

## Pierwsze polskie doświadczenia proveniencyjne z jodłą pospolitą *Abies alba* Mill.

The first Polish provenance experiments with silver fir *Abies alba* Mill.

Stanisław Gunia<sup>1</sup>, Jan Łukaszewicz<sup>2\*</sup>, Henryk Szeligowski<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Katedra Hodowli Lasu, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

<sup>2</sup>Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Hodowli Lasu, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

\*Tel. +48 22 7150682, e-mail: J.Lukaszewicz@ibles.waw.pl

**Abstract.** Silver fir *Abies alba* Mill. provenance trials started in Poland a few years after Pavari (1951) proved that the origin of this tree species influences its genetic variability. Further confirmation came from provenance trials, which selected provenances for cultivation in Denmark and showed provenance-dependent genetic variability even within a relatively small area such as the Czech Republic. The Polish trial, started in 1960, compared 6 provenances from the West and Central Carpathian region (4 from Poland, 2 from Slovakia) and 3 from the Hercynic region (Czech Republic). The trial was established in the Experimental Forests of the Warsaw University of Life Sciences in Rogów, at the northern border of the natural silver fir range. Results from the nursery stage experiments proved the existence of latitudinal and altitudinal clines based on data for seed weight, height growth, number of terminal buds as well as bud and needle development. The Polish provenance ‘Stary Sącz’ and two Slovak provenances, ‘Čierný Váh’ and ‘Beňuš’, were early flushing, whereas the Polish provenance ‘Rogów’ behaved differently and was late flushing. Even at the nursery stage, the positive influence of tree selection on height growth and progeny characteristics of the two Czech provenances was evident. The Carpathian provenances were furthermore evaluated according to the index of cultivation and breeding: very good – ‘Rogów’; good – ‘ŚPN (Świętokrzyski PN)’, ‘Stary Sącz’ and ‘Skarzysko’; poor – ‘Čierný Váh’ and ‘Beňuš’.

**Keywords:** silver fir, provenance trial, seedlings, height growth, terminal buds phenology

**Słowa kluczowe:** jodła pospolita, proveniencje, sadzonki, wzrost, fenologia pąków

### 1. Wstęp

W 1960 r. założono pierwsze polskie doświadczenia proveniencyjne z jodłą pospolitą *Abies alba* Mill. (Gunia 1975) w wyniku obserwacji zróżnicowania jej drzewostanów w Polsce, a także zagranicznych doświadczeń proveniencyjnych.

Aż do połowy XX stulecia jodłę pospolitą uważano za gatunek wyróżniający się brakiem zmienności genetycznej. Przyczyniła się do tego błędna opinia Englera (1905), który jako pierwszy próbował w Szwajcarii zbadać zmienność dziedziczną tego gatunku. Porównał on sadzonki (2/0) i przesadki (2/2) wyrosłe z nasion pozyskanych z 10 drzew rosnących na wysokości 680–1330 m n.p.m. w jednym z regionów Alp. Nie zaobserwował żadnych wyraźnych różnic pod względem wzrostu na wysokość i objawów fenologicznych rozwoju pąków, dlatego sformułował stwierdzenie o braku zmienności genetycznej jodły pospolitej związanej z pochodzeniem, w przeciwieństwie do sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L.

i świerka pospolitego *Picea abies* (L.) H.Karst. Dopiero w latach 1925–1949 niesłuszność tego stwierdzenia wykazały wyniki dwóch doświadczeń proveniencyjnych przeprowadzonych przez Pavari’ego (1951) we włoskich Apeninach. Porównano w nich 18 pochodzeń jodły pospolitej, najczęściej z włoskich i austriackich Alp (950–1500 m n.p.m.) oraz Apeninów Północnych (1000 i 1350 m n.p.m.) i Południowych (Kalabria; 1000 m n.p.m.), a także z obszaru podalpejskiego Austrii oraz z Francji (z Pirenejów, Wogezów i Normandii).

Na powierzchniach proveniencyjnych założonych, bez powtórzeń, w Vallombrosa k. Florencji (1000 m n.p.m.) oraz w Alta Val Parma (1470 m n.p.m.) stwierdzono znaczne zróżnicowanie pochodzeń pod względem przeżywalności i cech wzrostowych. W Vallombrosa najlepsze wyniki pod względem przeżywalności oraz wysokości i pierśnicy osiągnęły jodły pochodzenia Serra San Bruno z Kalabrii oraz miejscowego Vallombrosa, a najsłabsze z Burgenlandu w Austrii. W Alta Val Parma pochodzenia z południa nie wytrzymały miejscowego

Wpłynięcie: 10.12.2018 r., zrecenzowano: 8.07.2019 r., zaakceptowano: 11.09.2019 r.

chłodnego klimatu górskiego. Wszystkie pochodzenia cechowało wyraźne zróżnicowanie cech pokroju i igliwia.

Kolejne doświadczenia nad zmiennością jodły pospolitej, poza naturalnym zasięgiem, podjęto w połowie lat trzydziestych ub. wieku w Danii. Ich celem był dobór najlepszego pochodzenia do introdukcji. Wynikało to z negatywnych skutków wylesień przeprowadzonych na potrzeby rolnictwa, dlatego od drugiej połowy XVIII w. przystąpiono do odtwarzania lasów, wprowadzając gatunki drzew, które wcześniej w Danii nie występowały, m.in. jodłę pospolitą. Okazało się, że znosi ona dość dobrze miejscowy klimat i jest atrakcyjna pod względem produkcji, mimo że uprawom szkodzą przymrozki i susza wiosenna, zaś drzewostanom silne wiatry, wywalające i łamiące je (Henriksen 1957). O sile biologicznej jodły pospolitej wprowadzonej w Danii na wydmach śródlądowych świadczy to, że już w drugim pokoleniu, powstałym z samosiewu, tworzy drzewostany o bogatej strukturze wysokościowej i biosocjalnej (Gunia 1978).

W 1934 r. w Danii przeprowadzono pierwsze doświadczenie proveniencyjne bez powtórzeń na siedmiu równoległych powierzchniach. Porównywano 20 pochodzeń, w tym 3 reprezentujące introdukowane wcześniej drzewostany duńskie, a 17 z obszaru rozsiedlenia w Europie leżącego poza Polską (Løfting 1954, 1959, 1977). Oprócz cech wzrostowych badano odporność na szkody od mszycy *Dreyfusia nordmannianae* Eckst. Pochodzenia ze środkowej Europy okazały się na nią wrażliwsze niż pochodzenia ze wschodu i południa. Początkowo największą odpornością i korzystnymi cechami wzrostowymi wyróżniło się pochodzenie Lopus z Karpat rumuńskich (700 m n.p.m.) oraz Gargilione z Kalabrii (1600 m n.p.m.) i Perister Planina z Macedonii (1500 m n.p.m.). Później na pierwsze miejsce wysunęło się pochodzenie kalabryjskie Gargilione, które w wieku 44 lat na powierzchni w Frijsenborg znacznie przewyższało miąższością (160%) inne pochodzenia (Larsen 1981). W tych doświadczeniach pochodzenia z niższych położen górskich rosły na wysokość lepiej niż te z wyższych wzniesień. Pochodzenia ze wschodniej i południowej Europy cechowała, dzięki lepszym warunkom wilgotnościowym, większa żywotność niż w ojczyźnie.

W 1955 r. założono w Danii (Løfting 1959) dalsze 4 powierzchni proveniencyjne, po raz pierwszy z jodłą pospolitą z 6 pochodzeń polskich. Były to pochodzenia z: Gór Świętokrzyskich (nasiona z IBL), Świętokrzyskiego Parku Narodowego (nasiona przekazane z NRD), Tomaszowa Lubelskiego, Brzezin oraz dwa pochodzenia karpaccie, nazwane nieprecyzyjnie ‘Kraków’ (przypuszczalnie Stary Sącz) i ‘Rzeszów’ (prawdopodobnie Beskid Niski). Pochodzenia te porównywano z pochodzeniem francuskim z Normandii i różnym, na każdej powierzchni innym, potomstwem jednego z introdukowanych drzewostanów duńskich. Pierwsze wyniki nie potwierdziły oczekiwanej, większej odporności pochodzeń polskich na suszę, wykazały natomiast nieco większą odporność na przymrozki wiosenne.

Na dwu powierzchniach górowało pochodzenie z Gór Świętokrzyskich, osiągając w jednostkach znormalizowanych  $\bar{h}=1,6$  s (na pierwszej 174 cm w wieku 15 lat, a na dru-

giej 211 cm w wieku 16 lat). Na trzeciej powierzchni  $\bar{h}>1,0$  s miały w wieku 16 lat jodły pochodzenia z Tomaszowa Lubelskiego (278 cm) i określone jako ‘Kraków’ (288 cm).

W Czechach, gdzie jodła pospolita jest ważnym gatunkiem lasotwórczym, doświadczenia proveniencyjne rozpoczęły w 1956 r. Vinš (1966). Prowadził je w dwóch seriach obejmujących potomstwa 3 do 10 drzew matecznych z 10 różnych stanowisk na terenie Czech i Moraw. Oceniano w szkółce i na powierzchni doświadczalnej wzrost sadzonek (2/0) i wyprodukowanych z nich przesadek (2/2). Zarówno nieszkółkowane sadzonki, jak i przesadki jodły pospolitej pochodzące ze stosunkowo małego regionu geograficznego Czech i Moraw wykazały istotne statystycznie zróżnicowanie. Sadzonki z Czech okazały się niższe niż sadzonki pochodzące z leżących bardziej na wschód Moraw. Nie stwierdzono natomiast związków między cechami taksacyjnymi drzew matecznych a cechami wzrostowymi ich potomstwa.

