

JAN KOWALCZYK, TOMASZ WOJDA

## Wyniki 35-letniego doświadczenia proveniencyjnego z sosną zwyczajną z serii IUFRO 1982 na powierzchniach w Wyszku i Sękocinie\*

Result of the 35 years provenance experiment with Scots pine from the IUFRO 1982 series on the trials in Wyszów and Sękocin

### ABSTRACT

Kowalczyk J., Wojda T. 2019. Wyniki 35-letniego doświadczenia proveniencyjnego z sosną zwyczajną z serii IUFRO 1982 na powierzchniach w Wyszku i Sękocinie. Sylwan 163 (7): 584-589. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018153>.

Scots pine is the main forest tree species in Poland. In this study we investigated variation in growth among 20 populations at two common-garden sites of the IUFRO 1982 provenance experimental series after 35 years of growth. The sites managed by the Forest Research Institute are located in Wyszów and Sękocin (central Poland). Populations show great diversity in the productivity and stem straightness depending on the geographical origin. The character of variability confirms the results obtained on other experimental plots established within the IUFRO 1982 series. In terms of growth, populations such as: Pornóapáti, Ardennes, Haguenau, Neuhaus as well as Miłomłyn, Rychtal and Bolewice are the best. Populations from the south of Europe grow in Polish conditions very poorly and have a low survival rate. Some of the well-growing populations (Ardennes, Pornóapáti and Haguenau) probably comes from selected stands or seed orchard. Stabilization of ranging for the best and worst populations can be observed after 15 years of growth (fig. 1). It follows that in growing experiments, conclusions about the breeding value can be drawn after 15 years. Polish populations such as Miłomłyn, Rychtal and Bolewice are growing very well and can be the basis for further selection work. Obtained results can be used for future breeding, forest genetic resources conservation and also for the other research like dendrochronology and better estimation of the seed transfer rules of forest reproductive material.

### KEY WORDS

provenance variability, IUFRO 1982 trial, forest tree breeding

### ADDRESSES

Jan Kowalczyk – e-mail: [J.Kowalczyk@ibles.waw.pl](mailto:J.Kowalczyk@ibles.waw.pl)

Tomasz Wojda – e-mail: [T.wojda@ibles.waw.pl](mailto:T.wojda@ibles.waw.pl)

Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

---

\*Praca wykonana w ramach projektu SUSTREE pt. „Ochrona zmienności genetycznej drzew leśnych w warunkach zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę leśnym materiałem rozmnożeniowym”. Założenie powierzchni doświadczalnych, a także pomiary i obserwacje finansowane były przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

## Wstęp

Sosna zwyczajna ze względu na zasięg występowania i znaczenie gospodarcze jest obiektem dużego zainteresowania. W celu poznania jej zmienności populacyjnej założono doświadczenie o nazwie IUFRO 1982, gdzie reprezentowane były europejskie populacje rosnące od wschodu do zachodu kontynentu (wzdłuż 52 stopnia długości geograficznej) i z północy na południe (21 stopień szerokości) [Kocięcki 1985; Oleksyn 1988; Rzeźnik 1990; Giertych, Oleksyn 1992]. W Polsce w ramach IUFRO 1982 założono 4 duże powierzchnie porównawcze (Kórnik, Rogów, Wyszków i Supraśl) i 3 z mniejszą liczbą drzew w powtórzeniach (Sękocin, Niepołomice i Czapury) [Gunia, Żybura 1989; Giertych, Oleksyn 1992; Matras 1994; Oleksyn, Rachwał 1994]. W ramach tego doświadczenia powierzchnie badawcze powstały również w Niemczech, na Słowacji, w Chorwacji i na Węgrzech.

Badania proveniencyjne mają na celu poznanie zmienności fenotypowej i zróżnicowania genetycznego populacji. Ich praktycznym aspektem jest wskazanie najlepiej przystających pochodzeń oraz obszarów ich wykorzystania. Wyników użyto również przy modyfikacji reguł przemieszczania leśnego materiału rozmnożeniowego z uwzględnieniem zmian klimatycznych [Konnert i in. 2015]. Obecnie zakłada się bardzo mało nowych powierzchni badających zmienność gatunków drzew leśnych na poziomie populacyjnym. W programach hodowli selekcyjnej drzew leśnych bardziej obiecujące jest rozpoznanie wartości określonych genotypów, a następnie wykorzystanie ich w plantacjach nasiennych.

