

LESZEK BOLIBOK, JANUSZ AUCHIMIK

Kształtowanie się wysokości upraw dębowych w centrum i na obrzeżu gniazd na siedlisku lasu mieszanego świeżego

Oak saplings height in the middle and peripheral parts of artificial gaps on fresh mixed forest site

ABSTRACT

Bolibok L., Auchimik J. 2010. Kształtowanie się wysokości upraw dębowych w centrum i na obrzeżu gniazd na siedlisku lasu mieszanego świeżego. Sylwan 154 (6): 371-380.

The Polish forest gap trials report oaks height in the middle of a gap or average height of all oaks in the gap. To decide when the shelter of surrounding old trees is no longer needed and old trees between gaps can be cut, a forester should have knowledge how oaks grow in the peripheral part of gaps. In the experiment height of planted oaks in the age from 5 to 11 years growing in 15 are gaps on fresh mixed broad-leaved forest site was measured. The smallest difference in height of oaks growing in the middle and in the peripheral part of gaps was observed for 5-year-old oaks. The difference became bigger as oaks became older. For oaks older than 8 years, saplings in the peripheral parts are on average 40% lower than those in the central part. The height of older oaks in the middle and in the southern periphery of gap was less differentiated than of oaks growing in northern, eastern and western peripheral parts. Large differences in height can provoke oaks to develop bad stem forms (e.g. forked, thick branched). Special care should be taken during pre-commercial thinning to eliminate oaks with bad stems in the peripheral parts of gaps.

KEY WORDS

patch cutting, artificial gap, pedunculate oak, sapling, competition

ADDRESSES

Leszek Bolibok⁽¹⁾ – e-mail: leszek.bolibok@wl.sggw.pl
Janusz Auchimik⁽²⁾

⁽¹⁾ Katedra Hodowli Lasu, SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-787 Warszawa

⁽²⁾ Nadleśnictwo Supraśl; ul. Podsupraśl 8; 16-030 Supraśl

Wstęp

Znajomość wzrostu różnych gatunków drzew w okresie młodocianym ma podstawowe znaczenie dla doboru składu gatunkowego, form zmieszania, więźby sadzenia i sposobu rozmieszczenia domieszek na uprawach leśnych. Tempo wzrostu w tym okresie wpływa również na termin wykonywania prac pielęgnacyjnych [Jaworski 2004]. Odsłanianie gniazd przez usunięcie drzewostanu na powierzchni międzygniazdowej powinno nastąpić, gdy odnowienie na gniazdach osiągnie wysokość 1,5-2 m [Włoczewski 1966]. Przybliżona informacja o wieku, w jakim dąb osiąga na gniazdach wymaganą wysokość, jest przydatna w szczegółowym planowaniu hodowlanym. Istotną kwestią przy tworzeniu drzewostanów za pomocą rębni gniazdowych jest problem wytworzenia łagodnego przejścia wysokości odnowienia wprowadzonego na gniazdach i odnowienia prowadzanego na powierzchni międzygniazdowej. Na etapie planowania hodowlanego przydatna jest również informacja o kształtowaniu się wysokości odnowień w strefie

obwodowej gniazd w konkretnym wieku. Niestety, nieliczne w polskiej literaturze hodowlanej publikacje dotyczące wzrostu młodych odnowień dębowych na gniazdach, nie poruszają tego zagadnienia [Bellon i in. 1956; Zabielski i in. 1963; Magnuski 1972, 1976].

Celem niniejszej pracy było zbadanie kształtowania się wysokości odnowień sztucznych dębu szypułkowego w różnym wieku w centralnej i obwodowych częściach około 15-arowych gniazd na siedlisku LMśw w drzewostanie sosnowym.

Teren i obiekt badań

Badania zostały przeprowadzone na terenie Nadleśnictwa Supraśl (RDLP Białystok) położonego w Krainie Mazursko-Podlaskiej w dzielnicy Wysoczyzny Bielsko-Białostockiej. Klimat opisywanego obszaru nie należy do najkorzystniejszych dla uprawy dębów [Plan... 2005]. Średnia roczna temperatura wynosi 8,4°C, a amplituda średniej miesięcznej temperatury – 21,6°C. Występuje tutaj dość ciepłe lato o średniej temperaturze lipca około 17,3°C oraz ostra zima o średniej temperaturze stycznia –4,3°C. Okres ze średnią dobową temperaturą poniżej zera jest tu najdłuższy w nizinnej części Polski. Średni okres bezprzymrozkowy dla Białegostoku wynosi 155 dni. Zazwyczaj data ostatnich przymrozków późnych przypada na 3 maja (± 11 dni), a pierwszych wczesnych na 5 października (± 8 dni).

