

WŁADYSŁAW BARZDAJN

Wzrost uprawy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) założonej przy użyciu sadzonek z bryłką i z nagim korzeniem w różnych terminach sadzenia

The growth of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) culture established at different planting times using container and bare-roots seedlings

ABSTRACT

Barzdajn W. 2010. Wzrost uprawy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) założonej przy użyciu sadzonek z bryłką i z nagim korzeniem w różnych terminach sadzenia. Sylwan 154 (5): 312-322.

The paper evaluates seedling performance in a forest culture five years after its establishment. Three pre-winter and one spring planting dates have been tested using root-balls and bare-roots seedlings. Both types of seedlings planted before winter showed the same quality, while the quality of seedlings with root-ball planted in spring was higher. Seedlings with root-ball were not affected by the time of planting. Differences between root-ball and bare root seedlings planted in spring increased throughout the entire five-year test period.

KEY WORDS

bare-root plants, container plants, planting time, Scots pine

ADDRESSES

Władysław Barzdajn – e-mail: barzdajn@up.poznan.pl

Katedra Hodowli Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; Wojska Polskiego 69; 60-625 Poznań

Wstęp

Zagadnienie pory zakładania upraw leśnych przy zastosowaniu różnych rodzajów sadzonek interesowało leśników i właścicieli lasów od chwili, gdy zaczęto odnawiać zręby sadzeniem. Początkowo uprawy sosny zwyczajnej zakładano siewem [Burckhardt 1870]. Interesująca jest opinia Kluka [1778] dotycząca sadzenia sosny: „Przesadzać bardzo trudno, chyba dwuletnie drzewka, i to z nieruszoną ziemią”. Z czasem rozpowszechniło się jednak sadzenie, początkowo sadzonek wyjętych z samosiewów i z zasiewów z bryłką gleby. W wypadku sosny były to drzewka 3-4-letnie [Burckhardt 1870]. Stosowanie jednolatek lub co najwyżej dwulatek z nagim korzeniem rozpowszechniło się w latach trzydziestych XIX wieku za sprawą Hartiga i Pfeila [Loycke 1963]. Porą ich sadzenia była niemal wyłącznie wiosna (marzec do połowy maja) [Burckhardt 1870; Gayer 1898], co uzasadniano tym, że inne okresy są z różnych powodów nieodpowiednie. Latem w okresie wegetacji sadzonki są szczególnie narażone na wszelkie zakłócenia asymilacji. Zimą utrudniony jest obrót sadzonkami, niemożliwa lub trudna jest uprawa gleby, niedostępna jest wykwalifikowana siła robocza. Sadzenie jesienne, możliwe dla sadzonek bez aparatu asymilacyjnego, grozi wysadzaniem sadzonek przez mróz. Jedynie wczesną wiosną nie grozi już gołomróz, a gleba jest dostatecznie wilgotna do przyjęcia się sadzonek [Gayer 1898]. Dla sadzonek sosny wyjętych z bryłką ziemi Burckhardt [1870] zalecał także termin wczesnojesienny, „gdy korzenie znajdują jeszcze czas na wzrost”.

Omawianą kwestią interesowali się także polscy właściciele lasów i leśnicy. Hołowkiewicz [1889] opisał krótko wyniki doświadczeń nad porą sadzenia w lasach Galicji wykonywanych na polecenie „austrijskiego kierownictwa stacyi doświadczalnych”. Dotyczyło ono przede wszystkim świerka i, w jednym przypadku, dwulatek sosnowych. Sadzono od początku maja do końca października. Wyniki były bardzo różne, na ogół niezadowolające i na skutek niewłaściwych założeń metodycznych trudne do interpretacji. Satkowski [1905] doniósł o swoim spostrzeżeniu, że spóźnione sadzenie jednolatek sosnowych w okresie suchej wiosny (nowe pędy o długości 3-10 cm) dało lepsze wyniki udatności niż sadzenie terminowe. Ubytki w uprawach sadzonych zbyt późno wyniosły 8-10%, podczas gdy w uprawach sadzonych we właściwym terminie wyniosły 40-60%. W dyskusji nad tą sprawą Rożyński [1905] przytacza poglądy Burckhardta i Beissnera o możliwości sadzenia iglastych zimozielonych do końca maja, w okresie rozwijania się pąków. Na temat pory sadzenia drzew oficjalne orzeczenie (19 grudnia 1900) wydała Komisja Kwiatowa Towarzystwa Ogrodniczego Warszawskiego. Według tego orzeczenia „za najodpowiedniejszą porę sadzenia iglastych w Królestwie (Polskim) należy uważać: 1) wiosnę, w czasie od zupełnego rozmaznięcia ziemi, do ruszenia soków i rozwijania się pączków; pora ta waha się zależnie od pogody; 2) miesiąc sierpień, względnie chwilę, kiedy pędy ukończyły wzrost i zdrewniały już dostatecznie. Ta druga pora dobra jest do sadzenia szczególnie tych iglastych, które wzrost swój przerywają w lecie” [Bojko 1905]. W uwagach do tego orzeczenia Rożyński [1905] stwierdził, że zawsze zielone iglaste przesadzać można z dobrym skutkiem, jednak stosownie do gatunku: a) na wiosnę (od końca kwietnia do połowy maja), b) w lipcu i c) w końcu sierpnia do połowy września. Podkreślił także szkodliwość sadzenia zbyt wczesnego na przedwiośniu (w lutym do połowy kwietnia). W takim wypadku rośliny dłużej pozostają w niesprzyjającym środowisku przed przyjęciem się.

