

RAFAŁ PALUCH

Bonitacja wzrostowa dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) pod okapem drzewostanów sosnowych

Site index of common oak (*Quercus robur* L.) under the canopy of Scots pine stands

ABSTRACT

Paluch R. 2020. Bonitacja wzrostowa dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) pod okapem drzewostanów sosnowych. Sylwan 164 (3): 179-186. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2020003>.

The aim of the study was to compare the site index of common oak growing under the canopy of Scots pine stands with the values typical for this species on a given habitat. The research was carried out in 20 Scots pine stands with well-developed lower layers of common oak occurring in the fresh mixed forest habitat. The analyzed stands were located in 5 forest districts in central and north-eastern Poland. To determine the real age of oaks and their height, 5 under canopy common oaks from the group of the highest ones were selected and felled. The total sample size was therefore 100 trees. Cut trees were divided into sections of 1 m in length, what gave the greatest accuracy to determine the dendrometric parameters. From the middle of each section a sample for testing was taken. It was found that the oak undergrowth growing about 30-40 years under the pine canopy on a fresh mixed forest habitat, usually achieved II-III site index class, while on a mixed fresh coniferous forest habitat it was III-IV class. These site index classes are typical for the stands growing in full access of light, so no adverse changes in site index class were observed as a result of the pine canopy occurrence for 30-40 years (tab.). Oaks growing for more than 40 years under the canopy of pine obtained worse site index class than the average for a given habitat, so the complete exposure of undergrowth for the light should not be extend for too long in time. Common oaks responded with increased height to full exposure. This reaction was definitely more pronounced for the younger oaks at age of 30 than for the older ones at age of 70. The height growth curves of under-canopy common oaks differed from the model curves according to Bruchwald et al. [1996] and stand volume and increment tables [Szymkiewicz 1962], especially in the initial (juvenile) phase, which indicate the occurrence of differences in growth under the pine canopy and without cover (figs. 2 and 3).

KEY WORDS

growth model of common oak, class of bonitation, oak age, common oak

ADDRESSES

Rafał Paluch – e-mail: R.Paluch@ibles.waw.pl

Zakład Lasów Naturalnych, Instytut Badawczy Leśnictwa; ul. Park Dyrekcyjny 6, 17-230 Białowieża

Wstęp

Wykorzystywanie w gospodarce leśnej zjawiska nakładania się generacji drzewostanów spotyka się jeszcze zbyt rzadko, zwłaszcza w drzewostanach, w których dolne piętro tworzą gatunki o du-

zych wymaganiach świetlnych [Ammann 2005; Bernadzki 2006]. W polskich lasach na niżu wyraźnie preferuje się całkowitą przebudowę drzewostanu, polegającą najczęściej na sztucznym odnowieniu. Ocena bonitacji wzrostowej podokapowych dębów w drzewostanach sosnowych może przyczynić się do modyfikacji dotychczasowego postępowania hodowlanego i kształtowania względnie stabilnych i zróżnicowanych biologicznie drzewostanów mieszanych. Dobrze ukształtowane dolne warstwy dębów powstały często w sposób spontaniczny, stanowiąc wyraz sukcesji lub/i regeneracji zbiorowisk leśnych [Pigan, Pigan 1999; Gniot 2007; Paluch 2007, 2013]. Dęby są bardzo istotnymi składnikami naszych drzewostanów, a ich rola stale rośnie [Sokołowski 2004]. Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) wraz z dębami – szypułkowym (*Quercus robur* L.) i bezszypułkowym (*Quercus petraea* Matt.) – tworzy ważne zbiorowiska leśne zajmujące znaczącą część powierzchni leśnej Polski. Jednymi z najistotniejszych z nich są zespoły boru mieszanego dębowo-sosnowego *Quercus roboris-Pinetum* W. Mat. 1981 oraz ciepłolubnego, bogatego florystycznie i zanikającego zespołu boru mieszanego *Serratulo-Pinetum* W. Mat. 1981. Dęby (zwłaszcza dąb szypułkowy) należą do grupy gatunków o pośrednich wymaganiach świetlnych. Podkreślano, że „dęby znoszą ocienienie całkiem dobrze”, ale przede wszystkim w warunkach dla siebie optymalnych (łagodny klimat, żyzne gleby). W innych warunkach – na glebach suchych lub mniej żyznych – gatunki te stawały się jednak wrażliwe na ocienienie [Modrzyński i in. 2006]. Bonitacje wzrostowe podokapowego dębu analizowano w naszym kraju rzadko. Najczęściej podawano, że młode dęby, które stosunkowo krótko rosły pod okapem drzewostanu sosnowego, charakteryzowały się bonitacją zbliżoną do typowej dla danego siedliska. Badania te były jednak fragmentaryczne i wymagają uzupełnienia [Pigan, Pigan 1999; Gniot 2007]. Wstępną analizę tego problemu na nielicznych przykładach przedstawił Paluch [2013].