Pomiary zostały dokonane na gniazdach położonych w trzech leśnictwach: Lipina, Klin i Kopna Góra, które wchodziły w skład obrębu leśnego Sokółka. Na terenie leśnictwa Lipina do badań zakwalifikowano pięć wydzieleń, a w pozostałych dwóch leśnictwach po jednym. Wszystkie gniazda znajdowały się na siedlisku LMśw. Badania prowadzono na gniazdach odnowionych sztucznie przez wprowadzenie dwuletnich sadzonek dębu szypułkowego. Wiek dębów w badanych odnowieniach wahał się od pięciu do jedenastu lat. Do badań wybrano gniazda o wielkości od 12 do 18 arów, o kształcie eliptycznym, z dłuższą osią zorientowaną w kierunku wschód-zachód, o długości nieprzekraczającej 1,5 średniej wysokości otaczającego drzewostanu. Ważnym kryterium wyboru poszczególnych gniazd było ich najbliższe otoczenie. Wybrane obiekty musiały być całkowicie otoczone przez dojrzały drzewostan sosnowy, tworzący odpowiedni mikroklimat dla młodego pokolenia. Dla każdego wytypowanego wieku odnowień dębowych wybrano do badań cztery gniazda.

Metodyka

Na każdym gnieździe założono pięć kwadratowych powierzchni próbnych o boku 4 m. W celu zebrania informacji o wzroście dębów w warunkach gniazda, ale z możliwie małym negatywnym wpływem otaczającego drzewostanu, na każdym gnieździe jedna powierzchnia próbna była położona w jego centrum (dalej oznaczana symbolem C). Ponadto w celu oceny wpływu otaczającego drzewostanu na odnowienie dębowe rosnące w strefie brzegowej gniazda, na każdym gnieździe zakładano cztery dalsze powierzchnie próbne w jego północnej (N), południowej (S), wschodniej (E) i zachodniej (W) części. Krawędzie powierzchni próbnych „opierały się” o pnie otaczających gniazdo drzew. Można więc zakładać, że odnowienie dębowe na tych powierzchniach było narażone na silne konkurencyjne oddziaływanie starych drzew (głównie konkurencję korzeniową) [Bolibok 2009]. Przy ogólnie przyjętej w Nadleśnictwie Supraśl więźbie sadzenia dębu 1,5×1,0, na każdej powierzchni próbnej powinno wystąpić 12 drzewek po cztery w trzech rzędach. Dla każdego dębu, pochodzącego z sadzenia, występującego na powierzchni próbnej zmierzono wysokość oraz zanotowano ewentualne ślady zgrzyzania i wypady.

Układ doświadczenia został zaprojektowany z myślą o zastosowaniu analizy wariancji i testu porównań wielokrotnych do oceny różnic pomiędzy średnią wysokością równowiekowych odno-

wień dębowych w różnych położeniach na gnieździe. W analizach statystycznych do obliczeń wykorzystano pakiet statystyczny R [2005]. Niestety, w trakcie wstępnej analizy okazało się, że dla niektórych kategorii wieku rozkład pomierzonych wysokości odbiega od normalnego (co stwierdzono testem Shapiro-Wilka [Royston 1982]) lub też nie jest zachowane założenie o jednorodności wariancji (oceniane testem Bartletta [1937]). Z tego powodu do porównań zdecydowano się wykorzystać test rang Kruskala-Wallisa [1952] oraz odpowiedni dla niego test porównań wielokrotnych [Conover 1999] wykorzystując implementację tych testów z biblioteki procedur *agricolae* napisanej dla pakietu R przez de Mendiburu [2009]. W omawianych obliczeniach jako jednostkę statystyczną traktowano wynik pomiaru wysokości z pojedynczego drzewa. Dla dużej liczby jednostek statystycznych siła testu Kruskala-Wallisa jest porównywalna z klasycznym testem F [Adams i in. 2009], a więc nie zachodzi obawa, że istotność różnic została „pochopnie” zaakceptowana. Podczas analizy danych zaobserwowano, że zróżnicowanie wysokości dębów w różnych położeniach na gniazdach wyrażone współczynnikiem zmienności jest dość znaczne (tab. 3) i wykazuje pewne przestrzenne prawidłowości. W omawianej analizie jednostką statystyczną była wartość współczynnika zmienności wysokości dębów na pojedynczej powierzchni próbnej. Zastosowanie do porównań testów parametrycznych okazało się niemożliwe, ponieważ niespełnione były założenia o normalności rozkładu badanej cechy. Aby sprawdzić czy obserwowane prawidłowości są istotne statystycznie, zastosowano tę samą metodykę co w przypadku analizowania kształtowania się wysokości drzewek. We wszystkich analizach przyjęto poziom istotności $\alpha=0,05$.

Wyniki

Łącznie założono 140 powierzchni próbnych na 28 gniazdach reprezentujących odnowienia dębowe w siedmiu kategoriach wiekowych od 5 do 11 lat. Wypadki występowały raczej równomiernie we wszystkich kategoriach wiekowych (tab. 1) z lekką tendencją rosnącą, ale na niskim średnim poziomie (2,7%). Można więc uznać, że gniazda z żadnej kategorii wiekowej nie były szczególnie narażone na czynniki wywołujące wypadnie drzewek. Na badanych gniazdach zaobserwowano uszkodzenia drzewek wywołane zgryzaniem jedynie w odnowieniach 5- i 6-letnich (tab. 1). Zgryzanie ma zdecydowanie negatywny wpływ na kształtowanie się wysokości drzewek. Dane zaprezentowane w tabeli 1 wskazują, że po zgryzaniu wysokość drzewek jest

Tabela 1.

