

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

**БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ҐРУНТУ СЕЛА БОРОЗЕНСЬКЕ
БЕРИСЛАВСЬКОГО РАЙОНУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Кваліфікаційна робота (проект)
На здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконала: здобувачка 4 курсу 05-416 групи
Спеціальності 101 Екологія
Освітньо-професійної програми «Екологія»
Михальченко Анастасія Ігорівна
Керівник: доцентка Сараненко І. І.
Рецензент експерт з екологічних і соціальних
питань ТОВ “ЕЖІС Україна, Зінченко М.О.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ БІОІНДИКАЦІЇ СТАНУ ҐРУНТІВ.....	5
1.1 Поняття, методи та значення біоіндикації ґрунтів	5
1.2 Характеристика територій дослідження	7
РОЗДІЛ 2.МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ.....	9
2.1 Опис пробних ділянок	9
2.2 Обґрунтування вибору біоіндикаторів.....	13
2.3 Оцінювання екологічного стану ґрунту.....	15
2.4 Рекомендації для покращення методів біоіндикації.....	22
ВИСНОВКИ.....	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26
ДОДАТКИ.....	29
Додаток А.....	30
.Додаток Б	32

ВСТУП

Актуальність теми: ґрунт є ключовим природним ресурсом, що визначає родючість земель і сільськогосподарське виробництво. Проте з часом ґрунти піддаються різким негативним впливам, таким як ерозія, забруднення та зміни клімату, що погіршує їх стан і продуктивність. Оцінювання стану ґрунтів за допомогою біоіндикації є важливим, для виявлення порушень екологічної рівноваги, що дозволяє вчасно вжити заходів для збереження та відновлювання родючості.

Біоіндикація, як метод оцінки стану ґрунтів за допомогою живих організмів, дає можливість виявити зміни в складі ґрунтів, що можуть бути наслідком забруднення або погіршення фізико – хімічних властивостей. Це дозволяє своєчасно реагувати на проблеми, пов'язані з деградацією ґрунтів, такими як засолення або зміна кислотності.

Особливо важливим є застосування біоіндикації в умовах змін клімату, які вже позначаються на аграрному секторі Херсонської області, зокрема на зменшенні опадів та підвищенні температури. Вивчення стану ґрунтів за допомогою біоіндикаторів дозволяє не лише своєчасно виявити ці зміни, але й розробити адаптаційні заходи для збереження родючості ґрунтів. Крім того, моніторинг стану ґрунтів за допомогою біоіндикації сприяє збереженню біорізноманіття, оскільки здорові ґрунти є основою для багатьох видів рослин і тварин.

Також пряме потрапляння снарядів та забруднення обгорілою військовою технікою повністю руйнує вже сформовану екосистему біоценозів. Усі снаряди, які розриваються, горіння неметалевих деталей військової

забруднюють ґрунти та воду важкими металами і токсичними елементами. Так більшість вже звільнених територій правого берегу Херсонської області на 50 відсотків постраждала від замінування, від

затоплення через руйнування Каховської ГЕС. Негативні наслідки спіткали всіх місцевих жителів, які проживали на береговій лінії від місця катастрофи на греблі.

Мета: проведення біоіндикації стану ґрунтів Борозенської сільської громади Бериславського району Херсонської області, визначення рівня їх забруднення та родючості, а також розробка рекомендацій для покращення їх стану.

Завдання:

1. Обґрунтування методики виконання роботи;
2. Проведення експериментального вирощування рослин-біоіндикаторів;
3. Встановлення зв'язку між станом рослин-біоіндикаторів та показниками якості ґрунту забруднюючих речовин, рН.
4. Аналіз якості та екологічної безпечності ґрунту.

Об'єкт дипломної роботи є ґрунти Борозенської сільської громади Бериславського району Херсонської області.

Предмет дипломної роботи екологічний стан ґрунту Борозенської сільської громади Бериславського району Херсонської області.

Методи виконання роботи: описовий, аналітичний, польових досліджень, біоіндикація.

Практичне значення отриманих результатів: полягає в тому, що результати біоіндикації дозволяють провести попереднє оцінювання екологічного стану ґрунтів, виявити їх забрудненість важкими металами, пестицидами та іншими токсичними речовинами. Також дослідження сприяє виявленню загроз деградації ґрунтів, таких як ерозія або засолення.

Кваліфікаційна робота обсягом 31 сторінок складається з 2 розділів, висновків, списку використаних джерел, 2 додатків; містить 5 рисунків, 7 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ БІОІНДИКАЦІЇ СТАНУ ҐРУНТІВ

1.1 Поняття, методи та значення біоіндикації

Біоіндикація – це метод оцінки стану навколишнього середовища за допомогою живих організмів. Ці організми можуть бути клітини, окремі організми, популяції або екосистеми. Завдяки їм можна оцінювати як абіотичні фактори такі як температура, вологість, кислотність, солоність, вміст забруднюючі так і біотичні (життєздатність організмів, їх популяцій і угруповань).