Cytowane wyżej poglądy oparte były na osobistych doświadczeniach i intuicji ich autorów, nigdy na wynikach prawidłowo wykonanych badaniach naukowych. Mają jednak wartość poznawczą, gdyż przy największej fantazji nie mogą zbyt daleko odbiegać od rzeczywistości. Niektóre z nich dotrwały więc do współczesności. Podręczniki Sokołowskiego [1921], Włoczewskiego i Ilmurzyńskiego [1957], Tyszkiewiczza i Obmińskiego [1963] i Ilmurzyńskiego [1969] zgodnie podkreślają, że najlepszą porą sadzenia jednolatek sosnowych jest wczesna wiosna. Jednak liczne próby letniego sadzenia, wykonywane nieraz z konieczności, dawały dobre wyniki. Dopiero w podręcznikach Tyszkiewiczza i Obmińskiego [1963] oraz Ilmurzyńskiego [1969] pojawiły się wzmianki dotyczące letniego sadzenia sosny, choć autorzy nadal zachowali do tej sprawy duży dystans. Inaczej przedstawia to literatura niemiecka, podkreślająca, że sadzenie w kwietniu może być trudne lub zawodne ze względu na pogodę, a w wyższych położeniach nawet niemożliwe. Wtedy można zalecić sadzenie świerka, daglezi i sosny w okresie od sierpnia do połowy października [Gutschick 1963 i literatura tam cytowana].

Produkcja (lub wyjmowanie) sadzonek z bryłką z założenia ma zabezpieczać sadzonki przed mechanicznym uszkodzeniem lub wysychaniem systemów korzeniowych i mikoryz oraz przeżywaniem szoku związanego z niemożnością pobierania wody i minerałów aż do regeneracji uszkodzeń. Dlatego liczni autorzy [m. in. Burckhardt 1870; Skoupý 1965; Volná 1975; Gunia, Sobczak 1981; Fonder, Berft 1998; Banach 1999; Gunia 1999; Jurásek i in. 1999] podkreślają możliwość rozszerzenia pory sadzenia poza wiosnę. Sadzonki z bryłką nie są pozbawione wad. Przy pozyskaniu z nalotu lub z zasiewu możliwe jest usunięcie dużej części najbardziej aktywnych fizjologicznie fragmentów systemu korzeniowego [Gunia 1999]. Przy produkcji w pojemnikach systemy korzeniowe trwale przybierają kształt pojemników i problemem jest nadanie im takiego kształtu, który nie utrudni późniejszego wzrostu korzeni w warunkach uprawy leśnej [Lokvenc 1985; Gorzelak 1998].

Informacje z literatury i z obserwacji płynących z praktyki gospodarczej o tym, że możliwe jest stosowanie sadzonek z bryłką i z nagim korzeniem, że możliwe są różne terminy sadzenia, oraz nadzieje, że sadzonki z bryłką umożliwią wydłużenie okresu sadzenia, nie wystarczą jako podstawa do podejmowania praktycznych decyzji. Potrzebne są wyniki ścisłych porównań. Byłoby bardzo pożądane, gdyby możliwe było sadzenie jednolatek sosnowych w terminach innych niż przedwiosnie i wiosna. W wypadku sadzonek nagokorzeniowych można by wyjąć je z kwater produkcyjnych szkółek przed zimą i umożliwić podstawową uprawę gleb szkółek w optymalnym, późnojesiennym terminie. Można, co prawda, złożyć sadzonki do przechowalni, ale wtedy ponosi się koszty ich przechowywania. W wypadku sadzonek z bryłką, przy zimowaniu ich na otwartej powierzchni nad glebą, grozi im wymarznienie i także ponosi się koszty przechowania. Właśnie utrata materiału sadzeniowego w jednej ze szkółek na skutek nadejścia gwałtownej fali mrozów skłoniła autora w porozumieniu z Regionalną Dyrekcją Lasów Państwowych we Wrocławiu do podjęcia badań porównujących różne typy sadzonek na tle różnych pór sadzenia.

Metodyka

Doświadczenie założono w Nadleśnictwie Oleśnica późnym latem i jesienią 2003 roku oraz wiosną 2004 roku na zalesianym nieużytku porolnym. Szczegółowy opis założeń metodycznych i wykonanych prac zawiera publikacja, opisująca rozwój dwuletniej uprawy [Barzdajn 2006]. W 2008 roku, 5 lat od posadzenia, uprawa zaczęła stopniowo osiągać fazę młodnika. Jest to też okres, w którym dokonuje się powtórnej oceny upraw.

W badaniach testuje się sadzonki wysadzone 26 i 27 sierpnia 2003 roku (S), 25 i 26 września 2003 roku (W), 27 i 28 października 2003 roku (P) oraz 7 kwietnia 2004 roku (K). We wszystkich terminach wysadzano roczne sadzonki wyprodukowane z bryłką przez szkółkę kontenerową w Nadleśnictwie Śnieżka (1) oraz sadzonki wyprodukowane z nagim korzeniem przez szkółkę gospodarczą Nadleśnictwa Oleśnica (2). Oba rodzaje sadzonek wyprodukowano z tej samej partii nasion. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych kompletnych z pięcioma powtórzeniami. Jest to doświadczenie dwuczynnikowe, w którym pierwszym czynnikiem są daty sadzenia (4 poziomy), a drugim – rodzaje sadzonek (2 poziomy). Razem w doświadczeniu jest 8 obiektów, wysadzonych na 40 poletkach. Wielkość elementarnego poletka wyniosła 390 m². Na każdym z nich wysadzano 390 sadzonek w więźbie 1,5×0,67 m. W latach 2004-2008 corocznie mierzono wysokość wszystkich drzewek, a z liczby wykonanych pomiarów wynikała przeżywalność.