Wypadki i uszkodzenia związane ze zgryzaniem w poszczególnych kategoriach wiekowych odnowień dębowych

Dead and browsed trees in subsequent oak age classes

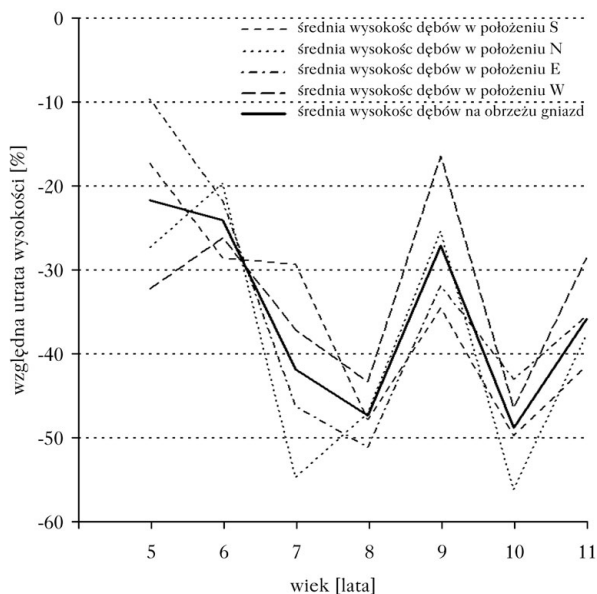
	Wiek odnowień [lata]						
	5	6	7	8	9	10	11
Oczekiwana liczba żywych dębów	240	240	240	240	240	240	240
Obserwowana liczba żywych dębów	236	240	233	231	233	232	229
Liczba wypadów [szt.]	4	0	7	9	7	8	11
Liczba zgryzionych drzewek [szt.]	21	15	0	0	0	0	0
Średnia wysokość drzewek zgryzionych [cm]	40,6	41,7	–	–	–	–	–
Średnia wysokość drzewek niezgryzionych [cm]	64,8	62,7	–	–	–	–	–
Średnia wysokość 50 najniższych niezgryzanych drzewek [cm]	37,6	41,8	–	–	–	–	–
Średnia wysokość 50 najwyższych niezgryzanych drzewek [cm]	70,6	80,3	–	–	–	–	–

Tabela 2.

Średnia wysokość [cm] odnowień dębowych na gniazdach w położeniu centralnym (C) i w położeniach brzegowych (północnym – N, południowym – S, wschodnim – E i zachodnim – W) w różnym wieku
 Mean height [cm] of oak regeneration in artificial gaps growing in the middle (C) and in peripheral (northern – N, southern – S, eastern – E, western – W) parts in various age

Rok sadzenia	Wiek dębów	Wiek uprawy	C	E	N	S	W
2004	5	3	77,73 a	70,06 ab	56,50 cd	64,20 bc	52,70 d
2003	6	4	70,29 a	54,96 b	56,42 b	50,23 c	51,94 c
2002	7	5	206,43 a	111,48 d	94,29 e	145,91 b	130,13 c
2001	8	6	239,50 a	117,95 c	127,56 bc	125,65 bc	136,26 b
2000	9	7	219,85 a	149,98 c	164,02 bc	144,22 c	183,49 b
1999	10	8	272,62 a	156,02 b	120,73 c	137,91 b	146,89 b
1998	11	9	350,82 a	226,98 c	218,88 c	206,41 c	250,71 b

Te same litery oznaczają, że mediany wysokości drzewek z odpowiednich położeń nie różnią się istotnie
 The same letters indicate that medians of trees height in specified positions do not differ significantly



Ryc. 1.

Względne zmniejszenie wysokości dębów w różnym wieku na obrzeżu gniazd w położeniu północnym (N) południowym (S), wschodnim (E) i zachodnim (W) w porównaniu do części centralnej

Relative depletion of height of oaks in different age growing on the peripheral parts of gaps in northern (N), southern (S), eastern (E) and western (W) location compared to central part of gaps

redukowana do wysokości porównywalnej z wysokością drzewek niezgryzanych, lecz najgorzej przyrastających w danych warunkach. Ze względu na niski odsetek drzewek zgryzanych w badanych uprawach można uznać, że czynnik ten nie miał istotnego wpływu na kształtowanie się średniej wysokości dębów.

Kształtowanie się średniej wysokości dębów na powierzchniach próbnych w badanych częściach gniazdach w różnym wieku odnowienia przedstawiono w tabeli 2. We wszystkich klasach wieku średnia wysokość dębów w centralnej części gniazda (C) była wyższa niż w częściach obwodowych. Różnica ta nie była istotna statystycznie jedynie dla najmłodszych,

Tabela 3.

