

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему: МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ  
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1019

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми «Екологія та охорона  
навколишнього середовища»

Кривко О.О.

Керівник доцент, доцент, к.с.г.н. Притула Н.М.

Рецензент професор, д.б.н. Рильський О.Ф.

Запоріжжя – 2020

# ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона  
навколишнього середовища

## ЗАТВЕРДЖУЮ

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

О.Ф. Рильський

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Кривко Ольга Олександрівна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи

Моніторинг екологічного стану ґрунтів запорізької області.

керівник роботи

Притула Наталія Михайлівна доц к.с.г.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ЗНУ від « 13 » липня 2020 р. № 1027-с

2. Строк подання студентом роботи «1» грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи матеріали експериментальних досліджень;  
особисті спостереження; літературні посилання на  
авторів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): ознайомити з екологічним станом ґрунтів м. Запоріжжя та Запорізької області; розглянути рівень родючості ґрунтів Запорізької області; встановити ступінь деградації та забруднення ґрунтів; визначити основні чинники антропогенного впливу на земельні ресурси; за отриманими даними встановити фітотоксичність досліджуваних ґрунтів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 9 таблиць, 12 рисунків

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по-батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Дударєва Галина Федорівна		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	вересень – листопад 2020	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	жовтень – листопад 2020	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	жовтень – листопад 2019	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи.	жовтень листопад, , грудень 2019	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	листопад – грудень 2020	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	листопад 2020	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	грудень 2020	Виконано

Студентка

О.О. Кривко

Керівник роботи

Н.М. Притула

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

Н.М. Притула

## РЕФЕРАТ

В роботі 90 сторінок, 9 таблиць, 12 рисунків, було використано 62 літературних джерел, із них 7 іноземною мовою.

Об'єктом дослідження є процес моніторингу екологічного стану ґрунтів. Предметом дослідження є ґрунти з різним станом антропогенного навантаження.

Методи досліджень описовий, порівняльний, метод статистичної оцінки результатів, відбору проб ґрунту та його підготовка для «ростового тесту», оцінки токсичності ґрунтів із використанням «ростового тесту», метод водної витяжки з ґрунту.

Метою кваліфікаційної роботи є: визначення теоретичних та практичних аспектів моніторингу екологічного стану ґрунтів Запорізької області.

Теоретично та експериментально визначено: ступінь деградації та забруднення ґрунтів, рівень родючості ґрунтів Запорізької області, екологічним станом ґрунтів м. Запоріжжя та Запорізької області, основні чинники антропогенного впливу на земельні ресурси, фітотоксичність досліджуваних ґрунтів.

ҐРУНТ, ЗАБРУДНЕННЯ, ДЕГРАДАЦІЯ, РОДЮЧІСТЬ, БІОІНДИКАЦІЯ, ТОКСИЧНІСТЬ, ТЕСТ-КУЛЬТУРУ, МОНІТОРИНГ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН

## ABSTRACT

In the work of 90 pages, 9 tables, 12 figures, 62 literary sources were used, 7 of them in a foreign language.

The object of research is the process of monitoring the ecological condition of soils. The subject of the study is soils with different state of anthropogenic load.

Research methods are descriptive, comparative, method of statistical evaluation of results, soil sampling and its preparation for the "growth test", assessment of soil toxicity using the "growth test", the method of water extraction from the soil.

The purpose of the qualification work is: to determine the theoretical and practical aspects of monitoring the ecological condition of soils of Zaporizhia region.

Theoretically and experimentally determined: the degree of soil degradation and contamination, the level of soil fertility in Zaporizhia region, the ecological condition of soils in Zaporizhia and Zaporizhia region, the main factors of anthropogenic impact on land resources, phytotoxicity of the studied soils.

SOIL, POLLUTION, DEGRADATION, FERTILITY, BIOINDICATION,  
TOXICITY, TEST CULTURE, MONITORING, ECOLOGICAL CONDITION

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1 Екологічний стан м. Запоріжжя та Запорізької області .....	11
1.2 Родючість ґрунтів Запорізької області .....	34
1.3. Деградація та забруднення ґрунтів.....	36
1.4 Основні чинники антропогенного впливу на земельні ресурси .....	39
1.5 Біоіндикація якості ґрунту та деякі методологічні аспекти відбору проб ....	41
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	47
2.1 Характеристика матеріалу дослідження .....	47
2.2 Методика відбору проб ґрунту та його підготовка для «ростового тесту» ..	55
2.3 Методологія оцінки токсичності ґрунтів із використанням «ростового тесту» .....	59
2.4 Біотестування ґрунту за рівнем фітотоксичного ефекту.....	64
2.5 Методика водної витяжки з ґрунту .....	66
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....	69
3.1 Оцінка токсичності ґрунту за допомогою «ростового тесту» .....	69
3.2 Визначення фітотоксичності .....	74
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	77
4.1 Техніка безпеки при роботі зі скляним посудом .....	78
4.2 Техніка безпеки при роботі на комп'ютері.....	79
ВИСНОВКИ .....	80
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	82
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	83
ДОДАТКИ .....	89
ДОДАТОК А .....	89

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ГДК – гранично допустима концентрація
- ДІВ – джерело іонізуючого випромінювання
- ЗАТ – закрите акціонерне товариство
- ІЗА – індекс забруднення атмосфери
- ІЗВ – індекс забруднення води
- НПП – національний природний парк
- КБО – комплекс біологічної очистки
- ПАТ – публічне акціонерне товариство
- ПрАТ – приватне акціонерне товариство
- ПЗРВ – пункт захоронення радіоактивних відходів
- ПЗФ – природно-заповідний фонд
- ПСЗ – пункт спостереження
- УКЩ – Український щит або український кристалічний масив
- сmt – селище міського типу
- СМЗ – структурно-металогенічна зона
- БМА – Білозерської магнітної аномалії
- ГІС – геоінформаційна система

## ВСТУП

Одним із важливих елементів охорони природних ресурсів, поряд з боротьбою проти техногенного впливу на навколишнє середовище, є охорона родючості земель, основним компонентом якої поряд з мінеральними формами живлення рослин є гумус – особлива, тільки ґрунту притаманна речовина, що забезпечує нормальне формування виробничих і продовольчих ресурсів усього рослинного і тваринного світу. Бережливе, раціональне використання родючості ґрунтів, у тому числі й органічної речовини (гумусу) ґрунту – запорука успішного розвитку не тільки сільськогосподарської галузі, а й усієї економіки в цілому. Збіднюється земля, знижуються врожаї вирощуваних культур – бідніє і суспільство в цілому. Відомо, що в непорушеному природному середовищі запаси гумусу не зменшуються, бо рослини, використовуючи ґрунт як середовище проживання, залишають йому багатий відмерлий рослинний матеріал для подальшого формування органічної речовини. При формуванні своєї біологічної маси з ґрунту вони використовують лише 10 % мінеральної і органічної речовини, решту 90 % – беруть з повітря (у формі діоксиду вуглецю  $\text{CO}_2$ ). Таким чином, у звичайних природних умовах в необроблюваному ґрунті накопичується достатня кількість органічного матеріалу, спроможного природним шляхом поповнювати кількість розкладеного гумусу – основного постачальника елементів живлення рослин і в першу чергу – азоту, фосфору та калію.

В умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва процес одержання людиною біологічного матеріалу набуває незворотного процесу, – 80-85 % біологічної маси, вкрай необхідної ґрунту для формування поживних речовин у вигляді гумусу, відчужується з поля, що врешті решт призводить до збіднення ґрунтів на цю важливу речовину, яка є основним резервом мінеральних елементів живлення. В таких умовах іде некомпенсований розбалансований процес позитивної єдності руйнування і утворення родючості



земель та полів. І мудрість землероба полягає в тому, щоб стримати процес руйнування родючості, привести його хоч би частково в рівноважну взаємодію. Недостатнє використання органічних і мінеральних добрив, фінансова скрута та застаріла техніко-економічна забезпеченість значною мірою позначились на використанні природної потенційної родючості полів. Близько 85-90 % урожаю сільськогосподарських культур на полях у сучасних умовах формується з накопиченої природної родючості ґрунтів та завдяки післядії внесених у минулому органічних та мінеральних добрив [1].

Ключовими показниками при визначенні родючості ґрунту є поживні речовини та кислотність ґрунту. До поживних речовин відносять основні біогенні елементи (азот, фосфор, калій) та гумус ґрунту. Гумус виступає як джерело азоту та інших елементів, пріоритетних і необхідних для рослин та мікроорганізмів, це важливий фактор продуктивності та родючості ґрунтів [2].

**Метою роботи** було визначення теоретичних та практичних аспектів моніторингу екологічного стану ґрунтів Запорізької області.

Виходячи з мети нами було сформовано і виконано такі завдання:

- 1) ознайомились з екологічним станом ґрунтів м. Запоріжжя та Запорізької області;
- 2) розглянули рівень родючості ґрунтів Запорізької області;
- 3) встановили ступінь деградації та забруднення ґрунтів;
- 4) визначили основні чинники антропогенного впливу на земельні ресурси;
- 5) за отриманими даними встановили фітотоксичність досліджуваних ґрунтів.

**Об'єкт дослідження** процес моніторингу екологічного стану ґрунтів.

**Предмет дослідження** ґрунти з різним станом антропогенного навантаження.

**Методи досліджень:** описовий, порівняльний, метод статистичної оцінки результатів, відбору проб ґрунту та його підготовка для «ростового тесту»,

оцінки токсичності ґрунтів із використанням «ростового тесту», метод водної витяжки з ґрунту.

**Наукова новизна** в ході написання магістерської роботи була дана оцінка екологічного стану ґрунтів м. Запоріжжя та Запорізької області з різним ступенем антропогенного навантаження.

Значення результатів наукового дослідження полягає в наданні практичних рекомендацій щодо використання земель різного ступеня забруднення.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін:

- Біоіндикація;
- Біоіндикація забруднених екосистем.

Основні положення та результати дослідження доповідалися й обговорювалися на конференціях «Молода наука-2020», міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», VIII Регіональна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених 2019 р., IV Спеціалізований міжнародний запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020».

За матеріалами дослідження опубліковано 6 друкованих праць: 5 тез і 1 статей за матеріалами наукових конференцій.

## 1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Екологічний стан м. Запоріжжя та Запорізької області

Запорізька область розташована у вигідному економіко-географічному положенні на південному сході України та займає, головним чином, лівобережну частину басейну нижньої течії Дніпра. Область знаходиться на півдні Східноєвропейської рівнини в степовій зоні з характерним рівнинним ландшафтом, з домінуванням чорноземних ґрунтів. Межує: на півночі і північному заході з Дніпропетровською областю; на заході з Херсонською областю; на сході з Донецькою областю; на півдні її побережжя омиває Азовське море. Для області характерні переважно чорноземні ґрунти. Рельєф Запорізької області складається з двох виразних геоморфологічних частин: окраїн Приазовської і Придніпровської височин, що геоструктурно відповідають південно-східній частині Українського кристалічного масиву і окраїн приморських (Приазовської та Причорноморської) рівнин, які розташовані в межах Причорноморської западини. Ці дві геоморфологічні одиниці ніби зв'язуються третьою – Запорізькою внутрішньою рівниною. Умовно область поділяється на три природно-сільськогосподарські зони: зону степу (50,8 %), степну посушливу (34,8 %) сухостепову (14,4 %).

Клімат регіону – помірно-континентальний, характеризується чітко означеною посушливістю, яка обумовлена пануванням на більшості території області сухих східних вітрів. Запорізька область відноситься до другої кліматичної зони України. На території області можна виділити три агрокліматичних райони. Перший агрокліматичний район (з підрайонами «а» та «б») характеризується як дуже теплий та помірно посушливий. До підрайону «1а» відносяться: Запорізький, Вільнянський, Новомиколаївський, Оріхівський і Гуляйпільський адміністративні райони. Щорічно тут спостерігаються суховії середньої та слабкої інтенсивності, дуже інтенсивні – в 40-50 % років спостереження. У підрайон «1б» входять: Більмацький, Розівський і

Пологівський адміністративні райони. Суховії середньої та слабкої інтенсивності відмічаються щорічно, дуже інтенсивні – в 30 % років спостереження. Другий агрокліматичний район включає в себе Кам'янсько-Дніпровський, Великобілозерський, Михайлівський, Василівський, Токмацький, Чернігівський, північні частини Веселівського і Мелітопольського, крайні північні частини Бердянського, Приморського та Приазовського адміністративних районів. Клімат характеризується як дуже теплий і посушливий. Для цього району характерними є часті інтенсивні суховії, які відмічено у 70 % років спостереження. Третій агрокліматичний район характеризується як дуже теплий і дуже посушливий. До нього відносяться Якимівський, Приморський, Приазовський, південні частини Бердянського, Веселівського та Мелітопольського адміністративних районів.

Територія Запорізької області розділена на два водозабірні басейни: басейн р. Дніпро та басейн Азовського моря. Головна річка Дніпро – третя за величиною річка в Європі, яка є важливою транспортною артерією України, з великим Каховським водосховищем. Берегова лінія Азовського моря в межах області перевищує 300 км. Басейн р. Дніпро займає північно-західну частину області і складається з Каховського та Дніпровського водосховищ. Басейн Азовського моря знаходиться у південно-західній частині Приазовської височини та східній частині Причорноморської низини. Дніпро є основним джерелом водопостачання промислових об'єктів області, включаючи такі енергетичні гіганти як ВП ЗАЕС ДП «НАЕК «Енергоатом» та ВП Запорізька ТЕС ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго», задоволення питних потреб населення області, зрошення земель та інших потреб. Крім того, р. Дніпро є джерелом енергії (Дніпровська ГЕС), використовується як транспортна артерія і є цінним рекреаційним ресурсом. Басейн Азовського моря, зокрема його північна частина, має цінність як рибогосподарська та туристично-курортна зони.

Підземні води широко використовуються в економіці Запорізької області і є важливим резервом для забезпечення економічного та соціального розвитку. В умовах незначних ресурсів поверхневих вод, придатних для питного

водопостачання, вивчення підземної гідросфери на території Запорізької області має важливе загальнодержавне значення.

За різноманітністю та багатством мінерально-сировинних ресурсів область займає одне з провідних місць в Україні. Запорізька область – визначний геологічний регіон, який щедро наділений розмаїттям геологічних споруд та потужними мінеральними ресурсами. За різноманітністю та багатством мінерально-сировинних ресурсів область займає одне з провідних місць в Україні. Регіон спроможний забезпечити державу рудами марганцю, багатими рудами заліза, гірничо-хімічними корисними копалинами, нерудними корисними копалинами.

Матеріально-сировинна база області складається із сировини для виробництва будівельних матеріалів, питних, технічних та мінеральних підземних вод, руд чорних та рідкоземельних металів, газу природного, гірничорудних, гірничо-хімічних корисних копалин та нерудних корисних копалин для металургії.

Мінеральні ресурси представлені багатими покладами рудних корисних копалин, зокрема залізних і марганцевих. Частка регіону в сумарних запасах мінеральної сировини в Україні становить:

- пегматит - 88 %,
- апатит - 63 %,
- марганцева руда - 69 %,
- залізна руда - 10 %,
- каоліни - 23 %,
- вогнетривкі глини - 9 %.

Із Запорізької області в інші регіони України поставляється польовий шпат, залізна руда, каолін, вогнетривка глина, камінь облицювальний та будівельний. Завозиться нафта, газ, вугілля, алюміній, титан, цементна та скляна сировина, гіпс, сировина карбонатна для випалювання на вапно, керамзитова сировина тощо.

Запорізька область – це виробництво: гелікоптерів та авіаційних двигунів, кранів та кранового обладнання, трансформаторів, сталі та чавуну, графітованих електродів, титанової губки, вогнетривких виробів, феросплавів, коксу, хімічної продукції.

Запорізька регіон – один з найбільших виробників сільськогосподарської продукції та виробів харчової промисловості в Україні. У регіоні представлено: рослинництво, тваринництво, плодово-ягідна та плодоовочева промисловість, олійно-жирова, м'ясна та хлібопекарська галузі. В області розташовано ряд підприємств, які за потужністю та обсягами випуску сільськогосподарської продукції та виробів харчової промисловості є провідними в Україні.

Регіон має потужну транспортну складову (2 аеропорти (один з них міжнародний), 2 порти (річковий та морський), 3 потужних зернових перевантажувальних термінали) та логістичну складову (7001,4 км шосейних доріг, 952,2 км залізничних колій).

Запорізька область має потужний енергетичний комплекс, представлений атомною, тепловою та гідроелектростанціями. Розвивається альтернативна енергетика - вітрова та сонячна.

У регіоні 24 самостійні вищі навчальні заклади, 9 із них у рейтингу «Топ-200 Україна». На території Запорізького регіону знаходиться 8,8 тисяч пам'яток археології, історії, науки і техніки та монументального мистецтва.

Щодо економічного потенціалу, Запорізька область займає лідируючі позиції в Україні: за інноваційною діяльністю промислових підприємств, за темпом зростання обсягу капітальних інвестицій, за обсягом промислового виробництва [3].

У тектонічному відношенні територія Запорізької області розташована на стику двох регіональних структур: південно-східної частини Українського кристалічного щита (УКЩ) та північно-східної частини Причорноморської западини (рис. 1.1). Внаслідок цього в геологічній будові території області беруть участь породи кристалічного фундаменту, що складають нижній структурний поверх, та осадові відклади мезозой-кайнозою, що складають

верхній поверх. При цьому останній розділяється на два структурні яруси: нижній – власне мезозой-кайнозойський і верхній – четвертинний. Південна межа УКЩ простягається південніше смт. Кам'яно-Дніпровська, далі тягнеться у північно-східному напрямку до с. Верхня Криниця, далі завертається на південний захід, простягається через м. Молочанськ, досягає околиць с. Нововасилівка, де знову змінює свій напрямок на північний схід та зникає за межами Запорізької області.

