

STRESZCZENIE

WIELOWIEKOWE CHRONOLOGIE SOSNY (*Pinus sylvestris* L.)
I JODŁY (*Abies alba* Mill.) Z REGIONU MAŁOPOLSKI
ORAZ ICH INTERPRETACJA PALEOKLIMATYCZNA

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących dendrochronologii i denroklimatologii sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) z obszaru Małopolski. Wynikiem tych badań było zestawienie dwóch 900-letnich regionalnych standardów obejmujących następujące okresy czasu: 1109–2004 AD dla jodły i 1091–2006 AD dla sosny. Analizą objęto około 3000 prób drewna, które pochodziło z wykopalisk archeologicznych, obiektów architektonicznych, wyrobisk górniczych kopalni soli w Wieliczce i Bochni, a także z drzew rosnących.

W trakcie prac nad konstrukcją standardów uzyskano datowania bezwzględne licznych obiektów. Datowania te wskazywały lub potwierdzały czas ich budowy, przebudowy czy napraw. Wśród tych obiektów były liczne zabytkowe kościoły z województwa małopolskiego i świętokrzyskiego. Dzięki przeprowadzonym badaniom uzyskano daty wznoszenia konstrukcji dachowych kościołów w Czerwonym Chotlu (1449 AD), Zborówku (1458 AD), Chrobrzu (1547 AD), Krzcięcicach (1538 AD), Strzelcach Wielkich (1784 AD), Grabiach (1736 AD), czy kościele kolegiackim w Wiślicy (1355 AD). Datowania dendrochronologiczne pozwoliły też określić daty przeprowadzania remontów konstrukcji dachowych w kościołach w Szańcu (1657 AD), Kossowie (1776 AD), Małogoszczy (1658 AD), Dobrowodzie (1762 AD), Nowym Korczynie (1776 AD), Jędrzejowie (1827 AD), Górcie Kościelniczej (1689 AD) i Wiślicy (1443 AD). Poza datowaniami obiektów architektonicznych zestawione standardy umożliwiły datowanie bezwzględne artefaktów pochodzących z wykopalisk archeologicznych, np. zabudowań drewnianych na Rynku w Krakowie, po zachodniej stronie Sukiennic. Pozostałości podwalin dawnych budynków o konstrukcjach szkieletowych czy fragmenty ruchomych stoisk, straganów, elementy studni i rur wodociągowych pochodzą z końca XIII i połowy XIV w. Jednymi z najstarszych badanych elementów drewnianych pochodzących z wykopalisk archeologicznych okazała się studnia zlokalizowana niedaleko Krakowa w Zakrzowcu, która została wykonana w latach 30–40. XIII w. Inne obiekty drewniane wydatowane dendrochronologicznie, a pochodzące z wykopalisk archeologicznych prowadzonych na Rynku w Bytomiu, Starym Mieście w Rybniku, czy na Starym Mieście w Wodzisławiu Śląskim są młodsze. Dzięki przeprowadzonym badaniom określono czas ich wznoszenia, przebudowy, a także rozbudowy. Stare kramy na Rynku w Bytomiu, a także nawierzchnia Rynku zostały wybudowane w końcu XIII w. Młodsze są konstrukcje budynków mieszkalnych na Rynku w Rybniku pochodzące z połowy XVI w. (1555 AD). W Wodzisławiu Śląskim zabudowa Starego Miasta i fragmenty drogi reprezentują szeroki przedział czasu: od 1658 r. aż do początków XIX w. (1816 AD).

Wiele datowań dendrochronologicznych uzyskano dla drewna występującego w kopalniach soli w Bochni i Wieliczce. Te zabytkowe kopalnie powstałe w XIII w. na starych poziomach eksploatowanych w średniowieczu zawierają drewno z tamtych czasów, które zachowane jest w wyrobiskach górniczych jako elementy obudowy, bądź jako urządzenia i sprzęt górniczy. Przeprowadzone analizy dendrochronologiczne drewna z obu kopalń pozwalają nie tylko określić czas ścinania drzew, których drewno użyto do budowy obudów czy urządzeń, ale także określić czas ich przebudów czy napraw. Najstarsze drewno w obudowach górniczych stwierdzono w komorze Dusząca (1387, 1390, 1405, 1422 AD) i szybie Goryszowski (1485–1495 AD) w kopalni soli w Wieliczce. Komora Dusząca jest przykładem wyrobiska, gdzie mamy drewno pochodzące z różnego czasu, świadczące o naprawach obudowy około 1422 roku, 1480, 1630, 1692, 1817 i 1905 r. W wielu przypadkach datowanie dendrochronologiczne drewna występującego w wyrobiskach jest zgodne z czasem ich powstawania, jak na przykład komory Stanetti w kopalni soli w Bochni (1824–1858 AD) czy podsadzka w koszu Rabsztyn

(1721, 1728, 1738 i 1740 AD). Datowanie dendrochronologiczne uzyskały również zabytkowe narzędzia i urządzenia górnicze, np. kierat Ważyński w kopalni w Bochni (1673, 1702 AD).

Przedstawione przykłady datowania materiału badawczego różnego pochodzenia świadczą o szerokiej możliwościach zastosowania nowo utworzonych standardów w datowaniach różnych obiektów: począwszy od obiektów architektonicznych, poprzez wyrobiska górnicze, aż po artefakty występujące w wykopaliskach archeologicznych.

