

**HENRYK SZELIGOWSKI, WŁODZIMIERZ BURACZYK, STANISŁAW DROZDOWSKI,
LESZEK GAWRON**

Wartość hodowlana polskich populacji sosny zwyczajnej na powierzchni doświadczalnej w Rogowie

Silvicultural value of Scots pine provenances from Poland on the experimental plot in Rogów

ABSTRACT

Szeligowski H., Buraczyk W., Drozdowski S., Gawron L. 2015. Wartość hodowlana polskich populacji sosny zwyczajnej na powierzchni doświadczalnej w Rogowie. Sylwan 159 (12): 997-1007.

The paper analyses the variability of selected adaptive, growth and morphological parameters of 16 Scots pine provenances from Poland. Their silvicultural value and usefulness under the growth conditions in Central Poland were assessed. The empirical part was carried out on the experimental plot established in spring 1966 in Lipce Reymontowskie Forest Range, Rogów Forest Experimental Station. In subsequent surveys, the following characteristics were determined for each tree: diameter at the breast height, height, height of crown base and diameter of branches. All trees were also classified into 4 quality classes related to the stem straightness. The following analyses were performed: survival rate, course of height growth and diameter increment over age, variation of volume at single trees and whole stands level, diameter of branches, stem straightness, selected genetics and silvicultural properties. The assessment of silvicultural values pointed out that the best provenances include Dłużek, Karsko, Bolewice and Rychtal. Local provenances from Rogów and Spała are classified as the weak ones. Therefore in local Scots pine stands there is a need to improve quality, stability and yield. Obtained results deepen an existing knowledge on variability of Scots pine stands and demonstrate possibilities for verification of seed regionalization principles in Poland.

KEY WORDS

Scots pine, provenance variation, silvicultural value, yield

ADDRESSES

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

Włodzimierz Buraczyk, Stanisław Drozdowski, Leszek Gawron

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

Wstęp

Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) na obszarze naturalnego występowania jest bardzo zróżnicowana pod względem morfologicznym, produkcyjnym oraz jakościowym. Zmienność ta spowodowana jest względami genetycznymi oraz faktem, że gatunek ten ma bardzo rozległy zasięg naturalnego występowania i rośnie w zróżnicowanych warunkach klimatycznych oraz glebowych [Wright i in. 1966; Shuryaev, Giertych 2000].

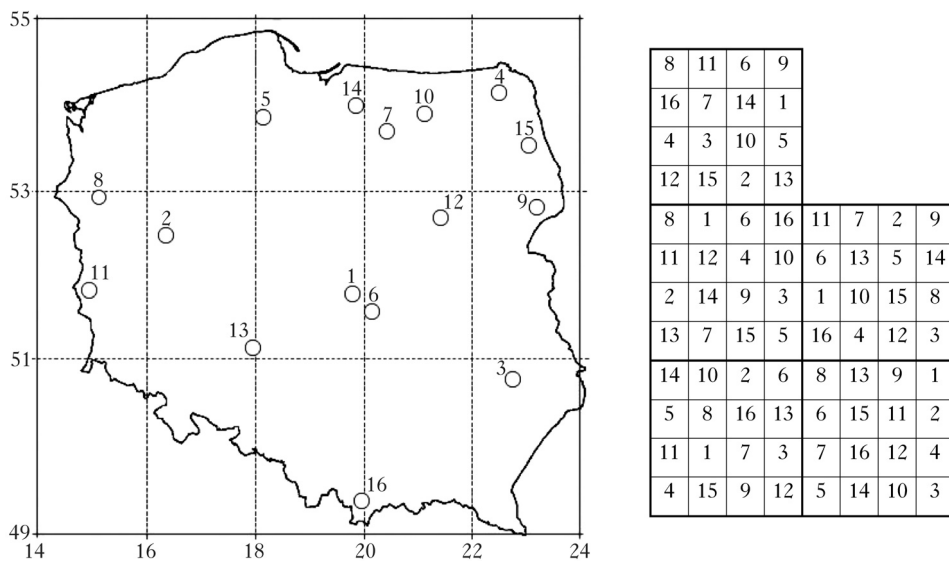
Najważniejszą metodą umożliwiającą ocenę zmienności międzypopulacyjnej i wewnątrzpopulacyjnej drzew leśnych są porównawcze doświadczenia proveniencyjne [Kulej 2001], w ramach

których w 1964 roku, przy współpracy Wydziałów Leśnych w Warszawie, Krakowie i Poznaniu oraz Instytutu Badawczego Leśnictwa, założono sieć powierzchni doświadczalnych różnych populacji sosny zwyczajnej z obszaru Polski. Niniejsza praca przedstawia wyniki badań realizowanych przez Katedrę Hodowli Lasu SGGW w Warszawie na powierzchni porównawczej w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Rogowie, których celem jest ocena wartości hodowlanej szesnastu krajowych populacji cząstkowych sosny zwyczajnej rosnących w warunkach środowiskowych środkowej Polski.

Materiał i metody

Powierzchnia porównawcza sosny zwyczajnej zlokalizowana na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Rogowie jest jednym z pięciu w Polsce obiektów doświadczalnych założonych w 1966 roku z inicjatywy Instytutu Badawczego Leśnictwa, na których jest badane potomstwo 16 populacji macierzystych sosny z obszaru naturalnego występowania tego gatunku w Polsce. Powierzchnia została założona wiosną w leśnictwie Lipce, oddział 44j, w układzie bloków losowych z pięcioma powtórzeniami (ryc.). Do jej założenia wykorzystano jednoroczne (1/0) sadzonki sosny zwyczajnej, które posadzono w więźbie 1×1 m. Łącznie wysadzono 17 920 sadzonek na 2,15 ha, po 224 sztuk w każdym powtórzeniu (działka 255 m²). Powierzchnia została założona na gruncie porolnym, gdzie do głębokości 40-55 cm występują piaski gliniaste lekkie pylaste, podścielone warstwą pyłu z oznakami zbielicowania. Gleba do głębokości 160-180 cm jest silnie kwaśna. W 1966 roku siedlisko określono jako bór mieszany świeży (BMśw), który w wyniku rewizji urządzania lasu przeklasyfikowano na LMśw [Zielony 1993].

