

Porównanie przyrostów radialnych dębu czerwonego i szypułkowego rosnących w bliskim sąsiedztwie

Robert Tomusiak, Rafał Wojtan, Wioleta Arasim

Abstrakt. Gatunki drzew obcego pochodzenia mają stosunkowo niewielki udział w lasach Polski, a przez to ograniczone znaczenie gospodarcze i przyrodnicze. Ich wpływ na funkcjonowanie ekosystemów leśnych nie został dotychczas zbadany w znaczącym stopniu. Fakt ten nabiera szczególnego znaczenia w kontekście obserwowanych zmian klimatu i towarzyszących im zmianom w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych. Celem badań było porównanie wzorów przyrostowych dębu czerwonego i dębu szypułkowego rosnących w praktycznie jednakowych warunkach środowiskowych. Pomiary prowadzono w 6 drzewostanach (2 dębu szypułkowego i 4 dębu czerwonego) rosnących na siedlisku lasu wyżynnego, zlokalizowanych w północnej części Nadleśnictwa Świeradów. W ramach badań, przeprowadzonych w drzewostanach dwóch grup wiekowych, porównano zgodności sekwencji przyrostowych oraz wykonano analizy pozwalające na określenie wpływu warunków meteorologicznych na kształtowanie się przyrostów radialnych obu gatunków drzew. Wykazano znaczące podobieństwo sekwencji rocznych przyrostów radialnych obu gatunków. Stwierdzono jednak różnice w reakcji przyrostowej analizowanych drzew zwłaszcza na układ warunków termicznych lata.

Słowa kluczowe: szerokość przyrostów rocznych, dąb czerwony, dąb szypułkowy, lata wskaźnikowe

Abstract. Comparison of radial growth of red and pedunculate oak. Alien tree species have a relatively small share in the Polish forests and limited economic and ecological importance. Their impact on the forest ecosystems has not been yet examined more widely. This fact is important in the context of the observed climate change and related changes in the functioning of forest ecosystems. The aim of the study was to compare the sequences of radial increments of pedunculate oak and red oak growing in similar environmental conditions. The study was conducted in 6 stands (2 pedunculate oak and 4 red oak) growing on upland forest habitat, located in the northern part of the Świeradów Forest District. The examined stands represented two age groups: older and younger stands. This study showed significant correlation of annual radial increments of both tree species. We found differences in response of radial growth to meteorological conditions in both tree species.

Keywords: tree-ring width, northern red oak, northern red oak, pedunculate oak, pointer years

Wstęp

Wprowadzenie gatunków drzew obcego pochodzenia do lasów Europy początkowo wiązano ze wzbogaceniem składu gatunkowego drzewostanów oraz możliwością efektywniejszego wykorzystania siedliska, co w efekcie miało prowadzić do zwiększenia produkcji drewna. Obecnie szczególną uwagę zwraca się na ich potencjał do niekontrolowanego rozprzestrzeniania się i konkurowania z rodzimymi gatunkami drzew (Szwagrzyk 2000). Obserwowane zmiany klimatu mogą zintensyfikować to zjawisko, dlatego ważnym zagadnieniem jest określenie układu czynników meteorologicznych pozytywnie i negatywnie wpływających na wzrost drzew obcego pochodzenia.

Jednym z takich gatunków drzew jest pochodzący ze wschodniej części Ameryki Północnej dąb czerwony (*Quercus rubra* L.). Charakteryzuje się on bardzo szybkim wzrostem w młodości a w swojej ojczyźnie dorasta do 47 m wysokości. Do Polski dąb czerwony został introdukowany w XIX wieku. Pomimo że jest drzewem wartościowym pod względem produkcyjnym, to jednocześnie jest uznawany za gatunek inwazyjny, stwarzający zagrożenie dla rodzimej roślinności (Gazda i Augustynowicz 2012). W drzewostanach gospodarczych dąb czerwony często rośnie w sąsiedztwie dębu szypułkowego i potencjalnie może z nim konkurować i wypierać go ze składu gatunkowego.

Dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.) jest najliczniej występującym gatunkiem dębu w Polsce. W porównaniu do dębu czerwonego ma większe wymagania siedliskowe i do dobrego wzrostu wymaga gleb świeżych, zasobnych w związki organiczne i mineralne. W początkowych latach życia rośnie powoli. W dobrych warunkach dorasta do 40 m wysokości. Jest drzewem długowiecznym i osobniki tego gatunku należą do najstarszych okazów rodzimej dendroflory (Seneta 2008, Andrzejczyk 2009).