Średnia wartość współczynnika zmienności [%] wysokości dębów w jednej kategorii wiekowej dla powierzchni próbnych z centrum (C) i brzegowych części gniazd (północnej – N, południowej – S, wschodniej – E i zachodniej – W)

Mean value of oak height variation coefficient in the same age from sampling areas placed in central (C) and peripheral (northern – N, southern – S, eastern – E, western – W) parts

Rok sadzenia	Wiek dębów	Wiek uprawy	C	E	N	S	W
2004	5	3	18,05 b	20,01 b	31,73 a	26,88 a	31,20 a
2003	6	4	15,61 a	17,37 a	19,56 a	14,52 a	17,52 a
2002	7	5	14,54 b	38,99 a	23,91 a	24,92 a	22,35 a
2001	8	6	15,95 d	40,26 a	30,99 b	18,76 d	24,36 c
2000	9	7	19,09 b	35,48 a	29,86 a	28,26 ab	28,05 ab
1999	10	8	15,51 b	31,20 a	30,91 a	21,69 b	34,69 a
1998	11	9	15,36 b	25,62 a	25,27 a	18,48 ab	23,71 a

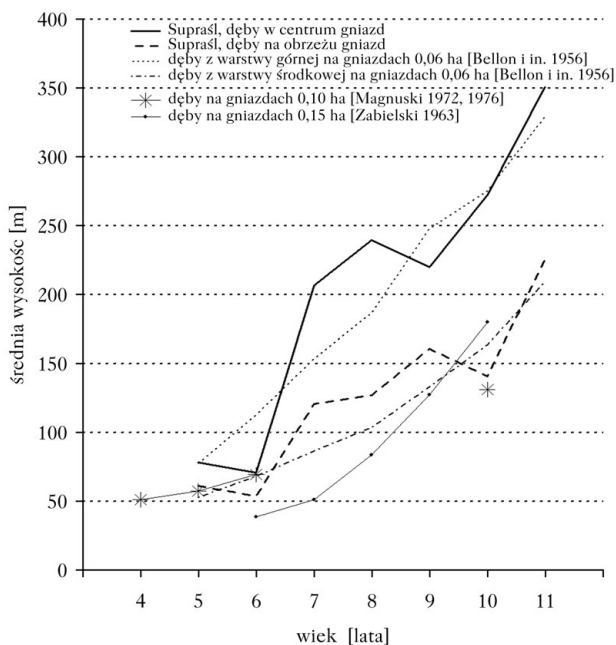
Te same litery oznaczają, że mediany wysokości drzewek z odpowiednich położeni nie różnią się istotnie
The same letters indicate that medians of trees height in specified positions do not differ significantly

pięcioletnich dębów. Ogólnie, tak jak tego można było oczekiwać, z wiekiem wzrastała średnia wysokość dębów rosnących w centrum gniazda. Zaobserwowano dwa wyjątki od tej reguły. Wysokość dębów 6-letnich była mniejsza niż 5-letnich, podobnie jak drzewek 9-letnich była mniejsza niż 8-letnich. W pierwszym przypadku również wysokość dębów w położeniach peryferyjnych gniazda była mniejsza niż dębów rok młodszych, natomiast w drugim przypadku zmniejszenie tempa wzrostu dotyczyło tylko części centralnej. Pomiędzy 5 a 8 rokiem średnia wysokość dębów rosnących w części obwodowej gniazd w stosunku do wysokości osiągananej przez dęby w części centralnej systematycznie maleje (ryc. 1). Początkowo zmniejszenie to wynosi 22%, osiągając dla dębów 8-letnich średnio 47%. Wyniki dla odnowień z dębami 9-letnimi odbiegają od ogólnej tendencji, ponieważ obniżenie wysokości drzewek w obwodowych partiach gniazd wynosi średnio zaledwie 27%. Obniżenie wysokości w częściach obwodowych gniazd dla dębów 10-letnich jest porównywalne z uprawami 6-letnimi (średnio o 48,5%). W uprawach 9-letnich zaobserwowano tendencję do zmniejszenia się spadku wysokości (do poziomu 35,6%).

Najmniejsze zróżnicowanie wysokości zazwyczaj obserwowano w położeniu centralnym, a większe w położeniach obwodowych (tab. 3). Taką prawidłowość obserwowano dla wszystkich kategorii wiekowych z wyjątkiem dębów 6-letnich. W tym przypadku obserwowano brak istotnych różnic we wszystkich położeniach. Dla dębów starszych niż 7 lat stwierdzono, że zmienność ich wysokości na powierzchniach próbnych na południowym obrzeżu gniazda była porównywalnie niska jak w centralnej części gniazd. Dla czterech kategorii wiekowych, położenie na wschodnim skraju gniazda charakteryzowało się najwyższą średnią wartością współczynnika zmienności wysokości dębów, ale tylko w przypadku dębów 8-letnich była ona statystycznie różna od wartości z innych brzegowych części gniazd.