Методи біоіндикації – біоіндикації поділяються на два види: реєструвальна біоіндикація і біоіндикація за акумуляцією. Відповідно до цих методів розрізняють реєструвальні і накопичувальні індикатори. Реєструвальні індикатори реагують на зміни стану навколишнього середовища зміною чисельності, пошкодженням тканин, соматичними проявами (в тому числі повторюваність), зміною швидкості росту та іншими добре помітними ознаками. Накопичувальні індикатори концентрують забруднювальні речовини в своїх тканинах, певних органах і частинах тіла, які в подальшому використовуються для визначення ступеня забруднення навколишнього середовища за допомогою хімічного аналізу[1].

1. Індикаторні види – використовуються організми, чутливі до змін навколишнього середовища, які можуть сигналізувати про забруднення або екологічні зміни. Наприклад, водорості, мохи, лишайники або деякі види комах.

2. Біоіндекс – це система числових значень, що надається різним видам організмів або групам видів залежно від їх чутливості до забруднення. На основі таких індексів можна оцінити загальний стан екосистеми.

3. Динамічне спостереження – це моніторинг змін в організмах протягом певного періоду, що дозволяє фіксувати навіть незначні зміни в середовищі, які можуть не бути помітні за іншими методами.

5. Молекулярно-генетичні методи – сучасні методи аналізу, які дозволяють виявляти зміни на молекулярному рівні у організмів, що дозволяє більш точно оцінювати вплив забруднення на екосистему.

Значення біоіндикації – можна оцінити ступінь забруднення навколишнього середовища, здійснювати постійний контроль (моніторинг) його якості та змін. Головна мета біоіндикації — діагностика стану екосистем шляхом встановлення здатності організмів до адаптації у відповідних умовах довкілля.

1. Ефективний моніторинг екологічних змін – біоіндикація дозволяє виявляти екологічні проблеми на ранніх етапах, коли ще не з'явилися видимі ознаки забруднення або змін середовища.

2. Забезпечення охорони довкілля – виявлення змін, що впливають на біорізноманіття, дозволяє вчасно вжити заходів для збереження природних ресурсів та покращення екологічного стану.

3. Універсальність та доступність – це один із найбільш доступних методів екологічної оцінки, оскільки для нього не потрібно використовувати складні та дорогі технології, а самі індикаторні види є широко поширеними.

4. Можливість прогнозування – завдяки біоіндикації можна прогнозувати можливі екологічні зміни та забруднення, що дає змогу підготуватися до майбутніх екологічних загроз.[1]

1.2 Характеристика територій дослідження

Характеристика території дослідження Борозенської сільської громади Херсонської області:

1. Географічне розташування та природні умови – Борозенська сільська громада розташована в південній частині України, в Херсонській області, її межі охоплюють кілька населених пунктів, зокрема села та селища, що відрізняються розташуванням на рівнинній місцевості.
2. Природні ресурси громади включають лісосмути, водні ресурси, які використовуються для сільського господарства і забезпечення питної води. Ландшафт громади складається з степових територій та низовинних земель, де розташовані численні сільськогосподарські угіддя.
3. Соціально–економічна ситуація, основними економічними напрямками громади є сільське господарство, зокрема вирощування зернових, олійних культур, а також тваринництво.
4. Інфраструктура громади включає дороги, що сполучають її з іншими населеними пунктами області та забезпечують доступ до ринків. Крім того, в громаді є освітні установи, медичні заклади та інші об'єкти соціальної інфраструктури, які сприяють розвитку місцевої спільноти.
5. Біорізноманіття та екологічна ситуація, завдяки різноманітним природним умовам на території громади існує достатньо високе біорізноманіття, тут можна зустріти типові види рослин і тварин, характерні для степових і лісостепових зон.[16]

Територія Борозенської громади належить до степової природно–географічної зони, тож тут переважають чорноземи південні–це одні з найродючіших ґрунтів, які мають високий вміст гумусу (приблизно 3-4,5%) та добре зберігають вологу. Реакція рН у межах 6,5–7,2 це нейтральне або слабо кисле середовище, що сприяє гарному засвоєнню поживних речовин.

На картосхемі, поданій, нижче, зображено розташування села, Борозенське розміщене неподалік Каховського водосховища, що суттєво

впливає на рівень зволоження території, а також забезпечує можливість зрошення зрошення сільськогосподарських культур. Картосхема дозволяє візуалізувати ці особливості, а також обґрунтувати вибір пробних ділянок для проведення експерименту. Завдяки географічному аналізу можна простежити, як розташування населеного пункту впливає на екологічні показники (рис. 1.1).

