

HENRYK SZELIGOWSKI, AGATA KONECKA, ŁUKASZ ŻURAWSKI

Przydatność wyboru drzew dorodnych na powierzchni proveniencyjnej sosny zwyczajnej jako bazy do oceny cech taksacyjnych i prognozowania wartości drzewostanów

Usefulness of the selection of crop trees on provenance Scots pine as a basis for the assessment of taxation features and forecasting the value of the stands

ABSTRACT

Szeligowski H., Konecka A., Żurawski Ł. 2021. Przydatność wyboru drzew dorodnych na powierzchni proveniencyjnej sosny zwyczajnej jako bazy do oceny cech taksacyjnych i prognozowania wartości drzewostanów. Sylwan 165 (3): 179-188. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2021010>.

The paper presents the results of research in the variability of 16 Scots pine provenances from Poland. The empirical part was carried out on the experimental site established in spring 1966 in Rogów Forest Experimental Station (central Poland). The variability of the provenances were analyzed on the basis of selected growth parameters: height, diameter at breast height and volume of single trees as well as growing stock. Two groups of trees were examined: 1) all trees from each provenance, and 2) crop trees selected for each of the investigated provenance. The obtained results revealed statistically significant differences between the analyzed parameters of individual Scots pine populations in relation to both analyzed groups of trees. Based on the analysis of all trees, it was indicated that the highest values of growth traits were obtained by provenances from Bolewice, Dłużek, Karsko and Rychtal. Populations from Nowy Targ, Rospuda, Lipowa and Starzyna were classified as the weak ones. The local provenances (Rogów, Spała) most often demonstrated values of analyzed growth parameters close to the overall means. In terms of average growing stock, the difference between the best population Bolewice (444.3 m³/ha) and the weakest one Nowy Targ (191.5 m³/ha) exceeds 100%, which is not only of statistical, but also economic and commercial significance in particular. The comparison of the results obtained by individual populations based on crop trees and all trees from provenance showed differences in favor of the latter ones. The revealed discrepancies of the assessments carried out depending on the examined trees group (for majority of tested populations) indicate the low usefulness of analysis based only on crop trees. After 50 years of tree growth on the experimental site, the knowledge about good populations from western and north-eastern Poland was confirmed. The presented study may constitute the basis for better forecast of value of Scots pine populations and possibility of using them for cultivation in given environmental conditions.

KEY WORDS

Pinus sylvestris, provenance variation, crop tree

ADDRESSES

Henryk Szeligowski ⁽¹⁾ – e-mail: rogowkhl@wp.pl

Agata Konecka ⁽¹⁾, Łukasz Żurawski ⁽²⁾

⁽¹⁾ Katedra Hodowli Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽²⁾ Leśny Zakład Doświadczalny SGGW w Rogowie; ul. Akademicka 20, 95-063 Rogów

Wstęp

Badania nad zmiennością populacyjną sosny zwyczajnej w Polsce rozpoczął Sokołowski [1931]. Doświadczenia proveniencyjne nabrały szczególnego znaczenia po II wojnie światowej, kiedy dzięki współpracy między ośrodkami naukowymi zaczęto testować w różnych warunkach glebowo-klimatycznych potomstwo najcenniejszych polskich populacji sosny zwyczajnej [Przybyłski, Sztuka 1968; Giertych 1980; Matras 1989; Rożkowski 1999; Barzdajn 2000; Kowalczyk, Matras 2006]. Wraz z rosnącym wiekiem drzew na powierzchniach doświadczalnych pojawia się możliwość analizowania coraz większej liczby cech, w tym również tych o znaczeniu gospodarczym. Do najważniejszych charakterystyk starszych drzewostanów należy zaliczyć aspekty wymiarowe, które mogą stanowić podstawę analizy cech taksacyjnych oraz jakościowych drzew i drzewostanów. W postępowaniu hodowlanym duże znaczenie mają drzewa dorodne, które można traktować jako wskaźnik przyszłej wartości użytkowej drzewostanów. Można przyjąć założenie metodyczne, że drzewa dorodne będą lepszym wskaźnikiem oceny jakościowo-hodowlanej drzewostanów badanych populacji, bowiem analiza wszystkich drzew na powierzchni proveniencyjnej, także tych o słabszych parametrach wzrostowych, może skutkować mało precyzyjnym prognozowaniem cech przyszłych drzewostanów.

Na powierzchni proveniencyjnej założonej na terenie Lasów Rogowskich w 1966 roku przez dr. Stanisława Gunię i pracowników Katedry Hodowli Lasu SGGW w Warszawie oraz na 4 innych powierzchniach powstałych przy współpracy Instytutu Badawczego Leśnictwa z Wydziałami Leśnymi w Krakowie, Poznaniu i Warszawie prowadzono przez 50 lat badania sosny zwyczajnej będącej potomstwem 16 krajowych populacji, a uzyskane wyniki dostarczyły informacji o wroście i rozwoju poszczególnych proveniencji [Chodzicki 1975; Kowalski 1985; Sabor, Stachnik 1990; Sabor 1993; Bellon 1997, 1999; Matras 1999; Kowalczyk i in. 2000, 2015; Barzdajn 2004; Kowalczyk 2005; Gunia 2006; Kowalczyk, Matras 2006; Gawron 2014; Szeligowski i in. 2015].