Wyniki prezentowane w niniejszej pracy są częścią badań zmierzających do poznania konsekwencji hodowli gatunków drzew obcego pochodzenia w lasach Polski. Gatunek introdukowany wymaga wszechstronnych obserwacji, dotyczących głównie możliwości wzrostowych, stanu zdrowotnego, jak i zagrożeń, które może stwarzać dla funkcjonowania ekosystemów, do których jest on wprowadzany. Prowadzone dotychczas badania obcych gatunków drzew na terenie Polski obejmowały przede wszystkim zagadnienia produktywności drzewostanów, jakości surowca drzewnego, odporności na zanieczyszczenia środowiska oraz właściwości hodowlanych (Białobok i Chylarecki 1965, Bellon i in. 1977, Tumiłowicz 2000). Elementem badań nad ekologią drzew obcego pochodzenia i ich przystosowaniem do rozwoju w nowej lokalizacji są analizy zmierzające do poznania ich reakcji przyrostowej na zmienne warunki środowiska a w szczególności analizy przyrostów radialnych. W Polsce badania zależności między szerokością słoju rocznych drzew gatunków introdukowanych a warunkami termiczno-pluwiальnymi prowadzone były głównie dla daglezi zielonej (Felixsik i Wilczyński 2004; Cedro 2004) oraz dębu czerwonego (Bijak i in. 2012a, b, Cedro i Nowak 2015).

W pracy podjęto próbę porównania zgodności przyrostów radialnych dębu czerwonego i szypułkowego rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie na tym samym siedlisku. Są to drzewa zbliżone pod względem pokroju i budowy drewna oraz spokrewnione taksonomicznie, a ponieważ w Polsce dąb czerwony często rośnie obok dębu szypułkowego mogą one bezpośrednio ze sobą konkurować. Przeprowadzone analizy miały na celu określenie, który z analizowanych gatunków drzew intensywniej reaguje na zmienne warunki środowiska. Dodatkowym kryterium podczas typowania drzewostanów do badań był ich wiek. Na jego podstawie wyróżniono dwie grupy drzewostanów: młodsze i starsze. Podział taki podyktowany był próbą sprawdzenia występowania, opisywanej w literaturze, silniejszej reakcji przyrostowej młodszych drzew na zmienne warunki środowiska (Bruchwald 2000).

Material i metody

Badania przeprowadzono w czterech drzewostanach dębu czerwonego (P1–P4) i dwóch drzewostanach dębu szypułkowego (P5 i P6) zlokalizowanych w obrębie Lubań, w północnej części Nadleśnictwa Świeradów. Wszystkie drzewostany rosły w bliskim sąsiedztwie na siedlisku lasu wyżynnego świeżego. Dane zebrano w drzewostanach reprezentujących dwa przedziały wiekowe: do 40 lat (młodsze: P3 i P6) oraz w wieku ponad 60 lat (starsze: P1, P2, P4 i P5).

Materiał badawczy obejmuje wywierty pierścicowe pobrane z 30 drzew w każdym drzewostanie. Łącznie zgromadzono 180 próbek, które zeskanowano po wcześniejszym oszlifowaniu w celu wygładzenia powierzchni i uzyskania wyraźnego rysunku słoju przyrostu rocznego. Na uzyskanych w ten sposób obrazach zmierzono szerokości słoju rocznych z wykorzystaniem programu Coorecorder. Sprawdzenie poprawności danych przeprowadzono w programach CDendro i COFECHA (Holmes 1999, Grissino-Mayer 2001). Po uśrednieniu sekwencji przyrostowych o zweryfikowanym przebiegu, tworzono chronologie przyrostowe dla każdego stanowiska. Oprócz chronologii rzeczywistych w programie CRONOL (Holmes 1999) zbudowano chronologie indeksowane i rezydualne. Chronologie rezydualne wykorzystano do badania relacji klimat-przyrost.