W tym czasie rozpoczęto także doświadczenia proveniencyjne jodły pospolitej w b. NRD w Instytucie Hodowli Selekcyjnej Drzew Leśnych w Graupa (Meyer 1956). Opierając się na wynikach wczesnego testu, w latach 1957–1961 sprowadzono nasiona z Polski z okolic Krakowa (267 kg) oraz Przemyśla (71 kg) i przekazano je jednostkom terenowym w Zachodnich Górach Kruszcowych. Wyników z tych badań dotychczas nie zestawiono i nie przeanalizowano (Hartig 2012).

Omówione doświadczenia, szczególnie duńskie, wskazały na duże prawdopodobieństwo występowania, genetycznie uwarunkowanego, zróżnicowania jodły pospolitej także na terenie Polski oraz wykazały znaczną wartość uprawową i hodowlaną jej pochodzeń. Zróżnicowaniu temu sprzyjała zmienność warunków środowiska w czasie długich wędrówek po ustąpieniu lodowca z refugium na Półwyspie Apenińskim i Bałkańskim, poprzez Karpaty na Wyżyny i Niziny Środkowopolskie, na których osiągnęła północnwschodnią granicę obecnego naturalnego zasięgu (Kral 1980; Środoń 1983). Powstanie tej granicy wymusiły zarówno niekorzystne warunki klimatyczne, głównie wilgotnościowe, jak również rozwój rolnictwa, zajmującego pod uprawę żyzniejsze i zasobniejsze w wilgoć gleby.

Poznanie zróżnicowania cech genetycznych rodzimych pochodzeń jodły pospolitej i wskazanie możliwości jego wykorzystania w uprawie i hodowli lasu stało się ważnym zadaniem badań proveniencyjnych w Polsce. Zapoczątkowano je w roku 1960 (Gunia 1975) i prowadzono w latach następnych, rozszerzając stopniowo zestaw pochodzeń (Gunia 1984, 1985, 1994; Szeligowski 2006; Szeligowski et al. 2011). Bardzo korzystna była m.in. możliwość ich prowadzenia na północnej granicy naturalnego zasięgu jodły pospolitej w Lasach Doświadczalnych SGGW w Rogowie, gdzie znalazła ona zadawalające warunki klimatyczne i glebowe, sprzyjające wzrostowi i rozwojowi. Badania te inspirowały do zakładania w Polsce kolejnych doświadczeń proveniencyjnych z jodłą, np. ogólnopolskich Jd PL 86/90 (Sabor et al. 1996; Skrzyszewska 1999, 2010) oraz upraw w Sudetach i innych regionach Polski (Barzdajn 2009, 2010), a także rozpoczęcia programu testowania polskich populacji jodły (Klisz et al. 2016).

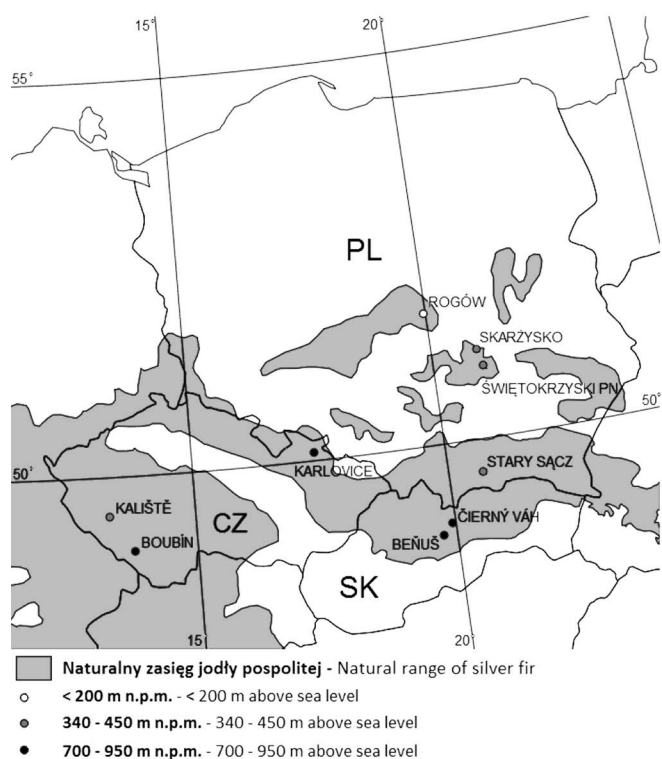
Etap produkcji sadzonek i związane z nim wczesne testowanie stanowią podstawę serii dalszych doświadczeń i badań stadiów wzrostowych i rozwojowych 9 pochodzeń jodły pospolitej z Polski, Słowacji i z Czech w okresie ponad 50 lat.

Celem badań proveniencyjnych była ocena wartości uprawowo-hodowlanej pochodzeń jodły pospolitej z Regionu Karpackiego na podstawie średnich wartości znormalizowanych cech nasion (masy, żywotności, wydajności wschodów) i uzyskanych z nich sadzonek (wysokości i ich wzrostu, cech morfologicznych oraz objawów fenologicznych).

## 2. Obiekt i metodyka

Doświadczeniami objęto 9 pochodzeń jodły pospolitej (ryc. 1, tab. 1): 6 z Regionu Karpat Zachodnich i Środkowych, w tym cztery z Polski: Rogów, Skarżysko, Świętokrzyski Park Narodowy (ŚPN) z Krainy Przyrodniczo-leśnej Małopolskiej i Stary Sącz z Krainy Karpackiej; dwa ze Słowacji: Čierny Váh (Stredoslovenská oblasť) i Beňuš (Horehronsko-hnilecká oblasť); oraz trzy z Regionu Hercyńskiego w Czechach: Karlovice (Sudetská oblasť), Kaliště i Boubín (Šumavská oblasť). Pochodzenia polskie i słowackie to potomstwo drzewostanów nasiennych, a każde z trzech populacji czeskich powstało z mieszanki nasion zebranych z 3–4 drzew matecznych każdego pochodzenia (tab. 2).

Polskie i słowackie drzewostany nasienne rosną na wysokości od 190 do 850 m n.p.m., w pasie wyznaczonym przez południki 19°44'E i 21°00'E, przebiegającym od północnej



**Rycina 1. Położenie geograficzne pochodzeń jodły pospolitej *Abies alba* Mill. testowanych w Lasach Doświadczalnych SGGW w Rogowie**

Figure 1. Geographical location of silver fir *Abies alba* Mill. tested in WULS Experimental Forests in Rogów

**Tabela 1. Pochodzenie nasion jodły pospolitej *Abies alba* Mill. użytych do badań w Lasach Doświadczalnych SGGW w Rogowie**

Table 1. Provenance of seeds of silver fir *Abies alba* Mill. used for research in the Experimental Forests of the Warsaw University of Life Sciences (WULS) in Rogów

Nr No	Pochodzenie Provenance	Kraj Country	Region pochodzenia Origin region	Region geograficzny Geographical region	Leśny region nasienny Forest seed region	Współrzędne geograficzne Geographic coordinates		Wzniesienie n.p.m [m] Altitude a.s.l. [m]
						Szerokość N Latitude N	Długość E Longitude E	
1.	Rogów	Polska	Region Zachodnio- i Środkowo- karpacki <sup>1</sup>	Wyżyna Łódzka	318/6 – 651 <sup>2</sup>	51°40'	19°58'	190
2.	Skarżysko	Polska		Puszcza Świętokrzyska	342/6 – 604 <sup>2</sup>	51°08'	20°55'	350
3.	Świętokrzyski Park Narodowy	Polska		Góry Świętokrzyskie	342/6 – 604 <sup>2</sup>	50°55'	21°00'	350
4.	Stary Sącz	Polska		Beskid Sądecki	513/8 – 803 <sup>2</sup>	49°35'	20°40'	340
5.	Čierný Váh	Słowacja		Mała Fatra	34 A <sup>3</sup>	49°00'	19°56'	850
6.	Beňuš	Słowacja		Niżne Tatry	46 B <sup>3</sup>	48°52'	19°44'	700
7.	Karlovice	Czechy	Region Hercyński <sup>1)</sup>	Jesioniki (Sudety)	27 <sup>4</sup>	50°06'	17°25'	850
8.	Kaliště	Czechy		Szumawa	13 <sup>4</sup>	49°30'	13°19'	450
9.	Boubín	Czechy		Szumawa	13 <sup>4</sup>	49°03'	13°47'	950

<sup>1</sup> Svoboda (1953)

<sup>2</sup> Leśna Regionalizacja dla nasion i sadzonek w Polsce (1996)

<sup>3</sup> Ministerstvo Pôdohospodárstva Slovenskej Republiky (2001)

<sup>4</sup> Hynek (2000)

**Tabela 2. Charakterystyka nasion jodły pospolitej *Abies alba* Mill. użytych do badań w Lasach Doświadczalnych SGGW w Rogowie**  
 Table 2. Characteristic of seeds of silver fir *Abies alba* Mill. used for research in the WULS Experimental Forests in Rogów

Nr No	Pochodzenie Provenance	Miejsce zbioru szyszek Place of cone harvesting	Wiek drzew nasiennych [lata] Age of seed trees [years]	Cechy nasion / Seed characteristics			
				Czystość Purity [%]	Masa 1000 nasion 1000 seed weight [g]	Żywotność Viability [%]	Wydajność wschodów Seedling percentage [%]
1	Rogów	drzewostan	60–90	98	51,0	48	25,5
2	Skarżysko	drzewostan	90–100	96	56,2	68	9,3
3	Świętokrzyski P. N.	drzewostan	100–120	97	49,9	54	44,4
4	Stary Sącz	drzewostan	90–110	93	51,1	55	10,7
5	Čierný Váh	drzewostan	95	91	39,2	28	15,0
6	Beňuš	drzewostan	90	91	39,2	28	14,6
7	Karlovice	3 drzewa doborowe	120	92	42,2	41	26,0
8	Kaliště	3 drzewa doborowe	95	95	30,7	31	36,1
9	Boubín	4 drzewa doborowe	90	92	28,5	28	5,9

granicy zasięgu jodły pospolitej w Polsce do granicy południowej na Słowacji. Natomiast wysunięte bardziej na zachód drzewostany czeskie (13°19'E–17°25'E) położone są w Sudetach (Jesioniki, 850 m n.p.m.), oraz na Szumawie (450 i 950 m n.p.m.), blisko granicy południowej.