Matematyczny model analizy wariancji zebranych danych jest następujący:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + e_{ijk}$$

gdzie:

- y_{ijk} – wartość cechy na poletku ijk ,
- μ – średnia arytmetyczna,
- α_i – efekt terminu sadzenia,
- β_j – efekt technologii produkcji sadzonek,
- $(\alpha\beta)_{ij}$ – efekt interakcji terminu i technologii,
- γ_k – efekt blokowy,
- e_{ijk} – błąd doświadczenia.

W doświadczeniu tym można testować efekty główne każdego z czynników oraz efekt interakcyjny. Jeśli któryś z efektów był istotny przynajmniej na poziomie istotności $\alpha=0,05$, wyniki ocenia się przez zastosowanie tzw. nowego wielokrotnego testu rozstępu Duncana.

Wyniki

Ocenę przeżywalności drzewek zawiera tabela 1. Niekiedy, zwłaszcza dla sadzonek nagokorzeniowych sadzonych w kwietniu, zauważa się wzrost przeżywalności z roku na rok, co może wynikać jedynie z tego, że przeoczone w roku poprzednim drobne drzewka na tyle urosły, że je zauważono i pomierzono w roku kolejnym. Analiza wariancji (po transformacji danych według Bliss) wykazała istotność zarówno efektów głównych, jak i interakcji. Dla terminu sierpniowego, październikowego i kwietniowego wykazano większą udatność dla sadzonek z bryłką. W terminie wrześnieowym nie wykazano różnic między technologią produkcji sadzonek. Szczególnie wyraźna różnica pomiędzy oboma typami sadzonek wystąpiła przy sadzeniu w kwietniu, gdyż do wieku 6 lat przetrwało 94% drzewek z sadzonek z bryłką i 47% z sadzonek nagokorzeniowych. Wynik ten można wytłumaczyć wielotygodniową suszą w kwietniu 2004 roku [Barzdajn 2006], którą lepiej zniosły sadzonki z bryłką. Pod względem udatności sadzonki z bryłką okazały się niewrażliwe na termin sadzenia.

Ocena wzrostu wysokości jest nieco inna (tab. 2). Przy sadzeniu sierpniowym jedynie trzyletnie (w roku 2005) drzewka posadzone z bryłką miały istotnie większą wysokość. W pozostałych latach różnice nie były istotne, a w latach 2007 i 2008 drzewka z sadzonek nagokorzeniowych przerosły drzewka posadzone z bryłką. Przy sadzeniu wrześnieowym jedynie w 2004 roku dwuletnie drzewka posadzone z bryłką były większe od drzewek posadzonych z nagim korzeniem. W pozostałych przypadkach różnica wysokości nie przekroczyła progu istotności. Przy sadzeniu październikowym większą wysokość osiągały drzewka z sadzonek z bryłką, choć istotna różnica wystąpiła tylko w 2005 roku (tab. 2). Jedynie przy sadzeniu kwietniowym sadzonki z bryłką wyrosły w drzewka istotnie wyższe od drzewek z sadzonek nagokorzeniowych. Jeszcze wyraźniej widać to na rycinach 1-4, pokazujących efekty obiektowe pod względem wysokości. Są to różnice ze średnią arytmetyczną obliczoną dla całego doświadczenia, która na rycinach jest reprezentowana przez rzędną zero. Na rycinie 1, przedstawiającej efekty drzewek z sadzenia sierpniowego począwszy od roku 2006, widać równomierny wzrost efektów drzewek obu technologii produkcji sadzonek. Na rycinie 2 (sadzenie wrześnieowe) widoczny jest tylko wzrost efektów drzewek z sadzonek nagokorzeniowych. Drzewka z sadzonek z bryłką pozostają każdego roku mniej więcej przeciętne. Na rycinie 3 (sadzenie październikowe) drzewka z sadzonek nagoko-

Tabela 1.

Średnia przeżywalność [%] sosen w poszczególnych latach

Mean survival rate [%] of pines in successive years

Obiekt	2004	2005	2006	2007	2008
S 1	98,15 ab	97,69 a	98,10 a	97,53 a	95,74 a
S 2	91,79 c	89,69 b	87,23 b	87,74 b	86,46 bc
W 1	98,87 c	98,15 a	96,46 a	96,20 a	94,72 abc
W 2	94,15 bc	94,56 ab	93,64 ab	93,69 ab	92,87 abc
P 1	98,21 ab	97,85 a	97,79 a	97,38 a	96,20 ab
P 2	90,62 c	85,23 b	86,05 b	86,87 b	85,64 c
K 1	96,26 abc	95,85 ab	95,38 ab	95,18 ab	94,46 abc
K 2	42,82 d	44,36 c	46,31 c	47,79 c	46,92 d
Średnia	88,86	87,92	87,62	87,70	86,63

S – sadzone w sierpniu 2003; W – sadzone we wrześniu 2003; P – sadzone w październiku 2003; K – sadzone w kwietniu 2004; 1 – sadzonki z bryłką; 2 – sadzonki z nagim systemem korzeniowym; wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie

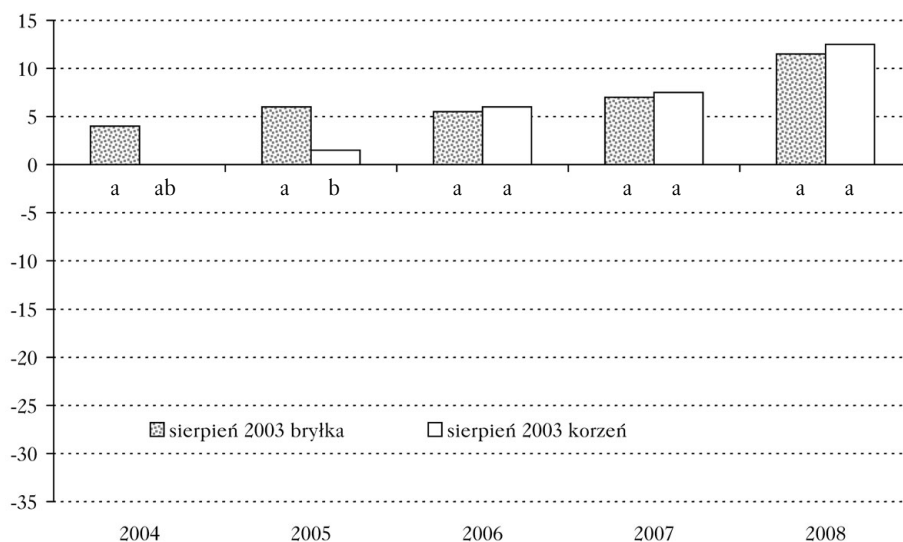
S – planted in August 2003; W – planted in September 2003; P – planted in October 2003; K – planted in April 2004; 1 – ball plants; 2 – bare-root plants; values indicated with the same letter do not differ significantly

Tabela 2.

Średnia wysokość drzewek [cm] w poszczególnych latach
Mean height [cm] in successive years

Obiekt	2004	2005	2006	2007	2008
S 1	19,38 a	42,29 a	71,49 a	106,79 a	158,16 a
S 2	15,94 ab	38,23 b	72,17 a	107,43 a	159,03 a
W 1	19,02 a	37,39 b	63,95 a	95,90 a	143,43 a
W 2	13,94 b	37,62 b	70,66 a	106,75 a	155,72 a
P 1	15,92 ab	38,27 b	67,38 a	101,27 a	147,80 a
P 2	14,24 b	33,49 c	63,32 a	94,67 a	142,65 a
K 1	19,02 a	42,27 a	71,54 a	106,24 a	155,06 a
K 2	8,82 c	21,74 d	47,28 b	74,69 b	111,96 b
Średnia	15,785	36,41	65,98	99,22	146,73

Oznaczenia jak w tabeli 1; description as in table 1



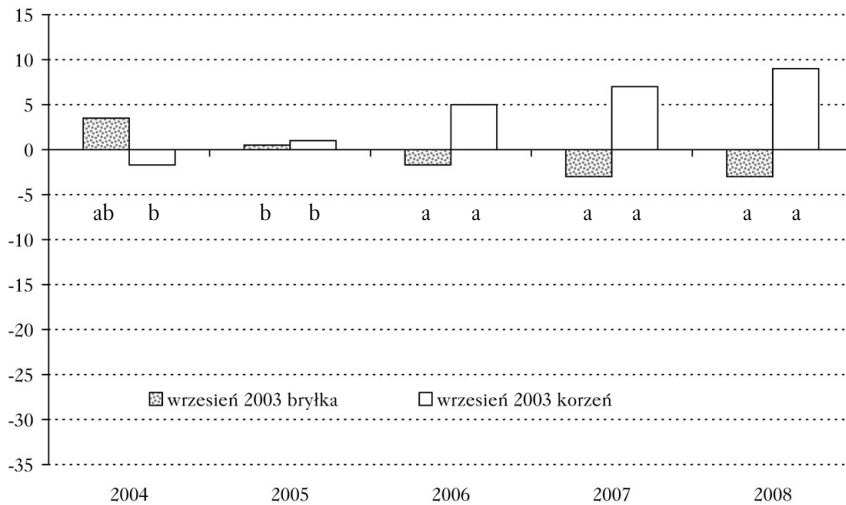
Ryc. 1.

Różnice wysokości sosen wyrosłych z różnych typów sadzonek, posadzonych w końcu sierpnia 2003 roku
Differences in the height of pines grown from different seedling types planted in late August 2003

Rzędna 0 reprezentuje średnią arytmetyczną dla całego doświadczenia. Obiekty oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie
The zero ordinate represents the arithmetic mean for the entire experiment. Objects described with the same letter do not differ significantly

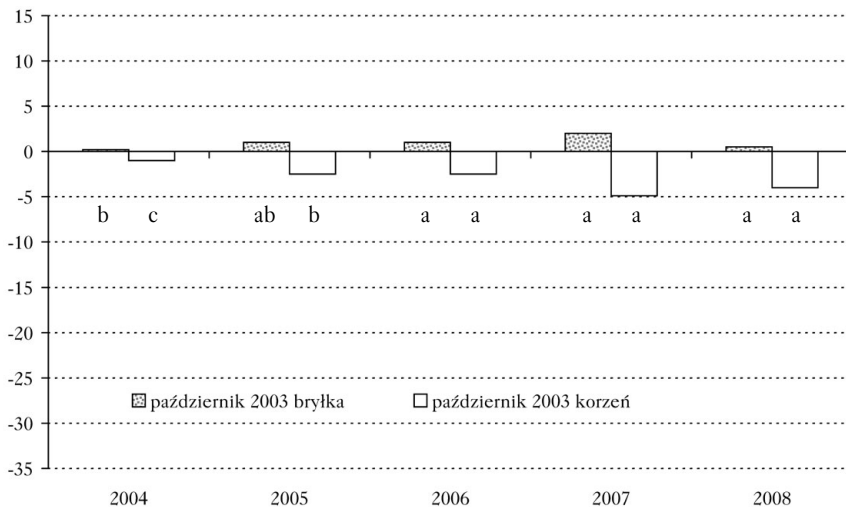
rzeniowych wykazują słabe efekty ujemne, zaś drzewka z sadzonek z bryłką – przeciętne. Na rycinie 4 (sadzenie kwietniowe) widoczne są stałe, niewielkie, dodatnie efekty drzewek z sadzenia z bryłką i z roku na rok wzrastające bezwzględne wartości ujemnych efektów drzewek z sadzenia z nagim korzeniem. W tym wypadku różnice pomiędzy obiema kategoriami są każdego roku istotne.

