

MARIUSZ MILEWSKI, TADEUSZ ANDRZEJCZYK

Wpływ sposobu pielęgnowania uprawy na wzrost dębu

Effect of cleaning treatments on a growth of sessile oak in young growth phase

ABSTRACT

Milewski M., Andrzejczyk T. 2017. Wpływ sposobu pielęgnowania uprawy na wzrost dębu. Sylwan 161 (3): 189-195.

We examined growth of oaks after cleaning carried out in a 11-year-old stand in Kolumna Forest District (central Poland). The purpose of the treatment was to remove naturally regenerated species mainly birch. Four different cleaning variants were applied. They differed in time of application and height of unwanted trees i.e. spring cleaning at ground level in every second oak row (W1) or over the entire surface (W2), breaking at a height of 1 m in spring (W3) or in summer (W4) and control (K) where trees were not removed. We analyzed height and its increment, dbh and its increment as well as slenderness, i.e. h:d ratio, in 4-year-long period after treatment. The study revealed that the cleaning, regardless of the applied method, significantly improved oak growth, while lack of cleaning led to increased competition of birch. The pressure from the other species firstly reduced diameter increment and later the height increment (tab.). As a result, the h:d ratio of oaks increased. The 4-year height and dbh increment were similar in all the applied treatments but in the last year of study the dbh increment in variants W2 and W4 was significantly higher than in W1 and W3 due to greater competition of birch in these variants (figs. 1 and 2). Cleaning done on a limited area provides satisfactory growth and stability for young oaks, but it is probable that such a stand needs more frequent intervention than the one from W2 cleaning variant.

KEY WORDS

silviculture, stand tending, cleaning, *Quercus petraea*

ADDRESSES

Mariusz Milewski ⁽¹⁾ – e-mail: Mariusz.Milewski@lodz.lasy.gov.pl

Tadeusz Andrzejczyk ⁽²⁾ – e-mail: tadeusz.andrzejczyk@wl.sggw.pl

⁽¹⁾ Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Łodzi

⁽²⁾ Katedra Hodowli Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Wstęp

Rosnący udział dębu w naszych lasach stanowi duże wyzwanie hodowlańco-gospodarcze z powodu konieczności prowadzenia intensywnej pielęgnacji i ochrony tego gatunku we wczesnych fazach rozwojowych drzewostanu, a także właściwego kształtowania struktury drzewostanu w starszym wieku [Andrzejczyk 2009]. Dąb bowiem w pierwszych latach życia charakteryzuje się stosunkowo wolnym wzrostem i podlega w związku z tym dużej konkurencji ze strony roślin runa, drzew i krzewów, szczególnie na żyznych siedliskach. Jest także bardzo mocno narażony na szkody powodowane przez ssaki roślinożerne: zgryzanie pędów w fazie uprawy i spalowanie

w fazie młodnika. Z powodu bardzo dużego zagęszczenia zwierzyny płowej w polskich lasach konieczne są kosztowne działania ochronne w uprawach i młodnikach dębowych.

W tradycyjnie zakładanych uprawach i młodnikach dębowych duży problem pielęgnacyjny stanowią samosiewne gatunki lekkonasienne, głównie brzoza brodawkowata. Opinie na temat roli brzozy w uprawach i młodnikach dębowych oraz sposobu postępowania w ramach zabiegów pielęgnacyjnych są podzielone [Ilmurzyński 1969; Wędziński 1995, 1997; Leder 1996; Wagner, Röker 2000]. Generalnie jest ona traktowana jako silny konkurent i dlatego w czyszczeniach wczesnych i późnych jest najczęściej całkowicie usuwana. Przy dużej liczebności, szybkim wzroście i dużej sile odroślowej brzoza przerasta i zagłusza dąb, prowadząc do osłabienia jego wzrostu i obniżenia stabilności z powodu wysmuklenia drzew [Wagner, Röker 2000]. Z kolei Lüpke [1991], Wędziński [1995, 1997] i Leder [1996] wyrażają opinie na temat pozytywnej roli brzozy w uprawach dębowych, polegającej na poprawie jakości drzew (ograniczanie grubości gałęzi), ochronie przed przymrozkami, zachwaszczeniem i szkodami od zwierzyny (utrudniona penetracja uprawy). Z tego względu niekiedy postuluje się utrzymanie pewnej domieszki brzozy w młodych drzewostanach i w ramach pielęgnacji zaleca się jej ogławianie poprzez przycinanie lub łamanie pędu głównego. Wiele powyższych zaleceń opartych jest na lokalnych obserwacjach praktyki. Brakuje natomiast wyników uzyskanych z metodycznie założonych doświadczeń, które mogłyby potwierdzić lub obalić powyższe opinie.