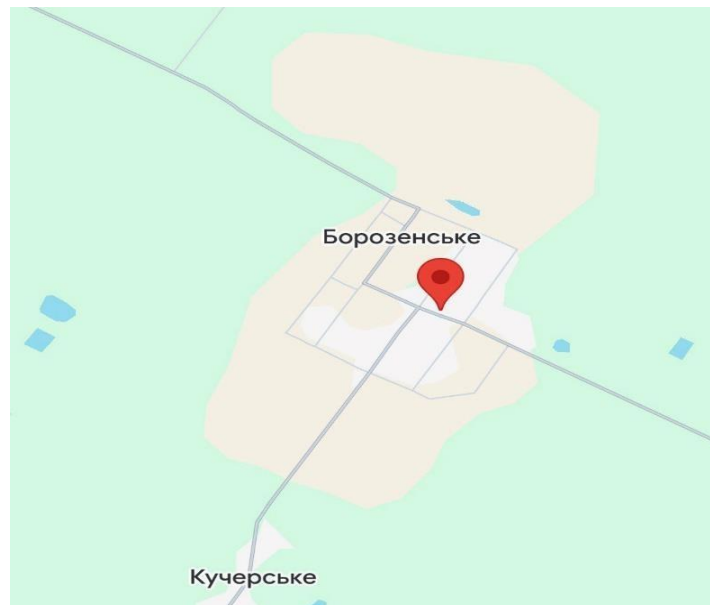


Рисунок 1.1 – Картосхема географічного розташування
с. Борозенське

1. Типи ґрунтів: чорноземи південні, каштанові ґрунти, солонцюваті і солончакові ґрунти;
2. Фізико-хімічні властивості: вміст гумусу 3,0-4,5%, рН слабо кислі до нейтральних (6,5-7,2);
3. Ерозійні процеси: на відкритих ділянках без лісосмуг і захисту поширена вітрова ерозія;

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Опис пробних ділянок

Пробна ділянка № 1

Дорога 4,6 – низька кислотність ґрунту, це свідчить про те, що рослини будуть погано розвивається при такому рівні кислотності. Оптимальна рН в межах 6–7, при рН нижче 5, деякі елементи живлення можуть ставати недоступними для рослин, що спричинює зниження росту. Також можуть бути порушення у засвоєнні кальцію та магнію, що негативно позначається на розвитку рослин.



Рисунок 2.2 – Траса, рН 4.6

с. Борозенське, Херсонська область.

1. Склад ґрунту – пробні ділянки можуть включати різні види ґрунту: супіщані, глинисті, або чорноземи з низьким рівнем рН. Такий тип ґрунту

може бути важким для вирощування деяких культу, зокрема овочів чи зернових.

2. Вплив на рослинні– кислі ґрунти можуть негативно впливати на рослини, обмежуючи доступність таких елементів, як кальцій магній, фосфор та інші. Це може призводити до погіршення росту, рослин, їх пожовтіння та низької врожайності.

3. Джерела забруднення – в залежності від розташування пробних ділянок, біля дороги може бути підвищена концентрація шкідливих елементів, таких як свинець, кадмій, через високу інтенсивність руху транспорту.

Пробна ділянка №2

Смітник – рН ґрунту 5.00, що дещо краще, але все ще менше, ніж при нейтральному рН, це свідчить про те, кислі ґрунти (рН 5), також обмежують розвиток рослин, особливо при високому рівні забруднення та присутності токсичних елементів. Зміни у рН також можуть впливати на рівень токсичних металів у ґрунті, таких як свинець або кадмій, що можуть зашкодити росту капусти.



Рисунок 2.3 – Сміттезвалище, рН
5.0 с. Борозенське, Херсонська
область.

1. Пробні ділянки із значенням рН 5.0 ґрунт є кислим, що може свідчити про вплив органічних і неорганічних відходів, а також про можливу витік важких металів чи інших забруднювачів.
2. Біологічні та екологічні наслідки – при рН 5.0 може спостерігатись низька біологічна активність через те, що багато видів рослин і мікроорганізмів не здатні існувати в таких умовах.

Пробна ділянка № 3

Присадибна ділянка рН 6.8 – є оптимальним для більшості рослин, включаючи капусту, що краще росте на нейтральних або слабко лужних ґрунтах, при цьому пісочні або глинисті ґрунти забезпечують більш сприятливі умови для засвоєння поживних елементів та води, що стимулює здоровий ріст рослин.

З урахуванням чутливості рослин до рівня рН ґрунту, найкращі умови для її розвитку забезпечуються на ґрунтах з рН близьким до нейтрального (6.8), оскільки це оптимальний рівень для поглинання поживних речовин.



Рисунок 2.4 – Присадибна ділянка, рН 6.8
с. Борозенське, Херсонська область.

Значення рН 6.8 є нейтральним для більшості сільськогосподарських культур, що є оптимальним для більшості рослин. Дана пробна ділянка обрана як умовна чиста територія (фонова) внаслідок раціонального використання та відсутності джерел забруднення.

Кислотність – одна з характерних властивостей ґрунту лісової зони. Підвищена кислотність негативно позначається на рості і розвитку ряду видів рослин. Це відбувається через появу в кислих ґрунтах шкідливих для рослин речовин, наприклад, розчинного алюмінію або надлишку марганцю. Вони порушують вугле–водний і білковий обмін в рослинах, затримують утворення генеративних органів і призводять до порушення насінневого розмноження, а іноді викликають загибель рослин [7].

Кислотність ґрунту:

1. Для більшості рослин оптимальним значенням кислотності ґрунту є 6,0 – 7,0;
2. В кислих ґрунтах (рН 4,0 – 5,5) залізо, алюміній і марганець досягають токсичного рівня концентрації. При цьому надходження у рослини фосфору, калію, сірки, кальцію та магнію значно ускладнюється;
3. Надмірно високий або низький рівень рН є токсичним для коренів рослин.



