

JAKUB GLURA, ROBERT KORZENIEWICZ

Hodowlana i ekonomiczna ocena zakładania upraw sosnowych z wykorzystaniem sadzonek z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym*

Silvicultural and economic evaluation of Scots pine plantations establishment using container-grown and bare-root seedlings

ABSTRACT

Glura J., Korzeniewicz R. 2013. Hodowlana i ekonomiczna ocena zakładania upraw sosnowych z wykorzystaniem sadzonek z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym. Sylwan 157 (3): 177-186.

Presented study compares of the performance of Scots pine plantations established with container-grown and bare-root seedlings. Silvicultural assessment was based on the comparison of survival rate, defect differentiation as well as height and diameter growth of plants depending on the type of the planting material used for renewal. Results show faster growth of the container-grown plants but their slightly lower survival rate. The economic evaluation was based on the comparison of total costs of establishing and managing both types of plantations depending on the initial density.

KEY WORDS

assessment, silviculture, costs, container-grown seedlings

ADDRESSES

Jakub Glura, Robert Korzeniewicz ⁽¹⁾ – e-mail: jglura@tlen.pl
Robert Korzeniewicz ⁽²⁾ – e-mail: korzon@up.poznan.pl

⁽¹⁾ Katedra Ekonomiki Leśnictwa; Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 71c; 60-625 Poznań

⁽²⁾ Katedra Hodowli Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 71c; 60-625 Poznań

Wstęp

Początkowy okres rozwoju drzewostanu, obejmujący w przypadku sosny zwyczajnej co najmniej pierwszą klasę wieku, wymaga z jednej strony ponoszenia znacznych nakładów finansowych, z drugiej zaś nie ma w tym czasie możliwości uzyskania doraźnych korzyści ekonomicznych. Dlatego poszukiwanie metod racjonalizujących koszty związane z założeniem i pielęgnowaniem drzewostanów posiada duże znaczenie użytkowe.

Wielkość kosztów poniesionych w początkowej fazie wzrostu drzewostanu sosnowego w znaczący sposób oddziałuje na jakość hodowlaną upraw leśnych [Glura, Moliński 2003]. Na etapie zakładania upraw istotne jest nie tylko prawidłowe sadzenie, ale także odpowiednia forma systemu korzeniowego [Łopusiewicz 1995; Kasprzyk 2001]. Dlatego zastosowanie sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym może umożliwić osiągnięcie korzyści hodowlanych, takich jak nieuszkodzenie systemu korzeniowego w trakcie produkcji materiału sadzeniowego czy utrzymanie korzeni w stanie naturalnej świeżości z zachowaniem rozwijających się mikoryz.

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego KBN 2P06L 027 30.

Inną wskazywaną zaletą stosowania tych sadzonek do zakładania upraw jest ich ogólnie wyższa przeżywalność oraz szybsze tempo wzrostu w uprawach [Szabla, Pabian 2003]. Istnieją także przesłanki świadczące o dodatkowych korzyściach wynikających z zastosowania materiału pochodzącego ze szkółek kontenerowych. Dotyczy to możliwości zabezpieczenia sadzonek przed szkodami powodowanymi przez niektóre owady czy wdrażania do hodowli materiału sadzeniowego ulepszanego genetycznie. Wyniki dotychczasowych badań jednoznacznie wskazują na istotny pozytywny wpływ sterowanej mikoryzacji na parametry wzrostowe i żywotność sadzonek w uprawach, zwłaszcza dla takich gatunków jak sosna zwyczajna, dąb szypułkowy i buk pospolity [Szabla 2009; Kuc, Aleksandrowicz-Trzczińska 2012].

Celem pracy było określenie podstawowych cech biometrycznych i budowy morfologicznej drzewek w uprawach sosnowych oraz ocena kosztów odnowienia i prowadzenia upraw w zależności od ilości i zakresu wykonywanych na nich czynności gospodarczych. Oba aspekty dotyczyły upraw założonych z wykorzystaniem sadzonek pochodzących ze szkółki kontenerowej w porównaniu z sadzonkami z odkrytym systemem korzeniowym.

