

Mariusz Gławenda

Technikum Architektury Krajobrazu, Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych im. Włodzimierza Puchalskiego w Męckiej Woli, e-mail: mg_77@op.pl

Szymon Bijak

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, e-mail: szymon.bijak@wl.sggw.pl

SYGNAŁ KLIMATYCZNY W PRZYROSTACH ROCZNYCH ŻYWOTNIKA OLBRZYMIEGO (*THUJA PLICATA*) Z DWÓCH STANOWISK W POLSCE

*CLIMATE SIGNAL IN RADIAL GROWTH OF WESTERN RED CEDAR (*THUJA PLICATA*) FROM TWO LOCATIONS IN POLAND*

Słowa kluczowe: dendroklimatologia, *Thuja plicata*, Polska

Key words: dendroclimatology, Thuja plicata, Poland

Abstract. The paper describes the response of western red cedar (*Thuja plicata* D. Don) growing at two sites in Poland to the impact of climate conditions. The research material was collected in Dobrzany Forest District (north-western Poland) and in the Rogów Arboretum (central Poland). Chronology from Dobrzany covers the period from 1941 to 2009, while the one for Rogów – from 1936 to 2010. We found significant impact of February and March temperature, and of precipitation in November and February on radial growth of western red cedars from Dobrzany, while radial increment of trees from Rogów significantly depended only on temperature in March and precipitation in February.

WSTĘP

Podstawowa rola, jaką warunki klimatyczne odgrywają w formowaniu przyrostu rocznego drzew [Fritts 1976; Schweingruber 1996] powoduje, że wiedza odnośnie ich wpływu na funkcjonowanie różnych gatunków drzew jest jednym z głównych wymagań prowadzenia właściwej gospodarki leśnej. Jest to szczególnie istotne, gdyż dynamika warunków meteorologicznych charakteryzuje się znacznymi wahaniami zarówno z miesiąca na miesiąc, jak i z roku na rok. Ta znaczna zmienność czynników kształtujących wzrost może powodować zakłócenia w rozwoju roślin, prowadząc często do ich poważnego uszkodzenia [Tumiłowicz 2000].

Kwestia adaptacji obcych gatunków drzew leśnych do warunków klimatycznych naszego kraju stanowi cały czas rzadko podejmowany problem badawczy. Dotychczasowe polskie badania koncentrowały się przede wszystkim na najpopularniejszych w naszych lasach: daglezi zielonej *Pseudotsuga menziesii* [Cedro 2004; Feliksik, Wilczyński 2004, 2009] i dębie czerwonym *Quercus rubra*

[Bijak i in. 2012a, b; Cedro, Nowak 2013]. Ponadto Feliksik i Wilczyński [2008] przeprowadzili analizy dendroklimatologiczne dla świerka sitkajskiego *Picea sitchensis*, Gławenda i Koprowski [2012] – dla choiny zachodniej *Tsuga heterophylla*, a Wilczyński i in. [2014] – dla metasekwoi chińskiej *Metasequoia glyptostroboides*.

Żywotnik olbrzymi (*Thuja plicata* D. Don) to niezbyt często spotykany w polskich lasach gatunek pochodzący z zachodniej części Ameryki Północnej. Istnieje kilkadziesiąt małych drzewostanów i kęp tego gatunku o łącznej powierzchni około 8 ha [Tumiłowicz 1977a]. Celem pracy było poznanie wpływu warunków klimatycznych na przyrost radialny żywotnika olbrzymiego rosnącego w Polsce.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy zebrano na dwóch stanowiskach żywotnika olbrzymiego położonych w odmiennych warunkach klimatycznych. Stanowisko w Dobrzanach (53°21' N, 15°28' E) zlokalizowane jest w północno-zachodniej Polsce, natomiast stanowisko w Rogowie (51°49' N, 19°53' E) znajduje się w centralnej części kraju. W Dobrzanach badany żywotnik rośnie wraz z choiną zachodnią i daglezią zieloną w niedużej kępie w drzewostanie gospodarczym na siedlisku lasu świeżego. W Arboretum w Rogowie badane drzewa rosły również na siedlisku lasu świeżego w litej kępie.

