

Streszczenie

Słowa kluczowe: wilgotność gleby, potencjał wody glebowej, charakterystyki spektralne (VNIR, SWIR) gleby, klasyfikacja nadzorowana

Pomiar charakterystyk wodnych gleby w tym krzywej retencji jest czasochłonny, kosztowny i wymaga specjalistycznej aparatury. Z tego względu poszukuje się metod pośrednich wykorzystujących pomiar różnych właściwości fizycznych i chemicznych materiału glebowego do oszacowania tych charakterystyk. Odbiciowe charakterystyki spektralne gleb w różnych zakresach można powiązać z ich właściwościami wodnymi, jednakże dotychczasowe badania koncentrowały się głównie na zależności tych charakterystyk z wilgotnością i to tylko dla wybranych rodzajów gleb. W literaturze brakuje kompleksowej analizy zależności charakterystyk spektralnych ze zdolnością retencyjną gleb, dlatego podjęto próbę takiej analizy dla reprezentatywnej dla obszaru Polski grupy gleb mineralnych. Hipoteza badawcza pracy opierała się na założeniach, że właściwości spektralne w zakresie VNIR/SWIR gleb są skorelowane z ich właściwościami retencyjnymi (wilgotność i potencjał) oraz, że zastosowanie odpowiednio wyselekcjonowanych długości fali spektrum, odpowiadających pikom absorpcyjnym w widmie odbiciowym VNIR/SWIR powierzchni gleby, umożliwi efektywne modelowanie wilgotności gleby i potencjału wody glebowej.

Celem podjętych badań było opracowanie modeli wilgotności gleby i potencjału wody glebowej na podstawie charakterystyk spektralnych powierzchni gleby i jej właściwości fizycznych oraz chemicznych.

Materiał badawczy stanowił kompleks gleb mineralnych występujących na terenie Polski pochodzących z Banku Gleb Instytutu Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk w Lublinie. Poddane analizie laboratoryjnej próbki obejmowały warstwę orną gleb wraz ze skumulowaną materią organiczną (0-20cm). Próbki glebowe sklasyfikowano na podstawie ich rozkładu granulometrycznego.

Wyznaczono następujące właściwości fizyczne badanych gleb: rozkład granulometryczny, gęstość, powierzchnia właściwa i wilgotność odpowiadająca poszczególnym wartościom potencjału wody glebowej oraz zawartość węgla organicznego. System hiperspektralny użyty w pomiarach składał się z dwóch kamer rejestrujących promieniowanie odbite od próbki w świetle widzialnym i bliskiej podczerwieni (VNIR – 400-1000 nm) oraz krótkiej podczerwieni (SWIR – 1000-2500 nm). Charakterystyki spektralne gleb rejestrowano dla następujących wartości potencjału macierzystego: $0,1 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $3,16 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $9,8 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $16 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $50 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $155 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $500 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $1500 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$. Zależności między charakterystykami spektralnymi gleb a jej wilgotnością i potencjałem macierzystym analizowano z wykorzystaniem modeli regresji wielokrotnej oraz wybranych metod klasyfikacji nadzorowanej.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że odbiciowe charakterystyki spektralne gleb wykazują stosunkowo wysoką korelację z wilgotnością gleby i jej potencjałem macierzystym. Modele regresji wielokrotnej dla potencjału wody glebowej bazujące wyłącznie na danych spektralnych jako zmiennych niezależnych wykazały podobne (dość wysokie) współczynniki korelacji jak analogiczne modele wilgotności

gleby. Świadczy to o dobrym odwzorowaniu w charakterystykach spektralnych gleb podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych, determinujących wartości potencjału wody glebowej.

Abstract

keywords: soil moisture, soil water potential, soil spectral characteristic (VNIR, SWIR), supervised classification

Measurement of soil water characteristics, including water retention, is time consuming and cost-inefficient and requires specialised equipment. Therefore, indirect methods for assessment of these soil attributes, based on measurements of different physical and chemical properties of soil material are being sought. Various reflective soil spectral characteristics can be associated with soil water properties; however, previous studies mainly focused on the correlation of these characteristics with the soil moisture content and only for chosen soil types. The literature does not provide a comprehensive analysis of the relationship between the soil spectral characteristics and the soil retention capacity; hence, an attempt at such an analysis for a group of mineral soils, representative for the area of Poland, was undertaken. The research hypothesis of the study was based on assumption that soil spectral characteristics in the VNIR/SWIR range are correlated with their water retention properties (soil moisture and soil water potential). It can also be assumed that application of a properly selected spectral wavelengths, corresponding to absorption peaks in the VNIR/SWIR reflectance spectrum of the soil surface will ensure efficient modelling of soil moisture and soil water potential.

The aim of this study was to develop models of soil moisture and soil water potential based on soil spectral characteristics and soil physical and chemical properties.

The research material was a complex of mineral soils occurring in Poland, stored in the Bank of Soils in the Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences, Lublin. The samples analysed in the laboratory were collected from the arable layer with accumulated organic matter (0-20cm). The soil samples were classified based on their particle size distribution.

The following physical properties of the soils were determined: particle size distribution, density, specific surface area, and soil water content corresponding to the particular values of soil water potential and organic carbon content. The hyperspectral system used in the measurements consisted of two cameras recording reflected sample radiation in visible and near-infrared (VNIR – 400-1000 nm) and shortwave infrared (SWIR – 1000-2500 nm). The spectral characteristics of the soils were recorded for the following soil matrix potential values: $0,1 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $3,16 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $9,8 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $16 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $50 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $155 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, $500 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$, and $1500 \text{ kJ}\cdot\text{m}^{-3}$. The relationships between the soil spectral characteristics and soil moisture and soil matrix potential were analysed using multiple regression models and selected supervised classification methods.

The investigations have revealed that the reflective soil spectral characteristics are highly correlated with soil water content and soil water potential. The multiple regression models for the soil water potential, based solely on spectral data as independent variables showed similar (relatively high) correlation coefficients to the analogous soil water content models. This indicates good projection of basic physical and chemical properties determining soil water potential values by the soil spectral characteristics.