Nasiona pozyskano jesienią 1960 r. i oceniono je wkrótce po zbiorze metodami stosowanymi w Instytucie Badawczym Leśnictwa (Załęski 2000). Nasiona miejscowego pochodzenia z Rogowa zebrano w leśnictwie Jasień w uroczysku Zacywilki Lasów Doświadczalnych SGGW, a nasiona pozostałych pochodzeń polskich otrzymano wraz z oceną od prof. S. Tyszkiewicza z Zakładu Nasiennictwa i Selekcji Drzew Leśnych IBL. Nasiona pochodzeń słowackich i czeskich przesłał w ramach współpracy dr B. Vinš z Instytutu Gospodarstwa Leśnego i Łowiectwa (VÚLHM) w Pradze.

Sadzonki wyprodukowano w 6-arowej gruntowej szkółce gospodarczej w oddz. 141d Lasów Doświadczalnych SGGW w Rogowie w otoczeniu drzewostanu sosnowego IV/V kl. wieku na siedlisku lasu świeżego (Zielony 1993; Zielony et al. 1993), na glebie słabo bielcowej, świeżej wytworzonej z utworu pyłowego na glinie zwałowej, oznaczanej jako płowa (Konecka-Betley et al. 1993).

Dane pogodowe w okresie produkcji sadzonek uzyskano ze stacji meteorologicznej w Rogowie (Bednarek 1993; Oźga 2001). W grudniu 1960 r. dodatnia temperatura (2,1°C) umożliwiła wykonanie w szkółce późnojesiennego siewu. W 4-letnim okresie produkcji sadzonek średnia temperatura roczna była w 1961 r. (7,8°C) nieco wyższa od średniej wieloletniej (7,4°C), a w pozostałych latach niższa (6,4; 6,3

i 6,7°C). Wyższa temperatura i większe opady atmosferyczne wiosną 1961 r. sprzyjały wschodom, a w latach 1963 i 1964 r. wzrostowi przesadek. W ciągu dwóch pierwszych lat sumy opadów rocznych (748 i 677 mm) przekraczały znacznie średnią wieloletnią (595,6 mm), w trzecim roku suma opadów była od niej niższa (534 mm), a w czwartym jej bliska (608 mm).

Nasiona wszystkich 9 pochodzeń wysiano późną jesienią 1960 r. w układzie trzech bloków losowanych. Po dwóch latach siewki (2/0) szkółkowano celem uzyskania przesadek (2/2) również w trzech powtórzeniach, w takim samym układzie blokowym. Wiosną 1961 r. określono wydajność wschodów, a wiosną 1964 r. przeżywalność przesadek.

Wysokość osiągniętą w pierwszych dwóch latach przez siewki, a w dalszych dwóch przez przesadki, zmierzono z dokładnością do 1 mm. Policzono odgałęzienia boczne i pączki szczytowe na pędzie głównym przesadek (2/2) (tab. 3).

Wyniki pomiarów wysokości siewek i przesadek analizowano wg schematu:

$$\bar{h}_i = \mu + P_i + E_{ij}$$

gdzie:

$\bar{h}_i$  – średnia wysokość sadzonek pochodzenia  $i$ ,

$\mu$  – średnia ogólna doświadczenia,

$P_i$  – wpływ pochodzenia  $i$ ,

$E_{ij}$  – współdziałanie warunków siedliskowych  $j$  i cech pochodzenia  $i$ .

Wyniki liczbowe badanych cech oceniano metodami matematyczno-statystycznymi (Snedecor 1957; Elandt 1964; Oktaba 1966). Korelacje i regresje obliczano i analizowano

**Tabela 3. Charakterystyka siewek i przesadek jodły pospolitej *Abies alba* Mill. pochodzeń testowanych w szkółce Lasów Doświadczalnych SGGW w Rogowie**Table 3. Growth characteristics of seedlings and transplants of silver fir provenances *Abies alba* Mill. tested in the nursery of the WULS Experimental Forests in Rogów

Nr No	Pochodzenie Provenance	Średnie wysokości sadzonek w kolejnych latach Mean heights of plants in the successive years [cm]				Liczba odgałęzień bocznych 2/2-przesadek Mean number of side twigs by 2/2-transplants	Liczba pączków szczytowych 2/2-przesadek Mean number of terminal buds by 2/2-transplants	Przeży- walność 2/2-przesadek Survival of 2/2-transplants [%]
		Siewki Seedlings		Przesadki Transplants				
		Wiek sadzonek [lata] / Age of plants [years]						
		1.	2.	3.	4.			
1	Rogów	3,43	7,21	10,26	14,88	2,42	3,57	83,8
2	Skarżysko	3,22	7,03	9,75	14,45	2,18	3,33	72,0
3	Świętokrzyski P. N.	3,81	7,94	10,91	15,47	1,99	3,33	81,0
4	Stary Sącz	3,99	7,98	11,43	15,80	2,15	3,53	72,5
5	Čierný Váh	3,41	6,60	9,53	14,52	2,09	3,23	62,9
6	Beňuš	3,45	7,31	10,49	14,25	2,01	3,17	89,3
7	Karlovice	3,73	7,49	10,64	15,66	3,24	3,27	81,4
8	Kaliště	3,91	7,86	11,19	16,14	4,01	3,26	92,5
9	Boubín	3,33	6,63	9,23	13,69	2,53	2,97	63,1

wg programu Statgraphics Plus. 4.1. Zależności krzywoliniowe, jeżeli to było możliwe, przekształcano w prostoliniowe, stosując transformację zmiennych. Szczegóły i symbole zmiennych podano przy przedstawianiu odnośnych wyliczeń.

Wyniki oceny różnic między wariantami oznaczano następującymi znakami:

$X$  – brak istotnych różnic,

$X^+$  – różnice nieznaczne przy poziomie istotności  $\alpha=0,10$ ,

$X^*$  – różnice istotne przy poziomie  $\alpha=0,05$ ,

$X^{**}$  – różnice bardzo istotne przy poziomie  $\alpha=0,01$ .

Dla liczby stopni swobody ( $N-1$ ) przyjęto symbol  $f$ . Symbole rozpatrywanych cech podano przy przedstawianiu wyników.

Wartość uprawowo-hodowlaną ( $W_{u-h}$ ) testowanych pochodzeń określono, posługując się funkcją porządkującą wartości znormalizowane rozpatrywanych cech (Perkal 1963):

$$W_{u-h} = \frac{1}{7} (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7)$$

gdzie:

$x_1$  – masa 1000 nasion,

$x_2$  – wydajność wschodów,

$x_3$  – wysokość przesadek (2/2),

$x_4$  – współczynnik  $b$  równań prostych wzrostu wysokości siewek i przesadek -  $h = a + b$ ,

$x_5$  – przeżywalność przesadek (2/2),

$x_6$  – liczba odgałęzień bocznych przesadek (2/2),

$x_7$  – liczba pączków szczytowych przesadek (2/2),

Wyróżniono następujące klasy oceny wartości uprawowo-hodowlanej  $W_{u-h}$ :

- bardzo dobrą:  $W_{u-h} > 0,50$ ,
- dobrą:  $0,00 \leq W_{u-h} < 0,50$ ,
- słabą:  $-0,50 \leq W_{u-h} < 0,00$ ,
- złą:  $-1,00 < W_{u-h} < -0,50$ ,
- bardzo złą:  $W_{u-h} \leq -1,00$ .

Na przesadkach (2/2) pochodzenia polskiego i słowackiego z Regionu Karpackiego przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 1964 r. obserwacje fenologiczne rozwoju pączków szczytowych. Na każdej działce, stanowiącej powtórzenie, wybrano losowo 30 przesadek, czyli łącznie 90 z każdego pochodzenia i w kolejnych terminach ( $d$ ) co dwa dni określano udział przesadek w trzech fazach rozwojowych:

- ruszanie rozwoju pączków – pęknięcie warstwy żywicznej i łusek pączkowych, pojawienie się jasnobrunatnych lub zielonkawych pasków,
- otwieranie pączków – na szczycie pączka, spośród rozsuwających się łusek, stają się widoczne zielone igły,
- rozwój igieł – łuski okrywające pączek rozsuwają się całkowicie, a igły wychodzą na zewnątrz.

