

ZASOBY WĘGLA ORGANICZNEGO WÓD SŁODKICH A GLOBALNE ZMIANY KLIMATYCZNE

Andrzej Górniak

Uniwersytet w Białymstoku, Zakład Hydrobiologii, hydra@uwb.edu.pl

Węgiel, fosfor, azot i krzem są pierwiastkami istotnie regulującymi obieg materii ekosystemów wodnych, a ich zasoby kształtują transfer energii między poziomami troficznymi i wpływają na bioróżnorodność i stabilność ekosystemów. Z drugiej strony ich cykl jest modyfikowany czynnikami hydroklimatycznymi, warunkującymi metabolizm na poziomie organizmu i całych ekosystemów. Problematyka krążenia azotu i fosforu została dobrze poznana, szczególnie podczas rozpoznawania zjawiska eutrofizacji wód. Natomiast hydroklimatyczne powiązania biogeochemicznego cyklu węgla, a szczególnie form organicznych, w funkcjonowaniu wód powierzchniowych staje się jednym z kluczowych zagadnień badawczych limnologii XXI wieku. Jest też źródłem podstawowej wiedzy o funkcjonowaniu ekosystemów wodnych podczas globalnych zmian klimatycznych. Poznawcze rezultaty tych wielodyscyplinarnych analiz stają podstawą zwiększenia efektywności racjonalnej gospodarki i zarządzania wodami.

Do wód powierzchniowych na Ziemi dostaje się 5,1 mld t węgla z ekosystemów lądowych, z czego 76% ubywa podczas mineralizacji do CO₂, a jedynie 0,9 mld t C (0,4C_{org} i 0,5 C_{nieorg}) dociera do oceanów (*pipe concept*). Okazuje się że metabolizm bakterii, grzybów oraz zwierząt odgrywa istotniejszą rolę w obiegu węgla, bowiem rola autotrofów w zatrzymywaniu CO₂ jest relatywnie mała. Transfer związków węgla organicznego w wodach powierzchniowych na Ziemi jest regulowany przede wszystkim hydrologią zlewni i typem struktury sieci rzecznej. Ponad 75% ładunku zlewniowego węgla organicznego przemieszcza się w zlewni podczas wezbrań, a reguła „*pulse-schunt*” powiązana z rzędowością rzek decyduje o wielkości redukcji ładunku w drodze do oceanów. Następujące obecnie zmiany temperatury i reżimu odpływu wód przyczyniają się do zwiększonej emisji CO₂ z wód do atmosfery.

Ewaluacja globalnych zasobów wodnych węgla organicznego nie sprawia dużych trudności w przeciwieństwie do bilansów regionalnych. Przykładem jest Europa, gdzie jak dotąd nie doczekaliśmy się pełnego bilansu. Własne estymacje zasobów węgla organicznego wód rzecznych wskazują na wyraźną dwudzielność kontynentu, gdzie cieplejsza zachodnia i południowa część jest wyraźnie uboższa od części północnej i wschodniej. Ponadto w obu tych częściach notowana jest odmienna tendencja zmian wieloletnich. W strefie borealnej mamy obecnie do czynienia ze wzrostem stężeń TOC, wiązanych z „*browning effect*” wraz ze zmianami klimatycznymi. W pozostałej części kontynentu postępuje z różnym natężeniem postindustrialne zmniejszanie się wodnych zasobów TOC, wynikające z istotnego ograniczania dopływu antropogenicznego ładunku organicznego. Dobrym przykładem jest zlewnia Wisły, gdzie od lat 60-tych XX w. zredukowano blisko 40% ładunku TOC docierającego do Bałtyku. Równie znacząca redukcja TOC w rzekach Europy Zachodniej nastąpiła w połowie lat 90-tych ubiegłego wieku. W wodach pozostają dalej niebezpieczne mikrozanieczyszczenia organiczne, ujęte w Dyrektywie Wodnej UE jako tzw. substancje priorytetowe. Ewenementem Europy jest fakt aktualnie dobrego rozpoznania zanieczyszczenia wód tymi substancjami, przy dalej niepełnym rozpoznaniu zasobów TOC.

Pełna ocena zasobów węgla organicznego w wodach Polski jest niemożliwa, ze względu na opóźnione, względami aparaturowymi (dopiero od pierwszej dekady XXI w.), wprowadzenie adekwatnych metod analitycznych w monitoringu wód. W przeciwieństwie do innych krajów, w monitoringu jezior Polski ocena zasobów węgla organicznego jest pomijana.

Rzeki górskie i Pogórza są ubogie w TOC, podobnie jak inne rzeki Karpat czy Alp z średnimi stężeniami 3-5mgC/L. Nizinna część Polski z licznymi aktywnymi torfowiskami i kompleksami leśnymi jest istotnym źródłem materii organicznej dla rzek. Przeciętne roczne stężenie TOC przekracza 6 mgC/L, a w dolnej Noteci, Krznie sięgają ponad 15 mgC/L, przy odczynie lekko alkalicznym i dużej zasobności w pierwiastki alkaliczne oraz DIC. Naturalna materia organiczna to także źródło związków azotu i fosforu i np. przy stężeniu TOC = 10 mgC/L należy spodziewać się stężeń około 1-1,5 mg Norg/L i 0,1mgPorg/L. Nieuwzględnienie tego faktu w stosowanych ocenach stanu wód, skutkuje nieuzasadnionym obniżaniem ich oceny. Aktualne szacunki wskazują, że obecnie Polska nie jest największym eksporterem TOC do wód Bałtyku, a wyprzedza je znacząco Szwecja, Rosja (Newa). Zmiany warunków hydroklimatycznych Polski prowadzą do zwiększonej dostawy glebowej do wód. W tatrzańskich rzekach ładunek TOC pochodzi w 70-80% z gleb (głównie jako POC), na nizinach stanowi 50-60%, natomiast dla rzek pojezierzy głównym źródłem TOC (głównie jako DOC) są wody gruntowe. Pulsacyjny dopływ związków organicznych do wód powierzchniowych, a podczas zmian klimatycznych o coraz to większej amplitudzie, powoduje szereg bezpośrednich i pośrednich zmian funkcjonalnych w wodach. Przykłady takich przekształceń w warunkach Polski zostaną przedstawione podczas prezentacji.