Dyskusja

Publikowane w polskim piśmiennictwie leśnym obserwacje nad wczesnym rozwojem dębów na gniazdach [Bellon i in. 1956; Zabielski i in. 1963; Magnuski 1972, 1976] opisują zmiany parametrów wybranej uprawy w kolejnych latach. W doświadczeniu z Nadleśnictwa Supraśl zastosowano odmienne podejście. Opisywane jest ono w badaniach ekologicznych jako rozwiązanie „space for time” [Gratzer i in. 2004], w którym zamiast obserwować długo jeden obiekt, prowadzi się przez krótki czas obserwacje w wielu obiektach zróżnicowanych wiekowo, ale tak



Ryc. 2.

Średnia wysokości odnowień dębowych w centrum i na obrzeżu gniazd w Nadleśnictwie Supraśl porównana z wynikami z innych obserwacji wzrostu dębów na gniazdach

Mean height of oak regeneration in the centre and periphery of gaps in the Supraśl Forest District compared with result from other oak gap trials

dobrych, by reprezentowały kolejne etapy przebiegu badanego procesu. Takie podejście zarówno zmniejsza ryzyko, że eksperyment zostanie zniszczony w trakcie realizacji przez niekontrolowany czynnik losowy, jak też przyspiesza doświadczenie. Jednakże niesie też pewne zagrożenie, że wybrane obiekty mogą nie być reprezentatywne dla poszczególnych etapów badanego zjawiska.

Na rycinie 2 porównano średnią wysokości odnowień dębowych w centralnej części gniazd oraz w częściach obwodowych obserwowane w Nadleśnictwie Supraśl oraz wyniki uzyskane w innych doświadczeniach dębowych na gniazdach w Polsce [Bellon i in. 1956; Zabielski i in. 1963; Magnuski 1972, 1976]. W przypadku wszystkich cytowanych doświadczeń zarejestrowane zmiany średniej wysokości odnowień mają postać stale wznoszącej się krzywej. W odróżnieniu od nich dla dębów 6- i 9-letnich zaobserwowano spadek wysokości. Może to sugerować, że gniazda wybrane do badań dla wspomnianych roczników nie są reprezentatywne. Ponieważ obserwacje były prowadzone w krótkim czasie i nie istnieją zapiski o przeszłości gniazd, można jedynie spekulować o tym, jakie są tego przyczyny. Dla dębów 9-letnich średnia wysokość w centralnej części gniazd jest mniejsza niż dla dębów 8-letnich, ale w częściach obwodowych jest większa. Oznacza to, że na gniazdach z dębami 9-letnimi zadziałał czynnik, który istotnie negatywnie wpłynął na dęby w części centralnej, ale nie wywarł większego wpływu w częściach obwodowych. W literaturze dotyczącej wzrostu odnowień naturalnych na gniazdach podobny efekt bywa opisywany w związku z konkurencją chwastów. Badania Graya i Spiesa [1996] wskazują, że obecność konkurencyjnej roślinności zielnej i krzewiastej może modyfikować reakcję wzrostową odnowienia na zróżnicowanie warunków wzrostu w obrębie gniazda. Autorzy

zaobserwowali, że w przypadku braku roślinności na dnie lasu wysokość siewek daglezi wyraźnie się różnicuje w kierunku północ-południe gniazda, natomiast obecność chwastów zaciera ten efekt i naloty są niższe.

Badania Burschela i in. [1985] dotyczące względnej dostępności światła przy gruncie na gniazdach pozbawionych chwastów, pokazują wzrost podaży światła wraz z oddaleniem się od krawędzi drzewostanu ku jego centrum. W cztery lata później, przy braku odchwaszczania, najwyższą podaż światła przy gruncie obserwowano w części obwodowej gniazda, a najniższą (niższą nawet niż pod okapem) w części centralnej. Silna konkurencja roślinności zielnej może doprowadzić do tego, że odnowienia naturalne w centralnej części gniazd przyrastają na wysokość wolniej niż w obwodowych [Albanesi i in. 2008]. Bezpośrednio na dębach zjawisko takie opisała Collins [2003]. W cytowanym doświadczeniu występowały warianty z usuwaniem chwastów, bez usuwania i z dosiewaniem *Eupatorium capillifolium* – wysokiej jednorocznej rośliny reagującej intensywnym wzrostem na zwiększony dopływ światła. W części obwodowej gniazd wysokość 3-letnich nalotów dębowych we wszystkich wariantach doświadczenia nie różniła się statystycznie, natomiast dosiew chwastów lub po prostu brak odchwaszczania redukowało wysokość dębów w centrum gniazd. W czasie pomiarów 9-letnie dęby w Nadleśnictwie Supraśl osiągnęły w części obwodowej gniazd blisko 1,5 m wysokości, a w części centralnej ponad 2 m, co dawało im przewagę konkurencyjną nad większością roślinności zielnej spotykanej na gniazdach. Można przypuszczać, że jeżeli relatywnie mała przewaga wysokości dębów ze środka gniazda była spowodowana konkurencją roślinności zielnej, to wpływ ten miał miejsce na wcześniejszych etapach rozwoju odnowień.