Materiał i metody

Obserwacje prowadzono na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice w leśnictwach Dobrygość i Wielisławie. Powierzchnia kontrolna została założona w Nadleśnictwie Syców na terenie Leśnictwa Międzybórz. Wszystkie powierzchnie znajdują się w zasięgu terytorialnym Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Lasy Rychtałskie”.

Zgodnie z danymi zawartymi w operacie urzędziowym dla LZD Siemianice oraz Nadleśnictwa Syców wytypowane uprawy sosnowe zostały założone na siedlisku BMśw (tab. 1). Dwuletnia uprawa założona w oddziale 14f w Leśnictwie Dobrygość według danych operatu urzędziowego dla LZD Siemianice miała się znajdować na siedlisku Bśw. Jednakże działki pomiarowe zlokalizowano w północnej części wydzielenia, gdzie stwierdzono siedlisko BMśw. Wybrane do pomiarów uprawy charakteryzowały się wysokim podobieństwem pod względem warunków siedliskowych, ponieważ założone zostały na glebie bielicowo-rdzawej o pokrywie zadarnionej lub silnie zadarnionej.

Wszystkie uprawy zostały założone wiosną przez posadzenie rocznych sadzonek sosny rychtałskiej w wyorane bruzdy. Sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym do odnowień powierzchni w LZD Siemianice pochodziły ze szkółki kontenerowej zlokalizowanej na terenie Leśnictwa Dobrygość. Do jednoosobowego sadzenia wykorzystano specjalny kostur do sadzonek z multiplatów o przekroju owalnym i pojemności 90 cm³. Sadzonki z nagim systemem korzeniowym pochodziły ze szkółki Gaszowice (Nadleśnictwo Syców) i posadzono je za pomocą tradycyjnego kostura w zespołach dwuosobowych. W ramach prac pielęgnacyjnych na wszystkich powierzchniach przeprowadzono tylko zwalczanie chwastów za pomocą kosi spalinowej na wysięgniku.

Powierzchnie badawcze zostały założone na losowo wybranych poletkach o wymiarach 15×15 m, w trzech powtórzeniach na każdej uprawie sosnowej. Badania i obserwacje przeprowadzono po zakończeniu sezonu wegetacyjnego w roku 2006. W starszych uprawach dodatkowo wykonano pomiary wysokości wstecz dotyczące lat 2004 i 2005. Pomiary wysokości wszystkich żywych drzew wykonano przy pomocy tyczki z naniesioną podziałką z dokładnością do 1 cm. Ustalono także zagęszczenie początkowe i więźbę sadzenia. Określono przeżywalność oraz cechy morfologiczne sosny rosnącej na uprawach założonych sadzonkami z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym.

Porównanie wysokości i przyrostów drzewek pomiędzy 5-letnimi uprawami wykonano przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji z wykorzystaniem pakietu statystycznego

Tabela 1.
Charakterystyka badanych upraw sosnowych
Characterization of investigated Scots pine plantations

Nr	Leśnictwo, oddział	Rok założenia	Wiek [lata]	Zagęszczenie początkowe [szt./ha]	Powierzchnia [ha]	Typ siedliskowy lasu	Przeżywalność [%]
1	Dobrygość 15f	2006	1	10163	3,17	BMśw	94,3
2	Dobrygość 14f	2005	2	8904	1,53	Bśw/BMśw	94,7
3	Wielisławice 11c	2004	3	9452	2,25	BMśw	90,6
4	Wielisławice 12b	2003	4	9748	2,77	BMśw	84,3
5	Wielisławice 25b	2002	5	9126	2,14	BMśw	81,3
6	Międzybórz 3b*	2002	5	9348	1,42	BMśw	87,6

*sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym; seedlings with bare-root systems

Tabela 2.
Udział [%] drzewek w zależności od budowy morfologicznej
Frequency [%] of various morphological features of analysed pines