W celu wyjaśnienia wpływu wybranych czynników meteorologicznych na kształtowanie się szerokości słoju rocznych wykorzystano program DendroClim2002 (Biondi i Waikul 2004), który oblicza siłę i istotność związku między zindeksowaną wielkością przyrostu (zmienna zależna) a zmiennymi niezależnymi, którymi w niniejszej pracy były miesięczne sumy opadów oraz średnia miesięczna temperatura powietrza. W analizie tej dla każdego słoja przyrostu rocznego badano wpływ warunków meteorologicznych obejmujących okres od lipca roku poprzedniego do września roku, w którym wytworzył się przyrost. Istotność korelacji oceniano przy poziomie istotności 0,05. Dane klimatyczne pochodziły z bazy Climate Research Unit (Mitchell i Jones 2005) i obejmowały lata 1945-2014.

W ramach badań wyznaczono również lata wskaźnikowe. Pod tym pojęciem rozumiane są lata, w których większość drzew (w pracy przyjęto próg 60%) reagowała obniżeniem (rok negatywny) lub zwiększeniem przyrostu (rok pozytywny) o co najmniej pół odchylenia standardowego od średniej z okresu siedmioletniego. Analizę tę wykonano z wykorzystaniem programu WEISER (Gonzalez 2001). Bazuje on na opisywanym przez Croppera (1979) i Schweingruber i in. (1990) sposobie normalizacji w ruchomym oknie czasowym.

Wyniki

W ramach przeprowadzonych prac utworzono cztery chronologie stanowiskowe dla dębu czerwonego oraz dwie dla dębu szypułkowego. Podzielono je na dwie grupy: starsze, o długości od 62 do 69 lat, i młodsze o długości 33 (Dbcz) i 34 lat (Dbszp). Przeciętna szerokość słoju w chronologiach rzeczywistych w większym stopniu zależy od gatunku drzewa ($p = 0,0003$) niż od grupy wiekowej ($p = 0,6480$) co stwierdzono przeprowadzając dwuczynnikową analizę wariancji. Niższą wartość tej cechy (zarówno wartości średniej arytmetycznej, jak i mediany) zaobserwowano u dębu szypułkowego (Tab. 1). Chronologie dębu rodzimego charakteryzowały się ponadto większą zmiennością szerokości słoju oraz w odróżnieniu od dębu czerwonego, dodatnią asymetrią rozkładu średnich szerokości słoju dla lat objętych analizą.

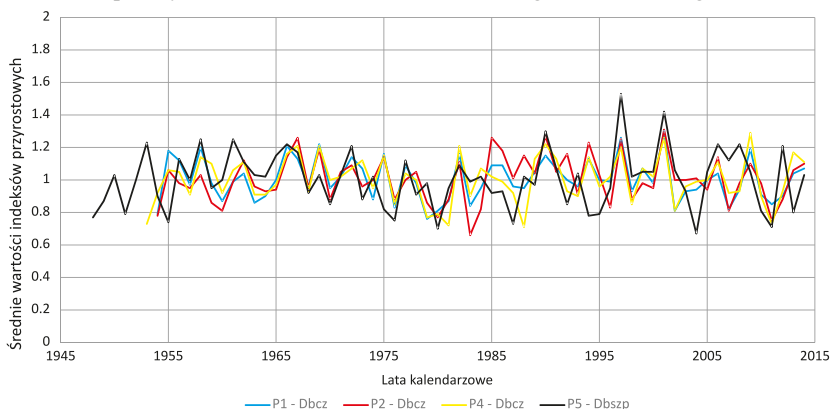
Tab. 1. Charakterystyka chronologii rzeczywistych
Table 1. Characteristics of chronologies

Miara	Symbol stanowiska (gatunek) / Plot code (tree species)					
	<i>Quercus rubra</i>				<i>Quercus robur</i>	
	P1	P2	P3 młode (young)	P4	P5	P6 młode (young)
Przedział czasu (liczba lat)	1952-2014 (63)	1953-2014 (62)	1982-2014 (33)	1951-2014 (64)	1946-2014 (69)	1981-2014 (34)
Średnia [mm]	3,095	2,781	3,023	3,362	2,635	2,832
Mediana [mm]	3,150	2,826	3,048	3,262	2,430	2,757
Odchylenie standardowe [mm]	0,645	0,534	0,587	0,928	1,192	0,900
Skośność	-0,209	-0,466	-0,966	0,144	0,702	0,440
Autokorelacja rzędu I	0,699	0,651	0,504	0,813	0,910	0,675