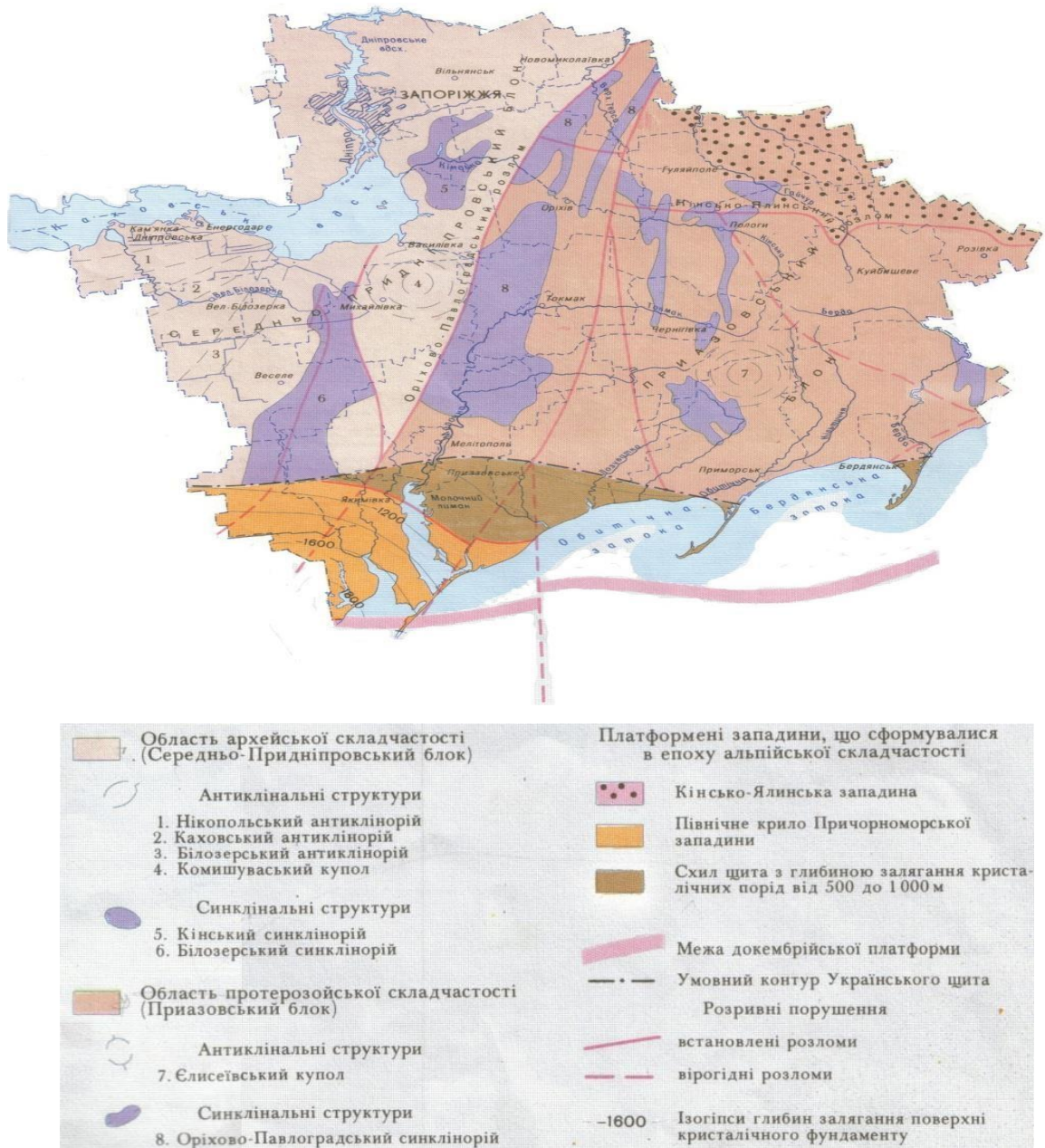


Рисунок 1.1 – Тектонічна будова Запорізької області

Нижній структурний поверх складений головним чином гранітоїдами і гнейсами, які формувалися чи перетворювалися на досить глибинних (до 25 км) рівнях земної кори в умовах пластичних деформацій у віковому інтервалі не менш ніж 1,5 млрд. років. На підставі структурних, хроностратиграфічних, петрологічних та інших співвідношень кристалічних порід вважається, що за цей час земна кора утворювалась, нарощувалась та перебудовувалась неодноразово. Отже, головні тектонічні елементи території Запорізької області такі:

I. Складчасті та магматичні структури:

1) Салтичанський овал (купол) – субконцентричної будови діаметром до 40 км, складений переважно архейськими і протерозойськими гранітоїдами; займає центрально-східну частину області.

2) Лозуватська антикліналь – обрамляє Салтичанський купол з заходу і північного заходу протяжністю ніж 70 км при ширині від 10 км на півдні до 25 км на півночі; складена рожевими гранітами, біотитовими мігматитами (каменоломні по р. Лозуватка між сс. Юр'ївка та Коларівка), амфіболовими мігматитами (по р. Лозуватка).

3) Білоцерківська синкліналь – замінює Лозуватську антикліналь у північному обрамленні Салтичанського куполу; це складна структура загальною довжиною до 50 км в широтному напрямку і завширшки до 30 км, яка включає до свого складу три антиклінали – Олексіївську, Титовську та Ланцівську. Останні поділяють Білоцерківську синкліналь на дві частини – меншу (південну) та більшу (північну).

4) Сорокинська тектонічна зона, або Сорокинський зеленокам'яний пояс – обрамляє Салтичанський купол зі сходу; це вузька (завширшки до 1 км) смуга метаморфітів північно-західного простягання (архейські мусковіт-біотитові кварцити, діопсидити, графітвміщуючі сланці, мармури та протерозойські епідот-амфіболіти).

5) Берестовська синкліналь – це фрагмент облямування суміжного з Салтичанським Мангуського овалу, що розміщений на сході (територія



сусідньої Донецької області). Це трикутна у плані нерівномірно стиснена структура складної будови, обмежена розломами; складена гранулітами, мармурами карбонат-графітової пачки (балка Глибока біля с. Калайтанівка).

б) Оріхівсько-Павлоградська шовна зона, або розлом – перехідна зона до типової субконцентричної гранітокупольної структури власне Приазовського мегаблоку УКЩ; на сході її межею є Корсацький розлом. Це широка (до 15 км) зона зближених крупних розривів (Молочанський, Азово-Павлоградський та ін.), які утворюють різкий уступ фундаменту на захід від лінії Оріхів – Токмак – Приазовське. Амплітуда по фундаменту досягає 300 м. Складена залізистими кварцитами, епігенетичними хлорит-епідот-магнетитовими рудами.

II. Розривні тектонічні порушення (відповідають за розділення Приазовського мегаблоку на блоки другого рангу):

1) Корсацький розлом – північно-західного та субмеридіонального напрямку; простежується від узбережжя Азовського моря на північ та з'єднується з Західноприазовським розломом.

2) Катеринівський розлом – визначається на північному сході області на протязі до 35 км, ширина 2-4 км; породи інтенсивно катаклазовані та окварцовані; у польовошпатових кварцитах фіксуються сліди золота, рідкісноземельних пегматитів (Могила Вісла) та гранітів.

3) Миколаївський розлом – проходить на 4-8 км на північний схід субпаралельно розломам Сорокинського зеленокам'яного поясу. Розлом добре виражений в магнітних полях, а у відслоненнях простежується у долині р. Берда (с. Миколаївка, південніше с. Титове та в інших місцях). Крім численних прояв корисних копалин різного типу, тут локалізовані родовища епігенетичного графіту, численні тіла алмазоносних магматитів.

Крім розглянутих розломів на території області широко проявлені розриви високих порядків, що простежуються на декілька кілометрів. Вони розміщуються кулісоподібно в межах однієї з систем розломів: меридіональної,

широтної або діагональної. На місцевості у геоморфологічному плані найкраще виражені розломи діагональних систем.

Широтними розломами є Конський (лінія вододілу басейнів річок Азовського моря та р. Дніпро), Мелітопольський (контролює пліоценовий басейн); Радивонівський (контролює розповсюдження морських апт-альбських і сеноман-туронських відкладів, проходить через сс. Новоданилівка, Радивонівка, Матренівка, Приморський Посад).

Найбільшими меридіональними глибинними розломами є Азово-Павлоградська зона, в межах якої розповсюджені крейдові, палеогенові, неогенові відклади. Зона включає Молочанський і Білозерсько-Утлюцький розломи, які контролюють процеси горстоутворення. Молочанський розлом оточує Молочанський грабен; утворення давньочетвертинної тераси р. Молочна пов'язане з лінією локальних порушень в Молочанському грабені. Молочанський розлом розміщується південніше м. Мелітополь і простягається на південний захід до с. Радивонівка.

Білозерсько-Утлюцький розлом проявляється у вигляді крутого уступа на поверхні докембрію і опускається на захід від 1000 м до 1200 м. Південніше вздовж р. Великий Утлюк і Утлюцького лиману простежується глибокий меридіональний рів – Утлюцький грабен, дно якого має абсолютну висоту 1600 м, висота бортів на сході 1000-1200 м, на заході – 1300-1400 м.

Система розломів Запорізької області тісно пов'язана з гідрографічною сіткою, що практично повністю була сформована в неогені; приуроченість річкової мережі до ліній тектонічних порушень визначили особливості геологічної будови річкових долин, терас, лиманів.

Таким чином, докембрійський фундамент розбитий перехрещеними між собою меридіональними і широтними розломами на ряд великих, глибоко опущених блоків, що переміщені один відносно одного на 150-600 м.

Північні і південні схили УКЩ круто занурюються під товщу мезозойсько-кайнозойських осадових утворень. Так, в районі м. Молочанськ поверхня кристалічних порід лежить на глибині 160 м нижче рівня моря, в м.

Токмак – 194 м, в с. Шевченко (Приазовський р-н) – 288 м, в м. Мелітополь – більше 500 м, у смт. Якимівка – більше 1200 м. На південному схилі щита від долини р. Домузла до Утлюцького лиману нахил поверхні кристалічних порід становить 30-40 м на 1 км. Тут схил щита йде на глибину до 2000 м. На сході області (у Куйбишевському, Чернігівському, Приморському районах) кристалічні породи щита виходять на денну поверхню. У їх складі розвинені комплекси гнейсів, кристалічних сланців, відомі товщі кварцитів і кристалічних вапняків, а також дуже поширені мігматити і ультрабазити.

Виходи давніх гранітів і міцних метаморфічних порід (в тому числі і залізистих кварцитів) широко поширені у вигляді останців – острівних піднять, що збереглися від розмиву і є пам'ятками неживої природи: Токмак-Могила, або Синя гора у с. Новополтавка Чернігівського р-ну; кварцитова сопка Приазовського кристалічного масиву; Кам'яна Могила біля с. Новоспаське Приазовського району; Могила Куксунгур у с. Мар'янівка Приазовського району, яка складена залізистими кварцитами; Ланцева Могила (у с. Ланцеве Куйбишевського району); Корсак-Могила на правому березі р. Корсак у с. Мануйлівка Приморського району, що складається з 6 реліктових останців; Бельмак-Могила у Куйбишевському районі – найвища точка Приазов'я (висота 327 м).

По лінії м. Мелітополь – м. Каховка (Херсонська область) відбувається зміна фундаменту: докембрійський метаморфічний комплекс різко (по розлому) змінюється похованою складчастою основою герцинського віку. Тут південна околиця давньої Східно-Європейської платформи змінюється складчастою основою епігерцинської Скіфської платформи. Поверхня цієї основи дуже нерівна.

Верхній структурний поверх – осадовий мезо-кайнозойський (платформний) чохол залягає на кристалічному фундаменті з різко вираженою кутовою і стратиграфічною неузгодженістю. Його особливістю є порівняно проста будова розрізу з горизонтальним або дуже пологим заляганням відкладів, найбільшої потужності і повноти розріз досягає в Причорноморській

западині. В межах щита породи мезо-кайнозойського віку зазвичай заповнюють невеликі впадини-депресії. Серед них розвинені крейдянні відклади, що оголюються в верхів'ях лівих приток р. Молочна, по балці Білоглинка і в долині р. Токмачка (поблизу с. Басань). Тут в карбонатах крейди зустрічаються відбитки крейдоподібних губок і мушель червононогих молюсків. У районі с. Чкалове покрівля крейдяних відкладів перебуває на глибині 400 м, в с. Степанівка – 700-800 м, а біля с. Володимирівка – 1000-1100 м. Ці крейдянні відклади представлені трепеловидними опоковими породами. У південній частині області відклади крейдового та палеогенового структурного ярусів утворюють схил Причорноморської западини з пологим падінням на південь. Це занурення краще простежується на поверхні кристалічного фундаменту і значно менше у вищезалягаючих неогенових утвореннях.

Склад і потужність палеогенових та неогенових відкладів також мінливі. Найбільші потужності вони мають в Причорноморській западині. Палеогенові відклади зазвичай представлені білими і сірими кварцовими каоліністими пісками з прошарками бурого вугілля, світлими і зелено-сірими мергелями, білими кварцовими пісками, тонкошаруватими пісковиками, зеленувато-сірими глауконітовими пісками з прошарками строкатих глин, марганцевоносними відкладами.

Неогеновий структурний ярус залягає практично горизонтально, окремими фрагментами з потужністю відкладів до 50 м. У межах північної межі Причорноморської западини (південний схил УКЩ) – широкою смугою вздовж узбережжя Азовського моря, де його потужність повільно збільшується на південь до 150 м. Неогенові відклади є утвореннями внутрішніх або напіввнутрішніх опріснених басейнів. Вони практично однорідні: це вапняки і черепашники з добре збереженими скелетами або відбитками двостулкових молюсків.

В осадовій товщі крейди, палеогену та неогену визначено фрагменти розривних порушень, які часто співпадають з зонами регіональних розломів у кристалічному фундаменті. Це можна пояснити підновленням розломів у

кайнозої. Прикладом цього є фрагменти розривних порушень, які часто співпадають з зоною Корсацького регіонального розлому – Чернігівського, Стульнівського, Бердянського глибинних розломів та інших локальних розривів.

Палеоген-неогенові породи в межах області покриває потужний чохол четвертинних континентальних, а на крайньому півдні – морських відкладів. Четвертинні відклади також пересічені розривними неотектонічними порушеннями. Вивчення неотектонічних рухів на території області свідчить, що в її межах мають місце сучасні вертикальні рухи блоків по обмежуючих їх докембрійських розломах субширотного напрямку. Західно-Приазовський виступ кристалічного фундаменту у цей час має тенденцію до підняття. Амплітуда позитивних рухів зменшується з півночі на південь. Максимального підняття зазнає крайній північний блок, який включає у себе Білоцерківську синкліналь; мінімально підіймається крайній південний блок на межі з Причорноморською западиною. В результаті змінюється базис ерозії, що приводить до утворення комплексу ерозійно-аккумулятивних терас. Північний борт Причорноморської западини в неоген-четвертинний час зазнає поступальні рухи з загальним опусканням. З цими рухами пов'язані регресії та трансгресії неогенових морів і формування різновікових відкладів, що залягають один на одному зі стратиграфічною неузгодженістю.

Найбільш поширеними серед континентальних порід є лесові і лесоподібні відклади. По долинах річок розвинені алювіальні відклади, а на схилах річок – елювіально-делювіальні. У Запорізькій області розташовано геологічна пам'ятка природного походження міцно зцементованих пісковиків сарматського ярусу Кам'яна Могила (біля смт. Мірне поблизу м. Мелітополь).

Вивчення мезозойсько-кайнозойських відкладів показує, що структурний план у цілому мало змінювався з крейдяного періоду. У крейді на південно-західній частині області розміщувалося море, східний берег

якого проходив по лінії мм. Запоріжжя – Мелітополь (північна частина океану Тетіс). У палеогені і неогені морські умови зберігаються на території західної половини області та в Приазов'ї. І лише в середньому пліоцені море скорочується, зберігаючись лише у південній частині Запорізької області. З середини верхнього неоплейстоцену розпочинається повільне опускання північного борту Причорноморської западини зі швидкістю до 1 мм на рік, відбувається акумуляція алювіальних відкладів великої потужності (до 20-49 м). Трансгресивний наступ моря чинить суттєвий вплив на формування морфологічного вигляду південної частини області [4].

Територія Запорізької області характеризується досить широким поширенням докембрійських залізних руд, хоча промислові концентрації їх зустрічаються рідко. Залізні руди Приазов'я почали вивчатися і розвідуватися з кінця XIX ст., однак промислові родовища були встановлені в результаті геологорозвідувальних робіт нещодавно. Розміщення родовищ і рудопроявів докембрійських залізних руд контролюється серією глибоких розломів, що визначили блокову будову Приазовського кристалічного масиву і різну рудоносність окремих блоків, в яких розвинені промислові родовища залізних руд. У залізородних товщах області визначені три типи парагенезисів гірських порід. Перший тип – в асоціації з залізистими кварцитами знаходяться metabaziti і метаультрабазити (Андріївська магнітна аномалія, Сорокинська рудна зона). Другий тип – в асоціації з залізистими кварцитами розвинені залізисто-алюмосилікатно-сланцеві породи (Корсацько-Куксунгурське рудне поле). Третій тип – в асоціації з залізистими кварцитами і залізисто-алюмосилікатно-сланцевими породами поширені вулканічні утворення середнього складу (Васинівське родовище).

За мінералогенічним районуванням осадового чохла України територія Запорізької області відноситься до Української мінералогенічної провінції, до двох субпровінцій: субпровінції Українського кристалічного щита (північна частина області) та Причорноморсько-Кримсько-Азовської субпровінції (південна частина області). За металогенічним районуванням України,

територія Запорізької області входить до двох провінцій: провінції Українського кристалічного щита та Дністровсько-Причорноморської провінції. В межах провінції Українського кристалічного щита територія Запорізької області відноситься до двох субпровінцій: Середньо-Придніпровської та Приазовської; в межах Дністровсько-Причорноморської провінції – до Причорноморської субпровінції. На території Запорізької області в межах провінції Українського кристалічного щита та його двох субпровінцій виділено 4 структурно-металогенічних зони: в межах Середньо-Придніпровської субпровінції розташована Консько-Білозірська структурно-металогенічна зона (Fe), в межах Приазовської субпровінції розташовані Оріхово-Павлоградська (Fe, Nb), Західно-Приазовська (Ta, Nb, Fe, Au) та Центрально-Приазовська (Fe) структурно-металогенічні зони (далі СМЗ). Вважаючи геолого-структурні особливості, критерії й закономірності розміщення корисних копалин у кристалічному фундаменті до території Запорізької області належать 3 металогенічні зони (далі МЗ): Гайчурська (Nb, Ta, U, Au), Чернігівська (Nb, Ta), Сорокинська (Ta, Nb, Au, Li, Rb, Cs), та незначні південні частини Жовтневої (Ta, Nb, Zr, Al) та Кальміуської металогенічних зон. Окрім зазначених мінералогенічних та металогенічних угруповань, що охоплюють територію Запорізької області, на території розташовано Білозерський рудоносний район (Fe, Au, Cu, Ni) та 7 рудних полів: Васинівське (Fe), Корсацько-Куксунгурське (Fe, Sl, Au), Шевченківське-Федорівське (Li, Ta, Nb, Rb, Cs, Sn), Гуляйпільське (Fe, Au, U), Новополтавське (Nb, Ta), Південно-Сорокинське (Nb, Ta, Au, Li, Rb, Cs), Сачкинсько-Троїцьке (Au) та південно-західні частини Мангуського (Fe, Au) та Південно-Кальчицького (Zn, Ti, V) рудних полів.

За даними досліджень Приазовської комплексної геологічної партії рудоносні поля більш деталізовані та виділені як рудоносні райони.

Металогенічні риси Західно-Приазовської СМЗ визначаються наявністю родовищ заліза, апатиту, золота, керамічних пегматитів, численних прояв нікелю, міді, вольфраму, молібдену, золота, срібла й навіть алмазів. У складі

зони виділено сім рудоносних районів з чіткою прив'язкою до метаморфічно-магматичних комплексів порід:

- Новосільський платино-мідно-нікеленосний район (мідь та нікель приурочені до основних та ультраосновних порід з підвищеною концентрацією платиноїдів);
- Андріївсько-Лозуватський та Комишуватсько-Конський алмазонасні райони;
- Крушанли-Корсацький залізорудний район (у межах Лозуватської антикліналі, визначається розвитком промислових родовищ і прояв заліза та нікелю);
- Чернігівський апатит-рідкісноземельно-рідкіснометальний район (Новополтавське родовище та Бегим-Чокракський прояв апатиту);
- Сорокинський золото-рідкісноземельно-рідкіснометальний район;
- Андріївсько-Єлисеївський район керамічних пегматитів (Єлисеївське та Андріївське поля).

Металогенічні риси Оріхівсько-Павлоградської СМЗ визначаються наявністю родовищ і прояв заліза, сформованих у палеопротерозойську металогенічну епоху.

Металогенічні риси Центрально-Приазовської СМЗ визначаються наявністю промислових метаморфогенних родовищ графіту і прояв заліза, сформованих у неархейську металогенічну епоху. Родовища мають державне та місцеве значення.

Найважливіше значення мають, перш за все, родовища залізних руд Білозерської магнітної аномалії (БМА), марганцевих руд Великотокмацького родовища (за запасами унікальні і найбільші в світі).

Білозерський залізорудний район (найважливіше відкриття українських геологів в повоєнний час) розташований в західній частині Запорізької області, в 75 км на південний схід від м. Запоріжжя, простягається вздовж південного схилу Українського кристалічного щита смугою субмеридіонального



простягання (ширина 20 км, довжина 65 км, площа 1300 км<sup>2</sup>) від с. Мала Білозерка на півночі до с. Веселе на півдні.