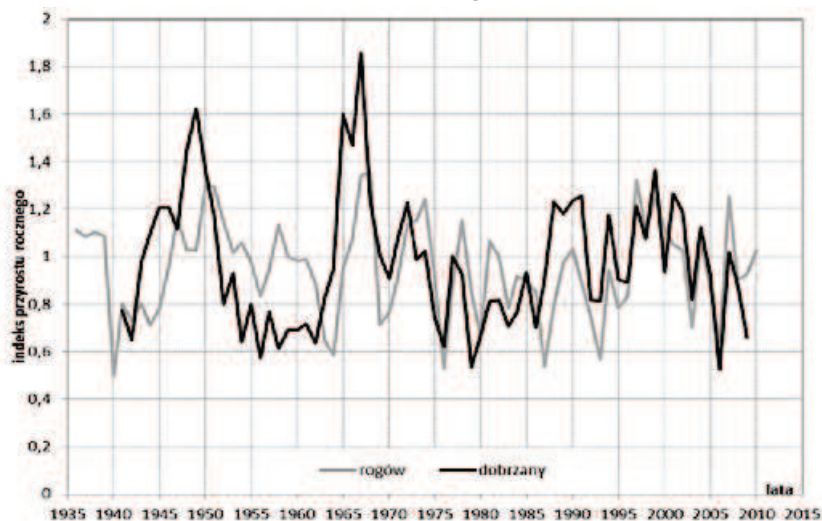
Do badań wybrano drzewa bez zewnętrznych oznak chorobowych i uszkodzeń, znajdujące się w I lub II klasie Kraftha. W Dobrzanach wytypowano 20 drzew, a w Rogowie – 16. Z każdego drzewa za pomocą świdra przyrostowego, z wysokości pierśnicy, pobrano wywiarty dordzeniowe. Pozyskane próby zostały standardowo przygotowane i zeskanowane w rozdzielczości 1200 dpi. Stosując program CooRecorder (Cybis Elektronik & Data AB) zmierzono szerokość przyrostów rocznych z zaokrągleniem do 0,01 mm. Na tej podstawie opracowano osobnicze sekwencje szerokości słoju rocznych. Następnie w programie CDdendro (Cybis Elektronik & Data AB) sprawdzono poprawność wykonanych pomiarów i oceniono podobieństwo chronologii z poszczególnych drzew w obrębie stanowiska. Sekwencje najmniej podobne do pozostałych wyłączono z dalszej analizy. Ostatecznie do badań dendroklimatologicznych wykorzystano materiał z 16 żywotników z Dobrzan i z 14 drzew rosnących w Rogowie.

Dla obu stanowisk opracowano chronologie standardowe, czyli pozbawione trendu wiekowego serie indeksów przyrostu rocznego. Indeksację przeprowadzono stosując pakiet dplR [Bunn 2008] ze środowiska R (www-r-project.org). Do eliminacji zmienności związanej z wiekiem wykorzystano funkcję sklejaną (spline). Wpływ warunków klimatycznych na przyrost badanych żywotników na grubość określono na podstawie tzw. funkcji odpowiedzi [Fritts 1976], która w modelu regresji i korelacji wielorakiej wiąże szerokość słoja (zmienna zależna)

z parametrami klimatycznymi (zmiennie wyjaśniające). Obliczenia wykonano, wykorzystując pakiet bootRes [Zang, Biondi 2013]. Jako dane wejściowe wykorzystano opracowane chronologie standardowe oraz średnie miesięczne wartości temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych od października roku poprzedzającego formowanie się słoja do września roku tworzenia przyrostu (łącznie 12 miesięcy). Analizę przeprowadzono dla lat 1951-2009, czyli okresu wspólnego dla obu stanowisk. Dane klimatyczne pochodziły ze stacji IMGW w Szczecinie (55 km na zachód od Dobrzan) oraz z prowadzonej przez Katedrę Hodowli Lasu SGGW w Warszawie stacji meteorologicznej w Rogowie. Istotność obserwowanych relacji klimat-przyrost radialny oceniono na poziomie istotności 0,05.

