

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Географічний факультет

Кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів

*Курсова робота*

на тему: «Забарвлення ґрунтів як основна морфологічна ознака  
їхньої діагностики та класифікації»

*Докинуто  
до ґрунтознавства  
18.05.24*

Виконала:  
студентка групи ГРН-31с  
**Шеніда Вероніка Володимирівна**

Науковий керівник:  
доцент, кандидат географічних наук  
**Іванюк Галина Станіславівна**

Оцінка: національна шкала 5 *відмінно*  
Кількість балів 93 *бали*  
ECTS A

Члени комісії:

*З.Т.*

(підпис)

*Г.С.*

(підпис)

*В.В.*

(підпис)

*Шеніда В. ЗТ.*

(прізвище та ініціали)

*Іванюк Г.С.*

(прізвище та ініціали)

*Беленца О.П.*

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	3
<b>РОЗДІЛ 1 Основні теоретичні положення</b>	5
1.1. Типи забарвлення ґрунтів і речовини, які його зумовлюють	5
1.2. Способи оцінювання забарвлення ґрунтів	11
<b>РОЗДІЛ 2. Забарвлення ґрунтів у різних класифікаційних системах</b>	14
2.1. Забарвлення у номенклатурних списках ґрунтів України	14
2.2. Забарвлення у Світовій реферативній базі ґрунтових ресурсів ( <i>WRB</i> )	16
<b>РОЗДІЛ 3. Практичне використання забарвлення для ідентифікації процесів і визначення вмісту різних речовин у ґрунтах</b>	18
3.1. Застосування колориметрії ґрунту	18
3.2. Створення карт кольорів ґрунтів	21
3.3. Забарвлення ґрунтів і вміст гумусу	25
<b>Висновки</b>	28
<b>Список використаних джерел</b>	30

## Вступ

Забарвлення ґрунту є найпомітнішою характеристикою ґрунту. Це основний інформативний індикатор, що відображає хімічні, фізичні, біологічні властивості та процеси в ґрунті. Основними чинниками, що впливають на забарвлення ґрунту, є органічні речовини, кальцій карбонати, оксиди феруму тощо. Забарвлення відображає стан вологості ґрунту. Вода впливає на забарвлення ґрунту як безпосередньо, поглинаючи світлову енергію, так і опосередковано, впливаючи на інші властивості ґрунту, наприклад, на відновлення феруму.

Забарвлення ґрунту є інформативним показником для розуміння різних аспектів, пов'язаними з ґрунтом. Наприклад, воно може вказувати на наявність оксидів феруму, які впливають на агрегацію ґрунту, що є ключовим показником стійкості до ерозії. Наявність оксидів феруму, визначену за забарвленням ґрунту, можна використати для реконструкції палеоклімату через педогенні зміни сполук феруму. Забарвлення може навіть діяти як фотокаталізатор, який впливає на фіксацію газів нітрогену ( $\text{NO}$  та  $\text{NO}_2$ ) [28].

Забарвлення ґрунтів є важливим показником для їхньої класифікації, оцінки якості ґрунтів і управління ними. Його, разом із низкою хімічних і фізичних характеристик, використовують для розрізнення та ідентифікації ґрунтових горизонтів і групування ґрунтів відповідно до класифікації. Багато народних назв ґрунтів вказують на їхній колір, і деякі з них увійшли до номенклатур ґрунтів. Такі «кольорові» номенклатури поширені в різних класифікаційних системах, у тому числі й українській. Проте в Україні діагностика процесів і явищ за певним забарвленням є описова і суб'єктивна, адже не розроблені чіткі діагностичні критерії ознак із використанням певних уніфікованих шкал, наприклад Манселла. Тому варто вивчити міжнародний досвід з цього питання.

Визначення кольору є дуже суб'єктивним. Загалом, оскільки сприйняття кольору відрізняється від людини до людини, ґрунтознавці використовують стандартну систему кольорів Манселла. Ця система описує три компоненти кольору: відтінок, який є домінуючою довжиною хвилі відбитого світла; значення, яке є світлістю або темрявою кольору; і насиченість, яка є відносною інтенсивністю відтінку. Важливо визначити колірні відмінності між ґрунтами. Багато рішень щодо землекористування ґрунтуються на цих кольорах і на тому, що вони не змінюються сезонно.

**Об'єктом дослідження** було забарвлення ґрунтів.

**Предметом дослідження** – речовини, які зумовлюють забарвлення, забарвлення як діагностична ознака, методи дослідження забарвлення, застосування забарвлення в номенклатурі різних класифікаційних систем.

**Метою роботи** було вивчити значення забарвлення для діагностики і класифікації ґрунтів.

**Завдання:**

- 1) за літературними джерелами ознайомитися зі шкалами забарвлення ґрунтів;
- 2) вивчити вмістом яких речовин зумовлене те чи інше забарвлення ґрунту;
- 3) проаналізувати використання забарвлення в номенклатурі ґрунтів України (сучасний стан і в 20-30-рр. ХХ ст.);
- 4) ознайомитися з використанням забарвлення як діагностичної ознаки у Світовій реферативній базі ґрунтових ресурсів (*WRB*);
- 5) протестувати визначення вмісту Карбону за індексом забарвлення ґрунтів.

## РОЗДІЛ 1

### Основні теоретичні положення

#### 1.1. Типи забарвлення ґрунтів і речовини, які його зумовлюють.

Типи забарвлення поділяють на однорідне (однорідно забарвлені горизонти в певний колір) та неоднорідне (чергування плям з різним кольором та різною формою [6]).

У типі однорідного забарвлення виділяють 2 підтипи:

1. *Рівномірне однорідне забарвлення.* В межах генетичного горизонту тон та інтенсивність забарвлення не змінюється.

2. *Нерівномірне однорідне забарвлення.* Тон та інтенсивність кольору поступово змінюються від верхньої до нижньої частини горизонту.

Неоднорідний тип забарвлення поділяють на 4 підтипи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Підтипи неоднорідного забарвлення ґрунтів



***Плямисте забарвлення.***

Нерівномірно розкидані плями різних кольорів на фоні одного кольору.



***Точкове забарвлення***

також називають порфіроподібне. Нерівномірно розкидані дрібні плями іншого кольору діаметром до 5 мм на однорідному фоні одного кольору.





***Смугасте забарвлення.***

Чергуються смуги різного кольору та різної потужності.



***Мармуроподібне забарвлення.***

Строкате забарвлення, що утворює складний малюнок із плям і прожилок іншого забарвлення і розміру.

Оцінювати неоднорідність кольору слід за кількісними та якісними характеристиками. Сьогодні в Україні проводиться візуальна, значною мірою суб'єктивна оцінка ступеня неоднорідності та строкатості, тоді як у міжнародній практиці використовується метод оцінки, який прийнятий в США. В нашій країні такі оцінки проводять переважно в наукових дослідженнях.

Розглянемо терміни для позначення кольору та його кількісної оцінки, які широко використовуються в міжнародному ґрунтознавстві [6].

*Терміни для позначення забарвлення та його кількісної оцінки :*

***а) Густина (рясність) плям:***

- небагато – менше 2% плям від площі стінки горизонту;
- середня – 2-20% плям від площі стінки горизонту;
- багато – понад 20% плям від площі стінки горизонту.