Відповідно до найбільш обґрунтованих уявлень, що розвинуті Н.В. Кушиновим, Я.М. Белевцевим, Ю.М. Єпатко, М.І. Веригіним та іншими дослідниками, в геологічній будові Білозерського залізрудного району беруть участь метаморфічні утворення архейського і ранньопротерозойського віку, що складають складчасту структуру – Білозерський синклінорій. Із заходу, півночі і сходу синклінорій оточений гранітами і мігматитами, які утворюють Західно-Білозерську, Північно-Білозерську і Михайлівську купола-антикліналі. У центральних частинах цих структур знаходяться гранітизовані останці порід давньої аульської серії. Крила синклінорію характеризуються центриклінальним заляганням, складені гірськими породами конксько-верховцевської серії. Залягаючи у центральній частині синклінорію породи білозерської серії зім'яті в складки, серед яких із заходу на схід виділяються Малобілозерська синкліналь, Північно-Білозерська і Південно-Білозерська антикліналі, Успенська синкліналь.

Для залізрудних відкладів характерна парагенетична асоціація залізистих кварцитів (і джеспілітів) з залізисто-силікатними і кварц-силікатними сланцями, а також з пісковиками. Тому залізрудну формацію району можна визначити як типову осадову залізисто-крем'янисту. Потужність цієї формації більше 900 м. Особливості даної формації – фаціальна стійкість розрізів (залізисто-крем'янисті верстви простежуються на відстані 10-20 км), вміст заліза в них 30-35, рідше до 40%, висока насиченість розрізів формації залізисто-крем'янистими відкладами (до 45-75%), тонка смугастість залізистих порід (1-3 мм в джеспілітах), відсутність кластогенного матеріалу в джеспілітах та залізистих кварцитах, наявність у складі формації поряд з джеспілітами і залізистими кварцитами кварц-хлоритових сланців і пісковиків, що відрізняються досить значним вмістом кластогенного матеріалу.

У Білозерському залізрудному районі відомі залізні руди трьох типів:

1) маріупольського,

2) скелеватського,

3) саксаганського.

Залізні руди маріупольського типу представлені залізистими амфібол-магнетитовими кварцитами, що містять до 16-35% заліза, розвинені в складі залізисто-крем'янисто-метабазитової формації. В даний час промислового інтересу не становлять.

Залізні руди скелеватського типу представлені силікат-карбонат-магнетитовими залізистими кварцитами і їх окисленими (мартитовими) різновидами з вмістом заліза до 28-35%.

Багаті залізні руди саксаганського типу генетично пов'язані з товщею залізистих кварцитів, що простежуються на глибині 1,5-3 км та більш; характеризуються середнім вмістом заліза 58,8-61,4%. У БМА виділено три родовища: Південно- Білозерське, Переверзевське, Північно-Білозерське. Руди родовищ містять мало шкідливих домішок. Середній вміст заліза в них досягає 62-70%. Близько 80% загального балансу руди родовища належить до типу найбільш цінних, використовуються без збагачення.

Васинівське родовище залізистих кварцитів приурочено до Гуляйпільської магнітної аномалії, розташованої в Конксько-Ялинській западині, в 6 км на північний захід від м. Гуляйполе. Аномалія встановлена в 1930 р., пошуки проведені в 1953 р. Запаси магнетитових кварцитів по категорії С2 складають приблизно 250 млн. т. У 1971-1972 рр. на основі нових генетичних уявлень і геофізичних даних Інститутом мінеральних ресурсів і Білозерською геологорозвідувальною експедицією (сmt Михайлівка) спільно був даний прогноз великого родовища магнетитових кварцитів в межах Гуляйпільської аномалії. У процесі геологорозвідувальних робіт прогноз підтвердився.

Товща метаморфічних порід, що складають Васинівське родовище, утворює витягнуту в північно-західному напрямку велику синклінальну складку довжиною близько 9 км і шириною 2,3-3,2 км. За даними геофізичних досліджень глибина замикання структури становить 2,5 км. Загальна

потужність метаморфічних порід на родовищі більше 1000 м. Падіння порід на крилах складки центриклінальне, кут падіння 75-85°, місцями до 90°. Синклінальна структура родовища помітно ускладнена диз'юнктивною тектонікою.

Васинівське родовище залізистих кварцитів істотно відрізняється від інших родовищ докембрійських залізних руд України за багатьма ознаками:

- 1) за кільцевою структурою рудоконтролюючої магнітної аномалії;
- 2) значною потужністю рудного пласту (140-200 м) за відсутності чітко вираженого ритмічного чергування в розрізі залізисто-крем'янистих і залізисто-алюмосилікатно-сланцевих порід;
- 3) значною довжиною рудного пласту по простяганню – близько 19 км по периметру аномалії;
- 4) замиканням рудного пласту на глибині близько 2,5 км;
- 5) в характерному для залізисто-крем'янистої формації парагенезисі порід немає metabазитів і метасульфидитів, вперше виявлені метавулканіти середнього складу;
- 6) в розрізі залізородної формації відсутні карбонатні породи – кальцифіри і мармури;
- 7) породи формації метаморфізовані в умовах епідот- амфіболітової фації;
- 8) значними запасами відносно бідних силікатно- магнетитових залізистих кварцитів (4-5 млрд. т до глибини 500 м при вмісті заліза 16-17%).

Потужність зони окислення порід і руд родовища становить 20-40 м.

Куксунгурське родовище залізистих кварцитів розташовано у Приморському районі Запорізької області. Початок вивчення родовища відноситься до середини ХІХ ст.

Промислові перспективи були встановлені лише в 80-х рр. ХХ ст. Складено сильно метаморфізованими породами сачкинської світи центральнопριαзовської серії: силікат-магнетитовими залізистими кварцитами, біотитовими, гранат-біотитовими, амфібол-біотитовими, силіманіт-біотитовими

з кордієритами, графітовмісними піроксен-амфіболовими кристалічними сланцями і гнейсами, доломітовими мармурами, кальцифірами і інтенсивно мігматизованими біотитовими гнейсами.

У межах родовища розвинені тіла залізистих кварцитів потужністю 20-180 м. На субширотній ділянці простягання рудних тіл широтне, падіння пластів на північ – під кутом 70°. Тіла залізистих кварцитів розділені прошарками пустих порід потужністю 8-70 м. На меридіональній ділянці – східному крилі синклінальної складки – рудоносна товща простягається в меридіональному напрямку. У рудних тілах цієї ділянки міститься 16-17% порожніх порід.

На Куксунгурському родовищі розвинені переважно кумінгтоніт-магнетитові і в підпорядкованій кількості піроксен-магнетитові кварцити. Вміст заліза в кумінгтоніт-магнетитових кварцитах – 29-31%. Хімічний склад розглянутих кварцитів характеризується відсутністю істотних домішок рідкісних і розсіяних елементів і порівняно низькими вмістами шкідливих домішок фосфору і сірки.

Залізні руди Куксунгурського родовища залягають під чохлам осадових порід потужністю 5-25 м (середня потужність 20 м), потужність базальної кори вивітрювання – 20-75 м.

Проведені останнім часом прогнозно-металогенічні та геологорозвідувальні роботи однозначно показали, що Приазов'я є рудним регіоном, перспективним на промислові залізні руди докембрійського віку. Найбільш перспективні Васинівське, Корсацьке, Куксунгурське залізородні родовища. Особливий інтерес представляє Куксунгурське родовище амфібол-магнетитових кварцитів, з руд якого методами магнітної сепарації отримані магнетитові концентрати з вмістом заліза 70,6-70,8%. Низький вміст шкідливих домішок – фосфору, сірки, а також кремнезему – дозволяють розглядати амфібол-магнетитові руди Приазов'я як унікальну сировину для металургії.

Прогнозні ресурси залізних руд Васинівського родовища (до глибини 500 м) при середньому вмісті заліза магнетитового 15,9% складають 5 млрд. т.

Прогнозні ресурси залізних руд до глибини 800 м на Куксунгурському родовищі – близько 1,1 млрд. т, Новоукраїнському – 0,6, Корсацькому – 1,7 млрд. т. Геологічна ситуація дозволяє сподіватися, що в процесі подальших геологорозвідувальних робіт не тільки підтвердяться, а й значно зростуть прогнозні ресурси докембрійських залізних руд Приазовського регіону Запорізької області.

Розвідані запаси Великотокмацького родовища марганцю оцінюються в 2 млрд. т. Більша частина марганцю (приблизно 9/10) вживається в чорній металургії як легуючий метал. Зустрічаються тут і змішані (окисно- карбонатні) руди. Руди ці утворилися у прибережних частинах морів 30-40 млн. років тому на глибинах 20-40 м. Зараз вони розміщуються на глибині 60-140 м. Смуга покладів марганцевих руд простяглася від узбережжя Каховського водосховища біля м. Василівка на південь через м. Токмак майже до широти м. Мелітополь.

Важливе значення має Веселянське родовище талько-магнезитів (розміщено в 30 км на південний схід від м. Запоріжжя) [4].

Основними чинниками антропогенного впливу на земельні ресурси області є сільське господарство, промисловість, енергетика, транспорт, гірничодобувна промисловість. Природнокліматичні умови, а також нераціональне використання сільськогосподарських земель збільшує площу деградованих ґрунтів. Ерозія, засолення, осолонцювання, ущільнення, підтоплення, порушення, зсуви – всі ці види деградації земель характерні для області. Незважаючи на те, що область знаходиться в зоні недостатнього зволоження, процеси підтоплення набули широкого розповсюдження і суттєво впливають на екологічний стан території та умови життєдіяльності людей.

Підвищення рівня ґрунтових вод і, як наслідок, розвиток процесів підтоплення відбувається, головним чином, за рахунок надмірного техногенного навантаження, а природні фактори лише підсилюють цей вплив. В умовах плоского рельєфу і низької фільтраційної спроможності ґрунтів більша частина випадваючої вологи не встигає випаровуватись або

просочуватись в більш глибокі шари ґрунту, а накопичується в його верхніх шарах, викликаючи підвищення рівня першого від поверхні водоносного горизонту.

У деяких випадках розвитку процесів підтоплення сприяє порушення правил планування та забудови території, що мають забезпечити своєчасний водовідвід. Через замулення, особливо на території населених пунктів, русла малих річок значно знизили свою дренажну спроможність.

Викликає також занепокоєння стан гідротехнічних споруд і гребель, водопропускних труб і мостів на автодорогах та ін. Площа зрошуваних земель займає близько 240,7 тис. га. Більшість зрошувальних і дренажних систем в результаті реформування аграрного сектору економіки в більшості своїй передані на баланс сільськогосподарських підприємств та сільських громад, які через брак коштів у місцевих бюджетах та відсутність кваліфікованих кадрів не в змозі забезпечити виконання всіх технічних вимог до їх експлуатації.

З метою попередження небезпечного підняття рівнів ґрунтових вод, своєчасного виявлення та усунення причин розвитку процесів підтоплення та визначення ділянок, що потребують першочергового виконання робіт по захисту від підтоплення, вкрай необхідним є організація та постійне функціонування системи моніторингу рівня ґрунтових вод на урбанізованих територіях міст і селищ, що сприятиме ефективному використанню обмежених фінансових ресурсів.

Через відсутність фінансування моніторинг не ведеться. Мережа режимно-спостережувальних свердловин на урбанізованих територіях практично відсутня.

Значної шкоди земельним ресурсам завдає металургійна промисловість, транспорт, енергетика. Також, значний вплив на забруднення ґрунтів здійснюють звалища промислових та побутових відходів. Недостатньо або повністю відсутні промислові потужності з переробки окремих видів відходів та їх утилізації. Актуальним залишається питання зберігання та знешкодження непридатних пестицидів та агрохімікатів [5,6] .

Таблиця 1.1 – Порушення та рекультивация земель

Землі	2018	2019
Порушені, тис. га	2,239	2,239
% до загальної площі території	0,1	0,1
Відпрацьовані, тис.га	0,701	0,428
% до загальної площі території	0,03	0
Рекультивовані, тис. га	0	0
% до загальної площі території	0	0

Сучасний кризовий стан земельних ресурсів України, у тому числі і Запорізької області, падіння родючості ґрунтів та масштабне поширення ґрунтових деградаційних процесів зумовлюють потребу істотних змін у господарській діяльності людини та природокористуванні. Розробка й впровадження заходів із підвищення родючості ґрунтів на землях сільгосппризначення, їх охорона й відтворення потребують всебічної інформації про їх агрохімічний стан. У процесі реформування земельних відносин виникла велика кількість землекористувачів, часом без спеціальної освіти й досвіду роботи на землі, що викликає ще більшу необхідність здійснення контролю за якісними показниками ґрунту. Недотримання основних законів землеробства в останні роки, поділ земельних ділянок на паї, надмірна розораність угідь, недотримання науково-обґрунтованих сівозмін, катастрофічне скорочення обсягів застосування хімічних меліорантів, органічних і мінеральних добрив у землеробстві призвели до зниження доступних форм поживних речовин, зниження в складі кальцію й підвищення частки натрію, втрати деяких мікроелементів. Склався гостродефіцитний баланс гумусу й елементів мінерального живлення рослин. В середньому за 1996-2000 роки від'ємний баланс гумусу в області досяг 121 кг/га, по районах коливався від 26 до 287 кг/га. За цей же період щорічний середній винос урожаєм елементів живлення на 1 га посівів перевищував їх надходження в ґрунт на 138 кг [7].

Поряд із цим активний прояв ґрунтових деградаційних процесів (декальцинації, підкислення, заболочування, оглеєння, дегуміфікації, ерозії, засолення та виснаження ґрунтів на біогенні елементи), які діють на фоні несприятливого співвідношення екологічно стабільних (ліси, луки, пасовища) і нестійких до деградації угідь (рілля), недосконалих систем землекористування та агротехнологій не тільки погіршило екологічний стан орних земель і сільськогосподарських ландшафтів, але й призвело до значного зниження їхньої продуктивності [8].

Усе це є серйозною перешкодою для сталого розвитку довкілля. У зв'язку з цим, надзвичайно важливим та актуальним є систематичний моніторинг впливу деградаційних процесів; застосування комплексного підходу, який повинен забезпечити сталість агроландшафтів, збереження біорізноманіття, усунення негативних явищ у сучасному розвитку ґрунтових процесів [1].

Родючість ґрунтів залежить від багатьох факторів: складу ґрунту, його фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей. Цілеспрямоване керування формуванням урожаю потребує глибокого вивчення дуже складних ґрунтових процесів [9]. Постійний контроль за станом ґрунтів і ефективністю їх використання в області здійснює обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції. Основою такого контролю є агрохімічна паспортизація і моніторинг ґрунтів. Метою роботи є проведення еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів Запорізької області. Вирішальне значення для родючості ґрунтів має вміст гумусу і поживних речовин. У всіх зонах області вміст гумусу щорічно зменшується на 0,005-0,01 %, що більше ніж у 10 разів перевищує втрати гумусу за 1957-1994 рр. [10].

Причини дегуміфікації ґрунтів носять як природний, так і антропогенний характер. Це втрати через водну і вітрову ерозію, зумовлені дуже високим ступенем розораності території. Без врахування потреби гармонійного поєднання природоохоронної та господарської діяльності, інтенсивний обробіток ґрунту, майже повне припинення внесення органічних добрив,



надлишковий відсоток у структурі посівних площ чистих парів і просапних культур, порушення сівозмін, спалювання стерні і соломи тощо [9]. Тільки за 2005-2007 роки в області середньорічні втрати гумусу за рік склали 685 тис. т або 0,59 т/га [10].

Основні причини зменшення гумусу: посилення його мінералізації, втрати при змиві верхнього (найбільш гумусованого) горизонту, недостатня кількість внесення органічних добрив. До 1991 року інтенсивність деградаційних процесів значною мірою послаблювалась за рахунок збільшення обсягів застосування органічних і мінеральних добрив, проведення гіпсування, інших заходів з підвищення родючості ґрунтів, проте за останнє десятиріччя значно зменшилося. Якщо у 1980-1990 рр. у середньому по області на гектар землі вносили по 6-7 тонн органічних і по 130-150 кілограмів (у фізичній вазі) мінеральних добрив, що майже відповідало рекомендованим агромінімумом нормам, то у 2003 р. внесено лише по 470 кг органіки і по 7,7 кг мінеральних добрив, тоді як для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу треба вносити 9-10 т/га органіки. За результатами агрохімічної паспортизації земель, ґрунти області містять 3,35 % гумусу. Найбільше гумусу мають чорноземи звичайні Розівського, Куйбишевського, Новомиколаївського, Гуляйпільського районів - 3,93-4,41 %. Найменше - 2,40-2,99 % вміщують гумусу темно-каштанові ґрунти в Якимівському, Приазовському, Мелітопольському районах та чорноземи звичайні з середньо- та легкосуглинковим складом у Кам'яно-Дніпровському, Василівському та Запорізькому районах. У більшості районів присутня тенденція до зниження вмісту гумусу. Особливо велике зниження вмісту гумусу (на 0,11-0,15%) виявлено в Приморському, Бердянському та Вільнянському районах. Середній вміст гумусу в ґрунтах області, за відношенням до еталонного (6,2 %) складає тільки 54 %. Отже, усі ґрунти потребують збереження і збільшення кількості гумусу [11].

Отже, зменшення вмісту гумусних речовин у ґрунті зумовлює погіршення їх фізичних властивостей і насамперед структурного стану і водопроникності. Погано оструктурені ґрунти легше підпадають водній і вітровій ерозії.

Внаслідок ерозії посилюється процес дегуміфікації. Вміст гумусу в ґрунтах змінюється залежно від структури посівних площ, від площі просапних культур і багаторічних трав у сівозміні. Найбільших втрат гумусу зазнали ґрунти під чистими парами – 2 т/га, картоплею, овочами та баштаними культурами – 1,1-1,4 т/га, під соняшником, кукурудзою і цукровими буряками – по 1,1 т/га. Найменші втрати під травами – 4, соєю – 0,6, озимою пшеницею – 0,3-0,4 т/га. Наявність у структурі використання ріллі 30,8 % просапних культур; картоплі, овоче-баштаних на 11,1% чистого пару створює ерозійно небезпечний фон, особливо при розміщенні соняшнику, кукурудзи на зерно і силос, картоплі на схилах. Якщо з гектара еродованої ріллі в умовах області в середньому змивається 17,7 тонн ґрунту, то при розміщенні просапних культур на схилах – 30-50 тонн/га; при цьому виноситься з ґрунту 500-700 кг/га поживних речовин, тобто у 2-3 рази більше, ніж вноситься з добривами [8].

Отже, біологізація аграрного виробництва є досить наукоємним завданням, вирішення якого пов'язане з впровадженням ландшафтної підходу до організації території, сучасної структури посівних площ і сівозмін, з урахуванням вимог родючості ґрунтів і попиту ринку; використанням найвигідніших ресурсів органічної речовини: соломи, інших рослинних решток, сидератів, дотриманням технології виробництва гною, оптимізації збалансованого локального внесення мінеральних добрив, підвищення частки біологічного азоту в живленні рослин, зменшення механічного навантаження на ґрунт з боку сільськогосподарської техніки, застосуванням ґрунтозахисного і вологозберігаючого обробітку ґрунту [9].

## 1.2 Родючість ґрунтів Запорізької області

Проблема охорони земель в Україні є особливо актуальною, оскільки стан земельних ресурсів виступає передумовою національної безпеки держави. За структурою земельного фонду 2/3 території нашої країни зайнято землями

сільськогосподарського призначення, із яких понад 4,5 млн. га забруднені важкими металами й радіонуклідами [12].

Всебічний аналіз засвідчує, що зниження родючості ґрунтів України пов'язане як із природними чинниками, так і з виробничою діяльністю людини. Серед найважливіших причин втрати родючості ґрунтів слід назвати: різні види ерозії; дегуміфікацію; від'ємний баланс поживних елементів; забруднення ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів і мінеральних добрив, радіонуклідами; ущільнення ґрунтів сільськогосподарською технікою тощо [13].

Дегуміфікація, або зменшення вмісту гумусу в ґрунті, є найконтрольованішим показником зниження його родючості. Багаторічні дослідження показують, що основними причинами дегуміфікації ґрунтів України є зниження загальної культури землеробства, зменшення обсягів внесення органічних добрив, неконтрольований розвиток водної ерозії та дефляції [14].

