

WERONIKA A. SACEWICZ, SZYMON BIJAK

Wpływ trzebieży na przyrost radialny dębu w Nadleśnictwie Międzyrzec

Effect of thinning on radial increment of oak in Międzyrzec Forest
District

ABSTRACT

Sacewicz W. A., Bijak S. 2019. Wpływ trzebieży na przyrost radialny dębu w Nadleśnictwie Międzyrzec. Sylwan 163 (8): 645-654. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2019075>.

The intermediate cuttings have an important impact on the stand structure and productivity. Choosing the right method of the treatment performance is the decision, which is fundamental in shaping tree stands stability. The radial increment, apart from the natural growth potential of particular species, is influenced by many abiotic, biotic and anthropogenic factors, among which one can distinguish those that influence it directly, e.g. thinning. The study objective was to determine the effect of silvicultural treatments on the increment reaction of oak (*Quercus* sp.) stands in the Międzyrzec Forest District (eastern Poland). The empirical material was collected in six forest stands located in the Witoroż forest range. In each stand we cored 10 dominant and co-dominant trees (representing 1st and 2nd Kraft's biosocial classes). After the measurements of the tree-ring widths and the synchronization of incremental series, the raw and standard chronologies were elaborated for each stand. In total, we analysed 8 treatments: six early and one late selection thinnings, and one late salvage thinning (tab. 1). For each treatment, three- and five-years' value of mean tree-ring width was calculated for the period before and after the cut. Additionally, we calculated the incremental response parameters: recovery (R_c), resilience (R_s) and resistance (R_t) indices. For the majority of the analysed treatments, the cuts resulted in an increase in average tree-ring width both in the 3-, and 5-years perspective. However, statistically significant changes in this parameter occurred only in a few cases (fig. 2). The average values of incremental response indicators show that the investigated oak stands are characterized by a significant adaptive capacity and a rapid recovery of incremental capacity in the analysed time spans. At the same time, the low values of R_t index suggest that their growth resistance to disturbance caused by the thinning is rather low. The age of the stand at the time of the treatment significantly affected the incremental response parameters of the examined oaks. The older the stand, the incremental response was less intense.

KEY WORDS

Quercus sp., tree-ring analysis, silvicultural treatment, increment response

ADDRESSES

Weronika A. Sacewicz – e-mail: weronikasac@wp.pl

Szymon Bijak – e-mail: szymon.bijak@wl.sggw.pl

Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, SGGW w Warszawie;
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Wstęp

Cięcia pielęgnacyjne wpływają na strukturę i produktywność drzewostanów [Hawe, Short 2016]. Wybór właściwego sposobu prowadzenia tych zabiegów to jedna z najważniejszych decyzji hodowlanych, mająca podstawowe znaczenie w kształtowaniu stabilności drzewostanów [Zeide 2001; Brzeziecki 2005; Łukaszewicz, Zajączkowski 2019]. Według Ilmurzyńskiego [1969] trzebieże wczesne mają za zadanie zabezpieczyć cenne składniki drzewostanu, polepszyć jakość produkowanego drewna oraz poprawić biologiczny i sanitarny stan lasu, a także zwiększyć przyrost miąższości. Kształtowanie drzewostanów w wyniku tych zabiegów zachodzi głównie przez stworzenie warunków do równomiernego wzrostu koron, pni i systemu korzeniowego, co z kolei przekłada się na potencjał odporności drzew i ich potencjał wzrostowy. Prawidłowo wykonane zabiegi i zachowanie właściwej ich częstotliwości ogranicza szkody powodowane przez czynniki abiotyczne, a także przez ich następstwo, takie jak owady i grzyby. Biorąc pod uwagę pozytywne strony trzebieży wczesnych, zabiegi te, pomimo pracochłonności i uciążliwości, są bardzo opłacalną i długofalową inwestycją w stan siedliska i lasów [Łukaszewicz, Zajączkowski 2019]. Według Lockowa [2003] im wcześniej zostaną wykonane cięcia trzebieżowe, tym większy przyrost pierśnicy drzewa można uzyskać. Zabiegi wykonywane w późniejszym wieku nie odgrywają już tak dużej roli przy kształtowaniu drzewostanu głównego.

Na przyrost radialny drzew, poza naturalnym potencjałem wzrostowym poszczególnych gatunków, wpływa wiele czynników abiotycznych, biotycznych i antropogenicznych. Do tych pierwszych zalicza się przede wszystkim oddziaływanie warunków klimatycznych, m.in. temperatury powietrza czy opadów oraz występowanie przymrozków wczesnych i późnych lub susz [Andrzejczyk 2009; Bronisz i in. 2012; Tulik, Bijak 2016; Wilczyński i in. 2016], a do drugich m.in. presję owadów [Camarero i in. 2003] albo grzybów [Oliva, Colinas 2007]. Wśród oddziaływań antropogenicznych można wyróżnić czynniki pośrednie, takie jak wzrost poziomu zanieczyszczeń przemysłowych [Wertz 2012; Sensuła i in. 2016; Bijak, Sobajtis 2018], i bezpośrednie, np. trzebieże. Skutki przerzedzania i późniejszy rozwój drzewostanów były badane w różnych wariantach prowadzenia ciec pielęgnacyjnych, obejmujących ich rodzaj, nasilenie, liczbę oraz długość okresu między kolejnymi zabiegami [Zeide 2001; del Río i in. 2017]. Wpływ wykonywanych w drzewostanie zabiegów na przyrost radialny różnych gatunków drzew był przedmiotem badań wielu autorów [Cutter i in. 1991; Mayor, Roda 1993; Kerr 1996; Rédei, Meilby 2000; Camarero i in. 2003; Stefancik 2012; Altman i in. 2013; Gruzel 2013; Attocchi 2015; Bijak, Mądrzak 2016; Chojnacka-Ożga i in. 2018; Drobyshev i in. 2019]. Jak dotąd prace prezentujące to zagadnienie dla dębu nie były w Polsce publikowane.