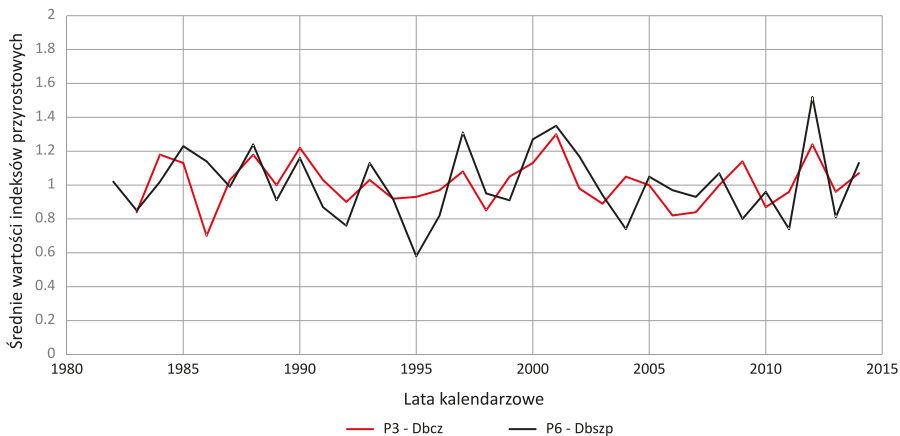
W większości przypadków stwierdzono istotne statystycznie podobieństwo między chronologiami stanowiskowymi. Odbiega od tej prawidłowości stanowisko P3 (młodszy drzewostan dębu czerwonego), w którego przypadku dynamika przyrostów radialnych nie była zgodna z żadnym z pozostałych pięciu stanowisk. Na uwagę zasługuje umiarkowana siła związku między przyrostami radialnymi młodszej i starszej dębu szypułkowego ($r = 0,498$). Mniejsze podobieństwo obserwuje się przy badaniu par różnych gatunków (r od 0,043 do 0,549).

Analiza pozbawionych zarówno trendu wiekowego, jak i autokorelacji chronologii rezydualnych wykazuje wyraźnie wyższą wartość średniej wrażliwości dla rodzimego gatunku dębu. Wartości tej miary wynoszą 0,198 dla stanowiska starszego i 0,259 dla drzewostanu młodszego. Chronologie rezydualne dębu czerwonego charakteryzują się średnią wrażliwością z przedziału od 0,154 do 0,175. Zaobserwowano również większą zmienność indeksów przyrostowych dębu szypułkowego. Rodzimy gatunek charakteryzuje się także prawostronną asymetrią rozkładu indeksów rezydualnych przy na ogół symetrycznych rozkładach dla dębu czerwonego.

Porównanie graficzne przebiegu chronologii rezydualnych dla drzewostanów starszych (Ryc. 1) i młodszych (Ryc. 2) wykazuje odmienną reakcję przyrostową obu gatunków w okresach 1983-1987, 1992-1996, 2003-2004, 2007-2008, 2011-2014. Poza nielicznymi wyjątkami większe amplitudy średnich indeksów stwierdzono dla gatunku rodzimego.



Ryc. 1. Porównanie chronologii rezydualnych – drzewostany starsze
Fig. 1. Comparison of residual chronologies – older stands