Pomiary w zakresie przeżywalności, cech morfologicznych i jakościowych były prowadzone cyklicznie od momentu założenia uprawy. Ocenę przeżywalności przeprowadzono w wieku 12 lat



Ryc.

Lokalizacja drzewostanów rodzicielskich oraz schemat rozmieszczenia analizowanych pochodzeń sosny zwyczajnej na powierzchni proveniencyjnej w LZD Rogów

Location of 16 parental stands and arrangement of Scots pine provenances on the experimental plot in the Rogów Forest Experimental Station

1 – Rogów, 2 – Bolewice, 3 – Janów Lubelski, 4 – Rospuda, 5 – Lipowa, 6 – Spała, 7 – Dłużek, 8 – Karsko, 9 – Starzyna, 10 – Ruciane, 11 – Gubin, 12 – Jegiel, 13 – Rychtal, 14 – Tabórz, 15 – Supraśl, 16 – Nowy Targ

(1976 rok), kiedy rozpoczął się proces zamierania drzew w wyniku naturalnej konkurencji. Analizę wysokości, grubości, jakości drzew oraz miąższości drzewostanów wykonano w wieku 44 lat (w 2008 roku). Ocenę jakości pnia (prostoci) badanych pochodzeń sosny przeprowadzono na wszystkich osobnikach, przyjmując 4-stopniową skalę, zaś do oceny grubości gałęzi zastosowano 5-stopniową, gdzie rosnąca wartość w skali oznaczała wzrost jakości hodowlanej obu cech.

Miąższość każdego drzewa została obliczona według wzoru:

$$V = g_{1,3} \cdot h \cdot f_{1,3}$$

gdzie:

$g_{1,3}$ – pierśnicowe pole przekroju,

h – wysokość drzewa,

$f_{1,3}$ – pierśnicowa liczba kształtu.

Dane empiryczne poszczególnych cech scharakteryzowano za pomocą tradycyjnych miar statystycznych. W celu weryfikacji rozkładu normalnego danych zastosowano test Kolmogorowa. Wartości cech wyrażone w procentach przy analizie statystycznej zostały transformowane na jednostki kątowe według wzoru:

$$\varphi = \arcsin \sqrt{p}$$

gdzie:

p – wartość procentowa analizowanej cechy.

Na podstawie analizy wariancji jednozmiennnej określono wpływ pochodzenia na kształtowanie się cech badanych sosen. Ocenę istotności różnic przeprowadzono za pomocą testu HSD Tukeya (dla poziomu ufności 0,95 i 0,99).

Wartość hodowlaną, jako najważniejszy parametr oceniający badane proveniencje sosny, określono na podstawie wskaźnika $W\bar{h}$, będącego średnią obliczoną z badanych cech wyrażonych w jednostkach standaryzowanych [Perkal 1967]. Wykorzystano wzór:

$$W\bar{h} = \frac{1}{6} (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6)$$

gdzie:

$x_1 \dots x_6$ – wartości średnie jednostek standaryzowanych badanych cech (przeżywalność, wysokość, pierśnica, miąższość drzewostanów, jakość pnia oraz grubość gałęzi).

Na podstawie wartości wskaźnika $W\bar{h}$ dokonano podziału testowanych pochodzeń sosny na pięć klas wartości hodowlanej (bardzo dobra, dobra, średnia, słaba, zła), przyjmując za granicę klasy jedno odchylenie standardowe.

Wyniki

PRZEŻYWAŁNOŚĆ. Do populacji dobrze adaptujących się w warunkach środowiskowych środkowej Polski z przeżywalnością powyżej średniej dla doświadczenia w 1976 roku (85,5%) zaliczyć należy sosny z Rychtała, Supraśla, Bolewic, Rospudy, Lipowej, Dłużka, Karska, Rucianego, Gubina i Jegła. Najniższą przeżywalnością w wieku 12 lat charakteryzowały się sosny z Janowa Lubelskiego i Nowego Targu, gdzie udział drzew żywych wynosił odpowiednio 76,9 i 78,6%. Na podkreślenie zasługuje fakt, że do pochodzeń o niskiej przeżywalności zaliczają się również sosny miejscowych populacji, tzn. Rogów oraz blisko położonej populacji Spała. Analiza statystyczna przeżywalności sosny wykazała istotne różnice w wieku drzew 12 lat, przy poziomie ufności 0,95 (tab. 1).

Tabela 1.

Średnia (m), odchylenie standardowe (sd) i współczynnik zmienności (cv [%]) przeżywalności, wysokości, pierśnicy i miąższości u badanych proveniencji sosny w wieku 44 lat na powierzchni w Rogowie (oznaczenia jak na rycinie)

Mean (m), standard deviation (sd) and coefficient of variability (cv [%]) of survival rate, height, breast height diameter and total volume for analyzed provenances of 44 years old Scots pines on Rogów experimental plot (provenance codes as in figure)