Celem pracy jest zbadanie wpływu zabiegów hodowlanych (trzebieży) na wielkość i charakter reakcji przyrostowej dębów II i III klasy wieku.

Teren badań

Badania przeprowadzono w drzewostanach dębowych zlokalizowanych w leśnictwie Witoróż Nadleśnictwa Międzyrzec, które znajduje się w północnej części Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Lublinie. Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej Nadleśnictwo leży w IV Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Jego południowa część położona jest w mezoregionie Równiny Kodeńsko-Parczewskiej, północna – Wysoczyzny Siedleckiej, a środkowa – Zakłęsłości Łomaskiej [Zielony, Kliczkowska 2012]. Według klasyfikacji fizycznogeograficznej Kondrackiego [2002] teren badań położony jest w mezoregionach Równiny Parczewskiej (część południowa), Zakłęsłości Łomaskiej (część środkowa) i Równiny Łukowskiej (część północna). Rzeźba terenu jest

mało zróżnicowana. Przeważają płaskie równiny o niewielkich wysokościach względnych oraz rozległe doliny rzek pokryte torfami. Klimat jest umiarkowany ciepły z wyraźnymi cechami typu kontynentalnego. Najcieplejszym miesiącem roku jest lipiec (18,0°C), a najchłodniejszym – styczeń (–4,2°C). Roczna suma opadów atmosferycznych wynosi około 542 mm [Plan... 2013]. Dominującym gatunkiem w lasach Nadleśnictwa Międzyrzec jest sosna, która zajmuje 67% powierzchni. Udział powierzchniowy dębu wynosi 11,5%, a miąższościowy – 9,8%. Najczęściej występującymi typami siedliskowymi lasu są bór mieszany świeży (32,9% powierzchni) i las mieszany świeży (28,1%). Największy obszar zajmują gleby rdzawe (54,0%), oglejone (15%) i bielcowe (13,1%) [Plan... 2013].

Materiały i metody

Materiał badawczy został zebrany jesienią 2018 roku w 6 drzewostanach dębowych w wieku 40-64 lat (tab. 1). W każdym z drzewostanów za pomocą świdra Presslera z 10 dominujących drzew pobrano z wysokości pierśnicy po jednym wywiercie dordzeniowym. Pozyskane próbki przygotowano zgodnie ze standardową procedurą badań dendrochronologicznych. Do pomiarów szerokości słoików przyrostu rocznego oraz synchronizacji serii przyrostowych wykorzystane zostały programy Coorecorder i CDendro (www.cybis.se).

Dla każdego drzewostanu opracowano chronologię rzeczywistą (uśrednione szerokości słoików przyrostu rocznego) i chronologię standardową (uśrednione indeksy przyrostowe), którą konstruuje się w celu wyeliminowania wpływu wieku badanych drzew na chronologię osobnicze. Detrendyzację wykonano z wykorzystaniem krzywej eksponentyjnej o ujemnym wykładniku. Uzyskane chronologie cechowały się wartością wskaźnika EPS (ang. expressed population signal) opisującego siłę sygnału populacyjnego [Wigley i in. 1984] na poziomie 0,87-0,91, co pozwala uznać je za reprezentatywne dla badanych drzewostanów. Obliczenia wykonano, stosując pakiet dplR [Bunn 2008].

Informację o dacie (roku) przeprowadzenia zabiegów hodowlanych w badanych drzewostanach uzyskano z Nadleśnictwa Międzyrzec. Łącznie przeanalizowano 8 zabiegów: 6 zabiegów o charakterze trzebieży wczesnych pozytywnych i po jednym zabiegu trzebieży późnej pozytywnej oraz trzebieży przygodnej późnej. W dwóch z badanych drzewostanów wykonano po 2 zabiegi, a w jednym cięcia przeprowadzano w ciągu dwóch lat (tab. 1).

W celu skwantyfikowania odpowiedzi badanych drzewostanów dębowych na przeprowadzone zabiegi policzono dla każdego drzewa opisane przez Lloreta i in. [2011] miary reakcji przyrostowej

Tabela 1.