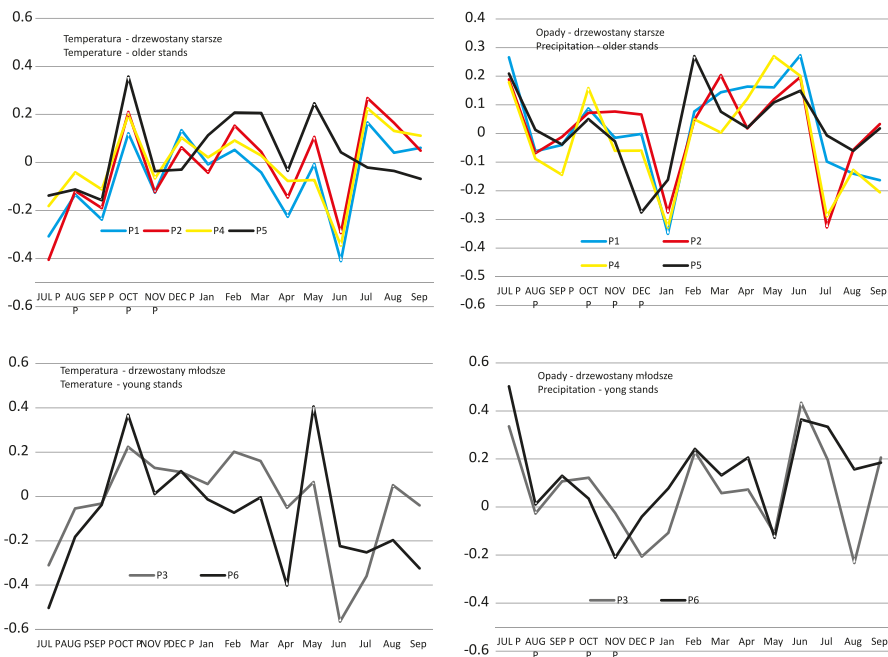


Ryc. 2. Porównanie chronologii rezydualnych – drzewostany młodsze
Fig. 2. Comparison of residual chronologies - younger stands

Analiza podobieństwa między każdą możliwą parą chronologii rezydualnych wykazała w większości przypadków, że jest ono istotne statystycznie. Młodsze stanowisko dębu szypułkowego (P6) było zgodne z drugim stanowiskiem (P5) starszego dębu szypułkowego ($r = 0,65$) oraz z młodszym stanowiskiem dębu czerwonego (P3) ($r = 0,52$). Ponadto młodsze stanowisko dębu czerwonego (P3) nie wykazało zgodnego przebiegu chronologii rezydualnych z dwoma starszymi drzewostanami tego samego gatunku.

Badania związku pomiędzy szerokością słoików rocznych wyrażonych w formie indeksów rezydualnych a warunkami termiczno-pluwiальnymi wykazały zróżnicowanie reakcji przyrostowych drzew, zarówno między obydwoma gatunkami dębów, jak również między drzewostanami młodszymi i średniowiekowymi w obrębie gatunku.

W przypadku związku przyrostów radialnych z miesięczną temperaturą powietrza więcej podobieństw zaobserwowano w obrębie gatunku. Dąb czerwony na powierzchni P1 i P2 wykazał istotną ujemną korelację między średnią temperaturą lipca w roku poprzedzającym tworzenie się słoja. Na powierzchni P3 i P4 również stwierdzono stosunkowo wysokie wartości współczynnika korelacji, choć - ze względu na niewielką długość okresu objętego badaniem - nie okazały się one istotne statystycznie. Podobną reakcją przyrostową na temperaturę lipca w roku poprzednim wykazuje dąb szypułkowy, szczególnie w młodszym wieku (Ryc. 3). W zróżnicowany sposób kształtuje się reakcja drzew obu gatunków drzew na przeciętną temperaturę poszczególnych miesięcy objętych analizą. Dąb czerwony w dużym stopniu uzależnia wielkość przyrostów radialnych od temperatury czerwca lub lipca w roku formowania się przyrostu. Na ogół jest to korelacja ujemna, a więc cieplejszy czerwiec lub lipiec może przełożyć się na mniejszą wartość przyrostu. Dąb szypułkowy wytwarza szersze słoje jeśli wystąpi ciepły październik w roku poprzedzającym formowanie się słoja oraz ciepły maj w roku jego tworzenia. Młodszy drzewostan dębu szypułkowego okazał się dodatkowo wrażliwy na temperaturę kwietnia i września w roku formowania się przyrostu; wzrost temperatury w tych miesiącach ogranicza wielkość przyrostu rocznego.



Ryc. 3. Wartości współczynników korelacji dla zależności między szerokością słoja a parametrami pogody kolejnych miesięcy

Fig. 3. Correlation coefficients between tree-rings width and meteorological parameters of consecutive months

Analiza wpływu warunków pluwialnych na szerokość słoików rocznych dębów wykazała więcej podobieństw dla drzewostanów w tej samej grupie wiekowej niż należących do tego samego gatunku. Drzewostany starsze reagują większym przyrostem po wilgotniejszym lipcu w roku poprzedzającym formowanie się słoika. Obniżenie szerokości słoika rocznego w istotny sposób jest powiązane z większymi opadami w styczniu i lipcu w roku tworzenia się słoika (Ryc. 3). Wyjątkiem jest tutaj drzewostan P4 gdzie stwierdzono korelację ujemną również dla ilości opadów we wrześniu w roku poprzedzającym tworzenie się słoika. Drzewostany młodsze, podobnie jak starsze wykazują dodatnią korelację z ilością opadów w lipcu poprzedniego roku. Jednakże, w przeciwieństwie do nich wykazują dodatnią korelację pomiędzy szerokością słoika a wielkością opadów w czerwcu i – nieco poniżej progu istotności – również w lipcu w roku tworzenia się słoika. Dla dębu szypułkowego stwierdzono ponadto pozytywny wpływ opadów lutego na wielkość przyrostów radialnych (w drzewostanie młodszym współczynnik korelacji wysoki, choć nie przekroczył progu istotności korelacji) (Ryc. 3).