Nr	Budowa prawidłowa	Z wadami			Z wadami, w tym			Spalowany powyżej 2/3 obwodu		
		Dwójka	Bliźniak	Trójka	Forma wielowierzchołkowa	Kandelabr	Forma krzaczasta		Zastępczy pęd wierzchołkowy	Zamierający
2	72,8	27,2	17,4	36,1	9,0	12,3	6,5	9,0	0,6	0,0
3	89,3	10,7	35,5	12,9	0,0	16,1	0,0	22,6	1,6	4,8
4	79,3	20,7	29,6	28,7	0,9	3,5	0,9	24,3	8,7	1,7
5	71,3	28,7	18,8	58,3	8,3	6,3	0,0	0,7	6,3	0,0
6*	84,3	15,7	46,0	12,6	1,1	8,0	5,7	18,4	0,0	3,4

Brak danych dla powierzchni 1; lack of data for plot no. 1

*sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym; seedlings with bare-root systems

Statistica 9.1 (StatSoft Inc.). Uprzednio sprawdzono założenia o jednorodności wariancji i rozkładzie normalnym pozyskanych danych. Na podstawie dostępnych danych dokonano oceny kosztów związanych z założeniem i prowadzeniem upraw sosnowych. Porównano koszty dla upraw założonych sadzonkami pochodzącymi ze szkółki kontenerowej oraz sadzonkami z nagim systemem korzeniowym. Ponadto wykonano symulację kosztów zabiegów pielęgnacyjnych, które powinno się przeprowadzić w ciągu pierwszych lat na różnych uprawach. Zastosowano taki sposób obliczeń, gdyż na wszystkich powierzchniach wykonano zabiegi o bardzo zbliżonych kosztach.

Wyniki

PRZEŻYWALNOŚĆ. Na powierzchni odnowionej przy użyciu sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym (powierzchnia nr 6) zanotowano w wieku 5 lat przeżywalność wynoszącą 87,6%. Najstarsze uprawy zakładane z wykorzystaniem sadzonek kontenerowych osiągnęły nieco niższą przeżywalność: pięcioletnia – 81,3%, a czteroletnia – 84,3%, co w praktyce oznacza jednak identyczną ocenę udatności. Młodsze uprawy (1-3-letnie) założone za pomocą sadzonek kontenerowych charakteryzowały się przeżywalnością przekraczającą 90%. Uprawy założone za pomocą sadzonek kontenerowych cechują się wysoką przeżywalnością (ponad 94%) w pierwszym roku po posadzeniu. Natomiast w uprawach starszych, na skutek dużej śmiertelności, spowodowanej losowo występującymi wypadami, przeżywalność spada do nieco ponad 81% (tab. 1). Przeżywalność pod koniec fazy uprawy na powierzchniach założonych sadzonkami kontenerowymi jest niższa w porównaniu z uprawą odnowioną za pomocą tradycyjnych sadzonek.

ZRÓZNICOWANIE BUDOWY MORFOLOGICZNEJ. Pod względem budowy morfologicznej wszystkie uprawy, które założono za pomocą sadzonek kontenerowych, charakteryzowały się podobną ilością drzew wadliwych (tab. 2). Wyjątek stanowi uprawa trzyletnia (powierzchnia nr 3), w której był on najniższy (10,7%). W uprawie założonej przy użyciu tradycyjnego materiału sadzeniowego zanotowano 15,7% drzew z wadami. Na uwagę zasługuje fakt, iż odnotowano duży udział bliźniaków w uprawach zakładanych za pomocą sadzonek kontenerowych. Jest to taki typ wady, który relatywnie łatwo można wyeliminować podczas realizowania cięć pielęgnacyjnych w trakcie czyszczeń wczesnych. Druga pod względem liczności występowania wada to dwójki, których największy odsetek zanotowano w uprawie założonej w tradycyjny sposób (powierzchnia nr 6). Wśród wad, które w sposób zdecydowany wpływają na przyszłą jakość drzewostanów, najczęściej obserwowano kandelabry (tab. 2).

WZROST NA WYSOKOŚĆ. Analiza wysokości w przypadku badanych najstarszych upraw sosnowych wskazuje, że odnowienia sosny zwyczajnej rosnące na uprawach zakładanych z użyciem sadzonek kontenerowych osiągają średnio wyższe wartości w porównaniu z uprawami tradycyjnymi. Różnica w wysokości upraw pięcioletnich sięga blisko 30 cm, czteroletnich – ponad 28 cm, a trzyletnich – ponad 20 cm. Wysokości drzew na uprawie założonej przy użyciu sadzonek z otwartym systemem korzeniowym charakteryzowała się większą zmiennością, co świadczy o dużym rozproszeniu badanej cechy (tab. 3).