Celem pracy było szczegółowe porównanie bonitacji wzrostowej dębu szypułkowego wrażliwego pod osłoną drzewostanów sosnowych i bonitacji tego gatunku typowej dla siedliska na podstawie zebranego materiału badawczego. Porównanie takie nie było dotychczas przeprowadzane. Sformułowano również istotne wnioski praktyczne dla prowadzenia drzewostanów sosnowych z dobrze rozwiniętą warstwą dębową.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 20 drzewostanach sosnowych z dobrze rozwiniętymi dolnymi warstwami dębu szypułkowego, występujących na siedlisku lasu mieszanego świeżego. Analizowane drzewostany były położone w 5 nadleśnictwach: Hajnówka (HAJN) – 4 drzewostany, Maskulińskie (MASK) – 5, Suwałki (SUW) – 3 oraz Wyszków (WY) – 3 i Chojnów (CH) – 5. Pierwsze 3 nadleśnictwa są położone w Krainie II Mazursko-Podlaskiej, RDLP w Białymstoku, a 2 ostatnie w północno-wschodniej i centralnej części Krainy IV Mazowiecko-Podlaskiej, RDLP w Warszawie.

Dla określenia wieku rzeczywistego dębu i jego wysokości wybrano i pozyskano 5 podokapowych dębów szypułkowych z grupy dębów najwyższych. Sumaryczna wielkość próby wyniosła 100 drzew. Ścięte drzewa podzielono na sekcje długości 1 m, co zapewniło największą dokładność określenia parametrów dendrometrycznych, np. elementów miąższości i wieku. Ze środka każdej sekcji pobrano wyrzynek do badań.

Za miernik wzrostu dębu na wysokość wykorzystano bonitację wzrostową, określoną na podstawie tablic zasobności i przyrostu drzewostanów Szymkiewicza [1962] oraz w oparciu o coraz częściej stosowany empiryczny model wzrostu dębu szypułkowego [Bruchwald i in. 1996]. Następnie skonfrontowano dane uzyskane w niniejszych badaniach (bonitację wzrostową) ze wspomnianymi ujęciami modelowymi. Porównanie takie umożliwiło sformułowanie wniosków na temat wzrostu dębu pod osłoną drzewostanu sosnowego (w sytuacji stresu wywołanego m.in. niedo-

borem światła) i w warunkach otwartej powierzchni od początku rozwoju (cięcia częściowe powodujące znaczne rozrzedzenie drzewostanu i w krótkim okresie całkowite uprzętnienie drzewostanu macecznego).

Wyniki

Średnia bonitacja dębów podokapowych według tablic Szymkiewicza [1962] wynosiła III i wahała się w bardzo szerokim przedziale: od II do IV. Tylko $\frac{1}{4}$ drzewostanów (5) charakteryzowała się dobrym wzrostem na poziomie II-II.4 bonitacji, 40% drzewostanów (8) osiągnęło nieco gorszą bonitację II.8 lub III, natomiast pozostałe drzewostany (7) miały bonitację powyżej III, a najczęściej zbliżoną do IV (tab.).