Celem pracy była analiza wzrostu dębu bezszypułkowego w fazie późnej uprawy w zależności od sposobu wykonania czyszczenia wczesnego.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowią wyniki 4-letnich badań prowadzonych na powierzchni doświadczalnej z różnymi wariantami czyszczeń, wykonanych w 11-letniej uprawie dębowej na terenie Nadleśnictwa Kolumna (RDLP Łódź). Powierzchnia została zlokalizowana w leśnictwie Teodory (oddz. 277f), w uprawie dębowej założonej wiosną 1999 roku na gruncie porolnym, glebie brunatnej kwaśnej wytworzonej z gliny zwałowej, o uziarnieniu piasku gliniastego mocnego zalegającego na glinie piaszczystej. Była to gleba IVb klasy bonitacji, która odpowiada siedlisku LMśw.

Doświadczenie zostało założone jesienią 2009 roku. Obejmuje ono 4 warianty czyszczeń oraz wariant kontrolny bez zabiegu. Każdy wariant doświadczenia był powtórzony trzykrotnie na działkach o wymiarach 20×12 m (łącznie 15 działek). Warianty różniły się terminem i sposobem usuwania samosiewnych gatunków domieszkowych (brzoza, czeremcha amerykańska, sosna i inne). Przyjęto następujące warianty pielęgnacji:

- W1 – czyszczenie w terminie wiosennym, cięcie przy gruncie, zabieg wykonano na 50% powierzchni – pielęgnacji podlegał co drugi rząd dębu (subwariant W1a – rzędy poddane pielęgnacji, subwariant W1b – rzędy bez pielęgnacji);
- W2 – czyszczenie wiosenne na pełnej powierzchni, cięcie przy gruncie;
- W3 – czyszczenie wiosenne na pełnej powierzchni, na przemian w kolejnych rzędach wycinano lub łamano drzewa domieszkowe na wysokości 1 m;
- W4 – czyszczenie późnoletnie (początek września) na pełnej powierzchni, zabieg analogiczny jak w wariantcie W3;
- K – kontrola, bez zabiegu.

Pielęgnację w wariantach W1-W3 wykonano wiosną 2010 roku (przed rozpoczęciem okresu wegetacyjnego), a w wariantcie W4 we wrześniu 2009 roku. Pierwszy pomiar drzew (stan wyjściowy) na działkach wariantu W4 wykonano w drugiej połowie sierpnia 2009 roku (bezpośrednio przed zabiegiem), a na pozostałych działkach w październiku i listopadzie 2009 roku (po zakończeniu

wegetacji). Zmierzono wysokość (z dokładnością do 5 cm) i pierśnicę (z dokładnością do 1 mm) wszystkich drzew (zarówno dębów, jak i gatunków domieszkowych). Kolejne pomiary wysokości i pierśnicy dębu wykonywano co roku po zakończeniu wegetacji w latach 2010-2013.

Dla poszczególnych wariantów doświadczenia obliczono średnie wartości wysokości, pierśnicy, przyrostu wysokości i pierśnicy oraz współczynnika smukłości drzew w kolejnych latach badań. Istotność różnic między średnimi określono za pomocą analizy wariancji i testu Tukeya w programie Statistica.

