

УДК 631.42

**ВИКОРИСТАННЯ КОЛІРНИХ ТА ОПТИЧНИХ  
ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ВМІСТУ  
ОРГАНІЧНОГО КАРБОНУ**

**Герц А.І., Голояд В.В., Герц В.Р., Гаркач С.О., Герц Н.В.**

Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка

E-mail: herts@chem-bio.com.ua

Нині, актуальним є питання впровадження нових високоінформативних критеріїв оцінки стану ґрунтового покриву, зокрема кількості органічного Карбону. Так як класичні методи аналізу органічної речовини у репрезентативних ландшафтних вибірках ґрунтів є вельми довготривалими та трудомісткими, сьогодні продовжується пошук експрес методів оцінювання вмісту Карбону [4].

Перспективним підходом у вивченні властивостей ґрунтів є дослідження колірних та спектральних властивостей за допомогою технічних засобів, які виключають суб'єктивний чинник. У роботах [3,4], продемонстровано потенціал цифрових камер, включаючи камери смартфонів, у вимірюванні кольору ґрунту. Низка дослідників у своїх роботах [2- 4] описують можливості недорогих колориметрів, таких як Cube, Nix Pro, Muse, які дозволяють інструментально вимірювати забарвлення ґрунтів, вивчати взаємозв'язок між колірними характеристиками та компонентним складом останніх.

Широке застосування у дослідженні ґрунтів набувають спектрофотометри та рефлектометри. В основі роботи останніх лежить ідея використання спектральної відбивної здатності формуванні цих характеристик відіграє органічна речовина [2].

У роботі представлено підхід, який дозволяє, із застосуванням портативного колориметра NixPro та рефлектометра Our Sci Reflectometer [2, 7], отримати колірні характеристики, спектральні криві відбиття випромінювання, розрахувати спектральні та інтегральні коефіцієнти відбиття світла різних типів ґрунтів, виявити спектральні діапазони, що найбільше корелюють із вмістом органічного Карбону у

досліджуваних зразках ґрунтів.

Відбір проб ґрунту Тернопільської, Львівської та Івано-Франківської областей здійснювали з орного горизонту земель сільськогосподарського використання за стандартною методикою. Ґрунти класифікували за Predicted World Reference Base (WRB) (FAO of the United Nations, 2015). Основні фізико-хімічні параметри отримували, відповідно до GPS координат відбору ґрунту, з використанням SoilGrids [6] REST API у середовищі RStudio та Python.

Для візуальної оцінки забарвлення ґрунту використовували універсальну оптичну систему А. Г. Манселла [5]. За допомогою портативного рефлектометра Our Sci Reflectometr вимірювали спектри відбиття за десятих довжин хвиль (365 нм, 385 нм, 450 нм, 500 нм, 530 нм, 587 нм, 632 нм, 850 нм, 880 нм, 940 нм) [2]. Паралельно здійснювали оцінку забарвлення ґрунту у колірних величинах CIE L\*a\*b\*, CMYK, RGB за допомогою сканера кольору Nix Pro™ (Hamilton, Ontario, Canada).

Визначення органічної Карбону ґрунту проводили оксидиметричним методом [1]. Для побудови моделі прогнозування вмісту ґрунтової органічної речовини (ГОР) застосовували множинний регресійний аналіз.

У літературі [3, 4] є дані, що описують потенціал NixPro у прогнозуванні ГОР та загального Нітрогену в ґрунті. Як і у вищезгаданих дослідників, одним із статистично достовірних, предикторів отриманого нами рівняння множинної регресії, що описує залежність між ГОР та колірними параметрами CIELab, є L\* – світлосила ( $R^2=0,61$ ). Отримані дані цілком узгоджуються з результатами інших дослідників. У роботі [3], прогнозування ГОР за кольоровими параметрами, що були отримані сенсором Nix (у колірних моделях RGB, XYZ та CMYK), характеризувалось  $R^2$  на рівні 0,66.