Під впливом ерозії зменшується вміст гумусу і потужність гумусового горизонту, погіршуються фізичні властивості (руйнується ґрунтова структура, ущільнюється орний шар). У зв'язку з цим знижуються запаси азоту, фосфору, калію та інших поживних елементів, ґрунт втрачає своє родючість. Деградація фізичних і хімічних властивостей ґрунтів викликає скорочення чисельності видового різноманіття, відбувається зміна оптимального співвідношення різних мікроорганізмів на користь патогенних видів, погіршення санітарно-епідеміологічних показників [15-17].

Антропогенне навантаження є одним із головних факторів негативного впливу на ґрунти, що призводить до їхнього забруднення, деградації, ерозії, зменшення вмісту поживних елементів та, як наслідок, зменшення родючості. Будь-яка діяльність людини в тому чи іншому ступені впливає на ґрунтовий покрив. Сільське господарство здійснює такі найважливіші види впливу: обробіток ґрунту; сінокоси, збирання врожаю; випалювання трави; внесення до ґрунту органічних відходів та фекалій, неорганічних добрив; зрошення;

осушення; застосування отрутохімікатів та гербіцидів; випас худоби. Але, на відміну від впливів, що діють у містах, сільськогосподарське навантаження характеризується періодичністю, тобто не всі впливи діють постійно [18-20].

Вплив видобувної промисловості також не залишається непоміченим, оскільки на таких територіях створюються промислові та побутові звалища; здійснюється постійний вплив на ґрунт важкого транспорту; дія шуму та вібрації; можливі викиди різних хімічних речовин тощо. На урбанізованих територіях, порівняно з природними, антропогенний фактор ґрунтоутворення можна вважати провідним. Для міст характерні так звані техноземи - ґрунти, створювані людиною в процесі рекультивації тих чи інших об'єктів господарського освоєння ділянок землі. Їм властива відсутність чітко виражених горизонтів, переважно мозаїчний характер походження, підвищена щільність і, відповідно, менша пористість [21, 22].

Основними забруднювачами ґрунту в урбоекосистемах є:

- 1) пестициди (отрутохімікати),
- 2) мінеральні добрива;
- 3) відходи виробництва;
- 4) газодимові викиди забруднюючих речовин із атмосфери;
- 5) нафта та нафтопродукти [23].

### 1.3. Деградація та забруднення ґрунтів

Ґрунт є основним, самостійним компонентом природного середовища та біосфери загалом, обмежений, незамінний і важковідновлюваний природний ресурс, який виконує важливі функції: продуктивні (виробництво біомаси, продовольства), екологічні (біоекологічні, біоенергетичні, біогеохімічні, гідрологічні, газово-атмосферні та ін.), соціальні та інформаційні [24].

Ґрунти регулюють якість поверхневих і підземних вод, склад атмосферного повітря, є середовищем перебування більшості живих організмів на поверхні суші, забезпечують сприятливе середовище для людини, є основним джерелом виробництва сільськогосподарської продукції [25].

Серед основних антропогенних факторів, що спричиняють погіршення якості ґрунтів і зниження їх родючості, можна назвати наступні:

– надмірна розораність територій та порушення екологічно збалансованого співвідношення між категоріями земель, інтенсифікація землеробства;

– безконтрольне застосування засобів хімізації, низька технологічна культура тощо [26].

Станом на 1 січня 2017 року земельний фонд України становить 60,3 млн. гектарів. Відповідно до Стратегії удосконалення механізму управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними, понад 92 % території країни залучено для господарського використання. Дуже високим є рівень розораності території держави – понад 54%. Для порівняння – у країнах Європи цей показник не перевищує 35%. Фактична лісистість території України становить лише 16 %, що недостатньо для забезпечення екологічної рівноваги. Рівень розораності сільськогосподарських угідь є найвищим у Південному, Центральному і у Східному регіонах, де перевищує 70% (рис. 1.2.).

Рівень розорювання сільськогосподарських угідь є найвищим у Запорізькій, Миколаївській, Одеській, Херсонській областях (Південний регіон), а також в Кіровоградській і Дніпропетровській (Південний регіон) та в Полтавській і Харківських областях (Східний регіон) (рис. 1.3.)[27].



Рисунок 1.2 – Розораність сільськогосподарських угідь по регіонах України 2017



Рисунок 1.3 – Розораність сільськогосподарських угідь по областях України 2017

Пестициди – токсичні речовини, їх сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких вражаються рослини, тварини, люди і завдається шкоди матеріальним

цінностям, а також гризунів, бур'янів, деревної, чагарникової рослинності, засмічуваних видів риби [28].

Пестициди можуть завдати значної шкоди довкіллю та здоров'ю людини. Особливо великому ризику піддаються діти, алергіки і люди з ослабленим імунітетом. Залишки пестицидів знаходять у всьому живому: рослинах, тваринах, птахів, рибах. З різними продуктами харчування людина ризикує спожити значні дози пестицидів щодня [29].

#### 1.4 Основні чинники антропогенного впливу на земельні ресурси

Основними чинниками антропогенного впливу на земельні ресурси області є сільське господарство, промисловість, енергетика, транспорт, гірничодобувна промисловість. Природно-кліматичні умови, а також нераціональне використання сільськогосподарських земель збільшує площу деградованих ґрунтів. Ерозія, засолення, осолонцювання, ущільнення, підтоплення, порушення, зсуви – всі ці види деградації земель характерні для області.

Незважаючи на те, що область знаходиться в зоні недостатнього зволоження, процеси підтоплення набули широкого розповсюдження і суттєво впливають на екологічний стан території та умови життєдіяльності людей. Підвищення рівня ґрунтових вод і, як наслідок, розвиток процесів підтоплення відбувається, головним чином, за рахунок надмірного техногенного навантаження, а природні фактори лише підсилюють цей вплив. В умовах плоского рельєфу і низької фільтраційної спроможності ґрунтів більша частина випадальної вологи не встигає випаруватись або просочуватись в більш глибокі шари ґрунту, а накопичується в його верхніх шарах, викликаючи підвищення рівня першого від поверхні водоносного горизонту. У деяких випадках розвитку процесів підтоплення сприяє порушення правил планування

та забудови території, що мають забезпечити своєчасний водовідвід. Через замулення, особливо на території населених пунктів, русла малих річок значно знизили свою дренажну спроможність. Викликає також занепокоєння стан гідротехнічних споруд і гребель, водопропускних труб і мостів на автодорогах та ін.[30].

Площа зрошуваних земель займає близько 240,7 тис.га. Більшість зрошувальних і дренажних систем в результаті реформування аграрного сектору економіки в більшості своїй передані на баланс сільськогосподарських підприємств та сільських громад, які через брак коштів у місцевих бюджетах та відсутність кваліфікованих кадрів не в змозі забезпечити виконання всіх технічних вимог до їх експлуатації. З метою попередження небезпечного підняття рівнів ґрунтових вод, своєчасного виявлення та усунення причин розвитку процесів підтоплення та визначення ділянок, що потребують першочергового виконання робіт по захисту від підтоплення, вкрай необхідним є організація та постійне функціонування системи моніторингу рівня ґрунтових вод на урбанізованих територіях міст і селищ, що сприятиме ефективному використанню обмежених фінансових ресурсів. Через відсутність фінансування моніторинг не ведеться. Мережа режимно - спостережувальних свердловин на урбанізованих територіях практично відсутня.

Рішенням Запорізької обласної ради від 28.03.2013 р. затверджена «Програма з впровадження заходів щодо збереження, охорони, відтворення та раціонального використання земельних ресурсів у Запорізькій області на 2013-2014 роки». Метою Програми є розроблення Схем землеустрою і техніко-економічні обґрунтування використання та охорони земель у 101 сільських, селищних, міських радах Бердянського, Василівського, Велико-Білозерського, Веселівського, Гуляйпільського, Кам'янсько-Дніпровського, Мелітопольського, Михайлівського, Новомиколаївського, Оріхівського, Пологівського, Приморського, Розівського, Токмацького, Чернігівського районів Запорізької області і впровадження їх у життя [31].



## 1.5 Біоіндикація якості ґрунту та деякі методологічні аспекти відбору проб

Одним із основних методів вивчення стану ґрунтів є геоботанічна індикація (дослідження стану ґрунтів за рослинними спільнотами, що ростуть на них). Фітоіндикація дозволяє оцінити кислотність ґрунтів, ступінь зволоження, місця та типи забруднення по характерним змінам фізіолого-біологічних показників рослин. Так, зміна забарвлення листової пластини, хлорози та некрози свідчать про надлишковий вміст у ґрунтах металів. Кислотність ґрунту можна визначити за присутністю певної групи рослин, наприклад: ацидофіли – індикатори кислих ґрунтів, нейтрофіли – індикатори нейтральних ґрунтів, базифіли – лужних.

Забрудненість ґрунтів можна визначати також і методами біотестування, де для експрес-діагностики використовують водні екстракти, що містять водорозчинні фракції ґрунтів. Для визначення фітотоксичних властивостей ґрунтів використовують насіння культурних рослин, де показником токсичності є енергія проростання насіння, морфометричні характеристики листя.

Особливо цінні і зручні для індикаційних робіт комплекси крупних безхребетних (дощові черв'яки, багатоніжки, личинки комах). Так, вид дощових черв'яків *Octolasion lacteum* є показником високого вмісту кальцію в ґрунтових водах.

Інтерес представляє ґрунтово-альгологічна діагностика, в основі якої лежить положення про те, що зональності ґрунтів і рослинності відповідає зональність водорослевих угруповань. Вона проявляється в загальному видовому складі і комплексі доміантних видів водоростей, в наявності специфічних видів, в характері розповсюдження по ґрунтовому профілю, в перевазі певних життєвих форм.

Мікробіологічна і біохімічна характеристика ґрунтів – найбільш складні розділи ґрунтової біодіагностики. Мікроорганізми – дуже чутливі індикатори,

різко реагують на різні зміни в середовищі. Звідси надзвичайна динамічність мікробіологічних показників. Ґрунт характеризується не тільки складом і чисельністю різних груп біоти, а й їх сумарною активністю, а також активністю біохімічних процесів, обумовлених наявністю в ґрунті певного складу ферментів, виділених прижиттєво в результаті діяльності рослин і мікроорганізмів, а також акумульованих ґрунтом після руйнування клітин. Показниками біологічної активності ґрунтів, застосовуваних в біотестуванні, можуть служити кількісні характеристики чисельності і біомаси різних груп ґрунтової біоти, їх загальна продуктивність, деякі енергетичні дані, активність основних процесів, пов'язаних з кругообігом елементів, ферментативна активність ґрунтів, а також кількість і швидкість накопичення деяких продуктів життєдіяльності ґрунтових організмів.

Для визначення розмірів мікробної біомаси та продуктивності використовують не тільки прямі підрахунки числа клітин, але і непрямі методи – біохімічні та фізіологічні. Наприклад, біомасу водоростей запропоновано визначати за кількістю хлорофілу, бактерій – за специфічною для прокаріот мурамовою кислотою, грибів – по хітину, який входить в склад їх клітинної стінки. Мікробну активність в ґрунті визначають також за рівнем АТФ, поліфосфатів, вмістом ДНК і РНК, амінокислот.

Найбільш загальними є методи, що дозволяють оцінити сумарні біологічні процеси по вихідним або кінцевим продуктам, наприклад, методи визначення дихання ґрунту з поглинання  $O_2$  або виділенню  $CO_2$ ; метод обліку активності азотфіксації по відновленню ацетилену; використання мікрокалориметричних вимірювань для встановлення рівня термостійкості; аплікаційні методи із застосуванням спеціальних матеріалів (целюлози, хроматографічного паперу, целофану) для оцінки швидкості і ступеня їх розкладу і накопичення продуктів метаболізму, амінокислот. Особливу групу складають методи визначення активності окремих ферментів в ґрунтах, що характеризують потенційну активність ґрунтів. При цьому встановлюють не кількісний вміст ферментів у ґрунті, а їх потенційну активність [32, 33].

Виділяють дві форми реакції живих організмів, що використовують як біоіндикатори – специфічну і неспецифічну. У першому випадку відбуваються зміни, пов'язані з дією одного якогось фактора. При неспецифічній біоіндикації різні антропогенні фактори викликають однакові реакції.

У залежності від типу відповідної реакції біоіндикатори поділяють на чутливі і кумулятивні. Чутливі біоіндикатори реагують на стрес значним відхиленням від життєвих норм, а кумулятивні накопичують антропогенний вплив, що значно перевищує нормальний рівень в природі, без видимих змін.

Організм-індикатор повинен задовольняти ряду вимог:

- бути типовим для даних умов;
- мати високу чисельність в досліджуваному екотопі;
- мешкати в даному місці протягом ряду років, що дає можливість простежити динаміку забруднення;
- перебувати в умовах, зручних для відбору проб.

Так, кропива є індикатором високої концентрації в ґрунті кальцію; багато рослин-галофілів вказують на високий ступінь засолення ґрунту. Деякі водні організми свідчать про ступінь забруднення води (наприклад, малощетинкові черв'яки роду *Tubifex*, личинки двокрилих комах родів *Chironomus*, *Eristalis* та ін.); про чистоту води судять по нормальному розвитку вищих ракоподібних – наприклад, бокоплавів роду *Gammarus*, водоростей роду *Fontinalis* та ін. При виборі біоіндикаторів необхідно мати на увазі, що стеноойкні види більш надійні, ніж евріойкні; багаторічні краще, ніж однорічні; великі організми краще, ніж дрібні; біоценози з домінуванням таких видів вельми надійні. Імовірність зв'язку біоценозу з певним фактором середовища виражається у відсотках випадків спряженості або балах умовної шкали (Викторов, Востокова, Вышивкин, 1962):

- 1 – від 1 до 60% випадків спряженості – біоценоз не є біоіндикатором;
- 2 – від 61 до 75% – сумнівний біоіндикатор;
- 3 – від 76 до 90% – задовільний біоіндикатор;
- 4 – від 91 до 99% – вірний біоіндикатор;

5 – 100% – абсолютний біоіндикатор.

Багато організмів досить чутливі і вибагливі по відношенню до різних факторів середовища проживання (хімічного склад ґрунту, води, атмосфери, кліматичних і погодних умов, присутності інших організмів тощо) і можуть існувати тільки в певних, часто вузьких межах зміни цих факторів. Наприклад, скупчення морських рибоїдних птахів свідчить про підхід косяків риби. Специфічні організми планктону і бентосу вказують на походження водних мас і течій, характеризують певні параметри середовища проживання (солоність, температуру тощо). Лишайники і деякі хвойні дерева є біоіндикаторами чистоти повітря. Ряд ґрунтових мікроорганізмів і індикаторні рослини служать біоіндикаторами при пошуках різних корисних копалин. За комплексами ґрунтових тварин можна визначати типи ґрунтів і їх зміни під впливом господарської діяльності людини. Локальні внутрішньовидові угруповання у багатьох тварин, наприклад у риби, характеризуються в залежності від району проживання різними комплексами паразитів-індикаторів. За допомогою біоіндикаторів встановлюють вміст в субстраті вітамінів, антибіотиків, гормонів та інших біологічно активних речовин, а також визначають інтенсивність різних хімічних (рН, вміст солей та ін.) і фізичних (радіоактивність та ін.) факторів середовища. Важливий аспект застосування біоіндикаторів – оцінка з їх допомогою ступеня забруднення навколишнього середовища, постійний контроль (моніторинг) його якості і змін [34].

Зазвичай рослини-біоіндикатори використовуються для оцінки забруднення повітря, а тварини-біоіндикатори – води. При екологічному моніторингу використання біоіндикаторів часто дає більш цінну інформацію, ніж колишня оцінка забруднення приладами, так як біоіндикатор реагує відразу на весь комплекс забруднень. Крім того, маючи «пам'ять», вони своїми реакціями відображають забруднення за тривалий період. На листках дерев при забрудненні атмосфери з'являються некрози (відмираючі ділянки). По присутності деяких стійких до забруднення видів та відсутності нестійких видів (наприклад, лишайників) визначається рівень забруднення атмосфери міст.

Здатність деяких видів біоіндикаторів акумулювати забруднюючі речовини дозволила Швеції виявити наслідки аварії на Чорнобильській АЕС при аналізі лишайників. Береза і осика можуть сигналізувати про підвищений вміст барію та стронцію в навколишньому середовищі неприродно зеленим кольором листя. Аналогічно в ареалі розсіювання урану навколо родовищ пелюстки іван-чаю стають білими (в нормі – рожеві), у лохини темно-сині плоди набувають білий колір і т. д. Для виявлення забруднюючих речовин використовуються різні види біологічних індикаторів: для загального забруднення – лишайники і мохи, для забруднення важкими металами – слива і квасоля, діоксидом сірки – ялина і люцерна, амоніаком – соняшник, сірководнем – шпинат і горох, поліциклічними ароматичними вуглеводнями (ПАВ) – недоторка та ін. Використовуються і так звані «живі прилади» – рослини-індикатори, висаджені на грядках, поміщені в вегетаційні судини або в спеціальні коробочки (в останньому випадку використовуються мохи, коробочки з якими називаються біометрами). «Живі прилади» встановлюють в найбільш забруднених частинах міста. При оцінці забруднення водних екосистем як біоіндикатори можуть використовуватися вищі рослини або мікроскопічні водорості, організми зоопланктону (інфузорії-туфельки) і зообентосу (молюски та ін.). У середній смuzі у водоймах при забрудненні води розростається кушир, рдест плаваючий, ряска, а в чистій воді – водокрас жаб'ячий і сальвінія. За допомогою біологічних індикаторів можна оцінювати засолення ґрунту, інтенсивність випасу, зміни режиму зволоження і т.і. У цьому випадку весь склад фітоценозу використовується як біоіндикатор. Кожен вид рослин має певні межі поширення (толерантності) по кожному фактору середовища, і тому сам факт їх спільного зростання дозволяє достатньо повно оцінювати екологічні фактори. Широке поширення набуло використання дерев як біоіндикаторів зміни клімату та рівня забруднення навколишнього середовища. Враховується товщина річних кілець: в роки, коли випадало мало опадів або в атмосфері підвищувалася концентрація забруднюючих речовин, утворювалися вузькі

кільця. Таким чином на спилі стовбура можна бачити відображення динаміки екологічних умов.

Можливості оцінки середовища за рослинності вивчаються спеціальним розділом ботаніки – індикаційною геоботанікою. Її основний метод – використання екологічних шкал, тобто спеціальних таблиць, в яких для кожного виду вказані межі його поширення по факторам зволоження, багатства ґрунту, засолення, випасу і т.і. У СРСР екологічні шкали були складені Л. Г. Раменським.

Розроблено різні методи біоіндакації – фітологічне картування ( картування числа видів і ступеня проективного покриття і порівняння з еталоном), експозиція в забрудненому середовищі рослин-біоіндикаторів, вирощених в нормальних умовах, аналіз видимих пошкоджень організмів, вміст забруднюючих речовин в організмах у разі біоаккумуляції. Зазвичай біоіндикатори використовуються при великомасштабних дослідженнях забруднень навколишнього середовища [35-40].

## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Характеристика матеріалу дослідження

Пшениця м'яка або пшениця звичайна (*Triticum aestivum* L.) (*Triticum vulgare* L.), також znana як хлібна пшениця – вид зернових злаків. Це найбільш широко розповсюджений вид пшениці, вирощується у Європі, Азії та Індії, Північній та Південній Америці і Австралії.

Озима пшениця утворює добре розвинену, розгалужену кореневу систему мичкуватого типу. Основна маса її розміщується в орному шарі ґрунту, окремі корені проникають на глибину 1,5-2 м і більше. Із зародка насінини спочатку виростає 3-6 однаково розвинутих зародкових коренів, утворюючи первинну кореневу систему. У процесі росту з підземних стеблових вузлів, і найбільше з вузла кушіння, утворюються стеблові або вузлові корені, які складають основну масу кореневої системи пшениці. Розвиток кореневої системи залежить від низки чинників. За меншої вологості ґрунту корені проникають на більшу глибину. На перезволожених ґрунтах, внаслідок погіршення газообміну, корені розвиваються слабо й лише в поверхневих шарах. Найкраще ростуть корені при вологості ґрунту 60-70% від повної вологоємності. Розвиток кореневої системи залежить від біологічних особливостей сорту. При зниженні температури відносно краще ростуть корені, при підвищенні - надземні органи. На родючих ґрунтах і після кращих попередників коренева система менш розвинута порівняно з надземними органами, ніж на бідних ґрунтах. Азотні добрива сприяють кращому росту надземної маси, а фосфорні - коренів рослин. Деяко поліпшують розвиток коренів і калійні добрива.