Lokalizacja (Oddział), wiek (W [lata]), typ siedliskowy lasu (TSL), przeciętna pierśnica (Dg [cm]) i średnia wysokość (H [m]) badanych drzewostanów dębowych oraz rok i rodzaj wykonania zabiegu (Zabieg)
Location (Oddział), age (W [years]), site type (TSL), quadratic mean diameter (Dg [cm]) and average height (H [m]) of analysed oak stands as well as year and type of the treatment (Zabieg)

Oddział	W	TSL	Dg	H	Zabieg
168j	40	Lśw	18	18	TWP 2004, 2016
170j	64	LMśw	26	23	TPP 2012
173a	49	Lśw	18	18	PTP 2013-2014
174s	44	Lśw	16	17	TWP 2003, 2013
185c	41	Lśw	16	17	TWP 2011
191d	53	Lw	22	20	TWP 2007

TWP – trzebież wczesna pozytywna, TPP – trzebież późna pozytywna, PTP – przygodne trzebieże późne

TSL: Lśw – fresh eutrophic, Lw – moist eutrophic, LMśw – fresh mesotrophic; TWP – early selection thinning, TPP – late selection thinning, PTP – salvage late thinning

(regeneracja, odporność i elastyczność). Z powodzeniem były one już wcześniej wykorzystywane w badaniach dendrochronologicznych, m.in. przez Pretzscha i in. [2013] oraz Bruchwalda i in. [2016].

Wskaźnik regeneracji (Rc) określa potencjał drzewa do odzyskania energii wzrostowej po ustaniu zaburzenia (w tym przypadku trzebieży):

$$Rc = Po / Zab$$

gdzie:

Po – średni przyrost w przyjętym okresie po zaburzeniu,

Zab – średni przyrost w czasie zaburzenia.

Gdy $Rc=1$, oznacza to, że po ustaniu zaburzenia utrzymuje się niski poziom przyrostu radialnego. Wynik poniżej 1 wskazuje na pogłębianie się negatywnych skutków zaburzeń. Z kolei wartość większa od 1 mówi o odzyskaniu przez drzewo zdolności przyrostowych z okresu przed zaburzeniem.

Odporność (Rt) informuje o redukcji przyrostu wywołanej przez zaburzenie:

$$Rt = Zab / Przed$$

gdzie:

$Przed$ – średni przyrost w przyjętym okresie przed zaburzeniem,

Zab – średni przyrost w czasie zaburzenia.

$Rt > 1$ wskazuje na znaczną odporność drzewa na zaburzenia. Im wartość Rt jest mniejsza od 1, tym mniejsza jest odporność drzewa/drzewostanu na zabieg.

Elastyczność (Rs) oznacza zdolność odzyskania przez drzewo poziomu wzrostu sprzed wystąpienia zaburzenia:

$$Rs = Po / Przed$$

gdzie:

Po – średni przyrost w przyjętym okresie po zaburzeniu,

$Przed$ – średni przyrost w przyjętym okresie przed zaburzeniem.

Im wartość Rs jest mniejsza, tym mniejsza jest możliwość adaptacji do zmieniających się warunków, co często oznacza długotrwałą redukcję przyrostową. Wskaźnik wyższy od 1 oznacza odzyskanie możliwości przyrostowych po ustąpieniu zaburzenia oraz dużą elastyczność przyrostową drzewa w stosunku do niekorzystnych warunków wzrostu [Lloret i in. 2011; Pretzsch i in. 2013; Bruchwald i in. 2016].

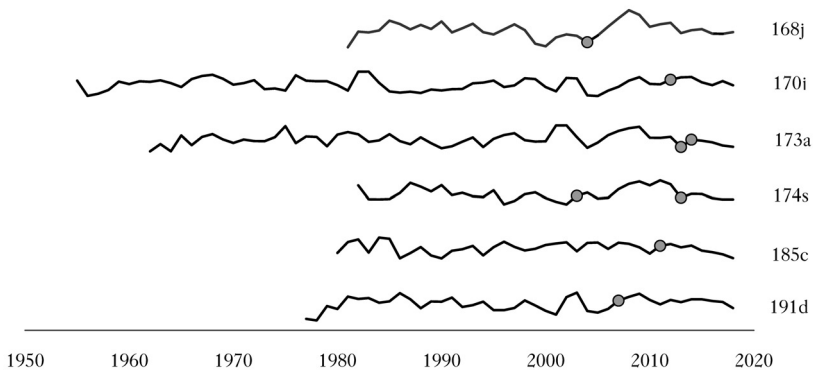
Obliczeń parametrów reakcji przyrostowej dokonano, stosując pakiet pointRes [van der Maaten-Theunissen i in. 2015]. Wskaźniki regeneracji, odporności i elastyczności wyznaczono dla okresów 3- i 5-letniego, co miało na celu określenie wpływu czasu, jaki upłynął od momentu wykonania cięć na przyrost radialny badanych drzew. Z racji różnego terminu wykonania poszczególnych cięć zdecydowano się nie tworzyć wariantu kontrolnego, a zamiast tego przeanalizować wpływ wieku drzewostanu w momencie wykonania zabiegu na badane parametry reakcji przyrostowej. W oddziale 168j cięcia zrealizowano w roku 2016, przez co obliczenia dla tego przypadku dotyczyły jedynie krótszego okresu reakcji i obejmowały 2 lata przed zabiegiem i po zabiegu.

