

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Географічний факультет

Кафедра фізичної географії та геоекології

На правах рукопису

**УДК: 911.2**

**ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО  
ПРИЗНАЧЕННЯ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ШЛЯХИ ЇЇ  
ПІДВИЩЕННЯ**

**SOIL QUALITY OF AGRICULTURAL LANDS IN THE KHMELNYTSKYI  
REGION AND THE WAYS TO ITS IMPROVEMENT**

Галузь знань: 10 – природничі науки

Спеціальність: 106 – географія

Освітня програма: Транскордонне екологічне співробітництво

Кваліфікаційна робота бакалавра

студентки четвертого курсу

ГУНЬКО Ольги Сергіївни

Науковий керівник:

Професор кафедри фізичної географії

та геоекології

Доктор технічних наук, професор

КОХАН Світлана Станіславівна

**Київ-2025**

## Зміст

<b>ВСТУП .....</b>	<b>3</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ .....</b>	<b>5</b>
1.1 Поняття якості ґрунтів, сутність та значення.....	5
1.2 Методи оцінки якості ґрунтів: сучасні підходи та індикатори .....	6
1.3 Досвід країн в оцінюванні ґрунтів .....	8
<b>РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>11</b>
2.1 Загальна характеристика території Хмельницької області та геопросторовий розподіл показників якості ґрунтів.....	11
2.2 Інформаційні джерела та ресурси для аналізу стану ґрунтів .....	14
2.3 Придатність ґрунтів до вирощування основних сільськогосподарських культур на прикладі озимої пшениці .....	18
<b>РОЗДІЛ 3 ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>23</b>
3.1 Основні чинники деградації ґрунтів регіону.....	23
3.2 Агротехнічні та організаційні заходи з підвищення якості ґрунтів .....	25
3.3 Роль сталого землекористування в забезпеченні родючості ґрунтів .....	27
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>30</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>33</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>37</b>

## ВСТУП

Ґрунти є невід'ємним і життєво важливим компонентом навколишнього середовища у всьому світі. Для України, з її багатою історією та традиціями аграрного виробництва, а також значним земельним потенціалом, значення ґрунтів є особливим. Країна посідає лідируючі місця на світових аграрних ринках, що підкреслює її залежність від родючості ґрунтів. Разом із цим потенціалом, існує проблема нераціонального використання земель, виснажуючи ґрунт та призводячи до різних негативних наслідків.

**Актуальність** цієї роботи є беззаперечною, адже кожного року ґрунти активно використовуються, а антропогенний вплив все збільшується. Це призводить до зниження продуктивності земель та загострення екологічних проблем. З огляду на це, оцінка поточного стану ґрунтів та пошук ефективних шляхів їх збереження є критично важливим завданням.

**Об'єктом** дослідження виступають ґрунти Хмельницької області.

**Предметом** є показники якості ґрунтів.

**Метою** кваліфікаційної роботи виступає необхідність оцінки сучасного стану ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення Хмельниччини, виявлення основних чинників, що впливають на їх деградацію, та пошуку оптимальних заходів для збереження і покращення ґрунтової якості.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- Дослідити теоретичні основи якості ґрунтів: значення, сутність, індикатори;
- Скласти загальну характеристику Хмельницької області за її природними умовами та закономірністю розміщення основних типів ґрунтів;
- Проаналізувати основні інформаційні джерела та ресурси для аналізу стану ґрунтів;
- Створити карту придатності ґрунтів на землях сільськогосподарського значення до вирощування озимої пшениці;

- Виявити основні чинники деградації ґрунтів регіону.

У процесі дослідження застосовувались наступні **методи та підходи**: метод спостереження; порівняльно-описовий; метод синтезу; класифікації; польовий; картографічний; геопросторового моделювання.

Основними **джерелами інформації** є дані про ґрунтовий покрив, якість ґрунтів, природну характеристику Хмельницької області з офіційних сайтів та документів, наукової, навчально-методичної та довідкової літератури.

**Робота складається** із вступу, трьох тематичних розділів, дев'яти підрозділів, висновків, використаних джерел та додатків.

# РОЗДІЛ 1      ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ГРУНТІВ

## 1.1    Поняття якості ґрунтів, сутність та значення

Дану тему досліджувала низка авторів, серед них можна виділити Д.С. Добряка, І.А. Розумного, О.П. Канаша, Д.І. Бабміндру. У своїх роботах підкреслював важливість ґрунтів В.І. Вернадський. Американський вчений Раттан Лал вивчав їх як інструмент для вирішення таких глобальних проблем як зміна клімату, питань якості води та продовольчої безпеки.

Якість ґрунту є однією з складових якості довкілля, як і якість води та повітря [1]. Вона є доволі широким поняттям, тому існує багато визначень для цього терміну. Серед них виділяють, що якість ґрунту – це комплексна характеристика здатності ґрунтів функціонувати, а також наскільки ефективно ці функції діють в умовах цільового використання [8]. Коли якість води та повітря переважно залежить від рівня їхнього забруднення, якість ґрунту має ширше значення і не обмежується лише цим. Запропоноване визначення Спеціальним комітетом Американського товариства ґрунтознавства з питань якості ґрунтів звучить так: «Це здатність певного виду ґрунту функціонувати, в межах природних або керованих екосистем, підтримувати продуктивність рослин і тварин, підтримувати або покращувати якість води і повітря, а також підтримувати здоров'я людини і середовище проживання» [7]. Справді, якість ґрунту є значно багатограннішою порівняно не лише через його багатофазну структуру (тверду, рідку та газоподібну), а й через його здатність забезпечувати широкий спектр функцій і потреб.

Для повноцінного розуміння поняття якості ґрунту важливо враховувати основні функції, які він виконує в межах природних та агроєкосистем. До ключових належать такі:

1. Підтримка біологічної активності, різноманіття та продуктивності – це забезпечення умов для життя мікроорганізмів, рослин і ґрунтової фауни.

2. Регулювання водного режиму – участь у процесах інфільтрації, дренажу та утримання вологи.
3. Фільтраційна, буферна та відновлювальна здатність – нейтралізація, деградація та іммобілізація забруднювальних речовин.
4. Накопичення і кругообіг поживних елементів та інших речовин – участь у біогеохімічних процесах, необхідних для функціонування біосфери.
5. Захист соціально-економічних об'єктів і збереження агроекологічних цінностей – підтримка стабільного довкілля та сталого землекористування [29].

## **1.2 Методи оцінки якості ґрунтів: сучасні підходи та індикатори**

Сучасна оцінка якості ґрунтів базується на використанні системи індикаторів, які відображають здатність ґрунту виконувати ключові функції: підтримання родючості, забезпечення рослин поживними речовинами, регуляція водного режиму, збереження екологічного балансу. Індикатори поділяють на фізичні, хімічні та біологічні – вони формують так званий мінімальний набір даних (МНД), необхідний для інтегральної оцінки якості ґрунту [12]. Завдяки ним у комплексі, ми можемо оцінити стан і тенденції складних процесів, таких як ґрунтова ерозія, засолення, опустелювання, а також проводити множинні оцінки в різних геосистемах, здійснювати моніторинг стану довкілля тощо [6].

Основні групи індикаторів:

1. Фізичні індикатори характеризують структуру ґрунту, щільність, пористість, водопроникність, аерацію, стійкість до обробітку. Вони мають вирішальне значення для росту кореневої системи, водного балансу та повітряного режиму. Прикладами є щільність зложення, структура, глибина орного шару, інфільтраційна здатність, водоутримування тощо [29].
2. Хімічні індикатори включають показники кислотності (рН), електропровідності, вмісту поживних елементів (N, P, K), органічної речовини, катіонообмінної здатності, солоності та наявності забрудників. Вони визначають родючість ґрунту, його буферну здатність і вплив на якість води [12].

3. Біологічні індикатори відображають активність ґрунтової біоти та мікроорганізмів. Сюди належать: вміст органічного вуглецю, мікробна біомаса, ферментативна активність, дихання ґрунту, рівень мінералізації азоту, видовий склад мікробіоти й макроорганізмів (нематоди, дощові черв'яки) [7].

Для визначення якості ґрунтів активно впроваджуються високотехнологічні методи:

1. Електрохімічні сенсори (імпедансна спектроскопія) – використовуються для безперервного моніторингу вмісту фосфору.
2. LiDAR-сенсори – формують 3D-моделі ґрунту та дозволяють точно оцінити його щільність.
3. Оптичні сенсори – дають змогу виявити рівень органічної речовини завдяки високій чутливості.
4. Механічні сенсори – використовуються для аналізу вмісту гумусу через залежність між фізичними та хімічними властивостями.
5. Гіперспектральні аерофотознімки – застосовуються для визначення азоту та корекції норм добрив.
6. Інфрачервоні тепловізори – забезпечують неруйнівне вимірювання кислотності ґрунту (рН).

Поряд із новітніми підходами, класичні хімічні методи визначення також залишаються важливою складовою оцінки якості ґрунтів.