Ріст зачаткового стебла починається з часу проростання зерна. У пшениці воно має назву соломина, яка складається з 4-7 міжвузлів, розділених стебловими вузлами. Росте стебло у висоту за рахунок поділу клітин біля вузлів. Його міжвузля видовжуються і потовщуються. Одночасно стебло росте і верхівкою всередині листової трубки. Кожне наступне міжвузля довше за

попереднє. Найвищий приріст стебла за добу може становити 5-7 см, і припадає він на період перед виколошуванням. Після закінчення цвітіння ріст стебла зовсім припиняється. Висота стебла залежить від біологічних особливостей сорту, родючості ґрунту, удобрення, вологості, густоти стояння та ін. Вважається, що найбільшу потенціальну продуктивність мають короткостеблові сорти із співвідношенням маси зерна до соломи, як 1:1.

Листок пшениці складається з листкової пластинки та листкової піхви, яка щільно охоплює стебло. В місці переходу піхви у листову пластинку є язичок, що запобігає затіканню у піхву води, потраплянню пилу тощо. По боках язичка є вушка. За вушками і язичком пшеницю відрізняють від інших злаків до викидання рослинами суцвіть. Найперше утворюються прикореневі листки, які формуються з підземних вузлів. Пізніше з надземних вузлів ростуть стеблові листки. Листки виконують важливу фізіологічну функцію в житті рослини, забезпечуючи проходження процесу фотосинтезу, транспірації і газообміну. Чим більша асиміляційна поверхня, тим вища продуктивність рослин. Площа поверхні листків на 1 га в озимої пшениці може становити 30-60 тис.м<sup>2</sup>. Крім того, листки пшениці є тимчасовим сховищем запасних поживних речовин, а також частково виконують і механічні функції, укріплюючи міцність стебла.

В пшениці суцвіття - складний колос, який складається з членистого стрижня і колосків. На кожному виступі колосового стрижня міститься по одному багатоквітковому колоску. Загальна їх кількість коливається від 16 до 22 шт. Довжина колоса, кількість колосків у ньому залежить від сортових особливостей і технології вирощування. Колосок складається з двох колоскових лусок, які захищають від пошкоджень квітки, а потім зерна, які з них розвиваються. Луски відрізняються кольором, опушенням і формою, що є основою визначення різновидностей і сортів пшениці. Між колосовими лусками розміщується одна або декілька квіток. Кожна квітка у пшениці з обох боків прикривається двома квітковими лусками – зовнішньою і внутрішньою. Зовнішня у остистих сортів закінчується остюком, у безостих - остюковим відростком. Між квітковими лусками містяться найважливіші частини квітки –



зав'язь з дволопатевою приймочкою і три тичинки з пиляками. Першими починають цвісти квітки середньої частини колоса, а потім зона цвітіння поширюється по всьому колосу. В колоску першими зацвітають дві нижні квітки, а через 1-2 дні – решта (третя, четверта і т.д.). Квітки, що цвітуть першими, формують найкрупніше зерно. Залежно від місця розміщення колоска в колосі та умов вирощування, в ньому може утворитися від 1 до 6 зернівок. Пшениця - самозапильна рослина (клейстогамія), але у жарку погоду може запилюватися перехресне.

У пшениці плід має назву зернівка. Зовні зернівка вкрита плодовою і насінною оболонками. Вони захищають зерно від впливу чинників зовнішнього середовища і пошкодження хворобами та шкідниками. Маса оболонки становить 7-8% маси сухої речовини зерна, а з цієї кількості на частку плодової оболонки припадає 70-85%. Зерно за формою овальне, яйцеподібне, бочкоподібне, завдовжки 4 – 11 мм. Під оболонками в нижній частині зерна розміщується зародок. Його маса становить 1,5-3,0% від маси зернівки. При помелі зерна зародки разом з оболонками відходять у висівки. Зародок має щиток, що є сім'ядолею зернівки, і призначений для вбирання поживних речовин з ендосперму. Найбільшу частину зернівки пшениці займає ендосперм. Зовнішній (алеїроновий) шар клітин ендосперму багатий на азотні сполуки. Проте білок цього шару не еластичний і не пружний, тому домішування його до борошна знижує якість останнього. За товщиною алеїроновий шар майже дорівнює оболонкам зернівки. Під алеїроновим шаром міститься основна (борошниста) частина ендосперму. Вона складається з клітин, наповнених крохмальними зернами, в проміжках між якими містяться білкові речовини переважно у вигляді клейковини. На ендосперм разом з алеїроновим шаром припадає близько 90% ваги зернівки пшениці [45,46].

Сьогодні вирощується м'яка пшениця, котра виникла в результаті багаторазових перехресень диких і культурних видів рослин, генетичних мутацій, селекції, що триває вже протягом десятків тисяч років, яку практикує людство. Радикальні генетичні зміни були зроблені в 50-х роках ХХ ст. завдяки

схрещуванню з короткостеблим сортом *Norin 10*, виведеним у Японії. В результаті з дикоростучої рослини висотою 1,2 м, з дрібними, які не може бути відділені від луски зерен пшениці, була створена заввишки близько 40 см., з у чотири рази більших колосках і більших зернах, які легко вимолочуються. В наш час пшениця дає у 10 разів більш високі врожаї, ніж в історичні часи, культивується тисячі сортів.

М'яка пшениця гексаплоїдна з числом хромосом  $2n = 42$ . З шести наборів хромосом, два отримані від *Triticum urartu*, два від *Aegilops speltoides*, два від *Aegilops tauschii*. Початок еволюції дали перші два перераховані види, які схрещувались між собою і дали новий вид - *Triticum dicoccoides* з чотирма наборами хромосом ( $2n = 28$ ). Це сталося спонтанно, близько 580-820 тисяч років тому. З *Triticum dicoccoides* у результаті спонтанної мутації була створена полба (*Triticum dicoccon*). Полба схрещуючись з *Aegilops tauschii* породила новий вид – спельта (*Triticum speltum*) з шістьма наборами хромосом, з якої в результаті мутації виникла м'яка пшениця [45]. Це сталося близько 8500 років тому.

Огірок звичайний (*Cucumis sativus* L.) – вид одомашнених овочів з родини гарбузових. Огірок є об'єктом тепличного сільського господарства.

Огірок з'явився в культурі понад 6 тис. років тому. Батьківщина цього виду – тропічні і субтропічні райони Індії і Китаю, де він досі росте в природних умовах. Згадані в Біблії як овоч Єгипту (Числа 11:5).

Відомо, що у 200 році до н. е. огірки були завезені з Персії до Китаю.

Плоди диких огірків дрібні і неїстівні через вміст гірких речовин – кукурбітацинів.

Слов'янська назва рослини (укр. огірок, біл. агурок, рос. огурец, пол. ogórek, чеськ. okurka) походить від грец. ἄγυρος. Через посередництво слов'янських мов це слово запозичене до балтійських (лит. agurkas, латис. gurķis) і германських мов (нім. Gurke, англ. gherkin і нід. augurk («маленький огірок»), дан. agurk, швед. gurka ) [48].

Латинська назва *cucumis*, очевидно, має неіндоєвропейське, субстратне походження: його розглядають як «слово-вандерворт» з якоїсь невідомої середземноморської мови [49].

Лікарські властивості. Найбільшим лікувальним ефектом володіє огірковий сік. Його ефект надзвичайно високий при захворюваннях суглобів, у тому числі при подагрі, оскільки сприяє виведенню з організму сечової кислоти. Огірковий сік допомагає при поганому стані зубів і ясен. При вживанні тільки що зірваних з грядки огірків (до 0,5 кг на день) відмічено поліпшення росту волосся. Свіжий огірковий сік володіє сильну антимікробну дію, застосовується для лікування нагноїв ран та виразок. Сік допомагає при водянці і набряках серцевого походження, як болезаспокійливе при кишкових коліках і жовтяниці. Огірковий сік або водний настій шкірки, якщо ними протирати шкіру хвору, допомагають як засіб від вугрів, веснянок, пігментованих плям, застосовують їх і проти загару. Для збереження рум'янцю на щоках, білого кольору шкіри і її свіжості рекомендується раз на тиждень накладати маску з огірків, змішаних з розтертим яблуком.

Стебло (батіг) п'ятигранне, борозенчасте, опушене. Залежно від довжини стебла розрізняють довгоплетисті сорти ( $> 150$  см), короткоплетисті ( $< 60$  см) і середнеплетисті (61 ... 150 см). Довжина стебла і число бічних пагонів в значній мірі змінюються залежно від сортових особливостей та умов вирощування. Є кущові, сланкі і карликові сорти.

Листя черешкові, варіюються в межах рослини за розміром і формою. Розташування листя почергове. Нижні листки відрізняються від наступних меншими розмірами і за округлістю форми. У пазухах третього-четвертого і наступних листків утворюються вусики, в пазухах формуються чоловічі та жіночі квітки.

Основна маса коренів розташована в орному шарі ґрунту. Рослини огірка утворюють розгалужену кореневу систему, що розташовується в основному в орному горизонті. Окремі корені можуть досягти глибини 70 ... 90 см і більше. Огірок легко утворює додаткові корені з підсім'ядольного коліна і вузлів

стебла. З початку проростання насіння характерно значне випередження формування кореневої системи в порівнянні з надземною частиною.

Огірок – рослина однодомна, що утворює чоловічі і жіночі квітки. Число жіночих квіток у вузлі може бути різним – 1, 2 і кілька (щиток). Чоловічі квітки утворюються в більшій кількості. Чоловічі і жіночі квітки можуть формуватися в окремих вузлах (чоловічі та жіночі вузли) або в одних і тих самих (змішані). В пазухах нижніх листків утворюються переважно чоловічі квітки. У міру руху вгору по стеблу співвідношення чоловічих і жіночих вузлів зміщується в бік останніх. Самі верхні вузли головного стебла, як і вузли гілок вищого порядку, можуть бути тільки жіночими.

Плоди (зеленці) розрізняються за розмірами (5 ... 70 см), масою (20 ... 3000 г), формою, будовою і забарвленням. Поверхня плоду - важлива сортова ознака, варіює від неопушеної гладкої до ребристої і горбкуватої з шипами. Опушення (шипи) може бути простим, складним і змішаним. Забарвлення плоду коливається від білого до темно-зеленого. Забарвлення шипів може бути білим, коричневим або чорним. Плоди з чорним опушенням відносно швидко жовтіють, втрачаючи товарний вигляд. Плоди необхідно прибирати щодня або через день, не допускаючи їх переростання. Переросли плоди гальмують розвиток молодих зав'язей, в результаті чого вони всихають. Систематична прибирання підвищує врожайність культури.

Оптимальна денна температура в період сходи - цвітіння знаходиться в межах 24 ... 28 ° С в ясну і 18 ... 22 ° С в похмуру погоду. Бажано, щоб нічна температура в цей час була не нижче 12 ... 15 ° С. Цвіте: Квіти огірка недовговічні - у північних районах вони розкриваються звичайно в 6-7 годин ранку, бувають відкритими 1-2 дні, потім закриваються. Цвіте і плодоносить: Плодоутворення інтенсивніше за все йде при денній температурі +24 ... +30°C і нічний - вище 16 ° С. При температурі повітря вдень +12 ... +15°C слабшає зростання, погіршується формування пилку, зменшуються розміри листя. Подальше зниження температури в залежності від тривалості веде до пошкодження органів і загибелі рослин.

Сходи, при сприятливих умовах, з'являються на 4-6-й день після посіву. Біологічні особливості: Огірок – найбільш тепло-вимоглива овочева культура. Для нормального росту йому необхідна температура 25-27 °С. При температурі нижче 15 °С розвиток рослин затримується. Тривалий вплив температури 8-10 °С може погубити огірки. Замороження рослини огірка абсолютно не переносять. Найбільш чутливі до холоду молоді сходи – у фазі сім'ядоль. Потім їх стійкість до холоду значно підвищиться. Цвіте огірок при температурі 14-16 °С, а пиляки розтріскуються при 16-17°С. Найкраща температура для цвітіння і запліднення квіток огірка 18-21°С. Огірок вимогливий до вологості ґрунту і повітря. Вологість ґрунту повинна бути в межах 60-80% від найменшої вологоємності, а відносна вологість повітря 70-80%. Огірок любить поливи. І хоча він тіншовитривала помідора, але все, ж культура огірка вимоглива до світла, в умовах захищеного ґрунту добре відгукується на додаткове освітлення. Екологічні умови: Зниження температури і підвищення вологості повітря і ґрунту, скорочення світлового дня в період формування квіток, обкурювання чадним газом або підгодівлі вуглекислотою, прищіпки рослин, вплив на них ацетиленом і інші прийоми сприяють збільшенню числа жіночих квіток. Це і буде штучним впливом. На жаль, застосувати його можна в основному лише в захищеному ґрунті. У відкритому ґрунті на співвідношення квіток можна впливати умовами харчування і змінюючи кислотність ґрунту. Посилене харчування фосфором, калієм, бором і обмеження азоту сприяють збільшенню утворення жіночих квіток. Найбільше число жіночих квіток утворюється при нейтральному ґрунті (рН = 5,9-6,1). Після запліднення зав'язі огірка швидко ростуть, досягаючи зрілості на 7 – 12-й день. Треба мати на увазі, що чим більше плодів на рослині огірка, тим повільніше вони ростуть, і частина з них опадає. Ось чому часті збори зеленців сприятливо впливають на врожайність. Важливе значення також має період плодоношення (час від першого до останнього збору плодів). Він іноді за тривалістю перевершує період «сходи – початок плодоношення» [50].

Хрiниця сiйна, хрiнниця посiвна, хрiниця жерюха, або крес-салат (*Lepidium sativum* L.) – однорiчна перехреснозапильна трав'яниста салатна рослина родини капустяних. У культурi вирощують раннiй (з видовженими вузькими часточками листка), середньостиглий (з короткими часточками листка) i пiзньостиглий (цiлолистий) крес-салат.

Рослина вiдома ранiше в Україні пiд назвами: хрiнниця жерюха, жируха крес-салат, жерелуха, жерлуха, жижуха, перечниця, красоля, красовуля, крес.

У листi хрiнницi посiвної мiститься до 120 мг% аскорбiнової кислоти, до 4 мг% каротину, до 3 % бiлка, крiм того, фолiєва кислота i мiнеральнi солi – калiю, магнiю, залiза, мiдi, йоду [51].

Листки та молодi соковитi стебла крес-салату мають пiкантий гострий присмак, мiстять велику кiлькiсть поживних речовин. Використання його в їжу особливо корисне у дитячому харчуваннi та для людей похилого вiку.

Вживають в їжу листя в сирому виглядi як салат, як приправу до супiв, м'ясних i рибних страв або використовують як гарнiр для других страв. Специфiчний смак його обумовлений наявнiстю глюкозиду трепсолiна, що мiстить йод i сiрку.

В молодому вiцi крес-салат являє собою тоненькi стеблинки з дуже дрiбними листочками. В їжу використовується цiлком або подрiбноється на дрiбнi кусочки, як крiп, i подається як приправа до перших i других страв.

Крес-салат як i морськi продукти та хрiн, можна використовувати при ураженнi рiдiоактивним випромiнюванням завдяки вiмсту великої кiлькостi йоду, що запобiгає нагромадженню в органiзми рiдiоактивного йоду [52].

Вживання рослин сприяє зниженню кров'яного тиску, покращує сон, апетит.

Хрiнниця посiвна є рослиною, яку використовують як тест-об'єкти при бiотестуваннi.

Хрiнниця посiвна – холодостiйка рослина, вимоглива до регулярного забезпечення ґрунту вологою. Насiння висiвають рано навеснi з мiжряддями 45 i 25 см. Проростки з'являються на 2-3-й день. Збиральна стиглiсть настає на 25-

30-й день. Рослини збирають з корінням або зрізують разом із стеблами і листям. Врожайність становить 4 кг з 1 м<sup>2</sup>.

Крес-салат можна вирощувати в теплиці або ящиках в кімнаті на підвіконні зі схемою посіву 6x3 см. Сіють крес-салат доволі густо, а посіви можна повторювати багато разів. Зрізають рослини через 15-18 днів, коли вони досягнуть висоти 8-10 см. Після збирання листя розпушують ґрунт і проводять повторний посів. При посіві крес-салату через кожні 20-30 днів можна домогтися конвеєрного надходження свіжої зелені протягом усього року. Для одержання насіння крес-салат висівають рано навесні з міжряддями 45 см. Через 30-35 днів рослина зацвітає, а наприкінці липня дозріває насіння. Урожайність насіння становить 200 г з 1 м<sup>2</sup>.

Сортимент крес-салату в Україні є обмеженим – лише два сорти – «Вість» і «Холодок» – внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 році [53].

## 2.2 Методика відбору проб ґрунту та його підготовка для «ростового тесту»

При загальному забрудненні ґрунтів ділянки для відбору зразків вибирають у відповідності з координатною сіткою (вказують номер і координати). При локальному забрудненні ґрунтів для визначення пробних ділянок використовують систему концентричних кіл, розташованих на диференційованих відстанях від джерела забруднення (вказують номери кіл і азимут місця відбору зразків). При дослідженні забруднень ґрунтів проби відбирають пошарово з глибини 0-5; 5-20; 21-40; 41-60 см, в залежності від мети дослідження. Крім того визначається необхідний розмір досліджуваної ділянки, кількість і вид проби.

Максимально допустимі розміри ділянок визначають в залежності від економічних районів країни: в Поліссі – 8 га, Лісостеповій зоні – 25 га, в Степовій – 40 га. В середньому розмір ділянки в Україні дорівнює приблизно 25 га. Для визначення у ґрунтах хімічних речовин розмір ділянки для відбору зразків коливається від 1 до 5 га, де відбирають не менш однієї об'єднаної проби масою не менше 400 г.

Навколо підприємств-забруднювачів обстеження земель проводиться за системою концентричних кіл, розташованих на відстані 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5; 10 км від джерела забруднення, з урахуванням пануючих вітрів. При відборі проб ґрунту з ділянок уздовж дорожніх смуг враховується те, що газопиловий струмінь автотранспорту викидається в повітря невисоко над ґрунтом, а відстань переносу викидних газів (в тому числі і аерозолів важких металів, сажі та інших речовин) не перевищує 100 м в напрямку пануючих вітрів. Ділянки для відбору зразків довжиною 200–500 м розмічають на відстанях 0-10, 10-50 і 50-100 м від полотна дороги, враховуючи рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив, гідрологічні умови місцевості. На кожній з них відбирають 20–25 індивідуальних проб ґрунту для отримання змішаного 5 (середнього) зразка.

У зв'язку з тим, що в твердих середовищах (ґрунтах) токсиканти рідко розподілені рівномірно, існують певні методики відбору проб, що дозволяють нівелювати наслідки мозаїчності. Для визначення забруднень промислового походження відбір проб ґрунту проводиться один раз на рік в літній період. Як правило, для контролю вибираються ґрунти, зайняті культурними рослинами.

Для визначення точок відбору застосовується азимутальний метод. Кожний рік проби відбираються навколо промислових центрів за чотирма румбами на відстані 1; 2; 3; 5 і 10 км. Один раз в п'ять років обстеження ґрунту проводять більш детально по всіх 16 румбам і на відстанях 0; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 20; 30; 50 км. Положення точок пробовідбору відзначається на карті.

Методика відбору ґрунтових зразків визначається поставленими перед дослідником завданнями. У всіх випадках зразки повинні найбільш повно



характеризувати досліджувану площу. Аналізуються індивідуальні та змішані зразки. Для характеристики біологічної активності ґрунтів на кожній стометровій ділянці беруть п'ять змішаних зразків за способом конверту. Кожен зразок складають з 5–7 індивідуальних проб. Якщо ділянка менше 100 м<sup>2</sup>, досить брати три змішаних зразка по діагоналі, складених з 3–5 індивідуальних проб. Всі зразки аналізуються окремо.