Рисунок 2.5 – Шкала pH [21]

<https://agrostory.com/uk/info-centr/fan/sposoby>

2.2 Обґрунтування вибору біоіндикаторів

За допомогою рослин можна проводити біоіндикацію всіх природних середовищ. Рослини – індикатори використовуються для оцінки механічного і кислотного складу ґрунтів, їх родючості, зволоження і засолення, ступеня мінералізації ґрунтових вод, забруднення атмосферного повітря газоподібними сполуками, а також при виявленні трофічних якостей водойм та ступеня їх забруднення.

Чутливі фітоіндикатори вказують на присутність забруднюючих речовин у повітрі або ґрунті ранніми морфологічними реакціями – зміною кольору листя, пошкодженням та в'яненням та осипанням листків. У багаторічних рослин забруднюючі речовини викликають зміни розмірів, форми, напрям росту побігів або зміною плодючості.

Існує також різновид рослин – біоіндикаторів, вони накопичують у своїх тканинах забруднюючі речовини, що утворюються за дії забруднюючих речовин, без помітних зовнішніх змін. При підвищенні порогу токсичності отруйних речовин змінюється швидкість росту [7].

Для даного досліджу ми обрали індикатори: капуста, редис, перець, як дуже чутливих до змін в кислому середовищі, є рН 4.6, рН 5.0, рН 6.8. дозволяє побачити вплив кислого ґрунту на розвиток рослини, зміни у кольорі, або деформацію листя та стебла.

Капуста білоголова (*Brassica*) – дворічна рослина родини хрестоцвітних (або капустяних), [1] не є стійкою до кислих ґрунтів, ідеальний рН для капусти складає 6,0–7,5, віддає перевагу слабкокислим або нейтральним ґрунтам.

На кислих ґрунтах, за дослідженням спостерігаються наступні дефекти рослини: погіршення засвоєння поживних речовин, на кислих ґрунтах капуста погано засвоює основні поживні елементи, такі як кальцій, магній і фосфор, це призводить до розвитку поживних дефіцитів, таких як

недостатність кальцію, що може скоріш за всього спричинити гниття коренів або некроз листя; підвищення кислотності ґрунту, при зниженні рН до значень менше 5,5, капуста може стати вразливою до захворювань.

Редис (*Raphanussativus* var. *radicula* Pers.) – однорічна або дворічна коренеплідна городня рослина з родини хрестоцвітих [2]. Має короткий вегетативний період, що є дуже зручним для таких досліджень. Також є чутливим до зміни рН ґрунту, ідеальний рівень рН для його вирощування знаходиться в межах 6,0–7,0, тобто в нейтральному або слабкокислому середовищі так само як і капуста. Однак, при зниженні рН (кисліших ґрунтах, менше 6,0) редис може зазнавати таких негативних ефектів:

1. Знижена засвоюваність поживних елементів, на кислих ґрунтах можуть знижуватися доступність таких елементів, як кальцій, магній, фосфор і калій, що негативно позначається на розвитку коренеплідів.
2. Погіршення росту коренеплідів, редис має поверхневу кореневу систему, тому будь-які зміни в складі ґрунту або рН впливають на його ріст і розвиток. На кислих ґрунтах часто спостерігається погіршення росту коренів, їх спотворення або недостатній розвиток.
3. Підвищення токсичності, на дуже кислих ґрунтах можуть збільшуватися концентрації шкідливих металів, таких як алюміній та марганець, які є токсичними для редису, що веде до зниження росту рослини і зменшення врожаю кількістю опадів.

Перець стручковий звичайний (*Capsicum annuum* L.), також солодкий перець, паприка, болгарський перець – напівчагарникова рослина родини пасльонових, поширена овочева культура.

Якщо земля занадто кисла, він починає гірше рости, листя може жовтіти, плоди – дрібні, нерівні, і врожай загалом слабкий, в такому ґрунті коріння гніє швидше, бо кислотність ґрунту викликає грибки, бактерії, хвороби. У нормі перець добре почувається в ґрунті з нейтральною або слабо кислою реакцією – це рН 6.0–6.8.

2.3 Оцінювання екологічного стану ґрунту

Щоб оцінити, наскільки чистий або забруднений ґрунт на різних ділянках території Борозенської громади, був проведений дослід – пророщування паростків. Це один із способів перевірити якість ґрунту, якщо насіння добре проростає, та рослини виглядають здоровими це свідчить, що ґрунт в нормі. Якщо ж ріст слабкий або паростки деформовані – ґрунт може бути забруднений або виснажений.

Для дослідів обрано три культури: капуста білоголова, редис сортовий, перець стручковий звичайний. Використано по 15 насінин, які висаджені в ґрунт. Протягом одного місяця насіння проросло з такими показниками паростків:

1. На ґрунті з присадибної ділянки рослині паростки здорові, рівні, зелені.
2. Біля дороги ситуація найгірша, частина рослин викривлені, мляві та з деформованими листками.
3. На сміттєзвалищі деякі паростки мали жовтуватий колір і також деформацію листків.