***б) Розмір плям:***

- дрібні – у діаметрі менше 5 мм;
- середні – у діаметрі 5-15 мм;
- великі – у діаметрі понад 15 мм.

***в) Контрастність плям:***

- незначна – колір плям близький до загального фону;
- помітна – колір плям значно відрізняється від кольору фону;

- виразна – колір плям різко відрізняється від кольору фону.

г) **Виразність меж плям:**

- дифузна – зміна кольору спостерігається на відстані більше 2 мм;
- ясна – в межах 2 мм перехід кольору;
- різка – межа кольору тонка, як лезо гострого ножа.

д) **Колір плям оцінюється за спеціальною шкалою забарвлення.**

Як зазначається у *WRB*, забарвлення ґрунту може бути властивістю чотирьох наступних ознак ґрунту [26] :

1. *Матриця*. Зазначається колір матриці ґрунту. Якщо є більше одного кольору матриці то вказується не більше трьох кольорів, починаючи з домінантного, а за ним у відсотках від площі, що піддалася впливу.
2. *Літогенні варіації*. Зазначається колір, розмірний клас та чисельність. Якщо є більше одного кольору, вказується до трьох кольорів, спершу домінуючий, а потім клас розміру та чисельність для кожного кольору окремо.
3. *Редоксиморфні ознаки, що є наслідком окисно-відновних процесів*. Оксиморфні ознаки свідчать про накопичення речовин в окисненому стані і, як правило, мають червоніший відтінок, вищу кольоровість і меншу щільність, ніж навколишній матеріал, тоді як редоксиморфні ознаки мають протилежні характеристики. Для кожного кольору окремо вказують речовину, місцезнаходження, клас розміру (до двох, спочатку домінуючий), клас цементації та поширеність, для трьох кольорів – домінуючий.
4. *Нередоксиморфні ознаки, що є наслідком інших процесів педогенезу*: початкове вивітрювання, глинисті покриття та мостики, пісок без покриття та/або грубі зерна мулу, стрічкоподібні скупчення, вторинні карбонати, вторинний гіпс, вторинний кремнезем, легкорозчинні солі, скупчення органічних речовин.

У міжнародних вимогах із опису ґрунтів [25] використовують класифікації плям за їхньою кількістю, а також розміром (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

За кількістю, %			За розміром, мм		
N	Відсутні	0	V	Дуже дрібні	<2
V	Дуже мало	0-2	F	Дрібні	2-6
F	Мало	2-5	M	Середні	6-20
C	Часті	5-15	A	Великі	>20
M	Багато	15-40			
A	Рясні	>40			

Класифікація плям за їхньою кількістю та розміром [25]

Насамперед колір ґрунту пов'язаний з хімічним і мінералогічним складом [2]. У табл. 1.2 описані речовини, які визначають забарвлення ґрунтів.

Таблиця 1.3

Забарвлення ґрунту та речовини, які його зумовлюють

<i>Світлина</i>	<i>Забарвлення</i>	<i>Речовини</i>
	Чорне	Гумус та особливо гумінові кислоти
	Біле	Кварц, вапно, каолінит та водорозчинні солі
	Червоне	Слабо- чи негідратовані вільні оксиди заліза у формі гематиту або тур'їту



	Жовте	Гідратовані оксиди заліза, насамперед лімоніт
	Буре	Суміш гідратованих оксидів заліза, іліту, слюдястих мінералів
 <small>(Фото: Alice Nerr)</small>	Пурпурове	Вільні оксиди марганцю
 <small>(Фото: John Conway)</small>	Сизе	Закисне залізо в гідроморфних і напівгідроморфних грунтах
	Зелене	Зеленкуваті глинисті мінералами у перезволожених грунтах

Названі кольори рідко присутні в грунтах у чистому вигляді, а у вигляді перехідних або змішаних кольорів. Розглянемо які ґрунтоутворні процеси впливають на забарвлення ґрунтів.

*Чорний або сірий колір* є результатом гумусоутворення та гумусонакопичення, дернового та інших процесів. Найуніверсальнішим процесом формування чорного кольору ґрунту є процес збагачення гумусом.

*Білий або білястий колір* утворюється в результаті дії широкого спектру процесів, включаючи опідзолення, засолення, окременіння, осолодіння, окарбоначення та інших процесів.

*Червоний або жовтий колір* може бути утворений латеризацією, ферилітизацією, залізо-ілювіальним процесом тощо. Червоний, жовтий чи оранжевий колір є результатом ступеня дренажності ґрунту та ступеня гідратації оксидів феруму.

*Бурий колір* є результатом фундаментальних процесів, таких як торфоутворення, розсолення, підзолисто-ілювіального процесу та інших.

*Сизий, синій, зеленкуватий колір* завжди присутній у перезволожених горизонтах гідроморфних і напівгідроморфних ґрунтів.

*Мармуроподібний (строкатий) колір* пов'язаний з такими процесами, як мармуризація, псевдооглеєння, сегрегація та іншими [6, 14].

Домінування в ґрунтах певних мінералів теж визначатиме колір ґрунту. У табл. 1.4 наведені назви та індекси (за шкалою Манселла) кольорів різних мінералів.

Таблиця 1.4

Забарвлення мінералів і гумусу [23]

<i>Мінерал</i>	<i>Формула</i>	<i>Розмір</i>	<i>Індекс кольору за шкалою Манселла</i>	<i>Колір</i>
Гетит	FeOOH	(1-2 нм)	10YR 8/6	Жовтий
Гетит	FeOOH	(~0.2 нм)	7.5YR 5/6	Насичений коричневий
Гематит	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(~0.4 нм)	5R 3/6	Червоний
Гематит	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(~0.1 нм)	10R 4/8	Червоний
Лепідокроцит	FeOOH	(~0.5 нм)	5YR 6/8	Червонувато-жовтий
Лепідокроцит	FeOOH	(~0.1 нм)	2.5YR 4/6	Червоний
Ферригідрит	Fe (OH) <sub>3</sub>		2.5YR 3/6	Темно-червоний
Глауконіт	K(Si <sub>x</sub> Al <sub>4-x</sub> )(Al,Fe,Mg)O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>		5Y 5/1	Темно-сірий
Сульфід феруму	FeS		10YR 2/1	Чорний
Пірит	FeS <sub>2</sub>		10YR 2/1	Чорний (металік)
Ярозит	K Fe <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		5Y 6/4	Блідо-жовтий
Тодорокіт	MnO <sub>4</sub>		10YR 2/1	Чорний
Кальцит	CaCO <sub>3</sub>		10YR 8/2	Білий
Доломіт	CaMg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		10YR 8/2	Білий
Гіпс	CaSO <sub>4</sub> × 2H <sub>2</sub> O		10YR 8/3	Дуже блідо-коричневий
Кварц	SiO <sub>2</sub>		10YR 6/1	Світло-сірий
Гумус			10YR 2/1	Чорний

## 1.2. Способи оцінювання забарвлення ґрунтів.

Існує кілька методів визначення та оцінки забарвлення ґрунту[6].

