розвитку. *Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса*. 2020. Т. 2, № 12. С. 305–310.

5. Мицик В., Савченко О. Ревіталізація промислових споруд як метод інтенсивного розвитку міських територій. *Проблеми ревіталізації та гуманізації предметно-просторового середовища повоєнної України* : Матеріали Міжнар. наук. конф., м. Львів, 25 квіт. 2024 р. Львів, 2024. С. 255–257.

6. Zerbe S. Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2019. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-58650-1

7. Revitalization processes of changing geospatial in european cities. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*. 2019. No. 21. URL: https://doi.org/10.26565/1992-4259-2019-21-03

8. Brygadyrenko V. Optimizing of invertebrate animals in fauna of urban ecosystems in Dnipropetrovsk City. *Question of steppe forestry*. 2007. No. 11. P. 140–148.

9. Härdtle W. Anthropogene Veränderung und Gefährdung der Biodiversität. *Biodiversität, Ökosystemfunktionen und Naturschutz*. Berlin, Heidelberg, 2024. P. 81–223. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-68236-4_3

10. Urban Heat Island: Mechanisms, Implications, and Possible Remedies / P. E. Phelan et al. *Annual Review of Environment and Resources*. 2015. Vol. 40, no. 1. P. 285–307. URL: https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021155

11. Morley E. L., Jones G., Radford A. N. The importance of invertebrates when considering the impacts of anthropogenic noise. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*. 2014. Vol. 281, no. 1776. P. 20132683. URL: https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2683

12. Федорченко Д., Бригадиренко В. Особливості формування багатовидових угруповань підстилкових безхребетних тварин острова Хортиця (Запорізька область). *Biosystems diversity*. 2008. № 2. С. 178–185.

13. Autoren der Wikimedia-Projekte. Landschaftspark Duisburg-Nord – Wikipedia. *Wikipedia – Die freie Enzyklopädie*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Landschaftspark_Duisburg-Nord

14. Lipkowsky G. Landschaftspark Duisburg Nord, DE. *Latz + Partner, LandschaftsArchitekten Stadtplaner*. URL: https://www.latzundpartner.de/de/projekte/postindustrielle-landschaften/landschaftspark-duisburg-nord-de/

15. Chronik // Hintergrundwissen | Landschaftspark Duisburg-Nord. *Landschaftspark Duisburg-Nord*. URL: https://www.landschaftspark.de/hintergrundwissen/chronik/

16. Industrienatur. *Landschaftspark Duisburg-Nord*. URL: https://www.landschaftspark.de/hintergrundwissen/industrienatur/

17. Autoren der Wikimedia-Projekte. Hiesfelder Wald. *Wikipedia – Die freie Enzyklopädie*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Hiesfelder_Wald

18. Natura 2000. *Deutschlands Natur*. URL: https://www.ffh-gebiete.de/

19. Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. *Bundesamt für Naturschutz (BfN)*. URL: https://www.bfn.de/abkommen-richtlinie/fauna-flora-habitat-richtlinie-ffh-richtlinie-richtlinie-9243ewg-des-rates-vom

20. Naturrundweg Hiesfelder Wald : Beiheft 2 zu den Jahresberichten der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet c. V. / R. Fuchs et al. Oberhausen : BSWR, 2007. 76 p.

21. Naturschutzgebiet Hiesfelder Wald (OB-001). *Naturschutzgebiete und Nationalpark Eifel in NRW*. URL: https://nsg.naturschutzinformationen.nrw.de/nsg/de/fachinfo/gebiete/gesamt/OB_001

22. Autoren der Wikimedia-Projekte. Liste der Stadtteile und Stadtbezirke von Duisburg. *Wikipedia – Die freie Enzyklopädie*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Stadtteile_und_Stadtbezirke_von_Duisburg

23. Biologische Station // Landschaftspark Duisburg-Nord. *Landschaftspark Duisburg-Nord*. URL: https://www.landschaftspark.de/freizeitangebote/biologische-station/

24. Biologische Station Westliches Ruhrgebiet. *Biologische Station Westliches Ruhrgebiet e.V.* URL: https://www.bswr.de/

25. Корольов О. В. Конструкція, механізм дії та спосіб застосування спеціального пристрою для установлення ґрунтових пасток Барбера. *Екосистеми, їх оптимізація та охорона*. 2013. № 8. С. 123–129.

26. Вовк С. В., Євтушенко Г. О., Котєнєва І. С. Методичні вказівки до навчальної практики із зоології безхребетних. Старобільськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. 63 с.

27. Сіроус Л. Я., Васильєва Ю. В. Навчальна практика з ентомології : навч.-метод. посіб. Харків : ХНАУ, 2019. 124 с.

28. Грод І. М., Шевчик Л. Застосування інформативних індексів з метою оцінки біорізноманіття екосистем. *Інноваційні технології цифрової освіти у вищій та середній школі України та країн Євросоюзу*. 2020. № 5. С. 112–114.

29. Вагалюк Л. Біорізноманіття: екологічні аспекти : Метод. рек. Київ : НУБіП України, 2022. 38 с.

30. Jaccard P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturallles*. LAUSANNE, 1901. Vol. 37 : Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques. P. 547–579.