Dotychczas seria doświadczalna IUFRO 1982 nie doczekała się zbiorczego opracowania wyników. Niniejsza praca przyczynia się do podsumowania tego doświadczenia i prezentuje wyniki 35-letniego okresu badań na powierzchniach doświadczalnych w Wyszkanie i Sękocinie.

## Materiał i metody

W serii doświadczalnej objętej patronatem IUFRO Instytut Badawczy Leśnictwa założył wiosną 1984 roku dwie powierzchnie doświadczone. Sadzonki zostały wyhodowane w szkółce w Sękocinie [Kocięcki 1985]. W Nadleśnictwie Wyszków wysadzono 22 pochodzenia sosny zwyczajnej. Listę pochodzeń i plany powierzchni zamieszczono w publikacjach Matrasa [1989] oraz Kowalczyka i in. [2000]. Doświadczenie założono na zrębie zupełnym, w leśnictwie Porządzie, oddz. 306, w warunkach siedliskowych boru mieszanego świeżego, na piasku słabo gliniastym zalegającym na piasku luźnym. Glebę przygotowano przez wyoranie bruzd pługiem dwuodkładnicowym. Powierzchnię badawczą założono metodą bloków kompletnie losowych w czterech powtórzeniach [Matras 1989]. Na poletkach o powierzchni 240 m<sup>2</sup> wysadzono po 110 sztuk dwuletnich szkółkowanych sadzonek w więźbie 1,8×1,5 m. Drugą powierzchnię doświadczalną z tego samego materiału, który zastosowano w Wyszkanie (oprócz pochodzenia Wyszków i Sychowo), założono w leśnictwie Sękocin, oddział 41g, na siedlisku BMśw. Na powierzchni tej zastosowano więźbę 2,1×2,0 m. Każde pochodzenie było tu reprezentowane przez 36 drzewek rosnących w 2 rzędach po 18 sztuk w rzędzie. Populacje posadzono tak, aby można było obserwować klinalną zmienność sosny, począwszy od populacji północnych, poprzez te z centralnej Europy, a skończywszy na południowych. Powierzchnia ta, z uwagi na małą liczbę drzew, była traktowana jako demonstracyjna [Kowalczyk i in. 2016].

Po 5 latach wzrostu zmierzono wysokość drzewek, w następnych 5-letnich okresach mierzono pierśnicę i wysokość, oceniano prostotę strzały oraz odnotowywano procent żywych drzew na powierzchni i obliczano sumę pola przekroju pierśnicowego. Na powierzchniach nie prowadzono typowych zabiegów pielęgnacyjnych, takich jak w gospodarczych uprawach leśnych,

usuwając jedynie martwe lub zamierające drzewa. Prostość strzały drzew oceniano szacunkowo w skali od 1 (drzewo bardzo krzywe) do 5 (proste) [Kowalczyk 2013]. Wyniki pomiarów po 35 latach poddano ocenie statystycznej dla dwóch powierzchni analizowanych łącznie:

$$y = m + \text{lokalizacja} + \text{pochodzenie} + \text{pochodzenie} \times \text{lokalizacja} + \text{efekt błędu (losowy)}$$

gdzie:

$m$  – średnia ogólna,

$\text{pochodzenie}$  – efekt obiektowy.