WYNIKI

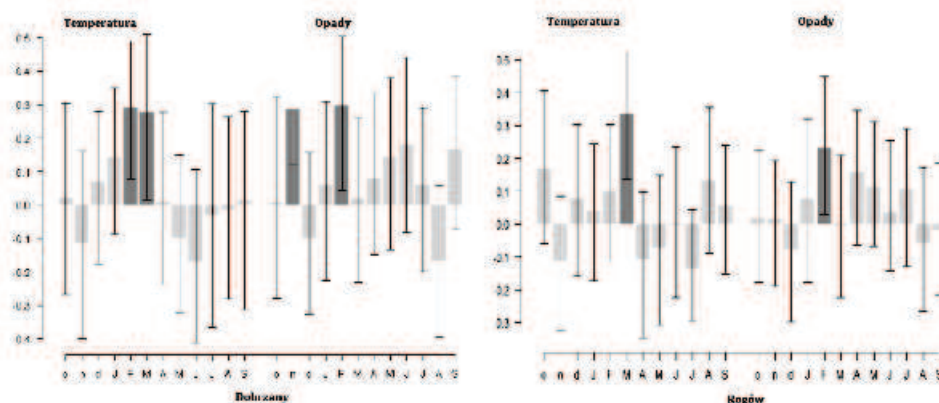
Dla stanowiska Dobrzany zestawiono chronologię obejmującą okres od 1941 do 2009 roku, a dla stanowiska w Rogowie okres od 1936 do 2010 roku (ryc. 1). Współczynnik podobieństwa GLK dla tych dwóch chronologii wynosił 62%. Synchroniczność zmian przyrostu rocznego żywotnika rosnącego na analizowanych stanowiskach szczególnie jest widoczna dla okresu ostatnich 20-25 lat, kiedy na obu stanowiskach żywotniki wyszły z cechującego się dużą dynamiką i zróżnicowaniem okresu wzrostu młodzieńczego.



Ryc. 1. Chronologie standardowe żywotnika olbrzymiego ze stanowisk Dobrzany i Rogów
Źródło: Opracowanie własne.

Badane żywotniki z Dobrzan i Rogowa charakteryzują się zbliżoną zależnością przyrostu radialnego od warunków klimatycznych (ryc. 2). Kluczową rolę w tworzeniu słoja przez rosnące w Polsce drzewa tego gatunku odgrywają temperatura powietrza i opady atmosferyczne pod koniec zimy i na początku

wiosny (luty-marzec). Interesujący jest istotny pozytywny wpływ opadów w listopadzie na przyrost żywotników w Dobrzanach. Nie stwierdzono natomiast istotnego statystycznie związku szerokości słoja analizowanych drzew z warunkami meteorologicznymi w okresie wegetacyjnym.



Ryc. 2. Zależność szerokości przyrostów rocznych drewna żywotnika olbrzymiego z Dobrzan i Rogowa od temperatury i opadów (małe litery – miesiące roku poprzedzającego przyrost, duże litery – rok bieżący, o – październik, ..., S – wrzesień; ciemnoszary – wartości istotne przy $p=0,05$)

Źródło: Opracowanie własne.

DYSKUSJA

Analiza dendroklimatologiczna pozwala ustalić charakter relacji między warunkami klimatycznymi a aktywnością kambium. Może być wykorzystywana do poznania wymagań ekologicznych poszczególnych gatunków drzew oraz oceny wpływu warunków siedliskowych na ich wzrost i przyrost. W przypadku gatunków obcych może stanowić narzędzie do oceny stopnia ich aklimatyzacji [Fritts 1976; Schweingruber 1996]. Jak dotąd żywotnik olbrzymi (*Thuja plicata* D. Don) rzadko był przedmiotem badań dendroklimatologicznych tak w rejonie swojego naturalnego występowania, jak i w miejscach introdukcji tego gatunku. Z powodu braku materiałów źródłowych opisujących relacje klimat-przyrost radialny tego gatunku oraz w związku z tym, że w swoim naturalnym zasięgu gatunek ten bardzo często tworzy drzewostany wspólnie z dągleżą zieloną (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), choiną zachodnią (*Tsuga heterophylla* Sarg.) lub świerkiem sitkajskim (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) [Minore 1983], rezultaty naszych badań dyskutowane są z wynikami studiów dendroklimatologicznych przeprowadzonych dotychczas dla tych gatunków rosnących w Polsce.