Оцінка екологічного стану ґрунту – це визначення відповідності протікання процесів у досліджуваних ґрунтах відповідним їх природним аналогам, що дозволяє виявити допустиме значення того чи іншого агротехнічного чинника, встановленого за критерієм відповідності нормального функціонування природних екосистем [17].

На території переважають темно – каштанові ґрунти, які завдяки своїм фізико – хімічним властивостям мають високу здатність поглинати та затримувати важкі метали у фіксованому стані. Проте такі ознаки протидії забрудненню важкими металами характерні для зональних природних ґрунтів, які збереглися у приміських та паркових зонах міста [20].

Деградація ґрунту – поступове та стійке погіршення властивостей ґрунту як середовища існування біоти, зумовлене зміною умов ґрунтоутворення, внаслідок впливу природних чинників (наприклад, наступ лісів чи сухих степів на чорноземі) або господарської діяльності людини, що супроводжується зменшенням умісту гумусу, руйнуванням структури ґрунту та зниженням його родючості [5].

Оцінка екологічного стану ґрунту за допомогою рН метра – це інструмент для перевірки ґрунту на кислотне середовище, для розуміння чи підходить ґрунт для пророщування рослин, що впливає на поживні речовини для розвитку рослин.

Першим пробним ґрунтом був біля траси, який складає рН 4.6, що вказує на те що ґрунт є кислим і зазвичай вони не підходять для більшості рослинних культур. В таких ґрунтах можуть виникати проблеми з поживними речовинами, таких як кальцій, магній та фосфор. Підвищена кислотність може призвести до накопичення токсичних металів такі як алюміній.

Другий пробний ґрунт був на сміттєзвалищі, який складає рН 5.0, що вказує на помірно кислий ґрунт. Такий ґрунт може підходити для деяких рослин, таких як бобові, які можуть добре рости в умовах помірної кислотності.

Третій пробний ґрунт взято на присадибній ділянці, який складає рН 6.8 це є нейтральний, або слабо лужний ґрунт, що дуже сприятливий для більшості рослин. В такому ґрунті усі основні поживні речовини які доступні рослинам, також такий ґрунт підтримує хорошу активність корисних мікроорганізмів.

Загальний висновок:

рН 4.6 — це дуже кислий ґрунт, який потребує коригування через вапнування, щоб зробити його більш підходящим для більшості сільськогосподарських культур.

pH 5.0 — помірно кислий ґрунт, який також можна коригувати для покращення умов для росту рослин.

pH 6.8 — нейтральний ґрунт, що є ідеальним для багатьох культур і не потребує коригування.

Для того щоб визначити екологічну якість зразків ґрунту з трьох пробних ділянок за допомогою біондикаційного методу, обрано насіння редиски та капусти, як біоіндикатори. Ґрунти Херсонської області відносяться до мало гумусованих, середньородючих, тому, для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських культур необхідно використання органічних та мінеральних добрив, до складу яких входить велика кількість мікроелементів та важких металів.(табл. 2.2–2.7)

Фітотоксичний ефект (ФЕ,%) визначають у відсотках до довжини кореневої системи за формулою 2.1.

$$\text{ФЕ} = \frac{L_0 - L_x}{L_0} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де L_0 – середня довжина кореня рослини, вирощеної на контрольному середовищі; L_x – середня довжина кореня рослини, вирощеної під впливом токсичного фактору. Оцінку токсичності субстратів проводять за п'ятибальною шкалою (табл. 2.1)[25].

Таблиця 2.1

Шкала рівнів токсичності ґрунтів (Джура та ін., 2006)

Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект),%	Рівень токсичності
0–20	Відсутність або слабкий рівень.
20,1–40	Середній рівень.
40,1 – 60	Вище середнього рівня.
60,1–80	Високий рівень.
80,1–100	Максимальний рівень.

Таблиця 2.2

Розмір паростків пророщеного насіння капусти білоголової

№	Пробна ділянка	pH	Розмір паростків см															Середнє значення	Фітотоксичний ефект, %
1	Дорога	4.6	3,5	4,7	4,6	3,0	5,4	3,1	4,3	4,1	3,0	4,0	3,8	4,2	3,6	3,9	4,6	3,99±0,66	36,1 середній
2	Сміттєзвалище	5.0	5,0	4,5	4,5	4,6	5,3	5,1	4,3	5,4	5,3	5,0	4,7	5,2	5,0	4,8	5,1	4,92±0,32	21,2 середній
3	Присадибна ділянка	6.8	6,8	4,0	6,5	7,0	5,5	6,0	6,5	6,6	6,7	6,8	5,8	6,3	6,1	6,4	6,6	6,24±0,72	0,0

Таблиця 2.3

Розмір корінців пророщеного насіння капусти білоголової

№	Пробна ділянка	pH	Розмір корінців см															Середнє значення	Фітотоксичний ефект, %
1	Дорога	4.6	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,50±0,50	18,2 слабкий
2	Сміттєзвалище	5.0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,50±0,50	18,2 слабкий
3	Присадибна ділянка	6.8	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,83±0,55	0,0