Utworzone chronologie regionalne dla Małopolski wykazują wysoką zbieżność z chronologiami regionalnymi z obszarów sąsiednich. Małopolski standard jodłowy najwyższe podobieństwo wykazał z chronologią austriacką ($t = 20.079$) i niemiecką zestawioną dla Saksonii i Turyngii ($t = 19.928$), nieco niższe natomiast ze wzorcem przyrostowym z południa Niemiec ($t = 18.568$) i Czech ($t = 17.348$). Niższe wartości podobieństwa uzyskała Małopolska chronologia sosnowa, t około 12, ze standardem kujawsko-pomorskim i środkowoniemieckim, $t = 10.789$. Z pozostałymi porównywanymi standardami chronologia małopolska uzyskała niższe wartości t w granicach 6: standardy północnopolski, warmińsko-mazurski, suwalski, gotlandzki.

Chronologie małopolskie są nie tylko precyzyjnym narzędziem datującym, ale także naturalnym archiwum klimatycznym mającym zastosowanie w rekonstrukcji klimatu w przeszłości. Ekstremalne zdarzenia pogodowe, takie jak: mroźne, długotrwałe zimy, gorące i suche lata, późne przymrozki czy powodzie identyfikowane są jako lata wskaźnikowe. W czasie ostatnich 900 lat w chronologii jodłowej wyróżniono 120 lat wskaźnikowych pozytywnych i negatywnych, z przewagą lat negatywnych. Najwięcej lat wskaźnikowych wystąpiło w XIII w. (21). Znacznie mniej zidentyfikowano lat wskaźnikowych w chronologii sosnowej, tylko 57; aż 12 z nich wystąpiło w XVI w. W relacjach przyrost roczny – klimat funkcja odpowiedzi wykazała zdecydowany wpływ temperatury miesięcy zimowych, w przypadku jodły całego okresu zimowego: od grudnia do marca, natomiast u sosny najważniejszą rolę odgrywa koniec okresu zimy (luty, marzec). Opady u obu gatunków miały mniejsze znaczenie. W ostatnich dziesięcioleciach w przyrostach rocznych jodeł i sosen obserwuje się redukcje szerokości ich przyrostów. Są one wywołane w głównej mierze wpływami zanieczyszczeń przemysłowych powietrza. Zanieczyszczenia te powodują zmiany w zależnościach przyrost roczny – klimat. U sosny wpływ na szerokość słoju obok temperatury lutego i marca ma również temperatura grudnia. Natomiast u jodły obok temperatur miesięcy zimowych (XII–III) dodatkowo pojawia się wpływ temperatury lipca i sierpnia. W przypadku opadów w okresie wzmożonego oddziaływania zanieczyszczeń przemysłowych nie obserwuje się ich znaczącego wpływu i nie odgrywają one większej roli.

Zależność przyrostu rocznego od średnich miesięcznych temperatur 4 miesięcy zimowych (XII, I, II, III) u jodły i dwóch (II, III) u sosny została wykorzystana do rekonstrukcji tych temperatur w ostatnich 900 latach w Małopolsce. Obie nowo zestawione chronologie małopolskie zostały wykorzystane jako predyktor. Na ich podstawie wyznaczono okresy występowania niskich temperatur w całym okresie zimy (chronologia jodłowa) i pod koniec okresu zimowego (chronologia sosnowa). Niskie temperatury w całym okresie zimowym wystąpiły w latach: 1200–1320, 1350–1450, 1490–1530, 1560–1595, 1630–1780, 1820–1920, natomiast chłodne okresy końca zim (II–III) zidentyfikowano w latach: 1140–1190, 1220–1320, 1365–1405, 1570–1780, 1830–1920 i 1959–1990. Niektóre z wymienionych okresów chłodnych korelują się z okresami mniejszej aktywności Słońca. Minimum Wolfa zaznaczające się na przełomie XIII i XIV w. (1280–1350) powiązać można z zaznaczającym się epizodem chłodnych miesięcy zimowych XII–III u jodły i II–III u sosny w 1280–1320 w długotrwałym, ponad stuletnim okresie ochłodzenia 1200–1320. Chłodny okres zaznaczający się na przełomie XV i XVI w. (1490–1530) skorelować można z minimum Spörera (1460–1550), a 150-letni okres chłodnych zim w XVII i XVIII w. (1630–1780) z minimum Maundera (1645–1715).

Przeprowadzone rekonstrukcje temperatur zimowych w Małopolsce i wyznaczone na ich podstawie fazy cieplejszych i chłodniejszych zim znajdują odzwierciedlenie w schemacie długookresowych zmian klimatycznych: Średniowiecznym Okresie Ciepła, Małej Epoce Lodowej i Współczesnym Okresie Ocieplenia. Okresy występowania wyższych temperatur (XII–III) w 1130–1200 w przypadku jodły i (II–III) w 1100–1140 w przypadku sosny można powiązać

z końcową fazą Średniowiecznego Okresu Ciepła. Natomiast długotrwały okres występowania niekorzystnych temperatur zim rozpoczynający się około 1560/1570 r. interpretować można jako początek Małej Epoki Lodowej, której zakończenie na obszarze Małopolski przypada na lata 20. XX w. Ostatni z wyróżnionych długookresowych zmian klimatu, Współczesny Okres Ocieplenia, zaznacza się w przeprowadzonych rekonstrukcjach w trzeciej dekadzie ubiegłego wieku.

Wyniki analiz dendrochronologicznych drewna sosnowego i jodłowego z Małopolski i opracowanie 900-letnich standardów regionalnych w znaczący sposób uzupełnia zestaw polskich standardów dendrochronologicznych. Zestawione chronologie dla Małopolski są drugimi w Polsce, tak długimi wzorcami przyrostowymi dla drewna tych gatunków (po chronologii północnopolskiej dla sosny autorstwa A. Zielskiego i południowopolskiej chronologii jodłowej opracowanej przez autorkę).