31. Kielhorn K.-H., Gebert J., Franz U. Ergänzungen zur Roten Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) von Berlin. *Märkische entomologische nachrichten*. 2014. Vol. 16, no. 2. P. 197–202.

32. Kim S. W., An Y.-J. Jumping behavior of the springtail Folsomia candida as a novel soil quality indicator in metal-contaminated soils. *Ecological indicators*. 2014. Vol. 38. P. 67–71.

33. Bellinger P., Christiansen K., Janssens F. Checklist of the Collembola of the World. URL: https://www.collembola.org/

34. Biodiversity index. *Pivil – Purdue Intelligent Visualization and Interaction Lab*. URL: https://va.tech.purdue.edu/vast2018/biodiversity.html

35. Кляченко О., Лісовий М., Кваско О. Основи біорізноманіття : підручник. Київ : НУБіП України, 2022. 300 с.

36. Правила поведінки в лісі. *Центральне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства*. URL: https://c.forest.gov.ua/informacija/pro-vidpochinok-u-lisi/pravila-povedinki-v-lisi.

37. Правила поведінки в лісі. *Навчально-методичний центр цивільного захисту та безпеки життєдіяльності*. URL: https://nmc.dsns.gov.ua/tr/dodatkovy-materyali/pravila-povedinki-v-lisi.

38. Основні правила домедичної допомоги при укусах комах. *Навчально-методичний центр цивільного захисту та безпеки життєдіяльності міста Києва*. URL: https://nmc.dsns.gov.ua/kyiv/pamyatki-z-cz-ta-bzhd/osnovni-pravila-domedichnoyi-dopomogi-pri-ukusah-komah.

39. Як варто діяти у разі укусу змії чи комахи?. *Міністерство охорони здоров'я України*. URL: https://moz.gov.ua/uk/jak-varto-dijati-u-razi-ukusu-zmii-chi-komahi.

40. Лідньов А. Охорона праці при роботі з комп'ютером / ПК. *Довідник спеціаліста з охорони праці*. URL: https://pro-op.com.ua/article/183-ohoron-prats-pri-robot-z-kompyuterom.

41. Санітарно-гігієнічні вимоги роботи на комп'ютері в навчальних закладах. *Львівська міська рада*. URL: https://city-adm.lviv.ua/news/science-and-health/medicine/219680-sanitarno-hihiienichni-vymohy-roboty-na-komp-iuteri-v-navchalnykh-zakladakh.

Додаток А

Таблиця А.1 – Результати дослідження на ділянці Ландшафтний парк

Вид	Номер проби															Сумарна чисельність
	1			2			3			4			5			
День дослідження	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10	
Ногохвістки *Collembola (Orchesella villosa; Entomobrya nivalis; Sturmiidae)*		3	1	2	1	2	2		2	6	1	2	8	1	4	30
Туруни (личинки) *(Carabidae)*	5	1		3	3	1										13
Туруни великоокі *(Notiophilus biguttatus)*	2		2	2						1						7
Мурахи *(Lasius emarginatus)*	1				1						1	1				4
Павук-вовк *(Trochosa ruricola)*	1										1					2
Дощові черви *(Lumbricina)*	1			1												2
Понтійський лейстус *(Leistus spinibarbis)*				1												1
Звичайна мокриця *(Porcellio scaber)*							1									1
Кам'яна багатоніжка *(Lithobius forficatus)*								1								1
Ківсяки *(Julida)*											1					1
Карликовий павук *(Erigone atra)*			1													1
Пахімерій залізистий *(Pachymerium ferrugineum)*										1						1
Жук-стебловик *(Demetrias atricapillus)*									1							1
Руда мирмика *(Myrmica rubra)*									1							1
Стафіліниди *(Philonthus varians)*									1							1
Мурашиний клоп *(Himacerus mirmicoides)*						1										1
Червоний домовий павук *(Nesticodes rufipes)*												1				1

Таблиця А.2 – Результати дослідження на ділянці Гісфельдський ліс

Вид	Номер проби															Сумарна чисельність
	1			2			3			4			5			
День дослідження	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10	
Ногохвістки *Collembola (Orchesella villosa; Entomobrya nivalis; Sturmiidae)*		1	1		9	5	1		5		1					23
Туруни (личинки) *(Carabidae)*			5	1									2		1	9
Ківсяки *(Julida)*		2		1						4			1	1		9
Чорний криворіг *(Loricera pilicornis)*					1	1		1					1	5		9
Звичайна мокриця *(Porcellio scaber)*		1								1	2	2				6
Амауробіус віконний *(Amaurobius fenestralis)*										1	1				1	3
Жужелиця лісова *(Carabus nemoralis)*	1	1														2
Кам'яна багатоніжка *(Lithobius forficatus)*		1												1		2
Туруни великоокі *(Notiophilus biguttatus)*		1														1
Дощові черви *(Lumbricina)*													1			1
Стафілініди *(Rugilus orbiculatus)*															1	1
Бігунчик двокрапковий *(Bembidion bipunctatum)*							1									1
Червононога бороздниця *(Halictus rubicundus)*					1											1
Червоний домовий павук *(Nesticodes rufipes)*											1					1
Косарики *(Opiliones)*														1		1