Ponieważ rozkłady analizowanych parametrów reakcji przyrostowej były niezgodne z rozkładem normalnym, co oceniono na podstawie testu Shapiro-Wilka (tab. 2), w przeprowadzonych analizach wykorzystano test Kruskala-Wallisa. W sytuacjach gdy wskazywał on na istnienie istotnych różnic między badanymi wariantami, dokonywano wielokrotnego testu wzajemnych po-

równań z wykorzystaniem procedury Manna-Whitneya. Analizy statystyczne przeprowadzono w pakiecie PAST 3.24 [Hammer i in. 2001].

Wyniki

Badane drzewostany charakteryzowały się wspólnym sygnałem przyrostowym, szczególnie widocznym po roku 2000, czyli w okresie wykonywania analizowanych zabiegów hodowlanych (ryc. 1). Większość analizowanych drzewostanów odłożyła zdecydowanie węższe słoje przyrostu rocznego w latach 2004, 2010 i 2013. Z kolei w latach 2002 i 2009 badane dęby wykształciły wyraźnie szersze przyrosty. Tym niemniej znaczna zmienność wskaźników reakcji przyrostowej (w granicach 40-60%, tab. 2) wskazuje na indywidualny charakter odpowiedzi badanych drzew na wykonane cięcia.



Ryc. 1.

Chronologie standardowe dla analizowanych drzewostanów dębowych
Standard chronologies for analysed oak stands
kropka – rok wykonania trzebieży; dot – year with treatment

Tabela 2.

Minimum (Min), maksimum (Max), średnia (M), mediana (Me) i współczynnik zmienności (CV) oraz statystyka i prawdopodobieństwo testowe w teście Shapiro-Wilka (odpowiednio W i p) dla parametrów reakcji przyrostowej (Rc – regeneracja, Rs – elastyczność, Rt – odporność) wyznaczonych dla okresów 3- i 5-letnich dla chronologii rzeczywistych (r) i standardowych (i)

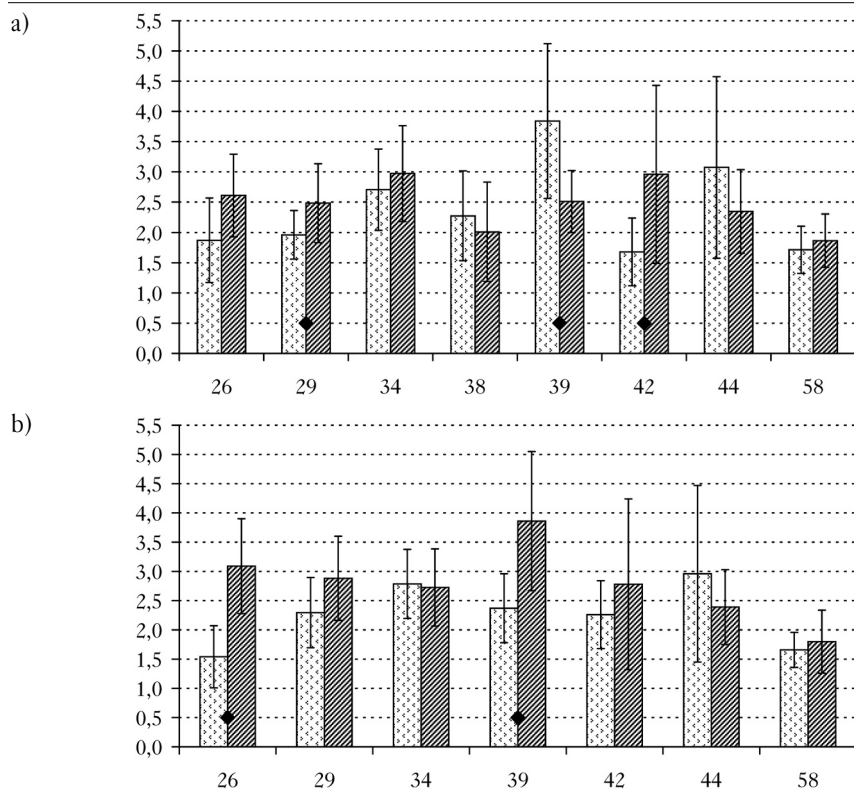
Minimum (Min), maximum (Max), mean (M), median (Me) and coefficient of variability (CV) as well as Shapiro-Wilk test statistic W and p-value (p) for increment reaction parameters (Rc – recovery, Rs – resilience, Rt – resistance) determined for 3- and 5-years long periods for raw (r) and standard (i) chronologies