Do analizy statystycznej danych procentowych ( $p$ ), faz rozwoju pączków przesadek (2/2) poszczególnych pocho-

dzeń, wykorzystano równania logistyczne (Płochinskij 1961) w postaci:

$$p = 100/1+10^{a-bd}$$

Po zlogarytmowaniu przyjęły one postać równań linii prostych, pozwalających obliczyć wykładniki potęgowe:

$$\log(100/1-p) = a - bd$$

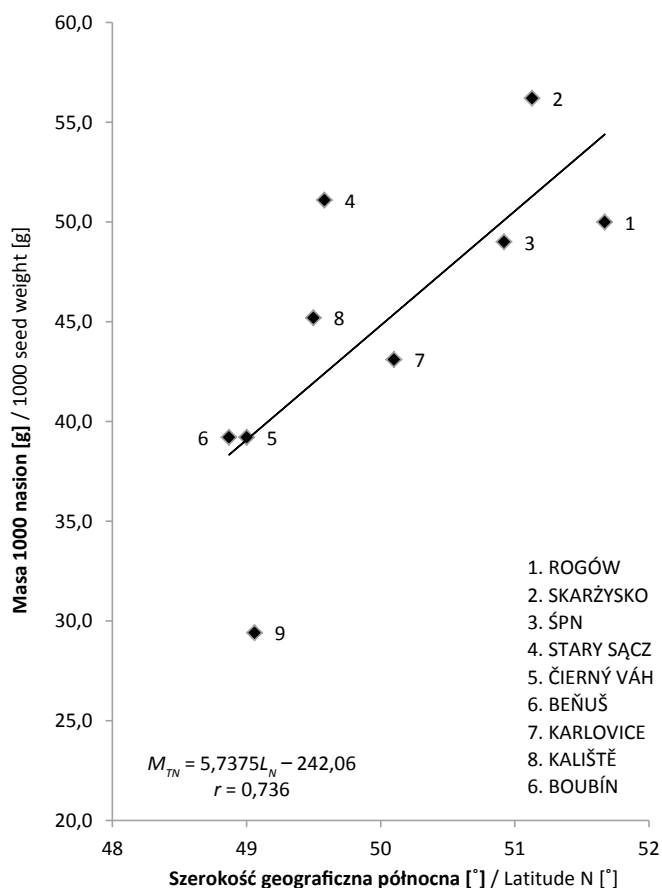
Porównanie równań odnoszących się do poszczególnych pochodzeń przeprowadzono przy poziomie  $p=50\%$ , gdy  $a+b$   $t=0$ , czyli  $d=a/b$ .

Po rozpoczęciu wzrostu wysokości przez 2/2-przesadki w czwartym sezonie wegetacji mierzono ich wysokość z dokładnością do 1 mm: 1. dnia (10.05.), 26. dnia (5.06.), 34. dnia (13.06.), 48. dnia (27.06.) i 71. dnia (15.07.).

### 3. Wyniki

#### 3.1. Nasiona

Najcięższe nasiona miały pochodzenia polskie (tab. 2) – masa 1000 nasion ( $M_{TN}$ ) wynosiła ok. 50 g. O prawie 10 g lżejsze okazały się nasiona pochodzeń słowackich, zebrane,



Rycina 2. Związek masy tysiąca nasion ( $M_{TN}$ ) pochodzeń jodły pospolitej z szerokością geograficzną północną ( $\phi_N$ )  
Figure 2. Relationship of thousand seed weight ( $M_{TN}$ ) of silver fir provenances with latitude North ( $\phi_N$ )

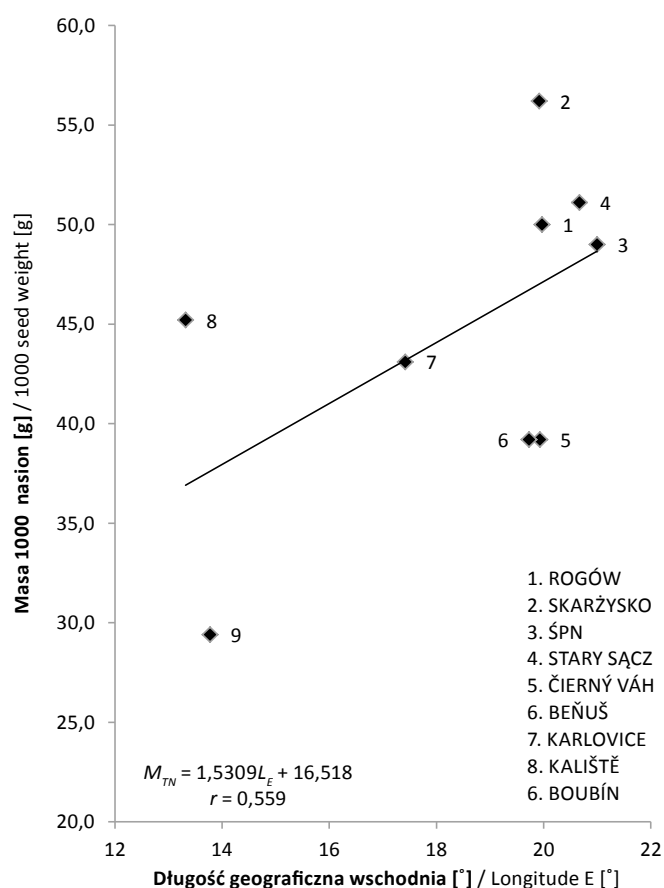
podobnie jak polskie, w drzewostanach. Pozyskane z drzew doborowych nasiona dwóch pochodzeń czeskich, Karlovice i Kalište, miały  $M_{TN}$  zbliżoną do polskich. Najniższa  $M_{TN}$  cechowała czeskie pochodzenie Boubín.

Stwierdzono istotny związek  $M_{TN}$  pochodzeń z szerokością geograficzną północną ( $\phi_N$ ) siedlisk drzewostanów nasiennych. Wartość  $M_{TN}$  wzrastała wraz ze zwiększaniem się  $\phi_N$  (ryc. 2), podczas gdy związek  $M_{TN}$  z długością geograficzną wschodnią okazał się słaby (ryc. 3). Bardzo istotny związek ( $r=0,864^{**}$ ) wykazało natomiast zmniejszanie się  $M_{TN}$  wraz ze wzrostem wzniesienia n.p.m. ( $A$ ) lokalizacji drzewostanów nasiennych (ryc. 4).

Równoczesna analiza wpływu obu zmiennych niezależnych ( $\phi_N$ ) oraz ( $A$ ) na  $M_{TN}$  testowanych pochodzeń ( $r=0,900^{**}$ ) potwierdziła silniejszy wpływ zmian wzniesienia n.p.m. stanowisk drzewostanów nasiennych niż zmian szerokości geograficznej północnej.

Stwierdzono ponadto, że  $M_{TN}$  ocenianych pochodzeń decydowała w sposób bardzo istotny ( $r=0,959^{**}$ ) o stopniu żywotności (zdrowotności) nasion ( $Z_d$ ).

Nasiona jodły z Polski, ze względu na większą  $M_{TN}$ , cechowała znacznie wyższa żywotność niż nasiona pochodzące ze Słowacji i Czech (tab. 2). Ich  $Z_d$  rosła bowiem istotnie



Rycina 3. Związek masy tysiąca nasion ( $M_{TN}$ ) pochodzeń jodły pospolitej z długością geograficzną wschodnią ( $\lambda_E$ )  
Figure 3. Relationship of thousand seed weight ( $M_{TN}$ ) of silver fir provenances with longitude East ( $\lambda_E$ )

( $r=0,768^*$ ), tak jak  $M_{TN}$ , wraz ze wzrostem szerokości geograficznej miejsca pochodzenia. Zmniejszała się ona także istotnie ( $r=-0,708^*$ ) wraz ze wzrostem wzniesienia n.p.m.

### 3.2. Wydajność produkcji i wzrost wysokości sadzonek

Wynik produkcji sadzonek, przeznaczonych do założenia upraw doświadczalnych, zależał zarówno od wydajności wschodów, jak i przeżywalności przesadek.

Ogólna wydajność wschodów ( $\bar{W}_w$ ) wynosiła  $20,8 \pm 12,5\%$  (tab. 2) i odbiegała istotnie od spodziewanej na podstawie oceny żywotności nasion ( $r=0,075^-$ ).  $\bar{W}_w$  przekroczyły tylko dwa pochodzenia: ŚPN i Kalište. W pochodzeniu Boubín  $W_w$  spadła poniżej wartości 8,3, ( $\bar{W}_w-s$ ). Bliska niej była  $\bar{W}_w$  w pochodzeniu Skarżysko.

Z zaskótkowanych 2/0-siewek uzyskano  $77,6 \pm 10,6\%$  2/2-przesadek. Najwyższa przeżywalność cechowała przesadki pochodzenia Rogów i Kalište, a najniższa Čierný Váh i Boubín. Nie stwierdzono, aby na przeżywalność przesadek wpływała istotnie ich średnia wysokość, liczba odgałęzień i liczba pączków, a także położenie geograficzne siedlisk drzewostanów macicznych. Słaby wpływ miała natomiast  $W_w$  ( $r=0,615^+$ ).

Średnia wysokość wszystkich wziętych do szkółkowania siewek wynosiła w pierwszym roku  $3,59 \pm 0,47$  cm, a w dru-

gim wzrosła do  $7,34 \pm 0,91$  cm. Uzyskane z nich przesadki osiągnęły w trzecim roku wysokość  $10,38 \pm 1,23$  cm, a w czwartym  $14,98 \pm 1,32$  cm (tab. 3). Wartości współczynników zmienności ( $V_{\%1}=13,2\%$ ,  $V_{\%2}=12,4\%$ ,  $V_{\%3}=11,8\%$ ,  $V_{\%4}=8,8\%$ ) wskazały na zmniejszanie się zmienności wysokości sadzonek wraz z wiekiem.