Podobieństwo chronologii uzyskanych z analizowanych stanowisk świadczy o zbliżonym charakterze reakcji żywotnika na zmieniające się z roku na rok warunki klimatyczne. Stwierdzona dodatnia korelacja szerokości słoja przyrostu rocznego

z temperaturą przełomu zimy i przedwiośnia (ryc. 2) obserwowana jest również w przypadku pozostałych introdukowanych do naszych lasów gatunków iglastych. Dla daglezi obserwacje takie poczyniono zarówno w Polsce północno-zachodniej [Cedro 2004; Feliksik, Wilczyński 2004, 2008], jak i w Rogowie [Bijak 2013]. Natomiast u choiny zachodniej stwierdzono ją w Dobrzanych [Gławenda, Koprowski 2012], a u świerka sitkajskiego w Nadleśnictwie Sławno [Feliksik, Wilczyński 2008]. Uzyskaną korelację z temperaturą przedwiośnia można tłumaczyć dużą zmiennością temperatury w Europie Środkowej i często zdarzającymi się nawrotami zimy w marcu. Bijak [2013] zwraca uwagę na duże znaczenie u gatunków iglastych suszy fizjologicznej na przedwiośniu w przypadku braku pokrywy śnieżnej i przemrożenia gleby. Stwierdzona zależność od temperatury przedwiośnia jest o tyle ciekawa, że w naturalnym obszarze występowania żywotnik olbrzymi jest gatunkiem dość dobrze tolerującym mrozy zimowe [Minore 1983]. Większe znaczenie dla tego gatunku ma występowanie wczesnych przymrozków jesiennych i późnych przymrozków wiosennych, które powodują poważne uszkodzenia. Jak podaje Minore [1983] w 1945 roku kwietniowy mróz (-9°C) zniszczył prawie cały młodnik żywotnika olbrzymiego na plantacji w Szkocji. Relacja taka nie jest widoczna w uzyskanych przez nas wynikach. Być może spowodowane jest to generalnie łagodniejszym klimatem w Polsce niż w naturalnym zasięgu żywotnika.

Obserwowana zależność wielkości przyrostu rocznego badanych żywotników od ilości opadów w lutym podobna jest do reakcji, jaką stwierdzono na Pomorzu u świerka sitkajskiego [Feliksik, Wilczyński 2008] czy u daglezi zielonej [Cedro 2004, Feliksik, Wilczyński 2008, 2009]. Wydaje się, że relację tę należy wiązać z wyższą temperaturą, która zimą występuje w powiązaniu z dużym zachmurzeniem. Pozytywny wpływ opadów w listopadzie roku poprzedzającego odłożenie się słoja stwierdzono tylko u żywotników w Dobrzanych. Taką zależność zaobserwowano również u choiny zachodniej rosnącej na tym stanowisku [Gławenda, Koprowski 2012]. Badany żywotnik olbrzymi nie wykazał reakcji przyrostu drewna na ilość opadów w miesiącach letnich. Korelację szerokości słoja z opadami lipca została natomiast stwierdzona u choiny zachodniej z tego samego stanowiska w Nadleśnictwie Dobrzany [Gławenda, Koprowski 2012] oraz u świerka sitkajskiego w Nadleśnictwie Sławno [Feliksik, Wilczyński 2008]. Żywotnik olbrzymi wytwarza głęboki system korzeniowy i jest dość odporny na deficyt wody. Podczas kilkuletniej suszy (1982-1984) w Arboretum Kórnickim wykazał znacznie większą wytrzymałość niż popularnie uprawiany w terenach zieleni żywotnik zachodni (*Thuja occidentalis* L.) [Bugala 2000]. Duże znaczenie w przypadku tej relacji może mieć inny rozkład opadów w Polsce i Ameryce Północnej. Większość opadów w naturalnym zasięgu żywotnika przypada na okres zimowy, a latem często występują susze. Tumiłowicz [1977b] tłumaczy tym faktem dużą tolerancję na suszę u daglezi, mimo znacznie mniejszych sum opadów rocznych w Polsce niż w naturalnym zasięgu. Niewykluczone, że w przypadku żywotnika sytuacja jest podobna.