	Min-Max	M	Me	CV [%]	W (p)
Rc3r	0,67-3,82	1,24	1,08	43,7	0,759 (<0,001)
Rs3r	0,30-4,67	1,18	1,10	50,7	0,741 (<0,001)
Rt3r	0,27-2,52	1,01	0,90	40,7	0,934 (0,001)
Rc5r	0,60-4,41	1,30	1,05	53,6	0,743 (<0,001)
Rs5r	0,29-5,67	1,23	1,08	62,6	0,668 (<0,001)
Rt5r	0,29-2,72	0,99	1,00	38,3	0,899 (<0,001)
Rc3i	0,71-3,96	1,27	1,10	42,7	0,746 (<0,001)
Rs3i	0,30-4,99	1,25	1,17	49,2	0,722 (<0,001)
Rt3i	0,27-2,50	1,04	0,95	40,0	0,947 (0,004)
Rc5i	0,64-4,63	1,36	1,15	51,7	0,743 (<0,001)
Rs5i	0,28-6,24	1,24	1,03	67,4	0,647 (<0,001)
Rt5i	0,28-2,68	0,95	0,99	42,2	0,915 (<0,001)

W przypadku większości analizowanych zabiegów wykonanie cięć skutkowało zwiększeniem średnich przyrostów rocznych, tak w perspektywie 3-, jak i 5-letniej. Jednakże istotna statystycznie zmiana szerokości słoików nastąpiła tylko w kilku przypadkach (ryc. 2). Jedyne dla zabiegu wykonanego w 39 roku życia drzewostanu stwierdzono istotność różnicy w przyroście przed zabiegiem i po zabiegu, zarówno w okresie 3-, jak i 5-letnim. Co ciekawe, dla pierwszego z nich obserwowano spadek średniej szerokości słoika, a dla drugiego – wzrost.

Przeciętne wartości wskaźników reakcji przyrostowej badanych drzewostanów dębowych (tab. 2) wskazują, że cechują się one znaczną zdolnością adaptacyjną i szybkim odzyskiwaniem zdolności przyrostowych, zarówno w perspektywie 3-, jak i 5-letniej. Jednocześnie charakterystyczny jest niski poziom wskaźnika Rt , oznaczający małą odporność ich przyrostu na zaburzenia.

Wartości wskaźnika regeneracji wahały się w przypadku chronologii standardowych od 0,71 do 3,96 (okres 3-letni) oraz od 0,64 do 4,63 (okres 5-letni). Stwierdzono istotny wpływ wieku drzew w momencie wykonywania zabiegu na wartość współczynnika Rc ($HK-W=28,56$, $p<0,001$ i $HK-W=30,69$, $p<0,001$; odpowiednio dla okresu 3- i 5-letniego). Najwyższe i istotnie różne od pozostałych wariantów wieku wartości Rc (odpowiednio 2,22 i 2,64) charakteryzowały drzewostan mający podczas zabiegu 26 lat.



Ryc. 2.

Średnia (słupek) \pm odchylenie standardowe (wąs) 3-letnia (a) i 5-letnia (b) szerokość słoika [mm] przed trzebieżą (jasny) i po trzebieży (ciemny) w zależności od wieku drzewostanu w momencie zabiegu

Mean (bar) \pm standard deviation (whiskers) of 3- and 5-years ((a) and (b) panel, respectively) tree ring width [mm] before (light) and after (dark) the thinning with regard to the age of the stand at the moment of treatment

◆ – różnica istotna przy $p=0,05$; ◆ – difference significant at $p=0,05$

Wskaźnik elastyczności zmieniał się od 0,30 do 4,99 (okres 3-letni) oraz od 0,28 do 6,24 (okres 5-letni). Stwierdzono istotny wpływ wieku w momencie wykonania zabiegu na wartość współczynnika R_s ($HK-W=40,68$, $p<0,001$ i $HK-W=45,96$, $p<0,001$; odpowiednio dla okresu 3- i 5-letniego). Najwyższe i istotnie różne wartości R_s dla okresu 3-letniego charakteryzowały drzewostany mające podczas zabiegu 26 i 42 lata (odpowiednio 1,75 i 1,79). Istotnie niższa od pozostałych była też elastyczność dla drzewostanów 39- i 44-letniego (odpowiednio 0,73 i 0,84). Dla okresu 5-letniego istotnie wyższym poziomem R_s (2,42) wyróżniał się drzewostan 26-letni.

Wartości R_t wahały się od 0,27 do 2,50 (okres 3-letni) oraz od 0,28 do 2,68 (okres 5-letni). Stwierdzono istotny wpływ wieku w momencie zabiegu na wartość współczynnika R_c ($HK-W=38,44$, $p<0,001$ i $HK-W=28,43$, $p<0,001$; odpowiednio dla okresu 3- i 5-letniego). Istotnie niższe wartości wskaźnika odporności dla okresu 3-letniego obserwowano dla drzewostanów 26-, 39- i 44-letniego (odpowiednio 0,75, 0,68, 0,81), natomiast istotnie wyższe wartości stwierdzono w drzewostanie 42-letnim (1,56). Dla okresu 5-letniego istotnie niższe wartości R_t charakteryzowały tylko drzewostan 39- i 44-letni (odpowiednio 0,66 i 0,59).