Porównując średni wiek dębów w poszczególnych drzewostanach i odpowiadające im bonitacje wzrostowe, można stwierdzić, że najgorszym wzrostem charakteryzowały się dęby rosnące długo (powyżej 75 lat) pod okapem drzewostanów sosnowych (bonitacja IV), a najlepsze były dęby, które stosunkowo krótko rosły pod sosną – do około 40 lat (tab.).

Najstarsze podokapowe dęby (odsłonięte kilka lat temu) miały około 100 lat (MASK8). Całe swoje życie rosły w cieniu sosen i tworzą teraz kilkudziesięcioarową kępę starodrzewu. Najlepszy wzrost dębu stwierdzono w drzewostanie HAJN4. Gatunek ten osiągnie w wieku 100 lat prawie 25 m. Według tego modelu prognoza wzrostu wysokości dla podokapowego dębu pokazała, że większość dębów nie przekroczy 20 m wysokości w wieku 100 lat (tab.).

Tabela.

Średnia (M), zakres (min-max) i odchylenie standardowe (SD) wieku (W [lata]), wysokości (H [m]) i bonitacji wzrostowej (SI) podokapowych dębów szypułkowych w badanych drzewostanach
Mean (M), range (min-max) and standard deviation (SD) of age (W [years]), height (H [m]) as well as site index (SI) of undergrowth common oak in studied pine stands

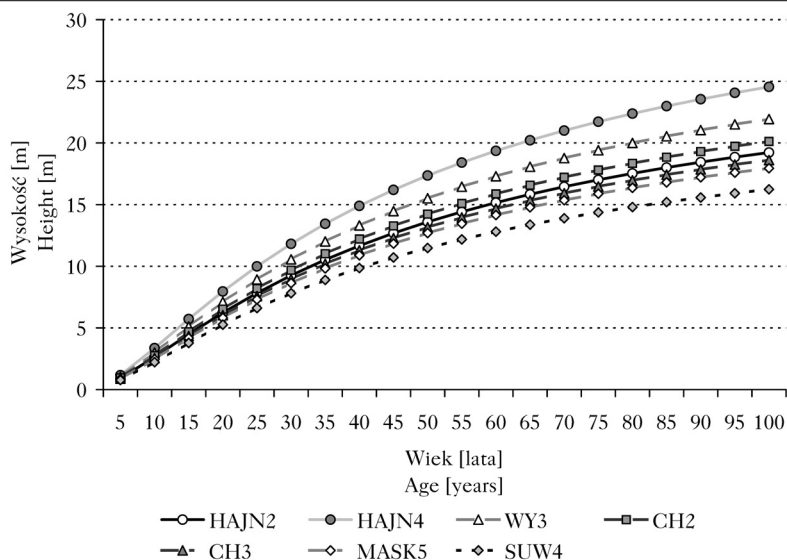
	WM	W _{min-max}	W _{SD}	H _M	H _{min-max}	H _{SD}	SI _{tabl}	SI _M	SI _{min-max}	SI _{SD}
HAJN2	32	28-42	5,85	9,8	8,3-13,1	1,90	II.8	19,2	16,7-21,5	1,92
HAJN6	45	40-50	4,02	13,4	11,7-15,1	1,16	II.8	20,5	17-22,5	2,00
HAJN4	53	50-56	2,28	18,0	16,7-19,3	1,23	II	24,5	23,1-26,6	1,38
HAJN3	46	42-49	2,51	15,6	13,5-18,9	2,52	II.2	23,5	20,2-28,2	3,84
WY3	40	36-43	3,21	13,4	12,4-14,2	0,73	II.4	21,9	19,8-23,1	1,29
WY1	39	34-47	4,97	13,0	11,8-15,9	1,69	II.3	22,0	20,8-23,4	0,96
WY2	37	34-39	2,05	11,9	11,2-13,1	0,82	II	20,7	19-22,9	1,66
CH4	33	30-36	2,79	9,4	6,9-12,5	2,04	II.8	17,8	14-22,3	3,12
CH2	44	38-48	3,91	13,2	9,8-15,6	2,14	II.8	20,1	16,7-23,7	2,53
CH6	63	57-69	4,74	13,2	12-14,3	0,95	III.9	16,3	14,1-17,7	1,36
CH3	64	57-73	7,50	15,2	13,8-17,2	1,38	III.5	18,6	17,5-19,8	0,88
CH5	75	64-84	8,35	16,9	14,7-19,8	2,37	III.6	19,2	17,6-21,3	1,73
MASK5	81	70-91	9,50	16,4	15,4-17,4	0,75	IV	17,9	16,7-19,6	1,16
MASK8	84	72-93	8,73	17,2	16,9-17,6	0,31	IV	18,6	17,6-20,2	1,16
MASK1	27	22-31	3,19	7,1	6,3-8,5	0,84	III	16,4	13,5-20,9	3,14
MASK11	90	85-100	6,57	17,9	16,4-18,5	0,90	IV	18,7	17,5-19,6	0,95
MASK7	56	55-57	1,00	13,7	10,5-15,3	1,99	III.4	18,1	13,6-19,9	2,66
SUW4	43	42-45	1,22	10,4	8,8-12,0	1,30	III.5	16,2	13,7-19,0	2,06
SUW1	40	34-45	4,47	11,2	8,3-13,0	1,93	III	18,5	15,5-22,8	3,06
SUW9	40	37-49	4,88	11,1	9,8-13,1	1,26	III	18,2	16,4-20,0	1,31