За допомогою рефлектометра Our Sci, було оцінено спектральне відбиття та поглинання світла ґрунтом за довжин хвиль 365, 385, 450, 500, 530, 587, 632, 850, 880, 940 нм. Розраховано інтегральний коефіцієнт відбиття  $\rho_e$  (Reflection) досліджуваних ґрунтів. Рівняння лінійної регресії, де в якості залежної змінної є ГОР, а незалежної – Reflection описує 69% дисперсії даних ( $R^2=0,69$ ), що узгоджується з іншими даними [2,

7].

Отже, з метою уникнення суб'єктивності під час оцінювання забарвлення ґрунту, підвищення точності вимірів доцільно використовувати технологію кольорових датчиків (сенсорів, давачів). Це значно пришвидшує процес та дає можливість одночасно отримати параметри, що характеризують забарвлення ґрунту, низки колірних моделей: RGB, XYZ, CMYK тощо.

Враховуючи те, що NixPro охоплює виключно видимий спектральний діапазон, використання рефлектометра Our Sci, який, згідно його технічних характеристик (Our-Sci Web Application, 2021) працює в ширшому спектральному діапазоні, є перспективним. Ефективність даного рефлектометра, для прогнозування вмісту ГОР відома [2]. Точність прогнозу на основі Our Sci зростала, як у випадку NixPro, за умови додавання додаткових предикторів: структура ґрунту, вміст піску і глини тощо.

Отже, базуючись на інтегральному коефіцієнті відбиття світла, рівнянням лінійної регресії можна описати кореляційний зв'язок між органічною речовиною ґрунту і його спектральними характеристиками. Водночас, враховуючи, що в досліджених нами ґрунтах вміст Карбону органічної речовини змінювався у вузькому діапазоні (0,8–3,0%), коефіцієнт відбиття світла від поверхні може бути успішним інструментом експрес оцінки його вмісту.

#### Список літератури

1. ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
2. Ewing P.M., TerAvest D., Tu X, Snapp S.S. Accessible, affordable, fine-scale estimates of soil carbon for sustainable management in sub-Saharan Africa. *Soil Sci Soc Am J.*, 2021. P. 1–13.
3. Jha G., Sihi D., Dari B., Kaur H., Nocco M. A., Ulery A., Lombard K. Rapid and inexpensive assessment of soil total

- iron using Nix Pro color sensor. *Agric Environ Lett*, 2021. 6:e20050.
4. Herts A., Khomenchuk V., Kononchuk O., Herts N., Markiv V., Buianovskyi, A. Use of visual-diagnostic color parameters of soils and optical reflectometry for determination of organic carbon content. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2022. 31 (2), 260-272.
  5. Munsell Soil Color Charts : with genuine Munsell® color chips. Grand Rapids, MI : Munsell Color, 2018. 34 p.
  6. Web-site “SoilGrid” : [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://soilgrids.org/>. Перевірено: дата 22.09.21
  7. Web-site “OurSci” : [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://our-sci.org/>. Перевірено: дата 22.09.21

**УДК 502.7 (595.7)**

**КОМАХИ ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ В  
ЕНТОМОЛОГІЧНІЙ КОЛЕКЦІЇ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА**

**Голіней Г. М., Павуляк А. І., Прокоп’як М. З.**

Тернопільський національний педагогічний університет імені  
Володимира Гнатюка

E-mail: halyna.holiney@gmail.com

Біота України нараховує понад 70 тис. видів, з них флора – понад 27 тис. видів, фауна – понад 45 тис. видів. Одним із заходів збереження цієї різноманітності тваринного і рослинного світу є ведення Червоної книги України, куди заносяться види, що внаслідок різних причин, і в тому числі антропогенних, опинилися під загрозою зникнення.

Перше одностомне видання Червоної книги України було видано у 1980 році і до нього було включено 85 видів тварин та 151 вид судинних рослин.

Друге видання Червоної книги України було підготовлено у двох томах. Перший том – «Тваринний світ» – був надрукований у 1994 р. і налічує 382 види. Другий том – «Рослинний світ» – вийшов друком у 1996 р. і налічує 541 вид.