Існує два основних методи формування мінімального набору даних:

1. Експертна оцінка, що базується на знаннях фахівців і враховує специфіку регіону, клімату, типів ґрунтів і сільськогосподарських культур.
2. Статистична редукція даних, що передбачає відбір найбільш значущих параметрів за допомогою математичних моделей.

До ключових параметрів МНД найчастіше відносять: гранулометричний склад, рН, вміст органічного вуглецю, азоту, фосфору, калію, карбонатів. Надалі набір індикаторів адаптують до конкретних умов для ефективного моніторингу стану ґрунтів і оцінки впливу сільськогосподарської діяльності.

### 1.3 Досвід країн в оцінюванні ґрунтів

Згідно робіт європейських вчених на тему оцінювання якості ґрунтів, можна зазначити, що підхід до визначення індикаторів є комплексним, адже враховуються регіональні особливості території щодо екологічного, соціального та економічного розвитку. Індикатори мають бути конкретними та враховувати властивості ґрунту, що можуть реагувати на динаміку і зміни у ландшафтах. У той же час, показники якості ґрунтів повинні бути легкими для фіксації та в застосуванні, охоплювати основні типи ґрунтового покриву та враховувати функціональні можливості та потенціал ґрунтів у різних умовах. Вони мають відображати здатність ґрунту підтримувати життєдіяльність організмів і сприяти вирощуванню сільськогосподарських культур через забезпечення вологою, елементами живлення та здатність до нейтралізації забруднюючих речовин органічного й неорганічного походження [35].

Однією з ключових вимог до таких індикаторів є їхня чутливість до змін властивостей ґрунту, які виникають унаслідок різного впливу, наприклад, агротехнологій або змін кліматичних умов. Важливо, щоб індикатори дозволяли швидко виявити реакцію ґрунту на ті чи інші зовнішні впливи, адже у разі загострення ситуації, пов'язаної з втратою родючості, необхідні невідкладні дії для стабілізації агроєкосистем. Крім того, ці показники мають бути простими у використанні, технологічно доступними та зрозумілими для фахівців із різних сфер – від аграріїв і науковців до екологів і управлінців [10].

У Фінляндії на початку ХХІ століття було ініційовано новий підхід до оцінки земель. Якщо раніше основна увага приділялася хімічному складу ґрунтів, то нині дослідники активно включають у критерії оцінювання фізичні та біологічні властивості – такі як структура, пористість і активність ґрунтових організмів.

Якщо брати досвід Франції, то сільськогосподарські землі можна побачити, що поділяють за їхньою обробкою та використанням. По-перше, це землі які обробляють, по-друге, ті землі що не обробляють. Потім вже їх класифікують за вищезазначеним використанням. Наприклад, сільськогосподарські землі поділяють на: пари, фруктові сади, тимчасові пасовища, виноградники, постійні

луки. Землі, які не використовують – землі під житловими і сільськогосподарськими будівлями, ліси, внутрішні води та ін. [31]. Тут визначення до поняття якості ґрунту також широке і конкретно одного немає. У цілому вказується, що якість залежить від здатності ґрунтів виконувати свої виробничі та екосистемні функції. Також важливим є здатність ґрунту до адаптації під час кліматичних змін [9]. У Франції реалізується мережа вимірювань якості ґрунтів (RMQS), яка є програмою групи наукових інтересів Sol (Gis Sol), що об'єднує міністерства сільського господарства та екології, INRAE, ADEME та IRD. Була створена у 2001 році, а починаючи з 2008 року на відібраних ділянках постійно фіксуються дані, що створюють бази з моніторингових показників і згодом візуалізують як цифрові карти. Тут включають такі індикатори як механічний склад, кислотність (рН у водному розчині), концентрація органічного вуглецю, а також вміст основних макро- і мікроелементів, азот, фосфор, калій, бор, мідь, наявність у ґрунті важких металів (наприклад, кадмій, кобальт, хром, мідь, молібден, нікель, свинець, цинк), залишки органічних токсикантів, зокрема пестицидів і діоксинів, а також поширеність патогенних мікроорганізмів. Також враховують чисельність груп мікроорганізмів та таких представників як дощових черв'яків. Зібрані дані дозволили зробити низку важливих висновків. Наприклад, у більшості агровиробничих регіонів Франції не спостерігається дефіциту фосфору і калію. Це свідчить про ефективність заходів щодо відновлення родючості ґрунтів завдяки внесенню добрив, як мінеральних, так і органічних. Водночас є регіони, де рівень фосфору залишається нижчим за оптимальний, а також виявлено дефіцит окремих мікроелементів, важливих для розвитку культур. Інша загрозлива тенденція – це підвищена схильність ґрунтів до заплівання, що особливо актуально в умовах зростання кількості опадів через кліматичні зміни. Внаслідок ущільнення верхнього шару порушується газообмін і знижується активність біоти. Крім того, надмірна волога спричиняє змивання поживних речовин і їх потрапляння у водойми, сприяючи явищу евтрофікації [35].

У Болгарії підхід до оцінювання земель базується на комплексному врахуванні природно-екологічних факторів. Крім характеристик ґрунтів, важливу

роль відіграють показники забезпечення теплом і вологою протягом усього вегетаційного циклу, а особливо – у періоди, коли культури найбільш чутливі до стресів, наприклад, під час цвітіння або дозрівання [33].

У Сполучених Штатах Америки немає єдиного офіційного стандарту для оцінювання якості земель. Там застосовуються різні системи, які базуються або на рівні врожайності сільськогосподарських культур, або на поєднанні ґрунтових і кліматичних характеристик. Окремі підходи також передбачають врахування так званого «ґрунтового здоров'я» – поняття, яке включає баланс основних елементів живлення, відсутність хвороб і шкідників, а також належний рівень вологості в ґрунті. Згідно з поглядами деяких науковців, ці параметри є основними при оцінці функціонального стану ґрунтів [15].

У Канаді розроблена класифікація ґрунтів за рівнем продуктивності, що охоплює вісім класів. Рівень продуктивності визначається на основі агрокліматичних обмежень, які впливають на ріст і розвиток культур, а також сприяють деградаційним процесам. Під час оцінювання враховуються не лише наукові дані, а й практичні знання фермерів, які можуть надати додаткову інформацію про стан ґрунтів на конкретних ділянках.

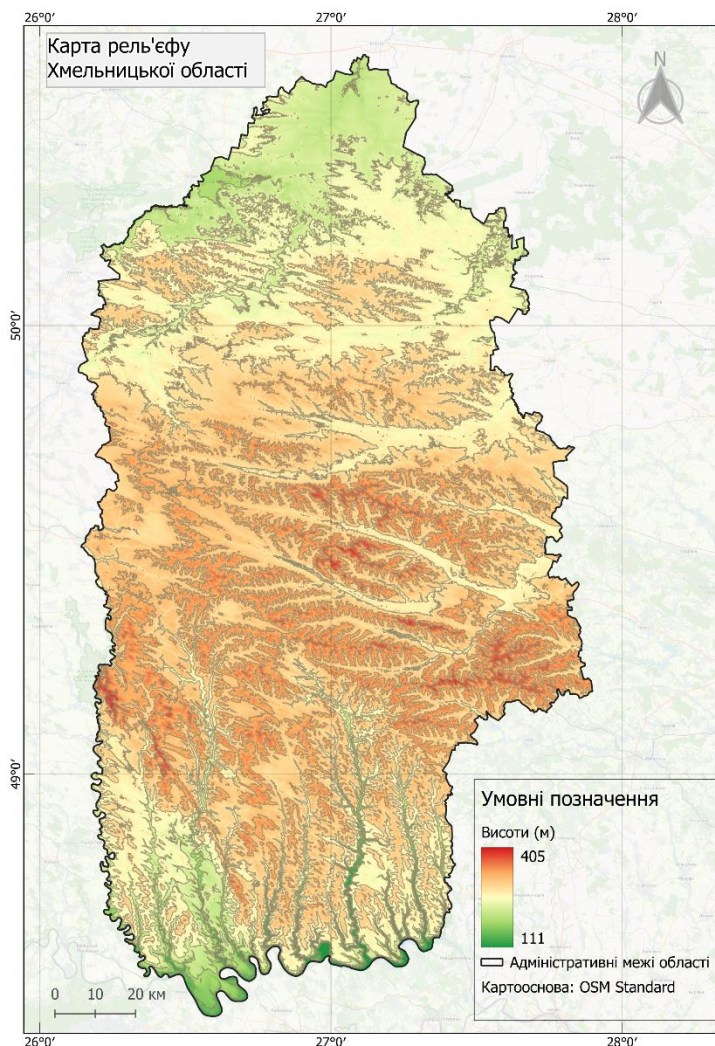
## **РОЗДІЛ 2      МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

### **2.1    Загальна характеристика території Хмельницької області та          геопросторовий розподіл показників якості ґрунтів**

Відомо, що ґрунт місцевості залежить від таких факторів як материнська порода, рельєф, клімат, рослинності. Тому для дослідження якості ґрунтів насамперед потрібно визначити особливості цих факторів.