Роблять записи в щоденнику з зазначенням району досліджень, описом обраного місця закладки розрізу, ділянки або досліджуваного поля (рельєф, рослинність, попередні культури, агротехніка, внесення добрив) і докладною характеристикою ґрунту. Обов'язково записують час взяття зразка.

Проби ґрунту для біохімічного аналізу беруть спеціальними пробовідбірниками. Зазвичай вони являють собою круглі трубки з міцного нейтрального матеріалу («нержавійка», пластмаса) діаметром 5 см з кришками. У відкритому стані пробовідбірник акуратно вганяють в ґрунт на максимально можливу глибину. Після цього трубка щільно закривається зверху кришкою і відразу (якщо дозволяє ґрунт) знизу закривається другою кришкою. Якщо щільність ґрунту велика, то для закриття взятого керна трубку необхідно дуже акуратно нахилити, намагаючись не порушити його всередині трубки, і потім закрити нижню кришку. При відборі проб ґрунту буром змішаний зразок складається з 20 кернів (уколів), відібраних через рівні проміжки по діагоналі пробного майданчика, приблизно через 7–10 м. Всі відібрані керни змішуються в окремій ємності (банці). Звідси береться аналізований згодом зразок і поміщається у хімічно неактивні ємності (чиста скляна банка, пластикова ємність). Кожен зразок забезпечується етикеткою з зазначенням району взяття проби, шифру і номера керна, дати, прізвища дослідника.

Відбір проб ґрунтів для біоіндикаційних досліджень. На першому етапі комплексного моніторингу навколишнього природного середовища із застосуванням біологічних методів оцінки рекомендується проводити великомасштабні рекогносцирувальні дослідження. Вони повинні бути прив'язані до стаціонарних постів спостереження Держкомгідромету та

санітарно-епідеміологічної служби, а також включати найбільш екологічно небезпечні і умовно чисті контрольні території (за рекомендаціями обласних управлінь Міністерства екології та природних ресурсів України, санітарно-епідеміологічної служби тощо).

Далі переходять до середньо- та маломасштабних досліджень відносно оцінки стану ґрунтів та інших об'єктів навколишнього середовища за сумарним токсико-мутагенним фоном. Такі дослідження, як правило, завершуються картографуванням території за даною ознакою.

Великомасштабне картографування дозволяє встановити орієнтовані рівні мутагенного фону, а середньо- та маломасштабне картографування – диференціювати райони всередині окремих регіонів за ступенем мутагенного впливу та виявити джерела впливу на одиницю площі. При великомасштабному картографуванні за одиницю площі рекомендується приймати ділянку розміром 10000 км<sup>2</sup>, при середньо- та маломасштабному – 1000 і 100 км<sup>2</sup>, відповідно. На кожній одиниці площі повинно бути не менше 10 пунктів спостережень.

У випадку впливу окремих джерел забруднень (підприємств, електростанцій та ін.) на об'єкти навколишнього середовища, рекомендується застосовувати метод концентричних кіл з шагом через 0,5 км (до 2,5 км).

При оцінці екологічного стану міста з населенням 1 млн. чоловік бажано поділити його територію на 20 умовних квадратів з виділенням у кожному від 10 до 20 пунктів спостережень залежно від рівня екологічної напруженості. У кожному пункті проби ґрунту відбирають за правилом «конверта» зі стороною 10-100 м. Об'єднана проба ґрунту формується з 9-12 проб, розміщується у відповідну тару, на яку ставиться печатка та наклеюється етикетка із супровідною відомістю.

Періодичність обстеження ґрунтів встановлюється диференційовано (з урахуванням особливостей території) – в середньому через кожні 5 років. Зазначений термін може бути збільшений, якщо різниця між показниками попереднього обстеження не істотна [32, 33].

### 2.3 Методологія оцінки токсичності ґрунтів із використанням «ростового тесту»

При оцінці токсичності проб ґрунтів в чашку Петрі кладуть аркуш фільтрувального паперу, на який насипають 1 грам висушеного та подрібненого ґрунту і рівномірно розподіляють по ємності. Потім додають 5-7 мл води (використовують кип'ячену питну воду, яку попередньо відстоюють кілька днів) і на ґрунт висаджують по 30-50 насінин індикаторної рослини (в залежності від крупності). Найбільш зручними культурами для тестування в чашках Петрі є рослини з дрібним насінням – редис, гірчиця, цибуля звичайна. Контрольним субстратом у цьому випадку є ґрунт, відібраний на умовно чистій території (заповідник, заказник, курортна зона та ін.) (рис. 2.1).

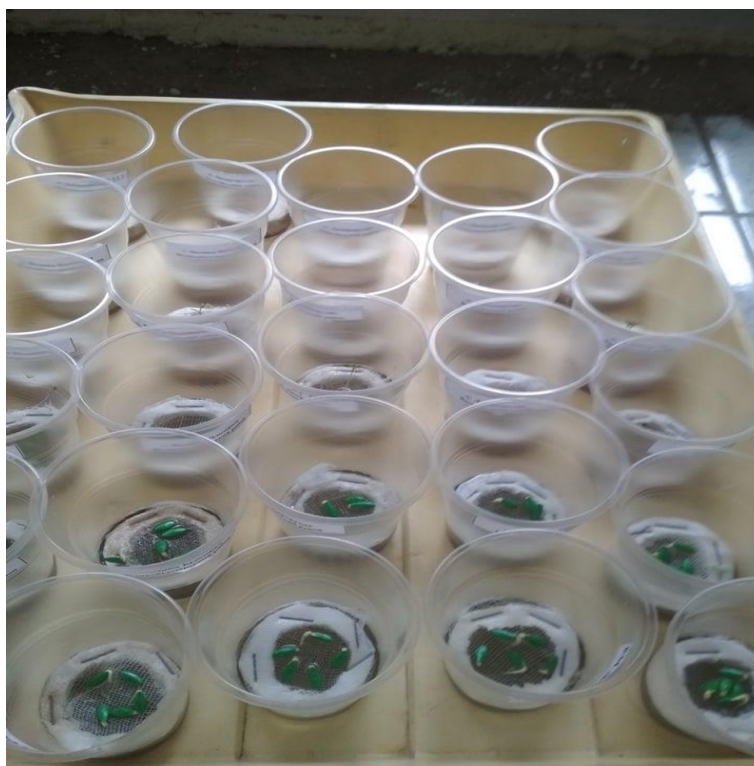


Рисунок 2.1 – Схожість тест-рослин на 5 день експерименту

Після закінчення експерименту рослини обережно виймають з чашок Петрі (при необхідності змивають з них ґрунт) та вимірюють довжину кореневої і стеблової системи паростків, а також сиру масу десяти найбільш

типових проростків (рис. 2.2). Потім рослини поміщують у паперові пакети і висушують протягом декількох днів, після чого визначають їхню суху масу. Дослідження всіх варіантів проводять у трьох повтореннях.



Рисунок 2.2 – Методика вимірювань тест-б'єкта

Обробка результатів ростового тесту. Після проведення вимірювань для кожного з досліджуваних варіантів обчислюють середню довжину надземної і кореневої частин:

$$x \pm m, \quad (2.1)$$

де  $m$  – помилка середнього арифметичного, яку визначають так:

$$m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}} \quad (2.2)$$

де  $N$  – кількість результатів;  $\sigma^2$  – дисперсія, яку визначають за виразом:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N} \quad (2.3)$$

Достовірність різниці середніх арифметичних  $t$  розраховується за критерієм Стьюдента-Фішера:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (2.4)$$

де  $\bar{x}_1$  – середнє арифметичне значення показника в контрольному досліді;  
 $\bar{x}_2$  – середнє арифметичне значення показника у досліджуваному варіанті;  $m_1$  –  
 помилка середнього арифметичного в контрольному досліді;  $m_2$  – те ж у  
 досліджуваному варіанті.

Біологічний маркер (біомаркер) – термін, що позначає вимірювання події,  
 яка відбувається в біологічній системі (організм тварини або людини).

Біомаркери використовуються в дослідженнях *in vitro* та *in vivo* на  
 організмах тварин або людини. Як правило, виділяють три конкретні види  
 біологічних маркерів: біомаркери впливу, біомаркери ефекту та біомаркери  
 чутливості.

Таблиця 2.1 – Приклади біомаркерів впливу або біомаркерів ефекту, що  
 використовуються в токсикологічних дослідженнях

Зразок	Вимірювання	Мета
Біомаркери впливу		
Жирова тканина	Діоксин	Вплив діоксину
Кров	Свинець	Вплив свинцю
Кість	Алюміній	Вплив алюмінію
Повітря, що вдихається	Толуол	Вплив толуолу
Волосся	Ртуть	Вплив метил ртуті
Сироватка	Бензол	Вплив толуолу
Сеча	Фенол	Вплив фенолу
Біомаркери ефектів		
Кров	Карбоксигемоглобін	Вплив окису вуглецю
Еритроцити	Цинк-протопорфірину	Вплив свинцю
Сироватка	Холінестераза	Вплив фосфорорганічних сполук
Сеча	Мікроглобуліни	Нефротоксичний вплив
Лейкоцити	Аддукти ДНК	Вплив мутагенів

Метод біотестування за допомогою біомаркерів є досить достовірним і використовується з кількома цілями. На рівні окремого організму за допомогою біомаркерів можна підтвердити або спростувати діагноз конкретного виду отруєння або іншого негативного ефекту, викликаного хімічними речовинами. У здорової людини за допомогою біомаркерів можна визначити індивідуальну гіперчутливість до конкретних хімічних впливів і, таким чином, прогнозувати ризик та надати необхідну консультацію [37, 38].

Під час проведення біотестування перед дослідником постає проблема оцінити стан об'єкта дослідження (тест-організму). З цією метою вибирається ряд параметрів, наприклад, концентрація хімічних сполук; фарбування об'єкту та його частин; розмір листків, плодів, квітів; ступінь їх асиметрії тощо. Використання комп'ютерної техніки потребує інформацію, представлену у вигляді чисел. Тому дослідникові необхідно вибирати спосіб представлення змінного параметра в цифровій формі. Важливим моментом використання сучасної комп'ютерної техніки є попереднє визначення діапазону значень, якій має приймати та чи інша величина. Це означає, наприклад, що треба вибрати точність визначення концентрацій хімічних сполук, кількість відтінків забарвлення клітин у тканині тощо.

Методи отримання інформації при біотестуванні параметрів довкілля полягають у впорядкуванні і опрацюванні бази даних. Результати фіксують у вигляді карт, таблиць, графіків, гісторгам. Для оброблення бази даних, оцінювання і прогнозування стану довкілля застосовують метод аналогій (досліджувальний об'єкт – тест-організм – оцінюється відповідно до його типової моделі), емпіричного узагальнення (вивчення зв'язків між явищами і процесами тест-організму), моделювання (побудова фізичних, математичних, цифрових моделей).

Для акумулювання й узагальнення інформації функціонують географічні інформаційні системи (ГІС) – комп'ютерні бази даних, поєднані з певними аналітичними засобами для робіт із просторовою інформацією.

Нагромаджені в процесі біотестування дані інформують про стан

довкілля на певний час, основні процеси, тенденції, що відбуваються в ньому. Ці відомості допомагають спрогнозувати його розвиток, передбачити надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, а також спланувати науково обґрунтовані природоохоронні заходи для створення безпечних умов життєдіяльності.

Технологія обробки інформації під час біотестування є складним процесом і включає багато стадій, наведених на рис. 2.3.

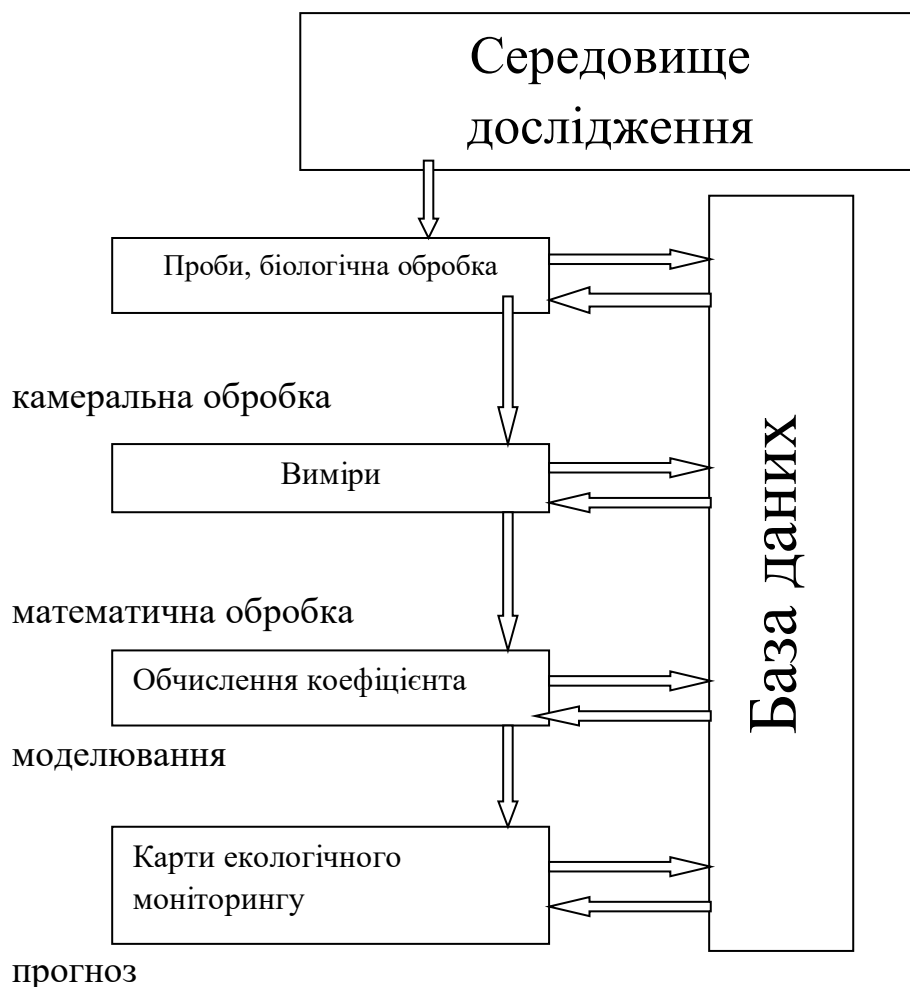


Рисунок 2.3– Принципова схема технологічного процесу біотестування

Як видно з рис. 2.3, переведення цифрових даних у комп'ютерну форму неминуче призводить до втрати частини інформації, що є дуже суттєвим моментом у обробці даних біотестування [42-44].

## 2.4 Біотестування ґрунту за рівнем фітотоксичного ефекту

Фітотестування як метод моніторингу ґрунтів є найбільш інтегральним методом аналізу, що дозволяє оцінити ступінь забруднення ґрунтів. Для цього аналізу використовують різноманітні тест-об'єкти, що реагують на несприятливі зміни в ґрунті, повітрі та інших середовищах.

Як тест-об'єкти можна використовувати такі культури як: салат посівний (*Lactuca sativa*), конюшину білу (*Trifolium repens*), крес-салат (*Lepidium salatum*), пшеницю озиму або яру (*Triticum*) та ін.

При використанні крес-салату (*Lepidium salatum*) як тест-об'єкту тест триває 8–10 днів. За наявності шкідливих речовин зменшується відсоток проростання та інгібується ріст зародкових корінців. До недоліків цього тесту можна віднести неспецифічні зміни, що перешкоджають визначенню конкретного забруднювача. Вочевидь, це пояснюється наявністю генетичної неоднорідності культури конкретного сорту крес-салату.

Аналіз фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, на яких вирощувалася конюшина біла (*Trifolium repens*), засвідчує підвищення проростання насіння за збільшення порозності та інтенсивності дихання ґрунтів. Навпаки, ущільнення ґрунтів, що виражається у збільшенні його об'ємної ваги, знижує проростання і зменшує довжину кореня паростків. Підвищене автотранспортне навантаження призводить до зменшення довжини погонців паростків салату.

Осадженню політантів на поверхні ґрунту значною мірою сприяють опади. Під час сильних злив відбувається змив політантів з автомобільних шляхів. Сніжний покрив має здатність накопичувати токсичні речовини і зберігати їх протягом значного періоду часу. Він дозволяє дати експресну характеристику забруднень довкілля за період стійкого сніжного покриву. Сніг, що прибирають із території доріг, містить велику кількість забруднень, які



можуть потрапляти на поля й у водойми, розміщені неподалік. У зв'язку з цим є необхідність визначення фітотоксичності зразків снігової води, зібраних на досліджуваних ділянках. Для тестування ґрунту, забрудненого важкими металами, використовують тест обліку різноманітності водоростей на одиницю площі. Жовто-зелені водорості, особливо одноклітинні, є показниками чистоти й здоров'я ґрунту. Однак ґрунтові водорості як індикатори мають обмеження: найчастіше об'єднання альгопедоценозу вказує на ступінь загального забруднення, без виділення окремих компонентів.

Ураховуючи те, що існує пряма залежність між проростанням насіння та морфологічними параметрами його паростків, для діагностики стану досліджуваних ґрунтів можна використовувати саме проростання насінин, що значно полегшить та прискорить аналіз.

Фітотоксичний ефект ( $\Phi E$ , %) визначають у відсотках до довжини кореневої системи за формулою 2.5.

$$\Phi E = \frac{L_0 - L_x}{L_0} \cdot 100\%, \quad (2.5)$$

де  $L_0$  – середня довжина кореня рослини, вирощеної на контрольному середовищі;  $L_x$  – середня довжина кореня рослини, вирощеної під впливом токсичного фактору. Оцінювання токсичності субстратів проводять за п'ятибальною шкалою (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – 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

Після чого роблять висновок щодо токсичності ґрунтів, що досліджувалися [55].

## 2.5 Методика водної витяжки з ґрунту

У ґрунті є речовини, які у воді практично не розчиняються (різні силікати), а також і такі, що розчиняються краще і гірше. До розчинних речовин належать солі азотної, фосфорної, деякі солі вугільної, соляної та сірчаної кислоти.

Вміст розчинних речовин у ґрунтах невеликий, але значення їх для життя рослин дуже велике. Якщо ґрунт залити водою і добре збовтати, то в розчин перейдуть насамперед добре розчинні речовини – солі азотної кислоти. Легко переходять у розчин і деякі солі соляної, сірчаної та фосфорної кислот. Гірше розчиняються такі солі, як гіпс, карбонат кальцію, магнію; вони лише частково переходять у розчин.

Ґрунти, в яких у верхньому горизонті є близько 2% солей, вважають засоленими. Отже, у розчин з ґрунтів можуть переходити аніони всіх вищезгаданих кислот, а також катіони  $\text{NH}_4$ , Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al.

Зрозуміло, що приготування водної витяжки з ґрунту та її аналіз є одним з основних прийомів хімічного дослідження ґрунтів. Аналізуючи водну витяжку, можна визначити кількісний вміст водорозчинних солей та органічних речовин у ґрунті, встановити, якими солями він засолений, а це дасть можливість визначити придатність даного ґрунту для сільськогосподарських культур, а також намітити шляхи до поліпшення його.

Для приготування водної витяжки на техніко-хімічних терезах зважують 100 г повітряносухої проби ґрунту і за допомогою лійки для пересипання сипких речовин пересипають її в широкошийкову склянку місткістю 750 –1000 мл. у цю склянку наливають точно 500 мл. прокип'яченої і охолодженої

дистильованої води, позбавленої вуглекислого газу. Склянку закривають пробкою і добре збовтують протягом 5 хвилин. За цей час водорозчинні солі і органічні речовини переходять у розчин або утворює суспензію. Утворений розчин фільтрують крізь складчастий фільтр у суху колбу місткістю 500 – 700 мл. Фільтрують обережно, переливаючи розчин на фільтр по скляній паличці. На початку фільтрування фільтрат може бути не зовсім чистий, каламутний; тоді його знову пропускають крізь цей самий фільтр і повторюють так доти, поки фільтрат буде цілком прозорий. Профільтрувавши весь розчин, мають водну витяжку, яку й досліджують.