W ciągu czteroletniego okresu najwyższe wysokości osiągnęło czeskie pochodzenie Kalište z Szumawy. Przewyższyło ono tylko nieznacznie polskie pochodzenie ze Starego Sącza. Oba te pochodzenia utrzymywały przez cały okres wzrostu w szkółce swoje przodujące pozycje. Ostatnią pozycję zajęło czeskie pochodzenie Boubín, także z Szumawy, ale z wyższego położenia drzewostanu macicznego n.p.m. (tab. 3).

Uszeregowanie pochodzeń pod względem średniej wysokości sadzonek ulegało z wiekiem tylko nieznacznym zmianom. Największe przemieszczenia pozycji rankingu wysokości następowało wśród siewek. Pozycja przesadek poszczególnych pochodzeń była zarówno w 3., jak i w 4. roku bardzo zbliżona.

Ponieważ wzrost wysokości siewek a następnie przesadek ocenianych pochodzeń przebiegał niemal prostoliniowo, wyrównano go równaniem prostej:

$$\bar{h} = a + b_t,$$

gdzie:

$\bar{h}$  – średnia wysokość w cm osiągnięta w wieku  $t$  lat,

$a, b$  – współczynniki równania.

Bardzo istotna zależność  $\bar{h}$  od  $t$ , mierzona współczynnikiem korelacji  $r$  mieściła się w ocenianych pochodzeniach w zakresie  $0,956^{**} - 0,995^{**}$ , wynosząc średnio  $0,976 \pm 0,016$  (tab. 4).

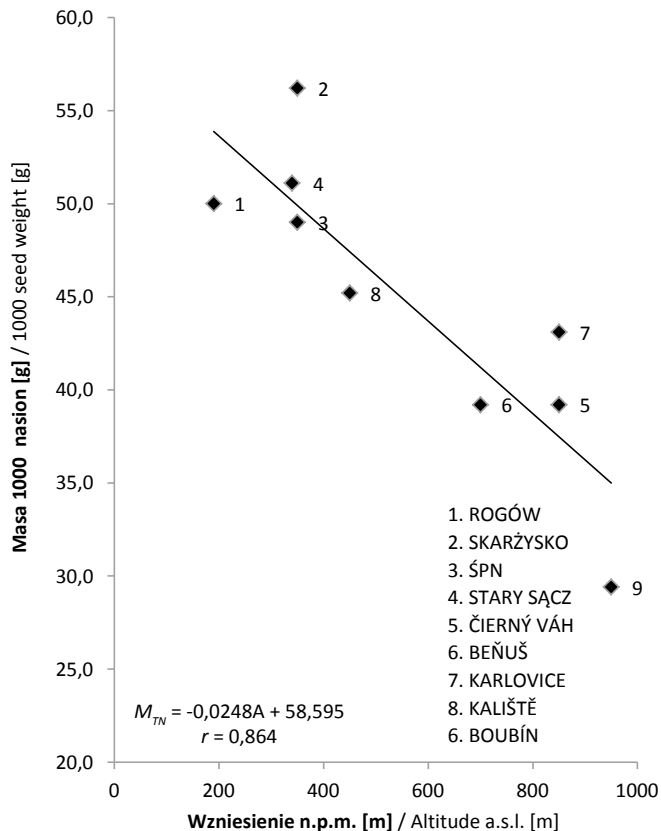
Porównanie współczynników kierunkowych  $b$  równań odnoszących się do poszczególnych pochodzeń przeprowadzone za pomocą analizy kowariancji (Snedecor 1957) wykazało brak istotnego zróżnicowania ( $F=1,78$ ;  $f_1=8$ ;  $f_2=140$ ) współczynników  $b$  wszystkich dziewięciu pochodzeń, mimo że wahały się one w zakresie od 3,368 do 4,002. Pozwoliło to przyjąć, że rozpatrywane proste wzrostu wysokości są w przybliżeniu równoległe przy wspólnym współczynniku kierunkowym  $\bar{b}=3,587$ .

Położenie prostych w stosunku do osi  $x(t)$  okazało się jednak bardzo istotnie zróżnicowane ( $F=11,17^{**}$ ;  $f_1=8$ ;  $f_2=260$ ). Wzrost sadzonek testowanych pochodzeń odbywał się na różnym poziomie, a więc był zróżnicowany pod względem wielkości. Ocenę wzajemnego położenia prostych, reprezentujących porównywane pochodzenia, przeprowadzono za pomocą wielokrotnego testu rozstępu (Oktaba 1966), opartego na tablicach  $D_{0,05}$  i  $D_{0,01}$  Duncana (tab. 4).

Najwyższe pozycje (tab. 4) względem osi  $x(t)$  zajęły proste wzrostu wysokości sadzonek pochodzenia: Stary Sącz, Kalište, ŚPN i Karlovice. Nie stwierdzono istotnych związków średnich wysokości przesadek (2/2) testowanych pochodzeń ze współrzędnymi geograficznymi, bowiem z  $\phi_N$   $r=0,228^-$  i z  $\lambda_E$   $r=0,019^-$ , a ze wzniesieniem n.p.m. ( $A$ ) stanowisk drzewostanów nasiennych  $r=0,456^-$ .

Wzrost przesadek polskich i słowackich w szkółce w dniach ( $d$ ) ich czwartego sezonu wegetacji (tab. 5; ryc. 5) przebiegał zgodnie z ogólnym równaniem:

$$\bar{h} = a - b \log d$$



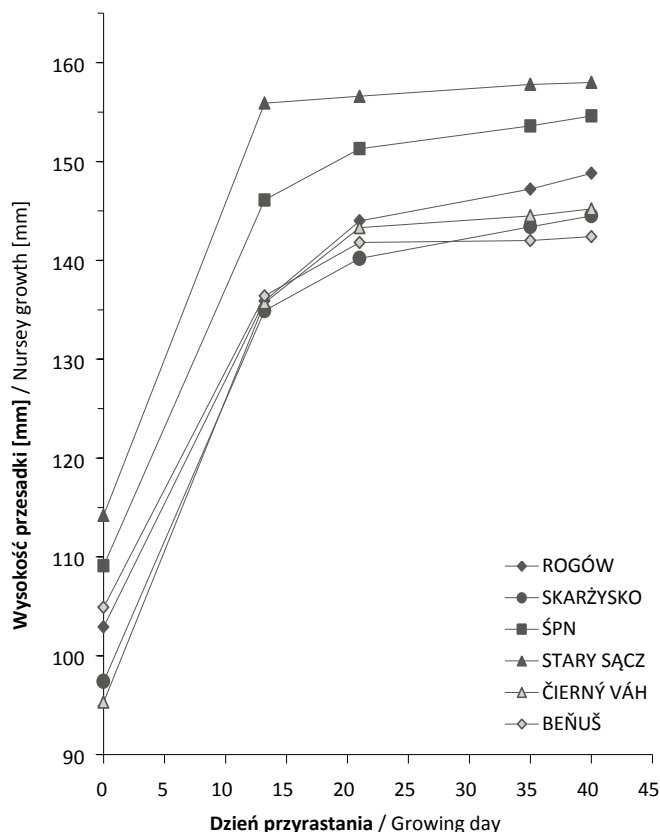
Rycina 4. Związek masy tysiąca nasion ( $M_{TN}$ ) pochodzeń jodły pospolitej z położeniem n.p.m. ( $A$ ) drzewostanów nasiennych  
Figure 4. Relationship of thousand seed weight ( $M_{TN}$ ) of fir provenances with altitude ( $A$ ) of seed stands sites

**Tabela 4. Równania ( $h=a+bt$ ) określające wzrost na wysokość sadzonek i przesadek jodły pospolitej pochodzeń testowanych w szkółce Lasów Doświadczalnych SGGW w Rogowie oraz ich odległości ( $Y_D$ ) od osi  $X$**

Table 4. Equations ( $h=a+bt$ ) determining the height of seedlings and transplants of silver fir provenances tested in nursery of the WULS Experimental Forests in Rogów and their distances from  $X$  axis

Nr No	Pochodzenie Provenance	$h = a + bt$	$r$	$\pm s_{h,t}$	$Y_D$ [cm]
4.	Stary Sącz	$h = 0,087 + 3,886 t$	0,995**	0,46	9,802 $a^1$
8.	Kalište	$h = -0,230 + 4,002 t$	0,991**	0,67	9,775 $a$
3.	Świętokrzyski P. N.	$h = -0,045 + 3,795 t$	0,990**	0,64	9,442 $ab$
7.	Karlovice	$h = -0,357 + 3,895 t$	0,975**	1,87	9,380 $ab$
1.	Rogów	$h = -0,017 + 3,557 t$	0,960**	1,34	8,945 $ab$
6.	Beňuš	$h = -0,017 + 3,557 t$	0,956*	1,34	8,875 $ab$
2.	Skarżysko	$h = -0,497 + 3,643 t$	0,990*	0,64	8,610 $b$
5.	Čierný Váh	$h = -0,552 + 3,627 t$	0,974**	1,03	8,515 $b$
9.	Boubín	$h = -0,200 + 3,368 t$	0,960**	1,20	8,220 $b$

<sup>1</sup> Tą samą literą oznaczono wartości statystycznie jednorodne, przy  $\alpha = 0,05$  / The same letter indicates statistically homogeneous values, at  $\alpha = 0,05$



**Rycina 5. Przebieg wzrostu na wysokość ( $h$ ) przesadek jodły pospolitej analizowanych pochodzeń w kolejnych dniach ( $d$ ) czwartego sezonu hodowli w szkółce**

Figure 5. Height ( $h$ ) growth in nursery of 2/2 – transplants of Polish and Slovak provenances during the days ( $d$ ) of the fourth growing season

Analiza kowariancji wykazała brak istotnych różnic między współczynnikami kierunkowymi  $b$  wahającymi się w granicach 2,1504–2,8473, ( $F=2,30$ ,  $f_1=5$ ;  $f_2=18$ ), co pozwoliło na przyjęcie wspólnego współczynnika  $b^- = 2,5276$ . Wykazano bardzo istotne zróżnicowanie między pochodzeniami.