W przypadku dębów 6-letnich mniejszą średnią wysokość niż dla dębów 5-letnich zaobserwowano zarówno w centrum, jak też w peryferyjnej części gniazd. Świadczyć to może o oddziaływaniu czynnika, który w podobny negatywny sposób oddziaływał na całej powierzchni gniazd. Niestety trudno jest wskazać czynnik, który tak oddziałuje, ponieważ wiele ich może nieselektywnie osłabiać wzrost dębów we wszystkich częściach gniazda. Przykładowo słabszy materiał sadzeniowy (zbyt małe systemy korzeniowe), niesprzyjające warunki pogodowe w okresie sadzenia (długa susza wiosenna) czy lokalnie gorsze warunki glebowe w wydzieleniu, w którym prowadzono badania, mogą dać podobny efekt. Biorąc pod uwagę ograniczoną reprezentatywność gniazd z 6- i 9-letnimi dębami, można by zaproponować korektę tendencji zmian obniżenia wysokości przez dęby w obwodowej części gniazda z ryciny 1. Prawdopodobnie obniżenie wysokości w obwodowej części badanych gniazd systematycznie narasta do 8 roku życia dębów, a później osydluje wokoło poziomu 40%.

Fakt, że dęby w części obwodowej badanych gniazd są niższe niż w części centralnej można bez wątpliwości przypisać silnej konkurencji starych drzew otaczających gniazdo. Dęby rosnące pod koronami drzew z poprzedniej generacji są niższe i słabsze niż dęby rosnące poza zasięgiem koron nawet w porównywalnych warunkach świetlnych [von Lüpke 2008]. Badania dotyczące wpływu konkurencji korzeniowej drzew na odnowienia [Bolibok 2009] wskazują, że w gorszych warunkach siedliskowych (np. na BMśw) należy się spodziewać nawet większej względnej utraty wysokości na skutek silniejszej konkurencji o wodę i składniki pokarmowe w glebie. W lepszych warunkach siedliskowych (np. Lw) paradoksalnie możliwa jest również większa względna utrata wysokości w obwodowej części gniazd. Gdy dostępność wody i biogenów przestanie być czynnikiem limitującym, większą rolę może odegrać dostępność światła [Ricard i in. 2003], co powinno skutkować lepszym wzrostem dębów w centralnej i północnej części gniazd. Efekt ten powinien być widoczny dopiero w starszych odnowieniach, bo wtedy dęby są bardziej wrażliwe na ograniczenia w dostępie światła. Według von Lüpke [2008] dęby

do 10 roku życia wykazują osłabienia przyrostu wysokości tylko wtedy, gdy podaż światła spadnie poniżej 40% światła pełnego.

Przedstawiona na rycinie 2 krzywa obrazująca przebieg zmian z wiekiem wysokości dębów ze środka gniazd w Nadleśnictwie Supraśl przebiega nad krzywymi z innych doświadczeń. Jest porównywalna jedynie z linią opisującą wysokość dębów z warstwy górnej odnowień na gniazdach w LZD Rogów [Bellon i in. 1956]. W pozostałych doświadczeniach średnia wysokość dębów była mniejsza i porównywalna ze średnią wysokością dębów obserwowaną w obwodowej części gniazd w Nadleśnictwie Supraśl. Jakie zatem czynniki wywołują takie różnice między omawianymi doświadczeniami? Częściowo wynikają one zapewne z faktu, że wysokość dębów w każdym doświadczeniu jest reprezentowana przez drzewa z różnych fragmentów gniazda. Bellon i in. [1956] nie opublikowali jednej średniej wysokości, lecz jedynie rzeczywisty przebieg zmian wysokości dla 12 drzew reprezentujących 3 warstwy młodnika: dolną, środkową i górną. Autorzy nie określili bezpośrednio lokalizacji tych drzew. Z opisu założeń cytowanego doświadczenia wynika, że dęby z warstwy górnej mogą pochodzić z centralnej części gniazda. Ponieważ porównywana jest średnia wysokość wszystkich dębów ze środka gniazda (Supraśl) z wartością średnią dębów tylko z warstwy górnej (Rogów), to, mimo że krzywe mają zbliżony przebieg, można uznać, że dęby na gniazdach z doświadczenia Bellona i in. [1956] przyrastały gorzej. Wysokość dębów z warstwy środkowej tego eksperymentu jest porównywalna z wysokością dębów, które rosły w warunkach silnego nacisku konkurencyjnego drzew starodrzewu w Nadleśnictwie Supraśl, co może być traktowane jako kolejne potwierdzenie powyższego przypuszczenia. Wolniejszy wzrost dębów w doświadczeniu z Rogowa może wynikać z różnych przyczyn. Istotnym powodem może być wielkość gniazd. Uprawy zostały bowiem założone siewem na gniazdach, które były początkowo zdecydowanie mniejsze (4-6 arów) niż w Supraśli. Spowodowało to opisane przez autorów przyhamowanie we wzroście dębów i było podstawą do decyzji o poszerzeniu gniazda do wielkości 5-7 arów. Z kolei Zabielski i in. [1963] opublikowali średnią wysokość wszystkich dębów niezależnie od ich położenia na 15-arowym gnieździe w doświadczeniu przeprowadzonym w Nadleśnictwie Doświadczalnym Laski (obecnie LZD Siemianice). Z pewnością średnia wysokość dębów liczona dla całych gniazd z Nadleśnictwa Supraśl byłaby niższa niż na rycinie 2, ale prawdopodobnie nadal wyższa niż w porównywanym doświadczeniu. Za tym przypuszczeniem przemawia fakt, że średnia wysokość wszystkich dębów w doświadczeniu Zabielskiego i in. [1963] jest niższa nawet od średniej wysokości najniższych dębów w częściach obwodowych gniazd w Supraśli. Najbardziej narzucającą się przyczyną wolniejszego wzrostu dębów na gniazdach w cytowanym doświadczeniu jest gorsze siedlisko (BMśw), ale w opisie doświadczenia można doszukać się także innych przyczyn. Opisane odnowienia dębowe powstały poprzez wysiew żołądzi i przez pierwsze 7 lat wzrastały pod okapem starodrzewu o zadrzewieniu 0,9, ponadto w badanych odnowieniach występowały szkody od zwierzyny o bliżej nieopisanym nasileniu. Doświadczenie opisywane przez Magnuskiego [1972, 1976], założone również w LZD Siemianice, jest najbardziej zbliżone do przedstawionego eksperymentu. Odnowienia dębowe w cytowanym doświadczeniu pochodziły z sadzenia (materiał Db 2/1) i rosły na 10-arowych gniazdach na siedlisku LMśw. Dla dębów 5- i 6-letnich różnice w średniej wysokości w obydwu doświadczeniach są niewielkie, rzędu kilkunastu centymetrów, natomiast w wieku 10 lat sięgają już 150 cm. Ponieważ średnia wysokość wszystkich dębów na gniazdach w wieku 10 lat [Magnuski 1972, 1976] jest mniejsza niż średnia wysokość dębów w peryferyjnych częściach gniazd w Nadleśnictwie Supraśl, więc również w tym przypadku wzrost dębów w cytowanym doświadczeniu można określić jako gorszy. Przyczyn takiego stanu rzeczy można się doszukiwać już w początkowym okresie