1. *Візуальне визначення забарвлення.* Цей спосіб досі залишається основним елементом польових досліджень ґрунтів, для яких характерна невизначеність назв кольорів. Це призвело до неузгодженості в польових оцінках кольору та неможливості створити базу даних кольору як основної морфологічної характеристики ґрунтів.

2. *Визначення забарвлення за допомогою дисків Максвелла.* Цей метод передбачає використання дисків різного кольору, які обертаються за допомогою простого пристрою. Цей пристрій для вимірювання кольору був запропонований на Першому міжнародному конгресі ґрунтознавців у 1926 році але не отримав широкого поширення. Головною причиною цього є те, що практично неможливо порівняти природний колір ґрунту з штучним кольором на диску.

3. *Візуальний аналізатор кольору у вигляді компаратора (пристрою, що порівнює колір із еталоном), запропонований Вінтерсом у 1930 році,* також не був прийнятий ґрунтознавцями через малий колірний діапазон.

4. *Оцінка кольору за трикутником С. Захарова (рис. 1.1) та тетраедром С. Соколова.* Зроблено першу спробу систематизувати колір ґрунту, уніфікувати. Це перші кроки, головна мета яких зробити візуальне визначення кольору ґрунту більш об'єктивним.

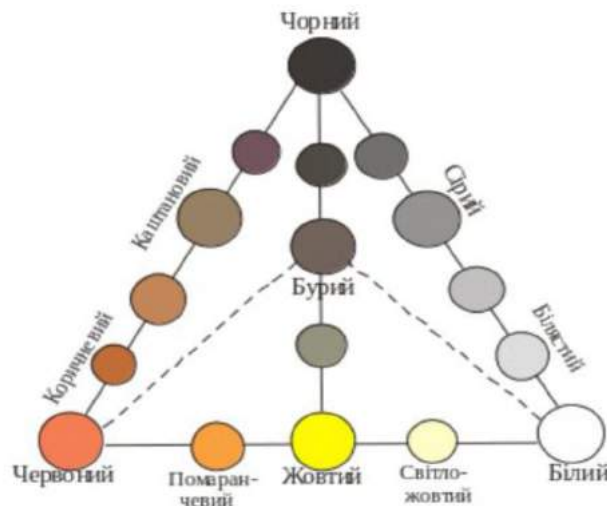


Рис.1.1 Трикутник С. Захарова

5. На початку п'ятдесятих років минулого століття в ґрунтознавстві експериментально була розроблена стандартна шкала для визначення та оцінки кольору, опублікована великим тиражем та визнана ґрунтознавцями майже в усіх країнах, де проводилися польові ґрунтові дослідження. Сьогодні ця шкала відома під назвою *шкала Манселла (Munsell Soil Color Charts)* (рис. 1.2) [27].

Кожен колір (*color*) у цій шкалі оцінюється трьома характеристиками: тон або відтінок (*hue*), насиченість тону чи спектральна частота кольору (*chroma*), інтенсивність кольору чи ступінь освітлення (*value*) [27].



Рис. 1.2 Фрагмент шкали Манселла [27]

У шкалі Манселла є п'ять основних тонів: червоний (**R**), жовтий (**Y**), зелений (**G**), синій (**B**), фіолетовий (**P**). Додатково взято ще 5 тонів: **YR**, **GY**, **BG**, **PB** та **RB**. На десять градацій поділяють кожний основний і додатковий тон. В балах оцінюється *ступінь освітлення* від 10 (біле) до 2 (дуже темне), а *чистота*

тону – від 1 (з деякою кількістю чорного або білого кольору), до 8 (чистий тон без чорного чи білого кольору) [6, 27].

У таблиці 1.5 представлено забарвлення ґрунтових горизонтів, які використовуються для діагностики ґрунтів України, та їхні відповідники в шкалі Манселла [8].

Таблиця 1.5

Порівняння традиційних ознак забарвлення ґрунтів і шкали Манселла [8]

Забарвлення ґрунту	Індекси за Манселлом						
	10YR	2,5YR	5YR	7,5YR	10YR	2,5Y	5Y
Білий	—	—	8/1..2	8/1	8/1..2	8/1..2	8/1..2
Рожевувато-білий	—	—	—	8/2..3	—	—	—
Жовтий	—	—	8/6	8/6, 7/6	8/6	8/6, 7/6	8/6
Палевий, рожево-жовтий	—	8\3..4, 8/6..8	—	—	—	—	—
Світло-сірий	—	6/1, 5/1					
Темно-сірий	—	4/1					
Темно-сіро-бурий	—	—	—	—	4/2	4/2	—
Сіро-бурий	—	—	—	—	5/2	5/2	—
Бурий	—	—	—	4/3, 5/1	5/3	—	—
Темно-бурий	—	—	—	5/6	4/6	—	—
Коричневий	—	5/4, 4/4		—	—	—	—
Червоний	4/6, 3/1, 3/3		—	—	—	—	—
Чорний	2/0			—	2/0	3/0	3/3

\*Примітка. Прочерк – забарвлення та індекси не збігаються

6. Визначення кольору за допомогою спектрофотометрії було розроблено тому, що всі попередні методи мали більш-менш суб'єктивну складову. Спектрофотометричний метод не визначає колір ґрунту, а замінює його конкретною оптичною властивістю (відбивною здатність) [6].

## Розділ 2

### Забарвлення ґрунтів у різних класифікаційних системах

#### 2.1. Забарвлення у номенклатурних списках ґрунтів України.

Забарвлення є важливою діагностичною ознакою, окрім того, в багатьох класифікаціях ґрунтів назва кольору використовується як назва ґрунту.

У 20-30-х роках ХХ ст. в Україні, в усному мовленні, а також і в наукових сферах застосовували дуже багато нині забутих термінів, які описували забарвлення. У науковій літературі з ґрунтознавства того періоду знаходимо назви ґрунтів за кольорами, які сьогодні не всі для нас зрозумілі. Так, у книжці Г.Г. Махова «Ґрунти України» автор називає такі види забарвлення ґрунтів: полове, чорне, брунатне, барнясте, шоколядне, попільне, брунасто-буре, малинове, гніде, блакитняве забарвлення [7, 9].

У класифікації ґрунтів, наведеній у цій книзі, забарвлення ґрунтів визначили їхню назву [7, 9]: *чорноземля, попільняковий ґрунт, чорноземельна солодь, каштанова солодь, шоколядна чорноземля, каштанова чорноземля, низинний темно-кольоровий ґрунт, барняста чорноземля, ясно-сірий лісовий, темно-сірий лісовий, сірий лісовий, темно-кольоровий спопільнений, болотяно-попільняковий.*

Г.Г. Махів так описував ґрунти України за кольором: «З півночі до півдня змінюється забарвлення ґрунтів в Україні. Попільно-сірі тони переважають на півночі, для попільнякових ґрунтів вони характерні. Рухаючись з півночі на південь, можемо спостерігати зміну відтінків. Сірий та темно-сірий з брунастим відтінком змінюються на темно-сірий та каштановий (барнястий). Зі сходу на захід забарвлення ґрунтів змінюється від сірих відтінків до ясно-брунатних та навіть червонуватих» [3].