	Przeżywalność		Wysokość			Pierśnica			Miąższość		
	Survival		Height [m]			Diameter [cm]			Total volume [m ³ /ha]		
	p [%]	$\varphi = \arcsin \sqrt{p}$	m	sd	cv	m	sd	cv	m	sd	cv
1	85,0	67,5ab	19,47ab	1,3	6,8	18,86ab	4,1	21,8	278,0b	7,4	2,7
2	87,0	69,3ab	20,76d	1,1	5,1	20,17b	4,6	22,6	345,4c	5,2	1,5
3	76,9	61,4a	19,92abc	1,4	7,1	18,74ab	4,7	24,9	243,3ab	10,5	4,3
4	86,7	69,1ab	19,73abc	1,5	7,7	17,74a	4,1	23,2	252,1bc	13,7	5,4
5	86,8	69,0ab	19,61abc	1,5	7,8	18,41ab	4,1	22,1	281,3bc	8,1	2,9
6	84,0	66,6ab	19,48ab	1,3	6,9	18,60ab	4,1	22,2	282,8bc	4,3	1,5
7	88,8	70,6ab	19,98bc	1,7	8,6	18,93ab	4,1	21,5	328,2bc	6,1	1,9
8	86,0	68,1ab	20,09bcd	1,0	4,9	18,95ab	4,0	21,2	331,2bc	4,9	1,5
9	82,8	65,7ab	19,50ab	1,6	8,4	18,23a	4,1	22,6	283,2bc	6,6	2,3
10	87,3	69,5ab	19,22a	1,8	9,6	17,87a	4,4	24,6	285,8bc	8,0	2,8
11	86,9	69,0ab	19,84abc	1,1	5,5	18,93ab	4,0	20,9	284,6bc	4,1	1,5
12	87,1	69,4ab	19,44ab	2,1	10,7	18,86ab	4,2	22,2	286,4bc	7,9	2,8
13	90,0	71,9b	20,19cd	0,9	4,4	18,93ab	4,0	20,9	330,8bc	4,5	1,4
14	85,1	67,4ab	19,77abc	1,6	8,2	18,35ab	4,0	21,8	276,4bc	7,2	2,6
15	89,6	71,5b	19,29a	1,8	9,2	18,02a	4,1	22,6	289,8bc	4,2	1,4
16	78,6	62,9ab	18,36	1,7	9,2	17,13a	4,9	28,9	152,2a	5,2	3,4
m		68,0	19,70			18,60			283,2		
sd		4,7	0,52			0,7			44,9		
cv		6,9	2,63			3,8			15,9		

*te same litery wskazują średnie nieróżniące się istotnie przy $\alpha=0,01$; the same letters indicate means that differ insignificantly at $\alpha=0,01$

WYSOKOŚĆ. W wieku 44 lat średnia wysokość sosen testowanych populacji wynosiła 19,70 m. Średniej wartości wysokości obliczonej dla wszystkich pochodzeń nie uzyskały sosny z Rogowa, Lipowej, Spały, Starzyny, Rucianego, Jegla, Supraśla i Nowego Targu (tab. 1). Analiza statystyczna wykazała istotne różnice między wysokościami badanych pochodzeń, zaś test jednorodności wyróżnił grupę najwyższych sosen z Bolewic, Rychtała i Karska, przy najniższych z Nowego Targu, które pod względem tej cechy istotnie różniły się od pozostałych pochodzeń. Największym zróżnicowaniem wewnątrzpopulacyjnym charakteryzowały się sosny z pochodzenia Jegiel, u których odchylenie standardowe i współczynnik zmienności wyniosły odpowiednio $sd=2,1$ m i $cv=10,7\%$ (tab. 1). Natomiast najmniejszą zmiennością badanej cechy charakteryzowały się drzewa z Rychtała ($sd=0,9$ m, $cv=4,4\%$).

PIERŚNICA. Średnia grubość na wysokości pierśnicy obliczona dla wszystkich pochodzeń w wieku 44 lat wynosiła 18,6 cm. Wartości powyżej średniej uzyskały sosny z Rogowa, Bolewic, Janowa Lubelskiego, Dłużka, Karska, Gubina, Jegla i Rychtała (tab. 1). Najwyższy poziom zróżnicowania wewnątrzpopulacyjnego stwierdzono w pochodzeniu z Nowego Targu ($sd=4,9$ cm, $cv=28,9\%$), natomiast najmniejszy z Rychtała i Gubina ($sd=4,0$ cm, $cv=20,9\%$). Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie między pierśnicami badanych pochodzeń na poziomie istotności $\alpha=0,01$. Test *post-hoc* wskazał, że najsłabsza proveniencja z Nowego Targu pod względem grubości w wieku drzew 44 lat różni się istotnie tylko od najlepszej populacji z Bolewic (tab. 1).

MIĄŻSZOŚĆ. W wieku 44 lat (tab. 1) najwyższą zasobnością – 345,4 m³/ha – charakteryzowały się sosny z Bolewic. Następne w kolejności były pochodzenia z Karska (331,2 m³/ha), Rychtała (330,8 m³/ha) i Dłużka (328,2 m³/ha). Populacje o najniższej zasobności to Nowy Targ (152,2 m³/ha), Janów Lubelski (243,3 m³/ha) i Rospuda (252,1 m³/ha). Pozostałe populacje uzyskały miąższość nieznacznie odbiegającą od średniej ogólnej dla doświadczenia, wynoszącej 283,2 m³/ha. Różnica pomiędzy pochodzeniami o najniższej i najwyższej zasobności w wieku 44 lat wyniosła 193,2 m³/ha. Badane pochodzenia sosny wykazywały istotne różnice pod względem średniej zasobności. Testowane populacje charakteryzowały się zróżnicowaną zmiennością wewnątrzpopulacyjną badanej cechy. Najniższą zmienność wykazywały sosny z Gubina (sd=4,1 m³/ha, cv=1,5%), a najwyższą z Rospudy (sd=13,7 m³/ha, cv=5,4%).