Хмельницька область за фізико-географічним положенням розташовується в межах зони мішано-широколистяних лісів та лісостепової зони, орфографічно займаючи центральну та західну частини Волино-Подільської плити, а також західний схил Українського кристалічного щита на Східноєвропейській платформі.

Щодо рельєфу, то переважна частина території області є підвищеною пологахвилястою рівниною, яку формують платоподібні підвищення, пологі пагорби та глибокі долини річок (Рис. 2.1). У північній частині трапляються низовинні моренно-зандрові та алювіально-зандрові рівнини, які розташовані у межах Волинської височини (250-300 м). Центральну частину займає Подільська височина (переважні абсолютні висоти – 270-370 м), через яку проходять вододіли басейнів Дніпра, Південного Бугу та Дністра. Також центральна частина лежить на відрогах Придніпровської височини (320-380 м). На півдні рельєф глибоко розчленований каньйоноподібними річковими долинами, ярами та балками (Див. Додаток А, Додаток Б). У південно-західній частині знаходяться Товтри висоти яких, досягають до 409 м [21].



**Рис. 2.1** Карта рельєфу Хмельницької області

Товтровий кряж формує особливий мікроклімат території, який задає теплішу температуру на півдні області в долині Дністра та його приток. Хмельниччина розташована вглибині материка, тому її клімат формується під впливом континентальних повітряних мас, які часто зумовлюють посушливу погоду. Повітря Сибірського антициклону, що доходить взимку, приносить холодну погоду, а літом на території області має вплив Азорський максимум. У міжсезоння можна помітити вплив арктичного повітря, який характеризується різким зниженням температури повітря. Якщо брати всю територію регіону, то можна виділити, що клімат є помірно-континентальний. Найчастіше впродовж року спостерігаються північно-західні та північно-східні вітри, які, крім частоти, вирізняються й найбільшою швидкістю [26]. Літо є теплим, із середньою

температурою липня +19 С°, зима – м’яка, із середньою температурою січня -5 С°. Близько 70% опадів випадає в теплий період, всього за рік загальна кількість становить 500-670 мм.

У межах Українського щита найбільше поширені підземні води, що залягають у тріщинуватих зонах вивітрювання кристалічних порід. Саме в північно-східних і східних районах області вони відіграють ключову роль у забезпеченні населення питною водою. Хмельницьчина має розгалужену систему водних об’єктів – численні річки, ставки та водосховища. Водночас природних озер тут дуже мало. На території області протікає понад 3000 річок загальною довжиною близько 10 тисяч кілометрів. Однак більшість із них – короткі: лише трохи більше 120 річок мають довжину понад 10 км, оскільки область охоплює переважно витoki Південного Бугу та притоки Дністра й Горині. Довжина понад 100 км характерна лише для десяти річок регіону [21].

Говорячи про просторовий розподіл земель за їхнім видом (Рис. 2.2), то можна виділити що сільськогосподарські землі займають більшу частину області своєю площею 1566,2 тис. га, наступними є ліси та інші лісовкриті площі – 287,6 тис. га, забудовані землі – 85,1 тис. га, відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом – 24,1 тис. га, вкриті заболочені землі – 20,2 тис. га та інші землі площею 79,7 тис. га.



Рис. 2.2 Структура земельного фонду Хмельницької області (розробка автора) [26]

Із сільськогосподарських угідь рілля займають 1252,7 тис. га становлячи 60% від загальної території Хмельницької області, перелоги – 1,2 тис. га (0,1%), багаторічні насадження – 41,6 тис. га (2,0%), сіножаті і пасовища – 270,7 тис. га (13,1%) (Рис. 2.3).



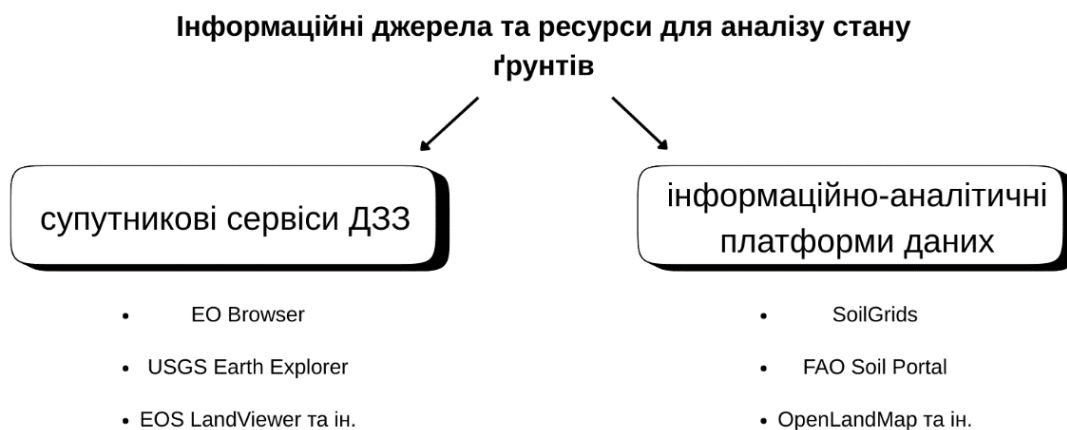
**Рис. 2.3 Структура сільськогосподарських угідь та їх % до загальної території Хмельницької області (розробка автора) [26]**

Домінуючими ґрунтами в області є чорноземи типові помірно високогумусоаккумулятивні, також значну площу займають ясно-сірі лісові слабогумусоаккумулятивні, сірі лісові помірно слабогумусоаккумулятивні, темно-сірі опідзолені середьогумусоаккумулятивні, чорноземи опідзолені помірно добрегумусоаккумулятивні. На півночі незначну частину займають дернові опідзолені та оглеяні. В районах річок незначну площу займають болотні мінеральні, торфові низинні, алювіальні лучні, лучно-болотні і болотні ґрунти [23, 30].

## 2.2 Інформаційні джерела та ресурси для аналізу стану ґрунтів

У сучасному світі для дослідження якості ґрунтів та моніторингу їхнього стану наразі доступні та широко використовуються різноманітні платформи із доступом до супутникових знімків (цифрових моделей поверхні та ін.), глобальні

бази даних та геоінформаційні ресурси. За призначенням їх можна поділити на: супутникові сервіси ДЗЗ та інформаційно-аналітичні платформи даних (Рис. 2.4).



**Рис. 2.4** Схема інформаційних джерел та ресурсів для аналізу стану ґрунтів

Першим можна охарактеризувати платформу EO Browser (Рис. 2.5) - це безкоштовна веб-платформа, розроблена компанією Sinergise у межах ініціативи Sentinel Hub, яка надає зручний доступ до супутникових даних з різних місій, зокрема Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat-5/7/8/9, MODIS та ін. Для користування потрібна реєстрація. Однією з основних переваг EO Browser є можливість перегляду, порівняння та обробки супутникових знімків у режимі реального часу, без необхідності завантаження складних програм. Це робить платформу зручною для використання як науковцями, так і агрономами, екологами та студентами. У боковій панелі можна скористатись функцією завантаження знімків у різних спектральних комбінаціях, наприклад, true color, false color. Можливості також включають відображення вегетаційних індексів NDVI, EVI тощо. Є фільтр за хмарністю, що корисно для дослідження території із частими опадами. Головною перевагою можна вважати можливість завантажити дані для подальшого їх опрацювання в геоінформаційних системах (QGIS, ArcGIS 10.x та ін.). У випадку дослідження стану ґрунту, цей сервіс точно стане корисним інструментом для

вивчення наслідків інтенсивного землеробства або зміни мікрокліматичних умов? порівнюючи стан поверхні у часі, змін у рослинному покриві, вологозабезпеченості території тощо.