Нижче зазначені ґрунтознавчі терміни забарвлення ґрунту в період 20-30-х рр. ХХ ст. і найбільш поширенні відповідники в сучасній літературі (табл. 2.1) [5] та ґрунтознавчі терміни забарвлення ґрунту у словниках різних років видання (табл. 2.2) [2;10;11;12;15].

Таблиця 2.1

## Грунтознавчі терміни забарвлення та їхнє сучасне тлумачення [9]

<i>Терміни періоду 20-30-х рр. ХХ ст.</i>	<i>Найбільш поширений відповідник у сучасній літературі</i>
Половий	Палевий
Барнястий	Каштановий
Брунатний	Коричневий, темно-жовтий
Чорноземля	Чорнозем
Темно-кольоровий ґрунт	Лучно-чорноземний ґрунт
Деградована чорноземля	Чорнозем опідзолений

Таблиця 2.2

## Грунтознавчі терміни забарвлення ґрунту у словниках різних років видання [2;10;11;12;15]

Словарь української мови/ Б. Грінченко (1907-1909)	Правописний словник/ Г.Голоскевич (1929)	Словник української мови: в 11 томах (1970-1980)	Великий тлумачний словник сучасної української мови (2005)	«Словники України»online. Український лінгвістичний портал
Чорноземля	Чорнозем, чорноземля	Чорнозем, чорноземля	Чорнозем, чорноземля	Чорнозем, чорноземля
Брунат, брунатний ( <i>темний, смуглий, каштановий**</i> )	-	Брунастий, брунатний	Брунастий= брунатний ( <i>коричневий, темно-жовтий, каштановий</i> )	Брунастий, брунатний
Барна(я)вий, барнястий ( <i>бурий, коричневий, каштановий</i> )	-	-	барнавий	-
Гнідий ( <i>коричневий, бурий</i> )	-	гнідий	Гнідий ( <i>темно-коричневий</i> )	гнідий
Яснобарвий ясножовтий	Яснозелений, яносиній	Світло-зелений, ясно-зелений	Світло-червоний, ясно-червоний	Світло-жовтий, ясно-жовтий

\*Примітка. - термін відсутній у словнику

\*\*(курсивом)-тлумачення слова

У книзі «Природа УССР. Почвы» за редакцією Н.Б. Вернардер, М.І. Гоголева, Д.І. Ковалишин та інших (1986 р.) наводиться номенклатурний список ґрунтів України (Вернардер). У багатьох назвах ґрунтів використано забарвлення їхніх зазвичай верхніх горизонтів. Це такі типи та підтипи ґрунтів:

*Сірі лісові ґрунти.* Бурувато-сірі, бурувато-світло-сірі, бурувато-темно-сірі, сірі, світло-сірі, темно-сірі, сірі реградовані.

*Чорноземи.* Опідзолені, опідзолені буроземоподібні, опідзолені вологі.

*Буроземи.* Буроземи кислі, дерново-буроземні, підзолисто-буроземні, буро-підзолисті, лугувато-буроземні, алювіальні дерново-буроземні, буроземи типові, карбонатні, опідзолені.

*Каштанові ґрунти.* Лугувато-каштанові, каштаново-лугові.

*Коричневі ґрунти.*

У класифікації ґрунтів України 1988 року виділено такі типи «кольорових» ґрунтів: дерново-підзолисті, сірі лісові, опідзолені, буроземні, чорноземи, дерново-підзолисті оглеєні, сірі лісові оглеєні, опідзолені оглеєні, лучнувато-буроземні оглеєні, чорноземи літогенні, каштанові, коричневі, підзолисто-буроземні поверхнево-оглеєні, дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні, сірі лісові поверхнево-оглеєні, опідзолені поверхнево-оглеєні.

## **2.2. Забарвлення у Світовій реферативній базі ґрунтових ресурсів (WRB)**

У Світовій реферативній базі ґрунтових ресурсів (WRB), яку можна вважати міжнародною класифікаційною системою ґрунтів, забарвлення теж використовується для назви ґрунтів.

Так, на найвищому класифікаційному рівні виділяють такі *реферативні групи ґрунтів*, які названі за кольором: *Chernozems*, *Kastanozems*, *Podzols* (від слова *зола, попіл*); позначення інтенсивності кольору є в назвах таких ґрунтів: *Andosols* (з японської *an* – темний), *Phaeozems* (з грец. *phaios* – тьмянний, темний), *Umbrisols* (з лат. *umbra* – тінь).



У назвах багатьох кваліфікаторів [26] теж застосовують терміни, які позначають забарвлення: *Albic* (з лат. *albus* – білий); *Nechic* (з ахмарської *nech* – білий); *Andic* (з япон. *an* – темний, *i do* – ґрунт), *Aluandic*, *Infraandic*; *Silandic*; *Protoandic*; *Chernic* (з укр. *chorni* – чорний); *Pretic* (з порт. *preto* – чорний); *Brunic* (з давньонімецької *brun* – коричневий), *Neobrunic*; *Greyzemis* (з англ. *grey* – сірий); *Chloridic* (з грец. *chloros* – жовто-зелений); *Xanthic* (з грец. *xanthos* – жовтий); *Rubic* (з лат. *ruber* – червоний); *Tsitelic* (з груз. *tsiteli* – червоний); *Rustic* (з англ. *rust* – іржа); *Ochric* (з грец. *ochros* – блідий); *Chromic* (з грец. *chroma* – забарвлення).

В останній версії *WRB* позначення кольору використане у власних назвах таких діагностичних горизонтів: *albic*, *argic*, *chernic*, *pretic*, *sombric*, *tsitelic*, а також таких діагностичних властивостей: *albeluvic glossae*, *andic* [26].

Окрім використання у власних назвах, забарвлення є важливою діагностичною ознакою для виділення діагностичних горизонтів, властивостей і матеріалів. Зокрема, забарвлення є однією з основних діагностичних ознак для ідентифікації аж 15 діагностичних горизонтів (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Діагностичні горизонти, властивості та матеріали в *WRB* (2022), в яких колір є однією з важливих діагностичних ознак

діагностичні горизонти	діагностичні властивості	діагностичні матеріали
<i>anthraquic</i> , <i>hortic</i> , <i>hydragric</i> , <i>plaggic</i> , <i>pretic</i> , <i>chernic</i> , <i>mollic</i> , <i>umbric</i> , <i>ferric</i> , <i>limonic</i> , <i>pisoplinthic</i> , <i>plinthic</i> , <i>spodic</i> , <i>tsitelic</i> , <i>cambic</i>	<i>retic</i> , <i>gleyic</i> , <i>reducing conditions</i> , <i>stagnic</i>	<i>mulmic</i> , <i>claric</i> , <i>hypersulfidic</i> , <i>limnic</i> , <i>solimovic</i>

## РОЗДІЛ 3

### Практичне використання забарвлення для ідентифікації процесів і визначення вмісту різних речовин у ґрунтах

#### 3.1. Застосування колориметрії ґрунту

У світі опис кольору ґрунтів найчастіше здійснюють за допомогою системи кольорів Манселла [27]. Однак визначення кольору ґрунту шляхом зіставлення його зі стандартними шкалами часто критикують через побоювання щодо точності та повторюваності цих вимірювань. Ці занепокоєння особливо стосуються випадків, коли оцінку здійснюють недосвідчені експерти та за різних умов вологості ґрунту [21]. Тому пропонуються інструментальні методи визначення забарвлення (колориметричні).