PROSTOŚĆ STRZAŁY. Drzew o prostych strzałach (klasa 4) na całej powierzchni było 42,5% (tab. 2). Najwięcej prostych pni odnotowano wśród sosen z Taborza, Dłużka, Rospudy i Nowego Targu, natomiast najmniej u pochodzeń z Bolewic, Rogowa, Jęgla i Spały. Nieco ponad połowę drzew (50,8%) w klasyfikacji pni uzyskało klasa 3. Najwięcej drzew o lekkiej krzywiznie stwierdzono wśród sosen z Bolewic, Rogowa, Rychtała i Spały. Drzew o pniach bardzo wadliwych z wieloma krzywiznami (klasa 1) na powierzchni badawczej nie stwierdzono, ponieważ zostały usunięte w trakcie prowadzonych zabiegów pielęgnacyjnych. Najgorsze pod względem prostości strzał były drzewa, które charakteryzowała klasa 2. Najwięcej takich drzew stwierdzono w pochodzeniach

Tabela 2.

Udział [%] drzew w klasach prostości pnia i grubości gałęzi oraz wartości wskaźników prostości pnia (SS) i grubości gałęzi (GG) sosny w wieku 44 lat na powierzchni w Rogowie (oznaczenia proveniencji jak na rycinie)

Fraction [%] of trees in stem straightness and branch thickness classes as well as stem straightness index (SS) and branch thickness index (GG) for 44 years old Scots pines on Rogów experimental plot (provenance codes as in figure)

Pochodzenie Provenance	Prostość pnia Stem straightness					Grubość gałęzi Branch thickness					
	4	3	2	1	SS	5	4	3	2	1	GG
1	26,2	3,28	12,1	0	3,14	0,7	37,6	51,1	9,9	0,7	3,28
2	24,3	3,13	11,8	0	3,12	1,4	27,8	55,6	12,5	2,8	3,13
3	45,0	3,29	6,7	0	3,38	0,8	40,8	45,8	11,7	0,8	3,29
4	51,8	3,44	2,8	0	3,49	2,1	44,7	48,2	5,0	0,0	3,44
5	50,0	3,22	4,7	0	3,45	1,4	30,4	57,4	10,1	0,7	3,22
6	36,1	3,27	4,8	0	3,31	2,7	32,7	54,4	9,5	0,7	3,27
7	52,5	3,38	5,0	0	3,47	2,5	41,3	47,5	8,8	0,0	3,38
8	46,0	3,31	6,7	0	3,39	2,5	38,7	47,9	9,2	1,8	3,31
9	50,0	3,28	7,2	0	3,43	3,9	35,5	47,4	11,2	2,0	3,28
10	44,0	3,51	4,4	0	3,39	1,9	54,1	37,1	6,9	0,0	3,51
11	35,2	3,33	14,8	0	3,20	0,7	42,3	46,5	10,6	0,0	3,33
12	32,2	3,03	11,2	0	3,21	0,0	25,2	56,6	14,7	3,5	3,03
13	36,2	3,21	2,5	0	3,34	0,0	33,1	55,8	9,8	1,2	3,21
14	55,9	3,37	6,2	0	3,49	0,0	43,4	49,7	6,9	0,0	3,37
15	43,8	3,30	4,4	0	3,39	1,3	38,8	50,0	8,8	1,3	3,30
16	51,1	3,47	2,1	0	3,49	8,5	40,4	42,6	6,4	2,1	3,47
m	42,5	50,8	6,7	0	3,36	1,9	37,9	49,6	9,5	1,1	3,30
sd	–	–	–	–	0,125	–	–	–	–	–	0,12
cv	–	–	–	–	3,72	–	–	–	–	–	3,67

m – średnia, sd – odchylenie standardowe, cv – współczynnik zmienności [%]

m – mean, sd – standard deviation, cv – coefficient of variability [%]

Gubin, Rogów i Bolewice, zaś najmniej w populacjach z Nowego Targu, Rychtala i Rospudy. Średnia wartość wskaźnika prostości pnia wyniosła 3,358 (tab. 2). Najlepsze pod względem jakości pni okazały się sosny z Taborza (wskaźnik 3,497), Nowego Targu (3,489), Rospudy (3,489) i Dłużka (3,475). Gorzej ukształtowane pnie stwierdzono u pochodzeń Bolewice (wskaźnik 3,125), Rogów (3,142), Gubin (3,204) i Jegiel (3,210).

GRUBOŚĆ GAŁĘZI. Najwyższy udział cienkich gałęzi (klasa 5) odnotowano w pochodzeniu z Nowego Targu (8,5%), a u pochodzeń Jegiel, Rychtal i Tabórz nie stwierdzono ani jednego drzewa w tej klasie analizowanej cechy (tab. 2). Najwyższym średnim udziałem, wynoszącym 49,6%, charakteryzowała się klasa 3, której zakres wynosił od 37,1% dla sosny z Rucianego do 57,4% dla sosny z Lipowej. Na powierzchni badawczej stwierdzono najmniej drzew, których gałęzie miały grubość powyżej 5 cm (klasa 5). Takich drzew nie stwierdzono w populacjach sosny pochodzącej z Rospudy, Dłużka, Rucianego, Gubina i Taborza. Najwięcej sosen o bardzo grubych gałęziach odnotowano w pochodzeniach z Nowego Targu, Bolewic i Jegla. Obliczone wartości wskaźnika grubości gałęzi na podstawie udziału poszczególnych klas grubości testowanych populacji sosny zawierały się w przedziale od 3,03 (Jegiel) do 3,51 (Ruciane). Wartość średnia dla całego materiału badawczego wynosiła 3,30. Wartości powyżej średniej uzyskały pochodzenia z Rospudy, Dłużka, Karska, Rucianego, Gubina, Taborza i Nowego Targu (tab. 2).

