

**ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ
СПЕКТРОСКОПІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ У СТРУКТУРОВАНИХ ҐРУНТАХ**

НТУ «Дніпровська політехніка»

Міронов Ігор Вікторович

Науковий керівник: к.б.н., доц. Бучавий Юрій Володимирович

Центральним питанням у ґрунтознавстві є розуміння складних взаємодій між біо- та фізико-хімічними процесами, які визначають структуру ґрунту та його роль у функціонуванні екосистеми. Зараз загально визнано, що структура ґрунту впливає на ряд екологічних функцій, включаючи кругообіг поживних речовин, утримання води та накопичення вуглецю.

В останні роки дослідники все більше зацікавлені в розробці нових інструментів і методів дослідження цих процесів у дрібному масштабі. Останнім часом зріс інтерес до використання інфрачервоної спектроскопії (IRS) і рентгенівської комп'ютерної мікротомографії (μСТ) як комбінованого підходу для вивчення структури ґрунту.

В наш час загально визнано, що структура ґрунту відіграє вирішальну роль у функціонуванні екосистем, і розробка ефективних стратегій управління ґрунтом вимагає розуміння процесів, які формують структуру ґрунту. Останніми роками дослідники все більше зацікавлені у дослідженні біо- та фізико-хімічних процесів, які стимулюють формування та підтримку структури ґрунту.

Використання інфрачервоної спектроскопії та рентгенівської комп'ютерної мікротомографії для дослідження біо- та фізико-хімічних процесів у структурованих ґрунтах може забезпечити нові можливості для моніторингу довкілля та вивчення його властивостей.

Стаття Lucas, M., Pihlap, E., Steffens, M., Vetterlein, D., & Kögel-Knabner, I. (2020). Combination of Imaging Infrared Spectroscopy and X-ray Computed Microtomography for the Investigation of Bio- and Physicochemical Processes in Structured Soils («Поєднання інфрачервоної спектроскопії з візуалізацією та рентгенівської комп'ютерної мікротомографії для дослідження біо- та фізико-хімічних процесів у структурованих ґрунтах»), опублікована в *Frontiers in Environmental Science* [1], присвячена центральному питанню розуміння біо- та фізико-хімічних процесів, які впливають на структуру ґрунту.

У цій науковій роботі було розроблено новий підхід для ідентифікації та кореляції хімічного складу ґрунту та порової структури в непорушених ґрунтових ядрах за допомогою комбінації 2D imVNIR та 3D μСТ технологій. Як доказ принципу, було проаналізовано три неушкоджених зразки ґрунту з різною структурою та вмістом органічної речовини.

Щоб дослідити біо- та фізико-хімічні процеси, пов'язані зі структурою ґрунту, автори поєднали методи інфрачервоної спектроскопії (IRS) і рентгенівської комп'ютерної мікротомографії (μСТ). Вони описують детальний

процес отримання та об'єднання цих наборів даних для створення 3D-зображень структури ґрунту.

Застосування кореляційного аналізу разом з 3D-структурною інформацією про пори ґрунту дало нове розуміння зв'язку між мережею біопор та хімічним складом ґрунту. Зокрема, було виявлено, що оброблений верхній шар ґрунту та підґрунтя мають вищий вміст органічної речовини порівняно з насипним ґрунтом у місцях біопор. Крім того, аналіз показав, що коли ґрунт не порушується обробіткою, органічна речовина накопичується та є більш захищеною зі збільшенням відстані до макропор.

Дані, отримані за допомогою μ СТ технології, дали цінний внесок не тільки шляхом визначення місця розташування пор та біопор, але і через локальні зміни в об'ємній щільності. Поєднання інфрачервоної спектроскопії та рентгенівської комп'ютерної мікротомографії є потужним інструментом для отримання детальної інформації про структуру та склад ґрунту на різних рівнях. Також було встановлено, що обидва методи дають взаємодоповнюючу та частково підтверджуючу інформацію про один і той самий матеріал, що покращує розуміння просторового розподілу ґрунтових компонентів

Автори представляють свої висновки щодо важливих аспектів біо- та фізико-хімічних процесів, які впливають на структуру ґрунту, включаючи ідентифікацію мікробних гарячих точок і формування ґрунтових агрегатів. Багато останніх досліджень були зосереджені на вивченні цих аспектів структури ґрунту, і результати свідчать про те, що розуміння цих процесів має вирішальне значення для ефективного управління ґрунтом.

У статті висвітлюється тісний взаємозв'язок біо- та фізико-хімічних процесів із структурою ґрунту, яка активно досліджується в останні роки. Розвиток методів IIRS та μ СТ призвів до того, що велика увага приділяється вивченню взаємозв'язку між структурою ґрунту та основними процесами, які її формують. Одним із найбільш перспективних аспектів цих методів є здатність ідентифікувати мікробні гарячі точки та їхній вплив на структуру ґрунту (рис. 1).

Таким чином, комбінація IIRS та μ СТ є потужним інструментом для дослідження складних біо- та фізико-хімічних процесів, які лежать в основі структури ґрунту. За останнє десятиліття дослідження дедалі більше демонструють важливу роль цих процесів у функціонуванні ґрунту та формуванні ґрунтової структури.

