

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Przyrodniczo – Technologiczny



mgr inż. Oskar Bojko

**Zasoby węgla organicznego w glebach Sudetów -
zróżnicowanie przestrzenne i prognozowane
zmiany**

Organic carbon pools in soils of the Sudeten Mts. -
spatial variability and predicted changes

Praca doktorska wykonana
w Instytucie Nauk o Glebie
i Ochrony Środowiska
pod kierunkiem
prof. dr hab. Cezarego Kabały

Wrocław, 2017

Streszczenie

Ogólny wpływ poszczególnych czynników środowiskowych na zawartość węgla organicznego w glebie (SOC) jest dobrze znany, ale jednocześnie oddziaływanie czynników naturalnych i antropogenicznych na wielkość i zróżnicowanie przestrzenne zasobów SOC na obszarach górskich wciąż jest niewystarczająco rozpoznane. Niniejsza praca miała trzy główne cele: (1) określenie właściwości fizykochemicznych gleby na stokach górskich i w gradiencie wysokościowo-klimatycznym; (2) określenie wielkości i zróżnicowania zasobów SOC na obszarach górskich z uwzględnieniem gradientu klimatycznego i pionowej zmienności roślinności, wynikającej w dużej mierze z przekształceń spowodowanych działalnością człowieka, a także prognoza zmian zasobów SOC w glebach górskich dotkniętych zmianami sposobu użytkowania i spodziewanym ociepleniem klimatu; (3) ocena wpływu wysokości i roślinności na zawartość nietrwałych i stabilnych form węgla organicznego w glebach górskich oraz ocena wpływu właściwości materii organicznej gleby na zasoby SOC w zmieniających się warunkach środowiskowych.

W glebach północnych stoków Sudetów, wytworzonych z granitu stwierdzono wyraźne zróżnicowanie właściwości glebowych, przejawiające się we: (1) wzroście zawartości całkowitego węgla organicznego, kwasowości wymiennej i glinu wymiennego wraz z wysokością; oraz (2) spadku pH i stopnia wysycenia kationami zasadowymi. Te trendy zależne od wysokości mają rozkład wartości progowych, tzn. trendy stabilizują się na poziomie 750-1000 m n.p.m. lub odwracają się w strefie subalpejskiej. Gleby pod roślinnością trawiastą cechują się mniejszą zawartością SOC i Al_{ex} , ale większym pH i stopniem wysycenia kationami zasadowymi w porównaniu z ekosystemami leśnymi w tej samej strefie wysokościowej. Gleby pod świerkiem wykazywały większą zawartość SOC, ale niższe pH w porównaniu z drzewostanem bukowym. Gleby Sudetów odznaczają się wyraźną przestrzenną zmiennością zasobów SOC, zależną od klimatu i wysokości. Zasoby te wzrastają stopniowo do wysokości ok. 1000 m n.p.m., a następnie spadają w najwyższej strefie leśnej i subalpejskiej. Zasoby SOC są silnie powiązane ze sposobem użytkowania gruntów/roślinnością (gleby orne < użytki zielone = lasy bukowe < bory świerkowe). Zawartość najbardziej labilnej frakcji węgla (DOC - rozpuszczalny węgiel organiczny) spada wraz z wysokością, ale zawartość kwasów fulwowych wyraźnie rośnie w strefie powyżej 1000 m n.p.m., podczas gdy frakcja stabilna (huminy, węgiel niehydrolizujący) znacznie się zmniejsza. W glebach pod roślinnością iglastą (świerk, kosodrzewina) udział form stabilnych był większy, a mniejszy - pod lasami liściastymi (buk) i roślinnością trawiastą