Opisane wyżej wyniki obrazują pewne tendencje wzrostu uprawy, zależne od obu badanych czynników. Z jednej strony obserwuje się nieznaczne (i wciąż nieistotne) powiększanie się przewagi wzrostu drzewek z sadzonek nagokorzeniowych z sadzenia sierpniowego i wrzesniowego. Z drugiej strony pogłębia się różnica na niekorzyść sadzonek nagokorzeniowych, sadzonych w kwietniu.



Ryc. 2.

Różnice wysokości sosen wyrosłych z różnych typów sadzonek, posadzonych w końcu września 2003 roku
 Differences in the height of pines grown from different seedling types planted in late September 2003
 Oznaczenia jak na rycinie 1; description as in figure 1

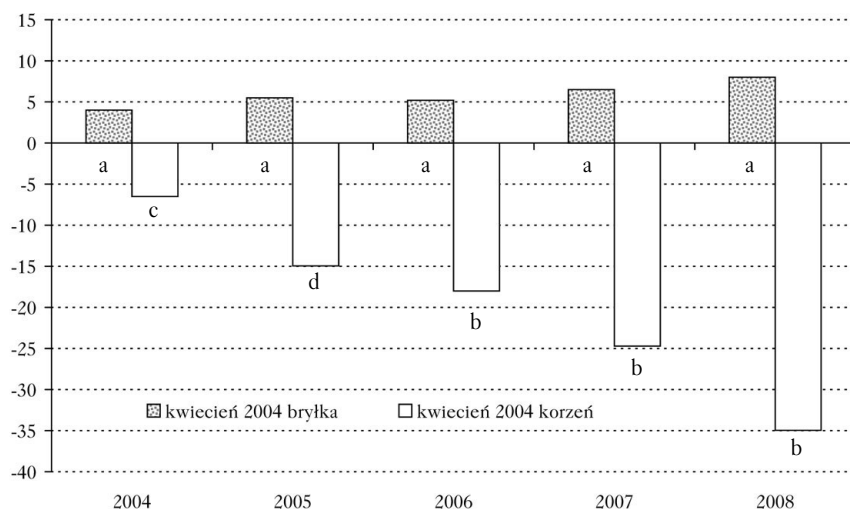


Ryc. 3.

Różnice wysokości sosen wyrosłych z różnych typów sadzonek, posadzonych w końcu października 2003 roku
 Differences in the height of pines grown from different seedling types planted in late October 2003
 Oznaczenia jak na rycinie 1; description as in figure 1

Dyskusja

Hipoteza robocza zakładała, że z czasem różnice pomiędzy obiektami będą się zacierały. Wynik doświadczenia wyraźnie wskazuje, że początkowe różnice we wzroście mogą zanikać, odwracać się lub pogłębiać. Oznacza to konieczność wykonywania dalszych obserwacji i słuszną była decyzja o przyjęciu względnie dużej powierzchni poletek, pozwalającej prowadzić badania



Ryc. 4.

Różnice wysokości sosen wyrosłych z różnych typów sadzonek, posadzonych na początku kwietnia 2004 roku
Differences in the height of pines grown from different seedling types planted in early April 2004

Oznaczenia jak na rycinie 1; description as in figure 1

jeszcze przez wiele lat. Sadzonki nagokorzeniowe sadzone w kwietniu przeżyły szok związany z wiosenną suszą 2004 roku, kiedy to przez 16 dni po posadzeniu nie wystąpiły opady, a po opadzie 24 kwietnia nie padało przez następne 15 dni. Wskutek tego szoku wypadła ponad połowa sadzonek. Te, które przeżyły, są opóźnione we wzroście w stosunku do pozostałych o 31-47 cm wysokości, a różnice te mają tendencję wzrostową. Trwały i powiększający się z czasem efekt szoku przesadzeniowego wskazuje jednoznacznie, jak ważne dla wzrostu uprawy jest eliminowanie wszelkich czynników mogących go pogłębić. Sadzonki nagokorzeniowe posadzone w kwietniu dały w rezultacie uprawę przepadłą. Jednak sadzonki z nagim korzeniem nie były gorsze od tych z bryłką w innych terminach sadzenia. Sadzonki z bryłką były więc niewrażliwe na porę sadzenia.

Rutynowy i najczęściej zalecany wiosenny termin sadzenia jednolatek sosnowych z nagim korzeniem był najgorszy ze wszystkich testowanych. Nie można jednak przyjąć, że niepowodzenie wiosennego sadzenia jest regułą. Jest ono raczej zbiegiem niekorzystnych okoliczności. Interpretując wyniki pracy należy raczej przyjąć, że terminy późnoletnie, które okazały się w naszym wypadku optymalne, nie są gorsze od wiosennego. Aby wniosek ten ugruntować, potrzeba więcej wyników podobnych porównań, wykonywanych w różnych warunkach glebowych i klimatycznych oraz przy różnej pogodzie. W wykonanej w Nadleśnictwie Mielec próbie sadzenia dwulatek sosnowych z nagim korzeniem w terminach wrzesniowym, październikowym i kwietniowym, największą udatność otrzymano przy sadzeniu kwietniowym, chociaż największy przyrost w kolejnym roku i największy wigor (mierzony admitancją pędu) otrzymano przy sadzeniu wrzesniowym [Furdyna 2008]. Udowodniono jedynie istnienie różnic w admitancji pędów – najniższą stwierdzono dla terminu październikowego. W przypadku udatności i przyrostu pędu różnice nie były istotne.