Таблиця 2.4

Розмір паростків пророщеного насіння редису сортового

№	Пробна ділянка	pH	Розмір паростків см															Середнє значення	Фітотоксичний ефект, %
1	Дорога	4.6	3,0	1,8	2,5	3,1	3,0	3,0	2,0	4,0	3,0	3,1	4,2	3,8	4,3	3,7	3,0	3,30±0,84	13,6 слабкий
2	Сміттєзвалище	5.0	2,5	3,0	3,3	4,5	2,8	3,0	4,0	3,0	2,0	3,0	4,0	2,3	2,3	2,4	2,0	2,94±0,73	23,0 середній
3	Присадибна ділянка	6.8	4,0	3,0	5,0	3,6	4,0	5,0	3,0	4,0	5	4,9	3,7	4,3	3,6	3,8	3,4	3,82±0,78	0,0

Таблиця 2.5

Розмір корінців пророщеного насіння редису сортового

№	Пробна ділянка	pH	Розмір корінців см															Середнє значення	Фітотоксичний ефект, %
1	Дорога	4.6	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,33±0,49	36,8 середній
2	Сміттєзвалище	5.0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,60±0,51	31,9 середній
3	Присадибна ділянка	6.8	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,67±0,49	0,0

Таблиця 2.6

Розмір паростків пророщеного насіння перець стручковий звичайний

№	Пробна ділянка	pH	Розмір паростків см															Середнє значення	Фітотоксичний ефект, %
1	Дорога	4.6	2,0	1,8	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,8	2,0	2,0	1,8	2,0	1,73±0,38	22,0 середній
2	Сміттєзвалище	5.0	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	1,5	2,5	2,0	2,00±0,63	31,5 середній
3	Присадибна ділянка	6.8	3,2	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	4,0	2,0	3,5	2,5	3,0	2,8	2,7	3,0	2,84±0,43	0,0

Таблиця 2.7

Розмір корінців пророщеного насіння перець стручковий звичайний

№	Пробна ділянка	pH	Розмір паростків см															Середнє значення	Фітотоксичний ефект, %
1	Дорога	4.6	2,0	1,8	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,8	1,5	2,1	1,8	1,59±0,44	27,7 середній
2	Сміттєзвалище	5.0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	5,0	3,0	1,0	2,0	2,0	1,87±0,64	34,2 середній
3	Присадибна ділянка	6.8	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	2,0	5,0	2,0	8,0	3,0	5,0	3,0	2,72±0,6	0,0

Середнє арифметичне значення використовується для оцінки загальної тенденції росту рослин у межах кожної пробної ділянки. Воно дає змогу зручно порівнювати результати між різними варіантами дослідження та виявити вплив певних чинників у даному випадку – рівня забруднення та кислотності ґрунту на розвиток рослин.

У ході експерименту визначено середню довжину паростків для кожної з трьох досліджуваних ділянок. Згідно з отриманими результатами, найвищий показник середнього росту спостерігався на контрольній ділянці (присадибна ділянка) – нейтральне значення рН6.8, та відсутність впливу токсичних речовин. Найменше середнє значення зафіксовано на ділянці, розташованій поблизу автомобільної дороги з рН4,6, зниження показників свідчить про вплив факторів техногенного походження. Зокрема викидів автомобільного транспорту, які можуть містити важкі метали, оксиди азоту та інші токсичні речовини. Дещо нижчі показники спостерігалися на ділянці, розташованій поруч із сміттєзвалищем, пригнічення розвитку паростків, що ймовірно, обумовлене високим рівнем токсичності субстрату та значно кислим середовищем рН 5.0.

За результатами оцінювання, рівень пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект) на всіх ділянках для насіння редису, капусти і перцю – середній. Нерівномірність розвитку до забруднення проявили насіння редису сортового (пригнічення кореневої системи) та капусти білоголової (пригнічення паростків), що свідчить про здатність паростків редису і корінців капусти накопичувати шкідливі речовини. Перець стручковий звичайний проявив властивості рослини – індикатора.

За даним дослідженням можна зробити такі висновки: на основі отриманих результатів ми зрозуміли, що ріст паростків капусти та редису залежить від рівня кислотності ґрунту рН, та екологічного стану досліджуваної ділянки. Найкращі показники паростків зафіксовані на ґрунтах із нейтральним рН це 6.5 – 6.8, а на таких ділянках де спостерігалось рН 5.0 та 4,6 забруднених антропогенними чинниками, на сміттєзвалищі та біля дороги, рослини мали менш продуктивну схожість.

2.4 Рекомендації для покращення методів біоіндикації

Біоіндикація – це метод для оцінки стану навколишнього середовища, адже за допомогою живих організмів можна дізнатися про вплив забруднювачів на природу. Важливо використовувати різні організми, які по-різному реагують на зміни в середовищі, це можуть бути рослини, гриби, водорості. Також варто звертати увагу на види з різною чутливістю до забруднень, щоб виявити навіть дрібні зміни в середовищі.