Лінда Баррет [21] у польових умовах досліджувала забарвлення добре дренованих піщаних ґрунтів за допомогою портативного спектрофотометра. Це дало їй змогу визначити спектральні коефіцієнти відбиття, які можна перетворити у звичні системи координат кольору, у тім числі системи *CIELAB* і *Munsell*, забезпечуючи точні вимірювання кольору, які неможливі за допомогою традиційного зіставлення видимих кольорів навіть в умовах контрольованого освітлення [21].

Просторова зміна забарвлення поверхні ґрунту все частіше стає предметом багатьох досліджень дистанційного зондування, оскільки поліпшується спектральна та просторова роздільна здатність повітряних і супутникових зображень [19]. Ґрунтові процеси, що впливають на поверхню ґрунту, можна ідентифікувати за різницею кольорів, тому забарвлення поверхні ґрунту використовують для категоризації, оцінки та картування ґрунтів [28].

Один з потенційних методів визначення складу та властивостей ґрунтів – це колориметрія. Цей метод ґрунтується на вимірюванні кольору зразків та аналізі кольорових відтінків, які можуть бути пов'язані з різними хімічними та фізичними властивостями ґрунтів. Кольорові параметри можуть відобразити

рівень нагромадження органіки, вміст певних хімічних елементів, а також динаміку різних природних процесів, які відбуваються у ґрунті[4].

Методика колориметрії ґрунту є ключовим етапом у визначенні його кольору та аналізі зв'язків між кольором та різними складовими. Цей метод базується на принципі вимірювання трьох основних параметрів кольору: яскравості ( $L^*$ ), хроматичних складових ( $a^*$  та  $b^*$ ), які дозволяють об'єктивно оцінити колір ґрунту та зв'язок його з різними складовими.

Першим кроком у методиці колориметрії є підготовка зразків ґрунту для вимірювання. Зразки мають бути ретельно очищені від включень та новоутворень, щоб уникнути спотворень результатів. Потім зразки рівномірно розподіляють на поверхні датчика колориметра [3]

Далі проводиться вимірювання трьох основних параметрів кольору. Параметр  $L^*$  визначає яскравість зразка: від 0 (чорний) до 100 (білий). Цей параметр відображає, наскільки світлим або темним є зразок. Чим вище значення  $L^*$ , тим світліший зразок. Параметри  $a^*$  та  $b^*$  відповідають за хроматичність зразка. Параметр  $a^*$  визначає відтінок червоного (якщо позитивне значення) або зеленого (якщо від'ємне значення), тоді як параметр  $b^*$  визначає відтінок жовтого (якщо позитивне значення) або синього (якщо від'ємне значення). Чим вище значення  $a^*$ , тим більше червоних відтінків у зразку; чим вище значення  $b^*$ , тим більше жовтих відтінків [3]. Отримані значення цих параметрів дають змогу провести аналіз колірних характеристик ґрунту та зрозуміти його фізичний і хімічний склад. Наприклад, високе значення параметра  $L^*$  може свідчити про високий вміст у ґрунті світлих мінеральних частинок або низький вміст органічних речовин. Значення параметрів  $a^*$  та  $b^*$  також можуть вказувати на вміст окремих хімічних сполук або процеси, які відбуваються у ґрунті.

Початковим кроком у використанні колориметрії для визначення вмісту речовин у ґрунті є проведення калібрування приладу. Це включає створення зв'язку між значеннями кольорових параметрів ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) та концентрацією різних речовин у стандартних зразках ґрунту з відомим складом. Після цього

вимірюються кольорові параметри реальних зразків ґрунту, і їх значення порівнюються з каліброваним зразком для визначення концентрації речовин.

Наприклад, зміна вмісту гумусу може призводити до зміни кольору ґрунту. Гумус має тенденцію забарвлювати ґрунт у темніші відтінки через свою темну колірну пігментацію. Таким чином, збільшення вмісту гумусу може призвести до збільшення значень параметра  $L^*$ , який відображає яскравість зразка, а також до зміни параметрів  $a^*$  та  $b^*$ , які відповідають за хроматичність.

Аналіз хроматичних складових ( $a^*$  та  $b^*$ ) дозволяє встановити зв'язок між колірними параметрами та вмістом різних речовин у ґрунті. Наприклад, високе значення параметра  $a^*$  може вказувати на високий вміст органічних речовин, таких як гумус, а високе значення параметра  $b^*$  може свідчити про високий вміст мінеральних компонентів, таких як пісковики або глини.

Таким чином, колориметрія є потужним інструментом для визначення вмісту різних речовин у ґрунті, що дозволяє проводити об'єктивний аналіз його складу та властивостей [3].

Ідентифікація процесів за кольором ґрунту є важливою складовою агроекологічного дослідження, оскільки колір може бути індикатором різних процесів, що відбуваються у ґрунті. Зміни кольору можуть вказувати на різноманітні деградаційні процеси, такі як дегуміфікація, ерозія, компактизація, або на нормальні фізичні, хімічні та біологічні перетворення. Наприклад, зменшення вмісту гумусу у ґрунті може призводити до зміни його кольору з темного на світлий, оскільки гумус відповідає за темність ґрунту через свою темну колірну пігментацію. Цей процес, відомий як дегуміфікація, може бути ідентифікований за допомогою колориметрії шляхом вимірювання змін параметрів  $L^*$ ,  $a^*$  та  $b^*$ . Зменшення значень параметра  $L^*$  та збільшення значень параметрів  $a^*$  та  $b^*$  можуть свідчити про зменшення вмісту гумусу та впливати на колір ґрунту [3].

Додатково, ерозійні процеси також можуть призводити до зміни кольору ґрунту. Наприклад, видалення верхнього шару ґрунту може викликати зміну кольору з темного на світлий через видалення темного гумусового шару. Цей

процес може бути виявлений за допомогою аналізу параметрів  $L^*$ ,  $a^*$  та  $b^*$  та порівняння їх зі значеннями ґрунтів, які не піддавалися ерозійним процесам.

Варто також зазначити, що колориметрія є доступним інструментом, який може бути використаний широким спектром фахівців у галузі сільського господарства, екології та геології. Цей метод дозволяє отримувати об'єктивні дані з швидкістю та точністю, що робить його незамінним інструментом для досліджень ґрунтів та їхнього управління.

Отже, використання колориметрії для аналізу та оцінки стану ґрунтів є важливим і перспективним напрямком досліджень. Цей метод дозволяє отримувати об'єктивні дані, які можуть бути використані для прийняття раціональних рішень щодо збереження та відновлення ґрунтових ресурсів.

### **3.2. Створення карт кольорів ґрунтів**

Карти, що показують просторовий розподіл кольору ґрунту можуть бути використані для передачі інформації про властивості та процеси ґрунтів.

На сьогоднішній день регіональні кольорові карти ґрунтів складені для США, Австралія та Китаю.

Карти США створені на певних глибинах і були створені шляхом пошуку домінантної серії ґрунтів у кожній одиниці полігональної карти геопросторової бази даних SSURGO (Служба збереження природних ресурсів USDA) і вилучення кольору з пов'язаного репрезентативного профілю цього ґрунту. Такі карти можна створювати лише там, де є полігонні покриття з пов'язаними описами серій ґрунтів (рис. 3.1).