Dyskusja

W celu stworzenia korzystnych warunków rozwoju drzew, które mają stanowić końcowy efekt produkcyjny, prowadzi się w drzewostanach cięcia pielęgnacyjne, polegające w głównej mierze na usuwaniu drzew przeszkadzających i niekorzystnie wpływających na wzrost promowanych osobników [Bernadzki 2000; Brzezicki 2005; Hawe, Short 2016]. Jednym z efektów przeprowadzenia zabiegu (np. trzebieży) może być uzyskanie tzw. przyrostu z prześwietlenia, czyli zwiększonego przyrostu grubości/miąższości drzew wynikającego z jednej strony ze zmniejszenia się konkurencji, a z drugiej ze zwiększenia przestrzeni wzrostu w drzewostanie. Jednakże, jak podają Altman i in. [2013], na zwiększenie przyrostu wpływa nie tylko rywalizacja o światło, ale także dostępność składników odżywczych (których pula wzrasta po usunięciu gęstego podszytu lub sąsiadujących drzew) czy też dostępność wody (która ma bardzo duże znaczenie na siedliskach suchych).

Uzyskane w niniejszych badaniach wyniki częściowo potwierdzają obserwacje dotyczące oddziaływania zabiegów hodowlanych na przyrost drzew. Najkorzystniejsze efekty wykonywanych cięć można osiągnąć, wykonując je we wczesnych latach wzrostu drzew. Najmłodszy drzewostan uwzględniony w tych badaniach (wiek w momencie cięć 26 lat) charakteryzował się znacznie większym przyrostem po wykonanej trzebieży wczesnej, a także istotnie wyższymi wartościami wskaźników odporności i elastyczności w porównaniu do drzewostanów starszych (zabiegi wykonane w późniejszym czasie życia drzewostanu). Jak podaje Stefancik [2012], najlepsze wyniki przyrostowe osiąga się w drzewostanach dębowych, prowadząc średniej intensywności cięcia w młodym wieku. Z kolei Drobyshev i in. [2019], analizując przyrosty dębów rosnących w warunkach południowej Szwecji, stwierdzili, że przeprowadzenie zabiegów nie wpływa znacząco na przyrost drzew starszych, natomiast u młodszych stwierdzono pozytywną odpowiedź na zabieg. Także Bijak i Mądrzak [2016] obserwowali ograniczony wpływ zabiegów na przyrost około 100-letnich buków w Nadleśnictwie Cewice. Autorzy ci stwierdzili, że zabiegi wykonane w późniejszych latach życia drzewostanu skutkowały nawet obniżeniem średniego przyrostu rocznego. Wynik ten jednak nie był istotny statystycznie.

Rodzaj i intensywność wykonywanych zabiegów hodowlanych może wpływać nie tylko na przyrost drzew, ale także na jakość surowca [Ilmurzyński 1969; Łukaszewicz, Zajączkowski 2019]. Kerr [1996] stwierdził istotne różnice w przyroście między drzewostanem dębowym poddanym trzebieży górnej a drzewostanem, w którym przeprowadzono tzw. free growth thinnings, czyli

intensywne cięcia mające zmaksymalizować przyrost pierśnicy i produkcję wysokiej jakości surowca przy względnie krótkim okresie odnowienia. Według Attocchi [2015], która badała drzewostany dębowe rosnące w Danii i południowej Szwecji, silne trzebieże wczesne powinny być zalecane w selekcyjnej hodowli drzew dorodnych, ponieważ są nie tylko dobrą metodą zwiększenia przyrostu, ale także pozwalają na obniżenie całkowitych kosztów podkrzesywania i wykonywania czyszczeń. Z kolei badania Drobysheva i in. [2019] dowodzą, że różna intensywność cięć nie wpływała znacząco na przyrost dębów w południowej Szwecji. Również w przypadku analizy skutków trzebieży dolnej przeprowadzonej w drzewostanach robinii akacyjowej Rédei i Meilby [2000] nie uzyskali wyraźnego wzrostu przyrostu, co tłumaczą faktem, że usuwane drzewa (z 3 i 4 klasy klasyfikacji węgierskiej, czyli głównie martwe i umierające) nie dały znaczącego rozrzedzenia drzewostanu w górnej warstwie, przez co nie wykształciła się wystarczająca przestrzeń wzrostu oraz nie zmniejszyła się konkurencja. Jednak na powierzchniach, na których zastosowano inne metody cięć, uzyskano istotny wzrost szerokości słoików rocznych.

Cutter i in. [1991] zwrócili uwagę, że odpowiedź poszczególnych gatunków drzew na wykonanie zabiegu, choć może mieć taki sam charakter (np. wzrost szerokości słoików), to potrafi różnić się znacząco w czasie. Autorzy zbadali reakcję drzewostanów dębu barwierskiego (*Quercus velutina*) i dębu szkarłatnego (*Quercus coccinea*) na trzebież wykonaną, gdy miały one 32 lata. Pierwszy z tych gatunków zareagował zaraz po przerzedzeniu i utrzymywał zwiększony przyrost przez kolejne 10 lat, podczas gdy w przypadku drugiego gatunku 12-letni okres wzmoczonego wzrostu wystąpił dopiero po upływie 6-7 lat od zabiegu. Mayor i Roda [1993], badając reakcje przyrostowe dębu ostrolistnego (*Quercus ilex*) w Hiszpanii, zauważyli energiczną reakcję przyrostową dopiero w okresie od 6 do 9 lat po zabiegu. W kolejnym okresie (9-12 lat po cięciach) nadal notowano zwiększony przyrost, jednakże jego wartość była mniejsza niż w okresie poprzednim.