rozwoju upraw. Sądząc po odsetku wypadów (8,2%) warunki wzrostu były tam mniej korzystne niż na gniazdach w Nadleśnictwie Supraśl (średnio 2,7% wypadów). Również stosunkowo nieduża (10 arów) powierzchnia gniazd, mogła niekorzystnie oddziaływać na wzrost dębu, podobnie jak w doświadczeniu Zabielskiego i in. [1963], w którym okazało się, że dęby na gniazdach 15-arowych lepiej przrastały na wysokość niż na gniazdach 10-arowych.

Zróżnicowanie średniej wysokości drzewek na gniazdach prowadzące do „kopulastej” struktury wysokościowej odnowień jest powszechnie znanym zjawiskiem. Przeprowadzone w Nadleśnictwie Supraśl badania odsoniły inny, dotychczas niekomentowany aspekt tego zjawiska, mianowicie lokalne zróżnicowanie wysokości drzewek względem najbliższego otoczenia wyrażone w tych badaniach za pomocą współczynnika zmienności. Jego praktyczne znaczenie polega na tym, że im bardziej jest zróżnicowana wysokościowo uprawa dębowa, tym łatwiej tworzą się w niej kandydaci na rozpieracze. Najmniej zróżnicowane wysokościowo w małej skali przestrzennej były dęby w centralnej części gniazd i stosunkowo mało w części południowej, najbardziej w częściach wschodniej, zachodniej i północnej. Pielęgnując odnowienia dębowe na gniazdach w późniejszym okresie należałoby zwrócić szczególną uwagę na kontrolę potencjalnych rozpieraczy w tych częściach gniazd.

Wnioski

- ✦ W strefie brzegowej gniazd głównym czynnikiem ograniczającym rozwój odnowień jest konkurencja korzeniowa otaczającego drzewostanu.
- ✦ Względne zmniejszenie wysokości drzewek w strefie brzegowej gniazd rośnie przez pierwsze 5 lat życia uprawy, a potem waha się na poziomie 40% w stosunku do dębów ze środka gniazda.
- ✦ W przypadku siedlisk ubogich celowe może być pozostawienie strefy brzegowej gniazd nieodnowionej, bądź stosowanie tam mocniejszego materiału sadzeniowego, intensywniejszej pielęgnacji gleby czy też chemicznego zabezpieczenia drzewek.
- ✦ Podczas pielęgnacji gniazd dębowych należy zwracać większą uwagę na problem rozpieraczy w ich obwodowej wschodniej, zachodniej i północnej części.
- ✦ Średnia wysokość dębów w środku gniazd może stanowić materiał referencyjny dla innych doświadczeń i zastosowań praktycznych dotyczących hodowli dębu na gniazdach na siedlisku LMśw.