Wyniki

WYSOKOŚĆ I PRZYROST WYSOKOŚCI. Od momentu rozpoczęcia doświadczenia (jesień 2009 roku) aż do jego zakończenia (jesień 2013 roku) różnice między średnimi wysokościami dębu w poszczególnych wariantach pielęgnacji były istotne statystycznie (tab.). W okresie tym nastąpiły jednak wyraźne zmiany w uszeregowaniu wariantów doświadczenia pod względem analizowanej cechy, które świadczą o znacznych różnicach w przyroście wysokości dębu.

Średni przyrost wysokości w poszczególnych wariantach i latach doświadczenia oraz w całym czteroletnim okresie badań przedstawiono odpowiednio w tabeli i na rycinie 1. Różnice między

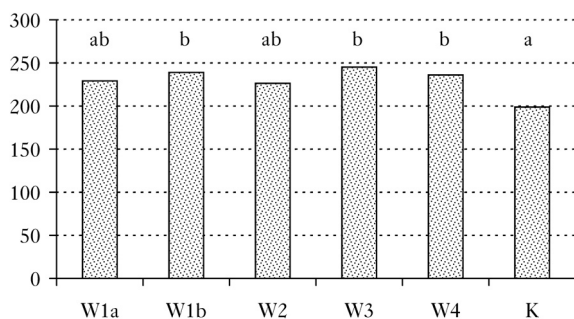
Tabela.

Średnia wysokość (H [cm]), przyrost wysokości (ZH [cm]), pierśnica (D [mm]), przyrost pierśnicy (ZD [mm]) i wartość współczynnika smukłości (H:D) dębu w wariantach doświadczenia w kolejnych latach badań

Mean height (H [cm]), height increment (ZH [cm]), breast height diameter (D [mm]), dbh increment (ZD [mm]) and slenderness factor (H:D) of oak in in the analyzed treatments in subsequent years of the experiment

		W1a	W1b	W2	W3	W4	K	p
H	2009	234,2bc	241,6c	212,1ab	200,6a	208,0a	207,8a	0,0000
	2010	289,6bc	295,4c	267,5ab	260,2a	261,4a	259,0a	0,0000
	2011	348,4bc	358,0c	326,5ab	321,4ab	320,3ab	314,0a	0,0000
	2012	395,9bc	405,6c	373,1ab	365,1ab	369,9ab	353,6a	0,0000
	2013	467,0bc	490,2c	426,4ab	443,9abc	437,0abc	391,5a	0,0000
ZH	2010	55,4ab	53,8ab	55,4ab	60,7b	53,4a	51,8a	0,0002
	2011	58,7	62,5	58,9	61,1	58,9	55,2	0,0888
	2012	46,2b	47,3b	46,9b	45,8b	49,6b	39,3a	0,0000
	2013	63,7b	66,1b	70,1b	72,9b	70,7b	44,9a	0,0000
D	2009	19,3b	19,1b	16,6ab	17,0ab	16,1ab	15,0a	0,0000
	2010	23,5b	23,6b	21,4ab	21,1ab	20,6ab	18,9a	0,0002
	2011	28,3b	28,9b	27,6b	26,9b	26,5ab	23,4a	0,0001
	2012	32,4b	33,1b	32,2b	30,9b	31,1b	26,6a	0,0000
	2013	36,9b	37,0b	34,8b	36,3b	33,0b	27,0a	0,0003
ZD	2010	6,9ab	6,6ab	6,7ab	7,3b	6,5a	6,7ab	0,0029
	2011	5,3ab	5,6abc	6,4d	6,0bcd	6,2cd	4,9a	0,0000
	2012	3,9bc	4,1bc	4,5bc	4,0b	4,7c	3,1a	0,0000
	2013	3,8b	4,0b	5,8c	4,7bc	5,4c	2,1a	0,0000
H:D	2009	172,8a	172,8a	171,9a	165,8a	181,9ab	205,8b	0,0000
	2010	156,2ab	149,2a	154,2a	157,8ab	155,4a	172,2b	0,0043
	2011	143,7ab	140,3a	133,2a	140,1a	135,7a	155,7b	0,0000
	2012	140,5b	136,8ab	127,9a	135,6ab	130,8ab	152,0c	0,0000
	2013	145,6a	142,1a	134,2a	140,6a	136,7a	171,3b	0,0000

te same litery wskazują brak istotnych różnic przy $\alpha=0,05$
the same letter indicates insignificant difference at $\alpha=0,05$



Ryc. 1.