Stwierdzono istotne statystycznie różnice wysokości dla każdego roku pomiarowego (2004 $F=473,77$, $p<0,001$; 2005 $F=403,39$, $p<0,001$; 2006 $F=255,89$, $p<0,001$) między najstarszymi uprawami. Sosna rosnąca na uprawach założonych za pomocą sadzonek kontenerowych charakteryzuje się większą wysokością w porównaniu uprawami z sadzonek tradycyjnych. Podobne wyniki otrzymano dla przyrostu wysokości w roku 2005 ($F=112,50$, $p<0,001$) i 2006 ($F=6,52$, $p=0,01$).

Przeprowadzone obserwacje w młodszych uprawach (powierzchnie nr 1-4) miały na celu przedstawienie dynamiki wzrostu sosny kontenerowej w pierwszych latach po posadzeniu oraz porównanie ich z uzyskanymi wynikami na koniec tej fazy (pow. 5). Zmienność badanej cechy wraz z wiekiem malała (tab. 4). W uprawie dwuletniej zanotowano największą zmienność wysokości po pierwszym sezonie wegetacyjnym (46,7%). Natomiast zmienność wysokości po sezonie wegetacyjnym w roku 2006 była na tej samej uprawie zdecydowanie niższa (31,4%). Ze względu na to, iż powierzchnie odnawiane były w różnym czasie, nie dokonano szczegółowych porównań wysokości w poszczególnych latach. Średnia wysokość w uprawach rocznych wyniosła 16,97 cm, dwuletnich – 42,97 cm, natomiast trzyletnich – 77,55 cm.

ANALIZA CZYNNIKÓW EKONOMICZNYCH. Czynnikiem decydującym o wysokości kosztów związanych z założeniem uprawy jest zagęszczenie początkowe. Wyższa cena sadzonki kontenerowej (0,25 zł/szt. – dla roku 2002) w porównaniu do ceny sadzonki tradycyjnej (0,035 zł/szt.) determinuje wysokość tych kosztów. Dopiero od zagęszczenia początkowego w wielkości około 3500 szt./ha łączny koszt sadzonek kontenerowych i ich sadzenia jest niższy od sumarycznego kosztu posadzenia 10 tysięcy sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym (ryc. 1). Wynika to z faktu, że koszt sadzenia przy tradycyjnych sadzonkach wynosi około 71%, a przy sadzonkach kontenerowych około 25% sumarycznego kosztu sadzenia wraz z sadzonkami. Wskazuje to na konieczność wyboru optymalnego (niższego) zagęszczenia początkowego dla sadzonek kontenerowych.

W porównywanych uprawach wykonano podobny zestaw zabiegów pielęgnacyjnych, który ograniczono do wykaszania w pierwszych latach po posadzeniu. Przedstawiona analiza oparta jest na teoretycznym modelu zestawu zabiegów pielęgnacyjnych dla upraw założonych sadzonkami z nagim systemem korzeniowym i z bryłką (tab. 5). W modelu uwzględniono szybsze tempo wzrostu na wysokość i zwarcia upraw założonych sadzonkami pochodzącymi ze szkółki kontene-

Tabela 3.

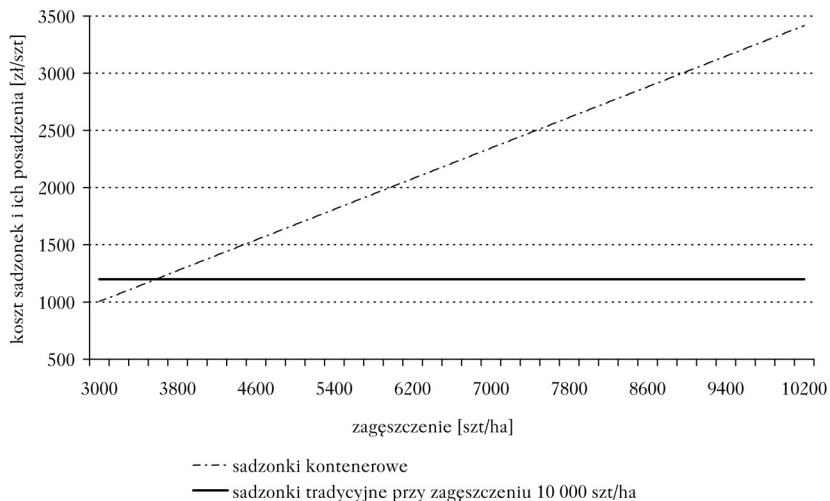
Wysokość [cm] sosny zwyczajnej w uprawach założonych sadzonkami różnego typu
Height [cm] of Scots pine growing in plantations established with different types of seedlings