WARTOŚĆ HODOWLANA. Najwyższe wartości wskaźnika hodowlanego (sumaryczne wartości cech wyrażonych w jednostkach standaryzowanych) uzyskały populacje sosny z Dłużka, Karska, Bolewic i Rychtala (odpowiednio: 0,710, 0,469, 0,469 i 0,422), natomiast najniższą wartość omawianego wskaźnika odnotowano u drzew reprezentujących populacje z Nowego Targu (−0,033) (tab. 3).

Tabela 3.

Standaryzowana przeżywalność w wieku 12 lat (x_1), wysokość (x_2), pierśnica (x_3), miąższość (x_4), prostota pnia (x_5) i grubość gałęzi w wieku 44 lat (x_6) oraz wskaźnik ($W\bar{h}$) i ocena (Wartość) wartości hodowlanej sosny badanych pochodzeń na powierzchni w Rogowie (oznaczenia jak na rycinie)

Standardized survival at the age of 12 (x_1), height (x_2), breast height diameter (x_3), volume (x_4), stem straightness (x_5) and branches thickness at the age of 44 (x_6) as well as index ($W\bar{h}$) and assessment (Wartość) of silvicultural value of analysed Scots pine provenances in Rogów experimental plot (provenance codes as in figure)

Pochodzenie Provenance	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	$W\bar{h}$	Wartość
1	−0,109	−0,376	0,465	−0,116	−1,727	−0,195	−0,343	słaba
2	0,265	2,103	2,373	1,382	−1,862	−1,445	0,469	dobra
3	−1,417	0,480	0,283	−0,887	0,203	−0,071	−0,235	słaba
4	0,225	0,114	−1,174	−0,693	1,050	1,151	0,112	średnia
5	0,197	−0,106	−0,194	−0,043	0,757	−0,693	−0,014	średnia
6	−0,311	−0,351	0,079	−0,009	−0,360	−0,232	−0,197	słaba
7	0,534	0,608	0,567	1,000	0,935	0,617	0,710	bardzo dobra
8	0,004	0,818	0,594	1,068	0,277	0,054	0,469	dobra
9	−0,503	−0,327	−0,464	−0,001	0,557	−0,143	−0,147	średnia
10	0,316	−0,864	−0,980	0,057	0,306	1,726	0,094	średnia
11	0,202	0,342	0,561	0,031	−1,229	0,254	0,027	średnia
12	0,299	−0,429	0,458	0,072	−1,184	−2,188	−0,495	słaba
13	0,825	1,008	0,558	1,058	−0,164	−0,756	0,422	dobra
14	−0,126	0,204	−0,286	−0,152	1,107	0,539	0,214	średnia
15	0,740	−0,716	−0,770	0,147	0,286	−0,002	−0,053	średnia
16	−1,139	−2,509	−2,071	−2,914	1,050	1,385	−1,033	zła

zła – bad, słaba – weak, średnia – average, dobra – good, bardzo dobra – very good

Na podstawie wskaźników jakości hodowlanej testowane populacje sosny podzielono na pięć grup wartości hodowlanej: bardzo dobrą (Dłużek), dobrą (Karsko, Bolewice, Rychtal), średnią (Tabórz, Rospuda, Ruciane, Gubin, Lipowa, Supraśl, Starzyna), słabą (Spała, Janów Lubelski, Rogów, Jegiel) i złą (Nowy Targ).

Dyskusja

Ocena przeżywalności, jako jedna z najważniejszych cech adaptacyjnych, wskazała, że już po 12 latach nastąpiło bardzo silne zróżnicowanie zagęszczenia wynikające z nierównomiernego, naturalnego wydzielania się drzew w poszczególnych pochodzeniach. Zróżnicowanie przeżywalności kształtowało się od 76,9% (Janów Lubelski) do 90,0% (Rychtal), przy czym lokalna populacja sosny z Rogowa w wieku 12 lat wykazała przeżywalność nieznacznie poniżej średniej wartości dla doświadczenia. Odnotowano istotne zróżnicowanie testowanych populacji sosny, a geograficzna zmienność wskazuje, że najslabiej adaptowały się pochodzenia z południowej Polski, tzn. poniżej 51° szerokości geograficznej północnej i położenia drzewostanów macierzystych powyżej 200 m n.p.m. Też o populacjach sosny nienadających się do uprawy na niżu, a pochodzących z południa Polski oraz ze stanowisk powyżej 200 m n.p.m., sformułowali Sygit i Giertych [1995]. Uzyskane wyniki pod względem przeżywalności wyróżniły grupę populacji, które lepiej się adaptują w środkowej Polsce niż lokalna z Rogowa oraz z blisko położonej Spały.

Dobry wzrost proveniencji z Bolewic na powierzchni w Rogowie nie znajduje potwierdzenia na równoległych powierzchniach badawczych oraz w kilku innych krajowych badaniach z jej udziałem. Natomiast jak wykazał Giertych [1980], jest ona wysoko oceniana pod względem wzrostu na zagranicznych powierzchniach badawczych. Jeszcze większym uznaniem dobrego wzrostu od sosny z Bolewic cieszy się sosna z Rychtala reprezentowana w badaniach zagranicznych oraz na krajowych powierzchniach doświadczalnych. Na większości powierzchni testujących zlokalizowanych w Polsce proveniencja Rychtal jest w grupie dobrze przyrastających [Przybylski, Sztuka 1968; Bellon 1997; Gunia, Żybura 1999; Rożkowski 1999; Barzdajn 2000, 2006, 2008; Kowalczyk i in. 2000; Matras 2006], jednak na obiektach badawczych położonych na południu Polski rośnie raczej przeciętnie [Sabor, Stachnik 1990; Oleksyn, Rachwał 1994]. W dotychczasowych badaniach potwierdza się słaby wzrost sosny z Nowego Targu, bez względu na lokalizację doświadczenia i zestaw testowanych populacji [Chodzicki 1975; Matras 1989a, b; Sabor, Stachnik 1990; Gunia i in. 1993; Sabor 1993; Giertych 1995, 1997; Gunia, Żybura 1999; Kowalczyk i in. 2000; Kowalczyk 2005; Barzdajn 2006]. Wyniki badań otrzymanych przez Sabora i Stachnika [1990] oraz Sabora [1993], a także uzyskanych w niniejszym opracowaniu na powierzchni w Rogowie przeczą tezie postawionej przez Giertycha [1979] i potwierdzonej przez Kowalczyka i in. [2000], Kowalczyka i Matrasa [2006] oraz Barzdajna [2006], mówiącej o tym, że lokalne populacje sosny należą często do grupy dobrze i bardzo dobrze rosnących.

