Kielce, 30.03.2026 r.

Agnieszka Sołtys

Dyscyplina: nauki chemiczne

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

„Wykorzystanie podpoziomu glebowego Ofh jako geoindykatora w ocenie stanu środowiska"

Geoindykatory stanowią grupę powszechnie stosowanych geologicznych wskaźników jakości środowiska. Umożliwiają one ocenę zmian w nim zachodzących na podstawie analizy jego elementów abiotycznych, takich jak położenie linii brzegowej, aktywność wulkaniczna czy właściwości gleb. Spośród 27 geoindykatorów środowiska tylko dwa bezpośrednio odnoszą się do gleby, a mianowicie „*erozja gleby i osadów*" i „*jakość gleby*". W praktyce w ocenie stopnia zanieczyszczenia gleby, wynikającej z działalności antropogenicznej najczęściej wykorzystuje się powierzchniowe warstwy gleby (z ang. *topsoil*). W warunkach klimatu umiarkowanego, przy wyraźnej pionowej stratyfikacji gleb, warstwę tę tworzą poziom organiczny (O) oraz poziom próchniczny (A). Z kolei poziom organiczny składa się z podpoziomów glebowych, w tym m.in. z podpoziomu Ol (ściółki leśnej) czy z podpoziomu Ofh (detrytyczno-epihumusowy), który wzbudza szczególne zainteresowanie ze względu na swoją specyficzną budowę i właściwości. Podpoziom ten tworzy matę przypominającą splątane włókna tytoniu o miąższości około 1-10 cm. Mata ta działa jak „naturalna gąbka" względem zanieczyszczeń organicznych (m.in. wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych) oraz nieorganicznych (pierwiastków śladowych jak np. Cd, Hg i Pb). W efekcie podpoziom Ofh charakteryzuje się podwyższonymi zawartościami zanieczyszczeń w porównaniu z poziomami nad- i podległymi, co może czynić go potencjalnym geoindykatorem jakości gleb klimatu umiarkowanego.

Głównym celem pracy była ocena przydatności podpoziomu Ofh, ze względu na jego specyficzną budowę, skład i właściwości, jako geoindykatora względem wybranych pierwiastków śladowych (Cd, Hg, Pb) oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Aby zweryfikować ten cel pobrano 130 próbek (z podpoziomu detrytyczno-epihumusowego – Ofh (65 próbek) oraz niżej położonych poziomów próchnicznego – A (29 próbek) i próchniczno-eluwialnego – AE (36 próbek)) z 5 obszarów leśnych położonych w okolicy miasta Kielce (południowo-środkowa Polska). We wszystkich próbkach oznaczono wybrane pierwiastki śladowe i główne (Cd, Hg, Pb, Zn, Ca, Fe, K, Mn, S, Ti) oraz 16 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Dodatkowo

oznaczono pH i przewodność elektrolityczną właściwą (PEW), a także efektywną pojemność wymiany kationowej (CEC), zawartość glebowej materii organicznej (SOM) oraz procentową zawartość C i N. Dla wybranych próbek wykonano oznaczenia tlenowych grup funkcyjnych (zasadowych, karboksylowych, laktonowych, fenolowych i karbonylowych), frakcji amorficznej i krystalicznej oraz wykonano zdjęcia SEM.

Uzyskane wyniki wykazały, że podpoziom Ofh charakteryzował się niższym pH (wartości średnie: Ofh 4,8, A 5,2, AE 5,4) i wyższą zawartością glebowej materii organicznej (Ofh 58,3%, A 20,6%, AE 4,08%) w porównaniu z niżej położonymi poziomami A i AE. W podpoziomie tym otrzymano wyższe średnie zawartości Cd (Ofh 1,41 mg/kg, A 0,694 mg/kg, AE 0,255 mg/kg), Zn (Ofh 144 mg/kg, A 83,5 mg/kg, AE 43,0 mg/kg) i Hg (Ofh 0,231 mg/kg, A 0,221 mg/kg, AE 0,058 mg/kg). Pb dominował w poziomie A (Ofh 64,7 mg/kg, A 123 mg/kg, AE 41,1 mg/kg). Biorąc pod uwagę, że podpoziom Ofh może działać jak „gąbka" w stosunku do wybranych pierwiastków śladowych, wyznaczono wartości tła geochemicznego (GB) oraz wybranych współczynników geochemicznych (LEF, I_{geo}) dla Zn, Cd, Pb i Hg. Otrzymane wartości różniły się między badanymi (pod)poziomami i wskazywały na minimalne wzbogacenie lub brak zanieczyszczenia tymi metalami. Najwyższe zawartości sumy 16 WWA otrzymano w próbkach z podpoziomu Ofh (Ofh 1547 µg/kg, A 1103 µg/kg, AE 109 µg/kg). W podpoziomie tym najwyższy procentowy udział miały 6-pierścieniowe WWA, natomiast w poziomach A i AE odpowiednio: A – 4- i 5-pierścieniowe WWA, AE – 3-pierścieniowe WWA. Obliczone współczynniki diagnostyczne WWA również różniły się w zależności od badanego (pod)poziomu, jednak we wszystkich przypadkach wskazywały na te same główne źródła pochodzenia tych związków, tj. spalanie węgla, ropy naftowej i biomasy.

Do najważniejszych czynników warunkujących właściwości akumulacyjne podpoziomu Ofh należały zawartość materii organicznej, stopień jej rozkładu wyrażony stosunkiem C/N, pH, pojemność sorpcyjna oraz rozwinięta struktura porowata.

Uzyskane wyniki stanowią podstawę do lepszego poznania właściwości akumulacyjnych podpoziomu Ofh i wskazują na możliwość wykorzystania go jako geoindykatora jakości gleb klimatu umiarkowanego w odniesieniu do wybranych pierwiastków śladowych (Cd, Hg, Zn, a w wybranych przypadkach także Pb) oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

Słowa kluczowe: podpoziom Ofh, geoindykator, jakość gleby, WWA, pierwiastki śladowe

Agnieszka Sotys