PODSUMOWANIE

Badane żywotniki rosnące na dwóch stanowiskach w Polsce północno-zachodniej i centralnej charakteryzują się podobnym związkiem przyrostu radialnego drzew z warunkami klimatycznymi. Uzyskane wyniki sugerują, że najważniejszą rolę w kształtowaniu szerokości słoja przyrostu rocznego analizowanych drzew odgrywają warunki termiczno-wilgotnościowe końca zimy i początku wiosny, czyli w okresie bezpośrednio poprzedzającym rozpoczęcie wegetacji. Żywotnik olbrzymi jest gatunkiem, który dostosował się do warunków klimatycznych Polski. Przemawia za tym duże podobieństwo do innych północnoamerykańskich gatunków w kontekście zależności przyrostu radialnego od warunków klimatycznych.

LITERATURA

- Bijak, Sz. (2013). *Sygnal klimatyczny w przyroście radialnym wybranych iglastych gatunków drzew w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Rogów*. Leśne Prace Badawcze 74 (2): 101–110.
- Bijak, Sz., Bronisz, A., Bronisz, K. (2012a). *Wpływ czynników klimatycznych na przyrost radialny dębu szypułkowego i czerwonego w LZD Rogów*. Studia i Materiały CEPL w Rogowie 14/1 (30): 121-128.
- Bijak, Sz., Bronisz, A., Bronisz, K. (2012b). *Wpływ ekstremalnych warunków klimatycznych na przyrost radialny dębu czerwonego *Quercus rubra* w LZD Rogów*. Studia i Materiały CEPL w Rogowie 14/4 (33): 163-170.
- Bugała, W. (2000). *Drzewa i krzewy*. Warszawa: PWRiL.
- Bunn, A.G. (2008). *A dendrochronology program library in R (dplR)*. Dendrochronologia 26: 115–124.
- Cedro, A. (2004). *Zmiany klimatyczne na Pomorzu Zachodnim w świetle analizy sekwencji przyrostów rocznych sosny zwyczajnej, daglezi zielonej i rodzimych gatunków dębów*. Szczecin: Oficyna IN PLUS.
- Cedro, A., Nowak, G. (2013). *Tree ring width and health status of the red oak (*Quercus rubra* L.) under urban conditions in Szczecin (NW Poland)*. Plant Div. Evol. 130 (3-4): 183–194. DOI: 10.1127/1869-6155/2013/0130-0064.
- Feliksik, E., Wilczyński, S. (2004). *Klimatyczne uwarunkowania przyrostu radialnego daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) rosnącej na obszarze Polski*. Sylwan 148 (12): 31–38.
- Feliksik, E., Wilczyński, S. (2008). *Sygnal klimatyczny w słojach *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. oraz *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco*. Sylwan 152 (6): 3-13.
- Feliksik, E., Wilczyński, S. (2009). *The effect of climate on tree ring chronologies of native and nonnative tree species growing under homogenous site conditions*. Geochronometria 33: 49-57.
- Fritts, H. (1976). *Tree Rings and Climate*. London: Academic Press.
- Gławenda, M., Koprowski, M. (2012). *Dendrochronologiczna analiza przyrostów radialnych choiny zachodniej (*Tsuga heterophylla* Sarg.) z Pomorza Zachodniego (Nadleśnictwo Dobrzany)*. Sylwan 156 (4): 287–293.