Reakcja przyrostowa na zabieg jest także uwarunkowana warunkami klimatycznymi, zwłaszcza zdarzeniami o charakterze ekstremalnym. Cabon i in. [2018] podają, że trzebież opóźniła moment zatrzymania aktywności kambium dębu ostrolistnego (*Quercus ilex*) wywołanego suszą. Z kolei Chojnacka-Ożga i in. [2018] sugerują, że ewentualna pozytywna reakcja badanej przez nich sosny na zabieg mogła być ograniczona w wyniku negatywnego oddziaływania niekorzystnych warunków klimatycznych. U dębów z Nadleśnictwa Międzyrzec nie odnotowano negatywnego roku wskaźnikowego podczas suszy panującej w Polsce w 2006 roku. Niewykluczone więc, że badane drzewa okazały się odporne na deficyt wody. Z kolei u większości z nich stwierdzono negatywny rok wskaźnikowy w 2004 roku, co prawdopodobnie związane jest z gradacją opiętka dwukropkowego, która w tym czasie wystąpiła na terenie nadleśnictwa.

Ewentualny przyrost z prześwietlenia może być także efektem pośredniego oddziaływania człowieka. Bruchwald i in. [2016], badając w Górach Świętokrzyskich drzewostany jodłowe, w których w latach 1960-1990 obserwowano istotne zmniejszenie się przyrostów radialnych wskutek bardzo wysokich emisji przemysłowych, stwierdzili dynamiczny wzrost szerokości przyrostów rocznych po 1990 roku, czego przyczyn upatrywali z jednej strony w znacznym obniżeniu stopnia zanieczyszczenia, a z drugiej w zwiększonym prześwietleniu drzewostanów wynikającym z utraty przez badane jodły koron pierwotnych.

Wnioski

✦ Badane drzewostany dębowe nie wykształciły w przypadku wykonanych w nich zabiegów hodowlanych istotnego zwiększenia średniej szerokości słoików rocznych, czyli oczekiwanego „przyrostu z prześwietlenia” – zarówno w perspektywie 3-, jak i 5-letniej.

- ♣ Wiek drzew w momencie zabiegu istotnie wpływał na wartości parametrów opisujących reakcję przyrostową (poziom regeneracji, elastyczności i odporności) badanych drzewostanów dębowych. Im starszy był drzewostan, tym reakcja przyrostowa była mniej intensywna.
- ♣ Synchroniczność serii szerokości słoików rocznych badanych dębów, w tym współwystępowanie pozytywnych i negatywnych lat wskaźnikowych, może wskazywać na większe znaczenie czynników klimatycznych niż prowadzonych zabiegów hodowlanych, chociaż na uwadze mieć należy także potencjalne przesunięcie w czasie (opóźnienie) reakcji niektórych drzew na zabieg.

Podziękowania

Serdecznie dziękujemy Nadleśnictwu Międzyrzec za udostępnienie informacji niezbędnych do przeprowadzenia niniejszej pracy oraz pomoc w realizacji części terenowej.

Literatura

- Altman J., Hedl R., Szabo P., Mazurek P., Riedl V., Mullerova J., Kopecky M., Dolezal J. 2013. Tree-rings mirror management legacy: dramatic response of standard oaks to past coppicing in Central Europe. *Plos One* 8 (2): e55770.
- Andrzejczyk T. 2009. Dąb szypułkowy i bezszypułkowy. Hodowla. PWRiL, Warszawa
- Atocchi G. 2015. Effects of thinning on crown size, volume growth and stem quality in even-aged stands of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Northern Europe. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences.
- Bernadzki E. 2000. Cięcia odnowieniowe. PWRiL, Warszawa.
- Bijak S., Mądrzak P. 2016. Reakcja przyrostowa drzewostanów bukowych w Nadleśnictwie Cewice na zabiegi hodowlane. *Studia i Materiały CEPL* 48: 166-172.
- Bijak S., Sobajtis K. 2018. Wpływ zanieczyszczeń z fabryki płyt wiórowych w Szczecinku na przyrost radialny sosny zwyczajnej. *Studia i Materiały CEPL* 57: 65-74
- Bronisz A., Bijak S., Bronisz K., Zasada M. 2012. Climate influence on radial increment of oak (*Quercus* sp.) in central Poland. *Geochronometria* 39 (4): 276-284. DOI: <https://doi.org/10.2478/s13386-012-0011-7>.
- Bruchwald A., Dymyterko E., Bijak S., Łukaszewicz J., Niemezyk M., Wrzesiński P. 2016. Kształtowanie się przyrostu grubości jodeł z Gór Świętokrzyskich. *Sylwan* 160 (11): 893-904. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2016092>.
- Brzeziecki B. 2005. Wpływ trzebieży na zróżnicowanie strukturalne drzewostanów sosnowych. *Sylwan* 149 (10): 11-19. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2005058>.
- Bunn A. G. 2008. A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia* 26: 115-124.
- Cabon A., Mouillot F., Lempereur M., Ourcival J., Simioni G., Limousin J. 2018. Thinning increases tree growth by delaying drought-induced growth cessation in a Mediterranean evergreen oak coppice. *Forest Ecology and Management* 409: 333-342.
- Camarero J. J., Martín-Bernal E., Gil-Pelegrín E. 2003. The impact of a needleminer (*Epinotia subsequana*) outbreak on radial growth of silver fir (*Abies alba*) in the Aragón Pyrenees: A dendrochronological assessment. *Dendrochronologia* 21 (1): 3-12.
- Chojnacka-Ożga L., Iskra T., Ożga W. 2018. Reakcja przyrostowa drzewostanów sosnowych w nadleśnictwie Lidzbarsk na cięcia pielęgnacyjne wykonane w różnych technologiach. *Studia i Materiały CEPL* 57: 55-64.
- Cutter B. E., Lowell K. E., Dwyer J. P. 1991. Thinning effects on diameter growth in black and scarlet oak as shown by tree ring analyses. *Forest Ecology and Management* 43 (1-2): 1-13.
- Drobyshev I., Widerberga M. K., Andersson M., Wang X., Lindblad M. 2019. Thinning around old oaks in spruce production forests: current practices show no positive effect on oak growth rates and need fine tuning. *Scandinavian Journal Of Forest Research* 34 (2): 126-132.
- Gruzeł M. 2013. Wpływ trzebieży na strukturę i wzrost drzewostanów sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Rozprawa doktorska. IBL, Sękocin Stary.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeo. Electr.* 4 (1).
- Hawe J., Short I. 2016. Broadleaf thinning in Ireland – a review of European silvicultural best practice. *Irish Forestry* 73: 25-64.
- Ilmurzyński E. 1969. Szczegółowa hodowla lasu. PWRiL, Warszawa.
- Kerr G. 1996. The effect of heavy or 'free growth' thinning on oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*). *Forestry* 69 (4): 303-317.
- Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.

