

Czynniki kontrolujące zawartość i przemiany składników rozpuszczonej materii organicznej w glebach rolniczych w skali pola i skali globalnej

Streszczenie (Polish)

Rozpuszczona materia organiczna (RMO)—operacyjnie: rozpuszczony węgiel (RWO), azot (RAO) i fosfor (RFO)—jest najbardziej mobilną i bioaktywną frakcją materii organicznej gleby (MOG). Jej uwarunkowania i reakcje wzdłuż gradientów klimatu, praktyk rolniczych i głębokości są jednak słabo rozpoznane. W pracy oceniono, jak dodatek N, ocieplenie klimatu i praktyki rolnicze kształtują ilość i jakość RMO oraz jak modyfikują je system uprawy i głębokość gleby. Analizy przeprowadzono w skali globalnej (synteza literatury) i w skali pola (doświadczenie długoterminowe).

W skali globalnej zbudowano bazę >1300 obserwacji dla gleb rolniczych i wykonano trzy metaanalizy: (i) 1132 wyników RWO z 103 badań — efekt dodatku N; (ii) 321 RWO i 187 RAO z 50 badań — efekt ocieplenia; (iii) 3539 RWO, 196 emisji CO₂ i 1424 plonów z odpowiednio 286, 15 i 92 badań — wpływ praktyk rolniczych. W skali pola porównano płodozmian z monokulturą (warstwy 0–30, 30–60, 60–90 cm), oznaczając RWO, RAO, RFO, wskaźniki optyczne (SUVA, E4/E6) i główne czynniki sterujące.

Dodatek N zwiększał węgiel organiczny gleby (WOG) o 8,16% w regionach wilgotnych i o 2,05% w suchych. RWO i węgiel w biomase mikroorganizmów (MBC) spadały w klimacie wilgotnym (–2,49%, –2,60%), a rosły w suchym (+7,30%, +8,74%). Sezonowość opadów była uniwersalnym predyktorem; wyjściowy WOG determinował RWO w regionach wilgotnych, a dawka N — w suchych. Odczyn (pH) odwracał powiązania RWO między reżimami, wskazując na potrzebę regionalnej parametryzacji. Ocieplenie rozsprzęgało dynamikę C–N: średnie RWO i MBC nie zmieniały się, natomiast WOG (–3,36%) i stosunek RWO:RAO (–10,79%) malały, a RAO (+8,84%) i NO₃[–] (+13,12%) rosły. Reakcje RWO kontrolowała głównie wilgotność gleby, a RAO — dostępność azotanów, co dowodzi, że interakcje wilgotność–N napędzają utratę C i akumulację reaktywnego N w cieplejszym klimacie.

Na gruntach ornych wszystkie oceniane praktyki zwiększały RWO, najsilniej: N mineralny + obornik (NM, +78%) > obornik (M, +50%) > N + słoma (NS, +41%). Stosunek RWO/WOG rósł pod NM, NS, M, słomą (S) i N mineralnym, pozostawał bez zmian przy uprawie konserwującej, Abstract (Polish)

a spadał pod biowęgłem (–25%), zgodnie z jego tendencją do stabilizacji C. Nowy wskaźnik „efektywności RWO” wykazał, że RWO związany z N mineralnym, S i NM skuteczniej zwiększa plony i obniża intensywność emisji CO₂ niż przy uprawie konserwującej lub biowęgłu, podkreślając znaczenie dawki i czasu trwania praktyk.

W doświadczeniu polowym głębokość silnie różnicowała RMO: RWO, RAO i RFO malały z głębokością; SUVA rosła, a E4/E6 spadało, co wskazuje na bardziej aromatyczne, ushumifikowane, wysoko-cząsteczkowe frakcje w podglebiu. Efekty systemu uprawy były niewielkie i zależne od głębokości: w monokulturze wyższe RWO występowało na 60–90 cm; RAO i RFO nie różniły się między systemami. Analiza lasem losowym ujawniła zróżnicowane sterowniki (RWO: N całkowity, C całkowity, RFO; RAO: RWO, głębokość, P przyswajalny; RFO: próchnica, P całkowity, P przyswajalny), odzwierciedlając specyficzne ograniczenia pierwiastkowe w ramach sprzężeń C–N–P.

Łącznie wyniki definiują reżimowo specyficzne, wrażliwe na wilgotność i „świadome jakości” ramy dynamiki RMO oraz dostarczają parametrów diagnostycznych (pH, wyjściowy WOG, dawka N, wilgotność, efektywność RWO, E4/E6) do ulepszania modeli ekosystemowych i projektowania klimatointeligentnego, głębokościowo świadomego zarządzania glebą.

Słowa kluczowe: gleby rolnicze, rozpuszczalna materia organiczna, dodatek azotu, globalne ocieplenie klimatu, uprawy rolnicze, płodozmian a monokultura, spektroskopia, głębokości gleby, analiza metadanych.

Tianjing Ren