

Węgiel jest jednym z najważniejszych pierwiastków w systemie planetarnym Ziemi, ponieważ ma zdolność przekształcania energii elektromagnetycznej ze Słońca w energię wiązań chemicznych, która podtrzymuje życie w skali planetarnej. W procesie fotosyntezy wszystkie organizmy autotroficzne (fototroficzne) przekształcają węgiel nieorganiczny w jego formy organiczne, wykorzystując energię słoneczną potrzebną do syntezy glukozy z wody i dwutlenku węgla. Ten najprostszy cukier organiczny jest następnie włączany do łańcucha troficznego i wykorzystywany w kaskadzie procesów życiowych wszystkich organizmów w niemal wszystkich niszach ekologicznych na Ziemi, zarówno w ekosystemach lądowych, jak i wodnych. W systemach oceanicznych mikroskopijne, głównie jednokomórkowe, autotroficzne organizmy planktonowe, najczęściej znane jako fitoplankton, tworzą szerokie zespoły funkcjonalne, które stanowią podstawę całej sieci pokarmowej i fotosyntetyzują wszystkie formy węgla organicznego. Podczas swojego cyklu życiowego fitoplankton tworzy agregaty cząstek organicznych, które opadają na dno oceaniczne i pozostają zakopane w osadach przez miliony lat. Proces ten nazywany jest pompą biologiczną i jest najbardziej wydajnym procesem wiązania węgla w skalach osadowych. Aby syntetyzować węgiel organiczny, fitoplankton musi absorbować światło słoneczne w celu przekształcenia energii słonecznej w energię chemiczną. Dlatego fitoplankton oddziałuje ze światłem, powodując zmniejszenie natężenia światła, a także zmianę jego składu widmowego na skutek absorpcji i rozpraszania. Zmianę widma światła można przypisać zmianie koloru morza – obecność fitoplanktonu w wodach oceanicznych wizualnie zmienia ich kolor z niebieskiego na zielony w wyniku pochłaniania światła niebieskiego i relatywnie silniejszego rozpraszania światła zielonego. Te subtelne zmiany koloru oceanu mogą być obserwowane przez instrumenty optyczne, które można zamontować również na satelitach. To z kolei umożliwia wykrywanie zmian w biomase fitoplanktonu w oceanie poprzez ilościowe oznaczenie ich głównego pigmentu fotosyntetycznego – chlorofilu-a. Fitoplankton w wodach oceanicznych wytwarza również rozpuszczoną materię organiczną, DOM, największy rezerwuuar węgla organicznego w oceanie. Duża ilość rozpuszczonej ziemskiej materii organicznej jest transportowana do Oceanu Arktycznego z otaczających go mas lądowych z dopływem rzek. Część DOM wchodzi w interakcję ze światłem, zmieniając kolor oceanu na żółtawo-brązowy odcień, co również można łatwo zmierzyć za pomocą obserwacji optycznych. Te podstawowe właściwości różnych frakcji węgla organicznego umożliwiają wykorzystanie różnych przyrządów optycznych do pomiaru zmian koncentracji cząstek zawieszonych w toni wodnej i stężenia węgla organicznego oraz ich cyrkulacji w oceanach.

Globalne ocieplenie ma dramatyczny wpływ na Ocean Arktyczny, powodując topnienie, zmniejszenie powierzchni i grubości jego pokrywy lodowej. Zmiany te wpływają na cały ekosystem Oceanu Arktycznego i prowadzą do wzrostu produkcji pierwotnej, zmian w strukturze zbiorowisk fitoplanktonu, a także do wzrostu dopływu lądowego DOM. W proponowanym projekcie zajmiemy się tym, jak obserwowane ocieplenie Oceanu Arktycznego wpłynie na aktywność fitoplanktonu i jego zdolność do wykorzystania zwiększonego poziomu energii słonecznej docierającej do powierzchni Oceanu Arktycznego. Za pomocą pomiarów chemicznych, optycznych i biologicznych in situ przeprowadzonych na statkach badawczych ocenimy, jak różne warunki fizyczne (np. podwyższona temperatura, topnienie lodu morskiego), właściwości chemiczne (np. dostępność składników pokarmowych) wpłynęłyby na aktywność fitoplanktonu w wykorzystaniu zwiększone natężenie światła dostępnego dla fotosyntezy. Zmierzymy stężenia poszczególnych frakcji organicznych i powiązemy te wartości ze zmianami właściwości optycznych wód oceanicznych. Będziemy również dążyć do powiązania zmierzonych stężeń pigmentów fitoplanktonu i powiązania tych informacji ze strukturą zbiorowisk fitoplanktonu, które również zostaną scharakteryzowane na podstawie ich właściwości optycznych – wydajności absorpcji i rozpraszania. Ponadto ocenimy intensywność światła słonecznego otoczenia różnych mas wody, mierząc charakterystykę widmową i intensywność energii słonecznej w Oceanie Arktycznym. Zebrane dane optyczne i biogeochemiczne posłużą do przeprowadzenia symulacji modelowych obliczających propagację światła słonecznego w wodach oceanicznych. Wyniki tych symulacji pozwolą opracować zestaw wzorów matematycznych i algorytmów, które można zastosować do obserwowanych cykli życiowych fitoplanktonu za pomocą satelitów. Takie plany badawcze podejmie grupa polskich, duńskich, norweskich i holenderskich naukowców, którzy wezmą udział w wyprawach oceanograficznych na polskich i norweskich statkach badawczych latem 2024, 2025 i 2026 roku na Ocean Arktyczny.