Wiek [lata]	Odkryty system korzeniowy (pow. 6) n=553			Sadzonki kontenerowe (pow. 5) n=501		
	średnia	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności [%]	średnia	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności [%]
3	50,69	13,96	27,5	71,53	17,6	24,6
4	88,62	22,87	25,8	116,94	23,38	20,0
5	125,79	31,97	25,4	155,77	29,45	18,9

Tabela 4.

Wysokość [cm] drzew dla upraw młodszych
Height [cm] of trees in younger plantations

Nr	Liczba obserwacji	Wiek [lata]	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
1	647	1	17,23	4,74	27,5
		2	16,72	7,8	46,7
2	569	2	38,75	12,15	31,4
		3	39,98	13,67	34,2
		4	67,8	19,44	28,7
3	578	2	50,19	13,69	27,3
		3	87,31	18,75	21,5
4	555	4	130,48	24,84	19,0



Ryc. 1.

Koszt sadzenia oraz sadzonek w zależności od zagęszczenia początkowego (uprawy z 2002 roku)
Planting costs (including seedlings) depending on initial stocking (plantations in 2002)

rowej. W oparciu o katalogi i stawki za roboczogodziny obowiązujące w badanych jednostkach dodano do kosztów sadzonek i sadzenia koszty związane z pielęgnacją upraw. Zastosowano średnią stawkę wynoszącą 7,7 zł/h przy pracach w zagospodarowaniu oraz II stopień trudności prac w przypadku katalogowych roboczogodzin (tab. 5).

Doliczając koszty pielęgnacji za okres 5-letni (od 2002 roku), łączny koszt prowadzenia uprawy zakładanej z tradycyjnego materiału sadzeniowego wyniósł, przy zagęszczeniu 10 000 szt./ha, w przybliżeniu 3330 zł/ha. Porównując tę wartość z nakładami na prowadzenie uprawy z sadzonek kontenerowych, można zauważyć, że już od zagęszczenia początkowego około 6 100 szt./ha łączne koszty za badany okres mogą być niższe w tym wariantcie założenia upraw (ryc. 2).

Dyskusja

Przeprowadzone badania dotyczące hodowlanego i ekonomicznego znaczenia sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym wykazały ich wysoką przydatność do odnowień i zalesień. Przemawia za tym fakt, iż tempo wzrostu oraz osiągnięta średnia wysokość drzew w kolejnych badanych latach (w okresie do 5 lat życia drzew) są większe w porównaniu z sadzonkami tradycyjnymi. Ponadto szybki wzrost na wysokość oraz wysokie tempo dochodzenia do zwarcia upraw założonych przy użyciu sadzonek kontenerowych sprawia, że sadzonki szybciej kończą fazę indywidualnego wzrostu i przechodzą płynnie w fazę młodnika.