Екологічна оцінка стану ґрунтів складається з біологічного моніторингу – контролю стану навколишнього природного середовища за допомогою живих організмів, біодіагностики – виявлення причин зміни стану середовища за допомогою видів – індикаторів, яка включає в себе біоіндикацію та біотестування.

Перевагою біоіндикації стану довкілля є те, що вона дає змогу визначити сумісну біологічну активність впливу фізико – хімічних факторів на природне середовище. Інтегральна оцінка, зроблена методами біоіндикації, є досить об'єктивною, оскільки враховує і вплив невідомих забруднювачів, які неможливо визначити фізико – хімічними методами.

Під час проведення екологічних досліджень ґрунту використовують два види екологічних стандартів. Перший – це природний стандарт, який відповідає цілинним, непорушеним ґрунтам. Другий – антропогенний екологічний стандарт, який сформувався за довготривалого впливу будь-якої діяльності людини. Для агроєкосистеми за такий стандарт приймають контрольні варіанти (ділянки), які зазнають тривалого систематичного антропогенного впливу. Мікроорганізми ґрунту є чутливим індикатором середовища існування. Вони реагують на найменші зміни, що відбуваються у ґрунті за дії чинників різної природи і походження, тоді як на рівні вищих організмів (наприклад, рослини) такі зміни проявляються значно пізніше. Власне мікробіота, її таксономічна і функціональна структура, біологічна

активність можуть виступати як екологічні й біохімічні індикатори дії різних антропогенних чинників та зміни ґрунтово – кліматичних умов.

Показано, що активність ґрунтових ферментів може виступати додатковим діагностичним показником родючості ґрунту, чутливим індикатором для оцінки рівня деградації ґрунту у природних екосистемах. Ферментативний потенціал ґрунтів залежить від життєдіяльності ґрунтової біоти, складу мікробіологічних угруповань, тому будь-які зміни мікробіоценозу відображаються на ферментативній активності. [13]

Рекомендації для покращення методів біоіндикації:

1. Розширення ґрунтових біоіндикаторів – кількість організмів - індикаторів, які чутливо реагують на зміни якості ґрунту такі як дощові черви, які використовуються у біоіндикації.
2. Використання сучасних методів польового аналізу – рекомендується впровадження автоматизованих пристроїв для моніторингу ґрунту вологість, температура, рН.
3. Регулярність біоіндикаційного моніторингу – запровадження щорічного або сезонного моніторингу на одних і тих самих ділянках дозволить виявити динаміку змін у ґрунтовій екосистемі.
4. Зосередити увагу на проблемних та небезпечних територіях – виділити території, де спостерігається виснаження ґрунту або зниження біологічної активності, для таких зон варто розробити індивідуальні заходи з відновлення ґрунтової родючості.
5. Створення централізованого джерела бази даних про стан ґрунтів – систематизувати результати дослідження у вигляд цифрової бази або геоінформаційної карти.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження здійснено оцінку біоіндикаційного стану ґрунтів на території Борозенської сільської громади, відібрано три проби ґрунту, біля дороги, сміттєзвалища та присадибної ділянки, отримані результати показали, що рівень кислотності ґрунтів значно варіюється залежно від місця відбору проб. Коливання рН можуть бути наслідком забруднення господарської діяльності, накопичення відходів, впливу транспорту та інших чинників, що знижують природну родючість ґрунту та негативно впливають на стан місцевих екосистем.

1. Для оцінки стану ґрунту використана методика біоіндикації з використанням пророщування насіння, яка дозволяє визначити рівень забруднення за фізіологічними показниками рослин.

2. Перед початком проведення експериментального пророщування визначено рН ґрунту. Найбільш кислий зафіксований біля дороги, що становив рН 4.6 – це свідчить про сильне закислення, спричинене впливом транспортних викидів та накопичення важких металів, такий стан ґрунту може спричинити погіршення фізико – хімічних властивостей, зниження біорізноманіття ґрунтових організмів. На сміттєзвалищі рН 5.0, що також є показником кислого середовища – це може бути наслідком розкладу твердих побутових відходів, потрапляння шкідливих речовин та органічних відходів і різноманітних хімічних речовин у ґрунт, подальше забруднення без відповідної утилізації може призвести до деградації екосистеми. Найбільш сприятливі умови зафіксовані на присадибній ділянці, де рН 6.8 – це свідчить про мінімальний техногенний вплив та раціональне господарське використання ґрунту, є нейтральним показником і свідчить про кращу якість ґрунту, придатного для вирощування сільськогосподарських культур.

3. Для підтвердження біоіндикаційної оцінки проведено експеримент із висаджуванням чутливих культур: капусти, перцю та редису. Спостереження за ростом і розвитком рослин, підтвердили результати аналізу: найкращі

морфологічні показники зафіксовані на зразках із ґрунтом, що мав нейтральну кислотність, тоді як у зонах з підвищеною кислотністю ріст рослин був значно уповільнений, із візуальними ознаками пригнічення. Найкращі результати росту та розвитку цих культур спостерігалися на пробі з ґрунтом вибрані з присадибної ділянки, це ще раз підтверджує кращу якість і відсутність токсичних речовин. У той час, як на ґрунтах з підвищеною кислотністю ріст рослин був помітно пригнічений, спостерігались деформація листків та загальмований розвиток.