Do korzystnie wyróżniających się pod względem średniej pierśnicy należały sosny z Bolewic, Karska, Dłużka, Gubina, Rychtala, Rogowa i Jegiela, natomiast małe grubości uzyskiwały sosny z Rucianego, Rospudy i Nowego Targu. Inne badania realizowane w Polsce wykazały, że uszeregowanie populacji pod względem średniej grubości drzew poszczególnych populacji jest zróżnicowane. Na powierzchniach zlokalizowanych na niżu w grupie najlepiej przyrastających na grubość znajdowały się sosny z Bolewic, które jednak w warunkach pogórza zaliczono do jednych z najcieńszych [Sabor, Stachnik 1990; Sabor 1993; Kowalczyk i in. 2000]. Podobnie dobrym przyrostem grubości na większości obiektów doświadczalnych w Polsce charakteryzuje się pochodzenie sosny z Rychtala, ale z wyjątkiem powierzchni położonej w Beskidzie Sądeckim,

gdzie uzyskuje wartości zbliżone do średniej dla doświadczenia. Populacja Nowy Targ uzyskująca najniższe wartości pierśnicy na terenie Lasów Rogowskich równie słabo przyrastała na obiektach badawczych w Bliżynie, Sękocinie i Siemianicach, natomiast w Polanach k. Grybowa jest przeciętna.

Badane populacje sosny w wieku 44 lat wykazały też istotne zróżnicowanie międzyproweniencyjne pod względem zasobności. Różnica między pochodzeniem sosny o największej i najmniejszej zasobności wyniosła ponad 100%, co może jednak ulec zmianie w kolejnych fazach wzrostu drzewostanów. Bardzo korzystnie wyróżniły się populacje z Bolewic, Karska, Rychtała i Dłużka, natomiast sosny z Nowego Targu, Janowa Lubelskiego i Rospudy uzyskały najniższe wartości tej cechy. Za przeciętne uznać należy pochodzenia z Rogowa i Spały. Kierując się względami gospodarczymi, można zatem wyhodować w centralnej Polsce drzewostany o wyższej zasobności niż lokalne, stosując materiał sadzeniowy populacji, które na powierzchni proveniencyjnej w Lipcach charakteryzowały się większym przyrostem masy drzewnej. Wyniki badań z podobnych powierzchni doświadczalnych znajdujących się na niżu wykazują duże podobieństwo do uzyskanych w Rogowie. Zatem w warunkach Polski do grupy pochodzeń o najwyższej zasobności drzewostanów można zaliczyć populacje sosny z Bolewic, Rychtała i Karska, natomiast sosny z Janowa Lubelskiego i Nowego Targu charakteryzują się najniższą zasobnością [Kowalczyk i in. 2000]. Na powierzchni w Polanach (Beskid Sądecki) tylko sosny z Bolewic były wysoko oceniane, zaś z Rychtała i Karska uznano za przeciętne, a z Nowego Targu za najłabsze [Sabor 1993]. Sosny z Bolewic i Rychtała, uzyskując wysokie zasobności na innych powierzchniach badawczych, potwierdziły swoje duże znaczenie gospodarcze [Giertych 1997; Rożkowski 1999; Barzdajn 2000, 2006, 2008; Kowalczyk 2005].

Na powierzchni proveniencyjnej w Rogowie najwyższą jakość strzał miały sosny z populacji Ruciane, Nowy Targ i Rospuda, zaś najniższą z Jegła i Bolewic. Słaba lub przeciętna jakość pni sosen z Bolewic została także dostrzeżona na innych powierzchniach doświadczalnych [Sygit, Giertych 1995; Rożkowski 1999; Kowalczyk i in. 2000; Matras 2006]. Przyczyną niskiej jakości pni sosny proveniencji bolewickiej może być zły wybór drzewostanów, z których pozyskano nasiona do założenia doświadczeń [Zawierucha 1985]. Ocena prostości strzał sosny z Jegła, przeprowadzona w innych obiektach z tej samej serii badań, też wykazała duże zróżnicowanie. W odróżnieniu od wyników uzyskanych w niniejszym opracowaniu na powierzchni w Sękocinie i Bliżynie, sosna z Jegła jest w grupie populacji o znacznym udziale drzew prostych [Matras 2006]. Natomiast wysoki udział drzew o prostych strzałach u sosny z Rucianego odnotowany w Rogowie został też potwierdzony w badaniach Giertycha [1986, 1988], Sygita i Giertycha [1995] oraz Matrasa [2006]. Sosny pochodzące z Nowego Targu i Rospudy, podobnie jak w Rogowie, także charakteryzowały się dobrą formą pnia na powierzchni w Sękocinie i Bliżynie. Inne badane pochodzenia sosny wykazywały duże zróżnicowanie pod względem prostości strzał w zależności od powierzchni badawczej. Potomstwo sosny z Rychtała zostało nisko ocenione w badaniach Giertycha [1986] i Rożkowskiego [1999], przy średniej jakości uzyskanej w Sękocinie i Bliżynie [Kowalczyk i in. 2000; Matras 2006]. Dobłą jakością strzał wyróżniła się sosna z Supraśla na powierzchni w Kórniku [Sygit, Giertych 1995], ale w Sękocinie i Bliżynie [Kowalczyk i in. 2000; Matras 2006] oraz Rogowie charakteryzowała się średnią jakością. Na uwagę zasługuje też fakt, że sosna z Rogowa charakteryzowała się na tle innych pochodzeń słabą jakością strzał, co może sugerować potrzebę korzystania z materiału sadzeniowego z innych regionów w celu poprawy jakości lokalnych drzewostanów. Dotychczasowe badania proveniencyjne jednoznacznie wskazują, że sosny z północno-wschodniej części Polski wykazują wyższą jakość techniczną niż z pozostałych regionów, co jest zgodne z tezami przedstawianymi przez Giertycha [1997].