- Minore, D. (1983). *Western red cedar: A literature review*. USDA For. Sew Gen. Tech. Rep. PNW-150.
- Schweingruber, F.H. (1996). *Tree Rings and Environment. Dendroecology*. Berne, Stuttgart, Vienne: Haupt.
- Tumiłowicz, J. (1977a). *Żywotnik olbrzymi Thuja plicata Donn*. W: S. Bellon, J. Tumiłowicz, S. Król (red.). *Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym*. Warszawa: PWRiL.
- Tumiłowicz, J. (1977b). *Jedlica Pseudotsuga menziesii Franco*. W: S. Bellon, J. Tumiłowicz, S. Król (red.). *Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym*. Warszawa: PWRiL.
- Tumiłowicz, J. (2000). *Strefy klimatyczne dla uprawy drzew i krzewów w Polsce*. Szkółkarstwo 4.
- Wilczyński, S., Muter, E., Wertz, B. (2014). *The application of the tree-ring chronologies in assessing ecological requirements of Metasequoia glyptostroboides growing in southern Poland*. *Geochronometria* 41 (2): 129-135. DOI 10.2478/s13386-013-0149-y.
- Zang, Ch., Biondi, F. (2013). *Dendroclimatic calibration in R: The bootRes package for response and correlation function analysis*. *Dendrochronologia* 31: 68-74.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują dr. hab. Marcinowi Koprowskiemu z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu za pomoc przy analizach. Badania w Rogowie sfinansowano ze środków grantu MNiSW nr N N309 170639 pt. „Wpływ warunków klimatycznych na przyrost oraz aktywność kambialną rodzimych i obcych gatunków drzew w LZD Rogów”.

STRESZCZENIE

Celem pracy było poznanie odpowiedzi żywotnika olbrzymiego (*Thuja plicata* D. Don), rzadko spotykanego w polskich lasach gatunku pochodzącego oryginalnie z zachodniej Ameryki Północnej, na oddziaływanie czynników klimatycznych. Materiał badawczy zebrano na dwóch stanowiskach tego gatunku w Polsce: w drzewostanie gospodarczym na terenie Nadleśnictwa Dobrzany (Polska północno-zachodnia) oraz w Arboretum w Rogowie (Polska centralna). Na podstawie pomiarów szerokości słoju przyrostu rocznego opracowano chronologie standardowe, które skorelowano z danymi opisującymi lokalne warunki klimatyczne (temperatura powietrza, suma opadów atmosferycznych). Dla stanowiska w Dobzranach zestawiono chronologię obejmującą okres od 1941 do 2009 roku, a dla Rogowa – od 1936 do 2010 roku. Chronologie te cechowały się dość dużym podobieństwem przebiegu zmian szerokości słoja rocznego z roku na rok. Badane populacje żywotnika olbrzymiego charakteryzują się podobnym związkiem przyrostu radialnego drzew z warunkami klimatycznymi, co może świadczyć o zbliżonym przebiegu procesów adaptacyjnych tego gatunku w różnych regionach naszego kraju. Na przyrost żywotników w Dobzranach największy wpływ miała temperatura lutego i marca oraz ilość opadów w listopadzie roku poprzedzającego wytworzenie słoja i w lutym. W przypadku drzew z Rogowa istotną korelację stwierdzono natomiast jedynie dla temperatury marca i opadów w lutym.

SUMMARY

Western red cedar (*Thuja plicata* D. Don), native in western part of North America, is a very rare species that was introduced into Polish forests in 19th century. The paper describes the

response of this species to the impact of climate conditions of places where it was planted. The research material was collected at two sites: in an economic stand in the Dobrzany Forest District (north-western Poland) and in the Rogów Arboretum (central Poland). We developed standard chronologies that were later on correlated with the data describing local climate conditions (air temperature, total precipitation). Chronology from Dobrzany covers the period from 1941 to 2009, while the one for Rogów – from 1936 to 2010. These series show quite high consistency of interannual changes of tree-rings width between investigated sites suggesting similar growth response of these distinct populations. The analysed western red cedars are characterized by a similar relationship between radial increment of trees and climatic conditions, which may indicate that adaptation processes of western red cedar in various regions of Poland has taken place alike. We found significant impact of February and March temperature, and of precipitation in November in year prior to tree-ring formation and February on radial growth of trees from Dobrzany. For Rogów, significant correlation was found only for temperature in March and precipitation in February.