Literatura

- Adams S. O., Gayawan E., Garba M. K. 2009. Empirical comparison of the Kruskal Wallis statistics and its parametric counterpart. *Journal of Modern Mathematics and Statistics* 3 (2): 38-42.
- Albanesi E., Gugliotta O. I., Mercurio I., Mercurio R. 2005. Effects of gap size and within-gap position on seedlings establishment in silver fir stands. *Forest@* 2 (4): 358-366. <http://www.sisef.it/forest/show.php?id=316> dostęp z dnia 2009.10.20.
- Bartlett, M. S. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London Series A* 160:268-282.
- Bellon S., Jagiełło J., Wojda M. 1956. Wprowadzanie dębu i jodły do drzewostanów sosnowych na terenie lasów SGGW w Rogowie. *Sylvan* 100 (3): 31-41.
- Bolibok L. 2009. Regulacja warunków wzrostu odnowień na gniazdach – wpływ parametrów gniazd na oddziaływanie czynników biotycznych. *Sylvan* 153 (11): 733-745.
- Burschel P., el Kateb H., Huss J., Mosandl R. 1985. Die Verjüngung im Bergmischwald. Erste Ergebnisse einer Untersuchung in den ostbayerischen Kalkalpen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 104 (1): 65-100.
- Collins B. 2003. Ground layer competition and herbivory effects on cherrybark oak (*Quercus pagoda* Raf.) regeneration in experimental canopy gaps. *Journal of the Torrey Botanical Society* 130 (3): 147-157.
- Conover W. J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*, 3rd Edn. John Wiley. & Sons, New York.
- de Mendiburu F. 2009. Package 'agricolae'. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu>, dostęp z dnia 2008.09.23.

- Gratzer G., Canham C. D., Dieckmann U., Fischer A., Iwasa Y., Law R., Lexer M. J., Splechtna B., Szwagrzyk J. 2004. Spatio-temporal development of forests – current trends in field methods and models. *Oikos* 107: 3-15.
- Gray A. N., Spies T. A. 1996. Gap size, within-gap position and canopy structure effects on conifer seedling establishment. *Journal of Ecology* 84: 635-645.
- Kruskal W. H., Wallis W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of American Statistical Association* 47: 583-621.
- Jaworski A. 2004. Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania oraz pielęgnacji drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Magnuski K. 1972. Wpływ rodzaju rębni na wzrost dębu szypułkowego w pierwszych latach po założeniu upraw. *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* 57: 81-103.
- Magnuski K. 1976. Wzrost młodego pokolenia dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w warunkach rębni zupełnej, częściowej i gniazdowej. *Sylwan* 120 (7): 49-56.
- Plan Urządzenia Lasu Nadleśnictwa Supraśl. 2005.
- Ricard J.-P., Messier C., Delagrèze S., Beaudet M. 2003. Do understory sapling respond to light and below-ground competition? A field experiment in a hardwood forest and a literature review. *Annals of Forest Science* 60: 749-756.
- Royston P. 1982. An extension of Shapiro and Wilk's W test for normality to large samples. *Applied Statistics* 31: 115-124.
- R: A language and environment for statistical computing. 2005. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org>, dostęp z dnia 15.01.2008.
- von Lüpke B. 2008. Einfluss unterschiedlicher Hiebsformen auf die Naturverjüngung eines Traubeneichen-Buchen-Mischbestandes. *Forstarchiv* 79: 4-15.
- Włoczewski T. 1966. Zasady rębni gniazdowo-zupełnej jako sposobu podnoszenia wydajności siedlisk leśnych (zwiększenia produktywności lasu). *Sylwan* 110 (9): 13-22.
- Zabielski B., Magnuski K., Ważyński B., Żółciak E. 1963. Analiza rozwoju odnowień dębowych w drzewostanie sosnowym zagospodarowanym rębnią gniazdową. *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* 14: 233-247.

SUMMARY

Oak saplings height in the middle and peripheral parts of artificial gaps on fresh mixed forest site

Oaks planted in the peripheral parts of artificial gap grow slower than oaks from the middle part. Is it caused mainly by competition from neighbouring old trees. The majority of Polish forest gap trials report oaks height in the middle of a gap or average height of all trees in a gap. The shelter of surrounding old trees is no longer needed when young regeneration height is sufficient to compete with weeds and to be relatively resistant to late frost acting mainly near the ground surface. A forester should have knowledge how oaks grow in the peripheral part of gaps to decide when old trees between gaps can be removed.

The investigations were carried out in the Supraśl Forest District in the eastern part of Poland on fresh mixed forest site. Planted oaks in the age from 5 to 11 years growing in 15 artificial gaps were measured. For each age class four elliptical gaps were selected. In each gap, five sample plots (4×4 m) were placed: one in the middle of the gap and the rest in northern, southern, eastern and western gap periphery (in 4 m wide belt near gap border).

The smallest difference in the height of oaks growing in the middle and in the peripheral part of gaps was observed for 5-year-old oaks. The difference became larger as oaks became older. For oaks older than 8 years, saplings in the peripheral parts are on average 40% lower than those in the central parts. The coefficient of variation of older oaks in northern, eastern and western peripheral gap parts was bigger than in the middle and in the south periphery of gap. Because big differences in height can provoke oaks to develop bad stem forms (e.g. forked, thick branched), special care should be taken during pre-commercial thinning to eliminate oaks with bad stems mentioned parts of gaps.