Wiek drzew wynoszący 50 lat (III klasa) pozwala już na wiarygodną ocenę cech taksacyjnych drzewostanów sosnowych, dając możliwość ograniczenia analizy tylko do drzew dorodnych. Metodycznie założone doświadczenie dostarcza informacji o zmienności sosny w Polsce, co może przyczynić się do weryfikacji zasad transferu leśnego materiału rozmnożeniowego. Wyniki badań będą przydatne przy formułowaniu zasad zakładania i prowadzenia przez wiele lat dużych powierzchni doświadczalnych wymagających znacznych nakładów finansowych, co dotyczy m.in. realizowanego w Polsce programu testowania potomstwa.

Celem przeprowadzonych badań jest określenie, na ile testowane potomstwo sosny 16 populacji z terenu Polski wykazuje między sobą różnice, w zależności od zakresu materiału empirycznego poddanego analizie. Związki korelacyjne między cechami oraz zgodność lub rozbieżność pozycji rankingowych uzyskanych wyników badań na podstawie wszystkich drzew na powierzchni badawczej z wynikami obliczonymi wyłącznie dla drzew dorodnych da podstawy do lepszego i wcześniejszego wnioskowania o jakości hodowlanej populacji sosny zwyczajnej również na młodszych powierzchniach badawczych.

Material i metody

Materiał empiryczny do realizacji pracy został zebrany na powierzchni proveniencyjnej, na której w 1966 roku posadzono potomstwo 16 krajowych populacji sosny zwyczajnej. Obiekt założono na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Rogowie, leśnictwo Lipce, oddz. 44j. Charakterystyka obiektu badawczego została przedstawiona w opracowaniu Szeligowskiego i in. [2015], natomiast informacje o drzewostanach macierzystych przedstawiono w artykule Hebdy i in. [2017]. Pochodzeniem lokalnym w omawianym doświadczeniu jest proveniencja Rogów.

Jesienią 2014 roku zmierzono grubość wszystkich drzew będących w wieku 50 lat. Do sporządzenia krzywych wysokości w każdym pochodzeniu dokonano pomiaru po 50 losowo wybranych drzew. Następnie na podstawie związku między pierśnicą a wysokością drzew, wykorzystując funkcję Näslunda [Rymer-Dudzińska 1994], określono wysokość wszystkich drzew. Cechy mieralne (pierśnica i wyrównane wysokości drzew) oraz funkcyjna zależność liczby kształtu od pierśnicy [Bruchwald 1996] posłużyły do obliczenia miąższości grubizny pojedynczych drzew i następnie miąższości drzewostanów poszczególnych populacji sosny.

W trakcie pomiarów realizowanych w 2014 roku zweryfikowano wcześniejszy wybór drzew dorodnych. Przyjęte zasady ich wyznaczania, określone w praktyce hodowli lasu [Jaworski 2013], umożliwiły wybranie po 8 drzew dorodnych na każdym poletku (314 szt./ha).

Analizę porównawczą podstawowych cech taksacyjnych poszczególnych proveniencji wykonano w dwóch wariantach: dla wszystkich drzew na działkach oraz dla wytypowanych drzew dorodnych. Wyniki badań opracowano, stosując jednoczynnikową analizę wariancji według modelu liniowego (GLM). Ocenę istotności różnic między średnimi przeprowadzono za pomocą testu Tukeya ($\alpha=0,05$; dla nierównych liczebności). W pracy zastosowano analizę regresji oraz uszeregowanie rankingowe, które pozwoliły określić zależności korelacyjne i zróżnicowanie średnich wartości cech taksacyjnych między populacjami dla drzew dorodnych oraz wszystkich drzew poszczególnych proveniencji.

Wyniki

PIERŚNICA. Odnotowano brak istotnie statystycznych różnic w zakresie średniej grubości w populacji dla wszystkich drzew, natomiast dla drzew dorodnych wyróżniono 3 jednorodne grupy (tab.). Największe wartości średniej grubości otrzymano dla proveniencji Bolewice, określonej zarówno na podstawie wszystkich drzew, jak i drzew dorodnych. Najmniejsze wartości dla obdwu omawianych grup wykazała proveniencja Nowy Targ. Lokalna populacja Rogów miała wyższą średnią pierśnicę dla wszystkich drzew od wartości średniej dla doświadczenia, a w przypadku drzew dorodnych nieznacznie niższą od średniej. Populacje sosny z Rogowa, Spały, Starzyny oraz Supraśla uzyskały przeciwstawne znaki oceny pierśnic wyrażonych w jednostkach standaryzowanych (ryc. 1A). Analizując pozycje rankingowe na podstawie drzew dorodnych, można stwierdzić, że poza populacjami sosny z Bolewic, Rychtała, Taborza, Rospudy i Nowego Targu pozostałe zajmują odmienne miejsca względem uszeregowania określonego dla wszystkich drzew (ryc. 2A). Odnotowano silny związek między średnią pierśnicą określoną na podstawie drzew dorodnych a pierśnicą wszystkich drzew (ryc. 3A).

WYSOKOŚĆ. Stwierdzono statystycznie istotne różnice wyrównanych średnich wysokości sosen obliczonych dla poszczególnych proveniencji. Wyróżniono 3 grupy jednorodne średnich wysokości wszystkich drzew oraz 5 w przypadku drzew dorodnych (tab.). Najniższe średnie wysokości wszystkich badanych drzew odnotowano dla populacji Rospuda, Jegiel i Nowy Targ, a największe

Tabela.