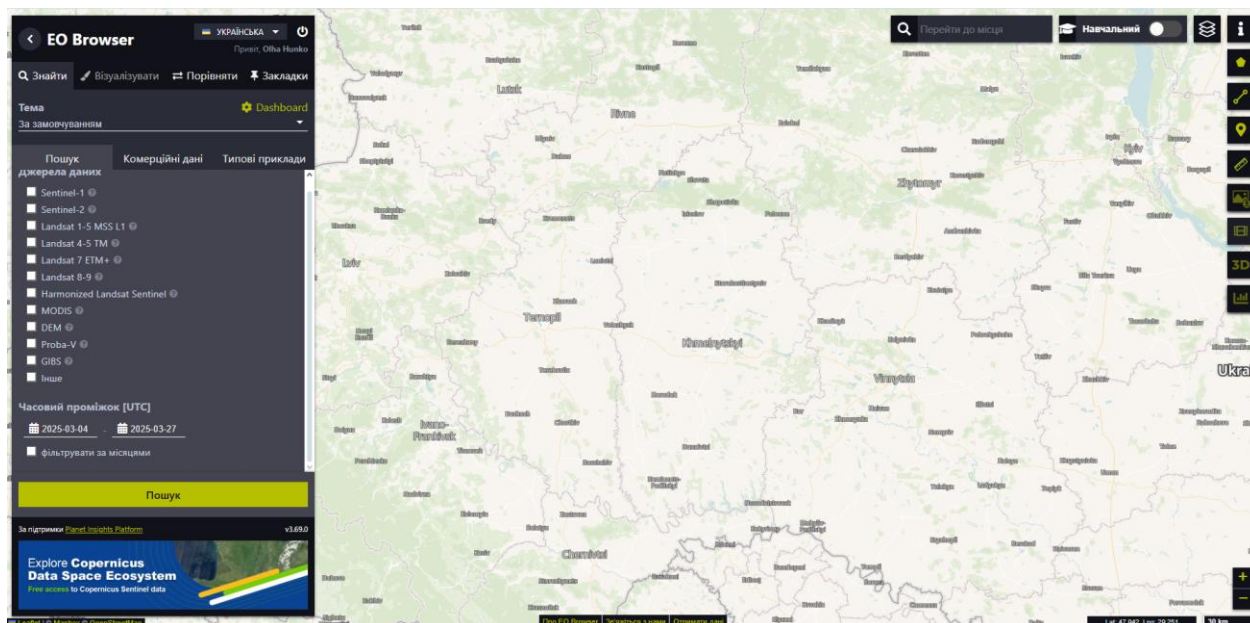


Рис. 2.5 Інтерфейс платформи EO Browser [11]

Наступним можна охарактеризувати Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) [3]. Він є одним із головних компонентів Copernicus, та є спрямованим на моніторинг за землею поверхнею: покриття, використання, зміни у ландшафті, стан рослинного покриву, характеристики ґрунту та ін. Сервіс забезпечує високоточні, відкриті геопросторові дані, які у свою чергу фахівці можуть використовувати у різних геоecологічних задачах. Включає в себе декілька напрямів роботи, кожен з яких забезпечує окремий аспект оцінки стану земної поверхні. Одним з них є пов'язаний з тематичним картографуванням земного покриву та типів землекористування. Тут створюються різномасштабні карти з класифікацією територій – від регіонального до глобального масштабу. У межах Європи додатково формуються карти з високим ступенем деталізації, які описують водопроникність, наявність лісів, луків, водойм, рівень вологості, а також дрібні деревні структури [32]. Прикладом є CORINE Land Cover, що забезпечує загальноєвропейську інвентаризацію земельного покриву та землекористування, за допомогою якого можна проаналізувати динаміку зміни у розподілі земель та на основі цього робити

висновки. На даний момент, набір даних не покриває території України проте, його можна використовувати для дослідження просторів Європейського Союзу (Рис. 2.6).



**Рис. 2.6** Інтерфейс платформи CORINE Land Cover [4]

Також для завантаження чи перегляду основних даних для обробки, можна використовувати USGS Earth Explorer, що є каталогом даних, зокрема місій Landsat, Sentinel, MODIS та ін., а також є основним ресурсом для отримання багаторічних серій супутникових даних, які дозволяють аналізувати довготривалі зміни ґрунтового покриття [5].

SoilGrids – це система глобального цифрового картографування ґрунтів, яка включає в себе глобальну інформацію про ґрунтові профілі, їхні властивості та вміст речовин на різних глибинах (Рис. 2.7).

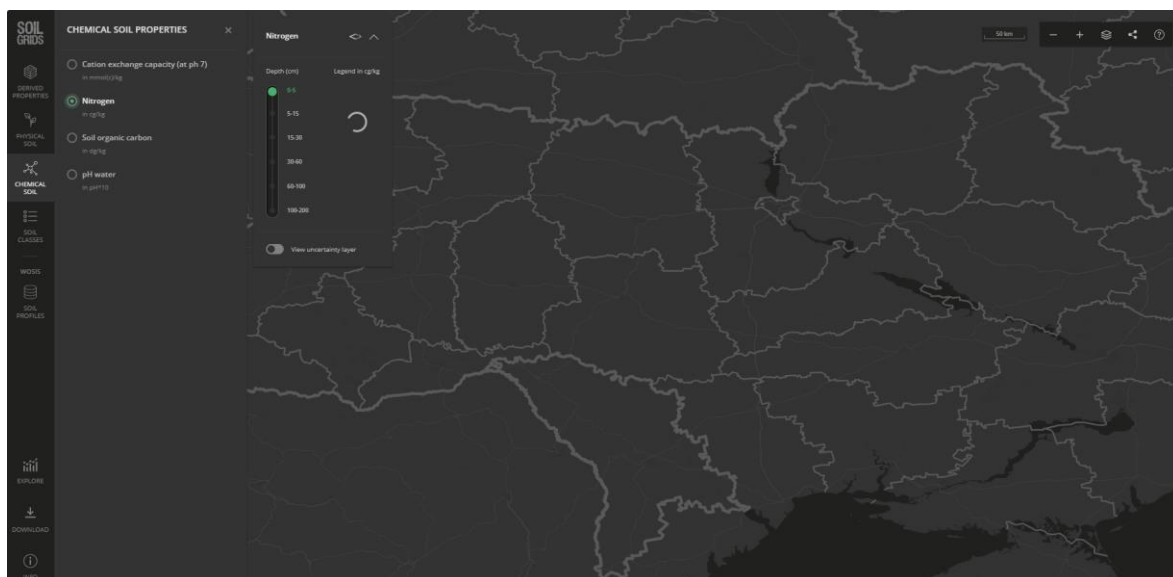


Рис. 2.7 Інтерфейс платформи SoilGrids [13]

### 2.3 Придатність ґрунтів до вирощування основних сільськогосподарських культур на прикладі озимої пшениці

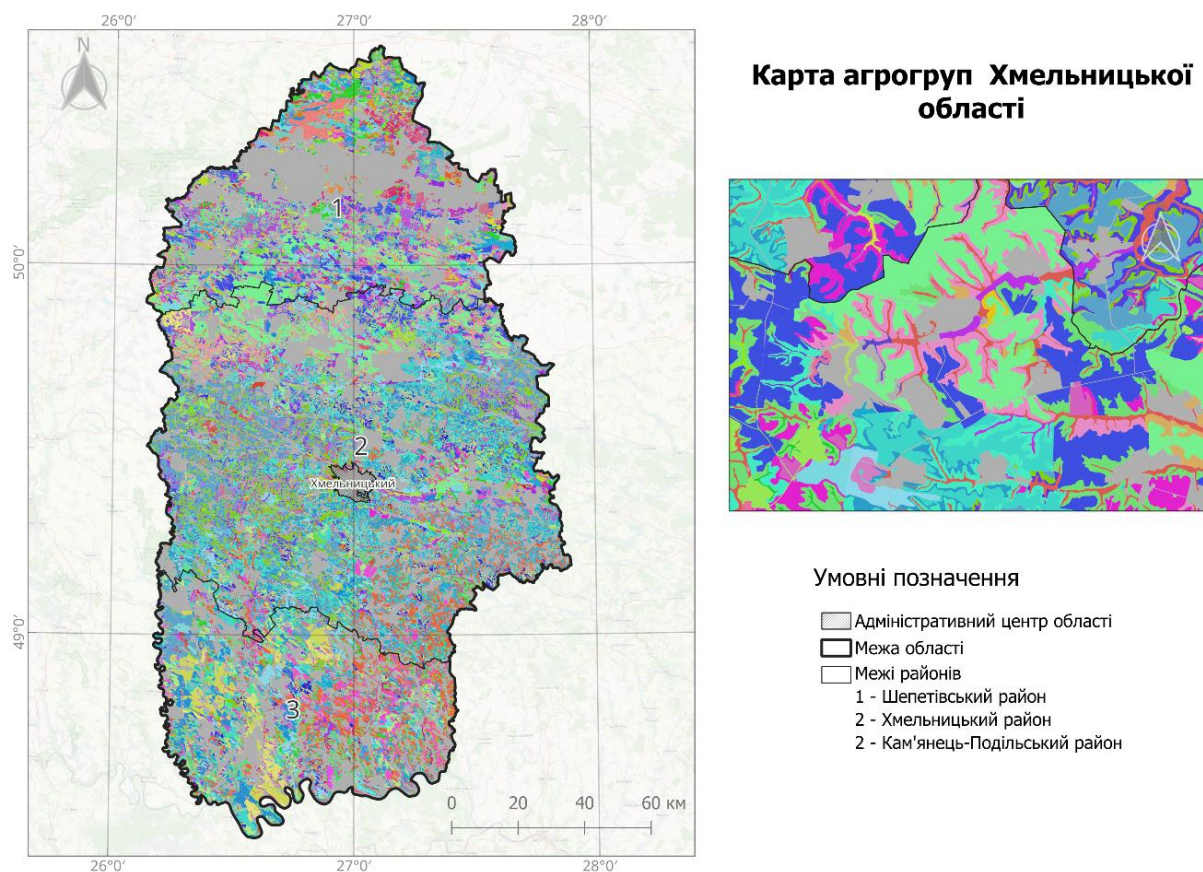
За працею Д.С. Добряк, О.П. Канащ, Д.І. Бабміндра, І.А. Розумний [31], можна розробити карту придатності ґрунтів до вирощування основних або однієї із основних сільськогосподарських культур, використовуючи відповідно агропромислові групи ґрунтів та величини схилів. Це дає змогу оцінити землі за їхнім потенціалом щодо певної культури та раціонально використати територію області.