Zmienność międzypopulacyjna grubości gałęzi, jako bardzo ważnej cechy kształtującej jakość techniczną drewna sosny, nie jest szczegółowo opisywana i analizowana w literaturze. Wyniki uzyskane na powierzchni w Rogowie wskazały, że najcieńszymi żywymi gałęziami wpływającymi na wysoką jakość drewna sosny charakteryzowały się populacje z Rucianego, Nowego Targu i Rospudy, natomiast najgrubsze gałęzie miały sosny populacji z Jegła, Bolewic i Rychtała. Występowanie grubych gałęzi u sosny z Bolewic zostało również zdiagnozowane przez Giertycha [1988] i Rożkowskiego [1999], a Matras [2006] wykazał, że sosny z Bolewic w trzostopniowej skali miały gałęzie o średniej grubości. Również proveniencja Rychtał, podobnie jak na powierzchni w Rogowie, miała grube gałęzie w doświadczeniu opisanym przez Rożkowskiego [1999] i Matrasa [2006], a średniej grubości w Lubieniu [Giertych 1986].

Cienkie gałęzie charakterystyczne dla sosny z Rucianego były na powierzchni w Rogowie podobnie sklasyfikowane także przez Giertycha [1988] w doświadczeniu w Janowie Lubelskim, natomiast badania prowadzone w Lubieniu [Giertych 1986] dla tego pochodzenia wykazały średnią grubość gałęzi. Analiza zmienności geograficznej analizowanej cechy wskazała, że cienkie gałęzie najczęściej występowały u sosny mazurskiej, co zostało już wcześniej opisane przez Fabijanowskiego [1961]. Ponieważ grubość gałęzi jest istotnym elementem w hodowli dobrych jakościowo drzew i drzewostanów sosnowych, należy w szerszym niż dotychczas zakresie prowadzić szczegółową analizę zmienności międzypopulacyjnej tej cechy, a wyniki w większym stopniu stosować w planowaniu zasad wykorzystania materiału rozmnożeniowego LMR poza regionami występowania.

Kompleksowa analiza uwzględniająca cechy adaptacyjne, wzrostowe i jakościowe wykazała, że najwyższą jakością hodowlaną charakteryzowały się sosny z Dłużka. Do grupy populacji o dobrej wartości należały głównie sosny z zachodniej Polski (Bolevice, Karsko, Rychtał). Słaba jakość hodowlana populacji lokalnej oraz blisko położonej Spały potwierdziła potrzebę sprowadzania bardziej wartościowych pochodzeń do centralnych obszarów Polski w celu poprawy stabilności oraz możliwości produkcyjnych drzewostanów z udziałem sosny. Zła wartość hodowlana sosny z Nowego Targu i Janowa Lubelskiego sugeruje, że w obecnych warunkach klimatycznych niewskazane byłoby propagowanie tych populacji w warunkach środowiskowych okolic Rogowa. Tym bardziej że słaby wzrost pochodzeń górskich został potwierdzony w wielu innych doświadczeniach [Giertych 1980, 1997; Matras 1989a, b; Sabor, Stachnik 1990; Gunia i in. 1993; Sabor 1993; Gunia, Żybura 1999; Kowalczyk i in. 2000; Kowalczyk 2005; Barzdajn 2006; Kowalczyk, Matras 2006]. Cenione i opisywane w dotychczasowej literaturze sosny z Taborza i Supraśla [Fabijanowski 1961; Steinbeck 1966; Giertych 1980, 1997] testowane w warunkach glebowych i klimatycznych okolic Rogowa nie uzyskały wysokiej wartości hodowlanej. Natomiast sosny z Rychtała i Bolewic reprezentowane na wielu krajowych i zagranicznych powierzchniach badawczych [Giertych 1980, 1997; Zawierucha 1985] są określane jako najbardziej wartościowe populacje, co potwierdzają także badania w Nadleśnictwie Rogów i tym samym mogą wskazywać na największe możliwości wykorzystania ich w centralnej Polsce.

Z analizy danych zebranych na powierzchni w Rogowie wynika, że różnice między cechami morfologicznymi badanych pochodzeń są istotne statystycznie, co wskazuje na możliwość dokonywania wyboru lepszych i cenniejszych populacji do hodowli w tym regionie. Opierając się na wynikach wielu badań nad zmiennością sosny oraz uwzględniając długookresowe kierunki zmian klimatycznych w Europie, można przyjąć, że w centralnych częściach Polski w miejsce drzewostanów o słabej jakości hodowlanej można propagować populacje z zachodniej części kraju, takie jak Karsko, Bolevice i Rychtał.