Analiza lat wskaźnikowych pozwoliła na wyróżnić osiemnaście lat negatywnych, spośród których wspólne dla obu gatunków dębów były 1964, 1980, 1981, 1988 i 2011 (Tab. 2). W przypadku gatunku rodzimego stwierdzono więcej lat wskaźnikowych (12) niż w przypadku

dębu czerwonego (10). Do powstawania lat wskaźnikowych negatywnych najczęściej przyczyniały się lata zimne i suche bądź zimne i bardzo suche. Pojawiły się również lata ciepłe, w których niekorzystny bilans wodny pojawił się późną wiosną i/lub w miesiącach letnich.

W badanym okresie stwierdzono również 17 lat pozytywnych (12 dla dębu czerwonego i 10 dla dębu szypułkowego). Lata 1958, 1967, 1990, 1997, 2001 to wspólne pozytywne lata wskaźnikowe dla obu gatunków dębów. W przypadku lat pozytywnych większą reakcją na korzystne warunki środowiska wykazuje gatunek obcy. Do powstania przyrostu odbiegającego swoją wielkością od przyrostów z innych lat przyczyniała się w latach zimnych duża ilość opadów w miesiącach letnich. Częściej były to jednak lata ciepłe i wilgotne, z korzystnym dla obu gatunków rozkładem warunków termiczno-pluwialnych.

Tab. 2. Lata wskaźnikowe analizowanych gatunków dębów (pogrubiono lata wspólne dla obu gatunków dębów)

Table 2. Pointer years for both analyzed oak species (bolded years are common to both oak species)

Gatunek	Lata pozytywne	Lata negatywne
Dąb czerwony	1958 , 1962, 1967 , 1969, 1973, 1982, 1986, 1990 , 1997 , 2001 , 2009, 2014	1954, 1964 , 1965, 1980 , 1981 , 1988 , 1998, 2003, 2007, 2011
Dąb szypułkowy	1958 , 1967 , 1972, 1990 , 1991, 1997 , 2001 , 2002, 2007, 2008	1955, 1964 , 1976, 1980 , 1981 , 1988 , 1994, 1995, 1996, 2004, 2005, 2011

Dyskusja

Dąb jest podstawowym rodzajem drewna wykorzystywanym w europejskiej dendrochronologii. Wysoka wytrzymałość i duża naturalna trwałość sprawiają, że w konstrukcjach budowlanych drewno dębowe stosowane było dość często. Z badań porównawczych dwóch rodzimych gatunków dębów wynika, że łączne traktowanie dębu szypułkowego i bezszypułkowego w dendrochronologii nie jest błędne, ze względu na podobną zależność przyrostu od czynników klimatycznych oraz podobne reakcje na czynniki stresowe (Ważny 2006). Rola introdukowanego do polskich lasów dębu czerwonego jest na tyle duża, że gatunek ten wzbudza zainteresowanie nie tylko w zakresie hodowli czy użytkowania lasu ale również wśród osób zajmujących się ekologią drzew i wpływem wybranych warunków środowiska na wzrost drzew (Gazda i Augustynowicz 2012). W szczególności badania takie są interesujące w zakresie porównań do rodzimych gatunków dębów i zdolności do konkurencji z nimi w drzewostanach.

W wyniku przeprowadzonych badań zaobserwowano, iż średnia szerokość słoików w chronologiach rzeczywistych w większym stopniu niż od grupy wiekowej, zależy od gatunku drzewa. Niższą wartość tej cechy zaobserwowano u dębu szypułkowego. Ponadto chronologie dębu rodzimego charakteryzowały się większą zmiennością szerokości słoików. Podobne wyniki w analizie porównawczej dębu szypułkowego i czerwonego rosnących na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Rogowie uzyskali Bijak i in. (2012a, 2012b). Takie prawidłowości można uznać za jeden ze wskaźników wysokiej potencjalnej produktywności dębu czerwonego. Badania Bellona i in. (1997) w równowiekowych drzewostanach dębu szypułkowego i czerwonego wykazały większe o 30% pierśnice drzew gatunku obcego.