Для цього створюються шкали придатності, де відображено поділ згідно ґрунтових властивостей та їх ознак. Також враховується ймовірність під час інтенсивного використання ґрунтів їх деградації.

Базою для створення цих шкал є агрогрупи (Рис. 2.8). Вони узагальнюють ґрунтові відміни, та створюють окремі групи, за якими вже можна проводити оцінку та впроваджувати заходи щодо поліпшення земель. В основу поділу ґрунтів на агрогрупи входять критерії, що включають їхнє генетичне зближення (однаковий тип хімічних, фізичних та фізико-хімічних властивостей та схожість профілю), особливості ґрунтового покриву (однаковий тип чи комплексність

покриву), ступінь деградації (ущільнення, ерозія, засолення тощо) та близький рівень родючості.

Усього є 222 агровиробничі групи, які узагальнені за вищепереліченими ознаками. Кожна група має свій номер та є поділеною за гранулометричним складом [31].



**Рис. 2.8** Карта агрогруп у межах Хмельницької області (Розробка автора, див. Додаток В)

Далі за цими групами виділяють шкалу придатності від I до IV підкласу.

Перший підклас включає найбільш родючі орні землі, які ідеально підходять для вирощування сільськогосподарських культур без жодних суттєвих обмежень. Властивості ґрунту, його глибина залягання та особливості рельєфу повністю відповідають потребам культур. В таких умовах можна досягти найвищих показників урожайності та економічної ефективності. Це найцінніші землі для

обробітку. Із зниженням якості ґрунтів поступово зменшується продуктивність і рентабельність, що відповідно впливає на рівень придатності.

До другого підкласу належать землі середньої придатності. Вони характеризуються добрим або середнім вмістом поживних речовин. Рельєф і ґрунтові умови в цілому сприятливі, але є окремі чинники, які дещо обмежують рівень родючості. Урожайність може бути нижчою порівняно з першокласними ґрунтами, проте завдяки використанню сучасної агротехніки та внесенню добрив можливо досягти високих результатів.

Третій підклас включає орні землі, які мають середній або низький рівень забезпечення поживними речовинами. Їх ґрунти, рельєф та інші умови супроводжуються негативними факторами, що потребують застосування додаткових заходів – агротехнічних, меліоративних тощо. Урожайність у таких умовах буде нижчою за середню, а прибутковість мінімальною, особливо якщо ціни на продукцію близькі до собівартості.

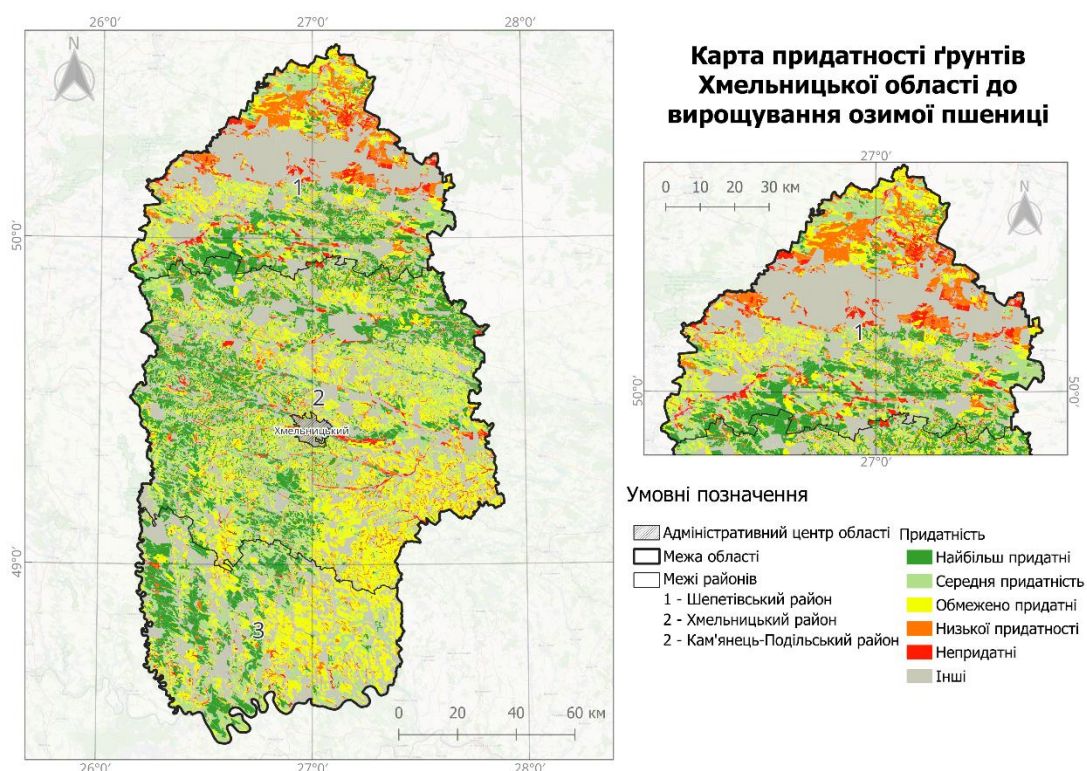
Четвертий підклас охоплює землі з великою кількістю негативних характеристик ґрунтового покриву, що робить вирощування культур економічно недоцільним.

П'ятий підклас – це орні ділянки, які зовсім не підходять для вирощування сільськогосподарських культур [25].

У цій кваліфікаційній роботі було створено карту придатності ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення до вирощування озимої пшениці (Рис. 2.9), де показано найбільш придатні та непридатні землі.

Отже, згідно (Рис. 2.8) найбільші площі займають чорноземи типові і чорноземи сильнореградовані середньозмиті середньосуглинкові, важкосуглинкові і легкоглинисті (56 агрогрупа); темно-сірі опідзолені ґрунти і чорноземи опідзолені на щільних глинах і на лесових породах, що підстиляються з глибини 0.5-1.0 м щільними глинами (44 агрогрупа); Чорноземи типові і чорноземи сильнореградовані слабкозмиті (55); Чорноземи типові мало гумусні і чорноземи сильно реградовані (53); лугові ґрунти та їх слабкосолонцюваті і слабкоосолоділі відміни (133); чорноземи типові і чорноземи сильнореградовані сильнозмиті

легкосуглинкові та супіщані (57 агрогрупа); темно-сірі опідзолені і реградовані ґрунти та чорноземи опідзолені і реградовані слабкозмиті супіщані, легкосуглинкові, середньосуглинкові (49 агрогрупа); дерново-підзолисті глейові осушені ґрунти (27 агрогрупа); світло-сірі і сірі опідзолені ґрунти (29 агрогрупа); світло-сірі і сірі опідзолені ґрунти на лесах, що підстилаються елювієм щільних карбонатних порід на глибині 0.5-1.0 м (30 агрогрупа); дерново-підзолисті і дернові неоглеєні ґрунти на піщаних відкладах [16].



**Рис. 2.9 Карта придатності ґрунтів Хмельницької області до вирощування озимої пшениці (розробка автора)**

Так, можна побачити, що для усієї області придатність знаходиться у межах перших трьох (I, II, III підклас) виділених групах від найбільш придатних до обмежено придатних земель. Однак, на півночі, а саме у Шепетівському районі, спостерігається значне погіршення придатності.

Причиною цього може бути кліматичний аспект, адже у порівнянні з центральною та південними частинами області там спостерігається дещо нижча температура, період та вища вологість повітря, які є несприятливими

властивостями у період вирощування озимої пшениці. Також, там поширені дерново-підзолисті ґрунти на пісках та супісках: вони мають малопотужний гумусовий горизонт з невисоким вмістом гумусу. Такі ґрунти кислі, бідні на поживні речовини і малоприсадибні для озимої пшениці. У південних, центральних і частково східних районах ситуація краща – тут простежуються найбільші площі чорноземів різного ступеня деградації та опідзоленості, що дозволяє активно використовувати ці землі для вирощування більшості сільськогосподарських культур.

Також можна помітити, що велика площа обмежено придатних земель спостерігається на південному-сході області, в межах Хмельницького та Кам'янець-подільського районів. Це пов'язано напряму із схилами, а саме їхньою крутизною. Там де рельєф є горбистим із крутими схилами – придатність нижча, адже для обробки таких земель витрачається багато ресурсів, що робить прибутковість такого врожаю невеликою.