Tak, jak w przypadku okresu czteroletniego, wśród testowanych pochodzeń na najwyższą pozycję wysunęło się pochodzenie Stary Sącz. Średnia wysokość ( $\bar{h}$ ) jego przesadek różniła się istotnie od  $\bar{h}$  przesadek pochodzenia ŚPN, a bardzo istotnie od  $\bar{h}$  pozostałych pochodzeń. To drugie pod względem  $\bar{h}$  pochodzenie górowało nad wszystkimi pozostałymi. Trzecie w szeregu pochodzenie z Rogowa wyróżniało się istotnie tylko od pochodzenia ze Skarżyska. W odniesieniu do  $\bar{h}$  pozostałych pochodzeń różnice okazały statystycznie nieistotne.

Przyrost  $\bar{h}$  był początkowo bardzo intensywny. Już po 26 dniach w pochodzeniu Rogów jodła osiągnęła 93,1% wielkości końcowej, w pochodzeniu Skarżysko – 93,3%, Čierný Váh – 93,7%, ŚPN – 94,1%, Stary Sącz – 94,9%, a Beňuš – 95,3%. Po 48 dniach  $\bar{h}$  przesadek wzrosła w pochodzeniu Rogów do 97,6%, Čierný Váh – 97,7%, Skarżysko – 98,1%, ŚPN – 98,4%, a Stary Sącz – 99,1% a Beňuš – 99,2% wielkości końcowej.

Najwcześnie, bo 53. i 54. dnia, wysokość końcową, tzn. 2/2-przesadek, osiągnęły pochodzenia słowackie Beňuš i Čierný Váh a zaraz po nich, 55. dnia – polskie pochodzenie ze Starego Sącza. Następnie 59. dnia wzrost wysokości ukończyło pochodzenie z ŚPN, a 61. dnia – ze Skarżyska. Najpóźniej do wysokości końcowej, bo po 66 dniach, dorosły przesadki pochodzenia z Rogowa.

Okazało się, że dzień zakończenia wzrostu przez przesadki poszczególnych pochodzeń był bardzo istotnie zwią-



**Tabela 5. Równania określające wzrost na wysokość ( $h=a+b \log d$ ) przesadek jodły pospolitej pochodzeń polskich i słowackich w dniach (d) czwartego sezonu wegetacji oraz ich średnie odległości ( $Y_D$ ) od osi X**Table 5. Equations determining the height increase ( $h = a + b \log d$ ) transplants of silver fir of Polish and Slovak provenances during the days (d) of the fourth growing season and the mean distances of these curves ( $Y_D$ ) from X axis

Nr No	Pochodzenie Provenance	$h = a - b \log d$	$r$	$\pm s_{h/1/d}$	$Y_D$ [cm]
4	Stary Sącz	$h = 11,4842 + 2,4817 \log d$	0,994**	0,2336	14,700 a <sup>1</sup>
3	Świętokrzyski P. N.	$h = 10,9626 + 2,5416 \log d$	0,996**	0,2048	14,256 b
1	Rogów	$h = 10,2725 + 2,5324 \log d$	0,998**	0,1469	13,554 c
6	Beňuš	$h = 10,5330 + 2,1539 \log d$	0,993**	0,2233	13,324 c
5	Čierný Váh	$h = 9,5905 + 2,8473 \log d$	0,992**	0,3009	13,280 c
2	Skarżysko	$h = 9,7911 + 2,6122 \log d$	0,987**	0,1742	13,176 d

<sup>1</sup> Tą samą literą oznaczono wartości statystycznie jednorodne, przy  $\alpha = 0,05$  / The same letter indicates statistically homogeneous values, at  $\alpha = 0,05$ 

zany prostoliniowo ( $r=0,961^{**}$ ) z szerokością geograficzną północną. Im bardziej na północ znajdował się drzewostan, w którym zebrano nasiona, tym dłużej trwał okres wzrastania na wysokość sadzonek potomnych.

### 3.3. Liczba odgałęzień bocznych w koronie

Wysokość przesadek (2/2) nie miała istotnego wpływu ( $r=0,527$ ) na liczbę odgałęzień bocznych. Nie było także związku tej cechy z szerokością geograficzną północną ( $r=0,099$ ) i wzniesieniem n.p.m. siedlisk drzewostanów nasiennych ( $r=0,101$ ). Stwierdzono natomiast istotne zmniejszanie się liczby odgałęzień ( $r=0,782^{*}$ ) wraz ze zwiększaniem się długości geograficznej wschodniej ( $\lambda_E$ ) położenia drzewostanów:

$$G = 5,048 - 0,139.L_E$$

$$s_{y,x} = \pm 0,270 \text{ szt./1}^\circ$$

Przesadki wyhodowane z nasion zebranych w zachodnich regionach Czech miały średnio nieco więcej (2,5–4,0 szt.) odgałęzień bocznych niż przesadki pochodzenia słowackiego i polskiego (2,0–2,4 szt.), ze stanowisk położonych bardziej na wschód.

### 3.4. Liczba i fazy rozwoju pączków szczytowych

Liczba pączków szczytowych ( $P$ ) na pędzie głównym okazała się niezależna od wysokości przesadek (2/2) ( $r=0,554^{-}$ ), a tylko w niewielkim stopniu ( $r=0,646^{+}$ ) rosła wraz ze zwiększaniem się szerokości geograficznej północnej lokalizacji drzewostanów nasiennych. Zmniejszała się natomiast bardzo istotnie ( $r=0,829^{**}$ ) wraz ze zwiększaniem się wzniesienia n.p.m. tych siedlisk:

$$P = 3,595 - 0,000535 A$$

$$s_{y,x} = \pm 0,108 \text{ szt./m}$$

Bardzo słaby związek łączył również liczbę pączków szczytowych z długością geograficzną wschodnią ( $r=0,593^{+}$ ).

Rozwój pączków szczytowych przesadek (2/2) polskich i słowackich rozpoczął się w czwartym sezonie wegetacji 10.04.1964 r. Fazę tę zakończyły najwcześniej, bo 27.04.1964 r., przesadki pochodzeń Stary Sącz i Čierný Váh, a najpóźniej – 13.05. Beňuš i Rogów.

Analiza kowariancji wykładników potęgowych krzywych logistycznych wszystkich porównywanych pochodzeń wykazała istotne zróżnicowanie współczynników  $b$  ( $F=3,17^{*}$ ,  $f_1=5$ ,  $f_2=72$ ). Według tego kryterium pochodzenia podzieliły się na dwie grupy, wewnątrz których zróżnicowanie współczynników  $b$  było nieistotne. Pierwszą z nich tworzyły pochodzenia polskie: ŚPN, Stary Sącz, Rogów i Skarżysko ( $F=0,54^{-}$ ,  $f_1=3$ ,  $f_2=43$ ), o  $\bar{b}=-0,1187$ . W drugiej grupie znalazły się pochodzenia słowackie Čierný Váh i Beňuš ( $F=0,30^{-}$ ,  $f_1=1$ ,  $f_2=24$ ) o  $\bar{b}=-0,1005$ . W obu grupach położenie pochodzeń było zbliżone.

W większości pochodzeń otwieranie pączków rozpoczęło się 27.04.64 r., a zakończyło najwcześniej 13.05. w pochodzeniu Stary Sącz, dwa dni później w pochodzeniach Beňuš i Skarżysko, zaś cztery dni później w pochodzeniu Čierný Váh. Najpóźniej, bo 23.05., fazę tę zakończyły pochodzenia Rogów i ŚPN.

Analiza kowariancji, także w tym przypadku, wykazała istotne zróżnicowanie współczynników  $b$  równań wykładników potęgowych krzywych logistycznych ( $F=10,93^{**}$ ,  $f_1=5$ ,  $f_2=42$ ) oraz wyodrębniła dwie grupy o wspólnych współczynnikach  $\bar{b}$ . Pierwszą z nich stanowiły pochodzenia: Stary Sącz, Čierný Váh i Rogów ( $F=3,00^{-}$ ,  $f_1=2$ ,  $f_2=19$ ) o średnim  $\bar{b}=-0,2042$ , a drugą – ŚPN, Beňuš i Skarżysko ( $F=1,37^{-}$ ,  $f_1=2$ ,  $f_2=23$ ) z  $\bar{b}=-0,1187$ .

W większości pochodzeń rozwój igieł rozpoczął się 9.05.64 r., a dwa dni później w pochodzeniu Rogów. Najwcześniej, bo 17.05., fazę tę zakończyły przesadki pochodzeń Stary Sącz, Čierný Váh i Beňuš, a najpóźniej Rogów – 23.05.