Австралійські карти містять лише поверхневий ґрунт і були створені за допомогою геостатистичного послідовного моделювання червоного, зеленого та синього кольорів, отриманого за допомогою спектроскопії дифузного відбиття в 4606 точках спостережень, без використання коваріант навколишнього середовища.



Рис.3.1. Карта кольорів ґрунтів США [29]  
 на глибині 5 см на глибині 25 см

Там, де доступні лише точкові спостереження за ґрунтовими профілями, є можливим використання методів прогнозного ґрунтового картографування (PSM), також відомих як цифрове ґрундове картографування (DSM) для прогнозування з набору точок для всіх місць у досліджуваній області[20].

Більш поширеним підходом на великих територіях є побудова кореляційних моделей із набору точкових спостережень у відомих спостереженнях (навчальний набір) і набору коваріат середовища, що охоплюють всю досліджувану територію з деякою роздільною здатністю сітки. Значення коваріат у кожній точці спостереження отримують шляхом накладання карти, модель калібрується за ними, а потім застосовується на досліджуваній території. Ці методи повинні бути застосовні до кольору ґрунту, оскільки колір є інтегрованим вираженням властивостей ґрунту, таких як вихідний матеріал, ступінь вивітрювання та органічна речовина, на всі з яких впливають ґрунтоутворювальні фактори, представлені екологічними коваріантами, і всі з яких були більш-менш успішно картографовані. Карти кольорів ґрунту показують деталі, які не можуть бути отримані геостатистичною інтерполяцією з обов'язково обмеженого набору точкові спостереження[20].



Рис.3.2 Карта кольорів ґрунтів Австралії

Відомим прикладом є «п'ятиколірна» ґрунтова карта Китаю, вперше створена за часів династії Чжоу (1100–771 рр. до н. е.), версія династії Мін (1421 р.), яку все ще можна оглянути як експозицію під відкритим небом у парку Чжуншань у Пекіні (рис.3.3). За домінуванням певних ґрунтів виділені такі регіони: блакитно-синій (*схід*, що представляє домінуючий *Stagnic Anthrosols*), пурпурно-червоний (*південь*, що представляє *Ferralsols* і *Acrisols*), білий (*захід*, що представляє солонці та солончаки), чорний (*північ*, що представляє чорноземи та каштаноземи) і жовтий (*центральний*, що представляє *Cambisols*, особливо Лесового плато).



Рис.3.3. Пам'ятник ґрунтів п'яти різних кольорів у парку Чжуншань, Пекін [30].



Колір ґрунту змінюється як по горизонталі, так і по вертикалі. Регіональні карти кольору ґрунту на ряді глибин можуть бути використані для виявлення просторових моделей цих властивостей, процесів та показників, а також для ідентифікації територій, які можуть кваліфікуватися для певних класів ґрунтів. Ці карти корисні не лише для того, щоб донести до широкої громадськості різноманітність ґрунтів, але й як вхідні дані для просторово-явних моделей процесів і функцій ґрунту.

Високоточна кольорова карта ґрунту [30] надає перше в Китаї послідовне, детальне зображення кольору ґрунту та є ключовим довідником для оцінки якості ґрунту та управління простором (рис.3.4). Китайські вчені використали методи прогнозного картографування ґрунту для створення кольорових карт ґрунту [20;30] (сухі та вологі зразки) для Китаю з розміром комірки сітки 1 км<sup>2</sup>, використавши дані з приблизно 4600 профілів, врахувавши чинники ґрунтоутворення, особливо сонячну радіацію, висоту місцевості, середньорічну кількість опадів, коефіцієнт зволоження місцевості, сезонність температури повітря. Ці чинники визначають процеси, які відбуваються в ґрунтах і впливають на розвиток кольору ґрунту.

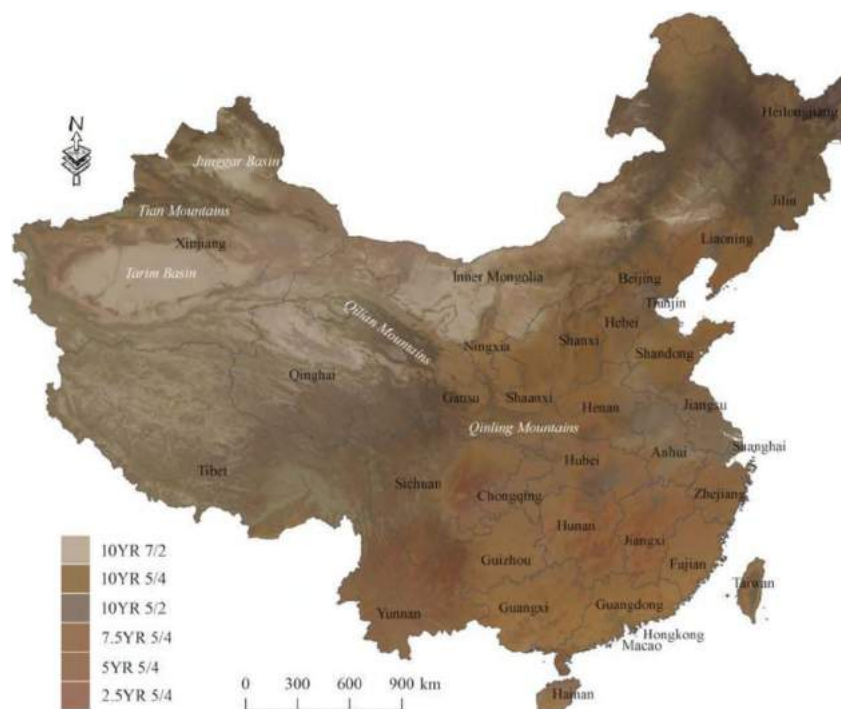


Рис.3.4. Карта кольорів ґрунтів Китаю [30]



### 3.3. Забарвлення ґрунтів і вміст гумусу.

Ґрунти з різним вмістом гумусу мають неоднакове забарвлення. Ямелинець Т.С. [18] вивчав забарвлення ґрунтів Західного Лісостепу України за допомогою аерофотознімків, корелював його з вмістом гумусу, визначеним у відібраних у полі зразках ґрунтів. Доведено, що чим світліший колір даної ділянки ґрунтового покриву на знімках, тим менше гумусу в ґрунті, якщо інші фактори залишаються незмінними. Дослідженнями було встановлено, що зміна вмісту гумусу від 0 до 7% вплине на відбивні властивості ґрунту та може бути зафіксовано на знімках. При високому вмісті гумусу забарвлення ґрунту змінюється незначно, а його зміни за рахунок інших факторів не помічаються. Таким чином, космічні знімки можуть бути використані для вивчення бідних на гумус ґрунтів, але практично не підходять для оцінки гумусованості чорноземів, де вміст гумусу коливається від 6 до 12%. [18].

За забарвленням ґрунту, враховуючи його гранулометричний склад, можна визначити вміст у ґрунті органічного карбону. Для цього застосовують шкалу Манселла. У таблиці 3.1 наведені величини індексів забарвлення ґрунтів (у вологому стані) та приблизний вміст карбону, залежно від текстури ґрунту.