Średni 4-letni przyrost wysokości [cm] dębu w wariantach doświadczenia
 Mean 4-year height increment [cm] of oak in the analyzed treatments
 te same litery wskazują brak istotnych różnic przy $\alpha=0,05$
 the same letter indicates insignificant difference at $\alpha=0,05$

średnimi dla wariantów w kolejnych latach doświadczenia (za wyjątkiem drugiego roku) były istotne statystycznie (tab.). W trzecim i czwartym roku nastąpiło zróżnicowanie analizowanych wariantów na dwie jednorodne grupy statystyczne. Pierwszą, o istotnie większych wartościach średnich, tworzyły wszystkie warianty objęte pielęgnacją, podczas gdy drugą wariant kontrolny, bez zabiegu.

Łącznie w całym okresie badań największym przyrostem wysokości charakteryzował się dąb w wariantach W3 (245 cm) i W1b (239 cm), a najmniejszym w wariacie kontrolnym (199 cm). Analiza wariancji wskazała na dwie jednorodne grupy statystyczne (ryc. 1). Pierwszą, o większym okresowym przyroście, tworzyły wszystkie warianty objęte zabiegiem pielęgnacyjnym, drugą zaś wariant kontrolny (bez zabiegu) oraz warianty W1a i W2, w których gatunki domieszkowe usunięto, wycinając je przy gruncie.

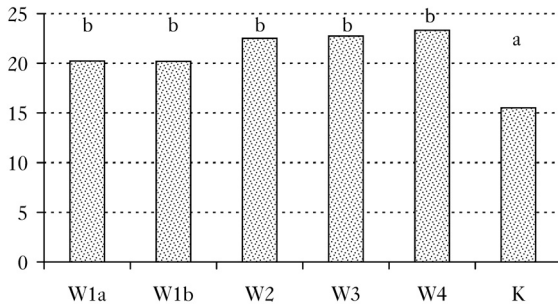
PIERŚNICA I PRZYROST PIERŚNICY. Od momentu rozpoczęcia doświadczenia średnia pierśnica dębu różniła się istotnie w poszczególnych wariantach pielęgnacji (tab.). W ciągu całego okresu jej wartość była najmniejsza w wariacie kontrolnym, a największa w wariantach W1a i W1b. W ostatnich dwóch latach badań warianty objęte pielęgnacją stanowiły jednorodną grupę statystyczną, różniącą się istotnie od wariantu kontrolnego.

Średni przyrost pierśnicy w poszczególnych wariantach był najbardziej wyrównany w pierwszym roku doświadczenia (dwie jednorodne grupy wariantów; tab.). Począwszy od drugiego roku badań nastąpiło zróżnicowanie wariantów na 4, a w ostatnim roku na 3 jednorodne grupy, wśród których największym przyrostem charakteryzował się dąb w wariantach W2, W3 i W4, średnim w wariantach W1a i W1b, a najmniejszym w wariacie kontrolnym (tab.). Łącznie 4-letni przyrost pierśnicy był największy w wariantach W2, W3 i W4 (22,5-23,3 mm), a najmniejszy w wariacie kontrolnym (15,5 mm). Okresowy przyrost dębu w wariantach z jakąkolwiek pielęgnacją był pod względem statystycznym wyrównany i istotnie większy niż w wariacie kontrolnym (ryc. 2).