У водних витяжках визначають:

- кислотність;
- сухий залишок;
- вміст прожареного (мінерального) залишку;
- різні форми лужності;
- вміст Са;
- вміст  $\text{Cl}'$  і  $\text{SO}_4'$  тощо.

Після приготування водної витяжки зразу ж роблять якісне визначення її кислотності або лужності. Для цього в дві пробірки наливають по 2 мл розчину водної витяжки. В одну доливають 2 краплини метилоранжу і спостерігають за зміною забарвлення. Якщо розчин змінив забарвлення на рожеве, то це значить, що водна витяжка має кислу реакцію. Якщо забарвлення не змінилося, то в другу пробірку додають 2 краплини фенолфталеїну. Зміна забарвлення на малинове вказує на лужність реакції.

Для приготування водної витяжки треба мати:

- зразок ґрунту;
- широкошийкову склянку з пробкою на 750-1000мл-1шт;
- лійки з короткою широкою трубкою для сипких речовин 2 шт.;
- сухі колби на 500-1000 мл – 2 шт.;
- лійку для фільтрування – 1 шт.;
- штатив з пробірками – 1 шт.;

- скляну паличку – 1 шт.;
- беззольні фільтри;
- індикатори (фенолфталеїн і метилоранж) [56].

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Оцінка токсичності ґрунту за допомогою «ростового тесту»

Дані дослідження токсичності ґрунту проводилися з використанням «ростового тесту» на Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.), Огірок аккорд F1 (*Cucumis sativus*) та Хрест-салат (*Lepidium sativum*).

Розглянемо результати отримані з використанням біоіндикатору Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) таблиця 3.1 та додаток Б

Таблиця 3.1 – Морфометричні показники тест-рослини пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.).

Пшениця м'яка						
	Проба ґрунту м. Вільнянськ		Проба ґрунту м. Дніпрорудне		Проба ґрунту с. Велика Білозерка	
	7 день	14 день	7 день	14 день	7 день	14 день
Довжин. стебл. Мах.	8,3±0,07	18,2±0,17	7,5±0,06	17,5±0,16	8,9±0,07	16,7±0,15
Довжин. корен. Мах.	12,3±0,11	26,5±0,25	13,9±0,12	27,5±0,26	12,5±0,11	28,1±0,27
Стандар. Відхил. Стебл.	2,77±0,26	4,99±0,04	2,66±0,02	5,57±0,05	3,1±0,03	4,97±0,04
Стандар. Відхил. Корн.	3,79±0,03	7,18±0,07	4,57±0,04	8,39±0,07	4,23±0,04	8,5±0,08
t-критерій	3,00	3,2	6,4	7,8	7	7,1

Проілюструємо данні таблиці 3.1 графіками (рис. 3.1, рис. 3.2).

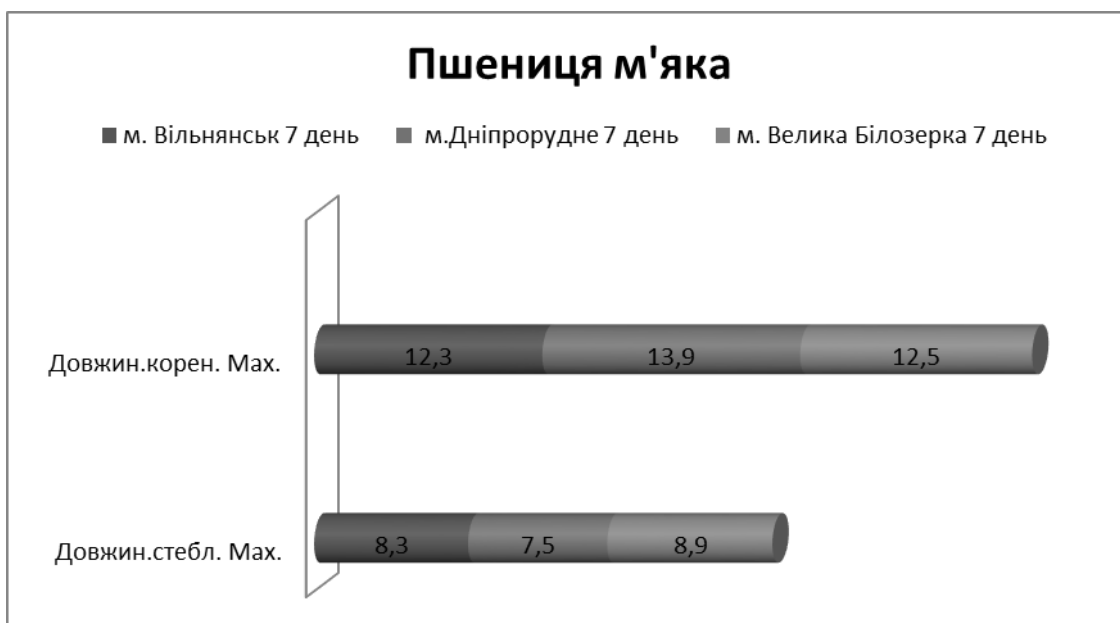


Рисунок 3.1 – Морфометричні показники тест-рослини пшениця м'яка (*Triticum aestivum L.*) на 7 день

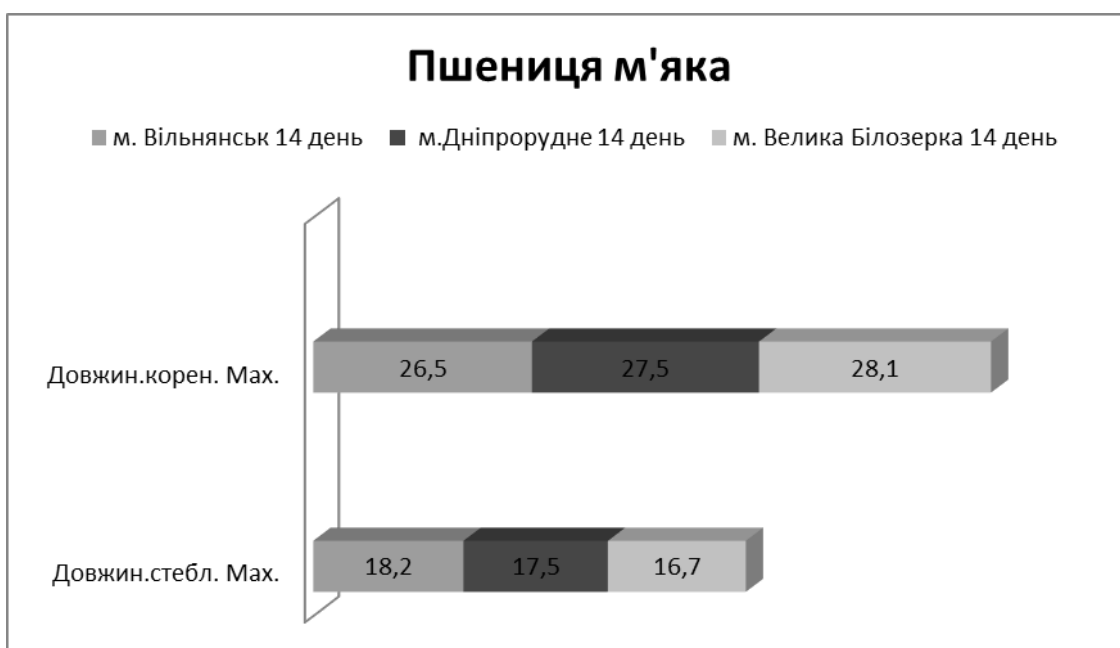


Рисунок 3.2 – Морфометричні показники тест-рослини пшениця м'яка (*Triticum aestivum L.*) на 14 день

При проведенні тесту на токсичність ґрунту з таблиці 3.1 видно що на пробах ґрунту тест-рослина почуває себе добре як на сьомий день вимірювання так і на чотирнадцятий день. Тому можна зробити висновок, що всі три проби ґрунту не проявляють негативного впливу на тест-об'єкт.

Таблиця 3.2 – Морфометричні показники тест-рослини огірок Аккорд F1 (*Cucumis sativus*).

Огірок Аккорд F1						
	Проба ґрунту м. Вільнянськ		Проба ґрунту м.Дніпрорудне		Проба ґрунту с. Велика Білозерка	
	7 день	14 день	7 день	14 день	7 день	14 день
Довжин. стебл. Мах.	0,9±0,009	7,7±0,06	1,1±0,01	5,7±0,05	1,2±0,01	6,5±0,06
Довжин. корен. Мах.	2,6±0,02	15,8±0,15	2±0,02	10,7±0,1	2,3±0,02	16,4±0,16
Стандар. Відхил. Стебл.	0,3±0,003	1,65±0,01	0,29±0,002	1,45±0,014	0,34±0,003	1,63±0,016
Стандар. Відхил. Корн.	0,75±0,007	4,12±0,04	0,52±0,005	3,05±0,03	0,63±0,006	4,59±0,04
t-критерій	9,4	5	7,9	3,2	9,1	6,3

Проілюструємо данні таблиці 3.2 графіками (рис. 3.3, рис. 3.4).



Рисунок 3.3 – Морфометричні показники тест-рослини огірок Аккорд F1 (*Cucumis sativus*)



Рисунок 3.4 – Морфометричні показники тест-рослини огірок Акорд F1 (*Cucumis sativus*)

За даними таблиці 3.2 видно, що на сьомий день експерименту на усіх трьох ділянках морфометричні показники тест-рослини огірок Акорд F1 мають в середньому однакові значення. А на другий тиждень можна помітити, що найгірші данні було отримано з проби ґрунту м. Дніпрорудне. З цього можна зробити висновок, що саме в цьому ґрунті знаходяться токсичні речовини які негативно впливають на саме даний індикатор.

Таблиця 3.3 – Морфометричні показники тест-рослини Крес-салат (*Lepidium sativum*).

Крес-салат						
	Проба ґрунту м. Вільнянськ		Проба ґрунту м. Дніпрорудне		Проба ґрунту с. Велика Білозерка	
	7 день	14 день	7 день	14 день	7 день	14 день
Довжин. стебл. Мах.	5,8±0,05	6,6±0,06	6±0,06	8,2±0,08	4,6±0,04	7,3±0,07



## Продовження таблиці 3.3

Довжин. корен. Мах.	9,5±0,09	12,9±0,12	10,7±0,1	12,5±0,12	6,2±0,06	8,4±0,08
Стандар. Відхил. Стебл.	1,23±0,01	1,46±0,01	1,28±0,01	1,74±0,01	0,91±0,009	4,78±0,04
Стандар. Відхил. Корн.	2,24±0,02	3,47±0,03	2,2±0,02	2,61±0,02	1,33±0,01	3,89±0,03
t-критерій	3,9	3,5	5,3	4	1,9	3

Проілюструємо дані таблиці 3.3 графіками (рис. 3.5, рис. 3.6).

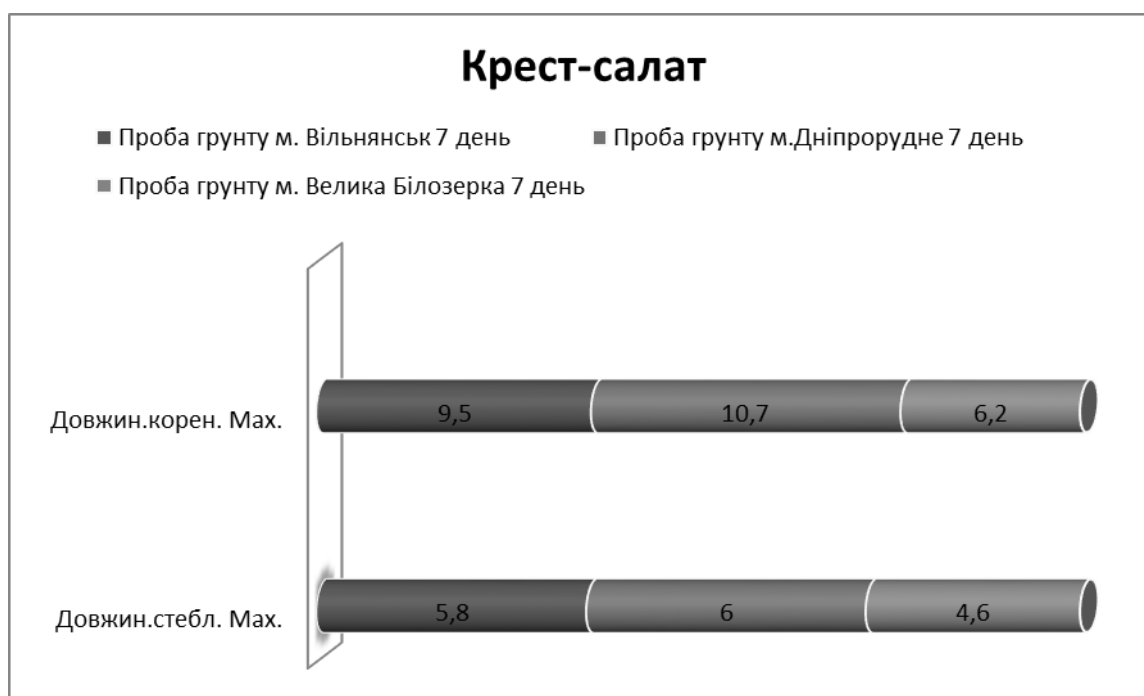


Рисунок 3.5 – Морфометричні показники тест-рослини Крест-салат (*Lepidium sativum*) на 7 день

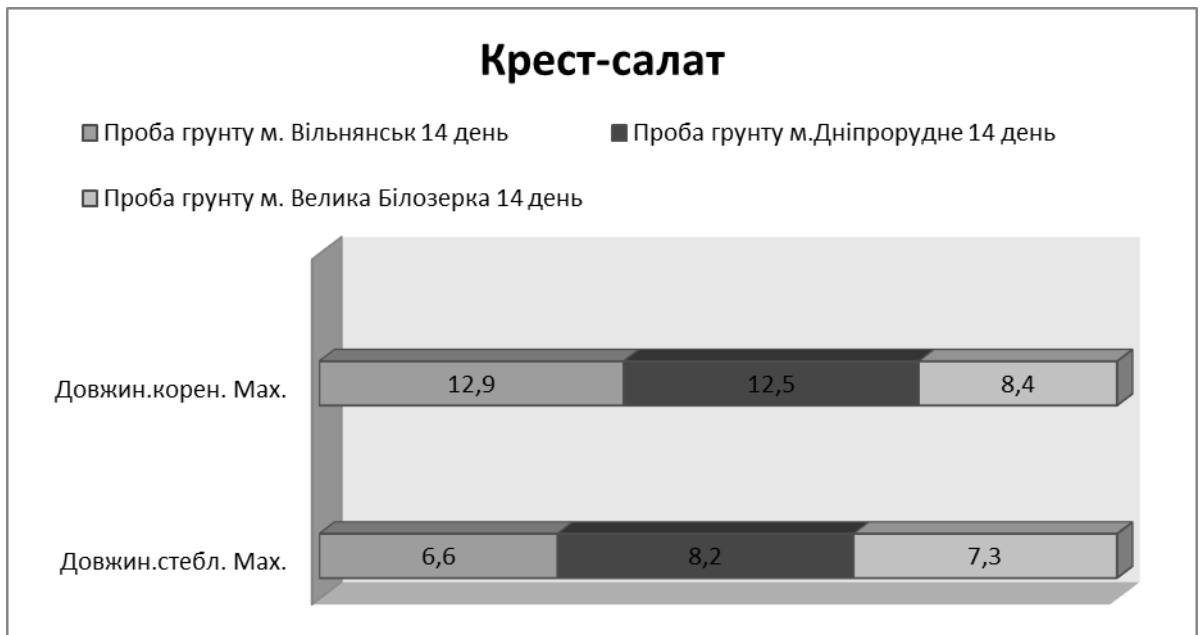


Рисунок 3.6 – Морфометричні показники тест-рослини Крест-салат (*Lepidium sativum*) на 14 день

За результатами таблиці 3.3., було отримано, що данні з Великобілозерського району – найгірші, як на перший тиждень експерименту так і на другий. Довжина стебла індикатора Крест-салат на сьомий день становить: розміри верхньої частини становлять 4,6 см., а нижньої 6,2 см., а через тиждень довжина верхньої частини становить 7,3 см., а кореня 8,4 см. Тобто ми спостерігаємо пригнічення росту як надземної так і підземної частини.

### 3.2 Визначення фітотоксичності

Ми визначали фітотоксичність ґрунту за морфометричними показниками тест-культур (довжиною проростків і корінців).

Таблиця 3.4 – Фітотоксичний ефект тест-рослини Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.).

Пшениця м'яка				
№ зразка	7 день		14 день	
	Коріння	Пагін	Коріння	Пагін
Контрольний зразок Водогінна вода, см.	11,7 ± 2,34.	7,3 ± 1,46	25,5 ± 5,1	16,0 ± 3,2
м. Вільнянск, %	52,03 ± 10,4	44,3 ± 8,86	41,8 ± 8,36	26,5 ± 5,3
м. Дніпрорудне, %	37,8 ± 7,56	41,7 ± 8,34	35,5 ± 7,1	30,7 ± 6,14
с. Велика Білорзерка, %	38,84 ± 7,76	40,68 ± 8,13	35,29 ± 7,05	4,24 ± 0,84

Нашими дослідженнями встановлено, що всі три проби ґрунту в середньому мають середній або вище середнього рівень токсичності. Тест-культура *Triticum aestivum* L. виявилась досить стійкою до забрудників у ґрунтах. З чого можна зробити висновок, що дана рослина найкраще підходить для використання при сильній токсичності ґрунтів.

Таблиця 3.5 – Фітотоксичний ефект тест-рослини огірок Аккорд F1 (*Cucumis sativus* L.).

Огірок Аккорд F1				
№ зразка	7 день		14 день	
	Коріння	Пагін	Коріння	Пагін
Контрольний зразок Водогінна вода, см.	1,8 ± 0,36	1,0 ± 0,2	10,0 ± 2	5,1 ± 1,02
м. Вільнянск, %	25,5 ± 5,1	61 ± 12,2	27,8 ± 5,56	20,78 ± 4,15
м. Дніпрорудне, %	41,1 ± 8,22	49 ± 9,8	46 ± 9,2	20,78 ± 4,15
с. Велика Білорзерка, %	27,22 ± 5,44	51 ± 10,2	13,7 ± 2,74	26,07 ± 5,2

За даними таблиці 3.5 можна зробити висновок дана тест-культура має високий ступінь адаптації до токсичності даних ґрунтів.

Таблиця 3.6 – Фітотоксичний ефект тест-рослини Крес-салат (*Lepidium sativum* L.).

Крес-салат				
№ зразка	7 день		14 день	
	Коріння	Пагін	Коріння	Пагін
Контрольний зразок Водогінна вода, см.	8,2 ± 1,64	4,3 ± 0,86	9,1 ± 1,82	6,1 ± 1,22
м. Вільнянск, %	36,5 ± 7,3	8,57 ± 1,71	31,2 ± 6,24	28,68 ± 5,73
м. Дніпрорудне, %	29,2 ± 5,84	5,9 ± 1,18	18,79 ± 3,75	9,01 ± 1,8
с. Велика Білорзерка, %	56,82 ± 11,36	23,57 ± 4,71	57,25 ± 11,45	21,63 ± 4,32

За результатами які показані в таблиці 3.6 можна зробити висновок, що тест-рослина *Lepidium sativum* L. на перших двох ділянках проявляє адаптативні властивості. На третій ділянці можна помітити, що рівень забруднення значно вищий в порівнянні з іншими з чого можна зробити висновок, що тамтешній ґрунт має несприятливі умови для даної рослини.

#### 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Перед початком роботи зі мною був проведений інструктаж з охорони праці науковим керівником за інструкцією № 2 з Охорони праці та інструкцією № 62 Пожежної безпеки.

