

"Niebieskie przyrosty" w korzeniach i pniach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) jako proxy ochłodzeń w borealnej i umiarkowanej strefie Europy (bROOT)

Wraz z globalnymi zmianami klimatu wydłuża się sezon wzrostu oraz zwiększają się wahania temperatur na początku i pod koniec tego okresu. To powoduje, że drzewa są coraz częściej narażone na ekstrema klimatyczne, w tym na nagłe ochłodzenia. Drzewa odgrywają istotną rolę jako naturalne archiwa tych zmian klimatycznych. Badanie, jak drzewa reagują na ekstremalne warunki, zwłaszcza na ochłodzenia, jest kluczowe dla zrozumienia wpływu globalnych zmian klimatu na biosferę. Słaje drzew, stanowiące unikalne wskaźniki warunków paleośrodowiskowych, umożliwiają precyzyjne śledzenie ekstremów klimatycznych. Co więcej, w ostatnich dziesięcioleciach coraz większe znaczenie zyskują analizy ilościowe anatomii drewna, które mogą zapewnić nawet sezonowe rozwiązanie tych zdarzeń.

Celem projektu jest dokładne rozpoznanie ochłodzeń poprzez wysokiej rozdzielczości analizy słoików sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w borealnej i umiarkowanej strefie Europy. Zamierzamy przeprowadzić analizy obejmujące okres 250 lat, czyli znacznie dłuższy czas niż instrumentalne dane meteorologiczne dla badanych stref. Ostateczny zakres czasowy naszych analiz będzie zależał od średniego wieku drzewa, z którego pobrano próbkę.

Pierwszą nowością naszych badań jest to, że aby uzyskać holistyczną reakcję wzrostu drzew na ochłodzenia, będziemy badać zarówno pnie, jak i korzenie drzew. Drugą nowością jest to, że skupimy się na „niebieskich przyrostach” (BRs), czyli nie w pełni z lignifikowane słaje drzew. Ich niebieskie zabarwienie to efekt techniki preparacji drewna, w której to na niebiesko barwione są nie do końca zdrewniałe ściany komórkowe drewna. Występowanie BRs jest związane z ochłodzeniem. Spróbujemy zidentyfikować różne typy BR w pniach i korzeniach, co umożliwi rozpoznanie częstotliwości i czasu ochłodzeń z rozdzielczością wewnątrzsezonową.

Nasze badania będą prowadzone głównie w północnej części skandynawskiej strefy borealnej, gdzie drzewa narażone są na jedno z najbardziej ekstremalnych warunków klimatycznych i są bardzo wrażliwe na temperaturę. Zidentyfikowano dwa stanowiska badawcze: Işkoras w Norwegii (69°N) i Värriö w Finlandii (67°N), gdzie występuje ponad 250-letnie sosny z odsłonięciami korzeni. Równoległe badania zostaną przeprowadzone w strefie umiarkowanej w Polsce na terenie Pojezierze Brodnickiego (53°N), gdzie niedawno zidentyfikowaliśmy wysoki udział BR w odsłoniętych korzeniach sosny. Jak dotąd jest to jedyna na świecie dokumentacja BRs w korzeniach drzew.

Korzenie to „święty Graal” w dendrochronologii. Datowanie korzeni stanowi duże wyzwanie dla badaczy ze względu na wiele czynników, takich jak ich nieregularny wzrost, dlatego są rzadko badane. Jednak ostatnie badania wskazują, że korzenie drzew są cennym bioindykatorem zmian środowiskowych. Potencjalnie dłuższy okres wzrostu korzeni w ciągu roku niż pni drzew oraz ich duża wrażliwość klimatyczna pozwolą na uszczegółowienie występowania ochłodzeń. Dodatkowo analizy korzeni i pni pozwolą na pełne zrozumienie wpływu warunków glebowych na wzrost drzew. Przewidujemy, że informacje uzyskane z korzeni na temat epizodów ochłodzeń nie tylko rozszerzą, ale także wzmocnią sygnały identyfikowane z pni drzew.

Wszystkie analizy BRs będą przeprowadzane na podstawie obrazy cyfrowe o wysokiej rozdzielczości, które umożliwią dokładny pomiar zmian anatomicznych na poziomie pojedynczych komórek drewna. Powiążemy występowanie BRs z dziennymi danymi klimatycznymi. Rozpoznamy i) charakter sezonu wzrostu pnia i korzeni sosny, w tym jego początek i koniec, oraz ii) warunki termiczne i glebowe wpływające na wzrost sosny w strefie borealnej i umiarkowanej.

Podjęte zostaną badania nad lignifikacją ścian komórkowych w drzewach, czyli procesem odpowiedzialnym za tworzenie i odporność drewna. Celem tego badania jest pogłębienie naszej wiedzy na temat fizjologicznych mechanizmów stojących za lignifikacją drewna i relacji z temperaturą. W rezultacie projekt wniesie znaczący wkład w szerszą dyskusję na temat progów termicznych wpływających na tworzenie się słoików drzew. Ponadto wyniki naszych badań będą stanowić pierwszą pełną dokumentację BRs w korzeniach i pniach drzew. Umożliwi to utworzenie ilościowego repozytorium zawierającego szczegółowe informacje na temat epizodów ochłodzenia i reakcji drzew z dużą rozdzielczością czasową.

Odkrywanie skomplikowanych „niebieskich słoików” w korzeniach i pniach sosny zwyczajnej znacząco przyczyni się do lepszego zrozumienia, w jaki sposób drzewa reagują na ekstremalne warunki klimatyczne. Ponadto kompleksowe dokumentowanie ich reakcji na epizody ochłodzenia uwydatni kluczową rolę drzew w odkrywaniu skutków globalnych zmian klimatycznych na biosferę.