- Lloret F., Keeling E. G., Sala A. 2011. Components of tree resilience: effects of successive low-growth episodes in old ponderosa pine forests. *Oikos* 120: 1909-1920.
- Lockow K. 2003. Wpływ trzebieży na dynamikę rozwoju drzewostanów sosnowych. *Sylwan* 147 (9): 3-9. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2003203>.
- Łukaszewicz J., Zajączkowski J. 2019. Trzebieże wczesne w Lasach Państwowych w Polsce – rozwój czy regres. *Sylwan* 163 (1): 13-24. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018066>.
- van der Maaten-Theunissen M., van der Maaten E., Bouriaud O. 2015. Pointres: an R package to analyze pointer years and components of resilience. *Dendrochronologia*. 35:34-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2015.05.006>.
- Mayor X., Roda F. 1993. Growth response of holm oak (*Quercus ilex* L.) to commercial thinning in the Montseny mountains (NE Spain). *Ann Sci For* 50: 247-256.
- Oliva J., Colinas C. 2007. Decline of silver fir (*Abies alba* Mill.) stands in. *For. Ecol. Manage.* 252 (1-3): 84-97.
- Plan zarządzania lasu dla Nadleśnictwa Międzyrzec. 2013. BULiGL, oddział w Lublinie.
- Pretzsch H., Schütze G., Uhl E. 2013. Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by inter-specific facilitation. *Plant Biol.* 15: 483-495. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00670.x>.
- Rédei K., Meilby H. 2000. Effect of thinning on the diameter increment in black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands. *Silva Gaildavensis* 65: 115-127.
- del Río M., Bravo-Oviedo A., Pretzsch H., Löf M., Ruiz-Peinado R. 2017. A review of thinning effects on Scots pine stands: from growth and yield to new challenges under global change. *For Syst* 26 (2): 9.
- Sensuła B. M., Wilczyński S., Piotrowska N. 2016. Zastosowanie metod dendrologicznych oraz spektrometrycznych w monitorowaniu drzewostanów sosnowych na obszarach przemysłowych. *Sylwan* 160 (9): 730-740. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2016040>.
- Stefancik I. 2012. Growth characteristics of oak (*Quercus petraea* [Mattusch.] Liebl.) stand under different thinning regimes. *Journal of Forest Science* 58 (2): 67-78.
- Tulik M., Bijak S. 2016. Are climatic factors responsible for the process of oak decline in Poland? *Dendrochronologia* 38: 18-25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2016.02.006>.
- Wertz B. 2012. Dendrochronologiczna ocena wpływu emisji przemysłowych na główne gatunki drzew iglastych z Wyżyny Kieleckiej. *Sylwan* 156 (5): 379-390. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2011068>.
- Wigley T. M. L., Briffa K. R., Jones P. D. 1984. On the average of value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *J. Clim. App. Meteorol.* 23: 201-213.
- Wilczyński S., Szymański N., Olejnik M. 2016. Adaptacja wybranych pochodzeń modrzewia europejskiego do klimatu nizin centralnej Polski. *Sylwan* 160 (8): 656-665. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2016028>.
- Zeide B. 2001. Thinning and growth: a full turnaround. *J. For.* 99: 20-25.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.