SI_{tabl} – klasa bonitacji według tablic Szymkiewicza [1962], SI [m] – bonitacja wzrostowa według modelu wzrostu dębu szypułkowego Bruchwalda i in. [1996]

SI_{tabl} – site index class according to Szymkiewicz [1962] tables, SI [m] – site index according to height growth model by Bruchwald et al. [1996]

Prognozowana wysokość górna dębów w wieku 100 lat według modelu Bruchwalda i in. [1996] wynosiła od 16 do 25 m (ryc. 1). Krzywe modelowe miały wyraźny kształt wypukły do osi wieku, natomiast krzywe wzrostu podokapowych dębów mniej lub bardziej wklęsły, świadczący o dużo bardziej powolnym wzroście wysokości w początkowych fazach rozwojowych. W większości przypadków po około 20 latach wzrost wysokości pod okapem drzewostanu sosnowego ulegał przyspieszeniu (ryc. 1). Krzywa wzrostu wysokości dębów we wszystkich drzewostanach Nadleśnictwa Hajnówka wznosiła się wtedy wyraźniej, przecinając krzywe bonitacji IV, III i niekiedy II według modelu tablic zasobności Szymkiewicza [1962] oraz krzywe modelu Bruchwalda i in. [1966] z numerami 18, 20, 22 (oznaczające wysokość górną dębów w wieku 100 lat – ryc. 1). Okres powolnego wzrostu obejmował niekiedy prawie całe życie drzew, co pokazano na przykładzie kilku drzewostanów w Nadleśnictwie Maskulińskie (Puszcza Piska), w których dęby rosły pod okapem sosny przez kilkadziesiąt lat (ponad 70). W tym czasie w drzewostanie MASK5 osiągnęły one bonitację prawie V, a w wieku około 100 lat – IV (ryc. 2). Mimo późnego odsłonięcia czy też naturalnego przerzedzenia drzewostanu sosnowego następowała poprawa bonitacji wzrostowej.