Wyniki wielu terenowych badań proveniencyjnych stwierdzające istotną zmienność cech morfologicznych nie są jednak w pełni spójne z molekularnymi badaniami genetycznymi, które

wskazują na stosunkowo małą zmienność sosny w Polsce [Nowakowska, Rakowski 2005; Nowakowska 2007].

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. 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.
- Barzdajn W. 2008. Wyniki 24-letniego doświadczenia proveniencyjnego z sosną w Nadleśnictwie Supraśl. Sylwan 152 (4): 21-29.
- Bellon S. 1997. Badania hodowlane na terenie lasów doświadczalnych SGGW w Rogowie. Sylwan 141 (1): 25-33.
- Chodźki E. 1975. Wstępne wyniki uprawy porównawczej sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) różnych pochodzeń krajowych w reglu dolnym Beskidu Sądeckiego. Sylwan 119 (2): 1-13.
- Fabijanowski J. 1961. Kilka uwag o badaniach dotyczących ras sosny zwyczajnej w Polsce oraz o sośnie mazurskiej. Sylwan 105 (4): 21-30.
- 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 proveniencyjnych. Arboretum Kórnickie 25: 135-159.
- Giertych M. 1986. Provenance variation of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) on a 46-years old intentional experiment in Poland. Arboretum Kórnickie 31: 183-193.
- Giertych M. 1988. Interakcja genotypu ze środowiskiem oraz z wiekiem polskich proveniencji sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Arboretum Kórnickie 33: 159-169.
- Giertych M. 1995. Zmienność rodowa sosny i wybór drzew elitarnych. Arboretum Kórnickie 40: 55-70.
- Giertych M. 1997. Zmienność proveniencyjna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Polsce. Sylwan 141 (8): 5-20.
- Gunia S., Żybura B., Żybura H. 1993. Wzrost wysokości i niektóre cechy morfologiczne przesadek (1/2) sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) 20 pochodzeń polskich. Sylwan 137 (1): 45-53.
- Gunia S., Żybura H. 1999. Field performance of 20 Polish provenances of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at a study plot in the Rogów Forest Experimental Station. Ann. Warsaw Agricultur. Univ. – SGGW-AR. For. and Wood Technol. 49: 41-50.
- Kowalczyk J. 2005. Ocena wyników badań proveniencyjnych 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.). IBL, Warszawa.
- Kowalczyk J., Matras J., Żybura H., Sabor J., Barzdajn W. 2000. Zmienność sosny pospolitej i hodowlana wartość jej proveniencji. IBL, Warszawa.
- Kulej M. 2001. Zmienność oraz wartość hodowlana modrzewi różnych pochodzeń z terenu Polski w warunkach siedliskowych Beskidu Sądeckiego. Zeszyty Naukowe AR im. H. Kołłątaja w Krakowie, Rozprawy 273.
- Matras J. 1989a. Badania proveniencyjne Zakładu Nasiennictwa i Selekcji IBL nad sosną pospolitą. Sylwan 133 (11-12): 53-66.
- Matras J. 1989b. Zmienność sosny pospolitej i hodowlana wartość jej proveniencji. Maszynopis. IBL, Warszawa.
- Matras J. 2006. Zmienność kłinalna cech ilościowych i jakościowych europejskich pochodzeń sosny pospolitej w doświadczeniu IUFRO 1982. W: Sabor J. [red.]. Elementy genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych. CILP, Warszawa. 143-153.
- Nowakowska J. 2007. Zmienność genetyczna polskich wybranych populacji sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na podstawie analiz polimorfizmu DNA. Rozpr. habilit. IBL, Warszawa.
- Nowakowska J., Rakowski K. 2005. Charakterystyka zmienności genetycznej sosny napiwodzko-ramuckiej i spalskiej na podstawie analiz mitochondrialnego DNA. Leś. Pr. Bad. 2: 73-91.
- Oleksyn J., Rachwał L. 1994. Wzrost europejskich populacji sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w doświadczeniu proveniencyjnym SP-IUFRO-1982 w Puszczy Niepołomickiej. Sylwan 138 (9): 57-69.
- Perkal J. 1967. Matematyka dla przyrodników i rolników. PWN, Warszawa.
- Przybylski T., Sztuka J. 1968. Doświadczenie proveniencyjne z sosną zwyczajną (*Pinus silvestris* L.) w Nadleśnictwie Lubień. Arboretum Kórnickie 12: 261-274.
- Rożkowski R. 1999. Analiza wyników 35-letniego doświadczenia proveniencyjnego z sosną zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.). Arboretum Kórnickie 44: 73-86.
- Sabor J. 1993. Zmienność sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i hodowlana wartość jej polskich proveniencji 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 Sadeckiego na przykładzie powierzchni porównawczej w Polanach k. Grybowa. Sylwan 134 (1): 11-26.

- Shutyaev A. M., Giertych M. 2000. Genetic subdivisions of the range of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) based on a transcontinental provenance experiment. *Silvae Genetica* 49 (3): 137-151.
- Steinbeck K. 1966. Site, Height, and Mineral Nutrient Content Relations of Scotch Pine Provenances. *Silvae Genetica* 15 (2): 42-50.
- Sygit W., Giertych M. 1995. Zróżnicowanie polskich proveniencji *Pinus sylvestris* L. na powierzchni doświadczalnej w Kórniku. *Arboretum Kórnickie* 40: 87-105.
- Wright J. W., Pauley S. S., Polk R. B., Jokela J. J., Read R. A. 1966. Performance of Scotch pine varieties in the North Central Region. *Silvae Genetica* 15 (4): 101-110.
- Zawierucha E. 1985. Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) proveniencji bolewickiej w świetle badań naukowych. *Sylwan* 129 (4): 13-19.
- Zielony R. 1993. Warunki przyrodnicze lasów doświadczalnych SGGW w Rogowie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.