Spodziewane ocieplenie klimatu i zmiany w użytkowaniu gruntów oraz gospodarka leśna prowadzą do podobnych zmian w zasobach SOC, ale idących w przeciwnych kierunkach w różnych strefach wysokościowych. Zamiana monokultur świerkowych na lasy mieszane lub liściaste doprowadzi do spadku zawartości SOC w obszarach regla dolnego, z kolei podniesienie górnej granicy lasu i wkraczanie świerka na obszary roślinności trawiastej zwiększy zasoby SOC w obszarze regla górnego i strefie subalpejskiej. Tak więc bilans zmian zasobów węgla organicznego, spowodowanych zmianami użytkowania gruntów i ociepleniem klimatu, będzie różny na poszczególnych obszarach górskich, w zależności od ich wysokości n.p.m. i istniejących stref roślinności a w szczególności od stopnia antropogenicznej transformacji ekosystemów oraz odporności ekosystemów na zmiany klimatu. Oczekuje się, że zasoby SOC w glebach Sudetów i podobnych pasmach górskich Europy Środkowej zmniejszą się w perspektywie najbliższych dziesięcioleci ze względu na większą skalę zjawisk zmniejszających zawartość materii organicznej w glebach.

Słowa kluczowe: gleby górskie, materia organiczna, glebowy węgiel organiczny, klimat, roślinność

Abstract

The overall impact of individual environmental factors on the content of soil organic carbon (SOC) is well known, but the simultaneous impacts of natural and anthropogenic factors on the amount and diversity of SOC pools in mountain areas are still insufficiently recognized. This paper has three main objectives: (1) to determine the gradients of soil physicochemical properties along mountain slopes and across climate-elevation gradients; (2) to determine SOC pools in the mountain toposequence in relation to the climate-elevation gradient and vertical vegetation zonation, largely as a result of interference caused by human activity and to predict the fluctuations of SOC pools in mountain soils affected by changes in land use/forest management and expected climate warming; (3) to evaluate the effects of altitude and vegetation on the content of labile and stable forms of organic carbon in the mountain soils and assess the impact of the properties of soil organic matter on the SOC pools under changing environmental conditions.

In soils developed from granite, a clear altitude-related differentiation of soil properties was manifested by: (1) an increase in total organic carbon (TOC), exchangeable acidity and aluminum (Al_{ex}) with elevation; (2) a decrease in pH and base saturation; and (3) finer soil texture and higher content of base cations in the foothills and lower slopes. These altitude-dependent trends have a threshold-type distribution, i.e. the values stabilize at 750–1000 m a.s.l. or are reversed in the subalpine zone. Grass vegetation decreased TOC and Al_{ex} , but increased soil pH and base saturation compared with forest vegetation at the same altitude zone. Soils under spruce had higher TOC but lower pH compared with beech stands.

A spatial, climate-/altitude-dependent trend of SOC pools is clearly marked on the northern slopes of the Sudeten Mountains. These SOC pools gradually increase up to the altitude of ca. 1000 m a.s.l. and then decrease in the uppermost forest and subalpine zones. The SOC pools are also strongly related to land use/vegetation (arable soils < grasslands = European beech stands < Norway spruce stands). The content of the most labile fraction of carbon (dissolved organic carbon, DOC) decreases with altitude, but the content of fulvic acids (FA), clearly increases in the zone above 1000 m a.s.l., while the stable fraction (humins, non-hydrolyzing carbon) significantly decreases. A higher contribution of stable forms was found in soils under coniferous forests (Norway spruce), while a smaller - under deciduous forests (European beech) and on grasslands.

Expected climate warming and present changes in land use and forest management lead to similar changes in SOC pools. However, replacing spruce monocultures with mixed or

broadleaf stands reduces the SOC pools in the lower forest zones, while the timberline rise and the succession of Norway spruce on grasslands increases SOC pools in the upper forest and subalpine zones. Thus, the balance of SOC pools caused by changes in land use and climate warming will be specific in particular mountain areas, depending on their maximum altitude and existing vegetation zones, the degree of anthropogenic transformation of ecosystems, and the resilience of ecosystems to climate changes. It is expected that the SOC pools in the Sudeten Mts and similar medium-elevation mountain ranges of Central Europe will decrease due to the larger scale of phenomena which decrease SOC pools.

Key words: mountain soils, organic matter, soil organic carbon, climate, vegetation