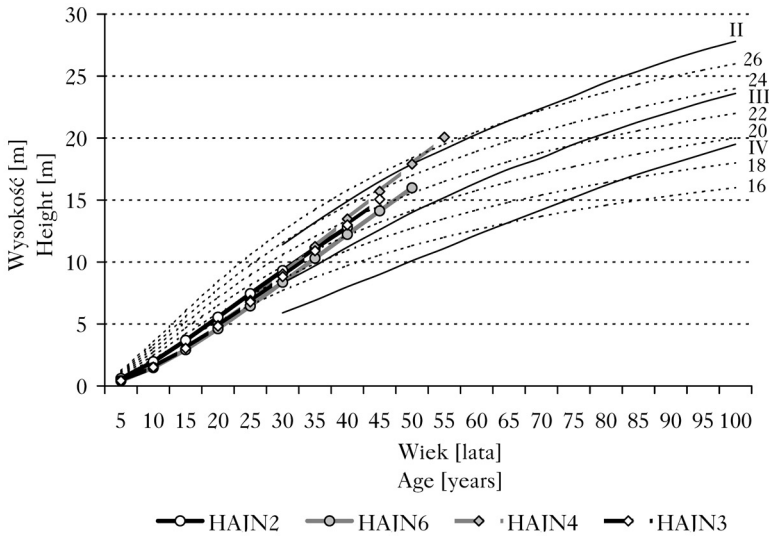
Okres powolnego wzrostu w młodości (faza juvenilna) niekiedy obejmuje całe dotychczasowe życie podokapowych dębów (50 i więcej lat). Kształt krzywych wzrostu był odmienny w modelach tablicowym i opracowanym przez Bruchwalda i in. [1996] w porównaniu z krzywymi wzrostu opartymi na danych empirycznych podokapowych dębów (ryc. 2, 3). Krzywe modelowe miały wyraźny kształt wypukły do osi wieku, natomiast krzywe wzrostu podokapowych dębów mniej lub bardziej wklęsły, świadczący o dużo bardziej powolnym wzroście wysokości w fazie juvenilnej. Stwierdzano jednak, że po około 20 latach wzrost wysokości pod okapem drzewostanu sosnowego ulegał zwykle przyspieszeniu. Następowła systematyczna poprawa bonitacji wzrostowej określonej zarówno według tablic zasobności Szymkiewicza [1962], jak i na podstawie oryginalnego modelu opracowanego przez Bruchwalda i in. [1996].



Ryc. 1.

Model wzrostu dębu szypułkowego w wybranych drzewostanach opracowany na podstawie modelu bonitacji Bruchwalda i in. [1996]

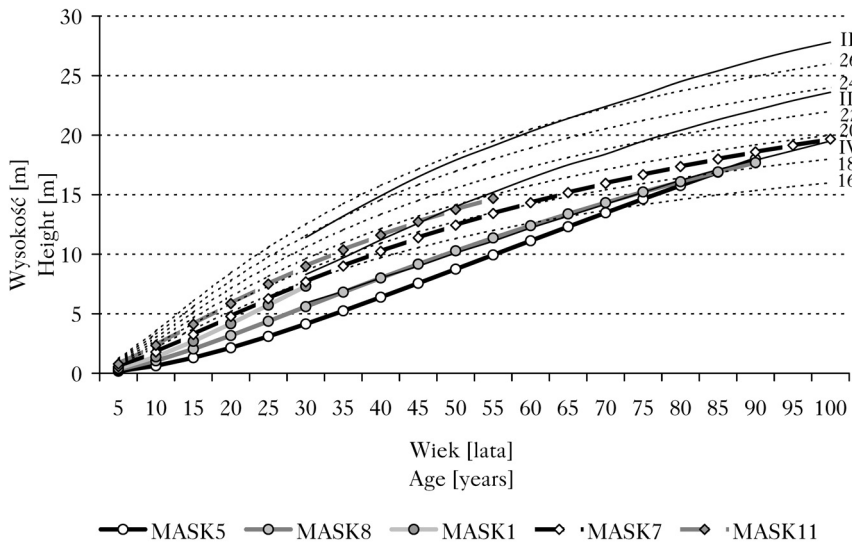
Height growth model of common oak developed based on the empirical formula by Bruchwald et al. [1996]



Ryc. 2.