WSPÓŁCZYNNIK SMUKŁOŚCI. Przez cały okres badań najwyższy współczynnik smukłości utrzymywał się w wariacie kontrolnym, a najniższy z reguły w wariantach W2 i W4 – różnice między wariantami pod względem tej cechy były istotne (tab.). W ostatnim roku badań wszystkie warianty pielęgnacji tworzyły statystycznie jednorodną grupę, różniącą się istotnie od wariantu kontrolnego.

Dyskusja

Podstawowym zadaniem cięć pielęgnacyjnych w uprawach i młodnikach jest ograniczenie konkurencji samosiewnych gatunków domieszkowych, a tym samym wzmoczenie przyrostu i poprawa stabilności gatunku głównego. Zabieg pielęgnacyjny zastosowany w analizowanych badaniach



Ryc. 2.

Średni 4-letni przyrost pierśnicy [mm] w wariantach doświadczenia
 Mean 4-year dbh increment [mm] of oak in in the analyzed treatments
 te same litery wskazują brak istotnych różnic przy $\alpha=0,05$
 the same letter indicates insignificant difference at $\alpha=0.05$

miał charakter ostatniego czyszczenia wczesnego i polegał na całkowitej lub częściowej redukcji domieszek występujących w 11-letniej uprawie dębowej. Warto podkreślić, że doświadczenie zostało założone w uprawie, która była dotychczas systematycznie pielęgnowana (poprzednie czyszczenia były wykonane 3 lata wcześniej).

Po wykonaniu zabiegu pielęgnacyjnego przyrosty wysokości i pierśnicy dębu różniły się w poszczególnych wariantach doświadczenia, lecz generalnie największe różnice wystąpiły między wariantem kontrolnym (bez pielęgnacji) a wariantami z jakąkolwiek pielęgnacją, na korzyść tych ostatnich.

Istotne zróżnicowanie przyrostu wysokości dębu w wariantach pielęgnowanych i w wariantcie kontrolnym nastąpiło w trzecim roku doświadczenia i pogłębiło się w następnym roku. W rezultacie okresowy 4-letni przyrost wysokości dębu w wariantcie bez pielęgnacji był istotnie mniejszy niż w wariantach z pielęgnacją. Przyrost dębu na wysokość w różnych wariantach czyszczenia (W1-W4) był generalnie podobny. Warto zwrócić uwagę, że dotyczyło to także wariantu W1, w którym zabieg pielęgnacyjny był wykonany na 50% powierzchni (obejmował co drugi rząd dębu). Co ciekawe, w obrębie tego wariantu nie stwierdzono istotnych różnic w przyroście wysokości dębu w rzędach pielęgnowanych i w rzędach bez pielęgnacji. To wskazuje, że 50-procentowa redukcja brzozy pozwoliła na utrzymanie w analizowanym okresie przyrostu wysokości na podobnym poziomie jak w wariantach z całkowitą redukcją brzozy. Wycięcie brzozy w co drugim rzędzie miało pozytywny wpływ nie tylko na wzrost dębu w rzędach pielęgnowanych, ale także w rzędach bez pielęgnacji. Może to wskazywać, że przy systematycznej pielęgnacji upraw częściowe czyszczenie metodą niepełnej powierzchni jest wystarczające, by skutecznie ograniczyć konkurencję brzozy, szczególnie w warunkach, gdy jej nasilenie nie jest bardzo duże.