Średnia pierśnica (D [mm]), wysokość (H [m]) i miąższość (v [m³]) pojedynczych drzew oraz zasobność drzewostanu (V [m³/ha]) obliczona na podstawie wszystkich drzew (w) i drzew dorodnych (d)

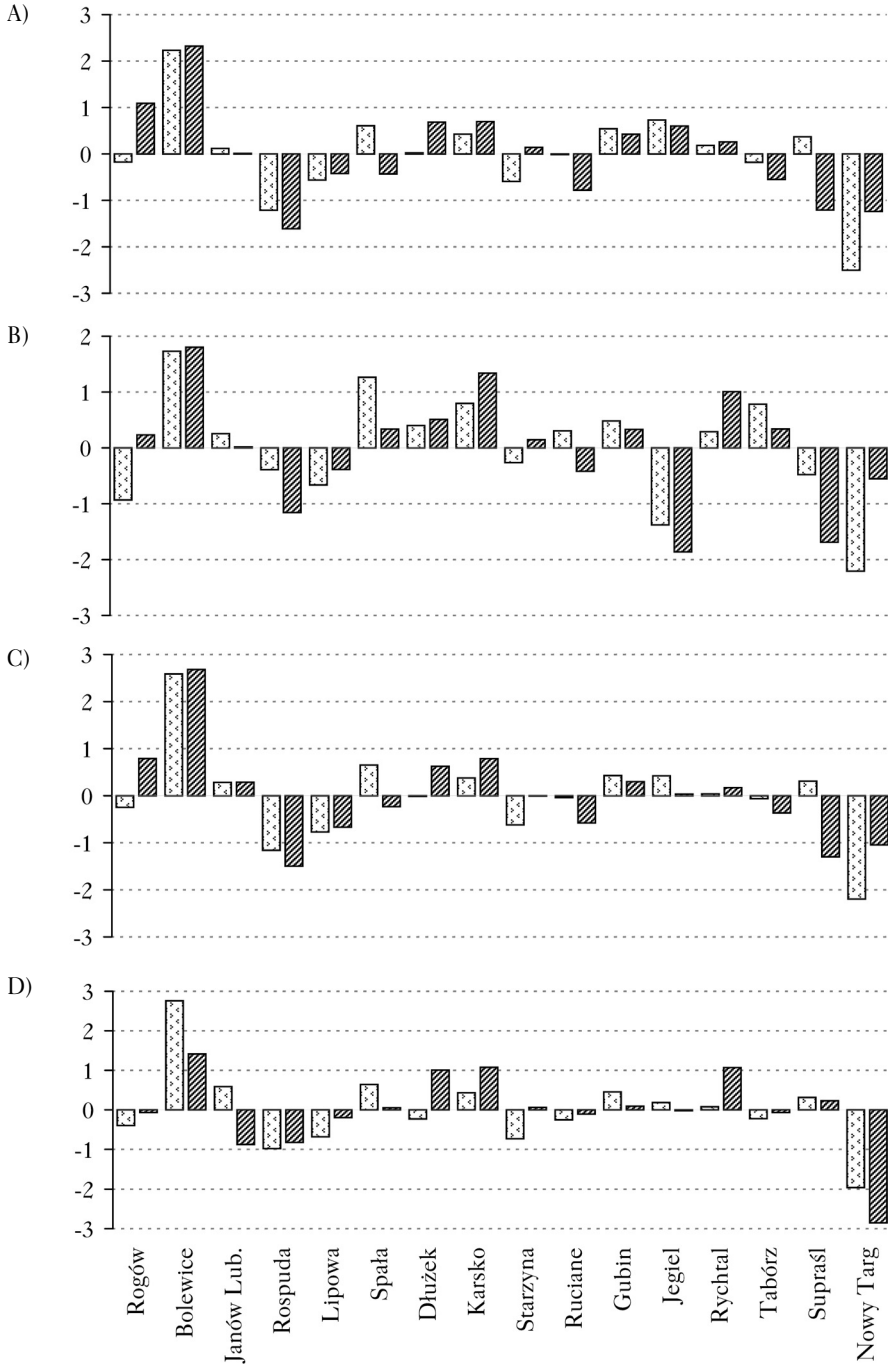
Mean diameter (D [mm]), height (H [m]) and volume of a single tree (v [m³]) as well as growing stock (V [m³/ha]) calculated on the basis of crop (d) and all (w) trees