Krzywe wzrostu wysokości dębu szypułkowego w drzewostanach sosnowych w Nadleśnictwie Hajnowka na tle krzywych według tablic Szymkiewicza [1962] (II-IV) i modelu wzrostu Bruchwalda i in. [1996] (16, ..., 26)

Height growth curves of common oaks in pine stands in the Hajnowka Forest District against model curves according to Szymkiewicz [1962] table (II-IV) as well as according to Bruchwald et al. [1996] growth model (16, ..., 26)



Ryc. 3.

Krzywe wzrostu wysokości dębu szypułkowego w drzewostanach sosnowych w Nadleśnictwie Maskulińskie na tle krzywych według tablic Szymkiewicza [1962] (II-IV) i modelu wzrostu Bruchwalda i in. [1996] (16, ..., 26)

Height growth curves of common oaks in pine stands in the Maskulińskie Forest District against model curves according to Szymkiewicz [1962] table (II-IV) as well as according to Bruchwald et al. [1996] growth model (16, ..., 26)

Dyskusja

Drzewostan osłaniający powoduje spowolnienie wzrostu odnowień. Dopóki jednak nie zostaje przekroczona pewna granica, nie wpływa to istotnie na późniejszy ich wzrost i rozwój oraz ostateczną wysokość [Jaworski 2004]. Drzewa wyrosłe w młodości pod okapem wzrastały później dłużej i osiągnęły wysokość zbliżoną lub większą niż drzewa o szybkim rozwoju wyrosłe za młodu bez osłony górnej. Przykładowo podokapowe świerki osiągnęły na tym samym siedlisku podobną wysokość co świerki z sadzenia, ale trwało to często blisko dwukrotnie dłużej. Okres zahamowanego wzrostu wynosił przy tym 20-60 lat [Assmann 1968]. Taką sytuację wyraźnie spowolnionego wzrostu w początkowym okresie życia stwierdzano wśród gatunków cienioznośnych dość często, bowiem wynikała ona z ich strategii życiowej [Brzeziecki 2000]. W korzystnych warunkach klimatycznych i siedliskowych buk nie wykazywał znaczącego zahamowania wzrostu wysokości, bardzo dobrze wykorzystując ilość i jakość światła przenikającego przez okap drzewostanu sosnowego. Buki osiągnęły wysoką, II klasę bonitacji, typową dla siedliska [Bernadzki, Żybura 1989]. W pewnych warunkach również sosna zwyczajna (gatunek światłożądny) może przez długi okres znieść ocienienie, nie tracąc zdolności normalnego wzrostu po odsłonięciu. Okres powolnego wzrostu bywał bardzo długi i mieścił się w przedziale 45-75 lat [Andrzejczyk, Żybura 1981].

W ramach niniejszych badań stwierdzono również, że dąb szypułkowy może długo rosnąć pod okapem drzewostanu sosnowego, ale krótszy okres ocienienia (do 40 lat) sprzyja osiągnięciu przez ten gatunek lepszych bonitacji wzrostowych. Nie wiadomo, czy dąb jeszcze bardziej pozytywnie zareaguje na całkowite osłonięcie (obniżenie konkurencji). Należy ponadto zaznaczyć, że model wzrostu dębu szypułkowego [Bruchwald i in. 1996] opracowano dla litych drzewostanów dębowych, powstałych w sposób sztuczny lub w wyniku zastosowania typowych cięć częściowych z krótkim lub średnim okresem odnowienia. Drzewostan mateczny był zwykle silnie przerzedzany, a początkowe warunki wzrostu niewiele odbiegały od otwartej powierzchni. Podobnie przebiegał wzrost w przypadku innego światłożądnego gatunku – sosny wzrastającej pod okapem drzewostanu matecznego [Andrzejczyk, Żybura 1981; Andrzejczyk 2003].