Найбільш придатними є землі центральної частини області. Тут поєднується тип ґрунту, що чудово підходить до вирощування озимої пшениці, кліматичні умови та рельєф.

## РОЗДІЛ 3 ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

### 3.1 Основні чинники деградації ґрунтів регіону

Інтенсивне сільське господарство призводить до змін ґрунтової структури та хімічного балансу, пришвидшуючи розкладання органічної речовини й поживних елементів, зменшуючи родючість та сприяючи накопиченню пестицидів і важких металів. Інтенсивність деградації земель є переважно залежною від рівня розуміння властивостей ґрунту, його особливостей людиною та врешті раціонального землекористування. У країнах із розвиненим сільським господарством ведення землеробства ґрунтується не лише на ефективному використанні земельних ресурсів, а й на впровадженні обов'язкових заходів для збереження та відновлення родючості ґрунтів [19]. Попри наявність значних наукових напрацювань та належну законодавчу базу щодо захисту ґрунтів в Україні, питання їх деградації та опустелювання залишається гострим і навіть загострюється. Щороку спостерігається погіршення стану ґрунтових ресурсів, що пов'язано з недостатнім фінансуванням заходів з охорони та відновлення родючості ґрунтів, а також із недієвою системою контролю за ефективністю землекористування. Основними факторами деградації ґрунтів області є надмірне внесення мінеральних добрив (у деяких випадках) і пестицидів, ерозійні процеси, інтенсивна оранка, використання важкої техніки, забруднення, ущільнення та порушення графіку сівозмін. Це все призводить до втрати продуктивності ґрунту, зниженню його родючості, зникнення популяцій організмів, які живуть в ньому, а через вимивання добрив та хімікатів у води – впливу на здоров'я людини [34].

У горбистих районах області ерозія ґрунту є одним з найважливіших чинників втрат родючого шару. Водні потоки під час сильних злив вимивають тонкий шар ґрунту з ерозійно вразливих схилів, а рілля на схилах сприяє утворенню балок і ярів. В Україні водна ерозія вважається одним із головних чинників деградації сільськогосподарських земель. Для сірих лісових ґрунтів Хмельниччини

характерна підвищена схильність до опідзолювання та вимивання, що створює додаткові ризики втрат поживних речовин через ерозію. Відкриті місцевості з піскуватими ґрунтами також можуть піддаватися вітровому розвіюванню ґрунту, особливо після збирання врожаю. Усі ці процеси призводять до погіршення структури ґрунту і зниження його родючості [6].

Інтенсивне землеробство, часті оранки та недостатнє повернення органічної речовини в ґрунт призводять до поступового зменшення вмісту гумусу. У ґрунтах Хмельниччини, які вже мають відносно низький початковий рівень гумусу (приблизно 3% у верхньому горизонті), цей процес особливо відчутний. Таке зниження родючості пояснюється дефіцитом внесення органіки (гною, компосту, сидератів) та переважанням монокультур. Вимивання поживних елементів підсилюється при важких дощах та інтенсивному землекористуванні: зміни структури ґрунту через інтенсивне використання та застосування пестицидів прискорюють втрату органіки й поживних речовин. Результатом є поступове зниження родючості ґрунтів, що потребує застосування спеціальних заходів (компенсаторне внесення органічних добрив та оптимізація сівозмін) [6].

Антропогенне забруднення ґрунтів важкими металами та агрохімікатами є суттєвим чинником деградації. У районах із присутністю промислових підприємств чи інтенсивним сільським господарством вміст свинцю, кадмію, нікелю тощо може перевищувати нормативні рівні. Зокрема, дослідження показали, що в околицях с. Самчики (Хмельницький р-н) ґрунти містили надмірні концентрації свинцю, а в овочах – перевищення по свинцю, кадмію, нітратах [24]. Активне використання мінеральних добрив та пестицидів веде до підвищення кислотності ґрунту та накопичення залишків пестицидів, що змінює хімічний профіль ґрунту і погіршує його якість. Унаслідок цього ґрунт втрачає здатність забезпечувати рослини необхідними елементами, а екосистемна безпека регіону опиняється під загрозою.

Сучасна агротехніка з широкими колесами та важкою навіскою створює значне тискання на ґрунтовий профіль. В Україні ущільнення сільськогосподарських угідь охопило понад 22 млн га (більше половини орних

земель), особливо це стосується чорноземних та опідзолених ґрунтів. Ущільнені ґрунти втрачають пористість, погіршується їх аерація та інфільтрація вологи, що знижує урожайність і може призводити до ерозії за водної ерозії через зменшення інфільтрації.

### **3.2 Агротехнічні та організаційні заходи з підвищення якості ґрунтів**

У Хмельницькій області домінують дерново-підзолисті та опідзолені ґрунти (ясно- і темно-сірі опідзолені), а також малогумусні чорноземи на лесових породах. Ці ґрунти часто потерпають від дегуміфікації, ерозії (водної та вітрової), природного опідзолення та засолення, а також ущільнення через інтенсивний машинний обробіток. За світовими даними близько третини ґрунтів світу деградувало саме через ерозію, виснаження, підкислення, ущільнення та забруднення [27]. В Україні нерегульоване застосування пестицидів і хімічних добрив, знищення захисних лісосмуг та ігнорування сівозмін посилюють втрати родючості.

Для попередження деградації та відновлення родючості ґрунтів в умовах Хмельниччини необхідно комплексно застосовувати агротехнічні, організаційні та природоохоронні заходи.

Серед агротехнічних можна назвати, що це:

1. Сівозміна
2. Вирощування сидеральних культур
3. Глибоке розпушування ґрунту
4. Мінімальний або безплужний обробіток
5. Застосування органічних добрив
6. Мульчування ґрунту.

Перший захід включає в себе чергування висадки різних культур з метою запобігання виснаження ґрунту. Це є корисним, адже кожна культура по-різному впливає на його властивості. Планування сівозмін з урахуванням попередників допомагає уникати виснаження ґрунту – так наприклад, після пшениці садять бобові, а після кукурудзи – злакові, що відновлює баланс поживних речовин і

знижує ризик хвороб. Цей прийом зменшує потребу в мінеральних добривах і пестицидах [18].

Другий метод має під собою весняний або післяжнивний посів покривних зелених добрив (люпину, гірчиці, жита, вівса тощо) значно покращує фізичні й біологічні властивості ґрунту. Сидерати накопичують органічну масу і корисні мікроорганізми, розпушують ґрунт і руйнують плужну підшову, а також пригнічують бур'яни й перешкоджають ерозії. Наприклад, бобові сидерати особливо ефективні для збагачення ґрунту азотом і нарощування гумусу, а капустяні культури (гірчиця) – для розкислення ґрунту і боротьби з бур'янами [22].

Щодо глибокого розпушування ґрунту, то воно необхідне для руйнування ущільнених місць ґрунту. Це створює кращу водопроникність та насичує землю повітрям. Також, після цього коренева система має більший розвиток, а врожайність культур збільшується.

Плужний метод можна замінити на легші посівні агрегати і сівалки прямого висіву, що зменшать кількість проходів техніки і витрати енергії.

Внесення органічних добрив (гній, торф) та мульчування (солома, подрібнене сіно) також є хорошим способом для підвищення стану земель.

Серед організаційних заходів можна назвати екологічноорієнтоване землеробство через компенсації за сертифікацію продукції як «органічної» та програми «зеленої» сертифікації виробників агропродукції. Така політика спонукає зменшувати хімічні навантаження на ґрунти. Одним із ефективних способів є навчальні демонстрації ґрунтового стану для студентів, які навчаються на спеціальностях, що пов'язані з земельними ресурсами, їхньому вивченню. Так, майбутні фахівці ще під час навчання будуть більше орієнтуватись у своїй темі, дивлячись на реальну ситуацію з агротехнічними новаціями та технологіями, і в свою чергу згодом принесуть користь у майбутньому.

Здійснюються заходи з ґрунтової меліорації (дренаж, осушення заболочених ділянок, внесення вапна на кислі ґрунти) з метою відновлення родючості. Фінансуються ґрунтоохоронні проекти з посадки глибокореневиx трав і

багаторічних бобових на еродованих схилах, а також будівництво терас і водозатримуючих споруд.

### **3.3 Роль сталого землекористування в забезпеченні родючості ґрунтів**

Земельні ресурси є стратегічним ресурсом багатьох країн та займає важливу роль в її економічному розвитку. Якщо говорити про концепцію сталого розвитку, то її принципи щодо землекористування зрозумілі та відомі – це співіснування людини та природи у гармонії, захист та відповідальність за стан довкілля тощо [20]. Сталий підхід до землекористування передбачає гармонізацію потреб сільського господарства з необхідністю охорони ґрунтових, водних та біоресурсів.

У контексті Хмельниччини, де більша частина використовується як сільсько-господарські угіддя – сталий розвиток сільського господарства є ключовим для збереження родючості [26].