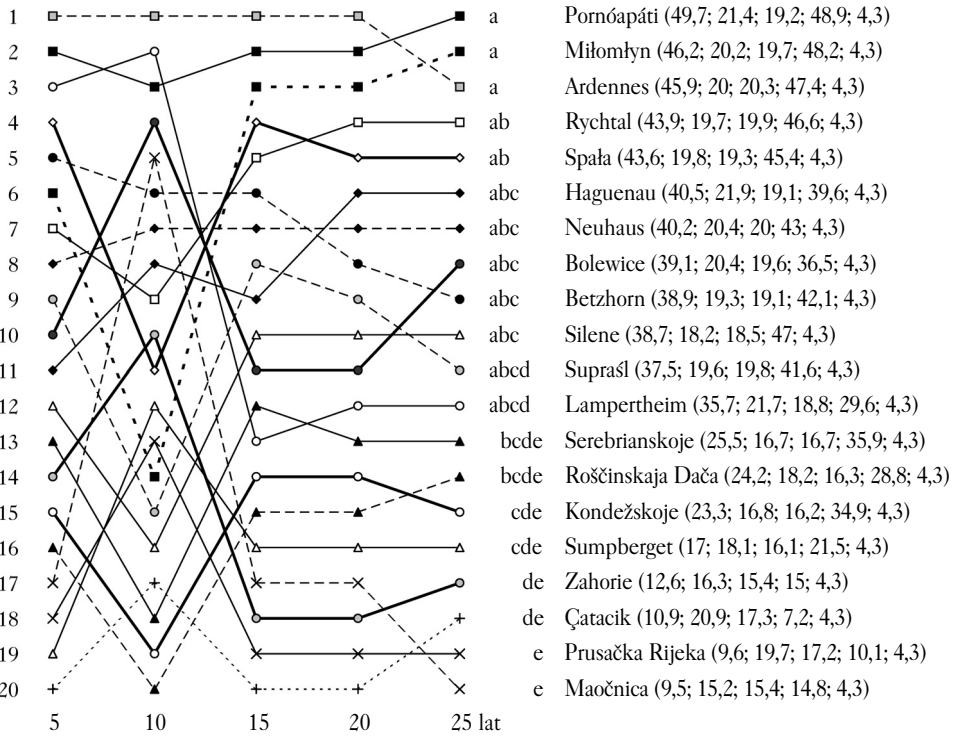
Pomimo różnic w więźbie i siedliskowym typie lasu na tych dwóch powierzchniach nie wykonano w łącznym zestawieniu analizy kowariancji i nie korygowano wartości średnich pierśnic i pierśnicowego pola przekroju do łącznych analiz – ze względu na brak istotnych różnic statystycznych pomiędzy lokalizacjami. Wielowymiarowe dane doświadczalne łącznie dla dwóch powierzchni poddano analizie składowych głównych (PCA) za pomocą procedury „prcomp” pakietu statystycznego R. Analizę PCA – z uwagi na fakt, że zmienne były wyrażane w różnych jednostkach – przeprowadzono w oparciu o macierz korelacji i kowariancji, skalując zmienne. Wartości przeżywalności w procentach transformowano według funkcji Bliss  $y = \arcsin \sqrt{x}$ . Pozostałe cechy analizowano bez przekształceń. Analizy statystyczne mierzonych i ocenianych cech drzew wykonano w pakiecie statystycznym R ([www.R-project.org](http://www.R-project.org)).

## Wyniki

Dane z obydwu powierzchni po 35 latach obserwacji wskazują na znaczną zmienność pomiędzy populacjami. Zróżnicowanie cech przyrostowych, przeżywalności i prostości strzały było bardzo duże. Analiza pomiarów po 2017 roku wykazała na obydwu powierzchniach istotne statystycznie różnice pomiędzy średnimi wartościami mierzonych i ocenianych cech. Do dobrze i słabo przyrastających populacji należą w Wyszkwowie i Sękocinie te same pochodzenia. Z grupy dobrze przyrastających pochodzeń w Sękocinie wyróżnia się populacja z Węgier (Pornóapáti). Natomiast powierzchnia w Wyszkwowie należy do najlepszych, lecz nie wyróżnia się tak zdecydowanie. Różnice pomiędzy lokalizacjami i interakcja pomiędzy pochodzeniem a lokalizacją nie są istotne statystycznie.

Przez pierwsze 20 lat najlepsza pod względem produktywności była populacja Ardennes (ryc. 1). Po 35 latach najlepiej przyrasta populacja Pornóapáti, która plasowała się przez cały okres badań w czołówce rankingu. Do dobrze przyrastających, lecz mniej stabilnych polskich pochodzeń należą Miłomłyn, Rychtal i Spała. W warunkach środkowej Polski najslabszą produktywnością cechują się populacje z południa Europy, wśród których najgorsze jest pochodzenie tureckie Çatacık.