Na pożarzysku w Nadleśnictwie Grodzisk porównywano jednolatki sosnowe z nagim korzeniem z gruntu, z nagim korzeniem z inspektu i z bryłką, wysadzone na siedlisku zdegradowanego BMśw w czterech terminach 29 sierpnia 2007, 27 września 2007, 30 października 2007

i 4 marca 2008. Otrzymano istotne efekty główne typów sadzonek i dat sadzenia oraz istotne efekty interakcyjne, określone dla udatności, wysokości i przyrostu wysokości w pierwszym sezonie wegetacyjnym po posadzeniu. W wypadku sadzonek nagokorzeniowych z gruntu termin sierpniowy okazał się zbyt wczesny, pomiędzy pozostałymi terminami nie znaleziono różnic. W wypadku sadzonek z inspektu także termin sierpniowy okazał się najmniej korzystny, choć nieistotnie w porównaniu z terminami wrześniowym i marcowym. Najlepszy był termin październikowy. W wypadku sadzonek z bryłką najlepszymi były terminy sierpniowy i marcowy, zaś najmniej korzystny – termin wrześniowy. Niezadowolającą udatność otrzymano tylko w wypadku sadzonek nagokorzeniowych z gruntu sadzonych w sierpniu. Dla wysokości po pierwszym roku otrzymano nieco inne wyniki. Najwyższe drzewka z sadzonek gruntowych wyrosły z sadzenia we wrześniu, następnie z sadzenia październikowego, marcowego i sierpniowego. Sadzonki inspektowe wykazały najlepszy wzrost przy sadzeniu w marcu, następnie w październiku, wrześniu i sierpniu. Sadzonki z bryłką najlepiej rosły po posadzeniu w sierpniu, następnie we wrześniu, w marcu i w październiku. Najlepsze pod każdym względem były sadzonki z inspektu, następnie sadzonki z gruntu (z pominięciem sadzenia sierpniowego), a najmniej korzystny wynik dały sadzonki z bryłką, z wyłączeniem sadzenia sierpniowego. Wyniki całej pracy wskazują, że możliwe są różne rozwiązania, a wyniki testów mogą zależeć od niekontrolowanych czynników. W każdym razie sadzenie letnie i jesienne nie musi dawać gorszych wyników od sadzenia wiosennego. Także sadzonki z bryłką nie zawsze są lepsze od sadzonek z nagim korzeniem. Taki jest też ogólny wniosek z wyników trzech opisywanych doświadczeń. Podobna jest wymowa wyników wykonanych w Anglii badań z sadzonkami dębu szypułkowego i buka [Kerr 1994]. Dla przeżywalności w jednym z eksperymentów nie stwierdzono różnic pomiędzy sadzonkami z bryłką (trzy różne typy pojemników szkółkarskich) a sadzonkami z nagim korzeniem, niezależnie od dat sadzenia. W dwóch innych eksperymentach korzystniej zachowały się sadzonki z bryłką. Ze względu na początkowy wzrost, sadzonki dębu z nagim korzeniem były gorsze lub lepsze od pojemnikowych, przynajmniej niektórych typów, zależnie od daty sadzenia. W wypadku buka sadzonki nagokorzeniowe na ogół nie rosły wolniej od sadzonek z pojemników. Kerr [1994] podkreślił, że sadzonki z bryłką okazały się mniej wrażliwe na niską jakość pracy, ale dla oceny jakości materiału sadzeniowego należy kierować się nie technologią ich wyprodukowania, lecz wskaźnikiem Plant Quality Index.

W rozległych badaniach Szabli [2007] (pięć różnych typów środowisk – zręby, grunty zalesiane, pożarysko, rekultywowana piaskownia, zręby pod wpływem przemysłu, kilka doświadczeń w każdym typie środowiska), nastawionych raczej na badanie wpływu mikoryzacji sadzonek pojemnikowych na wzrost upraw, występują także sadzonki z nagim korzeniem. Niestety, były to sadzonki dwuletnie, w przeciwieństwie do pojemnikowych, które były jednoroczne. Pomimo tego, że najniżej oceniono dwulatki z nagim korzeniem, różnice między nimi a jednolatkami z bryłką bez mikoryzacji były w wielu wypadkach niewyraźne lub ich nie było. Jednakże z formalnego punktu widzenia obiektów tych nie należy porównywać.

Porę sadzenia należy wiązać z rytmem wzrostu korzeni. McKay [1998] ustalił dla północno-wschodniej Anglii, że potencjał wzrostowy korzeni sosny zwyczajnej jest niski w październiku, w ciągu zimy wzrasta do maksimum w końcu tego sezonu i raptownie spada tuż przed pękaniem pąków. Dla dwuletniej sosny z nagim korzeniem ustalono, że dla udatności, przyrostu wysokości i przyrostu grubości optymalne terminy sadzenia rozciągają się od połowy listopada do połowy marca [McKay 1998]. Taki wynik jest niewątpliwie charakterystyczny dla miejsca wykonywanych badań i w warunkach polskich można spodziewać się innego rezultatu. Potencjał wzrostowy korzeni sosny badano także w Polsce [Szeligowski 2005 i literatura tam cytowana]. Wyniki nie są sprzeczne z prezentowanymi przez McKay'a [1998], lecz trudno jest z nich wnioskować

o dynamice tego zjawiska. Można spodziewać się też różnic proveniencyjnych w rytmice wzrostu korzeni [Bułaj 2006].