	Dw	Dd	Hw	Hd	vw	vd	Vw	Vd
Rogów	215,8a	249,0abc	23,0abc	23,4abc	0,38a	0,51ab	356,6bc	151,4a
Bolewice	222,9a	273,2c	24,0c	24,4e	0,42a	0,64b	444,3c	201,2b
Janów Lubelski	209,5a	251,9abc	22,9abc	23,9bcde	0,37a	0,53ab	308,6b	166,9ab
Rospuda	200,1a	238,5ab	22,5a	23,6abcd	0,32a	0,46a	311,6b	142,2a
Lipowa	207,0a	245,1abc	22,9ab	23,5abcd	0,34a	0,48a	348,9bc	146,9a
Spała	206,9a	256,8bc	23,5abc	24,3de	0,35a	0,55ab	363,6bc	167,8ab
Dłużek	213,4a	250,9abc	23,5abc	23,9bcde	0,37a	0,52ab	420,1c	154,0a
Karsko	213,5a	255,1bc	23,6bc	24,1cde	0,38a	0,54ab	424,2c	164,5ab
Starzyna	210,2a	244,8abc	22,9ab	23,7abcde	0,36a	0,49a	364,1bc	146,1a
Ruciane	204,9a	250,6abc	23,0abc	23,9bcde	0,35a	0,52ab	354,2bc	153,7a
Gubin	211,9a	256,2bc	23,1abc	24,0bcde	0,37a	0,54ab	365,9bc	164,8ab
Jegiel	212,9a	258,1bc	22,5ab	23,2ab	0,36a	0,54ab	359,3bc	160,6ab
Rychtal	210,9a	252,6abc	23,4abc	23,9bcde	0,36a	0,52ab	423,8c	158,9ab
Tabórz	206,2a	248,9abc	23,1abc	24,1cde	0,35a	0,52ab	356,6bc	154,2a
Supraśl	202,4a	254,4bc	22,6ab	23,6abcd	0,33a	0,53ab	374,0bc	162,6ab
Nowy Targ	202,2a	225,5a	22,5ab	22,9a	0,33a	0,41a	191,5a	126,8a
Średnia Mean	209,4	250,7	22,5	23,8	0,36	0,52	366,5	157,7
Odchylenie standardowe Standard deviation	5,8	10,1	0,42	0,38	0,02	0,04	59,3	15,8
p-value	0,288	<0,001	<0,001	<0,001	0,142	<0,001	<0,001	0,002

te same litery w kolumnach oznaczają grupy jednorodne wyróżnione testem Tukeya
the same letters in columns indicate homogenous groups according to Tukey test

wartości uzyskały sosny proveniencji z Bolewic. Średnie wysokości drzew dorodnych (od 22,9 do 24,4 m) były wyższe od wartości dla wszystkich drzew (od 22,3 do 24,0 m). Zróżnicowanie średnich wartości wysokości drzew dorodnych oraz wszystkich drzew badanych populacji sosny wyrażone w jednostkach standaryzowanych wykazało, że w przypadku populacji sosen z Rogowa, Starzyny i Rucianego odnotowano przeciwne znaki wartości przeprowadzonej oceny (ryc. 1B). Wysokość drzew okazała się jeszcze bardziej różnicująca poszczególne populacje niż grubość, o czym świadczą różne pozycje rankingowe określone na podstawie drzew dorodnych i wszystkich drzew (ryc. 2B). Mimo różnic między średnimi wartościami poszczególnych populacji w zależności od zakresu materiału badawczego odnotowano bardzo wysoką korelację między wysokością drzew dorodnych i wszystkich drzew (ryc. 3B).

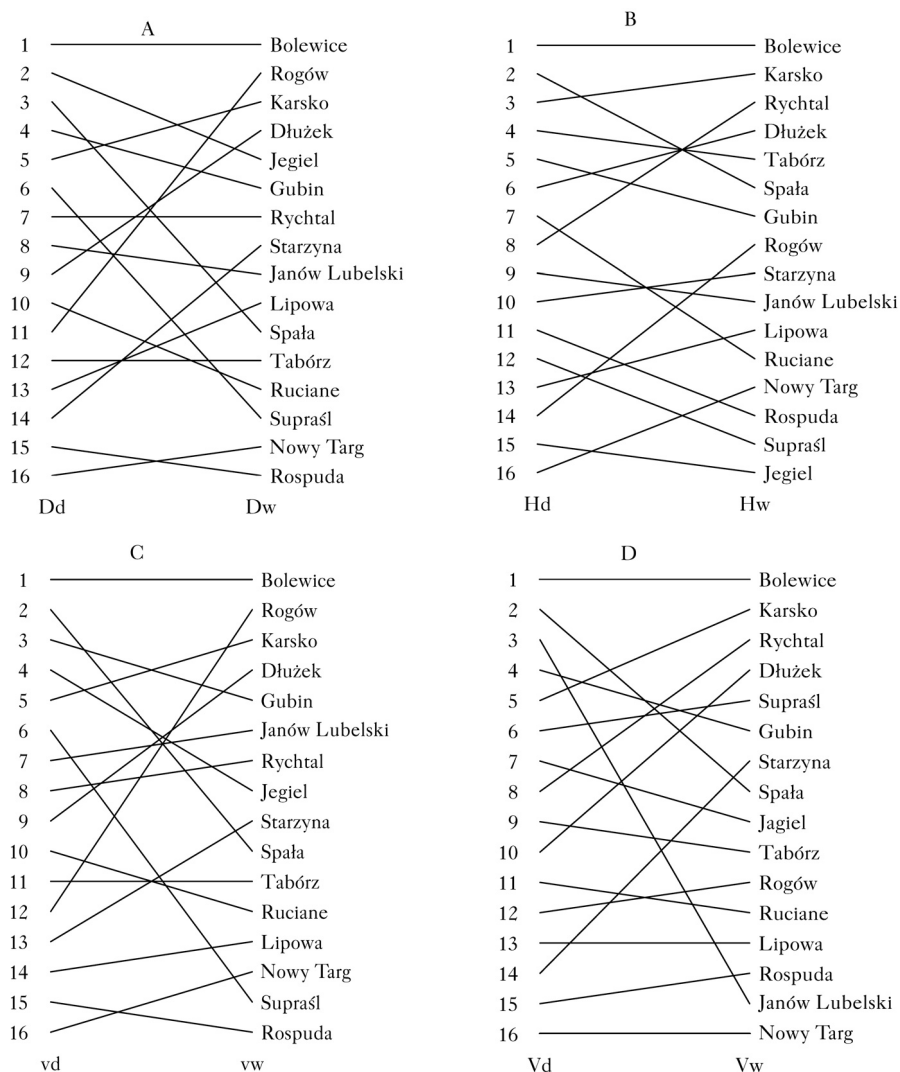
MIĄŻSZOŚĆ POJEDYNCZEGO DRZEWA. Średnia miąższość pojedynczego drzewa sosny zwyczajnej obliczona ze średnich dla wszystkich populacji wyniosła 0,36 m³, a dla wytypowanych drzew dorodnych 0,52 m³. Nie odnotowano statystycznie istotnych różnic między badanymi populacjami w zakresie kształtowania się średnich miąższości pojedynczego drzewa w przypadku analizy wszystkich osobników, natomiast dla drzew dorodnych wyróżniono grupy jednorodne (tab.). Najkorzystniej pod względem średniej miąższości drzewa wyróżnia się w obu wariantach analizy populacja sosny z Bolewic. Najniższą wartość obliczoną dla wszystkich drzew uzyskały sosny