Pod względem przyrostu pierśnicy wariant W1 ustępował pozostałym sposobom pielęgnacji wykonanym na całej powierzchni uprawy. Pozostaje to w zgodności z wynikami badań Wagnera i Röckera [2000] oraz Petersena i in. [2009], którzy wykazali, że dąb podlegający konkurencji brzozy w pierwszej kolejności reaguje zmniejszeniem przyrostu na grubość, a po kilku latach także zahamowaniem przyrostu wysokości. W niniejszym doświadczeniu poziom konkurencji brzozy w wariantcie W1 spowodował już zahamowanie przyrostu dębu na grubość, lecz nie obniżył przyrostu na wysokość. Prawdopodobnie w następnych latach przyrost wysokości dębu ulegnie tu także znacznemu pogorszeniu ze względu na rosnącą dominację brzozy pod względem wysokości i jej bardzo bliskie sąsiedztwo z dębem. Z badań Andrzejczyka [2008] oraz Liziniewicza i in. [2016] wynika bowiem, że w uprawach i młodnikach dęby rosnące w rzędach odległych o 1,5 m od rzędu brzozy posadzonej jednocześnie z dębem na uprawie miały istotnie obniżony przyrost wysokości i uzyskiwały mniejszą wysokość w porównaniu z dębami rosnącymi w rzędach w odległości 3,0 m od brzozy lub w porównaniu z dębem, w sąsiedztwie którego usunięto brzozę całkowicie.

Z porównania wzrostu dębu w wariantach pielęgnowanych i wariantcie kontrolnym wynika, że na zabieg pielęgnacyjny gatunek ten już w drugim roku doświadczenia zareagował zwiększonym przyrostem pierśnicy, a rok później zwiększonym przyrostem wysokości. Największy przyrost pierśnicy w całym okresie badań uzyskał dąb w wariantach W2 i W4, a więc tam, gdzie zabieg pielęgnacyjny najbardziej skutecznie ograniczył konkurencję brzozy. W wariantach tych regeneracja brzozy po przycięciu była szczątkowa (W2) lub wyraźnie słabsza (W4) niż w wariantcie W3, gdzie w ostatnich latach doświadczenia stała się ponownie silnym konkurentem.

Przy braku pielęgnacji i w warunkach silnej konkurencji wewnątrz- lub międzygatunkowej u wielu gatunków drzew, w tym także dębu bezszypułkowego, alokacja asymilatów ukierunkowana jest na wzrost pędu głównego kosztem przyrostu na grubość [Messier i in. 1999]. Strategia taka ma zapewnić drzewom przeżycie dzięki lepszemu dostępowi do światła. Niniejsze badania potwierdzają to zjawisko. W wariantcie kontrolnym w dwóch pierwszych latach doświadczenia przyrost wysokości jest podobny jak w wariantach pielęgnowanych, natomiast przyrost pierśnicy już po roku ulega istotnemu zmniejszeniu. W rezultacie następuje wyraźny wzrost smukłości drzew (stosunek H:D). Jest to zjawisko niekorzystne, ponieważ drzewa wysmuklone są mniej stabilne i mogą łatwo ulegać uszkodzeniom w formie wygięcia lub złamania spowodowanym przez okiść śniegową, a w okresie wegetacyjnym przez obfite opady deszczu [Zajączkowski 1991].

Warto podkreślić, że mimo zahamowania wzrostu i stabilności dębu obecność brzozy ma pozytywny wpływ na jakość drzew poprzez ograniczanie przyrostu gałęzi na grubość [Wagner, Röker 2000; Andrzejczyk 2008; Petersen i in. 2009; Liziniewicz i in. 2016] i tym samym przyspieszanie procesu oczyszczania się. W tym kontekście można rozważać celowość utrzymania pewnej domieszki brzozy i innych gatunków drzew w młodych drzewostanach dębowych, przy której nie dochodzi do zahamowania przyrostu i do wysmuklenia dębu. Szczególnie odnosi się to do upraw i młodników o niepełnej udatności lub o dużym zróżnicowaniu wysokości dębu, które najczęściej powstaje jako skutek szkód od zwierzyny. W takich warunkach jak najbardziej wskazane jest pozostawianie drzew gatunków domieszkowych o stosunkowo małej konkurencji. Za drzewa takie można uznać te, które są równe dębowi lub od niego niższe, albo drzewa wyższe, lecz rosnące od dębu w odległości większej niż 2 m [Liziniewicz i in. 2016].