У сільському господарстві стале землекористування реалізується через різноманітні практики: агролісомеліорацію, полікультурність, точне землеробство та збереження природних екотопів [2]. Наприклад, закладення захисних лісосмуг і алей по периметрах полів (агролісомеліорація) оберігає ґрунт від вітрової ерозії, забезпечує тінь і перегороджує водний стік.

Фронтним напрямом є також змішані сівозміни і міжкультурні посіви: введення бобових культур, озимини та багатокомпонентних трав'яних сумішей підвищує вміст азоту і гумусу у ґрунті природним шляхом. Важливим елементом є також відмова від монокультурних технологій, особливо таких культур як соняшник чи ріпак, що швидко виснажують чорноземи.

Технології точного землеробства (Precision Agriculture) істотно сприяють сталості: GPS-керовані агрегати та картографія родючості дозволяють вносити добрива та поливати з урахуванням локальних потреб ґрунту, що знижує перенавантаження полів мінералами і пестицидами. Застосування ґрунтових та агрохімічних карт, а також дронів і супутникового моніторингу допомагає оперативно виявляти прояви ерозії, підтоплення чи дефіциту елементів живлення.

Такі цифрові рішення дають змогу підтримувати оптимальний агроекосистемний баланс і уникати «мертвих зон» у полях [17].

Значну роль відіграють також система інтегрованого управління водними ресурсами та охорона ґрунтів. На підвищених ділянках – через терасування, ловчі пояси та мульчування – зберігається волога і запобігає стік поживних речовин. У пониззі правильне зрошення з управлінням мікрокліматом не допускає пересихання чи перезволоження [28**Error! Reference source not found.**].

Стале землекористування орієнтоване на оптимальне використання кожної земельної ділянки: при грамотному плануванні землевласник уникає руйнівних наслідків інтенсивної експлуатації ґрунтів, адже вкладає в їх відновлення. Практичні приклади демонструють ефективність таких підходів. Дослідження в Німеччині показали, що стале землеробство (без мінеральних добрив та пестицидів) значно підвищує екологічну мультифункціональність агроекосистем – тобто підтримує більше ґрунтових функцій (утримання вологи, розклад органіки, біологічна активність) порівняно з інтенсивними технологіями. Навіть при аналогічній врожайності, органічне виробництво дає вищу економічну віддачу за рахунок премій на органічну продукцію [14].

В Україні стійкий аграрний розвиток передбачає переорієнтацію на такі практики: підвищення частки посівів бобових у ротації, широке застосування сидеральних культур у проміжку між основними культурами, та використання компостів, сидератів, біопрепаратів.

Важливим елементом сталого землекористування є регіональне планування та охорона родючих ґрунтів. Норма про охорону ґрунтів від деградації має інтегруватися в усі агрополітики: від законодавства до місцевих програм. Наприклад, на рівні об'єднаних територіальних громад можуть запроваджуватися локальні програми з охорони ґрунтів (зонування за функціональними призначеннями, заборона надмірної мінералізації, відновлення пасовищ і луків). Головна мета – це передбачити в системі землевпорядкування механізми збереження ґрунту як невідновного ресурсу. Таким чином, сталий землеробський цикл ґрунтів у Хмельниччині означає: довготривалі змістовні сівозміни, захисні

агрolandшафти, збереження органічних ресурсів і мінімізація механічного навантаження. Прикладом можуть слугувати традиційні методи багатоярусного вирощування (комбінація польових культур і захисних лісосмуг) чи система нульового обробітку ґрунту (No-Till) з активним використанням сидератів (є рослинами, що висаджуються між основними культурами). Ці методи зменшують ризик посухи, покращують структуру ґрунту й водний баланс, що безпосередньо підтримує його родючість.

Узагальнюючи, роль сталого землекористування в тому, що воно сприймає ґрунт не лише як товарний ресурс, а як частину екосистеми, якій необхідні заходи підтримки. Збалансоване використання відтворює родючість ґрунтів, водночас забезпечуючи стабільний урожай. Як показують численні дослідження, збереження ґрунтової мультифункціональності (завдяки біорізноманіттю та відмові від перенасичення полів хімією) прямо корелює з економічним прибутком фермерів [14]. Отже, тільки інвестуючи в сталий розвиток агрolandшафтів – зокрема, практики обороту, агролісомеліорації та точного землеробства – можна гарантувати довгострокову родючість ґрунтів Хмельницької області і продовжити його аграрний потенціал.

## ВИСНОВКИ

Ґрунти Хмельницької області відіграють ключову роль в аграрному секторі України, проте їхній стан викликає занепокоєння через інтенсивний антропогенний вплив. У ході дослідження було досягнуто поставленої мети та виконано всі завдання.

Дослідження підтвердило, що якість ґрунту – це комплексне поняття, яке охоплює його здатність підтримувати біологічну активність, регулювати водний режим, виконувати фільтраційні та буферні функції, накопичувати поживні елементи та захищати соціально-економічні об'єкти. Для її оцінки використовуються фізичні (структура, щільність), хімічні (рН, вміст поживних речовин, органічної речовини) та біологічні (мікробна біомаса, ферментативна активність) індикатори, які формують мінімальний набір даних. Сучасні методи, такі як електрохімічні, LiDAR та оптичні сенсори, а також гіперспектральні знімки, значно розширюють можливості моніторингу.

Область розташована в межах зони мішано-широколистяних лісів та лісостепової зони. Її рельєф представлений пологохвилястою рівниною з платоподібними підвищеннями та глибокими річковими долинами, а клімат є помірно-континентальним. Близько 60% території області займає рілля, що підкреслює високе аграрне використання земель. Домінуючими ґрунтами є чорноземи типові, ясно-сірі та темно-сірі лісові, а також опідзолені чорноземи.

Для аналізу стану ґрунтів ефективно використовуються супутникові сервіси ДЗЗ (EO Browser, USGS Earth Explorer) та інформаційно-аналітичні платформи (Copernicus Land Monitoring Service, SoilGrids). Ці ресурси надають доступ до супутникових знімків, цифрових моделей поверхні та глобальних баз даних, що дозволяє проводити просторовий аналіз змін ґрунтового покриття та моніторинг деградаційних процесів.

Створена карта придатності ґрунтів до вирощування озимої пшениці показала, що більша частина земель області належить до I-III підкласів придатності

(від найбільш придатних до обмежено придатних). Найбільш придатними є землі центральної частини області, так як тут спостерігається поширення високопродуктивних родючих чорноземів, що поєднуються з кліматичними умовами та рельєфом. Водночас, у північних районах (Шепетівський) та на південному сході (Хмельницький та Кам'янець-Подільський райони) спостерігається зниження придатності через менш сприятливі кліматичні умови, поширення дерново-підзолистих ґрунтів з низьким вмістом гумусу та круті схили, що ускладнюють обробіток.

Основними чинниками деградації ґрунтів у Хмельницькій області є ерозійні процеси (водна та вітрова ерозія), надмірне внесення мінеральних добрив і пестицидів, інтенсивна оранка, використання важкої техніки, порушення графіку сівозмін, що призводить до втрати органічної речовини (гумусу), ущільнення ґрунтів та забруднення важкими металами й агрохімікатами. Ці процеси знижують родючість ґрунтів, порушують їхню структуру та негативно впливають на екосистемну безпеку.

Стале землекористування є ключовим для довгострокової родючості ґрунтів Хмельниччини. Воно передбачає агролісомеліорацію (захисні лісосмуги), полікультурність та змішані сівозміни для збагачення ґрунту азотом та гумусом, а також відмову від монокультур, що виснажують ґрунт. Технології точного землеробства (Precision Agriculture) з використанням GPS-керованих агрегатів, ґрунтових карт та супутникового моніторингу дозволяють оптимізувати внесення добрив і полив, запобігаючи перевантаженню полів.