Є деякі особливості (застереження) використання цієї таблиці. Якщо насиченість кольору (*chroma*) становить 3,5–6, рекомендують використовувати значення інтенсивності освітлення (яскравість) (*value*) на 0,5 вище (наприклад, якщо колір зразка 10YR 3/4, то для оцінки органічного карбону в ґрунті необхідно використовувати значення *value* 3,5). Якщо величина *chroma* >6, використовують значення на 1 вище.

Таблиця 3.1

Оцінка вмісту органічного Карбону у вологому зразку ґрунту [26]

Інтенсивність освітлення ( <i>value</i> )	Вміст органічного вуглецю (%) залежно від класу текстури ґрунту		
	<i>S</i>	<i>LS, SL, L</i>	<i>SiL, Si, SiCL, CL, SCL, SC, SiC, C</i>
≥ 6	<0,2	<0,2	<0,2
5,5	<0,2	<0,2	0,2-<0,5

5	0,2-<0,5	0,2-<0,5	0,2-<0,5
4,5	0,2-<0,5	0,2-<0,5	0,2-<0,5
4	0,2-<0,5	0,2-<0,5	0,2-<1,0
3,5	0,2-<1,0	0,5-<1,0	0,5-<2,5
3	0,2-<2,5	1,0-<2,5	1,0-<5,0
2,5	0,2-<5,0	≥2,5	≥2,5
≤2	≥2,5		

\*Примітка: S – пісок; LS – супісок;

SL – опіщаний суглинок; L – суглинок;

SiL – пилуватий суглинок; Si – пил; SiCL – пилуватий важкий суглинок;

CL – важкий суглинок; SCL – опіщаний важкий суглинок;

SC – опіщана глина; SiC – пилувата глина; C – глина.

Таблиця 3.2

Оцінка вмісту органічного Карбону в ґрунтах Львівщини (вологі зразки)

Генетичний горизонт, глибина відбору зразків, см	Індекс кольору за шкалою Манселла	Вміст С орг., %	
		дійсний	теоретично можливий (за WRB)
<i>Підзолисто-дерновий глейовий легкосуглинковий ґрунт на давньому алювії (розріз 1) [5]</i>			
HEgl ор. (4-25 см)	10YR 6/2	1,80	<0,2
<i>Дерново-слабопідзолистий глеюватий легкосуглинковий ґрунт на давньому алювії (розріз 2) [5]</i>			
HE+Egl ор. (3-36 см)	10YR 4/3	1,36	0,2-<1,0
<i>Бурозем середньопотужний середньосуглинковий на елювії-делювії флішу (розріз 1) [16]</i>			
H (5-21 см)	10YR6/4	2,20	<0,2
<i>Бурозем середньопотужний глеюватий середньосуглинковий на елювії-делювії флішу (розріз 2, узлісся) [16]</i>			
H (5-19 см)	10YR5/3	1,70	0,2-<0,5
<i>Бурозем середньопотужний слабоцебенюватий середньосуглинковий на елювії - делювії карпатського флішу (розріз 3, рілля) [16]</i>			
H орн. (0-15 см)	10YR4/2	1,87	0,2-<0,5
<i>Бурозем піщанисто-середньосуглинковий на елювії-делювії флішу флішу (розріз 4, ліс) [16]</i>			
H (6-18см)	10YR3/2	2,34	1,0-<2,5
<i>Дерново-слабопідзолистий зв'язкопіщаний ґрунтового-глеюватий ґрунт на водно-льодовикових відкладах (розріз 1) [1]</i>			
HEорн (0-28 см)	10YR6/2	0,52	<0,2
<i>Дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунтового-глеюватий ґрунт на водно-льодовикових відкладах (розріз 2) [1]</i>			
HE (6-19 см)	2,5Y6/2	0,56	<0,2
HE п/орн (19-37)	2,5Y6/3	0,52	<0,2
<i>Дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунтового-глеюватий ґрунт на водно-льодовикових відкладах (розріз 3) [1]</i>			
HE (5-23 см)	2,5Y5/3	0,29	0,2-<0,5
<i>Темно-сірий лісовий глеюватий піщанисто-легкосуглинковий ґрунт на водно-льодовикових суглинках [13]</i>			
He (5-34 см)	10YR3(4)/3	0,98	0,5-<1,0
HI (34-49 см)	10YR3(4)/2(3)	0,73	0,5-<1,0
Ihegl (49-57 см)	10YR4(5)/4	0,66	0,2-<0,5
<i>Сірі лісові поверхнево-глеюваті грубопилувато-супіщані ґрунти [17]</i>			
HEgl (0-10 см)	10YR 5/1	1,81	0,2-<0,5
<i>Сірі лісові поверхнево-глеюваті слабозмиті піщанисто-легкосуглинкові ґрунти [17]</i>			

Hegl (0-10 см)	10YR 3/2	1,47	1,0-<2,5
<i>Сірі лісові поверхнево-глеюваті середньозмиті грубопильовато-супіщані ґрунти [17]</i>			
HE(gl) (0-10 см)	10YR 6/2	1,11	<0,2
IЕh(gl) (10-20 см)	10YR 6/2	0,82	<0,2
<i>Сірі лісові поверхнево-глеюваті сильнозмиті піщанисто-середньосуглинкові ґрунти [17]</i>			
Hegl (0-10 см)	10YR 5/3	1,05	0,2-<0,5
Iehgl (10-20 см)	10YR 5/3	0,67	0,2-<0,5
<i>Сірі лісові поверхнево-глеюваті намиті піщанисто-легкосуглинкові ґрунти [17]</i>			
Hegl (0-10 см)	10YR 5/2	1,80	0,2-<0,5

Як бачимо з таблиці 3.2 майже у всіх досліджуваних зразках ґрунтів відсутній корелятивний зв'язок між теоретично можливим вмістом органічного карбону в ґрунтах, встановленим за індексом кольору вологого зразка (за шкалою Манселла) і визначеним лабораторними методами. Причиною цього, очевидно, є неухвалене ставлення ґрунтознавців України до визначення індексів забарвлення ґрунтів, а також не завжди точні відомості про стан вологості зразків ґрунту, в яких визначався колір.

## Висновки

Забарвлення ґрунту – одна з основних діагностичних ознак, що відображає властивості ґрунту. Назви різних типів ґрунтів, таких як чорноземи, жовтоземи, сірі та каштанові, отримали свої назви саме за їхнім кольором.

Основним залишається візуальний метод визначення, проте цей метод має недоліки через невизначеність назв. Шкала Манселла для оцінки забарвлення ґрунту маючи характеристику тону, насиченості та інтенсивності використовується практично у всіх країнах.

У Світовій реферативній базі ґрунтових ресурсів (WRB) забарвлення використовується для класифікації ґрунтів, і відображається в багатьох назвах реферативних груп, кваліфікаторів, діагностичних горизонтів, матеріалів і властивостей. Це демонструє важливість колірних характеристик у визначенні основних категорій ґрунтів на міжнародному рівні.

