

Streszczenie

Globalne ocieplenie wpływa na funkcjonowanie ekosystemów na całym świecie w bezprecedensowym tempie, a regiony Arktyki i obszary wysokogórskie doświadczają tych zmian w sposób szczególny. Himalaje i Arktyka—charakteryzujące się niskimi temperaturami i krótkimi sezonami wegetacyjnymi—są świadkami jednych z najbardziej wyraźnych zmian ekologicznych. Chociaż rośliny w tych regionach wykształciły szereg przystosowań, nakładające się czynniki takie jak wzrost temperatury, regresja lodowców, degradacja wieloletniej zmarzliny i susza fizjologiczna zwiększają poziom stresu środowiskowego, zagrażając zarówno bioróżnorodności, jak i funkcjonowaniu ekosystemów. Lepsze zrozumienie jak rośliny arktyczne i wysokogórskie reagują na zmiany klimatyczne jest kluczowe dla przewidywania i łagodzenia ich skutków. Niniejsza rozprawa wykorzystuje analizy dendrochronologiczne i anatomiczne drewna do zbadania, jak wybrane gatunki roślin arktycznych i wysokogórskich adaptują się do zmieniających się warunków środowiskowych i pełnią rolę wskaźników tych zmian. Poprzez analizę wzorców wzrostu, struktur ksylemu i korelacji z warunkami klimatycznymi, przedstawione wyniki badań dostarczają informacji o wpływie współczesnego ocieplenia na zbiorowiska roślinne w tych ekstremalnych siedliskach. Wykorzystując analizy dendroklimatologiczne w pracy przedstawiono nowe chronologie przyrostowe dla różnych gatunków oraz określono ich reakcję dendroklimatyczną. Przy użyciu analiz dendroekologicznych oceniono jak analizowane gatunki roślin reagują na zróżnicowane czynniki środowiskowe. Rozprawa składa się z serii powiązanych merytorycznie artykułów, z których każdy koncentruje się na konkretnym gatunku lub regionie, opisując i analizując zapis współczesnych zmian klimatycznych w przyrostach rocznych krzewów i krzewinek.

Artykuł I dotyczy wierzby zielnej (*Salix herbacea*) z subarktycznej Islandii, analizując jej zdolność do zapisu zmian środowiskowych w dwóch kontrastujących reżimach klimatycznych. Pomimo różnic klimatycznych badania pokazują, że *S. herbacea* jest cennym wskaźnikiem suszy, szczególnie w relatywnie suchym regionie północno-wschodniej Islandii. Rozwijając ten problem, **Artykuł II** porównuje chronologie przyrostowe dwóch gatunków: wierzby zielnej (*S. herbacea*) i wierzby arktycznej (*S. arctica*), podkreślając ich różne reakcje na zmiany temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Ponadto, zmienność wielkości naczyń i struktur włókien podkreślają znaczenie anatomii drewna w kształtowaniu klimatycznych adaptacji każdego z tych gatunków. *S. arctica* reaguje pozytywnie na wzrost temperatury, podczas gdy *S. herbacea* rozwija się lepiej przy wyższych opadach. Ta kontrastująca reakcja uwiadamia różnorodność strategii adaptacyjnych tego rodzaju do zmieniających się warunków środowiskowych.

Artykuł III koncentruje się na wierzbie polarnej (*Salix polaris*) z Centralnego Spitsbergenu w Wysokiej Arktyce. Stwierdzono, że sama temperatura lata nie wyjaśnia w pełni wzrostu tego gatunku. Zamiast tego, lokalne czynniki—takie jak wzmożona infiltracja wody w glebie, czas wytapiania pokrywy śnieżnej i epizody „rain-on-snow” w zimie—w zdecydowany sposób wpływają na wzrost krzewinek. Na niższych wysokościach n.p.m. wzrost *S. polaris* jest

uzależniony od wilgotności gleby i opadów w okresie wczesnego lata, podczas gdy na wyżej położonych stanowiskach temperatura drugiej części sezonu wegetacyjnego ma zdecydowanie większy wpływ na wzrost tej krzewinki. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie jedynie wartości temperatury powietrza jako czynnika determinującego wzrost roślin jest niewystarczające i może pomijać wpływ kluczowych czynników mikrosiedliskowych.

Dotyczący obszarów wysokogórskich **Artykuł IV**, przedstawia 66-letnią chronologię przyrostów rocznych różanecznika wschodniokarpackiego (*Rhododendron myrtifolium*) z obszaru Karpat Wschodnich. Stwierdzono silną dodatnią zależność pomiędzy temperaturą lata a szerokością przyrostów rocznych tego gatunku. Prawdliwość ta kontrastuje z wynikami uzyskanymi dla gatunków drzew (*Picea abies*, *Abies alba*) rosnących w strefie lasu, gdzie stwierdzono negatywny wpływ sierpniowej temperatury powietrza na szerokość przyrostów rocznych. Uzyskane wyniki badań podkreślają odporność *R. myrtifolium* na wzrost temperatury i jego potencjał jako wrażliwego wskaźnika klimatycznego. **Artykuł V** przenosi uwagę na Himalaje, gdzie szczegółowo analizowano anatomię drewna krzewu różanecznika *Rhododendron campanulatum*. Po raz pierwszy w literaturze przedstawiono anatomiczne dowody zaburzeń rozwoju drewna związane z inwazją mszyc w stanowiskach wysokogórskich, co w znacznym stopniu jest związane z coraz częstszym występowaniem susz. Dotychczas ten czynnik nie był brany pod uwagę zarówno w kontekście zagrożenia dla flory wysokogórskiej Himalajów, jak i zaburzeń w przebiegu chronologii przyrostowych. Zaburzenia te mogą mieć istotny wpływ na wiarygodne rekonstrukcje warunków klimatycznych tej części Azji.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że reakcja analizowanych gatunków roślin na zmiany klimatyczne jest złożona, zależna zarówno od gatunku jak i lokalnych warunków siedliskowych. Analizy dendrochronologiczne i anatomii drewna stanowią istotną podstawę do badania reakcji roślin arktycznych i alpejskich na zmiany klimatyczne. Integrując te metody z danymi klimatycznymi i obserwacjami ekologicznymi, podejście to pogłębia nasze zrozumienie, jak wybrane gatunki adaptują się do szybko zmieniających się warunków klimatycznych w różnych regionach. Uzyskane wyniki badań wskazują na czynniki, które mogą wpływać na obserwowane trendy „zielenienia” i „brązowienia” tundry lub spowodować gradację owadów (np. mszyc).