Wnioski

- ✦ Zabieg pielęgnacyjny, niezależnie od wariantu, miał istotny wpływ na poprawę przyrostu wysokości i przyrostu pierśnicy dębu.
- ✦ Brak jakiegokolwiek pielęgnacji i nasilająca się konkurencja drzew domieszkowych (głównie brzozy) prowadzi w pierwszej kolejności do zahamowania przyrostu grubości, a następnie do zahamowania przyrostu wysokości i zwiększenia współczynnika smukłości dębu.
- ✦ We wszystkich wariantach pielęgnacji 4-letnie przyrosty wysokości i pierśnicy dębu były podobne, lecz w ostatnim roku badań przyrost pierśnicy był wyraźnie większy w tych wariantach, w których bardziej skutecznie ograniczono zdolność regeneracyjną brzozy (W2 – wiosenne wycięcie gatunków domieszkowych na całej powierzchni przy gruncie wiosną, W4 – letnie wycięcie lub złamanie gatunków na wysokości 1 m na całej powierzchni).
- ✦ Zabieg pielęgnacyjny na niepełnej powierzchni (redukcja brzozy i innych gatunków domieszkowych w co drugim rzędzie w uprawie) zapewnia satysfakcjonujący wzrost i stabilność dębu, jednak wymaga częstszych interwencji w porównaniu z innymi wariantami czyszczeń wykonanymi na całej powierzchni.

Literatura

- Andrzejczyk T. 2008. Wpływ brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* L.) na wzrost i pokrój dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w uprawach na przykładzie Nadleśnictwa Krynki. Leśn. Pr. Bad. 69 (3): 203-209.
- Andrzejczyk T. 2009. Dąb szypułkowy i bezszypułkowy. Hodowla. PWRiL, Warszawa.
- Andrzejczyk T. 2011. Biologiczna racjonalizacja w hodowli dębu. W: Paluch R. [red.]. Półnaturalna hodowla lasu – przeszłość, teraźniejszość i przyszłość. IBL, Sękocin Stary. 103-118.
- Ilmurzyński E. 1969. Szczegółowa hodowla lasu. PWRiL, Warszawa
- Leder B. 1996. Weichlaubhölzer in Eichen- und Buchen-Jungbeständen. Forst u. Holzwirt. 51: 340-344.
- Liziniwicz M., Andrzejczyk T., Drozdowski S. 2016. The effect of birch removal on growth and quality of pedunculate oak in a 21-year-old mixed stand established by row planting. Forest Ecology and Management 364: 165-172.
- Lüpke B. 1991. Einfluss der Konkurrenz von Weichlaubholz auf das Wachstum junger Traubeneichen. Forst Holz 46: 166-171.
- Messier C., Doucet R., Ruel J.-C., Claveau Y., Kelly C., Lechowicz M. J. 1999. Functional ecology of advance regeneration in relation to light in boreal forests. Canadian Journal of Forest Research 29: 812-823.
- Petersen R., Schüller S., Ammer C. 2009. Einfluss unterschiedlich starker Birkenkonkurrenz auf das Jugendwachstum von Traubeneichen – Ergebnisse einer 8-jährigen Beobachtungsreihe. Forstarchiv 80: 208-214.
- Rock J., Puettmann K. J., Gockel H. A., Schulte A. 2004. Spatial aspect of the influence of silver birch (*Betula pendula* L.) of growth and quality of young oaks (*Quercus* spp.) in central Germany. Forestry 77 (3): 235-247.
- Wagner S., Röker B. 2000. Birkenanflug in Stieleichenkulturen. Untersuchungen zur Dynamik der Konkurrenz Über 5 Vegetationsperioden. Forst u. Holz 55: 18-22.
- Wędziński A. 1995. Promujmy dąb (I-III). Las Pol. 7: 18-22; 8: 22-23; 9: 20-23.
- Wędziński A. 1997. „Moja” metoda odnawiania dębu. Las Pol. 3: 11-13.
- Zajączkowski J. 1991. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Wydawnictwo Świat. Warszawa.