Większych szerokości słoików rocznych dębu czerwonego w porównaniu z dębem szypułkowym nie stwierdzili natomiast Cedro i Nowak (2015). W tym przypadku drzewostan dębu czerwonego rósł w dużym zwarceniu, wytwarzając stosunkowo wąskie słoje.

Badania nad wpływem warunków termiczno-pluwalnych na szerokość słoju rocznych dębu czerwonego i dębu szypułkowego prowadzili Bijak i in. (2012a, 2012b). Stwierdzili oni, że obydwa analizowane gatunki cechowały się zbliżoną odpowiedzią przyrostu radialnego na ekstremalne warunki klimatyczne, przy czym obserwowane zależności wydają się wyraźniejsze w przypadku gatunku obcego. Wykazali również, że największe znaczenie dla procesu wytwarzania słoja przyrostu rocznego mają ekstremalne warunki termiczne przełomu lata i jesieni roku poprzedzającego odłożenie przyrostu oraz dostępność wilgoci w początkowej fazie sezonu wegetacyjnego. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy w znacznym stopniu potwierdzają przytoczone obserwacje. Dodatkowo stwierdzono, że na wielkość przyrostów radialnych istotny wpływ mają wartości temperatury i opadów czerwca roku, w którym wytworzył się przyrost.

Przyrosty radialne dębu szypułkowego wykazują głównie ujemną korelację z temperaturą. W większym stopniu przyrosty polskich dębów uzależnione są od opadów, szczególnie w okresie od kwietnia do sierpnia (Ważny 2006). Niniejsze badania tylko częściowo potwierdzają te prawidłowości. Dla obu gatunków wykazano istotną korelację między przeciętną temperaturą lipca roku poprzedniego. Dąb czerwony w dużym stopniu uzależnia wielkość przyrostów radialnych od temperatury czerwca lub lipca w roku formowania się przyrostu.

Pomimo wzrostu w tych samych warunkach obydwa gatunki wykazały zróżnicowaną reakcję przyrostową na warunki klimatyczne. Przejawia się to nie tylko w częściowo zgodnej reakcji na termikę i warunki pluwalne wybranych miesięcy ale również w odmiennych latach wskaźnikowych. Spośród negatywnych lat wskaźnikowych wspólne dla obydwu gatunków było jedynie 5 lat. Stwierdzono również tyle samo zgodnych lat pozytywnych. Większa liczba lat wskaźnikowych stwierdzona w przypadku gatunku rodzimego wskazuje na silniejszą reakcję przyrostową dębu szypułkowego na zmienne warunki środowiska. Poszukiwania czynnika odpowiedzialnego za wystąpienie lat wskaźnikowych, wskazują, że lata pozytywne mogą wystąpić u dębu czerwonego w sytuacji gdy rok jest zimny i stosunkowo suchy, jednak ze znaczną ilością opadów w okresie letnim.

Wnioski

- W pierwszych latach życia, rodzimy gatunek dębów charakteryzuje się większymi przyrostami radialnymi niż dąb czerwony. Po tym okresie zarówno w drzewostanach młodszych, jak i starszych większe przyrosty stwierdzono u dębu czerwonego, co może świadczyć o większej potencjalnej produktywności tego gatunku.
- Większa liczba lat wskaźnikowych stwierdzona w przypadku dębu szypułkowego wskazuje, że drzewo to silniej reaguje na zmienne warunki środowiska w porównaniu do dębu czerwonego. Zachodzące zmiany klimatu, których konsekwencją jest częstsze występowanie układu warunków meteorologicznych skutkujących obniżeniem się przyrostu, mogą obniżyć zdolność konkurowania tego gatunku drzewa z dębem czerwonym w przypadku, gdy rosną one w bliskim sąsiedztwie.
- W przypadku obu gatunków dębu można stwierdzić, że wyższa temperatura stymuluje podziały kambium. Świadczą o tym istotne statystycznie wartości współczynników korelacji między wielkością przyrostu a temperaturami października roku poprzedzającego i maja roku, w którym przyrost został wytworzony. Jednak aby drzewa te

wytworzyły większe przyrosty w okresie wiosennym konieczna jest odpowiednia ilość opadów.