Ryc. 1.

Zróznicowanie [jednostki standaryzowane] średniej pierśnicy (A), wysokości (B) i miąższości pojedynczego drzewa (C) oraz zasobności drzewostanu (D) dla drzew dorodnych (jasne) i wszystkich (ciemne)
 Variability [standardized units] of average diameter (A), height (B) and volume (C) of a single tree as well as growing stock (D) for crop (light) and all (dark) trees

z Rospudy, a dla drzew dorodnych z Nowego Targu. Przeciwne znaki oceny wartości miąższości pojedynczego drzewa wyrażone w jednostkach standaryzowanych odnotowano w przypadku populacji sosny z Rogowa, Spały, Dłużek i Supraśl (ryc. 1C). Uszeregowanie testowanych pochodzeń sosny określone na podstawie drzew dorodnych i wszystkich drzew wykazuje znaczne zróżnicowanie. Pierwszą pozycję rankingową zajmuje niezmiennie sosna populacji Bolewice, bez względu na zakres prowadzonej analizy (ryc. 2C). Dużą zmianę pozycji rankingowej odnotowano w przypadku lokalnego pochodzenia z Rogowa. Zaobserwowano silny związek między



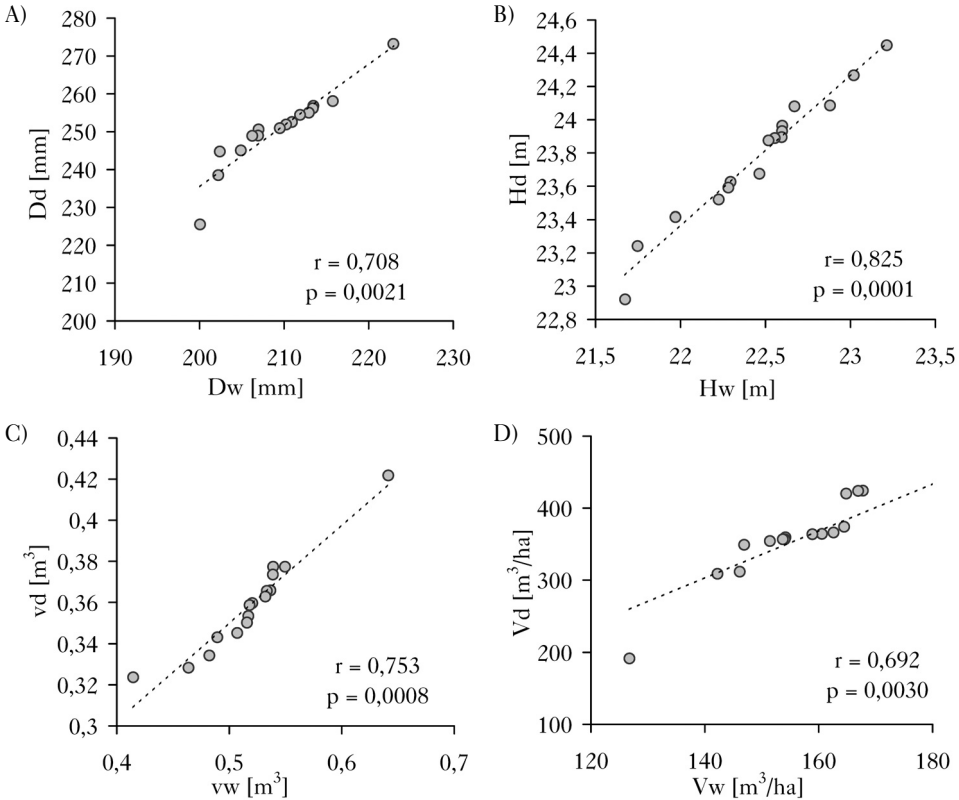
Ryc. 2.

Ranking poszczególnych pochodzeń sosny pod względem pierśnicy (A), wysokości (B) i miąższości pojedynczego drzewa (C) oraz zasobności drzewostanu (D) określony na podstawie drzew dorodnych (Dd, Hd, vd, Vd) oraz wszystkich (Dw, Hw, vw, Vw)

Ranking of the Scots pine provenance with regard to average diameter (A), height (B) and volume of a single tree (C) as well as growing stock (D) determined on the basis of crop (Dd, Hd, vd, Vd) and all (Dw, Hw, vw, Vw) trees

średnimi wartościami miąższości pojedynczych drzew uzyskanymi na podstawie drzew dorodnych i wszystkich drzew (ryc. 3C).