Pierwsza składowa główna wyjaśniała 63,5% zmienności i była powiązana z cechami przyrostowymi i przeżywalnością (ryc. 2). Druga składowa tłumaczyła 21,6% zmienności pochodzeń i była powiązana ze zróżnicowaniem prostości strzały drzew. Po prawej stronie ryc. 2 zlokalizowane są najlepiej przyrastające populacje. Należą do nich Miłomłyn, Ardennes i Pornóapáti. W tej samej grupie znalazły się również słabiej przyrastające, lecz o podobnych cechach jakościowych populacje: Neuhaus, Rychtal, Spała, Supraśl, Silene, Bolewice i Betzhorn. Natomiast Haguenau i Lampertheim, chociaż nie odbiegają znacznie pod względem produktywności od poprzedniej grupy, odróżniają się jednak stosunkowo krzywymi strzałami. Populacje Roščinskaja Dača, Serebrianskoje, Kondeżskoje, Sumpberget i Maočnica wyróżniają się prostymi strzałami i zarazem słabą produktywnością. Natomiast grupa Prusačka Rijeka, Çatacık i Zahorie cechuje się zarówno słabą produktywnością, jak i niższą od średniej jakością strzał.



Ryc. 1.

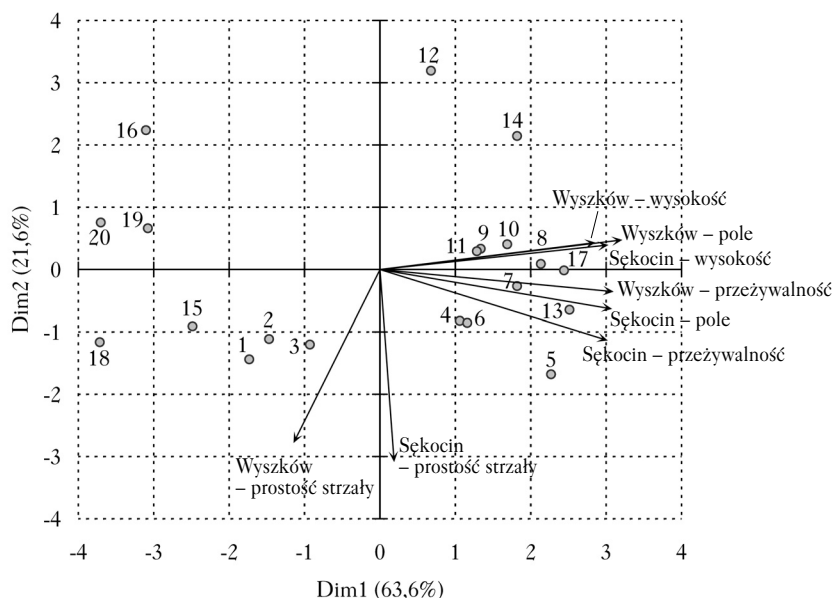
Uszeregowanie badanych populacji według wysokości drzewek po 5 latach oraz pierścnicowego pola przekroju w pozostałych latach

Ranking of the analysed provenances according to the height after 5 years and basal area for other dates  
 Po nazwie pochodzenia w nawiasie podano kolejno średnie pierścnicowe pole przekroju [m<sup>2</sup>/ha], pierśnicę [cm], wysokość [m], przeżywalność [%] i prostość strzały. Te same litery oznaczają grupy jednorodne dla pierścnicowego pola przekroju w wieku 35 lat

Name of the provenance is followed with mean values of basal area [m<sup>2</sup>/ha], breast height diameter [cm], height [m], survival rate [%] and stem straightness. The same letter indicates homogeneous groups for the basal area in age of 35 years

## Dyskusja

Na powierzchniach doświadczalnych w Sękocinie i Wyszkwie najlepiej przyrastały populacje z centralnej Europy: Pornóapáti, Ardennes, Haguenau i Neuhaus. W grupie tej znalazły się również populacje polskie: Miłomłyn, Rychtal i Bolevice. Populacje z południa Europy przyrastają w warunkach polskich bardzo słabo i charakteryzują się niską przeżywalnością. Wyniki badań są zgodne z tymi, które uzyskano na powierzchni z tej samej serii w Niemczech [Kohlstock, Schneck 1994; Liesebach, Stephan 1994; Stephan, Liesebach 1996], a także z wynikami opublikowanymi przez Barzdajna [2000, 2008], Barzdajna i in. [2015] oraz przez Szeligowskiego i in. [2016]. Populacja z Ardens osiągnęła po 35 latach produkcję 49,7 m<sup>2</sup>/ha (wrażoną tu sumą pola przekroju pierścnicowego), pięciokrotnie większą niż populacja Maočnica (9,48 m<sup>2</sup>/ha). Inne najslabiej przyrastające pochodzenia – Prusačka Rijeka i Çatacik – mają czterokrotnie mniejszą produktywność na 1 ha niż pochodzenia z centralnej Europy. Wyraźnie zaznacza się w tym doświadczeniu związek cech przyrostowych pochodzeń z szerokością geograficzną drzewostanów rodzicielskich (tzw. zmienność klinalna), co zostało wskazane w badaniach Oleksyna i in. [1998], Barzdajna [2008] oraz Szeligowskiego i in. [2016]. Wyniki z powierzchni w Sękocinie i Wyszkwie potwierdzają, że produktywność sosen pochodzących z szerokości geograficznej między 47