Інтегроване управління водними ресурсами через терасування, мульчування та контрольоване зрошення допомагає зберегти вологу та поживні речовини. Важливим є також регіональне планування та охорона родючих ґрунтів на рівні громад. В Україні стійкий аграрний розвиток передбачає підвищення частки бобових у ротації, застосування сидеральних культур, компостів та біопрепаратів. Такі практики, як система нульового обробітку ґрунту (No-Till), сприяють зменшенню ризику посухи, покращенню структури ґрунту та водного балансу. Отже, інвестуючи в сталий розвиток агроландшафтів, зокрема, практики обороту,

агролісомеліорації та точного землеробства, можна гарантувати довгострокову родючість ґрунтів Хмельницької області та підтримати її аграрний потенціал.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ANDREWS, Susan S.; KARLEN, D. L.; MITCHELL, J. P. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. *Agriculture, ecosystems & environment*, 2002, 90.1: 25-45. URL: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00174-8)
2. Concept and assessment methodology of soil quality: a review / S. Sepehya та ін. *International journal of plant & soil science*. 2024. Т. 36, № 5. С. 164–172. URL: <https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i54513>
3. Copernicus land monitoring service. URL: <https://land.copernicus.eu/en>
4. CORINE land cover. *Copernicus Land Monitoring Service*. URL: <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>
5. EarthExplorer. *EarthExplorer*. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov>
6. Environmental safety assessment of soils in Khmelnytskyi region based on chemical composition and acidity analysis / A. O. Shchesniak та ін. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*. 2025. № 1. С. 63–69. URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2025-1/063>.
7. Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: types of degradation, causes, and implications for management / O. Kairis та ін. *Environmental management*. 2013. Т. 54, № 5. С. 971–982. URL: <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0110-0>
8. Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Monreal, C. M., & Ellert, B. H. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74, 367–386.
9. Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols de France (RMQS). État d'avancement et premiers résultats / C. Jolivet et al. *Étude et gestion des sols*. 2006. Vol. 13, no. 3. P. 149–164.
10. Martinez-Salgado M. Biological soil quality indicators : a review / M. Martinez-Salgado, V. Gutiurrez-Romero, M. Janssens, R. Ortega-Blu //

- Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. – 2010. – P. 319-328.
- 11.Sentinel-hub EO-Browser. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
- 12.Singer, M. J., & Ewing, S. (2000). Soil quality. In M. E. Sumner (Ed.), Handbook of soil science (pp. G271–G298). CRC Press.
- 13.SoilGrids web portal. *SoilGrids web portal*. URL: <https://soilgrids.org>
- 14.Sustainable land management enhances ecological and economic multifunctionality under ambient and future climate / F. Scherzinger та ін. *Nature communications*. 2024. Т. 15, № 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-48830-z>
- 15.Warkentin B.P. The changing concept of soil quality / B.P. Warkentin // *Journal of Soil and Water Conservation*. – 1995. – № 3. – P. 226-228.
- 16.Беспалько Р. І. Агровиробничі групи ґрунтів і агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення в Україні : Навч.-метод. посіб. Чернівці : ЧНУ, 2022. 160 с.
- 17.Бойко М. О. Точне землеробство як чинник забезпечення екологічної стійкості та захисту ґрунтів. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 15–19. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.2>
- 18.Бойко П. І., Коваленко Н. П., Опара М. М. Ефективні різноротаційні сівозміни у сучасному землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 3. С. 20–32. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.03.04>
- 19.Булигін С. Ю. Якість земель як основа контролю землекористування. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 1. С. 36–47.
- 20.Васильєва Т. А., Чигрин О. Ю., Івахненко О. М. Стале аграрне землекористування в Україні: проблеми та перспективи розвитку. *Вісник Сумського державного університету. Серія «Економіка»*. 2021. № 1. С. 244–253.
- 21.Геренчук К. І. Природа Хмельницької області. Львів: Видавництво при Львівському університеті, 1980. 151 с.

22. Головний сайт для агрономів. Сидерати в Україні: люпин, гірчиця, фацелія, еспарцет, вика, ріпак, озиме жито, конюшина, кінський біб. *Superagronom.com*. URL: <https://superagronom.com/articles/667-top-9-nauposhirenishih-siderativ-v-ukrayini-perevagi-ta-nedoliki#:~:text=Сидеральні%20пари%20позитивно%20впливають%20на,як%20сидерати,%20запобігають%20ерозії%20грунту>
23. Ґрунти України в розрізі областей. Карти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/soils.html>
24. Давидюк Г. В., Шкарівська Л. І., Клименко І. І. Екологічний стан сільських населених пунктів західного регіону та заходи для еколого-безпечного функціонування агроєкосистем: НАУКОВО-ПРАКТ. РЕК. Чабани : ННЦ «ІАЕ», 2023. 76 с.
25. Добряк Д. С., Дребот О. І., Мельник П. П. Наукові засади класифікації орних земель за продуктивністю ґрунтів для вирощування основних сільськогосподарських культур. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 1. С. 12–18.
26. Екологічний паспорт області. Хмельницька обласна військова адміністрація – Офіційне інтернет-представництво. URL: [https://www.adm-km.gov.ua/?page\\_id=7157](https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=7157)
27. ЗЕМЛЕУСТРІЙ, ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬ – Головне управління Держгеокадастру у Хмельницькій області. *Головне управління Держгеокадастру у Хмельницькій області – Офіційний веб-сайт*. URL: <https://khmelnytska.land.gov.ua/zemleustrij-vikoristannya-ta-oxorona-zemel/#:~:text=У%20публікації%20зазначається,%20що%20нинішні,за%20солоння,%20ущільнення%20та%20хімічного%20забруднення>
28. Інтегроване управління водними ресурсами України / За ред. М.А. Хвесика. К.: ДУ ІЕПСР НАН України, 2019. 419 с.
29. Кавецький, С. В. (2003). Якість ґрунтів. В кн. Якість ґрунтів і сучасні стратегії удобрення. За ред. Дж. Хофмана, НАУ, К., 200 с

- 30.Картотека аграрія: карта ґрунтів України. Зерно. *Журнал сучасного агропромислового*. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2014/yanvar-2014-god/kartoteka-agrariya-karta-g-runtiv-ukrayini/>
- 31.Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологічнобезпечного використання / Д. С. Добряк та ін. 2-ге вид. Київ : Урожай, 2009. 462 с.
- 32.М-во захисту довкілля та природних ресурсів України. Моніторинг довкілля. *Аналітична записка щодо стану та перспектив розвитку державної системи моніторингу довкілля*. 2023. С. 105–107.
- 33.Пліско І., Строкова Д. Досвід оцінювання якості ґрунтів. *Наукові пріоритети розвитку аграрної сфери в умовах глобальних змін : Матеріали Міжнар. науково-практ. Інтернет-конф., м. Тернопіль, 4–5 груд. 2014 р. Тернопіль, 2014. С. 58.*
- 34.Рибак В. В., Трембіцька О. І. Актуальні аспекти впровадження органічного землекористування на прикладі хмельницької області. *Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення : Матеріали Міжнар. науково-практ. конф., м. Житомир, 13–14 черв. 2019 р. Житомир, 2019. С. 122–124.*
- 35.Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів : навч. посіб. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток А



**Рельєф на півдні області. Долина р. Дністер, поблизу с. Баговиця, Хмельницька область (Фото автора)**



**Рельєф на півдні області. Долина р. Дністер, поблизу Дністровського водосховища  
(Фото автора)**

## Додаток В

## Позначення агрогруп

:	133б	142''	175а	179в	212в	222г	32е	39г	44е	50г	56г	86
1а	133в	142'''	175б	179г	212г	222д	33б	39д	45б	50д	56д	8в
1б	133г	145	175в	179д	212д	222е	33в	39е	45в	50е	56е	8г
101в	133д	145'	175в	180в	212е	27а	33г	39л	45г	50л	56л	92а
101г	133е	146	175г	180г	213	27в	33д	40а	45д	51'в	57в	92б
101д	134'г	146'	176'б	181в	215	27г	33е	40б	45е	51'г	57г	92в
101е	134'д	148	176	181г	215а	27д	35г	40в	46г	51'д	57д	93а
103в	134а	14а	176в	19в	215в	28а	35д	40г	46д	51'е	57е	93в
103г	134в	14б	176г	19г	215г	28в	35е	40д	46е	51'в	57л	93г
103д	134г	14в	177'б	208'д	215д	29'в	36б	40е	47д	51г	5а	95г
103е	134д	14г	177'в	208в	215е	29'г	36в	40л	49'в	51д	5б	96в
104в	134е	150	177а	208г	216	29'д	36г	41б	49'г	51е	5в	96г
104г	139г	14е	177в	208д	216л	29а	36д	41в	49'д	52в	5д	96д
104д	139д	150'	177г	208е	217	29в	36е	41г	49'е	52г	5г	97в
104е	139е	151	177д	209в	217г	29г	37в	41д	49в	52д	82е	97г
104ез	139л	152	178'б	209г	217д	29д	37г	41е	49г	53в	82л	97д
106	13а	153	178'г	209д	217е	29е	37д	41л	49д	53г	85д	97е
121в	13а	153	178а	209е	218	30в	37е	42г	49е	53д	85е	98г
121г	13в	153'	178б	210'в	21а	30г	37є	42д	49л	53е	85л	98д
121д	141	165а	178в	210'д	21б	30д	37л	42е	50'в	53л	86г	99г
121е	141'	165в	178г	210'в	21в	31в	38в	43в	76	55в	86д	99д
121е	141'	165г	178д	210'г	21г	31г	38г	43г	50'г	55г	86е	99е
133'в	141'''	165д	178е	210'д	221	31д	38д	43д	50'д	55д	86л	99л
133'г	141''''	166	178л	210е	221д	31е	38е	43е	50'е	55е	87е	
133'д	142	16в	179'в	211г	221е	32г	38л	44г	50'є	55л	87л	
133'е	142'	16г	179а	211д	222	32д	39в	44д	50'в	56в	8а	

Легенда до карти агрогруп Хмельницької області (Розробка автора за класифікацією [31])