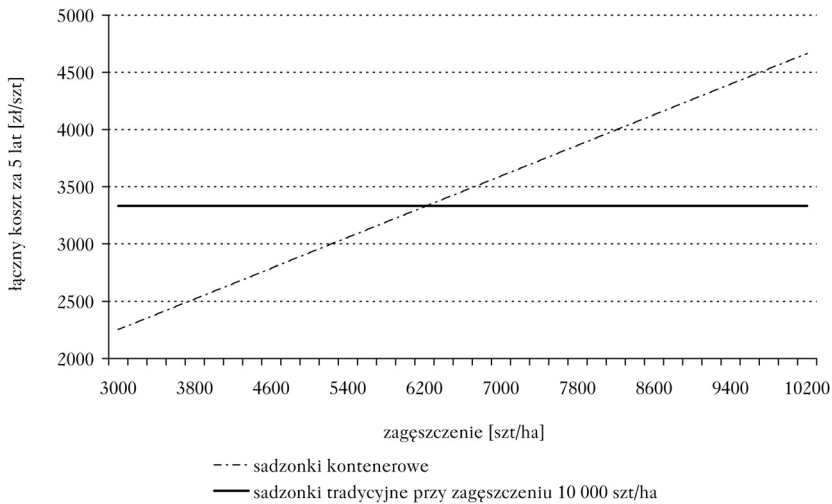
Zauważono pewne niekorzystne zjawiska, jakie należy uwzględnić w trakcie podejmowania decyzji o zastosowaniu materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym. Na uprawach założonych przy użyciu sosny ze szkółki kontenerowej w końcowej fazie uprawy młodszej stwierdzono niższą przeżywalność w stosunku do upraw zakładanych metodą tradycyjną. Udatność na tych uprawach, pomimo że nie była najwyższa, to jednak oceniona została jako dobra [Rozwałka 2003]. Można by się spodziewać wyniku na poziomie, jakim charakteryzują się uprawy sosnowe założone przy użyciu sadzonek z nagim systemem korzeniowym. Jak wynika z badań Korzeniewicza [2006], uprawy „tradycyjne” osiągają w piątym roku przeżywalność często powyżej 95%, a nawet powyżej 99%. Mimo wszystko na badanych uprawach z sadzo-

Tabela 5.

Zabiegi hodowlane w analizowanych uprawach
Silvicultural treatments in investigated plantations

Zabieg	Roboczegodziny			Nagi system			Kontenerowe		
	wg stopnia trudności			wiosna	późne lato	lata uprawy	wiosna	późne lato	lata uprawy
	I	II	III						
Pielęgnowanie gleby (koszenie)				1	1*	1	1	1*	1
	×	36	42	1	1*	2	1	1*	2
				1	1*	3			
Moryczenie pokrywy	11,5	14	17	1		2	0	0	0
Usuwanie nalotów sosny	×	36	42	(1)		(3)	1		3
Czyszczenia wczesne	28	32,5	38		1	5-7		1	5

* drugie koszenie przelicznik 0,8; second mowing, conversion index 0.8



Ryc. 2.

Łączny koszt prowadzenia upraw przez 5 lat w zależności od zagęszczenia początkowego
Total costs of plantation management for 5 years depending on initial stocking

nek kontenerowych niższa przeżywalność, która z wiekiem systematycznie malała, w zasadzie nie wpłynęła na jakość drzewostanów. Powodem takiego stwierdzenia jest fakt, iż wypadki drzewek nie skupiały się w mniejsze lub większe grupy, a ich rozmieszczenie było losowe. Przepuszczalnie przyczyną zmniejszającej przeżywalności, odnotowanej w uprawach założonych przy użyciu sadzonek kontenerowych, może być większa wrażliwość korzeni otoczonych substratem z torfu i perlitu na mróz lub przesuszenie. Brak badań nad wzrostem korzeni drzew wyrosłych z materiału sadzeniowego pochodzącego ze szkółek kontenerowych powoduje, że przyczyn tych nie można rozstrzygnąć.

Zdecydowanie większe znaczenie dla przyszłej jakości drzewostanu może mieć wysoki udział wad kształtu, a w szczególności występowanie bliźniaków i dwójek na uprawach z sosny pochodzącej z sadzonek z kontenerów. Przepuszcza się, że obecność dużej ilości bliźniaków jest wynikiem braku precyzji w trakcie wykonywania zabiegu przerzedzania zbyt gęstych wschodów w multiplatach. Wada ta w przyszłości może mieć negatywne znaczenie w przypadku zrezygnowania z czyszczeń wczesnych lub odłożenia tych zabiegów w czasie. Odnosnie dwójek można

sądzić, iż przy wysokim zagęszczeniu początkowym uprawy (blisko 10 000 szt./ha) i naturalnej tendencji sosny do samopoprawy jakości, wada ta powinna w naturalny sposób szybko zanikać [Szymański i in. 1960]. Jednakże może mieć ona negatywne znaczenie tam, gdzie stosuje się mniejsze zagęszczenie początkowe, przez co wydłużeniu ulegnie faza wzrostu indywidualnego. Może to prowadzić do utrwalenia się tej wady i konieczności wykonania cięć formujących pęd przewodni. Po przeprowadzeniu analizy wad drzewek i dokonaniu oceny upraw można stwierdzić, że za pomocą zabiegów pielęgnacyjnych powinno się w dość łatwy sposób poprawić ich jakość, eliminując występujące powszechnie na uprawach wady.