Ryc. 2.

Pogrupowanie proveniencji dla uśrednionych danych z obu powierzchni po 35 latach wzrostu

Provenances grouping plot for averaged data from two localizations after 35 years of growth

1 – Roščinskaja Dača, 2 – Kondežskoje, 3 – Serebrianskoje, 4 – Silene, 5 – Mitomłyn, 6 – Supraśl, 7 – Spała, 8 – Rychtal, 9 – Bolewice, 10 – Neuhaus, 11 – Betzhorn, 12 – Lampertheim, 13 – Ardennes, 14 – Haguenau, 15 – Sumpberget, 16 – Zahorie, 17 – Pornóapáti, 18 – Maočnica, 19 – Prusačka Rijeka, 20 – Čatačik

a 53°N jest najlepsza, na co wskazywały również wcześniejsze prace [Andrzejewski i in. 1994; Matras 1994; Barzdajn 2000, 2008; Szeligowski i in. 2016].

Zastanawiające są natomiast dobre wyniki pochodzeń takich jak Ardennes, Pornóapáti i Haguenau. Uzyskane wartości pierśnicowego pola przekroju w przeliczeniu na 1 ha nie pasują do wzorca ciągłej zmienności klinalnej. Prawdopodobnie pochodziły one z plantacji nasiennych pierwszej generacji bądź z drzewostanów uprzednio poddanych selekcji fenotypowej. Z drugiej strony znamienne jest, że polskie populacje niepoddane intensywnej selekcji i zbliżone do „naturalnych” dają tak dobre efekty i to zarówno pod względem produktywności, jak i jakości (co zauważa również Barzdajn [2008]).

W ocenie stabilności wzrostu w czasie obserwowano stabilizację zmienności w rankingu populacji po 15 latach wzrostu (ryc. 1). W badaniu tym najlepsze i najgorsze populacje można zidentyfikować już po 15 latach. Jedynie populacje ze środka rankingu są dalej zmienne. Wynika z tego, że już po 15 latach wzrostu sosny zwyczajnej można wnioskować o jej wartości hodowlanej, co potwierdzają również badania skandynawskie [Haapanen 2001; Jansson, Hannrup 2003].

## Wnioski

- ✦ W warunkach środkowej Polski sosna zwyczajna europejskich pochodzeń wykazuje duże zróżnicowanie w produktywności oraz prostości strzały. Charakter zmienności jest w większości zgodny z wynikami uzyskanymi na innych powierzchniach z serii IUFRO 1982.
- ✦ Ranking cech przyrostowych badanych populacji sosny zwyczajnej w ciągu pierwszych 15 lat podlega zmianom. W trakcie następnych 20 lat stabilizuje się, co uwidacznia się szczególnie w przypadku populacji najlepiej i najgorzej przyrastających.

- ✚ Wybór najlepszych populacji sosny zwyczajnej w doświadczeniach jest możliwy już po 10-15 latach.
- ✚ Polskie populacje Miłomłyn, Rychtal i Bolewice przyrastają bardzo dobrze i powinny być bazą do dalszych prac selekcyjnych.