- Nie znalazła pełnego potwierdzenia hipoteza o większej intensywności reakcji przyrostowej młodszych drzewostanów na zmienne warunki wzrostu. Nie stwierdzono istotnych różnic między parametrami rocznych przyrostów między drzewostanami młodszymi i starszymi, jednak w przypadku dębu czerwonego przebieg chronologii dla drzewostanu o niższym wieku nie był zgodny z przebiegiem chronologii utworzonych dla pozostałych powierzchni tego gatunku drzewa.

Podziękowania

Praca powstała w ramach realizacji projektu badawczego: „Ekologiczne, gospodarcze i urzędzeniowe konsekwencje występowania wybranych gatunków drzew obcych w Polsce” finansowanego przez PGL Lasy Państwowe.

Literatura

- Andrzejczyk T. 2009. Dąb szypułkowy i bezszypułkowy – hodowla. PWRiL. Warszawa.
- Bellon S., Tumiłowicz J., Król S. 1977. Obec gatunki drzew w gospodarstwie leśnym. PWRiL. Warszawa.
- Białobok S., Chylarecki L. 1965. Badania nad uprawą drzew obcego pochodzenia w Polsce w warunkach siedliska leśnego. Arbor. Kórnickie 10.
- Bijak Sz., Bronisz A., Bronisz K. 2012a. Wpływ czynników klimatycznych na przyrost radialny dębu szypułkowego i czerwonego w LZD Rogów. Studia i Materiały CEPL 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 33: 160-167.
- Biondi, F., Waikul K. 2004. DendroClim2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. Computers and Geosciences 30: 303-311.
- Bruchwald A. 2000. Dendroskale sosny dla różnych regionów Polski. W: Przestrzenne zróżnicowanie wzrostu sosny. Fundacja “Rozwój SGGW”: 92-103.
- Cedro A. 2004. Zmiany klimatyczne na Pomorzu Zachodnim w świetle analizy sekwencji przyrostów rocznych sosny zwyczajnej, daglezi zielonej i rodzimych gatunków dębów. Oficyna IN PLUS.
- Cedro A., Nowak G. 2015. Dendroclimatic investigations on *Quercus rubra* and *Quercus robur* in north-western Poland. Dendrobiology 74: 123-133.
- Cropper, J.P. 1979. Tree-ring skeleton plotting by computer. Tree-ring Bulletin 39: 47-59.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2004. Klimatyczne uwarunkowania przyrostu radialnego daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) rosnącej na obszarze Polski. Sylwan 148 (12): 31-38.
- Gazda A., Augustynowicz P. 2012. Obec gatunki drzew w polskich lasach gospodarczych: co wiemy o puli obcych gatunków drzew oraz o rozmieszczeniu wybranych taksonów. Studia i Materiały CEPL 33: 53-61.
- Gonzalez I.G. 2001. Weiser: a computer program to identify event and pointer years in dendrochronological series. Dendrochronologia 19 (2): 239-244.
- Grissino-Mayer H. D. 2001. Evaluating cross-dating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. Tree Ring Research 57: 205-221.
- Holmes R. L. 1999. Dendrochronology Program Library (DPL) Users Manual. LTRR University of Arizona, Tucson
- Mitchell T. D., Jones P. 2005. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high- resolutions grids. Int. J. of Climatology 25: 693-712.
- Seneta W., Dolatowski J. 2008. Dendrologia. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Schweingruber F. H., Eckstein D., Serre-Bachet F., Bräker O. U. 1990. Identification, Presentation and Interpretation of Event Years and Pointer Years in Dendrochronology. Dendrochronologia 8: 8-38.

- Szwagrzyk J. 2000. Potencjalne korzyści i zagrożenia związane z wprowadzaniem do lasów obcych gatunków drzew. *Sylwan* 144 (2): 99-106
- Tumiłowicz J. 2000. Strefy klimatyczne dla uprawy drzew i krzewów w Polsce. *Szkołkarstwo* 4.
- Ważny T. 2006 *Dendrochronologia dębu. Nasze Drzewa Leśne*, Monografie popularnonaukowe. Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Zielski A. 1997. Uwarunkowania środowiskowe przyrostów radialnych sosny zwyczajnej /*Pinus sylvestris* L./ w Polsce Północnej na podstawie wielowiekowej chronologii. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Toruń.

¹Robert Tomusiak, ¹Rafał Wojtan*, ²Wioleta Arasim

¹SGGW w Warszawie, Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu

² SGGW w Warszawie, Sekcja Biometrii Leśnej Koła Naukowego Leśników

*rafal.wojtan@wl.sggw.pl