Kolejną negatywną cechą sosny pochodzącej z sadzonek z kontenerów jest wyleganie po śnieżnych zimach, na co często zwracają uwagę leśnicy praktycy. Ze względu na termin prowadzenia obserwacji po sezonie wegetacyjnym (2006 rok) oraz na to, że zima roku 2006/2007 była w zasadzie bezśnieżna, zjawiska tego w analizowanym okresie nie potwierdzono. Jednak uwaga o wyleganiu sadzonek sosny kontenerowej w rok po posadzeniu wydaje się wielce prawdopodobna ze względu na jej niekorzystny stosunek wysokości do grubości. Powoduje to powstawanie u sosny z kontenerów zbyt dużych przyrostów rocznych wysokości. Dodatkowo, nie przechodząc szoku poposadzeniowego, wykazuje ona wybujałe pędy. W tym wypadku zalecanym zabiegiem zabezpieczającym jest jesienne koszenie niepożądanых roślin w pierwszym i drugim roku po założeniu uprawy.

Impulsem do szerszego stosowania sadzonek kontenerowych może być wdrażanie do hodowli materiału ulepszanego genetycznie, będącego potomstwem drzew doborowych i z drzewostanów nasiennych. Należy jednak przy tym pamiętać o dodatkowych kosztach, wynikających z konieczności usuwania samosiewów, które pojawiając się spontanicznie, mogą spowodować trudności w identyfikowaniu właściwego przedmiotu hodowli. Zabieg taki musi być prowadzony systematycznie, w zależności od potrzeb już nawet w uprawach trzyletnich. Należy ponadto zwrócić uwagę na aspekty ergonomiczne i wydajnościowe w trakcie wykorzystania sosny kontenerowej. Praca specjalnym kosturem do sadzenia sadzonek kontenerowych bezspornie jest lżejsza i wydajniejsza w porównaniu do innych urządzeń, co dla wykonawcy, przy obecnym sposobie rozliczania, jest bardziej atrakcyjne.

Mimo zauważalnych zalet, produkcja sadzonek z „bryłką” nie przekracza w Polsce 5% ogólnej liczby wyhodowanych sadzonek [Szabla, Pabian 2003]. Wiąże się to zapewne z faktem, iż koszty hodowli sadzonki kontenerowej są przeciętnie kilka razy wyższe niż sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym. Jednak jak pokazały analizy, przy niższym zagęszczeniu początkowym oraz w zależności od rodzaju i intensywności prac pielęgnacyjnych, łączny koszt założenia i prowadzenia upraw do fazy młodnika może być mniejszy przy sadzonkach kontenerowych. Otrzymane wyniki potwierdzają badania innych autorów, którzy porównując koszty założenia oraz prowadzenia upraw założonych z sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym w stosunku do takich samych kosztów upraw z sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym, stwierdzili, że sumaryczny koszt wyprowadzenia upraw z sadzonek mikoryzowanych po 5 latach był przeciętnie niższy o 10-30%, mimo że sadzonki kontenerowe były znacznie droższe [Szabla, Pabian 2007].

Wnioski

- ✦ Posadzona w uprawach sosna zwyczajna pochodząca ze szkółek kontenerowych osiąga w tym samym wieku większą wysokość i przyrost wysokości od sosny z sadzonek z nagim systemem korzeniowym.