## Literatura

- Andrzejewski K., Kowalkowski W., Rzeźnik Z. 1994. Variability of growth and qualitative features of 10-year old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) of 20 European provenances. Scots pine breeding and genetics, IUFRO S.2.02.18 Symposium, Lithuania 13-17 Sept. 1994. 24-28.
- Barzdajn W. 2008. Wyniki 24-letniego doświadczenia proveniencyjnego z sosną w Nadleśnictwie Supraśl. Sylwan 152 (4): 21-29. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2006089>.
- Barzdajn W., Kowalkowski W., Chmura D. J. 2015. Variation in growth and survival among European provenances of *Pinus sylvestris* in a 30-year-old experiment. Dendrobiology 75: 67-77.
- Barzdajn W. 2000. Doświadczenie proveniencyjne nad zmiennością sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) serii IUFRO 1982 w Nadleśnictwie Supraśl. Sylwan 144 (6): 41-52.
- Giertycki M., Oleksyn J. 1992. Studies on Genetic Variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) coordinated by IUFRO. Silvae Genetica 41 (3): 133-143.
- Gunia S., Żybura H. 1989. Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) pochodzeń europejskich na uprawie porównawczej w Lasach Doświadczalnych SGGW-AR. Sylwan 133 (11-12): 7-18.
- Haapanen M. 2001. Time trends in genetic parameter estimates and selection efficiency for Scots pine in relation to field testing method. Forest Genetics 8 (2): 129-144.
- Jansson G., Li B., Hannrup B. 2003. Time trends in genetic parameters for height and optimal age for parental selection in Scots pine. Forest Science 49 (5): 696-705.
- Kocięcki S. 1985. Wyniki siewu sosny pospolitej różnych pochodzeń w doświadczeniu SP IUFRO 1982. Sylwan 129 (2): 44-53.
- Kohlstock N., Schneck V. 1994. IUFRO Provenance trial of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at Waldsiedersdorf 1982-1994. Scots pine breeding and genetics, IUFRO S.2.02.18. Symposium, Lithuania 13-17 Sept. 1994. 29-36.
- Konnert M., Fady B., Gömöry D., A'Hara S., Wolter F., Ducci F., Koskela J., Bozzano M., Maaten T., Kowalczyk J. 2015. Use and transfer of forest reproductive material in Europe in the context of climate change. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN). European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy.
- Kowalczyk J. 2013. Międzypokoleniowa zmienność struktury genetycznej wybranych drzewostanów sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Kowalczyk J., Matras J., Kulej M., Banach J., Barzdajn W., Kowalkowski W., Szeligowski H., Buraczyk W., Chatupka W., Chmura D. J., Wojda T., Klisz M., Szyp-Borowska I., Rzońca M., Sułkowska M., Guziejko A., Przyborowski J., Kantorowicz W., Garbień-Pieniążkiewicz D. 2016. Genetyczne uwarunkowania procesów adaptacyjnych u wybranych gatunków w kontekście przewidywanych zmian klimatycznych. Dokumentacja IBL, Sękocin Stary.
- Kowalczyk J., Matras J., Żybura H., Sabor J., Barzdajn W. 2000. Zmienność sosny pospolitej i hodowlana wartość jej proveniencji. Dokumentacja IBL, Warszawa.
- Liesebach M., Stephan B. R. 1994. Genetic variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.): Results of the IUFRO 1982 provenance experiment in southwestern Germany. Scots pine breeding and genetics, IUFRO S.2.02.18. Symposium, Lithuania 13-17 Sept. 1994. 37-45.
- Matras J. 1989. Doświadczenia proveniencyjne z sosną pospolitą w Zakładzie Nasiennictwa i Selekcji IBL. Sylwan 133 (11-12): 53-66.
- Matras J. 1994. Clinal differences in growth and qualitative features of Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) European populations. Scots pine breeding and genetics, IUFRO S.2.02.18. Symposium, Lithuania 13-17 Sept. 1994. 46-53.
- Oleksyn J. 1988. Report on the IUFRO-1982 provenance experiment on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Arboretum Kórnickie 33: 211-229.
- 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.
- Oleksyn J., Tjoelker M. G., Reich P. B. 1998. Adaptation to changing environment in Scots pine population across a latitudinal gradient. Silva Fennica 32: 129-140.
- Rzeźnik Z. 1990. Międzynarodowa sosnowa powierzchnia proveniencyjna w Nadleśnictwie Supraśl. Sylwan 134 (1): 1-4.
- Stephan B. R., Liesebach M. 1996. Results of the IUFRO 1982 Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Provenance Experiment in Southwestern Germany. Silvae Genetica 45 (5-6): 342-349.
- Szeligowski H., Buraczyk W., Drozdowski S., Studnicki M., Bolibok L. 2016. Zmienność sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w doświadczeniu serii IUFRO 1982 w Nadleśnictwie Rogów. Sylwan 160 (3): 230-237. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2015115>.