Porównując średni wiek dębów w poszczególnych drzewostanach i odpowiadające im bonitacje wzrostowe, wykazano, że najgorszym wzrostem charakteryzowały się dęby rosnące powyżej 75 lat pod okapem drzewostanów sosnowych (bonitacja IV), a najlepsze były dęby, które stosunkowo krótko rosły pod sosną – do około 40 lat (bonitacja II-III). W pierwszym przypadku osiągnięta bonitacja wzrostowa była zdecydowanie gorsza od typowej dla siedliska lasu mieszanego świeżego, natomiast w drugim można było ją określić jako zbliżoną do typowej. Wynikało z tego wyraźnie, że im dłużej dęby wzrastały w drzewostanach sosnowych, tym gorszą uzyskiwały bonitację [Noack 2006; Paluch 2007]. Lüpke i in. [1999] oraz Noack [2004] wykazali natomiast stosunkowo niewielki wpływ drzewostanu sosnowego na wzrost wysokości młodych, kilkunastoletnich dębów. Należy jednak zauważyć, że rosły one krótko (do kilkunastu lat) pod okapem rozluźnionego drzewostanu sosnowego. Omawiane analizy niemieckich autorów dotyczyły ponadto głównie dębu bezszypułkowego (lepiej znoszącego ocienienie niż dąb szypułkowy) oraz przeprowadzono je w łagodnym i ciepłym klimacie morskim. Prezentowane badania były natomiast wykonane na obszarze północno-wschodniej i centralnej Polski, charakteryzującym się klimatem kontynentalnym, bardziej niekorzystnym dla wzrostu obu gatunków dębów.

Porównując wzrost najlepszych podokapowych buków [Bernadzki, Żybura 1989, 1990] i badanych w niniejszej pracy dębów szypułkowych rosnących w drzewostanach sosnowych w podobnych warunkach siedliskowych (lasu mieszanego świeżego), można stwierdzić, że oba gatunki w późniejszym wieku mogą osiągnąć zbliżoną wysokość. Warto zwrócić jednak uwagę, że w przy-

padku buka w czasie przeprowadzania badań czynnik zadrzewienia sosny był zdecydowanie większy niż w przypadku drzewostanów sosnowych z podokapowym dębem. Początkowo rzeczywiście obserwowano powolny wzrost wysokości dębu szypułkowego, gorszy od wzrostu buka [Bernadzki, Żybur 1990]. W pewnym momencie następowała w korzystnych warunkach świetlnych intensyfikacja wzrostu wysokości dębu, poprawa bonitacji wzrostowej i w niektórych przypadkach możliwe zrównanie się wysokości obu porównywanych gatunków w późniejszych fazach rozwojowych.

Wnioski

- ✦ Podrosty dębowe rosnące około 30-40 lat pod okapem sosny na siedlisku lasu mieszanego świeżego osiągnęły zazwyczaj dobrą, II-III klasę bonitacji, a na siedlisku boru mieszanego świeżego III-IV. Bonitacje te są typowe dla drzewostanów rosnących w pełnym dostępie światła, czyli nie zaobserwowano niekorzystnych zmian bonitacji wskutek występowania osłony sosny przez 30-40 lat.
- ✦ Dęby rosnące dłużej niż 40 lat pod okapem drzewostanów sosnowych uzyskiwały gorszą bonitację niż przeciętna dla danego siedliska, więc całkowitego odsłonięcia podrostów nie należy zbyt długo przeciągać. Podokapowe dęby szypułkowe pozytywnie zareagowały zwiększonym przyrostem wysokości na całkowite odsłonięcie. Reakcja ta była zdecydowanie wyraźniejsza w przypadku odsłonięcia dębów młodszych (w wieku 30 lat) niż starszych (około 70-letnich).
- ✦ Krzywe wzrostu wysokości podokapowych dębów szypułkowych odbiegały od krzywych modelowych według Bruchwalda i in. [1996] oraz tablic zasobności i przyrostu drzewostanów Szymkiewicza [1962], zwłaszcza w fazie początkowej (juwenilnej), co wskazywało na występowanie różnic we wroście pod okapem sosny i bez osłony.
- ✦ Decyzję o wykorzystaniu podokapowych dębów należałoby podjąć już wtedy, gdy sosna ma około 60-70 lat. Zaleca się, aby trzebieże późne wykonywane w drzewostanach sosnowych z dobrze rozwiniętą dolną warstwą dębu uwzględniały potrzeby świetlne o pełnej wartości hodowlanej kęp podrostów.