Współczesne podręczniki hodowli lasu (np. Röhring i Gussone [1982]) podkreślają, że właściwą porą sadzenia sadzonek nagokorzeniowych jest ta, kiedy nie znajdują się w fazie pełnego wzrostu, a więc w okresie od rozmarznięcia i obeschnięcia gleby aż do rozwinięcia pączków na wiosnę, a następnie od wytworzenia pączka wierzchołkowego późnym latem do późnojesiennych mrozów. W wypadku sadzonek z bryłką można przedłużyć wiosenny okres sadzenia. Są to tylko ogólne wskazania, które powinny być modyfikowane, zależnie od lokalnych warunków klimatycznych i glebowych oraz gatunków lub nawet ich lokalnych populacji. Możliwość wydłużenia okresu sadzenia sadzonek z bryłką rozwiązuje wiele problemów nadleśnictw górskich, w których występują różnice klimatyczne, a tym samym fenologiczne, pomiędzy szkółką a miejscami wysadzania sadzonek. Niebezpieczeństwa związane z sadzeniem późnoletnim i jesiennym to: sadzenie w zbyt suchą glebę, możliwość wymarznięcia sadzonek zimą i wysadzanie przez mróz. Ewentualna korzyść to przyjęcie się sadzonek jeszcze przed zimą i rozpoczęcie wiosną normalnego wzrostu bez szoku przesadzeniowego. Podstawowe zagrożenie przy wiosennym sadzeniu stwarza susza wiosenna. Aby uniknąć wysadzania przez mróz, zaleca się sadzenie głębsze, powyżej szyjki korzeniowej [Jurásek i in. 1999]. Sadzenie jednorocznej sosny w terminach późnoletnich lub wczesnojesiennych z nagim korzeniem bądź z bryłką nie powinno budzić większych obaw. Groźba wymarznięcia jest minimalna i realna tylko w wypadku niestaranego sadzenia oraz ekstremalnie mroźnych i bezśnieżnych zim. Na piaszczystych, lekkich glebach nie ma też niebezpieczeństwa wysadzania przez mróz. Takie niebezpieczeństwo istnieje jednak na glebach organogenicznych, na których wytworzyły się siedliska właściwe dla sosny.

Wnioski

- ✦ Jednoroczne sadzonki sosny zwyczajnej z bryłką są mało wrażliwe na porę sadzenia. Obserwowane różnice w przyjęciu się i w późniejszym wzroście są niewielkie i często nie można ich udowodnić.
- ✦ Sadzonki sosny z nagim korzeniem w zadowalającym stopniu przyjmują się po posadzeniu w okresie późnego lata i jesieni. Szczegółowe wskaźniki dojrzałości sadzonek do wysadzenia przed zimą, warunki siedliskowe i data sadzenia nadal wymagają dokładniejszego opracowania.
- ✦ Rozpowszechniona teza o tym, że optymalnym terminem sadzenia jednolatek i dwulatek sosny z nagim korzeniem jest przedwiośnie i wczesna wiosna, wymaga weryfikacji.
- ✦ Sadzonki z bryłką i z nagim korzeniem mogą być w wielu wypadkach równocenne. Warunki ich stosowalności powinny być dokładniej określone. Przyjmowana ogólnie teza [Szabla 2007, 2009], że w trudniejszych warunkach przyjmowania się i dalszego wzrostu należy stosować sadzonki z bryłką, może być akceptowana.
- ✦ Wpływ warunków przyjmowania się sosen po posadzeniu na dalszy wzrost uprawy jest bardzo silny i nie należy liczyć na to, że zaniknie z wiekiem. Praktyczną implikacją tego faktu są znane zalecenia, aby używać materiału sadzeniowego najwyższej jakości i nie dopuszczać do żadnych zaniedbań podczas wyjmowania, sortowania, przechowywania, transportu i sadzenia oraz dbać o to, by warunki przyjmowania się były możliwie najlepsze (np. właściwe przygotowanie gleby, sadzenie w wilgotną glebę, itp.).

Literatura

Banach J. 1999. Zastosowanie metod produkcji materiału szkółkarskiego z zakrytym systemem korzeniowym w warunkach górskich. Sylwan 143 (1): 61-75.