Тісний зв'язок між біо- та фізико-хімічними процесами та структурою ґрунту став добре встановленим, що підтверджується все більшою кількістю досліджень. Ця стаття надає цінну інформацію про функціонування ґрунтових екосистем і підкреслює потенціал IIRS та μ СТ у просуванні нашого розуміння структури ґрунту.

Висновки, зроблені в цій науковій роботі, є дуже важливими для подальшого розвитку досліджень в галузі ґрунтознавства та екології. Застосування комбінації 2D imVNIR та 3D μ СТ для ідентифікації та кореляції хімічного складу ґрунту та порової структури в непорушених ґрунтових кернах є новим та інноваційним підходом.

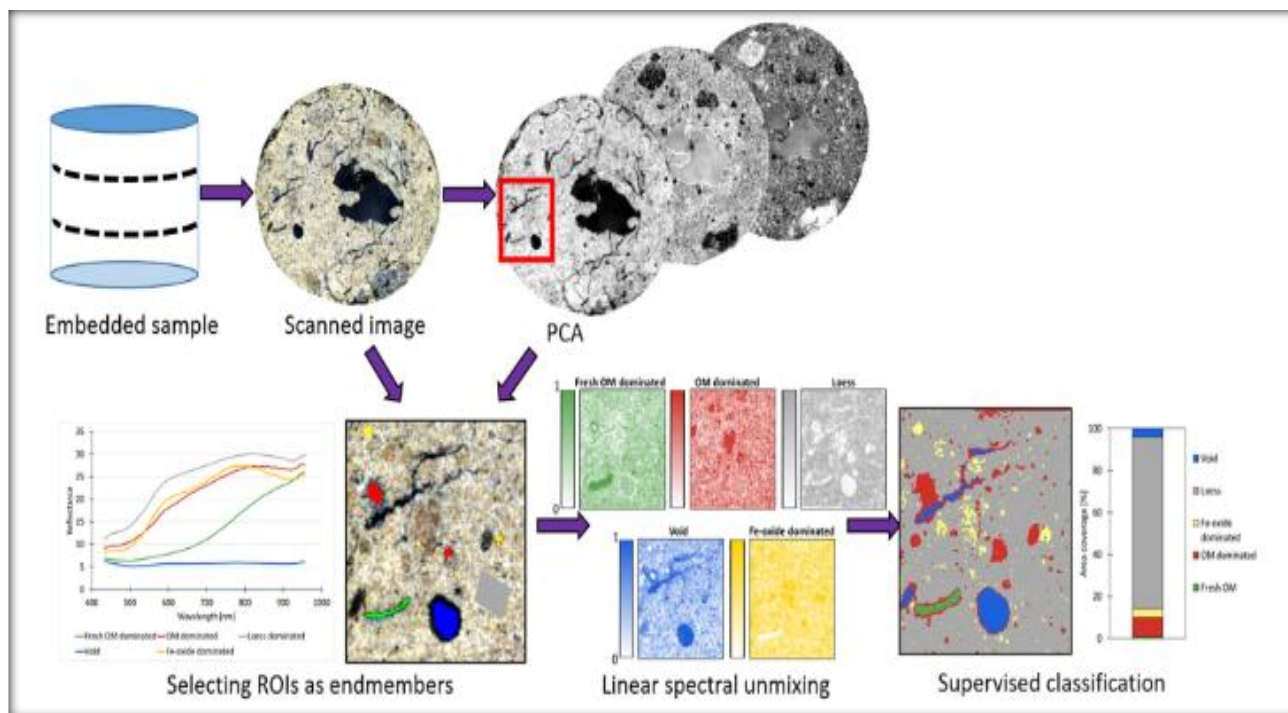


Рис. 1 Робочий процес обробки зображень imVNIR: сканування зрізів ґрунту гіперспектральною камерою із подальшою класифікацією структури ґрунту та хімічних елементів

Ці результати мають великий потенціал для застосування в різних сферах, таких як землеробство, екологія, лісівництво та інші. Розвиток методів, які дозволяють отримувати більш детальну інформацію про структуру ґрунту та її вплив на хімічний склад ґрунту, є важливим для забезпечення стійкості екосистем та збереження родючості ґрунту.

Отже, можна стверджувати, що ця наукова робота має великий науковий та практичний внесок у вивченні структури ґрунту та її впливу на хімічний склад ґрунту. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на застосування цього методу для вивчення різних типів ґрунту.

Результати цієї роботи можуть бути використані для розробки нових методів аналізу та покращення екологічної стійкості різних екосистем.

Перелік посилань

1. Лукас, М., Піхлап, Е., Стеффенс, М., Веттерляйн, Д., Кегель-Кнабнер, І. (2020). Поєднання інфрачервоної спектроскопії та рентгенівської комп'ютерної мікротомографії для дослідження біо- та фізико-хімічних процесів у структурованих ґрунтах. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 42. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2020.00042/full>