ZASOBNOŚĆ DRZEWOSTANU. Średnia zasobność testowanych drzewostanów wyliczona na podstawie wszystkich drzew wyniosła 366,5 m³/ha i zmieniała się od 191,5 m³/ha u proweniencji Nowy Targ do 444,3 m³/ha u proweniencji Bolewice. Stwierdzono statystycznie istotne różnice i wyróżniono 3 grupy jednorodne (tab.). Dla drzew dorodnych uzyskano niższe wartości miąższości drzewostanów. Niezmiennie najgorzej oceniona była populacja sosny z Nowego Targu, a najlepiej z Bolewic. Analiza wariancji zasobności drzewostanów określonej dla drzew dorodnych wykazała istotne statystycznie różnice, a przeprowadzony test rozsądnie istotnej różnicy wyróżnił dwie jednorodne grupy (tab.). Lokalna populacja sosny z Rogowa wykazała wyniki nieznacznie poniżej średnich wartości zasobności drzewostanów w obu wariantach przeprowadzonego porównania (ryc. 1D). Przeciwne znaki standaryzowanych wartości miąższości drzewostanów zależnie od zakresu prowadzonej oceny odnotowano u populacji z Janowa Lubelskiego, Dłużka oraz Starzyny. Uszeregowanie badanych populacji sosny w większości przypadków ma charakter zmienny, jedynie pochodzenia z Bolewic, Lipowej i Nowego Targu utrzymały swoje pozycje. Największy spadek odnotowano u sosen z Janowa Lubelskiego, a najwyższy awans u populacji ze Starzyny



Ryc. 3.

Zależności między średnią pierśnicą (A), wysokością (B) i miąższością pojedynczych drzew (C) oraz zasobnością drzewostanu (D) dla drzew dorodnych (d) i wszystkich (w)

Relationship between the mean DBH (A), height (B) and volume of a single tree (C) as well as growing stock (D) for crop (d) and all (w) trees

(ryc. 2D). Siła związku między zasobnościami drzewostanów obliczonymi na podstawie wszystkich drzew oraz tylko drzew dorodnych kształtuje się na poziomie $r=0,692$ i jest to najniższa wartość spośród analizowanych korelacji (ryc. 3D).

Dyskusja

Różnice pomiędzy poszczególnymi proveniencjami dla większości analizowanych cech są znaczące i istotne statystycznie. W prowadzonym doświadczeniu najlepszą populacją pod względem analizowanych cech jest wysoko oceniana w wielu innych badaniach proveniencyjnych sosna z Bolewic [Giertych 1997]. W świetle uzyskanych wyników za najgorszą należy uznać sosnę z Nowego Targu, a niskie oceny są potwierdzeniem wyników z szeregu opracowań z udziałem potomstwa drzewostanów z tego regionu [Giertych 1993, 1997; Matras 1989; Sabor 1993; Kowalczyk 2005; Barzdajna 2006; Gawron 2014; Szeligowski i in. 2015]. Różnica między najgorzej ocenioną populacją z Nowego Targu a sosnami z Bolewic (jako najlepszymi w wartości średniej zasobności drzewostanów) wynosi ponad 100%, co ma wysokie znaczenie nie tylko statystyczne, ale przede wszystkim ekonomiczne i gospodarcze.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że najwartościowsze populacje sosny w Polsce pochodzą z zachodnich i północno-wschodnich terenów (za wyjątkiem Rospudy), co w pełni potwierdza tezę przedstawioną przez Giertycha [1980] i popartą przez Barzdajną [2006].

Sformułowana przez Giertycha [1997, 1993] i potwierdzona przez Barzdajną [2006] opinia, że lokalne populacje sosny zwykle należą do najlepszych, nie znajduje potwierdzenia w świetle wyników uzyskanych na powierzchni badawczej w Rogowie. Lokalna populacja wykazywała wartości analizowanych cech zbliżone najczęściej do wyników średnich dla całego doświadczenia i nie zawsze znak wartości był dodatni. Pochodząca z centralnej Polski sosna spalska również uzyskała w przedstawionych badaniach średnie wyniki, co potwierdza opinię przedstawioną przez Giertycha [1997] oraz Kowalczyka [2005], że jest to populacja raczej słaba w szeregu badań proveniencyjnych. Istnieje zatem potrzeba szerszego propagowania w regionie pochodzenia So 60 innych populacji niż sosna spalska, charakteryzujących się lepszymi cechami przyrostowymi, co z pewnością przyczyni się do uzyskania cenniejszych gospodarczo drzewostanów.

Porównanie wyników uzyskanych dla całego materiału badawczego oraz dla wytypowanych drzew dorodnych poszczególnych proveniencji wykazało, że wyższe wartości cech taksacyjnych, z wyjątkiem średniej zasobności drzewostanów, uzyskano w przypadku drzew dorodnych. Jest to jak najbardziej uzasadnione, gdyż wynika z definicji drzewa dorodnego, które powinno być grubsze i wyższe od przeciętnego drzewa w danym drzewostanie [Jaworski 2013]. Drzew dorodnych jest też mniej na jednostce powierzchni. Średnie wartości badanych cech wyrażone w jednostkach standaryzowanych umożliwiają porównanie testowanych drzew sosny zarówno między cechami, jak również populacjami. Analizując uzyskane wyniki, można stwierdzić, że w przeprowadzonych porównaniach (niezależnie od zakresu ocenianych drzew) widać korzystnie wyróżniającą się populację sosny z Bolewic, a niekorzystnie z Rospudy i Nowego Targu. Większość analizowanych pochodzeń wykazuje tendencję do zmiany pozycji rankingowych pod względem badanych cech w zależności od zakresu testowanych drzew w populacji.