Przebieg faz okazał się zgodny z funkcją logistyczną. Analiza kowariancji wykazała brak istotnych różnic ( $F=1,18^{-}$ ,

**Tabela 6. Wartości wybranych cech wyrażone w jednostkach standaryzowanych i wartość hodowlana jodły pospolitej pochodzeń badanych w szkółce Lasów Doświadczalnych SGGW w Rogowie**

Table 6. Values of selected characteristics expressed in standardized units and breeding value of silver fir provenances tested in nursery of the WULS Experimental Forests in Rogów

Nr No	Pochodzenie Provenance	MTN 1000- seed weight	Wydaj- ność wscho- dów Seedling percen- tage	Wysokość 2/2 prze- sadek Height of 2/2 transplants	Współczyn- nik $b$ równa- nia $h = a + bti$ Coefficient $b$ of equations $h = a + bt$	Prze- ży- wal- ność Survival	Liczba gałązek Number of twigs	Liczba pączków szczy- towych Number of terminal buds	Wskaź- nik wartości hodow- lanej Breeding value index	Wartość hodowlana pochodzenia Breeding value of provenance
1.	Rogów	0,64	0,29	0,12	0,08	0,58	-0,13	1,50	0,44	<b>dobra</b> / good
2.	Skarżysko	1,41	-0,97	-0,65	-0,41	-0,53	-0,49	0,17	-0,21	<b>slaba</b> / poor
3.	Świętokrzys- ki P. N.	0,63	1,84	0,60	0,36	0,32	-0,76	0,17	0,45	<b>dobra</b> / good
4.	Stary Sącz	0,78	-0,54	1,00	0,83	-0,48	-0,53	1,28	0,33	<b>dobra</b> / good
5.	Čierný Váh	-0,69	-0,51	-0,56	-0,49	-1,39	-0,62	-0,39	-0,66	<b>zła</b> / bad
6.	Beňuš	-0,69	-0,54	-0,89	-0,85	1,10	-0,74	-0,72	-0,48	<b>slaba</b> / poor
7.	Karlovice	-0,21	0,37	0,83	0,87	0,36	1,07	-0,17	0,45	<b>dobra</b> / good
8.	Kaliště	0,05	1,18	1,41	1,42	1,41	2,21	-0,22	1,07	<b>b. dobra</b> very good
9.	Boubín	-1,90	-1,12	-1,57	-1,82	-1,37	0,03	-1,83	-1,37	<b>b. zła</b> very bad

$f_1=5, f_2=25$ ) między współczynnikami kierunkowymi ( $b$ ) równań wykładników potęgowych, co pozwoliło przyjąć wspólny współczynnik  $\bar{b}=-0,5309$ . Natomiast różnice między położeniem prostych reprezentujących poszczególne pochodzenia okazały się bardzo istotne ( $F=48,02^{**}, f_1=5, f_2=30$ ). Zbliżone położenie cechowało proste pochodzeń Stary Sącz i ŚPN. Odrębną grupę, różniącą się bardzo istotnie od tych dwóch, utworzyły pochodzenia Beňuš, Rogów, Čierný Váh i Skarżysko.

Należy zauważyć wysoką zgodność ( $R^2_{ol}$ ) danych rzeczywistych z obserwacji fenologicznych z obliczonymi wg równań logistycznych. Wahala się ona w zakresie 91,7–99,8%, wynosząc średnio  $97,3\pm 2,2\%$ .

### 3.5. Ocena wartości hodowlanej pochodzeń

Ocenę wartości uprawowo-hodowlanej pochodzeń z Regionu Karpackiego (tab. 6) oparto na średnich wartościach siedmiu znormalizowanych cech, reprezentujących etapy wzrostu i rozwoju sadzonek porównywanych pochodzeń w szkółce. Wśród pochodzeń czeskich, będących potomstwem drzew doborowych, na najwyższą ocenę zasłużyło pochodzenie Kaliště (1,07), a o połowę od niej gorszą (0,45) – Karlovice. Według tych kryteriów wartość wskaźników ich

oceny przewyższyła wartość oceny potomstwa drzewostanów pochodzeń polskich: ŚPN (0,45), Rogów (0,44), Stary Sącz (0,33), i Skarżysko (–0,21), a szczególnie słowackich, Beňuš (–0,48) i Čierný Váh (–0,66). Najgorszą ocenę w tym porównaniu uzyskało pochodzenie czeskie Boubín (–1,37), chociaż tak jak Kaliště i Karlovice było potomstwem drzew doborowych.

## 4. Podsumowanie

Przeprowadzone w szkółce Lasów Doświadczalnych SGGW badania proveniencyjne potwierdziły, jako trzecie w Europie, istnienie zmienności genetycznej jodły pospolitej, związanej z położeniem geograficznym miejsca pochodzenia nasion, wykazując istotne zróżnicowanie międzypochodzeniowe na obszarze między  $14^\circ$  a  $21^\circ$  długości geograficznej wschodniej oraz  $49^\circ$  a  $52^\circ$  szerokości geograficznej północnej na terenie Polski, Słowacji oraz Czech. Zróżnicowanie to objęło zarówno cechy nasion (masę, żywotność, wydajność wschodów), jak i uzyskanych z nich sadzonek (wysokość i ich wzrost, cechy morfologiczne oraz objawy fenologiczne).

Masa nasion, decydująca w dużym stopniu o ich wartości siewnej (Sabor 1984), okazała się większa w przypadku pochodzeń polskich niż czeskich oraz słowackich i wykazywała

klinalny wzrost z szerokością geograficzną N, a spadek wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. położenia drzewostanów nasiennej. To samo dotyczyło żywotności nasion, pozostającej w ścisłym związku ich masą. Wymienione cechy nasion nie korelowały jednak z wydajnością wschodów i liczbą uzyskanych sadzonek, co uniemożliwia przewidywanie na tej podstawie efektów ich hodowli. Prognozowanie wydajności produkcji sadzonek jodły pospolitej na podstawie wyników próby krojenia nasion lub barwienia zarodków jest zawodne. Wskazane byłoby stosowanie bardziej obiektywnych metod oceny zdolności kiełkowania nasion, np. kiełkowania na kiełkowniku po przechłodzeniu lub bez przechłodzenia w H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, bądź stosując rentgenografię z użyciem kontrastu (Załęski 2000).

Ważną cechą sadzonek, oprócz średniej wysokości osiągniętej w kolejnych latach, był jej wzrost, przebiegający w przybliżeniu prostoliniowo ( $\bar{h}=a+b$ ). Wyniki uzyskane przy użyciu tego równania były bardziej zgodne z danymi rzeczywistymi niż uzyskane za pomocą funkcji wykładniczej ( $\bar{h}=at^b$ ), chociaż oddaje ona tak samo dokładnie przebieg wzrostu wysokości.

Wysokość sadzonek ocenianych pochodzeń nie decydowała o liczbie odgałęzień bocznych i liczbie pączków szczytowych, dlatego można sądzić, że są to raczej cechy charakterystyczne dla osobników, a nie populacji.

Statystycznie istotna zmienność klinalna wyrażona spadkiem liczby pączków szczytowych na pędzie głównym przesadek testowanych pochodzeń z Regionu Karpackiego wraz ze wzrostem wzniesienia stanowisk drzewostanów nasiennej n.p.m. nie znalazła potwierdzenia w odniesieniu do liczby odgałęzień bocznych.

Obserwacje fenologiczne wykazały natomiast zmienność klinalną polegającą na opóźnieniu rozwoju pączków szczytowych i tempa wzrostu w sezonie wegetacyjnym wraz ze zwiększaniem szerokości geograficznej północnej i zbliżaniem się do północnej granicy zasięgu.

Wzrost na wysokość w sezonie wegetacyjnym trwał maksymalnie ok. 70 dni i przebiegał w sposób zbliżony do zaobserwowanego kilka lat później na uprawie 10-letnich sadzonek pochodzenia ŚPN (Michalak 1977a, b).

Wśród dobrze ocenianych pochodzeń polskich, niewytłumaczalna okazała się bardzo słaba wartość uprawowa i hodowlana jodły pospolitej pochodzenia Skarżysko, szczególnie w porównaniu ze ŚPN, reprezentującej sąsiedni obszar występowania. Dowodzi to, że dla potrzeb hodowli selekcyjnej konkretne pochodzenie winno być rozpatrywane w odniesieniu do drzewostanu macierzystego, a dopiero następnie do regionu.

Na tle korzystnej oceny pochodzeń Kalište i Karlovice, będących potomstwem drzew doborowych, świadczącej o celowości selekcji indywidualnej, bardzo złą ocenę pochodzenia Boubín można próbować uzasadnić niekorzystnym wpływem na cechy wzrostowe i rozwojowe wysokogórskich warunków siedliskowych drzewostanu matecznego, szczególnie w przypadku uprawy prowadzonej w warunkach skrajnie odmiennych. Z tego względu wysokogórskie pochodzenia słowackie okazały się słabo przystosowujące się do warunków, najniżej

położonego w obszarze naturalnego zasięgu, środowiska na północnej granicy zasięgu, co potwierdza słuszność stosowania regionalizacji pionowej przy przenoszeniu materiału rozmnożeniowego.

Wśród badanych czynników, wpływających na zachowanie testowanych pochodzeń jodły pospolitej w warunkach siedliskowych krańca naturalnego zasięgu decydujące znaczenie miało wzniesienie n.p.m. stanowisk drzewostanów matecznych.

## Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

## Podziękowania

Autorzy dziękują Panu mgr. inż. J. Knutelowi (1965) z Katedry Hodowli Lasu Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie za pomoc w pracach związanych z produkcją i pomiarami sadzonek jodły pospolitej w szkółce LZD Rogów. Współautorzy dziękują śp. dr. S. Guni za przygotowanie pierwszej wersji artykułu.

## Literatura

- Barzdajn W. 2009. Adaptacja różnych pochodzeń jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) do warunków Sudetów. *Leśne Prace Badawcze* 70(1): 49–58.
- Barzdajn W. 2010. Provenance and family variation of Silver fir (*Abies alba* Mill.) in the experiment established in the Siemianice Forest Experimental Station in 1996. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology* 73: 51–64.
- Bednarek A. 1993. Warunki fizjograficzne – klimat, w: Warunki przyrodnicze lasów doświadczalnych SGGW w Rogowie (red. R. Zielony). SGGW, Warszawa, 24–41. ISBN 8300027823.
- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych. PWN, Warszawa, 595 s.
- Engler A. 1905. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der Forstlichen Holzgewächse. Tanne (*Abies pectinata* DC). I. Versuche mit Samen aus verschiedenen Höhenlagen und von Bäumen verschiedenen Alters. *Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für Forstliche Versuchswesen* 8(2): 201–208.
- Gunia S. 1975. Zur Ökotypen Frage bei der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Polen. *Referáty knonferencie s medzinárodnou účasťou „Pestovanie a ochrana jedle”*. Zvolen, 9–11.9.1975, 201–210.
- Gunia S. 1978. FAO Seminar on Heathland and Sand Dune Silviculture. Denmark 23.06.–20.07.1978 (Sprawozdanie, maszynopis).
- Gunia S. 1984. Höhenwachstum und morphologische Merkmale der fünfzehnjährigen Weisstanne (*Abies alba* Mill.) einiger heimischer und fremder Herkünfte am Nordrande ihres Naturverbreitungsgebietes in Polen. *Annals Warsaw Agricultural University – SGGW-AR, Forestry and Wood Technology* 32: 31–40.
- Gunia S. 1985. Zur Frage der Wechselwirkung zwischen Erbgut und Umwelt bei der Weißtanne (*Abies alba* Mill.). Ergebnisse des 4. Tannen-Symposiums. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen* 80: 120–136.

- Gunia S. 1994. Verschulpflanzen (2+3) verschiedener Herkünfte von Weisstanne (*Abies alba* Mill.) am Nordrand ihres natürlichen Verbreitungsgebietes in Polen. 7. IUFRO – Tannensymposium, Altensteig, 84–104.
- Hartig M. 2012. Informacja o uprawach jodły pospolitej założonych w b. NRD w latach 1957–1961 (Notatka odręczna).
- Henriksen H.A. 1957. Forsøgsvæsenets prøveflader i *Abies*-arter. *Det Forstlige. Forsøgsvæsen i Danmark* 23(3): 281–344.
- Hynek V. 2000. Návrh semenářských oblastí a přenosu reprodukčního materiálu. Pestovani lesa, LP 34, 174–176.
- Klisz M., Jastrzębowski S., Ukalska J., Przybylski P., Matras J., Mionskowski M. 2016. Podatność populacji jodły pospolitej na uszkodzenia od przymrozków późnych. *Leśne Prace Badawcze* 77(1): 24–31. DOI 10.1515-ftp-2016-0003.
- Knutel J. 1965. Wzrost i rozwój jodły pospolitej różnego pochodzenia w pierwszym okresie życia na terenie Leśnictwa Strzelna Lasów Doświadczalnych SGGW. Praca magisterska. Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu SGGW w Warszawie, 27 s.
- Konecka-Betley K., Czempińska-Kamińska D., Janowska E. 1993. Gleby – właściwości i typologia, w: Warunki przyrodnicze lasów doświadczalnych SGGW w Rogowie (red. R. Zielony). SGGW, Warszawa, 48–65. ISBN 8300027823.
- Kral F. 1980. Waldgeschichtliche Grundlagen für Ausscheidung von Ökotypen bei *Abies alba*. 3. Tannen – Symposium Wien 1980: 158–168.
- Larsen J.B. 1981. Waldbauliche und ertragskundliche Erfahrungen mit verschiedenen Provenienzen der Weißtannen (*Abies alba* Mill.) in Dänmark. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 100: 275–287.
- Løfting E.C.L. 1954. Danmarks Aedelgranproblem. I. Del. Proveniensvalg. *Forstl. Forsøgsv. Danmark*, 21 s.
- Løfting E.C.L. 1959. Danmarks Aedelgranproblem. II. Dyrkningsbetingelserne for *Abies Alba* (Mill.) og *Abies nordmanniana* (Spach.) i Danmark. *Forsøgsvæsenets prøveflader i Abies-arter.*, 26 s.
- Løfting E.C.L. 1977. Danmark's silver fir problem. Part III. The influence of local climate on the choice of provenance and silvicultural methods. *Det Forstlige. Forsøgsvæsen i Danmark*. 35(1): 69–134.
- Meyer H. 1956. Über Standortsrasen und Saatgutherkunft der Weißtanne (*Abies alba*). *Forst u. Jagd* 6(6): 7–9.
- Michalak K. 1977a. Rytmika przyrostu wysokości w okresie wegetacji ważniejszych gatunków drzew leśnych i jej zależność od elementów meteorologicznych. *Zeszyty Naukowe SGGW-AR w Warszawie, Leśnictwo* 25: 19–44.
- Michalak K. 1977b. Wzrost i przyrost wysokości w sezonie wegetacyjnym ważniejszych gatunków drzew leśnych. *Sylvan* 121(1): 23–39.
- Ministerstvo Pôdohospodárstva Slovenskej Republiky 2001. Vzhľadka o reprodukčnom materii drevin, jeho získavani a evidencii. Zbierka zákonov č. 64, 814–835.
- Okta W. 1966. Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. PWN, Warszawa, 310 s.
- Ożga W. 2001. Zmienność czasowa opadów atmosferycznych w Lasach Doświadczalnych SGGW w Rogowie w latach 1923–2000. *Sylvan* 145(10): 53–60.
- Pavari A. 1951. Esoerienze e indagini su le provenienze e razze dell' 'Abete bianco (*Abies alba* Mill.). Pubblicazioni della Stazione Sperimentale di Selvicoltura Firenze No 8.
- Perkal J. 1963. Matematyka dla przyrodników i rolników. Część II, PWN, Warszawa, 315 s.
- Plochinskij I.A. 1961. Biometrija. Izdatielstvo Sibirskogo Otdelenija AN SSSR, Nowosibirsk, 364 s.
- Sabor J. (red.), Bałut S., Skrzyszewska K., Kulej M., Baran S., Banach J. 1996. Ocena zróżnicowania i wartości hodowlanej polskich pochodzeń jodły pospolitej w ramach Ogólnopolskiego Doświadczenia Proweniencyjnego Jd PL 86/90. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kollątaja w Krakowie, ser. Leśnictwo* 24: 1–264.
- Sabor J. 1984. Zależność między ciężarem a zdolnością kiełkowania nasion jodły pospolitej. *Sylvan* 128(4): 59–69.
- Skrzyszewska K. 1999. Wartość genetyczno-hodowlana jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) reprezentowanej w Ogólnopolskim Doświadczeniu Proweniencyjnym Jd PL 86/90. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kollątaja w Krakowie, ser. Sesja Naukowa* 61: 43–66.
- Skrzyszewska K. 2010. Variability of spring flushing in silver fir (*Abies alba* Mill.) of Polish provenances tested in the Jd PL 86/90 provenance test. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology* 73: 65–73.
- Snedecor G.W. 1957. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. The Iowa State College Press, Ames., 503 s.
- Svoboda P. 1953. Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 1. SZN Praha.
- Szeligowski H. 2006. Analysis of selected attributes of different provenances of Silver fir (*Abies alba* Mill.) at experimental trial in the Forest Experimental Station in Rogów at the age of 21 years. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology* 60: 95–104.
- Szeligowski H., Bolibok L., Buraczyk W., Drozdowski S. 2011. Analiza wybranych cech jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na powierzchni proweniencyjnej w Rogowie. *Leśne Prace Badawcze* 72(3): 225–231. DOI 10.2478/v10111-011-0022-9.
- Środoń A. 1983. Jodła pospolita w historii naszych lasów. Jodła pospolita *Abies alba* Mill. Warszawa–Poznań, PWN, 4–40.
- Vinš B. 1966. Příspě k výzkumu proměnlivosti jedle (*Abies alba* Mill.). *Rozpravy Československé Akademie Věd. Řada Matematických a Přírodních Věd*. 76(15): 1–82.
- Załęski A. (red.) 2000. Zasady i metodyka oceny nasion w Lasach Państwowych. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Warszawa, 180 s.
- Zasady hodowli lasu. 2003. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa, 159 s.
- Zielony R. 1993. Siedliskowe typy lasu, w: Warunki przyrodnicze lasów doświadczalnych SGGW w Rogowie (red. R. Zielony). SGGW, Warszawa, 89–108. ISBN 8300027823.
- Zielony R., Zaręba R., Szyprowski W. 1993. Zespoły leśne, w: Warunki przyrodnicze lasów doświadczalnych SGGW w Rogowie. (red R. Zielony). SGGW, Warszawa, 66–88. ISBN 8300027823.