Знання, отримані з курсів «Охорона праці» та застосовувала при виконанні експериментальної частини моєї дипломної роботи, яка проводилась в лабораторії № 206 на кафедрі загальної та прикладної екології і зоології. Матеріал для виконання експериментальної частини моєї дипломної роботи було вирощено мною на території 3-го корпусу ЗНУ в аудиторії 206.

Практичне виконання моєї дипломної роботи потребувало вирощування рослин-індикаторів та роботи з хімічними реактивами, скляним посудом, а статистична обробка отриманих результатів вимагала роботи з комп'ютерною технікою, то питанням безпечного виконання зазначених робіт я присвятив даний розділ [57, 58].

Під час виконання моєї дипломної роботи освітлення в лабораторії було достатнім (300-400 люкс), що відповідає вимогам СНіП 11-4-79 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування».

Температура у приміщенні коливалася залежно від температури навколишнього середовища у осінній та весняний період та була відносно постійною під час опалювального сезону, але завжди залишалася у комфортних межах (20-25 °С).

Вологість повітря коливалася у межах 40-75 % і залежала від вологості повітря зовнішнього середовища.

Швидкість переміщення повітря була у комфортних межах (0,25-3 м/с). При роботі під витяжною шафою швидкість руху зростала, але залишалася у межах визначених ДСТ 22360-86 «Шафи демонстраційні, витяжні», ДСТ 12.4.021-75 «Системи вентиляції. Загальні вимоги безпеки». До того ж при роботі чітко виконувались усі вимоги ДСТу 12.01.005-88 «Загальні санітарно-

гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» та СНіП 2.04.85-86 «Опалювання, вентиляція та кондиціонування» [59. 60].

При роботі в лабораторії я керувалась інструкцією з охорони праці при роботі студентів в лабораторіях кафедри садово-паркового господарства та генетики рослин та ДНАОП 9.2.301.06-98 «Правила безпеки при проведенні учбово-виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) хімії загальноосвітніх учбових закладів», затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від 16.11.98 № 222. Згідно якої я ніколи не працювала сама в лабораторії, завжди одягала спеціальний захисний одяг: халат, перчатки та окуляри (при потребі), виконувала усі експерименти згідно методик та інструкцій, завжди ретельно перевіряла прилади перед початком роботи та використовувала лише чистий посуд та потрібні реактиви.

#### 4.1 Техніка безпеки при роботі зі скляним посудом

При роботі зі скляним посудом я керувалась насамперед інструкцією з охорони праці кафедри загальної та прикладної екології і зоології при роботі зі скляним посудом.

Перед початком роботи я завжди перевіряла непошкодженість скляного посуду та його придатність для виконання даної роботи: коли дослідження потребувало нагрівання, то я використовувала тільки посуд з термостійкого скла. Посуд, в якому проводилася робота завжди був підписаний. Після закінчення роботи посуд споліскувався проточною водою та складався у відповідну ємність для миття посуду. Посуд з нетермостійкого скла використовувався для робіт, які не потребували нагрівання .

## 4.2 Техніка безпеки при роботі на комп'ютері

Проведення експерименту супроводжувалось одержанням великої кількості інформації, обробити яку швидко можливо тільки з використанням комп'ютерної техніки, засіб індикації інформації, я дотримувалась при роботі таких правил:

1) щоб запобігти шкідливому впливу  $\alpha$ -,  $\beta$ -частинок, я не сідав до екрану ближче ніж на 50-70 см, знаючи, що на цій відстані частки втрачають свій заряд, чим вони найбільш шкідливо впливають на живі клітини організму. Ці частки мають досить велику іонізуючу здатність. Іонізація живої тканини викликає зміни в ДНК та порушує кінетику їх розвитку. Під впливом іонізуючих випромінювань в організмі гальмується робота кровотворних органів, збільшується крихкість кровоносних судин, знижується опір організму інфекційним захворюванням. На відстані 50-70 см від екрану негативний вплив часинок на ДНК клітин практично відсутній;

2)  $\gamma$ -промені мають велику іонізуючу та проникаючу здатність. Це високочастотні електромагнітні випромінювання, що виникають в процесі гальмування електронів на екрані. Рентгенівські та  $\gamma$ -промені можуть призвести до смертельного наслідку. Приймавши до уваги викладене, а також той факт, що рентгенівське випромінювання має напрям, зворотній від екрану, я намагалась не сідати позаду інших працюючих комп'ютерів.

3) враховуючи, що тривала робота з комп'ютером призводить до іонізації приміщення «+» та «-» іонами (аеронами), з котрих негативно на стан здоров'я впливають «+» аерони, я через кожні півтори години робила перерву. В цей час вмикалась примусова вентиляція, яка виносила аеронізоване повітря з приміщення, а замість нього нагніталось свіже. Норма:  $\min$  аеронів 160, не більше 5000 в 1 см<sup>3</sup>. Враховуючи, що робота з комп'ютером є роботою з тривалим перебуванням в фіксованій позі, я виконувала під час перерви фізичні вправи та вправи для очей [62].

## ВИСНОВКИ

1. В Запорізькій області спостерігається найбільш небезпечний стан ґрунтів і земельних ресурсів, що обумовлено високими значеннями наступних показників: показник господарського використання земель – 95,4 % (5 клас); показник деградованих сільськогосподарських земель – 57,4% (5 клас); показник розораності земель – 70,0% (4 клас); показник стійкості – 0,24 (4 клас); показник еродованості – 44,0 % (4 клас); інтегральний показник стану земельних ресурсів – 0,572. З метою забезпечення охорони і раціонального використання земельних ресурсів області, необхідно здійснити рішучі заходи щодо збереження та підвищення родючості ґрунтів, запобігання їх забрудненню й псуванню: Покращення екологічного стану Запорізької області залежить від ефективності впровадження сучасних екологічно безпечних технологій промислового виробництва і достатнього фінансування природоохоронних заходів. В умовах обмеженого фінансування дуже актуальною задачею є комплексна оцінка екологічного стану навколишнього середовища, що дозволяє визначити пріоритетність реалізації природоохоронних заходів.

2. Антропогенне навантаження є одним із головних факторів негативного впливу на ґрунти, що призводить до їхнього забруднення, деградації, ерозії, зменшення вмісту поживних елементів та, як наслідок, зменшення родючості. Будь-яка діяльність людини в тому чи іншому ступені впливає на ґрунтовий покрив. Сільське господарство здійснює такі найважливіші види впливу: обробіток ґрунту; сінокоси, збирання врожаю; випалювання трави; внесення до ґрунту органічних відходів та фекалій, неорганічних добрив; зрошення; осушення; застосування отрутохімікатів та гербіцидів; випас худоби. Але, на відміну від впливів, що діють у містах, сільськогосподарське навантаження характеризується періодичністю, тобто не всі впливи діють постійно.



3. Станом на 1 січня 2017 року земельний фонд України становить 60,3 млн. гектарів. Відповідно до Стратегії удосконалення механізму управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними, понад 92 % території країни залучено для господарського використання. Дуже високим є рівень розораності території держави – понад 54%. Для порівняння – у країнах Європи цей показник не перевищує 35%. Фактична лісистість території України становить лише 16 %, що недостатньо для забезпечення екологічної рівноваги. Рівень розораності сільськогосподарських угідь є найвищим у Південному, Центральному і у Східному регіонах, де перевищує 70%.

4. Основними чинниками антропогенного впливу на земельні ресурси області є сільське господарство, промисловість, енергетика, транспорт, гірничодобувна промисловість. Природно-кліматичні умови, а також нераціональне використання сільськогосподарських земель збільшує площу деградованих ґрунтів. Ерозія, засолення, осолонцювання, ущільнення, підтоплення, порушення, зсуви – всі ці види деградації земель характерні для області.

5. Нашими дослідженнями встановлено, що всі три проби ґрунту в середньому мають середній або вище середнього рівень токсичності. Тест-культура *Triticum aestivum L.* виявилась досить стійкою до забрудників у ґрунтах, як і *Cucumis sativus* яка проявила ступінь адаптації до токсичності даних ґрунтів. З чого можна зробити висновок, що данні рослини найкраще підходять для використання при сильній токсичності ґрунтів. Тест-рослина *Lepidium sativum* на перших двох ділянках проявляє адаптативні властивості. На третій ділянці можна помітити, що рівень забруднення значно вищий в порівнянні з іншими з чого можна зробити висновок, що тамтешній ґрунт має несприятливі умови для даної рослини.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Отримані результати дослідження підтвердили різний ступінь антропогенного навантаження, тому ці результати можна використовувати для екстраполяції даних на

2. Рекомендувати для оцінки токсичності ґрунту використовувати в якості тест-культури *Triticum aestivum* L., *Cucumis sativus*, *Lepidium sativum* які є чутливими до забруднення, що дає змогу використовувати схожість їхнього насіння як первинний тест-параметр для оцінки загальної токсичності ґрунту.

3. Результати досліджень можуть бути впровадженні в навчальний процес до лекційних матеріалів та практичних робіт курсу «Біоіндикація та біотестування» для студентів спеціальності «Екологія».

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Маркін О.М., Головченко. О.В. Родючість ґрунтів Запорізької області – минуле і сьогодення: Екологія: сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи їх збереження. Київ. Аграрні науки, 2007. Т. 81, Вип. 68. 20-23 с.
2. Непша О. Сучасний стан та шляхи покращення родючості ґрунтів Запорізької області. Гуманітарний простір науки: досвід та перспективи»: зб. Матеріалів XX Міжнарод. наук. практ. інтернет-конф. 30 листопада 2018 р. Переяслав- Хмельницький, 2018. Вип. 20. 23-29 с.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2019 році: м. Запоріжжя, 2020.
4. Даценко Л.М. Фізична географія Запорізької області: Хрестоматія. Мелітополь: Вид-во МДПУ. ім. Б. Хмельницького, 2014. 200 с.
5. Медведева В.В. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок: Керівний нормативний документ. Київ: «Аграрна наука», 1996. 4 – 35 с.
6. Городній М.М., Каленський В.П. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення: монографія. Київ: «Арістей», 2004. 487 с.
7. Городній М.М. Агроекологія. Київ: Вища школа, 1993. 416 с.
8. Медведєв В.В. Мониторинг почв України. Харків : Антиква, 2002. 428 с.
9. Кисіль В.І. Біологічне землеробство: тенденція в світі та позиція України. Вісник аграрної науки. 2003. № 10. 9-13 с.
10. Виробничо-наукова програма «Родючість 2005-2010». Київ. 2005. 38 с.
11. Роїк М.В. Сучасні науково-обґрунтовані підходи до використання землі: Вісник аграрної науки. 2003. № 1. 6–13 с.
12. Шичула М.К. Охорона ґрунтів: навч. посібник. Київ: Знання, 2001. 398 с.

13. Національна доповідь «Про стан родючості ґрунтів України»: Посібник українського хлібороба. 2011. 41–69 с.
14. Сапаров А.С. О дегумификации почв Казахстана. Доклады Национальной академии наук. Республики Казахстан. 2006. № 3. 52– 55 с.
15. Драган Н.А. Техногенные нарушения почв и проблемы их рекультивации в равнинном Крыму: зб. наук. праць. Исторична географія: початок ХХІ сторіччя. Вінниця: Теза, 2007. 170-179 с.
16. Драган Н.А. Ґрунтові ресурси Криму. Наукова монографія. 2-е вид. Доп. Сімферополь: Доля, 2004. 208 с.
17. Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского Серия «География». Том 26 (65), № 2. 2013 г. 26–37 с.
18. Мазур Г.А. Гумус і родючість ґрунтів. Агрохімія і ґрунтознавство: Київ – Харків, 2002. 3–9 с.
19. Soil fauna as bioindicators of organic matter export in temperate forests Science Direct [Електронний ресурс] URL: [https:// www.sciencedirect.com/science/ article/ abs/ pii/ S0378112 718311216](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112718311216).
20. Soil enzyme activities as bioindicators for substrate quality in revegetation of a subtropical coal mining dump ScienceDirect. [Електронний ресурс] URL: [https://www.sciencedirect.com/ science/ article/ abs/ pii/ S00380717 12000648](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071712000648)
21. Євсєєва М. В., Звездецька Н. С., Панченко Т. І. Екологічна безпека ґрунтів придорожньої зони за вмістом сполук свинцю [Електронний ресурс] Збірник наукових статей «ІІІ-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю». Вінниця, 2011. Том.2. 622–624 с.
22. Стольберг Ф.В. Екологія міста. Київ: Лібра, 2006. 464 с.
23. Коробкин В.І., Передельский Л.В. Экология в вопросах и ответах. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. 384 с.
24. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня.

Вісник аграрної науки. Серпень 2017. URL: [http:// agroviznyk.com/ pdf/ ua\\_2017\\_08\\_01.pdf](http://agroviznyk.com/pdf/ua_2017_08_01.pdf)

25. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. Мінагрополітики України, Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів, НААНУ, Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2010. URL: [http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan\\_gruntiv.pdf](http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf)

26. Мату С.А., Левіна Г.М., Карпюк Т.С., Денищик О.Ю. Аналітичний звіт. «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля». Міжнародний фонд «Відродження». Київ. 2019.

27. Стратегія удосконалення механізму управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 07.06.2017 р. № 413. [Електроний ресурс] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/413-2017-%D0%BF#n12>

28. Закон України «Про пестициди і агрохімікати» від 02.03.1995 р. № 86/95-ВР. [Електроний ресурс] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80>

29. Що треба знати про пестициди. Державна установа «Полтавський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». [Електроний ресурс] URL: <http://cdc.poltava.ua/derzhsanepidemsluzhba/news/221-shcho-treba-znaty-pro-pestytsydy.html>

30. Науковий звіт Запорізького центру «Облдержродючість» за 2006 рік.

31. Дмитрієв М. Рельєф УРСР: монографія. Київ, 1990. 1047 с.

32. Горова А.І., Павличенко А.В., Борисовська О.О. Біоіндикація методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму

підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2014. 76 с.

33. Притула Н.М. Біоіндикація : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 141 с.

34. Bioindicators. Science Learning Hub. [Електроний ресурс] URL: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1538-bioindicators>.

35. Лановенко О. Г., Остапішина О. О. Біологічні індикатори. Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. 22-23 с.

36. Лановенко О. Г., Остапішина О. О. Види-індикатори . Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. 34 с.

37. Лановенко О. Г., Остапішина О. О. Газочутливість рослин Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. 44 с.

38. Біоіндикація та біотестування : навчальний посібник. Кременчук : Видавництво ПП Щенбатих О. В., 2016. 76 с.

39. Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука-2020» : у 5 т. Запорізький національний університет. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. Т.3. 331 с.

40. Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя: Поліграфічний центр «СоруArt», 2020. 202 с.

41. Environmental Biomarkers at PNNL [Електроний ресурс] URL: <https://web.archive.org/web/20070608035034/http://biomarkers.pnl.gov/>.

42. Гуральчук Ж.З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин їх дії: монографія. Київ. Логос, 2006. 208 с.

43. Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук: збірник тез VIII Регіональної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (Запоріжжя, 30 листопада 2019 року). Запоріжжя: СоруArt, 2019. 162 с.
44. Клименко М.О. Прищеп А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: Підручник. Київ. Академія, 2006. 360 с.
45. Ботанічна характеристика пшениці [Електроний ресурс] URL: <https://agrosience.com.ua/plant/botanichna-kharakterystyka-pshenytsi>
46. AgroUA | Пшениця. М'яка і тверда пшениця та їх різновиди [Електроний ресурс] URL: <http://agroua.net/plant/catalog/cg-1/c-1/info/cag-204/>
47. Ultra Agro: Систематика і походження пшениці [Електроний ресурс] URL: [https://ultraagro.blogspot.com/2012/12/blog-post\\_7155.html](https://ultraagro.blogspot.com/2012/12/blog-post_7155.html)
48. Болдирев Р. В. Етимологічний словник української мови : у 7 т. : т. 4 : навч. посіб. : ред. тому: В. Т. Коломієць, В. Г. Скляренко ; редкол.: О. С. Мельничук. Київ : Наукова думка, 1989. Т. 4 .656 с. ISBN 966-00-0590-3.
49. Cucumber | Search Online Etymology Dictionary [Електроний ресурс] URL: <https://www.etymonline.com/search?q=Cucumber>
50. Рослина Огірок посівний огірок звичайний. Будова, поширення, біологічна класифікація. ІАС «Аграрії разом» [Електроний ресурс] URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/ogirok-posivniy>
51. Хріниця сійна. Вікіпедія. [Електроний ресурс] URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F\\_%D1%81%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0#cite\\_ref-17](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D1%81%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0#cite_ref-17).
52. Рахметов Д. Б., Смілянець Н. М. Перспективи інтродукції та використання малопоширених овочевих рослин в Україні. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва: Матеріали IV Міжнар. наук. конференції молодих дослідників. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. 37-45 с.
53. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 р. Київ: Алефа, 2006. 109-283. с.

54. Притула Н.М. Біоіндикація: методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 71 с.

55. Еко Форум – 2020 : збірка тез доповідей IV спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму, 15 – 17 жовтня 2020 р. Запорізька міська рада, Запорізька торгово-промислова палата. Запоріжжя: Запорізька торговопромислова палата, 2020. 500 с.

56. Верста О.М. Методичний посібник з аналізу забруднень оточуючого середовища на тему: “Аналіз ґрунтів”. Івано-Франківськ: Прикарпатський університет ім.В. Стефаника, 2000.

57. Катренко Л.А., Пістун І.П. Охорона праці в галузі освіти: навчальний посібник. Суми: Видавництво «Університетська книга», 2001. 339 с.

58. Збірник нормативних актів з охорони праці. Київ, 1996. 89 с.

59. Керб Л.П. Основи охорони праці: навч. - метод. посібник для самост. вивч. дисц. Київ: КНЕУ, 2001. 252 с.

60. Москальова В. М. Основи охорони праці: Підручник Київ: ВД «Професіонал», 2009. 672 с.

61. Кирич Н.Б. Безпека життя і охорона праці. Посібник для студентів та викладачів вищих і середніх спеціальних навчальних закладів, системи підвищення кваліфікації. Київ: Охорона праці, 2000. 568 с.

62. Гайченко В.А., Коваль Г.М. Основи безпеки життєдіяльності людини: навч. посіб. Київ: МАУП, 2004. 258 с.

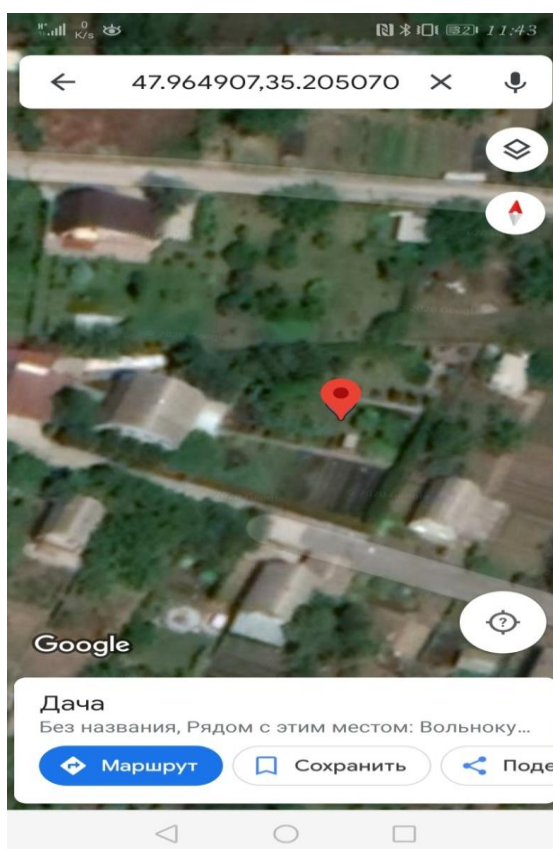


ДОДАТКИ  
ДОДАТОК А



а)

а) – місце відбору проб с. Велика Білозерка;



б)

б) – місце відбору проб на карті місто Вільнянськ;



в)

в) –місце відбору проб місто Дніпрорудне.