Na uwagę zasługują bardzo różniące się wyniki uzyskane w populacjach z centralnej i wschodniej części Polski, takich jak Spała, Supraśl, Janów Lubelski, a także Rogów. W takiej sytuacji konieczna staje się szczegółowa analiza tych dwóch metod pomiaru drzewostanów sosnowych na powierzchni badawczej. Można przyjąć, że pomiar na podstawie drzew dorodnych może dać lepszą prognozę w zakresie wartości przyrostowych drzewostanów w przyszłości. Ocena wykonana wyłącznie dla drzew dorodnych nie uwzględnia osobników o mniejszych parametrach wzro-

stowych, które zarówno w naturalnych, jak i gospodarczych procesach rozwojowych zostaną w większości usunięte z drzewostanu. Prowadzenie zabiegów hodowlanych w lasach gospodarczych wiąże się ze stworzeniem optymalnych warunków do wzrostu poszczególnych drzew w kolejnych fazach rozwojowych, co wpływa na poprawę jakości oraz stabilności drzewostanów [Rozwałka 2003; Jaworski 2013]. Dojrzały drzewostan sosnowy będzie zbudowany głównie z drzew, które w młodszym wieku są wybierane jako dorodne lub wymiarowo i jakościowo są do nich zbliżone. Fakt ten uzasadnia celowość wykorzystania drzew dorodnych w analizach wartości ekonomicznej drzewostanów na powierzchniach badawczych.

Z prezentowanych badań wynika, że w odniesieniu do najważniejszej cechy gospodarczej, jaką jest zasobność drzewostanu, zmiany rankingowe są bardzo zróżnicowane. Analiza wykonana na podstawie drzew dorodnych na tle 16 populacji znacząco poprawiła pozycję potomstwa populacji z Janowa Lubelskiego i Spały, natomiast populacje Karsko, Dłużek, Rychtal i Starzyna utraciły wyższą pozycję. Przedstawione wyniki jednoznacznie wskazują na potrzebę szczegółowej analizy porównawczej w ramach poszczególnych populacji, także z uwzględnieniem czynnika, jakim jest ekonomiczna wartość badanych drzewostanów.

Wnioski

- ✦ Z analizy wykonanej na podstawie wszystkich drzew wynika, że w warunkach środowiskowych centralnej Polski najlepiej rosną populacje sosny z zachodniej i północno-wschodniej części kraju. Natomiast analiza przeprowadzona na podstawie drzew dorodnych wykazała dobry wzrost także populacji ze Spały i Janowa Lubelskiego.
- ✦ Uzyskane wyniki miąższości drzewostanów między skrajnymi populacjami są znaczące i sięgają ponad 100%, co ma duże znaczenie ekonomiczne i gospodarcze.
- ✦ Przy uwzględnieniu wszystkich drzew w badanych pochodzeniach lokalne populacje sosny (Rogów i Spała) pod względem miąższości drzewostanów ustępują znanym i cenionym populacjom z Bolewic, Dłużka, Karska i Rychtala.
- ✦ Porównanie przeprowadzone na podstawie drzew dorodnych i wszystkich drzew wykazało różnice w uszeregowaniu rankingowym badanych proveniencji. Ocena jakości drzewostanów na podstawie drzew dorodnych może być bardziej precyzyjna niż na podstawie wszystkich drzew w drzewostanie – z uwagi na konieczność prowadzenia zabiegów hodowlanych, w wyniku których najczęściej usuwa się słabsze osobniki.

Literatura

- Barzdajn W. 2000. Doświadczenie proveniencyjne nad zmiennością sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) serii IUFRO 1982 w Nadleśnictwie Supraśl. Sylwan 144 (6): 41-52.
- Barzdajn W. 2004. Badania porównawcze populacyjnej i rodowej zmienności cech hodowlanych wybranych pochodzeń sosny zwyczajnej, modrzewia europejskiego, świerka pospolitego oraz dębu szypułkowego. Maszynopis. Katedra Hodowli Lasu Wydziału Leśnego AR w Poznaniu.
- Barzdajn W. 2006. Zmienność cech taksacyjnych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) polskich pochodzeń w doświadczeniu proveniencyjnym z 1985 roku w Nadleśnictwie Zielonka. Sylwan 150 (1): 8-19. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.9200532>.
- Bellon S. 1997. Badania hodowlane na terenie lasów doświadczalnych SGGW w Rogowie. Sylwan 141 (1): 25-33.
- Bellon S. 1999. Badania proveniencyjne realizowane przez Katedrę Hodowli lasu SGGW w centralnej Polsce. W: Gorzelak A., Zachara T. [red.]. Stan i perspektywy badań z zakresu hodowli lasu. Materiały I Konferencji Leśnej. Sękocin Las, 18-19 maja 1999 r. IBL, Warszawa. 139-170.
- Bruchwald A. 1996. New Empirical Formulae for Determination of Volume of Scots Pine Stands. Fol. For. Pol. Ser. A 38.
- Chodziecki E. 1975. Wstępne wyniki uprawy porównawczej sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) różnych pochodzeń krajowych w reglu dolnym Beskidu Sądeckiego. Sylwan 119 (2): 1-13.