- ✦ Przy podobnym zagęszczeniu początkowym, uprawy założone przy użyciu sadzonek kontenerowych osiągają zwarcie szybciej niż uprawy założone przy użyciu materiału sadzeniowego z nagim systemem korzeniowym, mimo zaobserwowanej nieco niższej przeżywalności.
- ✦ Koszty założenia upraw z sadzonek kontenerowych są znacznie wyższe od upraw „tradycyjnych”, jednakże zmniejszenie zagęszczenia początkowego tych pierwszych może obniżyć łączne koszty, związane z założeniem i pielęgnacją w początkowej fazie życia upraw.
- ✦ Wzmoczoną dynamikę wzrostu sadzonek kontenerowych należy wykorzystywać na trudnych powierzchniach przeznaczonych do odnowienia lub zalesienia.
- ✦ Odmienny rozkład kosztów w czasie podczas odnowienia różnymi sadzonkami można uwzględnić w trakcie planowania sposobu założenia uprawy, w zależności od posiadanych w danym okresie środków finansowych (wyższy lub niższy koszt początkowy).

Literatura

- Ceitel J. 1995. Współczesne poglądy na więźbę sadzenia upraw leśnych w niektórych krajach Europy. *Prz. Leś.* 4: 10-14.
- Glura J., Moliński K. 2003. Zastosowanie metody dyskontowania do porównania kosztów upraw leśnych. *Sylvan* 147 (7): 13-23.
- Kasprzyk M. 2001. Pielęgnowanie upraw. *Prz. Leś.* 11: 10-11.
- Korzeniewicz R. 2006. Wzrost i stosunki konkurencyjne wybranych gatunków drzew leśnych w ciągu 30 lat na powierzchniach doświadczalnych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Siemianice. Rozprawa doktorska. Katedra Hodowli Lasu, AR Poznań.
- Kuc T., Aleksandrowicz-Trzecińska M. 2012. Sterowana mikoryzacja i doglebowa aplikacja fungicydów w hodowli dębu szypułkowego. I. Kolonizacja mikoryzowa i wzrost sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym w szkółce. *Sylvan* 156 (10): 765-775.
- Łopusiewicz R. 1995. Przydatność sadzonek z zakrytym i odkrytym systemem korzeniowym w uprawach na terenie Sudetów Zachodnich. *Pr. IBL Ser. B*, 25/2: 265-276.
- Rozwałka Z. 2003. Zasady hodowli lasu. Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych, Bedoń.
- Szabla K. 2009. Hodowlane i ekonomiczne aspekty produkcji materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym poddanego zabiegowi sterowanej mikoryzacji. *Sylvan* 153 (4): 253-259.
- Szabla K., Pabian R. 2003. Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i techniki w szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa.
- Szabla K., Pabian R. 2007. Ekonomiczne uwarunkowania hodowli sadzonek różnych gatunków drzew leśnych, poddanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji. W: Kowalski S. [red.]. *Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym*. CILP, Warszawa. 370-381.
- Szafiński J. 2004. Koszty zakładania upraw leśnych. *Las Pol.* 11: 14-15.
- Szymański S., Szecherbiński W., Gniewszew I. 1960. Wpływ jakości sadzonek sosnowych na wysokościowe i morfologiczne różnicowanie się 4-letniej uprawy. *Sylvan* 104 (4): 17-33.

SUMMARY

Silvicultural and economic evaluation of Scots pine plantations establishment using container-grown and bare-root seedlings

The paper concerns the comparison of the performance of pine plantations established with the container-grown and bare-root seedlings. The silvicultural evaluation was based on the comparison of survival rate, defect differentiation as well as height and diameter growth of plants depending on the type of the planting material used for renewal.

The survival of seedlings in plantations established with the two types of seedlings were within the same survival class. A high proportion of defects of misshaped trees, in particular, twin and double-stem trees in the container-grown pine plantations, may be important for the future quality of the stand which is vital for scheduling early cleanings. The height growth

analysis of pine plantations established with the seedlings grown in containers indicated that the average height of stands developed from the container-grown plantations were higher.

The economic evaluation was based on a comparison of the total costs of establishing and managing both types of plantations depending on initial density. The costs of establishing container-grown seedling plantations are much higher than those of 'traditional' plantations, however, a reduction in the initial density of the former can largely reduce such costs. Simulations have shown that with the lower initial density (about 6,100 items/ha) and depending on the type and intensity of tending treatments, the total cost of establishing and managing plantations up to the young forest phase can be lower when using container-grown seedlings compared to 'traditional' plantations.