На основі проведених досліджень щодо застосування забарвлення для ідентифікації процесів і визначення вмісту різних речовин у ґрунтах можна зробити ряд висновків, а саме, що колориметрія є ефективним методом визначення кольору ґрунту, що забезпечує точніші та повторювані вимірювання в порівнянні з традиційним методом за системою Манселла. Використання портативних спектрофотометрів та перетворення спектральних коефіцієнтів відбиття у системи CIELAB і Munsell дозволяє отримувати об'єктивні дані про колір ґрунту, незалежно від умов освітлення та вологості. Крім того, колір ґрунту є важливим індикатором різних процесів, що відбуваються у ґрунті. Зміни кольору можуть вказувати на деградаційні процеси, такі як дегуміфікація, ерозія, або на фізичні, хімічні та біологічні перетворення. Аналіз колірних параметрів дає змогу визначити вміст органічних речовин, мінеральних компонентів та інших хімічних елементів у ґрунті.

Варто врахувати, що існує недостовірність у визначенні вмісту органічного карбону за індексами забарвлення ґрунтів, особливо за шкалою

Манселла. Основними причинами є неуважне ставлення до визначення індексів забарвлення ґрунтів та неточні дані про стан вологості зразків ґрунту.

Використання ж прогнозного ґрунтового картографування (PSM) та цифрового ґрунтового картографування (DSM) дає змогу створювати детальні кольорові карти ґрунтів на великих територіях. Такі карти можуть бути використані для передачі інформації про властивості та процеси ґрунтів, ідентифікації територій для певних класів ґрунтів та оцінки їх якості.

Спостерігається також чітка тенденція, що зміни кольору ґрунту можуть бути індикатором вмісту гумусу. Темніший колір ґрунту зазвичай вказує на вищий вміст гумусу. Це дозволяє використовувати кольорові параметри для оцінки рівня гумусованості ґрунтів, особливо у бідних на гумус ґрунтах.

Отже, використання колориметрії та кольорових карт ґрунтів є важливими інструментами для дослідження, оцінки та управління ґрунтовими ресурсами. Ці методи дозволяють отримувати об'єктивні дані про стан ґрунтів, що сприяє прийняттю раціональних рішень щодо їх збереження та відновлення.

### Список використаних джерел

1. Боймук М. М. Дерново-підзолисті ґрунти західної частини Волинського кінцево-моренного пасма: Магістерська робота. Львів, 2018. 73с. (рукопис)
2. Великий тлумачний словник сучасної української мови: 250 000/ уклад. та голов. ред. В. Т. Бусел. Київ; Ірпінь: Перун, 2005. VIII, 1728с.
3. Вітвіцький Я. Й. Деградація чорноземів Придністровської височини: дис. аспіранта: 35.051.109. Львів, 2023. 213 с.
4. Каблош В. В. Внесок професора Н.Б Вернардер у створення класифікації і номенклатури ґрунтів України. Історія науки і техніки, 2018, том 8, вип. 1(12). С. 127-138
5. Кардаш Р. Б. Гумусовий стан дерново-підзолистих оглеєних ґрунтів Стрийсько-Жидачівської улоговини: Дипломна робота. Львів, 2009. 78с. (рукопис)
6. Кіт М. Г. Морфологія ґрунтів. Основи теорії і практикум: навчальний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франк, 2008. С. 104–113.
7. Махов Г.Г. Ґрунти України. Харків: Радянський селянин, 1930. 330 с.
8. Наконечний Ю. І. Практикум з ґрунтознавства і географії ґрунтів: навчальний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. С. 197–200.
9. Позняк С.П., Іванюк Г.С., Гавриш Н.С. Ґрунтознавство в світлі мовного законодавства України. *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки.* 2022. Т. 27, Вип. 2(41). С. 98–111.
10. Правописний словник (за нормами Українського правопису Всеукраїнською Академією Наук) / Григорій Голоскевич. Харків, 1929. 633с.
11. Словарь української мови/ упоряд. Борис Грінченко. Томи I – IV. Київ, 1907-1909.
12. Словник українською мови: в 11 томах. / АН УРСР. Інститут мовознавства, за ред. І.К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1970-1980.

13. Стець Л.М. Агрогенна трансформація темно-сірих лісових ґрунтів Оброшинської ТГ Львівської області: Магістерська робота. Львів, 2023. 69с. (рукопис)
14. Папіш Ігор, Іванюк Галина. Ґрунтоутворні процеси : навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2023. 352 с.
15. Український лінгвістичний портал. «Словники України» online. URL: <https://lcorp.ulif.org.ua/dictua/>
16. Федорович Л. В. Буроземи (cambisols) Верхньодністерських бескидів: Магістерська робота. Львів, 2015. 80с. (рукопис)
17. Юркевич О. Я. Еродовані сірі лісові ґрунти Львівського плато. Магістерська робота. Львів, 2010. 100 с. (рукопис)
18. Ямелинець Т. С. Ерозійна деградація сірих лісових ґрунтів Західного Лісостепу України та критерії її оцінки. Наук. вісн. Волинського державного ун-ту імені Лесі Українки: Зб. наук. праць. Серія: Географія. №2 Луцьк, 2006. С. 165–171.
19. Ямелинець Т. С. Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2008. С. 134–135.
20. A soil colour map of China. URL: <https://www.isric.org/news/new-paper-soil-colour-map-china>
21. Barrett Linda R. Spectrophotometric color measurement in situ in well drained sandy soils. Geoderma. Volume 108. Issues 1–2, July 2002. P. 49–77.
22. Cooper Michelle, de Caritat Patrice, Burton Gary, Fidler Roger. National Geochemical Survey of Australia: Field Data. January 2010 URL: [https://www.researchgate.net/figure/Munsell-soil-colour-of-moist-Top-Outlet-Sediment-TOS-extrapolated-from-sampling-point\\_fig13\\_291831041](https://www.researchgate.net/figure/Munsell-soil-colour-of-moist-Top-Outlet-Sediment-TOS-extrapolated-from-sampling-point_fig13_291831041)
23. Exploring soil colors. Highlighting Wisconsin State Parks and Forests. Natural Resources Conservation Service. USDA 30 pp.

24. Feng Liu, David G. Rossiter, Gan-Lin Zhang, De-Cheng Li. A soil colour map of China (2020). *Geoderma*. Volume 379. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706120303980>
25. Guidelines for soil description. FOOD AND ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome, 2006. 97c.
26. IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
27. Munsell Soil Color Charts: year 2000. Revised washable edition. GretagMacbeth, New Windsor, NY, 2000.
28. Rodnei Rizzo, Alexandre M. J.-C. Wadoux, José A. M. Demattê, Budiman Minasny et al. Remote sensing of the Earth's soil color in space and time. *Remote Sensing of Environment*. Volume 299. 15 December 2023, 113845.
29. Soil Colors of the Continental United States. URL: <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-11/US-soil-colors.pdf><https://munsell.com/color-blog/soil-colors-national-parks-anniversary/color-slices/>
30. The soil colors of China and what they tell us. URL: <https://news.cgtn.com/news/2022-10-07/The-soil-colors-of-China-and-what-they-tell-us-1dW5G2pg3tu/index.html>
31. The Soil Colors of the National Parks. 100 Years of Conservation & Soil Science (<https://munsell.com/color-/soil-colors-national-parks-anniversary/> )