- Gawron L. 2014. Zmienność cech wzrostowych i jakościowych krajowych pochodzeń sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Maszynopis. Wydział Leśny, SGGW, Warszawa.
- Giertych M. 1979. Summary of results on Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments. *Silvae Genetica* 28 (4): 136-152.
- Giertych M. 1980. Polskie rasy sosny, świerka i modrzewia w międzynarodowych doświadczeniach proweniencyjnych. *Arboretum Kórnickie* 25: 135-159.
- Giertych M. 1993. Zmienność proweniencyjna. W: Białobok S. [red.]. *Biologia sosny zwyczajnej*. Wydawnictwo Sorus, Poznań – Kórnik. 325-339.
- Giertych M. 1997. Zmienność proweniencyjna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Polsce. *Sylvan* 141 (8): 5-20.
- Gunia S. 2006. Badania proweniencyjne sosny zwyczajnej, świerka pospolitego i jodły pospolitej prowadzone w Katedrze Hodowli Lasu SGGW. W: Sabor J. [red.]. *Elementy genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych*. CILP, Warszawa. 181-197.
- Hebda A. M., Wachowiak W., Skrzyszewski J. 2017. Long-term growth performance and productivity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations. *Acta Soc. Bot. Pol.* 86 (1): 3521. DOI: <https://doi.org/10.5586/asbp.3521>.
- Jaworski A. 2013. Hodowla lasu. T. II. Pielęgnowanie lasu. PWRiL, Warszawa.
- Kowalczyk J. 2005. Ocena wyników badań proweniencyjnych sosny (*Pinus sylvestris* L.). W: *Ochrona leśnych zasobów genowych i hodowla selekcyjna drzew leśnych w Polsce – stan i perspektywy*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Malinówka. Wydawnictwo Świat. 132-141.
- Kowalczyk J., Matras J. 2006. Badania porównawcze populacyjnej i rodowej zmienności cech hodowlanych wybranych pochodzeń sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Maszynopis. IBL, Warszawa.
- Kowalczyk J., Matras J., Kulej M., Banach J., Barzdajn W., Kowalkowski, Szeligowski H., Buraczyk W., Chałupka W., Chmura D., Wojda T., Klisz M., Szyp-Borowska L., Rzońca M., Sułkowska M., Guziejko A., Przyborowski J., Kantorowicz W., Garbień-Pieniążkiewicz D. 2015. Genetyczne uwarunkowania procesów adaptacyjnych u wybranych gatunków w kontekście przewidywanych zmian klimatycznych. Maszynopis. IBL, Sękocin Stary.
- Kowalczyk J., Matras J., Żybura H., Sabor J., Barzdajn W. 2000. Zmienność sosny pospolitej i hodowlana wartość jej proweniencji. Maszynopis. IBL, Warszawa.
- Kowalski G. 1985. Zmienność gęstości drewna sosnowego z uprawy proweniencyjnej Leśnego Zakładu Doświadczalnego SGGW-AR w Rogowie. *Sylvan* 129 (5): 77-81.
- Matras J. 1989. Badania proweniencyjne Zakładu Nasiennictwa i Selekcji IBL nad sosną pospolitą. *Sylvan* 133 (11-12): 53-66.
- Matras J. 1999. Ocena zmienności cech przyrostowych podstawowych gatunków drzew leśnych w Pracowni Genetyki IBL. W: Gorzelak A., Zachara T. [red.]. *Stan i perspektywy badań z zakresu hodowli lasu. Materiały I Konferencji Leśnej*. Sękocin Las, 18-19 maja 1999 r. IBL, Warszawa. 154-170.
- Przybylski T., Sztuka J. 1968. Doświadczenie proweniencyjne z sosną zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.) w Nadleśnictwie Lubień. *Arboretum Kórnickie* 12: 261-274.
- Rozwałka Z. 2003. *Zasady hodowli lasu*. DGLP, Warszawa.
- Rożkowski R. 1999. Analiza wyników 35-letniego doświadczenia proweniencyjnego z sosną zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.). *Arboretum Kórnickie* 44: 73-86.
- Rymer-Dudzińska T. 1994. Nowe wzory empiryczne krzywej wysokości dla sosny. *Sylvan* 138 (11): 21-24.
- Sabor J. 1993. Zmienność sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i hodowlana wartość jej polskich proweniencji w warunkach siedliskowych Beskidu Sądeckiego. *Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie*.
- Sabor J., Stachnik E. 1990. Przeżywalność i wzrost różnych pochodzeń sosny pospolitej w warunkach siedliskowych Beskidu Sądeckiego na przykładzie powierzchni porównawczej w Polanach k. Grybowa. *Sylvan* 134 (1): 11-26.
- Sokołowski S. 1931. Prace biometryczne nad rasami sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) na ziemiach Polski. *Prace Rolniczo-Leśne* 5: 1-107.
- Szeligowski H., Buraczyk W., Drozdowski S., Gawron L. 2015. Wartość hodowlana polskich populacji sosny zwyczajnej na powierzchni doświadczalnej w Rogowie. *Sylvan* 159 (12): 997-1007. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2015050>.