4. Аналіз якості та екологічної безпечності ґрунту показав середній фітотоксичний ефект всіх ділянок для насіння редису, капусти і перцю. Нерівномірність розвитку до забруднення проявили редис сортовий (пригнічення кореневої системи) та капуста білоголова (пригнічення паростків), тобто паростки редису і корінці капусти здатні накопичувати шкідливі речовини. Перець стручковий звичайний проявив властивості рослини – індикатора.

Отже, результати дослідження підкреслюють доцільність використання біоіндикаторних методів для оцінки стану ґрунтів, вони дозволяють не лише фіксувати зміни у хімічних показниках, а оцінювати їхній вплив на живі організми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Вікіпедія. URL <https://uk.wikipedia.org/wiki>
2. Вікіпедія. URL <https://uk.wikipedia.org/wiki>
3. Екологічні аспекти впливу військових дій на компоненти довкілля херсонської області та плани післявоєнного відновлення територій.
URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/8868> (дата звернення 15.03.2025)
4. Екологія право людини. URL: <https://epl.org.ua> (дата звернення 12.03.2025)
5. «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального» збірник наукових праць охорона ґрунтів //Офіційний сайт. URL: <https://www.iogu.gov.ua> .
6. Аналіз еколого – агрохімічного стану ґрунтів Херсонської області //Офіційний сайт. URL: <https://abbsl.osau.edu.ua>
7. Біоіндикація довкілля. Методичні вказівки //Офіційний сайт. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/42220/1/MV_BIOIN_DYKATSIYA%20dOVKILLYA_101_23.pdf (дата звернення 15.03.2025)
8. Екологічна оцінка стану ґрунтів біоіндикаційними методами за впливу тваринницьких господарств //Офіційний сайт. URL: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua>. (дата звернення 12.03.2025)
9. Європейське товариство з охорони ґрунтів (EuropeanSocietyforSoilConservation, ESSC): //Офіційний сайт. URL: <https://www.soilconservation.eu>
10. Збірник наукових праць охорона ґрунтів //Офіційний сайт. URL: <https://www.iogu.gov.ua>
11. Міжнародний союз ґрунтознавців (InternationalUnionofSoilSciences, IUSS): //Офіційний сайт. URL: <https://www.iuss.org/>
12. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. //Офіційний сайт. URL: <https://mepr.gov.ua>.

13. Науковий вісник Ужгородського університету. Біоіндикація і біотестування ґрунтів – сучасні методичні підходи//Офіційний сайт. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/>
14. Наукові записки. Біоіндикаційні методи для потреб системного аналізу якості довкілля //Офіційний сайт. URL: <https://irbis-nbuv.gov.ua>
15. Національна бібліотека України. Офіційний сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> .(дата звернення 15.03.2025)
16. Офіційний сайт <https://borozenska-gromada.gov.ua/>
17. Оцінка рівня забруднення ґрунту важкими металами в межах міської системи (на прикладі м. Херсон) //Офіційний сайт. URL: <file:///C:/Users/morty/Downloads/549-1090-1-SM.pdf>
18. Паспорт громади: документ, що містить детальну інформацію про громаду, включаючи її площу, населення, адміністративний поділ та інші важливі дані. //Офіційний сайт. URL: <https://borozenska-gromada.gov.ua>.
19. Система стандартів з екології. Біоіндикація стану довкілля: нормативний документ, що регламентує методи біоіндикації стану довкілля в Україні. //Офіційний сайт. URL: <https://smic.in.ua/index>.
20. Сучасні методичні підходи до оцінювання екологічного стану ґрунту за активністю мікробіоценозу. //Офіційний сайт. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua>
21. Agrostory.URL: <https://agrostory.com/uk/info-centr/fan/sposoby>
22. Вікіпедія.URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>(дата звернення 15.03.2025)
23. Методичні рекомендації. «Лісовідновлення та лісорозведення» . //Офіційний сайт. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/>(дата звернення 15.03.2025)
24. Методичні рекомендації. «Біоіндикація і біотестування забруднених територій»./Офіційний сайт. URL https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/2020/1_i.pdf
25. Методичні рекомендації. біоіндикація. //Офіційний сайт. URL <https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile>

ДОДАТКИ

Додаток А

Рис.А.1–Місце відбору проб ґрунту, дорога



Рис.А.2–Місце відбору проб ґрунту, сміттєзвалище



Рис.А.3 – Місце відбору проб ґрунту, присадибна ділянка

продовження додатку А



Рис.А.4–Сорт капусти



Рис.А.5–Сорт редиски



Рис.А.6–Сорт перцю

Додаток Б



Рис.Б.1–Пророщування біоіндикаторів (капусти)



Рис. Б.2–Пророщування біоіндикаторів (капусти)



Рис. Б.3–Пророщування біоіндикаторів (редис)

продовження додатку Б



Рис.Б.4–Пророщування біоіндикаторів (редис)



Рис.Б.5– Пророщування біоіндикаторів (перець)



Рис.Б.6– Пророщування біоіндикаторів (перець)