- Barzdajn W. 2006. Wpływ technologii produkcji i pory sadzenia jednolatek sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) na udatność i początkowy wzrost uprawy. Sylwan 150 (8): 38-51.
- Bojko P. 1905. Uwagi w sprawie sadzenia iglastych. Sylwan: 285-291.
- Buła B. 2006. Fizjologia i długość życia drobnych korzeni w populacjach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z różnych szerokości geograficznych w Europie. Praca doktorska AR w Poznaniu, Katedra Hodowli Lasu.
- Burckhardt H. 1870. Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis. Vierte verbesserte Auflage. Carl Rümpler, Hannover.
- Fonder W., Berft M. 1998. Szkółkarstwo w Lasach Państwowych: stan oraz kierunki rozwoju. Postępy techniki w leśnictwie 65: 7-17.
- Furdyna R. 2008. Ocena żywotności sadzonek sosny zwyczajnej, dębu szypułkowego i olszy czarnej w szkółce i na uprawie leśnej. Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Hodowli Lasu.
- Gayer K. 1898. Der Waldbau. Vierte, verbesserte Auflage. Paul Parey, Berlin.
- Gorzela A. 1998. Ogólne zasady hodowania sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym w niektórych pojemnikach. Postępy techniki w leśnictwie 65: 62-76.
- Gunia S. 1999. Produkcja sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym. W: Sobczak R. [red.]. Szkółkarstwo leśne, ozdobne i zadrzewieniowe. Oficyna „Wydawnictwo Świat”, Warszawa.
- Gunia S., Sobczak R. 1981. Metody intensywnej produkcji sadzonek drzew leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Gutschick V. 1963. Saat und Pflanzung. W: Loycke H. J. Die Technik der Forstkultur. BLV Verlagsgesellschaft München Basel Wien.
- Hołowkiewicz E. 1889. Wpływ czasu kultur na rozwój sadzonek. Sylwan: 173-176.
- Ilmurzyński E. 1969. Szczegółowa hodowla lasu. PWRiL, Warszawa.
- Jurásek A., Martinová J., Lokvenec T. 1999. Krytokofenný sadební materiál a úspěšnost obnovy lesa. Mat. konf. Pěstování a užití krytokofenného sadebního materiálu. Trutnov, maj 1999.
- Kerr G. 1994. A Comparison of Cell Grown and Bare-rooted Oak and Beech Seedlings One Season after Outplanting. Forestry 67 (4): 297-312.
- Kluk K. 1778. Roślin potrzebnych, pożytecznych, wygodnych, osobliwie krajowych, albo które w kraju użyteczne być mogą, utrzymanie, rozmnożenie i zażyte. T. II z figurami. O drzewach i ziołach dzikich, lasach etc. W Warszawie w Drukarni Jego Królewskiej Mei i Rzeczypospolitey.
- Lokvenec T. 1985. Vývoj kořenových systémů borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v kulturách založených obaleným sadbovým materiálem. Lesnictví 31: 601-620.
- Loycke H. J. 1963. Geschichte der Forstkulturtechnik. W: Loycke H. J. Die Technik der Forstkultur. BLV Verlagsgesellschaft München Basel Wien.
- McKay H. M. 1998. Optimal planting times for freshly lifted bare-rooted conifers on the North York Moors. Forestry 71 (1): 33-48.
- Röhring E., Gussone H. A. 1982. Baumartenwahl, Bestandesbegründung und Bestandespflege. W: Dengler A., Röhring E. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Rożyński F. 1905. W sprawie wiosennego sadzenia drzew szyszkowych (Coniferae). Sylwan: 281-284.
- Satkowski K. 1905. Sadzenie iglastych w czasie pędzenia. Sylwan: 150-152.
- Skoupy J. 1965. Pěstování balíčkových sazenic v rašelinocelulózových kelímcích (Jiffy Pots). Sborník Vědeckého Lesnického Ústavu Vysoké Školy Zemědělské v Praze 8: 291-325.
- Sokołowski S. 1921. Hodowla lasu wyd. II. Księgarnia Polska Bernarda Połonieckiego, Lwów i Warszawa.
- Szabla K. 2007. Cechy morfologiczno-rozwojowe oraz przeżywalność sadzonek różnych gatunków drzew leśnych w uprawach doświadczalnych na gruntach nieleśnych i leśnych o różnym stopniu degradacji. W: Kowalski S. [red.]. Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa.
- Szabla K. 2009. Hodowlane i ekonomiczne aspekty produkcji materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym poddanego zabiegowi sterowanej mikoryzacji. Sylwan 153 (4): 253-259.
- Szeligowski H. 2005. potencjał wzrostowy korzeni sadzonek sosny zwyczajnej, świerka pospolitego i modrzewia europejskiego. Sylwan 149 (10): 28-34.
- Tyszkiewicz S., Obmiński Z. 1963. Hodowla i uprawa lasu. PWRiL, Warszawa.
- Volná M. 1975. Doba sje a sadby, péče o kultury. W: Kantor J. Zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Włoczewski T., Ilmurzyński E. 1957. Hodowla lasu. Wydanie II poprawione i rozszerzone. PWRiL, Warszawa.

SUMMARY

The growth of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) culture established at different planting times using container and bare-roots seedlings

The paper evaluates seedling performance in a forest culture five years after its establishment. The tested material embraced seedlings planted on 26 and 27 August 2003, 25 and 26 August

2003, 27 and 28 October 2003 and 7 April 2004. 1-year-old seedlings with root-ball grown in the container nursery in the Śnieżka Forest District and bare-root seedlings grown in the forest in the Oleśnica Forest District were planted at each of the planting times. Both seedling types were grown from the same seed lot.

The experiment was established in randomised complete block design with five replications. It was a factorial experiment whose design consisted of two factors: planting times (4 levels) and seedling types (2 levels). The experiment covered 8 objects established on 40 plots. The basic plot size was 390 sq. metres. 390 seedlings were planted at a spacing of 1.5×0.67 m. The survival rate and height growth were subject to annual assessment carried out between 2004 and 2008. The main effects of each factor as well as the significant effect of interactions between factors were obtained. The "spring planting of bare-root seedlings" had the greatest impact on this result. This object was given the lowest, unsatisfactory rating from the practical point of view. As regards late-summer and autumn planting, the results for root-balled and bare-rooted seedlings were similar. As regards spring planting, the superiority of root-ball seedlings over bare-root seedlings was sufficiently strong to decide about forest regeneration success. The failure of planting bare-root seedlings in spring may be attributed to the extreme drought that occurred immediately after planting. The differences in height growth between the plantations during the study period disappeared, were continued, reversed or increased. The following conclusions were reached:

- ✦ Plants with root-balls depend to a small extent on the time of planting between late August and early April.
- ✦ Bare-root plants showed satisfactory performance after planting in late summer and autumn.
- ✦ The generally accepted hypothesis that early spring and spring are the optimal planting times for 1-year-old pine bare-root seedlings needs to be verified.
- ✦ Plants with root-balls and bare-roots can be, in certain circumstances, equally valuable and the conditions of their use should be clearly defined.