Literatura

- Ammann P. 2005. Biologische Rationalisierung, Teil 1. Einleitung und ökonomische Grundlagen. Wald und Holz 86 (1): 42-45.
- Andrzejczyk T. 2003. Różnowiekowe drzewostany sosnowe. Powstanie, struktura, hodowla. Rozp. Nauk. i Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Andrzejczyk T., Żybur H. 1981. Celowość wykorzystania starszych podrostów sosnowych. Las Polski 11: 8-9.
- Assmann E. 1968. Nauka o produktywności lasu. PWRiL, Warszawa.
- Bernadzki E. 2006. Cele hodowli lasu i ich realizacja w przebudowie drzewostanów. Sylwan 150 (12): 3-11. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2006022>.
- Bernadzki E., Żybur H. 1989. Tempo wzrostu wysokości buka w dolnym piętrze drzewostanów sosnowych. Sylwan 133 (5): 33-39.
- Bernadzki E., Żybur H. 1990. Wpływ drzewostanu sosnowego na tempo wzrostu wysokości buka w dolnym piętrze. Sylwan 134 (2): 1-7.
- Bruchwald A., Dudzińska M., Wirowski M. 1996. Model wzrostu dla drzewostanów dębu szypułkowego. Sylwan 140 (10): 35-44.
- Brzeziecki B. 2000. Strategie życiowe gatunków drzew leśnych. Sylwan 144 (8): 5-14.
- Gniot M. 2007. Sukcesja dębu w drzewostanach sosnowych. Sylwan 151 (5): 60-72. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2005081>.
- Jaworski A. 2004. Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania oraz pielęgnacji drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Lüpke B., Hauskeller-Bullerjahn K. 1999. Kahlschlagfreier Waldbau: Wird die Eiche an den Rand gedrängt? Forst u. Holz Jg. 54 (18).
- Modrzyński J., Robakowski P., Zientarski J. 2006. Zarys ekologii. W: Bugała W. [red.]. Dęby. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań – Kórnik. 411-473.

- Mosandl R., Kleinert A. 1998. Development of oaks emerged from bird-dispersed seeds under old-growth pine stands. *For. Ecol. and Manag.* 106: 35-44.
- Noack M. 2004. Waldumbau mit Traubeneiche im Land Brandenburg. *AFZ-DerWald* 16: 887-889.
- Noack M. 2006. Wachstumsgesetzmaessigkeiten der Trauben-Eiche unter Kiefernschirm. Verlag Dr Kovae, Hamburg.
- Paluch R. 2007. Możliwości wykorzystania ekspansji dębów w drzewostanach sosnowych do realizacji celów hodowlanych. W: Rutkowski P. [red.]. *Hodowla dębów w Polsce – wybrane zagadnienia. Idee Ekologiczne* 16: 83-90.
- Paluch R. 2013. Tempo wzrostu wysokości dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w dolnej warstwie drzewostanu sosnowego. *Sylvan* 157 (12): 909-916. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2013061>.
- Pigan I., Pigan M. 1999. Naturalne odnowienie dębu szypułkowego w drzewostanach sosnowych. *Sylvan* 143 (9): 23-29.
- Szymkiewicz B. 1962. *Tablice zasobności i przyrostu drzew leśnych*. PWRiL, Warszawa.